

### 3. Literaturübersicht

#### 3.1. Überblick über die Bärenfamilie

Die Reproduktion der Bären steht im Einklang mit vielen Faktoren, wie zum Beispiel dem Jahresrhythmus, der Ernährung und dem Territorium (Abb. 3-1). In diesem Abschnitt wird ein Überblick über die fortpflanzungsrelevanten biologischen und genetischen Parameter sowie über den Populationsstatus der unterschiedlichen Bärenarten gegeben. Bei den aufgeführten Daten handelt es sich um Auszüge aus den folgenden Publikationen: Ganslosser (2000), Hilton-Taylor (2000), IUCN (2003), Keienburg *et al.* (1993), Klemmer *et al.* (1993), MacDonald und Norris (2001), Nowak (1999), Pies-Schulz-Hofen (1992), Schmeil (1951), Servheen *et al.* (1999).

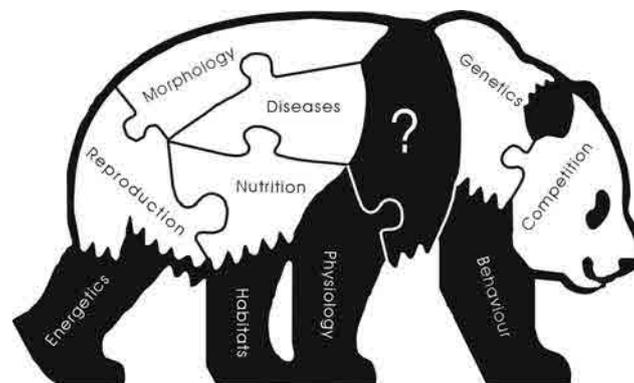


Abb. 3-1: Zusammenspiel der Reproduktion und anderer Faktoren im Leben der Bären

Die Familie der Großbären (Ursidae) gehört zur Überfamilie der Marder- und Bärenartigen (Arctoidea) innerhalb der Ordnung der Raubtiere (Carnivora). Beschrieben sind drei Unterfamilien mit insgesamt acht Arten (Abb. 3-2): Die Unterfamilie der Echten Bären (Ursinae) mit sechs Arten, die der Kurzschnauzenbären (Tremarctinae) mit einer Art und die der Ailuropodinae mit ebenfalls nur einer Art.

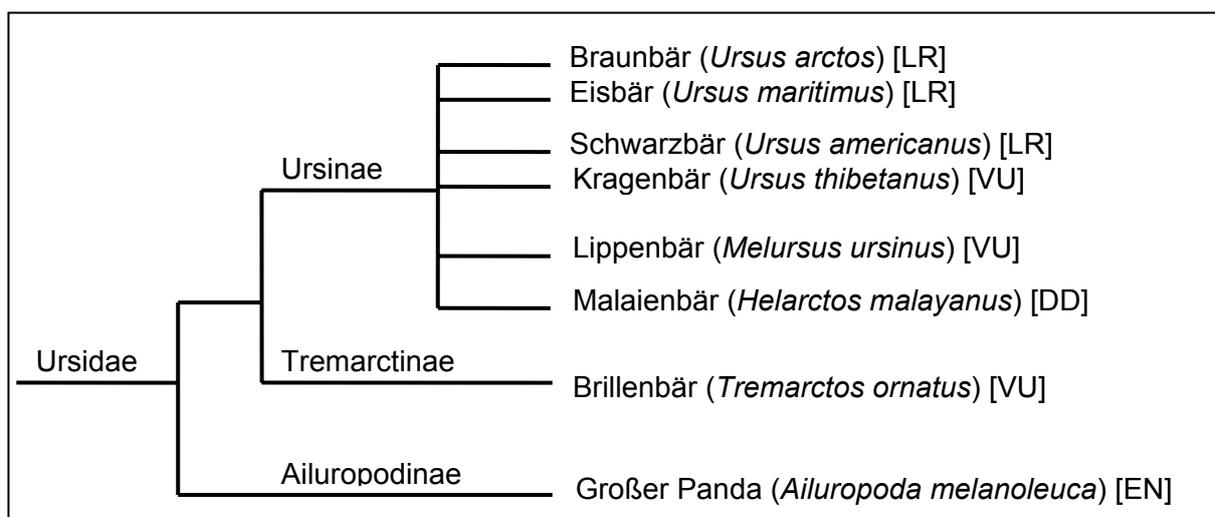


Abb. 3-2: Stammbaum der Bären nach Garshelis (2001) mit den IUCN Rote Liste Kategorien: [EN] bedroht, [VU] verletzlich, [LR] geringes Risiko, [DD] fehlende Daten

### 3.1.1. Unterfamilie Ursinae

Der am weitesten verbreitete Bär ist der **Braunbär** (*Ursus arctos*, LINNAEUS 1758), dessen Populationen nach der Internationalen Vereinigung zur Erhaltung der Natur (IUCN) als gefährdet eingestuft und im Appendix 2 des Washingtoner Artenschutz-Übereinkommens (CITES) aufgeführt werden. Die geschätzten 250.000 Tiere sind in Europa, Nord- und Mittelasien sowie in Nordamerika in vielen Unterarten (beispielsweise der nordamerikanische Grizzly *U. a. horribilis*) anzutreffen und bewohnen dort als Einzelgänger baumarme bzw. -lose, arktische oder alpine Tundren, Nadelwälder sowie gelegentlich Mischwaldzonen. Braunbären sind Allesfresser, die sich u.a. von Beeren, Wurzeln und Fleisch oder auch Fisch ernähren. So kann es z.B. in lachsreichen Gebieten im Spätsommer zu Ansammlungen von Bären an den Flussläufen kommen. Die Körpergröße und das Gewicht der einzelnen Braunbären schwanken je nach Verbreitungsgebiet und Nahrungsangebot zwischen 1,5 – 3 m, bzw. 70 – 1200 kg (Unterarten aus Süd-Europa bzw. Kodiakbären *U. a. middendorffi*, dem Größten aller Bären). Die Männchen sind durchgängig größer als die Weibchen. Von September/Oktober bis März/Mai halten sie Winterruhe (Friebe *et al.* 2001), während der sie keine Nahrung zu sich nehmen und weder Kot noch Urin ausscheiden (Hissa *et al.* 2000). Deshalb werden im Herbst große Fettdepots angelegt, die bei beiden Geschlechtern zu einer starken Gewichtszunahme von bis zu 35 % führen kann (Hissa *et al.* 2000). Braunbären werden durchschnittlich 20 – 30 Jahre alt. Mit ihren nächsten Verwandten, den Eisbären, bilden sie die evolutiv jüngste Bärengruppe (Talbot und Shields 1996). In menschlicher Obhut sind erfolgreiche Verpaarungen zwischen beiden Arten von Sterling (2001) und Wurster-Hill und Bush (1980) beschrieben worden.

Der **Eisbär** (*Ursus maritimus*, PHIPPS 1774) ist nachträglich zum Fleischfresser geworden und ernährt sich vorwiegend von Ringelrobben (*Phoca hispida*). Er wird nach der IUCN als weniger gefährdet eingestuft und ist in Appendix 2 der CITES Bestimmungen aufgeführt. Die etwa 28.000 Tiere leben auf dem nördlichen Eismeer, auf dessen Inseln und an den Küsten. Sein Verbreitungsgebiet überlappt normalerweise nicht mit dem des Braunbären. Es wurden jedoch Grizzlies und Eisbären gemeinsam oder hintereinander an gestrandeten Waalen beobachtet. Der Geschlechtsdimorphismus ist bei diesen großen Bären am stärksten ausgeprägt, wobei die Männchen größer sind als die Weibchen (Derocher 2000). Die Körpergröße beträgt zwischen 1,8 und 3 m, das Gewicht liegt zwischen 150 und 1000 kg. Die Winterruhe ist witterungs- und futterabhängig, wird jedoch von tragenden Weibchen von Oktober/November bis März/April immer in Anspruch genommen. Während Nahrungsengpässen können die Tiere jederzeit, besonders in der eisfreien Periode im Sommer, in einen winterruheähnlichen Zustand übergehen. Dann finden sich auch größere Gruppen der sonst solitär lebenden Tiere zum gemeinsamen Fasten zusammen. Eisbären können zwischen zu 25 – 30 Jahre alt werden.

Der **Schwarzbär** oder **Baribal** (*Ursus americanus*, PALLAS 1780) ist mit ca. 800.000 Tieren der häufigste Bär auf der Welt. Sein Artbestand gilt zwar als gesichert, wird aber aufgrund des Handels mit Bären-galle in Appendix 2 der CITES Bestimmungen aufgeführt. Die verschiedenen Unterarten des Schwarzbären leben solitär in den Laub- und Mischwäldern Nordamerikas. Ihr Verbreitungsgebiet überlappt mit dem des Grizzlybären, jedoch kommt es zu keinen interspezifischen Verpaarungen. Ihre Körpergröße reicht von 1,2 – 1,9 m und ihr Gewicht von 40 – 270 kg; die Männchen sind größer als die Weibchen. Sie sind omnivor, ernähren sich aber hauptsächlich von pflanzlicher Kost, die saisonal variiert. Ihre Winterruhe

ist Gegenstand zahlreicher Studien (LeBlanc *et al.* 2001; Nelson 1973; Oftedal *et al.* 1993; Schooley *et al.* 1994; Storm *et al.* 1988). Sie verbringen diese in Höhlen oder in Schlafnestern auf Bäumen. Die Winterruhe dauert von September bis Mai, in südlichen Breiten ist sie etwas kürzer. Der Baribal kann bis zu 30 Jahre alt werden.

Der nächste Verwandte des Schwarzbären ist der **Kragenbär** (*Ursus thibetanus*, CUVIER 1823) (Talbot und Shields 1996), der wegen seiner Gallensäuren für die traditionelle chinesische Medizin gewildert und auf Farmen gehalten wird. Sein Bestand in der Wildnis ist unbekannt, gilt aber im Allgemeinen als rückläufig und bedroht. Der in Appendix 1 der CITES Bestimmungen aufgeführte Bär bewohnt als Einzelgänger die Misch- und Laubwälder der Gebirgsregionen Süd- und Südostasiens, die dem Habitat des Großen Pandas gleichkommen. Seine Körpergröße und sein Gewicht ähneln mit 1,2 – 2 m bzw. 40 – 200 kg denen des Schwarzbären, wobei auch hier die Männchen größer sind als die Weibchen. Der Kragenbär ernährt sich vorwiegend vegetarisch, nimmt aber auch Aas zu sich. Winterruhe hält er nur in kalten Gebieten. Der Kragenbär hat in menschlicher Obhut eine Lebenserwartung von 23 – 35 Jahren.

Der faultierähnliche **Lippenbär** (*Melursus ursinus*, SHAW 1791) ist der evolutiv früheste Abzweig aus der Linie der Ursinae. Die etwa 10.000 Tiere werden nach der IUCN als bedroht eingestuft und im Appendix 1 der CITES Bestimmungen aufgeführt. Die myrmecophagen (termitenfressenden) Einzelgänger bewohnen die Waldgebiete Vorderindiens und Sri Lankas (Joshi *et al.* 1995). Sie werden 1,4 – 1,9 m groß und wiegen 55 – 190 kg. Die Männchen sind größer als die Weibchen. Lippenbären halten keine Winterruhe und können bis zu 40 Jahre alt werden.

Der **Malaienbär** (*Helarctos malayanus*, RAFFLES 1821) ist der kleinste Bär; er wird 1 – 1,4 m groß und in der Wildbahn 30 – 65 kg schwer. Der Geschlechtsdimorphismus ist hier am schwächsten ausgeprägt (Derocher 2000). Da die Größe der wildlebenden Population unbekannt ist, wird auch diese Art als bedroht angesehen und im Appendix 1 der CITES Bestimmungen aufgeführt. Sein Verbreitungsgebiet in den Niederungen des tropischen Regenwaldes Südost-Asiens (Stirling 1993) überlappt mit denen der Kragen- und Lippenbären. Über diesen Bären ist aus der Wildbahn nur sehr wenig bekannt. Nach Erfahrungen in den Zoos nimmt man an, dass er in Familienverbänden lebt und sich vorwiegend von Früchten und Insekten ernährt. Er hält keine Winterruhe. Der Malaienbär ist der entwicklungsgeschichtlich gesehen ursprünglichste Bär (Thenius 1965) und laut Zhang und Ryder (1994) mit dem Schwarzbären am nächsten verwandt. Von erfolgreichen Verpaarungen in menschlicher Obhut mit Brillenbären berichtet Nulbio (1989), mit Braunbären Dathe (1963). Malaienbären können in Menschenobhut über 30 Jahre alt werden.

### 3.1.2. Unterfamilie Tremarctinae

Der letzte rezente Vertreter der Kurzschnauzenbären ist der **Brillenbär** (*Tremarctos ornatus*, CUVIER 1825). Er nimmt eine Mittelstellung zwischen den Echten Bären und dem Großen Panda ein (Hofmann und Braunitzer 1987). Der in den bewaldeten Andenregionen Süd-Amerikas beheimatete Bär ist vom Aussterben bedroht (Mace und Balmford 2000; Peyton 1999) und im Appendix 1 der CITES Bestimmungen aufgeführt. Es existieren noch schätzungsweise 18.250 wildlebende Bären (Peyton 1999). Die omnivoren Einzelgänger

ernähren sich vornehmlich von Bromelien, Kaktusfrüchten und Palmschösslingen, nehmen aber auch Insekten, Klein- und Großsäuger zu sich. Die Männchen erreichen eine Körpergröße bis 2 m und ein Gewicht von 100 – 200 kg, die Weibchen dagegen nur 1,2 – 1,8 m bzw. 35 – 80 kg. Von einer Winterruhe wird nicht berichtet. Brillenbären haben eine Lebenserwartung von annähernd 40 Jahren.

### **3.1.3. Unterfamilie Ailuropodinae**

Brillenbär und Großer Panda unterscheiden sich anhand ihrer Chromosomenzahl von den Echten Bären (Garshelis 2001). Über die Taxonomie des **Großen Panda** (*Ailuropoda melanoleuca*, DAVID 1869) wurde lange gestritten (Braunitzer und Hofmann 1987; Pirlot und Jiao 1985; Wurster-Hill und Bush 1980). Mittels molekularbiologischer Analysen wurde eine sehr frühe Abzweigung von der Bärenlinie festgestellt und der Große Panda in die Familie der Ursidae eingegliedert (Hashimoto *et al.* 1993; Ledje und Arnason 1996; O'Brien *et al.* 1985; Slattery und O'Brien 1995; Talbot und Shields 1996). Der Große Panda gehört zu den am stärksten bedrohten Tierarten und wurde aus diesem Grund als Wappentier für den World Wide Fund for Nature (WWF) gewählt. Er ist in Appendix 1 der CITES Bestimmungen aufgeführt (Kempf *et al.* 1999; WWF 1997, 2001). Die etwa 1200 Individuen leben als Einzelgänger in den Bambuswäldern der Bergregionen Südwest Chinas (Winkler 1998; Yangwen *et al.* 1980). Die Körpergröße beträgt zwischen 1,5 und 1,9 m, das Gewicht zwischen 60 und 160 kg, wobei die Männchen etwa 10 % größer sind als die Weibchen. Er ist das ganze Jahr über aktiv und hält keine Winterruhe. Er kann älter als 30 Jahre werden. Der Große Panda ist ein hoch spezialisierter Bambusfresser (Crouzet und Frädlich 1985; Stirn 2001). Aufgrund dieser Spezialisierung in Verbindung mit der Habitatfragmentierung ist sein Bestand extrem gefährdet. Bei Einsetzen der Bambusblüte und dem darauffolgenden Absterben dieser Hauptnahrungsquelle ist ein Ausweichen auf andere Nahrungsareale kaum möglich und der Hungertod droht.

## **3.2. Reproduktionsbiologie der Großbären**

Die Reproduktionsbiologie der verschiedenen Bärenarten wird von zwei spezifischen Charakteristika geprägt, die ein langes Zwischengeburtsintervall bewirken: Saisonalität und verzögerte Implantation (Dittrich und Kronberger 1963; Jewgenow *et al.* 2001). Diesbezüglich und in vielen weiteren fortpflanzungsrelevanten Gegebenheiten bestehen sowohl Unterschiede als auch Gemeinsamkeiten zwischen den einzelnen Bärenarten.

### **3.2.1. Saisonalität**

Die Saisonalität spielt in der Reproduktionsbiologie der Bären eine zentrale Rolle. Sie terminiert die Ereignisse Paarung und Geburt und wirkt dadurch auf die Dauer der Tragzeit. Einen entscheidenden Einfluss besitzen die Verbreitungsgebiete der verschiedenen Arten. Die in diesen Gebieten vorherrschenden Klimata regulieren über die Tag-Nacht-Länge und

das Nahrungsangebot die Saisonalität der Tiere (Dathe 1961; Garshelis und Hellgren 1994; Picton 1978). Bären, die in jahreszeitlich sehr kalten Habitaten leben, sind saisonal. Während der Paarungszeit, die meist im Sommer liegt und bis zu sechs Wochen andauern kann, kommen die Tiere in den Östrus und sind paarungsbereit (brünstig) (Göritz *et al.* 2001; Johnston *et al.* 1994; Tsubota *et al.* 1997, 2001). Besonders ausgeprägt ist dies beim Großen Panda, der nur einen Östrus im Jahr besitzt (saisonal monöstrisch) (Schaller *et al.* 1985). Bei Braunbären berichten Grzimek und Pedersen (1993) und Monfort *et al.* (1989) von einer Scheinbrunst im Herbst. Dathe (1961) konnte jedoch mehrere Brunstzeiten bei Braunbären nicht beobachten und deutet „das deutliche Anschlussbedürfnis der Geschlechter und einer gewissen Unrast (...) als eben [den] Zeitpunkt des Beginns der endgültigen Keimentwicklung“. Auch bei Eisbären wurde in früherer Literatur von Vor-, Über-, Schein- und verlängerter Brunst berichtet (Lindemann 1954; Meyer-Holzappel 1957; Prell 1930a; Schneider 1953; Steinbacher 1958), später jedoch von Volf (1963a) ausgeschlossen. Arten, die in der Nähe des Äquators leben und sowohl eine andauernde Tag-Nacht-Gleiche erfahren als auch optimale Nahrungsbedingungen vorfinden, kommen das ganze Jahr hindurch mehrmals in die Brunst, d. h. sie sind asaisonal polyöstrisch. Ein klassisches Beispiel hierfür ist der Malaienbär (Dathe 1993), der im Allgemeinen keine spezifische Paarungszeit aufweist (Dathe 1995; Domico 1988; Garshelis 2001; Schwarzenberger *et al.* 1998). Im Verbreitungsgebiet Sarawak, Malaysia, lässt er jedoch ein saisonales Fortpflanzungsmuster erkennen (Onuma *et al.* 2001). Die Lippenbären auf dem indischen Subkontinent verpaaren sich nur einmal im Jahr (Murr 1929; Nowak 1999; Puschmann *et al.* 1977), hingegen wurden auf Sri Lanka während des ganzen Jahres Verpaarungen beobachtet (Domico 1988; Phillips 1925, 1935). Die Berichte über den Brillenbären lassen keine klare Zuordnung zu: in freier Wildbahn ist er in der Nähe des Äquators, bei folglich gleich bleibenden Lichtverhältnissen, asaisonal, nördlich und südlich davon jedoch saisonal. Der Höhepunkt der Paarungen liegt hier meist im Hochsommer der jeweiligen Erdhalbkugel (Müller 1988). Es wird bei dieser Art eine Steuerung durch das saisonal unterschiedliche und wetterbedingte Angebot nahrungsrelevanter Pflanzen, besonders von Bromelien, vermutet (Kühme 1991; Nowak 1999). Diese Pflanze dient dem Brillenbären als Lebensgrundlage und muss ganzjährig vorhanden sein (Peyton 1999).

Die jahreszeitlich schwankende Dauer der Lichteinstrahlung reguliert den Hormonhaushalt (Palmer *et al.* 1988). Sie beeinflusst die Produktion des Botenstoffes Melatonin im Gehirn, welcher wiederum die Steuerung entlang der Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden-Achse regelt (Lengwinat *et al.* 2000). Im Hypothalamus wird GnRH (Gonadotropin Releasing Hormon) freigesetzt, welches die Ausschüttung der Gonadotropine FSH (Follikel stimulierendes Hormon) und LH (luteinisierendes Hormon) steuert, die wiederum auf die Gonaden, Eierstöcke beim weiblichen Tier, Hoden beim männlichen, wirken. Diese setzen ihrerseits Hormone (Östrogene, Gestagene, Androgene) frei, die auf das Gehirn hemmend rückwirken und so den Regelmechanismus schließen (negatives Feedback) (Döcke 1994; Horan *et al.* 1993).

Ein Zusammenhang wird außerdem zwischen dem Ernährungszustand einzelner Tiere und der hormonellen Regulation seiner reproduktiven Vorgänge angenommen. Das Hormon Leptin, das in Fettzellen (Adipozyten) produziert wird, hat einen indirekten Einfluss auf die Sekretion gonadotroper Hormone und kann somit in Hungersituationen die sexuellen Funktionen unterbinden. Lengwinat *et al.* (2000) stellen die Hypothese auf, dass besonders für Bären, die Winterruhe halten und stark auf ihre Energiereserven angewiesen sind, dieser

Selbstschutzmechanismus von Bedeutung ist. So wird die Trächtigkeit bei Tieren, die im Herbst zu mager sind, nicht aufrechterhalten. Ein Mangel an Leptin soll über eine Signalkette die Einnistung des Embryos und damit eine zusätzliche Belastung der bereits geschwächten Mutter verhindern. Bei zu fetten Tieren werden ebenso Fruchtbarkeitsprobleme beobachtet, deren Ursache jedoch eher in der Unterbindung des Eisprungs zu vermuten ist.

### 3.2.2. Paarungszeit

Die Paarungszeit der meisten Bären liegt im Frühjahr oder Sommer (Tab. 3-1). Dies ist die einzige Zeit, in der man die sonst strikten Einzelgänger zusammen beobachten kann (Garshelis 2001; WWF 1997). Während der Paarungszeit kommen die Weibchen in die Brunst (Östrus), während der Begattungsbereitschaft und Konzeptionsfähigkeit eine funktionelle Einheit bilden.

Tab. 3-1: Paarungszeiten der verschiedenen Bärenarten

Art	Zeitraum	Quelle
Braunbär	April – Aug	Prell (1930b)
Eisbär	April – Mai	Stirling (2001)
Schwarzbär	März – Juni	Garshelis (2001), Tsubota <i>et al.</i> (1998)
Kragenbär	Juni/Juli (Sibirien), Oktober (Pakistan)	Nowak (1999)
Lippenbär	Mai – Juli	Langguth (2002), Nowak (1999), Puschmann <i>et al.</i> (1977)
Malaienbär	Während d. ganzen Jahres gehäuft von Feb - Aug & Okt - Dez	Dathe (1963)
Brillenbär	April – Juni Sommer d. jeweiligen Hemisphäre	Kühme (1991)
Großer Panda	März – Mai	Schaller (1993)

Braunbären verpaaren sich kurze Zeit nach Erwachen aus der Winterruhe. Von Prell (1930b) wird der längste Paarungszeitraum, April bis August, angegeben. In Berichten anderer Autoren (Gaffrey 1961; Heptner *et al.* 1956; Quest 2001; Tsubota und Kanagawa 1989) liegt er sowohl in menschlicher Obhut als auch in der freien Wildbahn innerhalb dieses Zeitabschnittes, mit einem Höhepunkt Anfang Juni (Craighead *et al.* 1969), der sich je nach klimatischen Bedingungen verschiebt (Dathe 1961). Von Erickson *et al.* (1968) werden vereinzelt Paarungen bis in den November beobachtet. Eine von Grzimek und Pedersen (1993) berichtete Scheinbrunst im Herbst trat immer dann auf, wenn die Weibchen im Frühsommer nicht trächtig geworden waren. Die Brunstlänge wird von Volf (1966) mit 16 Tagen und von Steinbacher (1958) mit 18 – 30 Tagen angegeben. Laut Quest (2001) dauert sie, individuell unterschiedlich, zwischen einigen Tagen und Wochen. Bei Dathe (1961) wird sie mit 10 – 30 Tagen angegeben und bei Craighead *et al.* (1969) mit maximal 27 Tagen. Mundy und Flook (1973) berichten ebenfalls von einer Östruslänge von 27 Tagen mit einem darauf folgenden Interöstrusintervall von 4 – 18 Tagen.

Eisbären verpaaren sich ebenfalls im Frühsommer, bevor für sie die reservenzehrende Fastenzeit bis zum Herbst anbricht (Palmer *et al.* 1988). Aus der Wildnis wie auch aus der

Gefangenschaft wird eine Paarungszeit von März bis Mai berichtet (Jonkel 1978; Kostjan 1934; Seitz 1952; Zalkin 1936). Während des Hochöstrus, der Zeit maximaler Empfängnis, verpaaren sich die Weibchen an drei bis acht Tagen (Garshelis 2001; Nowak 1999; Volf 1963a).

Die Paarungszeit des Schwarzbären liegt im Frühjahr nach seiner viermonatigen Ruhezeit (Palmer *et al.* 1988). In Kanada konnte sie bereits im Januar und Februar beobachtet werden (Cowan und Guiguet 1956), Die Mehrheit der Autoren berichtet jedoch von Verpaarungen zwischen Mai und Juli (Barber und Lindzey 1986; Forseman und Daniel 1983; Poelker und Hartwell 1973), in südlicheren Regionen auch im August (Garshelis und Hellgren 1994; Leopold 1959). Bei Weibchen, die sich von ihren Jungtieren trennen, liegt der Höhepunkt der Paarungszeit nach der Trennung (Garshelis 2001; Nowak 1999). Die Weibchen sind während dieser Zeit an mehreren Tagen im Östrus (Rogers 1987); Nowak (1999) berichtet von ein bis drei, Barber und Lindzey (1986) von zwei bis fünf Tagen.

Bei den Kragenbären reicht die Paarungszeit von März bis Dezember (Domico 1988). Sie variiert jedoch stark mit dem Verbreitungsgebiet der Bären. In Japan wurden im Frühsommer Vereinigungen der Tiere beobachtet (Kojima *et al.* 2001), mit einem Höhepunkt von Juni bis Juli, in Sibirien von Juni bis August (Bromlej 1956; Heptner und Naumov 1966; Stroganov 1969), in Pakistan im Oktober (Roberts 1977) und in Nepal im Herbst (Lydekker 1924). Die Dauer des Östrus ist individuell unterschiedlich und kann wenige Tage oder auch mehrere Wochen betragen. Deutlich voneinander getrennte Brunstzyklen innerhalb eines Jahres wurden nicht beobachtet (Quest 2001).

Die Paarungszeit des Lippenbären liegt im Juni (Murr 1929; Puschmann *et al.* 1977). Aus Sri Lanka wird jedoch berichtet, dass sich die Tiere hier ganzjährig miteinander verpaaren, mit einem Höhepunkt in der ersten Jahreshälfte (Domico 1988; Phillips 1925; Phillips 1935). Die Malaienbären sind ganzjährig paarungsaktiv; in menschlicher Obhut wird eine Häufung der Paarungsaktivität von Februar bis August und Oktober bis Dezember beobachtet. Der Östrus dauert meist einige Tage, das Intervall zwischen zwei Östren beträgt durchschnittlich 145 Tage (Dathe 1963; Schwarzenberger *et al.* 1998).

Von Brillenbären zoologischer Einrichtungen unserer Breitengrade wurden Verpaarungen von Mai bis August, mit einer Intervalllänge von einem bis acht Tagen, beobachtet (Dathe 1967; Kühme 1991; Roth 1964). Von Kockova-Kratochvilova *et al.* (1987) und Knauer (2002) werden mehrere Östruszyklen zwischen Juni und September angegeben.

Der Große Panda paart sich sowohl in der Wildbahn als auch in menschlicher Obhut während der Frühlingsmonate (Bertram und Gore 1985; Kleiman 1983; Lindburg *et al.* 2001; Yangwen *et al.* 1980). Wang *et al.* (2000) geben Verpaarungen von März bis April an. Der etwa zwei Wochen andauernde Östrus (Chorn und Hoffmann 1978; Frese 1985) wurde aber auch zwischen Februar und Mai beobachtet (Masui *et al.* 1989; Schaller *et al.* 1985).

### 3.2.3. Verhalten während Brunst und Paarung

Erste Anzeichen der nahenden Brunst sind Unrast mit vermehrtem Umherwandern, ein deutliches Anschlussbedürfnis der Geschlechter (Dahle und Swenson 2003b; Dathe 1961; Moore *et al.* 1984; Yangwen *et al.* 1980) sowie sinkender Appetit bis zur Nahrungsverweigerung (Moore *et al.* 1984; Reed 1989). Besonders ausgeprägt ist vermehrtes Territorialmarkieren bei Großen Pandas (Kleiman *et al.* 1979; Kleiman 1983;

Kleiman 1985). Vorwiegend die Männchen markieren Baumstämme und Felsen mit den um den Anus herum angeordneten Duftdrüsen (Schaller *et al.* 1985; White *et al.* 2002). Die Weibchen zeigen vermehrtes Harnen, um den Männchen ihre Paarungsbereitschaft kundzutun (Swaisgood *et al.* 1999). Verschiedene Lautäußerungen geben die Bären beider Geschlechter von sich; beim Brillenbären werden sie als grunzend (Kühme 1991), beim Malaienbären als keckernd (Dathe 1963) und beim Großen Panda als blökend („bleating“) (Moore *et al.* 1984; Peters 1982; Schaller 1993) bezeichnet. Große Pandaweibchen signalisieren ihre Paarungsbereitschaft zusätzlich durch Anheben des Schwanzes (Moore *et al.* 1984) und dem Durchdrücken des Rückens (Lordosis); die Vulva ist zum Östrushöhepunkt angeschwollen (Durrant *et al.* 1998). Auch bei Brillenbärenweibchen ist der nahende Östrus gut an der zunehmenden Vulvaschwellung und -rötung zu erkennen (Kühme 1991; Moseley 1994); bei den Männchen hingegen berichtet Reed (1989) von Masturbation. Die Signale der Bärenweibchen locken die Männchen an, welche diesen im Falle der Braunbären bis zu drei Wochen lang folgen (Garshelis 2001; Nowak 1999). Bei Schwarzbären sind vier bis sieben Wochen (Barber und Lindzey 1986), bei Eisbären bis zu zehn Wochen (Kurt 2000) beobachtet worden. Die Weibchen dulden während dieser Zeit die Nähe des Männchens und bieten sich diesen an den fruchtbarsten Tagen aktiv dar, indem sie sich zur Kopulation auffordernd rückwärts unter ihn schieben (Dathe 1961). Es wird aber auch von Vergewaltigungen berichtet, besonders bei Brillenbären, wo das Männchen bedeutend größer und stärker ist als das Weibchen (Kolter, persönliche Mitteilung). Finden sich mehrere männliche Konkurrenten ein, kämpfen diese um das paarungswillige Weibchen mit Röhren, Ringen und Beißen (Schaller 1993), wobei es zu klaffenden Wunden und abgebrochenen Zähnen kommen kann (Garshelis 2001). Das Weibchen verpaart sich mit einem oder mehreren Männchen (Barber und Lindzey 1986; Dathe 1961; Nash *et al.* 2001) bis zu 34 Mal während mehrerer Tage (Dathe 1961; Grzimek und Pedersen 1993; Kurt *et al.* 1993). Die Länge der Paarung variiert zwischen den Arten von einigen Minuten (Kurt *et al.* 1993) bis zu nahezu einer Stunde (Hagen und Hagen 1993). Beim Großen Panda beträgt sie 30 Sekunden bis fünf Minuten, bei Braun- und Eisbären bis zu 30 Minuten (Kurt 2000). Bei Brillenbären werden 20 Minuten beschrieben (Kühme 1991; Moseley 1994). Die einzelnen Deckakte, während derer es zum Absatz multipler Ejakulatfraktionen kommt (Hagen und Hagen 1993; Ottow 1955), können wenige Minuten, aber auch mehrere Stunden voneinander getrennt sein (Kurt 2000). Auch subdominante Bären kommen zur Begattung (Dathe 1961; Zhi 2001), so dass die Jungen eines Wurfes unterschiedliche Väter besitzen können (Craighead *et al.* 1995). Beispielsweise war kein einzelnes Grizzlybärenmännchen verantwortlich für mehr als etwa 11 % des bekannten Nachwuchses, wobei 49 % aller adulten Männchen zur Paarung kamen (Craighead *et al.* 1995). Besonders beim Lippenbären und beim Großen Panda wählen die Weibchen den Partner aktiv aus („female choice“) (Kleiman *et al.* 1979; Kleiman 1983; Langguth 2002; Swaisgood *et al.* 1999). Die Paarung findet ohne besonders ausgeprägte Rituale oder Werbeverhalten statt (Dathe 1995; Hatler 1967; Leyhausen und Thenius 1993). Das Männchen nähert sich dem Weibchen und beide nehmen Geruchsproben vom Boden und vom Kopf, Rumpf sowie den Geschlechtsteilen des Partners (Dathe 1961; Dathe 1963; Kühme 1990). Das Männchen steigt von hinten, „a tergo“ (Ottow 1955), auf, umgreift das Weibchen und beißt es in den Nacken oder ins Gesicht (Kurt *et al.* 1993). Dathe (1963) berichtet beim Malaienbären während des Aktes von Keckern. Die Weibchen von Malaienbären und Großem Panda

drehen sich während der Begattung. Sie liegen zum Teil auf dem Rücken oder nehmen eine sitzende Position ein.

### 3.2.4. Tragzeit, Diapause und Embryonalentwicklung

Die Tragzeit der Bären ist verlängert und variabel (Linke 2000) und schließt eine Embryonalruhe vor der Implantation (Diapause) ein (Ottow 1955). Diese ist unterschiedlich lang und variiert stark sowohl bei den einzelnen Arten (Tab. 3-2) als auch individuell (Dathe 1961).

Beim Braunbären berichten die meisten Autoren von sechs bis sieben Monaten Tragzeit (Linke 2000; Starck 1956; Steinbacher 1958). Die kürzeste Tragzeit geben Craighead *et al.* (1969) mit mindestens 50 Tagen an, die längste Heptner und Naumov (1966) mit 251 Tagen. Beim Eisbären liegt die Trächtigkeitsspanne zwischen 150 Tagen (Schneider 1953) und elf Monaten (Zalkin 1936), durchschnittlich werden etwa acht Monate angegeben (Novikow 1962; Seitz 1952; Stroganov 1969). Die Tragzeiten von Schwarz-, Kragen-, Lippen- und Brillenbären sind in etwa gleich lang und variieren zwischen fünf und acht Monaten (Dathe 1967; Erickson *et al.* 1964; Jacobi 1975; Lengwinat *et al.* 2000; Lydekker 1924; Norris 1969), wobei in den Tropen ein kürzeres Intervall angenommen wird (Garshelis 2001). Diejenigen Bären, die Winterruhe halten, verbringen die letzten sechs bis acht Wochen der Trächtigkeit in Höhlen und nehmen während dieser Zeit keine Nahrung zu sich (Johnston *et al.* 1994; Oftedal *et al.* 1993).

Der Malaienbär besitzt die kürzeste Tragzeit, die nur moderat variiert (Schwarzenberger *et al.* 1998); von der größten Spanne berichtet Dathe (1985) mit 95 – 107 Tagen. In kalten Klimata kann es zu einer verlängerten Tragzeit von bis zu acht Monaten kommen, wie in Berichten von Dathe (1963) und McCusker (1974) vermuten wird. Der Große Panda besitzt nach dem Malaienbären die kürzeste Tragzeit. Sie liegt zwischen zwei und fünf Monaten (Yangwen *et al.* 1980), wird jedoch meist mit 110 – 163 Tagen angegeben (Masui *et al.* 1989; Wright 1981).

**Tab. 3-2: Tragzeiten der verschiedenen Bärenarten**

Art	Tage	Quelle
Braunbär	180–270	Gaffrey (1961)
Eisbär	240–270	Kurt <i>et al.</i> (1993)
Schwarzbär	~ 210	Garshelis (2001)
Kragenbär	180–240	Kurt <i>et al.</i> (1993)
Lippenbär	120–240	Garshelis (2001a), Langguth (2002), Nowak (1999), Pies-Schulz-Hofen (1992)
Malaienbär	65–107	Dathe (1985)
Brillenbär	150–255	Nowak (1999)
Großer Panda	97–163	Schaller (1993)

Durch die Paarung kommt es beim Eisbären (Stirling 1993, 2001) und beim Schwarzbären (Boone *et al.* 1998; Erickson *et al.* 1964; Wimsatt 1963) reflektorisch zum Eisprung (induzierte Ovulation). Bleibt eine Paarung aus, dauert der Östrus bis zur Follikeldegenerierung an (Kurt 2000). Von anderen Bären, wie dem Kragenbär, dem Malaienbär oder dem Große Panda wird berichtet, dass sie spontan ovulieren, unabhängig

vom Penetrationsreiz (Durrant *et al.* 2002; Onuma *et al.* 2001; Quest 2001). Über den Braunbären sind widersprüchliche Angaben zu finden. Bei Stirling (1993) wird er als induzierter, von Kurt (2000) und Quest (2001) hingegen als spontaner Ovulierer beschrieben. Tsubota *et al.* (1987) meinen zudem, dass die Ovulation spontan durch intrinsische Faktoren und somit unabhängig von der Befruchtung ausgelöst wird. Über den Brillen- und Lippenbären liegen keine Beschreibungen vor.

Nach dem Sprung der Eizelle wandert diese durch den Eileiter, in welchem sie befruchtet wird. Die Zygote teilt sich bis zum Blastozystenstadium und gelangt in die Gebärmutter, wo sie mehrere Monate ruht, ohne sich weiter zu entwickeln (Kurt *et al.* 1993; Mead 1993; Renfree und Shaw 2000). Puschmann *et al.* (1977) fanden beim Lippenbären Ende Oktober eine 0,45 mm große Blastozyste im Uterus drei Zentimeter vor der Einmündung des Oviduktes. Dittrich und Kronberger (1963) gewannen beim Braunbären Ende September 1,5 – 1,9 mm große Blastozysten aus den Uterusspitzen. Mitte November identifizierten sie Gastrulae, die im Begriff waren, im oberen Drittel der Uterushörner zu implantieren. Lengwinat *et al.* (2000) gewannen beim Brillenbären Mitte Oktober durch eine Uterusspülung eine drei bis vier Monate alte Blastozyste. Beim Schwarzbären fand Kronberger (1964, 1970) frei im Uterus schwimmende oder kurz vor der Implantation stehende Blastozysten.

Die Länge der Diapause variiert stark. Beim Braunbären wird sie mit ein bis vier Monaten (Gaffrey 1961), beim Eisbären mit drei bis vier Monaten (Volf 1963a) angegeben. Die Keimlingsruhe des Schwarzbären dauert zwischen fünf und sechs Monaten (Wimsatt 1963); von Puschmann *et al.* (1977) werden beim Lippenbären zwei Monate berichtet. Nach Dathe (1963) kann „unter besonderen Umständen die Tragzeitverlängerung mehr oder minder aufgehoben werden“, je nachdem, wann die Verpaarungen stattfanden. Beim Brillenbären hat der Zeitpunkt der Verpaarung keinen Einfluss auf die Länge der Trächtigkeit. Die verzögerte Implantation wird durch späte Paarungen im Oktober nicht verkürzt (Müller 1989). Beim Großen Panda wird die Dauer der Diapause mit 45 – 120 Tagen angegeben (Nowak 1999), so dass die Blastozyste zwischen Juni und Oktober implantiert. Beim Malaienbären bestehen Uneinigigkeiten: Nowak (1999) und Johnston *et al.* (1994) geben die Möglichkeit einer Keimlingsruhe an, Schwarzenberger *et al.* (1998) erklären die embryonale Diapause als eher unwahrscheinlich. Beim Kragenbären wird von einer verzögerten Implantation berichtet, deren Dauer jedoch nicht angegeben ist (Johnston *et al.* 1994).

Die Embryonalentwicklung wird erst nach der Implantation des Keimlings in die Uterusschleimhaut fortgesetzt (Kurt *et al.* 1993). Der Implantationszeitpunkt wird von der Photoperiode gesteuert (Boone *et al.* 1999; Sterling 2001) und findet gewöhnlich zu Beginn der Winterruhe zwischen September und Dezember statt (Kordek und Lindzey 1980; Quest 2001; Tsubota *et al.* 1992). Die Zellbiologie der Implantation und Plazentation wird von Kimber (2000) beschrieben. Dathe (1961) berichtet beim Braunbären von Erbrechen „im Herbst“ und vermutet, „daß das Erbrechen in dem Augenblick einsetzt, wo die Entwicklung des ruhenden Eis intensiviert wird und der mütterliche Organismus eine tiefgreifende Umstellungen erfährt“.

Im Gegensatz zur Diapause ist die Zeit nach der Implantation, die eigentliche fötale Wachstumsphase, genetisch fixiert (Müller 1989). Der „Entwicklung der Frucht (...) entspricht die kurze Tragdauer bei tropischen Arten, z.B. dem Malaienbären“ (Volf 1963a). Beim Braunbären werden von Garshelis (2001) sechs bis acht Wochen angegeben, bzw. von Quest (2001) 54 – 56 Tage beim Braun- und Kragenbären, von Volf (1963a) maximal 2,5 Monate beim Eisbären und zehn Wochen beim Schwarzbären. Bereits 1907 berichtet

Toldt von einem 4,5 cm langen Embryo Mitte Dezember. Michel (1984) gibt für die Embryonalentwicklung beim Brillenbären acht bis zehn Wochen an, Schaller (1993) und Bies (2000) 45 – 60 Tage bzw. 1,5 Monate für den Großen Panda. Anfang September fanden Nakazato *et al.* (1985) einen 10,4 cm langen Fötus im Uterus, der 42,6 g wog.

Kommt es nach der Ovulation zu keiner Befruchtung, durchleben die Bärenweibchen eine Scheinträchtigkeit (Pseudogravidität), die sich hormonell nicht von der Trächtigkeit unterscheidet und ebenso lange anhält wie diese (Onuma *et al.* 2001; Quest 2001).

### 3.2.5. Geburten und Würfe

Die Geburt der meisten Bären findet während der Wintermonate Dezember bis März mit einem Höhepunkt im Januar statt (Johnston *et al.* 1994) (Tab. 3-3). Bären nördlicher Breiten gebären während der Winterruhe in ihren Höhlen (Iverson und Oftedal 1992; Nowak 1999). Bei den Eisbären ziehen sich die tragenden Weibchen stets in selbstgegrabene Höhlen zurück, wohingegen deren Artgenossen nur bei schlechten Witterungs- und Futterbedingungen auf Höhlen angewiesen sind (Pedersen 1993). Ähnliches wird auch vom Schwarzbären berichtet (Garshelis 2001). Auf der Südhalbkugel der Erde sind die Geburtenzeiträume um ein halbes Jahr verschoben; aus Zoologischen Gärten in Südafrika wurde von Schwarzbärengeburten im Mai und Braunbärengeburten im Juli (Brand 1963) berichtet. Besonders ausgeprägt finden sich variierende Geburtsdaten beim Brillenbären in dessen Heimatregion (Garshelis 2001) (Tab. 3-3). Peyton (1999) vermutet bei Geburten außerhalb des normalen Geburtszeitraumes einen Zusammenhang zu El Niño und der daraufhin veränderten Zeit des Nahrungsangebots. Bei Brillenbären sind auch Paarungen kurz vor der Geburt beobachtet worden, was auf die Geburt jedoch keinen Einfluss hatte (Müller 1988). Malaienbären und Lippenbären auf Sri Lanka bilden eine Ausnahme, da sie keine Winterruhe halten und das ganze Jahr über gebären (Dathe 1966; Norris 1969; Phillips 1980). Auch der Große Panda, der im August und September seine Jungen bekommt (Bertram und Gore 1985; Yangwen *et al.* 1980), bildet einen Sonderfall. Hier werden aber auch Geburten im Januar (Sheldon 1937) und Juli (Anon. 2001) berichtet. Trächtige Weibchen in den Qinling Bergen Chinas ziehen noch vor den anderen Großen Pandas in tiefere Lagen, um nach einer geeigneten Wurfhöhle im hohlen Stumpf eines Nadelbaumes oder in einer Felsenklüftung zu suchen (Yangwen *et al.* 1980; Zhi 2001; Zhu *et al.* 2001).

Sowohl die Größe der Würfe als auch die Größe der Jungtiere sind bei den unterschiedlichen Arten sehr verschieden (Tab. 3-4). Allen Bären ist jedoch gemein, unterentwickelte Früchte zu gebären (Oftedal *et al.* 1993). Augen und Ohren sind geschlossen und nur die Jungen des Großen Panda und der Eisbären zeigen einen leichten Flaum, während alle übrigen Bärenneugeborenen beinahe nackt sind (Blix und Lentfer 1979; Crandall 1964; Heptner und Naumov 1966). Die größten Würfe besitzt der amerikanische Schwarzbär mit bis zu vier oder fünf Jungen (Garshelis 2001); die Anzahl hängt von der körperlichen Verfassung der Elterntiere ab (Noyce und Garshelis 1994; Stringham 1990). Der seltene Fall von sechs Jungen wird von Rowan (1947) und Jackson (1961) beim Schwarzbären und von Wilk *et al.* (1988) beim Braunbären berichtet. Die kleinsten Würfe hat der Malaienbär mit meist nur einem Jungtier, das als Ausnahmeerscheinung jedoch relativ zur Mutter sehr schwer ist (325 g Jungtier; 50 kg Mutter) (Dathe 1963; Nowak 1999). Dies ist ein weiteres Merkmal der Bärenfamilie: ein sehr kleines Jungtier im Verhältnis zur Größe der

Mutter (10 – 33 %) (Derocher 2000). Das geringste Geburtsgewicht mit 60 – 130 g hat der Große Panda (Schaller *et al.* 1985), der somit wahrscheinlich die größte neonatale/maternale Gewichtsdiﬀerenz aller höheren Säugetiere aufweist (1:900) (Nowak 1999). Von Eisbären werden die schwersten Würfe berichtet (bis 840 g pro Jungtier). Die größten Würfe und

**Tab. 3-3: Vergleich der Geburtenzeiträume der Großbären**

Art	Zeitraum	Quelle
Braunbär	Dezember – März	Dittrich und Kronberger (1963), Gaffrey (1961), Nowak (1999), Stroganov (1969)
Eisbär	November – März	Dittrich (1961), Uspenski und Kistchinski (1972), Volf (1963b)
Schwarzbär	Dezember – März	Clark und Stromberg (1987), Hock (1960), Jackson (1961), Nowak (1999)
Kragenbär	Dezember – März	Novikow (1962), Roberts (1977)
Lippenbär	September – Februar	Kurt (2000), Langguth (2002) Laurie und Seidensticker (1977)
Malaienbär	Während des ganzen Jahres	Dathe (1995)
Brillenbär	Dez – April (nördl. Hemisphäre) März – Okt, (südl. Hemisphäre)	Bloxam (1977), Kühme (1991) Müller (1988)
Großer Panda	August – September	Nowak (1999), Schaller (1993), Wright (1981)

**Tab. 3-4: Würfe der Großbären im Vergleich: Anzahl Jungtiere, sowie Gewicht und Größe; gel.: gelegentlich**

Art	Anzahl	Gewicht [g]	Größe [cm]	Quelle
Braunbär	2, gel. 1 oder 3; selten 4 oder 5	265-780	20 – 28	Burt und Grossenheider (1964), Cory (1912), Kistchinski (1972), McLellan (1989), Nowak (1999), Pulliainen (1963), Stroganov (1969)
Eisbär	1 – 4, meist 2	410-840	24 – 32	Blix und Lentfer (1979), Crandall (1964), Dathe (1963), Harington (1964), Nowak (1999)
Schwarzbär	1 – 5, meist 2 - 3	200-454	15 – 20	Alt (1982), Burt und Grossenheider (1964), Kolenosky (1977), Marks und Erickson (1966), Nowak (1999)
Kragenbär	1 – 4, meist 2	300-450	26,5	Kurt <i>et al.</i> (1993), Nowak (1999), Stroganov (1969)
Lippenbär	1 – 2, selten 3	300-530	22	Dunbar-Brander (1931), Jacobi (1975), Langguth (2002), Kurt (2000), Laurie und Seidensticker (1977), Puschmann (1989), Rensenbrink (1972)
Malaienbär	1 – 3, meist 1	325	19	Dathe (1970), Hutzelsider (1940), Kurt <i>et al.</i> (1993)
Brillenbär	1 – 2, selten 3	275-380	22,5	Müller (1988), Müller (1989), Roth (1964)
Großer Panda	1 – 2, gel. 3	60–170	10 – 17	Nowak (1999), Schaller <i>et al.</i> (1985), Schaller (1993), Weixin (1988), Yangwen <i>et al.</i> (1980)

schwersten Jungtiere werden von den schwersten Weibchen im Alter von 8 – 18 Jahren geboren, jüngere und ältere Weibchen gebären meist nur ein Junges (Stirling 2001). Oftedal *et al.* (1993) geben bei Schwarzbären 3,7 g Neugeborenenengewicht pro kg Muttertiergewicht an. Das Geschlechterverhältnis wird meist als ausgeglichen angegeben (Müller 1989; Tumanov 1998; Weixin 1988). Aus der freien Wildbahn wird beim Großen Panda nur selten von der Aufzucht von Zwillingen berichtet (Schaller *et al.* 1985). In menschlicher Obhut werden vermehrt Zwilling-, teils auch Drillingsgeburten beobachtet (Pies-Schulz-Hofen 1992; Zhi 2001). Da im Falle einer Mehrlingsgeburt das Weibchen seine Fürsorge nur einem Jungtier zuwendet, verenden die anderen Geschwister (Milius 2001). Schweregeburten sind bislang nicht beschrieben und wegen der außerordentlich kleinen Neonaten auch kaum zu erwarten (Göltenboth 1995; Kuntze 1995). Beim Malaienbären wird die Länge der Geburt mit 100 Minuten angegeben (Kühme 1990). Nach der Geburt fressen die Bärenweibchen die Plazenta auf (Dathe 1961). Braunbärmütter, die während der Winterruhe gebären, verbleiben mit ihren Jungen für mehrere Wochen in der Geburtshöhle (Garshelis 2001) (Tab. 3-5). Sie verbringen einen Monat länger in der Höhle und ihrer Umgebung als andere erwachsene, solitäre Weibchen oder als solche, die ihre Höhle mit Jungtieren bezogen haben (Friebe *et al.* 2001). Genauere Verhaltensbeobachtungen während dieser Phase sind von vielen Autoren durchgeführt worden (Dathe 1967; Dittrich und v. Einsiedel 1961; Kühme 1990; McDonald 1989; Müller 1988; Schneider 1933; Villares *et al.* 1985). Swaisgood *et al.* (2004) beschreiben den Kontrast in der mütterlichen Fürsorge zwischen Schwarzbär und Großen Panda. Die Schwarzbären scheinen nach der Geburt in einer Art Winterruhe zu verbleiben, wobei der Große Panda sich intensiv um sein Jungtier bemüht. Solange sich die Mutter in der Höhle befindet, nimmt sie keine Nahrung auf (Johnston *et al.* 1994; Langguth 2002). Sie muss ihre Fettreserven mobilisieren, um die Jungen mit Milch zu versorgen (Iverson und Oftedal 1992). Die zwei bis sechs Milchdrüsenkomplexe sind abdominal sowie pectoral zu

**Tab. 3-5: Aufzucht von Jungbären vergleichend: Verhältnis Jungtiere zu den Zitzen der Mutter, Absetzalter (Entwöhnung von der Muttermilch) und Verlassen der Wurfhöhle**

Art	Junge/ Zitzen	Absetzalter (Monate)	Verlassen Bau (Tage)	Quelle
Braunbär	2/4	4 – 24	196	Friebe <i>et al.</i> (2001), Nowak (1999), Pearson (1975), Stroganov (1969)
Eisbär	2/4	6 – 28	45–60	DeMaster und Stirling (1981), Heptner und Naumov (1966), Novikow 1962; Nowak (1999), Ramsay und Stirling (1982)
Schwarzbär	3/6	6 – 22	90–120	Burt und Grossenheider (1964), Garshelis (2001), Jonkel (1978), Stroganov (1969)
Kragenbär	2/6	3 – 3,5	60–75	Davis (1964), Nowak (1999), Stroganov (1969)
Lippenbär	2/6	2 – 3	60–90	Davis (1964), Dunbar-Brander (1931), Jacobi (1975), Langguth (2002), Laurie und Seidensticker (1977)
Malaienbär	1/2	3 – 5	90–120	Dathe (1963), Dathe (1966)
Brillenbär	3/6	6 – 15	61	Müller (1988)
Großer Panda	2/4	6 – 12	90–120	Davis (1964), Schaller (1993), Zhi (2001), Zhu <i>et al.</i> (2001)

finden (Tab. 3-5) (Dathe 1993; Erickson 1960; Nowak 1999; van Wormer 1966). Oftedal *et al.* (1993) beschreiben einen zwölfwöchigen Zeitraum, währenddessen eine Schwarzbärin ihre Jungen mit 11 kg Milch versorgte, was zu einer Gewichtszunahme von 2,5 kg pro Jungtier führte. Beim Lippenbären wird eine Verdoppelung des Geburtsgewichtes in den ersten zwei Lebenswochen angegeben (Langguth 2002). Das Junge des Großen Pandas saugt zu Beginn etwa alle zwei Stunden für etwa 15 – 30 Minuten (Bies 2000). Nach Erschöpfung eines Drüsenkomplexes verlagert die Mutter das Junge an einen anderen (Yangwen *et al.* 1980). Nach Verlassen der Höhle werden die Jungtiere mehrere Monate lang (Lippenbär) bis zu zwei Jahren (Eisbär) gesäugt (Tab. 3-5). Solange das Weibchen säugt, befindet es sich in einem laktationsbedingten Anöstrus (Scharf *et al.* 2000a; Volf 1963a). Die Milchzusammensetzung der verschiedenen Arten sind von Baker *et al.* (1963), Hock und Larson (1966), Hudson *et al.* (1984), Jenness *et al.* (1972), Ramsay und Dunbrack (1986), Röken und Röken (1981), und Urashima *et al.* (1999) untersucht worden. Dabei zeigte sich ein Fettanteil von 22 % (Oftedal *et al.* 1993), ein hoher Anteil komplexer, neutraler Oligosaccharide, von denen sich einige bei Braun-, Eis- und Kragenbären ähneln, sowie ein geringer Gehalt an Laktose (Urashima *et al.* 1997; Urashima *et al.* 2000; Warren *et al.* 2001).

### **3.2.6. Jungtierentwicklung, Geschlechtsreife und Senilität**

Im Frühjahr verlassen die Jungen mit der Mutter die Wurfhöhle und beginnen langsam mit der Aufnahme fester Nahrung (Bloxam 1977; Dean 1960; Iverson und Oftedal 1992; Yangwen *et al.* 1980). Sie sind mit etwa einem halben Jahr selbständig (Derocher und Stirling 1995; Erickson 1959; Langguth 2002), verbringen meist aber den ersten Winter mit der Mutter und werden erst im zweiten Lebensjahr von dieser verjagt (Tab. 3-6). Einige Jungtiere bleiben bis zu einem Zeitraum von fünf Jahren bei ihrer Mutter (Garshelis 2001). Nach der Trennung können die Geschwister noch einige Zeit miteinander in Kontakt bleiben (Nowak 1999). Die Bärin reproduziert sich bis zur Trennung von den Jungtieren nicht, kommt danach aber sofort erneut in Hitze (Alt 1982; Bertram und Gore 1985; Dathe 1963; Schwarzenberger *et al.* 1998; Volf 1963a). Somit ergibt sich ein Zwischenträchtigkeitsintervall (Anöstrus) von zwei bis drei Jahren (Case und Buckland 1998; Dunbar-Brander 1931; Göritz *et al.* 2001; Jonkel 1978; Pedersen 1957). Werden die Jungtiere getötet, kommt die Mutter früher, eventuell schon im selben Sommer wieder in den Östrus (Dahle und Swenson 2003a; Schaller *et al.* 1985). Beim Malaienbären, der sich wie beschrieben ganzjährig verpaart, wurde abweichend hiervon ein Zwischenträchtigkeitsintervall von  $126 \pm 9$  Tagen beobachtet (Kolter 1995a). Stirbt das Jungtier nach der Geburt kommt das Weibchen nach 15 – 36 Tagen in einen Post-partum-Östrus (Schwarzenberger *et al.* 1998). So wurden von Dathe (1963) zwei Geburten innerhalb eines Jahres beobachtet. Die Jungen des Großen Pandas sind am intensivsten auf die Fürsorge ihrer Mutter angewiesen (Scharf *et al.* 2000c). Mit einem halben Jahr können sie zwar abgesetzt, aber noch nicht von ihrer Mutter getrennt werden (Yangwen *et al.* 1980). Die Adaption an Bambus findet in menschlicher Obhut im Alter von 1,5 Jahren statt. Ein für die Ursiden besonderes Verhalten bei der Umsorgung des Nachwuchses ist bei den Lippenbären zu beobachten, bei denen die Jungtiere auf dem Rücken der Mutter reiten (Langguth 2002). Dies kann auch bei Eisbären beobachtet werden, wenn auch nicht so regelmäßig wie bei Lippenbären (Kolter, persönliche Mitteilung).

Die Geschlechtsreife erlangen die meisten Bären in einem Alter von drei bis acht Jahren (Tab. 3-6), wobei die Weibchen früher fertil werden als die Männchen (Nowak 1999). Bei Schwarzbären wurde von Garshelis (2001) ein durch Nahrungsüberschuss in der Nähe menschlicher Siedlungen verursachtes verfrühtes Eintreten der Fortpflanzungsfähigkeit berichtet, das auch mit der geographischen Verbreitung korrelierte. Die ersten Paarungsversuche werden beim Großen Panda bereits in einem Alter von drei bis vier Jahren beobachtet (Bertram und Gore 1985; Frese 1985), jedoch kommt es noch nicht zu vollständigen Kopulationen. Mit Erreichen der Geschlechtsreife sind besonders die Männchen noch nicht voll ausgewachsen. Braun- und Eisbären erreichen erst in einem Alter von zehn bis elf Jahren ihre vollständige Größe (Hock 1966; Nowak 1999). Die Überlebensrate junger Grizzlies liegt im ersten Jahr bei etwa 81 % (Case und Buckland 1998). Langguth (2002) berichtet von einer Jungtiersterblichkeit bei Lippenbären von über 67,3 % in den ersten zwei Lebensjahren. Bei Eisbären wurde ein Anstieg der Sterblichkeitsrate von 25 % (1980 – 84) auf 50,9 % (1987 – 92) festgestellt (Derocher und Stirling 1995). Bei Schwarzbären steigt die Überlebensrate mit zunehmender mütterlicher Fürsorge (Noyce und Garshelis 1994). Die größte Gefahr geht in der Wildbahn von männlichen Bären aus, die Jungtiere töten, um sich einerseits mit der Mutter erneut verpaaren zu können und andererseits zukünftige Konkurrenten auszuschalten. Diese geschlechtsselektive Infantizid Hypothese wurde von verschiedenen Autoren untersucht (Garshelis 2001; Knight *et al.* 1985; Swenson *et al.* 2001).

**Tab. 3-6: Jungbärenentwicklung vergleichend: Alter bei Verlassen der Mutter, Geschlechtsreife und Alter bis zum vollständigen Auswachsen**

Art	Verlassen der Mutter (Monate)	Geschl.-reife (Jahre)	Vollständig ausgewachsen (Jahre)	Quelle
Braunbär	15 – 42	2,5 – 5,5	10 – 11	Ballard <i>et al.</i> (1982), Dahle und Swenson (2003a), Gaffrey (1961), Kurt <i>et al.</i> (1993), Mano und Tsubota (2002), Nowak (1999)
Eisbär	24 – 28	3 – 7	5; 10 – 11	DeMaster und Stirling (1981), Kurt <i>et al.</i> (1993), Nowak (1999), Pies-Schulz-Hofen (1992), Stroganov (1969)
Schwarzbär	17	2,5 – 8	4 – 7	Collins (1974), Garshelis (2001), Kolenosky (1990), Nowak (1999), Pelton <i>et al.</i> (1999)
Kragenbär	24 – 36	3 – 4	keine Angaben	Kurt <i>et al.</i> (1993), Liu und Xiao (1986), Nowak (1999)
Lippenbär	24 – 36	2,4 – 6	2 – 3	Kurt <i>et al.</i> (1993), Langguth (2002), Nowak (1999), Pies-Schulz-Hofen (1992), Schaller (1993)
Malaienbär	24	3 – 3,5	keine Angaben	Dathe (1995), Schwarzenberger <i>et al.</i> (1998)
Brillenbär	7 – 12	4 – 7	keine Angaben	Müller (1988), Peyton (1999)
Großer Panda	12 – 18	3 – 7,5	keine Angaben	Bertram und Gore (1985), Hu (1990), Nowak (1999), Schaller (1993)

Bären reproduzieren sich in menschlicher Obhut bis ins hohe Alter hinein. Beim Braunbären liegt das maximale Fortpflanzungsalter bei über 30 Jahren (Garshelis 2001). Beim Eisbären werden 36 Jahre und elf Monate berichtet, jedoch nimmt die Geburtenzahl nach Überschreiten von 20 Jahren ab (Nowak 1999). Der gleiche Autor beschreibt einen Schwarzbären, der mit 26 Jahren immer noch in den Östrus kam. Beim Brillenbären tritt die Senilität im Alter von 24 Jahren ein (Lengwinat *et al.* 2000), beim Großen Panda mit mindestens 20 Jahren (Zhi 2001). Beim Lippenbären blieb die Fortpflanzungsfähigkeit bis zum Alter von 22,4 Jahren erhalten (Langguth 2002).

### **3.3. Reproduktion in menschlicher Obhut**

Die Reproduktion von Braun-, Schwarz-, Kragen- und Brillenbären bereitet in menschlicher Obhut keine Probleme (Pies-Schulz-Hofen 1992). Bei Eis-, Lippen- und Malaienbären werden nur unbefriedigende Fortpflanzungserfolge aus den Zoos berichtet (Kolter 1995b; Langguth 2002; Pedersen 1993; Pies-Schulz-Hofen 1992). Eine Erhaltungszucht ist hier nicht gewährleistet. Der Malaienbär wird seit den 40er Jahren in menschlicher Obhut gezüchtet, jedoch werden Erfolge in nur wenigen Zoos verzeichnet (Dathe 1963). Hier liegen die besten Erfahrungen in der Paarhaltung anstelle von Gruppenhaltung vor (Kolter 1995a). Beim Brillenbären wird erfolgreich gezüchtet, es besteht aber eine hohe Jungtiersterblichkeit innerhalb der ersten drei bis vier Tage. Beim Großen Panda werden erfolgreiche Reproduktionen aus der Gefangenschaft berichtet (Zhang und Zhang 2000). Jedoch ist die Reproduktionsrate mangelhaft (Pies-Schulz-Hofen 1992). Die meisten Großen Pandas wollen sich nicht miteinander verpaaren (Anon. 2001; Bies 2000). Besonders die Männchen werden als „Sexmuffel“ bezeichnet, nur 60 % zeigen Interesse an der Fortpflanzung (Liu *et al.* 1998), und nur von zwei Bären werden regelmäßig erfolgreiche Züchtungen aufgezeichnet (Zhi 2001). Als Auslöser für Fortpflanzungsunlust wird die Haltung angesehen (Liu *et al.* 1998), denn nach Zhi (2001) ist es ein weit verbreitetes Missverständnis, dass der Große Panda in der Wildnis Probleme bei der Nachzucht hätte.

#### **3.3.1. Künstliche Aufzucht**

Die künstliche Aufzucht von Bärenjungern ist vielerorts beschrieben worden: beim Eisbären (Faust und Faust 1959; Hess 1971; Michalowski 1971; Seitz 1956; Steinemann 1966; Volf 1963b), beim Brillenbären (Dathe 1967; Gensch 1965) und beim Lippenbären (Pies-Schulz-Hofen 1992). Malaienbären wurden erfolgreich mit einer Milchformel für den Großen Panda aufgezogen (Scharf *et al.* 2000b). Über den Großen Panda liegen besonders viele Berichte vor. Die Überlebensrate der Jungtiere ist sehr gering (Yangwen *et al.* 1980); nur jedes dritte Neugeborene wird älter als drei Monate (Schaller 1993). Sie sterben an Infektionen oder werden von der Mutter erdrückt oder nicht akzeptiert (WWF 1997). Liu *et al.* (1994) beschreiben die Aufzucht im Zoo von Beijing. Aus den Zuchtzentren von Wolong und Chengdu wird von der Erstversorgung in Inkubatoren mit Babymilch und von "twin swapping", der parallelen Aufzucht von Zwillingen von der Bärenmutter und dem Menschen unter Zufütterung einer Milch für Malaienbären, berichtet (Anon. 2001; Scharf *et al.* 2000b).

Durch diese Erfahrungen werden stetig Fortschritte in der Aufzucht und in der Reproduktionsrate des Großen Pandas erzielt (Liu 1988; Qiu 1990; Zhang und Zhang 2000; Zhang *et al.* 2000).

### **3.4. Assistierte Reproduktions-Technologien**

Um die Reproduktionsrate bedrohter Bärenarten in menschlicher Obhut zu überwachen und zu steigern, bedient man sich assistierter Reproduktionstechnologien (ART), die im Folgenden näher erläutert werden. Der Begriff umfasst sowohl die Spermagewinnung und -konservierung bei den Männchen, die Östrusdetektion und die Induktion der Ovulation bei den Weibchen, als auch Regime zur Superovulation, die Anwendung der künstlichen Besamung und des Embryotransfers sowie das Trächtigkeitsmonitoring: Weiterhin ebenso Prozeduren zum Ovum Pick-Up, zur In-vitro-Fertilisation (IVF), und zum Klonen und schließlich auch die Kontrazeption. Zur Entwicklung und weiteren Vorantreiben dieser Technologien sind grundlegende Kenntnisse über die Anatomie und Morphologie des Geschlechtsaktes sowie der endokrinologischen Regulationsmechanismen notwendig (Hildebrandt *et al.* 2000b).

#### **3.4.1. Grundlagen für assistierte Reproduktions-Technologien: Morphologie des Geschlechtstraktes**

Die Fortpflanzungsorgane der Bären sind mehrfach beschrieben, so z.B. von Ottow (1955). Davis (1964) und Raven (1936) liefern umfassende morphologische Studien zum Großen Panda. Du Boulay und Wilson (1988), Göritz (1996), Göritz *et al.* (1997) und Hildebrandt und Göritz (1995, 1999) beschreiben die Anwendung und den Nutzen der sonographischen Darstellung des Geschlechtstraktes. Bush *et al.* (1978) stellen die Laparoskopie bei diesen Tieren vor.

##### **3.4.1.1. Männliche Tiere**

Die äußeren Geschlechtsorgane, Penis und Hoden, sowie die innen liegenden akzessorischen Geschlechtsdrüsen sind von Ottow (1955) beschrieben worden. Der Penis weist in seinem Präputium liegend nach kranial und besitzt einen langen Penisknochen (*Baculum* oder *Os penis*) mit distal knopfartig verdicktem Ende. In den verschiedenen Arten weist der *Os penis* unterschiedliche Formen auf (Burt 1960). Er ersetzt beinahe vollständig die *Corpora fibrosa*, so dass dieser Penis als „ossärer Typ“ angesprochen wird (Davis 1964). Der Penis des Großen Pandas unterscheidet sich deutlich von denen der anderen arctoiden Fleischfresser. Er ist sehr klein (70 mm), S-förmig und weist nach kaudal. Das *Baculum* ist ebenfalls sehr klein (24 mm), stabförmig und weist zwei flügelähnliche Ausweitungen an der Seite auf (Davis 1964).

Die Hoden sind bei adulten Bären von ellipsoider Gestalt und liegen außerhalb des Inguinalkanals postpenial im Skrotum. Der Hodenabstieg (*Descensus testis*) ist erst nach

Beendigung des ersten Lebensjahres abgeschlossen (Kuntze 1968). Kryptorchiden werden von Dunbar *et al.* (1996) bei jungen Schwarzbären beschrieben. Die Hodenmasse nimmt beim Braunbären linear mit dem Alter der Tiere zu (White *et al.* 1998). Howell-Skalla *et al.* (2002) verzeichnen beim Eisbären eine Größenzunahme während der Paarungszeit (Tab. 3-7). Beim Schwarzbären nimmt die Hodengröße nach der Paarungszeit bis zum Herbst ab. Die Gonaden werden im Dezember in die Bauchhöhle zurückgezogen und steigen bei einigen Bären bereits zwischen Februar und März wieder ins Skrotum ab (Garshelis und Hellgren 1994). Die saisonalen Veränderungen der Hodenaktivität bei dieser Art werden von Howell-Skalla *et al.* (2000a, b) wie folgt beschrieben: die Aktivität wird im Januar initiiert, besitzt von Mai bis Juli ihre volle Funktionalität und ist danach wieder rückläufig. Auch beim Kragenbären, der kleinere Hoden besitzt als der Braunbär (Tab. 3-7), wurde von Mai bis Juni der höchste Grad an spermatogener Aktivität nachgewiesen (Kojima *et al.* 2001; Komatsu *et al.* 1997a). Der Große Panda besitzt die größten Hoden aller Bären. Sie liegen prorenal (Davis 1964) und steigen erst im Alter von fünf Jahren ab. Die Initiierung der Hodenaktivität beginnt im Winter (Masiu *et al.* 1985). Während des Östrus des Weibchens nehmen sie weiter an Größe zu (Bertram und Gore 1985; Platz, Jr. *et al.* 1983; Schaller *et al.* 1985) und werden danach wieder kleiner (Tab. 3-7). Ihre Konsistenz ist dann weicher (Moore *et al.* 1984).

**Tab. 3-7: Hodengröße vergleichend; Angaben der Autoren in unterschiedlichen Einheiten als Länge [cm] oder Fläche: Länge x Breite [cm<sup>2</sup>]**

Art	Ruhezeit	Paarungszeit	Quelle
Braunbär	4,62–6,66 cm		Kojima <i>et al.</i> (2001)
Eisbär	27,3 ± 2,0 cm <sup>2</sup>	39,4 ± 3,5 cm <sup>2</sup>	Howell-Skalla <i>et al.</i> (2002)
Kragenbär	3,18–4,44 cm		Kojima <i>et al.</i> (2001)
Großer Panda	9,1 x 6,0 cm <sup>2</sup>		Chen <i>et al.</i> (1994)
	8,6 – 9,9 cm x 5,4 – 7,8 cm		Kojima <i>et al.</i> (2001)
	6,6-7,6 x 4,0-6,0 cm <sup>2</sup>	7,3-9,0 x 5,4-6,6 cm <sup>2</sup>	Moore <i>et al.</i> (1984)

Bei einem Vergleich der akzessorischen Geschlechtsdrüsen schreibt Davis (1964): „It is evident that *Ailuropoda* agrees closely with the Ursidae in the structure of the male accessory sex glands“; aus dem Englischen: Es ist augenscheinlich, dass die Strukturen der männlichen akzessorischen Geschlechtsdrüsen von *Ailuropoda* eng mit denen der Ursidae übereinstimmen. Ottow (1955) beschreibt sie als nur spärlich vorhanden: im Mündungsgebiet der *Ductus deferentes* finden sich bei den Ursidae Drüsen, eine Bläschendrüse (*Glandula vesicularis*) fehlt, und: „die Prostata ist bei den *Arctoidea* überhaupt die einzige aller akzessorischen Geschlechtsdrüsen“. Davis (1964) beschreibt bei einem subadulten Großen Panda die letzten 45 mm der *Ductus deferentes* als vergrößert und von glandulären Drüsen durchsetzt. Sie vereinigen sich 5 mm vor der Einmündung in die Urethra. Es gibt keine Anzeichen für das Vorhandensein von Bläschendrüsen, Bulbourethral (Cowper) -drüsen oder einer Prostata. Göritz *et al.* (2000) stellen den männlichen Geschlechtstrakt sonographisch dar und weisen auf das Vorhandensein der drüsendurchsetzten *Ductus deferentes* sowie auf die Prostata hin. Dieser besteht aus einer dünnen Gewebsschicht, die den Anfang der Urethra umfasst (Davis 1964).

### 3.4.1.2. Weibliche Tiere

„The female reproductive organs in the arctoid Carnivora show little variation in gross structure“; aus dem Englischen: die weiblichen Reproduktionsorgane der arktoiden Fleischfresser zeigen geringe Unterschiede in ihrer Morphologie (Davis 1964).

Die Vagina der Bären „ist ziemlich lang“ (Ottow 1955), beim Großen Panda jedoch mit 85 mm relativ kurz (Moore *et al.* 1984). „Sie mündet zusammen mit der Urethra in das meist kürzere Vestibulum (*Sinus urogenitalis*)“ (Ottow 1955). Diese Mündung ist sowohl lateral als auch dorsal von einem Hymen begrenzt, welches 8 mm misst. Die Clitoris ist gut ausgebildet.

Der Uterus ist bicorn. Die Länge des Uteruskörpers (*Corpus uteri*) und der Uterushörner (*Cornua uteri*) sowie der Uterusdurchmesser sind vergleichend in Tabelle 3-8 dargestellt. Die Uterushörner besitzen jeweils etwa die dreifache Länge des Uteruskörpers. Der Braunbär besitzt den längsten Uterus, die beiden kleineren Bärenarten, Lippen- und Brillenbär, die kürzeren. Im Durchmesser ist der Uterus der Braunbären jedoch ebenso stark wie der der Brillenbären. Aune *et al.* (1994) konnten beim Braunbären keinen Unterschied in der Länge der rechten zu den linken Uterushörnern feststellen, jedoch wiesen Tiere in einem Alter über vier Jahre längere Hörner auf (146,5 mm) als solche unter vier Jahren (82,9 mm). Beim Großen Panda ist das *Corpus uteri* halb so lang wie die *Cornua* und etwas abgeflacht. Der Gebärmutterhals (*Cervix*) besteht aus einem muskulären Wall (Davis 1964).

**Tab. 3-8: Länge der Uteruskörper und -hörner sowie der Uteruskörperdurchmesser in [mm]**

Art	Körper	Hörner	Durchmesser	Quelle
Braunbär	52–60	155–160	keine Angabe	Dittrich und Kronberger (1963)
	30 ± 10	170 ± 45	8 ± 2	Göritz <i>et al.</i> (1997)
Lippenbär	40	120	keine Angabe	Puschmann <i>et al.</i> (1977)
Brillenbär	30	90	8	Lengwinat <i>et al.</i> (2000)

Die Ovarien liegen in geschlossenen, fettreichen Taschen (*Bursae*) (Ottow 1955), etwa 240 ± 60 mm vom Anus entfernt (Göritz *et al.* 1997). Bei einem im Oktober euthanasierten Brillenbären maßen die Ovarien 17 – 19 x 9 – 13 x 8 – 10 mm und zeigten je einen Gelbkörper (*Corpus luteum*) von 9 bzw. 7 mm Durchmesser (Dathe 1993). Beim Großen Panda sind die Eierstöcke leicht abgeplattet und messen 30 x 23 x 11 mm (Davis 1964). Von den Eierstockstaschen gehen die Tuben aus. Beim Großen Panda sind sie sehr verschlungen und 95 cm lang (Davis 1964). Du Boulay und Wilson (1988) konnten die Ovarien beim Großen Panda transabdominal mittels eines 3,5 MHz Sektorencanners untersuchen. Zur transabdominalen Sonographie lassen sich die Tiere mittels operanter Konditionierung trainieren, so dass keine Immobilisation notwendig ist (Ringleb *et al.* 2003). Göritz *et al.* (2000) empfehlen dennoch die transrektale Methode mit einer 10 MHz Mikrokonvexsonde in Narkose. Mit dieser sehr genauen Methode konnten Göritz *et al.* (1997) bei einem pluriparen Lippenbären Pathologien in Form von 1 – 3 mm großen Uteruszysten beschreiben.

In den Ovarien beginnt die Aktivität mit dem Eintritt in die Pubertät. In der Rindenschicht der Eierstöcke befinden sich die Primordialfollikel, die in Wellen zu Primär-, Sekundär- und Tertiärfollikeln anreifen (Erickson *et al.* 1964; Johnston *et al.* 1994). Der Großteil dieser Follikel atresiert. Während des Östrus erreichen jedoch einige wenige das Stadium des

Graaf Follikels; diese ovulieren, setzen die Eizelle frei und bilden sich über ein *Corpus hämorrhagicum* zu einem Gelbkörper (*Corpus luteum*) um (luteinisieren).

Während der Trächtigkeit kommt es zu weiteren Follikelwellen, die jedoch nie das Stadium des Graaf Follikels erreichen; der Gelbkörper (*Corpus luteum graviditatis*) ist der dominierende Funktionskörper (Erickson *et al.* 1964). Beim Braunbär wurden durchschnittlich zwischen

1,9 (Pearson 1975) und 2,29 (Aune *et al.* 1994) Gelbkörper pro Ovar festgestellt, beim Schwarzbären zwischen einem und vier (Kordek und Lindzey 1980). Im Ultraschallbild stellen sie sich in der Peripherie des Eierstocks homogen und hypoechogen dar. Während der Diapause luteinisieren sie nur unvollständig, sind im Herbst vergrößert und von großen, vakuolisierten Luteinzellen dominiert. Im Falle einer erfolglosen Befruchtung wandeln sie sich in ein *Corpus luteum pseudogaviditatis* um (Quest 2001), das sich sonographisch vermehrt hyperechogen und heterogen darstellt. Wenn sich die Gelbkörper in Regression befinden (*Corpora albicantia*), schrumpfen sie, und ihr sonographisches Erscheinungsbild wird hyperechogen (Görütz *et al.* 1997). Pearson (1975) berichtet von durchschnittlich 1,64 *Corpora albicantia* pro Ovar.

Außerhalb der Zuchtsaison (Anöstrus) sind die Ovarien klein und ohne Funktionskörper (Görütz *et al.* 1998). Beim Schwarzbären ist die folliculäre Aktivität während des Anöstrus minimal, der Fettgewebsanteil der Ovarien maximal (Erickson *et al.* 1964; Johnston *et al.* 1994).

Über die Plazenta der Bären wurde schon früh berichtet (Mossman 1937; Raven 1936; Subba Rau 1927). Ottow (1955) beschreibt sie als eine *Placenta zonaria endothelio-chorialis* (Gürtelplazenta). Starck (1959) geht darüber hinaus und schildert eine *Placenta discoidalis*, die evolutiv durch Reduktion aus einer *Placenta zonaria* hervorgegangen und von einem ringförmigen Randhämatom umgeben ist. Wimsatt (1974) beschreibt die Morphogenese der Plazenta und der Eihäute beim Schwarzbären. Die Plazenta der Braunbären stimmt zum Großteil mit der der Brillenbären überein (Michel *et al.* 1983; Michel 1984). Die Autoren sprechen sie als *Placenta discoidalis endothelio-chorialis* an. Sie besitzt eine ovale Form mit einer Länge von 12 cm, einer Breite von 9,5 cm und einer Masse von 55,4 g. Sie ist von einem zusammenhängenden Randhämatom umgeben, dessen mikroskopischer Aufbau dem einer *Placenta haemochorialis* gleicht. Trächtigkeit lässt sich durch Plazentanarben in der Uterusschleimhaut nachweisen. Tsubota *et al.* (1990) berichten beim Braunbär von durchschnittlich 1,76 Narben pro Uterus, Hensel *et al.* (1969) von 2,53. Erickson *et al.* (1964) wiesen beim Schwarzbären 3,2 (Min. 1, Max. 4) Narben nach. Zudem wurden beim Braunbären zwei bis sechs (Novikow *et al.* 1969; Onoyama und Haga 1982; Stroganov 1969) und beim Schwarzbären zwei bis drei (Dice 1921; Stickley 1961) Embryonen im Uterus gefunden.

## 3.4.2. Assistierte Reproduktions-Technologien beim männlichen Bär

### 3.4.2.1. Hodenhistologie, Spermatogenese und Endokrinologie

Um die Zuchterfolge von der männlichen Seite aus zu steigern, müssen die Saisonalität der Spermatogenese und ihre Regulationsmechanismen verstanden werden. Als Hilfsmittel bedient man sich der Histologie und erstellt hormonaler Profile. Besonders ausgiebige Untersuchungen sind an Schwarz- und Kragenbären durchgeführt worden.

Bei der histologischen Untersuchung des Hodens wurde von Tsubota (1990) die Geschlechtsreife der Braunbären aufgrund der Anwesenheit von Spermatozoen in den *Tubuli seminiferi* auf ein Alter von zwei bis vier Jahren festgelegt. Erickson *et al.* (1964) wiesen die ersten Spermatiden bei Schwarzbären in einem Alter von 3,5 Jahren nach, DeMaster und Stirling (1981) bei Eisbären mit drei Jahren und White *et al.* (1998) kamen bei Grizzlies auf ein Alter von 5,5 Jahren. Sie stellten zusätzlich fest, dass der Durchmesser der *Tubuli seminiferi* in jeder Region der Hoden gleich groß war. Es bestand aber ein nicht linearer Zusammenhang zum Alter der Tiere; bei jungen Bären war der Durchmesser kleiner als bei Adulten. Komatsu *et al.* (1997b, 1998) untersuchten die Mikrostruktur des Hodens bei Kragenbären und konnten beim Zytoskeletts keine Veränderungen der Proteine im Zusammenhang mit den saisonal bedingten Unterschieden in der Morphologie des Hodens feststellen. Die Leydigzellen hingegen zeigten saisonale Variationen in den subzellularen Strukturen, die mit denen der zellassozierten Steroidproduktion übereinstimmten. Ihre morphologischen Veränderungen waren eng mit der saisonalen spermatogenen Aktivität verbunden. Die Sertolizellen wiesen Lipideinschlüsse auf, die das Endprodukt phagozytierter Keimzellen der letzten Paarungszeit sein könnten.

Die Spermatogenese wird bei Schwarz- und Kragenbären bereits während der Winterruhe initiiert (Tsubota *et al.* 1997, 1999). Sie findet bei Eis- und Kragenbären von Februar bis Mai, eventuell noch im Juni statt (DeMaster und Stirling 1981; Komatsu *et al.* 1997a) und erreicht bei Schwarzbären ihr Maximum von April bis Mitte September (Erickson *et al.* 1964). Der Aufbauprozess wird von Veränderungen der testikulären Enzyme für die Steroidogenese begleitet und wird vom Testosteron und Östradiolspiegel im Blut beeinflusst (Tsubota *et al.* 1997). Die Autoren beschreiben zusätzlich den Jahresverlauf der Spermatogenese bei Schwarzbären, bei denen im Juni alle Stadien von der Spermatogonie bis zum Spermatozoon vorhanden sind. Auch beim Kragenbär wird von Komatsu *et al.* (1997b) und Tsubota *et al.* (1997) die Spermatogenese in den *Tubuli seminiferi* dargestellt. Im Winter ist sie inaktiv, ohne Anbildung von Spermatiden und von März bis Juni aktiv mit elongierenden Spermatiden während der akrosomalen Phase. Komatsu *et al.* (1996) teilen den spermatogenen Zyklus in elf Entwicklungsschritte auf, die auf den morphologischen Veränderungen am Nukleus und am Akrosom der Spermatiden basieren. Innerhalb eines Tubus finden sich nur selten mehr als einer dieser Entwicklungsschritte. Masiu *et al.* (1985) stellten beim Großen Panda während eines Jahres in 27 % der Untersuchungen 1.000 – 2.000 Spermatozoen im Urin fest, deren Anzahl saisonalen Veränderungen unterworfen waren: eine Zunahme von Sommer bis Herbst und eine Abnahme im Winter.

Somit unterliegt die Hodenaktivität saisonalen Veränderungen (Howell-Skalla *et al.* 2000a). Beim Eisbären besteht eine positive Korrelation zwischen der Hodengröße und der

Serumkonzentration von LH, Prolaktin und Testosteron (Howell-Skalla *et al.* 2002). Die saisonale Aktivität des Hodens erreicht bei Eis- und Schwarzbären im Frühling ihren Höhepunkt und korreliert zusätzlich mit dem Alter der Tiere (Palmer *et al.* 1988).

Nach Palmer *et al.* (1988) ist die Konzentration der steroidalen Sexualhormone eher von der Photoperiode als vom Ernährungszustand der Tiere abhängig.

Die Hypophyse besitzt im Frühling die höchste, im Winter die niedrigste Ansprechbarkeit gegenüber GnRH. Als Reaktion auf GnRH wird von der Hypophyse LH freigesetzt, welches eng mit den Testosteronspiegel im Blut korreliert (Horan *et al.* 1993). Der Testosteronspiegel im Serum unterliegt jahreszeitlichen Veränderungen (McMillin *et al.* 1976; Tsubota *et al.* 1993). Im Dezember, wenn die Hoden in die Bauchhöhle zurückgezogen sind, erreicht er einen Nullpunkt (Garshelis und Hellgren 1994). Während der Winterruhe beginnt der Spiegel anzusteigen (Tsubota *et al.* 1999), nimmt im Frühling weiter zu, erreicht von Mai bis Juli ein Maximum und fällt im Oktober wieder ab (Kojima *et al.* 2001; Komatsu *et al.* 1997a; Tsubota *et al.* 1997). Beim Eisbären wird ein Testosteronhöhepunkt im April verzeichnet, der mit  $5.8 \pm 0.8$  ng/ml Serum dreifach erhöhte Werte gegenüber der Ruhezeit erreicht (Howell-Skalla *et al.* 2002). Beim Großen Panda berichten Bonney *et al.* (1982) von gestiegenen urinären Androgenwerten (77 ng/mg Kreatinin) während des Höhepunktes der weiblichen Empfängnis. Beim Schwarzbären wurden altersspezifisch variierende Testosteronsekretionen beobachtet (Garshelis und Hellgren 1994).

Der Östrogenspiegel im Serum ist von Oktober bis Januar niedrig, steigt im März an und erreicht einen Höhepunkt im Juni. Demzufolge könnte Östrogen eine Rolle bei der Reinitierung der Spermatogenese spielen (Tsubota *et al.* 1997). Estradiol-17 $\beta$  nimmt beim Schwarzbären während der Winterruhe ab (Tsubota *et al.* 1999). Beim Kragenbären hingegen ist kein saisonales Muster im Serum erkennbar, jedoch wird eine Beteiligung dieses Hormons im Hoden als parakriner und/oder autokriner Mediator bei der Regulation der Leydigzellen durch ein negatives Feedback angenommen (Komatsu *et al.* 1997a).

Prolaktin reguliert die saisonalen Veränderungen im Hoden. Während der Winterruhe verändern sich die Serumwerte kaum und liegen beim Schwarzbären auf Basalwerten zwischen  $1,1 \pm 0,1$  ng/ml im Dezember und  $2,6 \pm 0,6$  ng/ml im Januar. Im März steigen die Werte an und erreichen im Mai ein Maximum von  $17,6 \pm 4,7$  ng/ml. Nach Verabreichung von Thyrotrophin Releasing Hormon kommt es innerhalb von 15 – 30 Minuten nach der Applikation zu einem Anstieg der Prolaktinkonzentration auf 18,4 – 28,7 ng/ml (Tsubota *et al.* 1995). Die Suppression der endogenen Prolaktinsekretion mit Parlodel LAR<sup>®</sup> wird von Howell-Skalla *et al.* (2000b), ebenfalls beim Schwarzbären beschrieben. Sie hat von März bis April einen verminderten Testosteronspiegel im Serum und im Mai ein verringertes Hodenvolumen zur Folge.

### 3.4.2.2. Spermagewinnung und -konservierung

Zur Samengewinnung werden verschiedene Techniken eingesetzt. Kojima *et al.* (2001) berichten von der manuellen Samenentnahme beim Kragenbär. Anel *et al.* (1999) entnahmen einem Braunbären im März post-mortem Spermatozoen aus dem Nebenhoden und dem *Ductus deferens*. Die Spermienreifung war noch nicht abgeschlossen, die Konzentration betrug  $4.426 \times 10^6$  Spermien/ml mit einer Motilität von 45 % und 62 % intakten Akrosomen.

Die am weitesten verbreitete Methode ist jedoch die Elektroejakulation in Narkose. Es liegen ausführliche Beschreibungen über Ausrüstung und Durchführung vor (Chen *et al.* 1994; Kojima *et al.* 2001; Masui *et al.* 1989; Moore *et al.* 1984; Seager 1974; Seager und Halstead 1996). Die Tiere erhalten eine leichte bis mittlere Narkose für etwa 45 Minuten und werden in Rückenlage ausgebunden (Seager 1974). Zum Einsatz kommen Rektalsonden mit einem Durchmesser zwischen 2 und 5 cm und mit 3 – 8 erhabenen Ring- oder Parallelelektroden. Die Sonden werden 14 – 20 cm in das Rektum eingeführt und 5 – 20 (max. 150) Stimuli mit einer Stärke von 1 – 10 V und 30 – 200 mA für 3 – 5 Sekunden zugeleitet. Das gewonnene Ejakulat wird auf pH-Wert, Volumen, Farbe, Trübheit und Viskosität, sowie auf Spermienanzahl und -morphologie, -motilität und -motilitätsstatus hin untersucht. Die Charakteristika der Ejakulate der Bären liegen in etwa im gleichen Größenbereich und sind von individuellen Schwankungen geprägt (Tab. 3-9). Eine Verunreinigung des Spermias durch Urinreste (Urospermie) führt zu erhöhtem Volumen, geringerer Dichte und herabgesetzter Motilität (Anel *et al.* 2002; Boone 1997).

Beim Großen Panda konnten Moore *et al.* (1984) im März 10 % mehr Ejakulat gewinnen als im Januar oder Februar, ab Juni war ein Volumentrückgang zu verzeichnen, und ab dem Sommer war keine Samenentnahme mehr möglich. Auch Platz Jr. *et al.* (1983) stellten ein größeres Ejakulatvolumen sowie eine erhöhte Spermienmotilität in der Zeit vor dem Östrus des Weibchens fest. Obwohl die Samenqualität während des Jahresverlaufes schwankt (Feng *et al.* 1991), konnten Chen *et al.* (1994) zwischen den Samencharakteristika und der Hodengröße keine Korrelation feststellen. Die saisonalen Veränderungen in der Qualität des Samens und der Größe der Hoden führen Moore *et al.* (1984) auf die saisonalen Variationen der Spermatogenese zurück. Beim Kragenbär nennen Kojima *et al.* (2001) den Juli als optimalen Zeitpunkt zur Samenentnahme. Im Vergleich zur manuellen Entnahme stellt er bei

**Tab. 3-9: Ejakulatcharakteristika vergleichend; k. A.: keine Angabe; ZT: Zytoplasmotropfen, SD: Schwanzdeformationen**

Art	pH	Volumen [ml]	Spermien				Quelle
			Dichte [10 <sup>6</sup> /ml]	Gesamt- zahl [10 <sup>6</sup> ]	Moti- lität [%]	Abnorme [%]	
Braunbär	7	2,7	471,6	916,5	80,2	21,8	Ishikawa <i>et al.</i> (1998), Kojima <i>et al.</i> (2001)
Eisbär	k. A.	3	k. A.	12	20	k. A.	Seager (1974)
Schwarz- bär	5,5	0,5–6,5	40,5– 273,3	k. A.	5-78,3	5; ZT, SD	Boone (1997)
Kragen- bär	7,6	0,2 ± 0,0	361 ± 100	84,0 ± 32,2	77 ± 3	11 ± 2	Kojima <i>et al.</i> (2001)
Großer Panda	6,5– 7,5	0,1– 8,0	32– 4200	217– 1967	20– 95	10–27; ZT	Chen <i>et al.</i> (1994), Feng <i>et al.</i> (1991), Kojima <i>et al.</i> (2001), Liu <i>et al.</i> (1991), Moore <i>et al.</i> (1984), Platz, Jr. <i>et al.</i> (1983), Tang <i>et al.</i> (1991), Zhang <i>et al.</i> (1987)

der Elektroejakulation eine verringerte Konzentration, ein größeres Volumen sowie eine niedrigere Gesamtspermienzahl fest.

Umfassende Studien liegen über die Spermatozoen des Großen Pandas vor. Chen *et al.* (1989) unterteilen sie „wie bei allen anderen Tieren“ in Kopf, Hals und Schwanz. Moore *et al.* (1984) und Chen *et al.* (1984) erläutern die Feinstruktur und Kojima *et al.* (2001) beschreiben die Charakteristiken ähnlich denen von Hokkaido Braunbären. Chen *et al.* (1994) empfehlen zur Darstellung der Spermatozoen die Färbung nach Wright. Chen *et al.* (1989), Moore *et al.* (1984) und Sun *et al.* (1996) beschäftigen sich mit der Akrosomenreaktion: der Penetration von Hamstereizellen und die Reaktion auf Calcium sowie Proteinkinase C.

Nach der Entnahme kann der Samen für zwei bis drei Tage bei 5°C aufbewahrt werden (Seager 1974). Es kann auch eine Eigelb-Glyzerol Mischung hinzugesetzt werden (Scharf *et al.* 2000c). Moore *et al.* (1984) beschreiben verschiedene Verdüner, um das Ejakulat für mehrere Tage bei Raumtemperatur zu konservieren. Für eine längerfristige Lagerung muss der Samen kryokonserviert werden. Moore *et al.* (1984) und Scharf *et al.* (2000c) beschreiben beim Großen Panda und Anel *et al.* (1999) für den Braunbären detaillierte Einfrierprozeduren. Die Spermienqualität nach dem Auftauen ist zufrieden stellend. Die Effekte der Kryopreservation auf die Spermien werden von Scharf *et al.* (2000a) erörtert.

### **3.4.3. Assistierte Reproduktions-Technologien beim weiblichen Bär**

Um die Reproduktionsrate der Weibchen zu steigern, ist es unbedingt erforderlich, den Zeitpunkt der größten Empfänglichkeit zu detektieren, um Anpaarungsversuche zwischen den Bären, künstliche Besamungen oder Oozyten Pick-Ups zu terminieren. Bei Zuchterfolg müssen die Trächtigkeit überwacht und Managementmaßnahmen zur Geburt eingeleitet werden.

#### **3.4.3.1. Östrusdetektion**

Zur Östrusdetektion werden verschiedenen Methoden angewandt. Beobachtungen der Verhaltensveränderungen wurden von Dahle und Swenson (2003b) und Dittrich und Kronberger (1963) beim Braunbären, Barber und Lindzey (1986) beim Schwarzbären, Puschmann (1975) beim Lippenbären, Kühme (1991), Moseley (1994), Müller (1989) und Reed (1989) beim Brillenbären, Dathe (1963, 1995) und Kühme (1990) beim Malaienbären und Kleiman *et al.* (1979), Kleiman (1985), Lindburg und Millard (1995) und Liu *et al.* (1998) beim Großen Panda durchgeführt. Eine Abhandlung hierüber ist bereits im Kapitel 3.2.3. abgefasst worden.

Weiterhin hat die Erstellung von Hormonprofilen große Bedeutung erlangt. Zusätzlich zur Blutprobenanalyse können nicht-invasive Methoden angewandt werden. Sie stellen den Steroidmetabolitengehalt in Urin und Kot dar. Im Gegensatz zur Blutentnahme stört das Sammeln von Kot- und Urinproben die Tiere nicht. Jedoch müssen vor einer sicheren Anwendung die repräsentativen Metaboliten identifiziert werden.

Bei verschiedenen Bären konnten Mittels dieser Hormonprofile Korrelationen in der Sekretion von Östrogenmetaboliten mit dem Brunstverhalten darstellt werden. Estradiol erreichte beim Kragenbären im Mai Maximalwerte von 95,6 – 191,4 pg/ml Serum (Sato *et al.* 2000). Auch beim Schwarzbären wurden im Serum erhöhte Estradiolwerte während des Östrus festgestellt (Tsubota *et al.* 1998). Beim Großen Panda ermittelten Durrant *et al.* (1998) und Lindburg *et al.* (2001) urinäre Steroidmetaboliten. Sie geben einen Höhepunkt von 500 bzw. >600 ng Östrogen/mg Kreatinin einen Tag vor dem Östruspeak an. Auch Bonney *et al.* (1982), Masui *et al.* (1989) und Meyer *et al.* (1997) beschreiben ansteigende Sekretionen urinärer Östrogene parallel zum Östrusverhalten, mit einem Höhepunkt kurz vor dem Zeitpunkt der größten Empfänglichkeit. Bei Chaudhuri *et al.* (1988) wird ein Maximum von 45 ng Östron/mg Kreatinin wenige Tage vor der Paarung erreicht. Vor der Ovulation fallen die Östrogene steil auf Basisniveau ab (Hodges *et al.* 1984). Monfort *et al.* (1989) bringen beim Großen Panda ein biphasisches FSH-Profil in Zusammenhang mit dem Östronanstieg: der zweite FSH-Peak lag preovulativ und fiel mit Verhaltensveränderungen zusammen.

Tsubota *et al.* (1998) stellen beim Schwarzbären eine Korrelation von Prolaktin, dem sie die Funktion eines Mediators der Tageslichtlänge beimaßen (Tsubota *et al.* 1995), und der Paarungszeit fest. Schwarzenberger *et al.* (1998) zeigen im Kot von Malaienbären übereinstimmende Höhepunkte von Epiandrosteron, einem Präkursor der Östrogensynthese, und Östrusverhalten bzw. Paarungen. Hingegen deklarieren sie Östrogene im Kot als nicht verlässlichen Indikator der Follikelphase.

Als dritte Methode zur Östrusdetektion kann die Anreifung der Follikel bis hin zum Graaf Follikel kurz vor der Ovulation mittels transrektalem, hochauflösendem Ultraschall veranschaulicht werden. Auch die Darstellung des frisch ovulierten Follikels und dessen Umwandlung in ein *Corpus hämorrhagicum* ist möglich (Göritz *et al.* 1997, 1998, 2000). Die Anwendung der abdominalen Sonographie ist auf die Darstellung der Ovarien begrenzt, Funktionskörper sind nicht zu differenzieren (du Boulay und Wilson 1988).

Ein neuer Ansatz, die Ovulation mittels nicht-invasiver Methoden zu detektieren, ist die Analyse urinärer Volatiles (Dehnhard *et al.* 2003). Diese Methode kam bisher nur am Großen Panda zur Anwendung. Bei Volatiles handelt es sich um leichtflüchtige Duftstoffe, wie kurzkettige Fettsäuren, aromatische Verbindungen, Phenole sowie Benzaldehyde, die mit dem Urin abgesetzt werden (Scharf *et al.* 2000c).

Der Große Panda besitzt sowohl im Bereich der Genital- und Analöffnung als auch in den Krypten laterodorsal der Genitalöffnung vielzählige Drüsen, die ein öliges Sekret produzieren (Raven 1936). Swaisgood *et al.* (1999, 2000, 2002) vermuten eine Ausscheidung von Duftstoffen im Sekret der Anogenitaldrüsen sowie im Urin. Sie stellten anhand der Zunahme des Markierungs- sowie Erkundungsverhaltens fest, dass der Große Panda mittels dieser ausgeschiedenen Duftstoffe einzelne Individuen sowie den Östrusstatus der Weibchen erkennen kann.

Eine weitere Methode zur Östrusdetektion, die bisher ebenfalls nur beim Großen Panda angewendet wurde, ist die Vaginozytologie. Bei dieser, aus der Kleintiermedizin stammenden Technik, werden die Zellen des Vaginalabstriches bewertet, um Rückschlüsse auf das Reproduktionsstadium zu treffen. Sie wurde 1984 erstmals von Moore *et al.* beschrieben und seither von Durrant *et al.* (1998, 2002) als Anzeiger der nahenden Ovulation genutzt.

### 3.4.3.2. Trächtigkeitsmonitoring

Aufgrund des massigen Körperbaus der Mutter und der Kleinheit der Früchte ist die Feststellung einer Trächtigkeit von außen bei Bären nicht möglich. Einzig das einsetzende Nestbauverhalten deutet auf die kurz bevorstehende Geburt hin.

Auf der Suche nach einer frühzeitigeren Auskunft über eine Trächtigkeit versuchte bereits Zabke (1965) mittels verschiedener chemischer Methoden die Gravidität eines Bären zu diagnostizieren, jedoch erfolglos. In den seither erzielten Fortschritten haben sich zwei Möglichkeiten des Trächtigkeitssnachweises bei Bären als erfolgreich erwiesen: die sonographische Darstellung der Fruchtanlagen und die endokrinologische Untersuchung verschiedener Medien wie Blut, Urin und Kot. Bei allen bisher untersuchten Arten ist jedoch die Unterscheidung einer Pseudogravidität von einer echten Gravidität während der Diapause nicht möglich (Göritz *et al.* 1997; Quest 2001).

Die ultrasonographische Trächtigkeitsdiagnostik ist von Göritz *et al.* (1997, 1998, 2001) und Quest (2001) beschrieben worden. Die Genitaltrakte gravider und pseudogravider Braun-, Kragen- und Lippenbären stellen sich im Erscheinungsbild gleich dar. Trächtigkeiten sind erst nach der Implantation, beim Braunbären ab dem frühen Dezember, detektierbar. Sie sind anhand lokaler uteriner Vergrößerungen mit anechogener, fetaler Flüssigkeit und Endometriumsproliferation an der Implantationsstelle zu erkennen. Die Plazenta stellt sich hypoechogen und discoidal dar. Bei Ursiden wurden ein bis drei Früchte pro Muttertier mit einer Kopf-Rumpf-Länge von 5 – 45 mm nachgewiesen, beim Braunbären explizit 2,33 Föten mit einer Kopf-Rumpf-Länge von  $24 \pm 4$  mm. Der Herzschlag wies auf die Vitalität der Föten hin. Bei allen trächtigen Tieren wurden reife Gelbkörper gefunden, deren Anzahl mit denen der detektierten Fruchtanlagen übereinstimmte. Bei scheinträchtigen Bärenweibchen, die nicht aufgenommen hatten, wiesen die Gelbkörper zu diesem Zeitpunkt bereits Zeichen der Regression auf, die sich in einer verstärkten Hyperechogenität sowie Heterogenität bemerkbar machten. Scanlon *et al.* (1998) konnten beim Schwarzbären mittels transabdominalen Ultraschalls im Januar drei Föten feststellen.

Zahlreiche Autoren referieren über Versuche eines endokrinologischen Trächtigkeitssnachweises. 1993 berichtete Mead über die embryonale Diapause der Vertebraten, dass die Implantation weder von Progesteron noch von Östrogenen stimuliert werde. Jedoch beschreiben Jewgenow *et al.* (2001) beim Bären die Implantation als progesteronabhängig.

Die Gestagene Pregnenolon und Progesteron werden in den Granulosazellen großer Follikel gebildet (Araki *et al.* 1996). Die Lutealzellen enthalten steroidogenetische Enzyme, die für die Progesteronsynthese während der verzögerten Implantation benötigt werden (Tsubota *et al.* 1994). Den Uterus als Produktionsquelle schließt Tsubota *et al.* (2001) aus.

Beim Braunbären wurden die Progesteronkonzentrationen im Serum, im Plasma sowie im Kot bestimmt (Tab. 3-10) (Göritz *et al.* 1997; Quest 2001; Tsubota *et al.* 1992). Tsubota *et al.* (1987) gibt bei Braunbären Progesteronwerte im Serum an, die im gleichen Größenbereich liegen wie die beim Schwarzbären (Sato *et al.* 2000). Aufgrund der Benutzung unterschiedlicher Assays und Medien anderer Studien ist ein direkter Vergleich mit diesen Ergebnisse nicht möglich. Allerdings lässt sich meist die gleiche Tendenz erkennen: zum Zeitpunkt der Implantation steigen die Gestagene stark an. Die gleichen Progesteronverläufe wie beim Braunbären werden von Tsubota *et al.* (1998) beim Schwarzbären und von Quest (2001) und Sato *et al.* (2001) beim Kragenbären beschrieben, wobei sich die Profile

trächtiger und scheinträchtiger Bärinnen ähneln (Hellgren *et al.* 1990), nicht trächtige Tiere jedoch niedrige Konzentrationen beibehalten (Palmer *et al.* 1988). Auch Palmer *et al.* (1988) berichten von einer Progesteronzunahme bei trächtigen Eisbärweibchen im Herbst, die bei nicht trächtigen Tieren nicht stattfand. Der markante Konzentrationsanstieg vor der Implantation im Dezember wird mit der Reaktivierung des *Corpus luteum* in Verbindung gebracht (Sato *et al.* 2000). Dieser Anstieg lässt jedoch keine signifikante Unterscheidung zwischen Gravidität und Pseudogravidität zu (Quest 2001; Tsubota *et al.* 1987). Beim Malaienbären wird Pregnan diol im Kot als verlässlicher Indikator der Lutealfunktion benutzt, andere Gestagene hingegen, wie Progesteron oder 20-oxo-Pregnan, erfüllen diese Funktion nicht (Onuma *et al.* 2001; Schwarzenberger *et al.* 1998). Beim Großen Panda wird während der Lutealphase Pregnan diol mit dem Urin eliminiert (Meyer *et al.* 1997). Dieses Pregnan diol nimmt nach der Besamung stetig zu und fällt erst nach der Geburt ab (Chaudhuri *et al.* 1988; Masui *et al.* 1989; Monfort *et al.* 1989). Monfort *et al.* (1989) berichten weiter von einer zehn bis 30-fachen Zunahme von Hydroxypregnenon während der 11. und 14. Trächtigkeitswoche.

Bei Estradiol glichen sich die Serumprofile trächtiger und nicht trächtiger Eis-, Schwarz- sowie Kragenbären (Palmer *et al.* 1988; Sato *et al.* 2000; Tsubota *et al.* 1998). Die Werte waren periimplantativ jeweils auf einem sehr niedrigen Niveau, so dass der Abfall mit der Implantation in Verbindung gebracht wurde. Ein Konzentrationsanstieg des Estradiols zum Zeitpunkt der Geburt wurde mit eben dieser in Verbindung gebracht.

**Tab. 3-10: Gestagenkonzentrationen während verschiedener Reproduktionsstadien in verschiedenen Medien; ein Unterschied zwischen trächtigen und pseudo-trächtigen Tieren bestand nicht. P4: Progesteron; PD: Pregnan diol; 20 $\alpha$ : 20 $\alpha$ -hydroxypregnen-4-en-3-on; Cr: Kreatinin; k. A.: keine Angaben**

Art	Gestagene	Anöstrus	Prä-Implantation	Post-Implantation	Quelle
Braunbär	[ng P4/ ml Plasma]	< 0,1	3,3 $\pm$ 0,9	3,1 $\pm$ 0,1	Göritz <i>et al.</i> (1997)
	[ng P4/ ml Serum]	k. A.	3,92 $\pm$ 1,67	7,96 $\pm$ 2,45	Quest (2001)
		0,4 – 1,1	1,6 – 5,4	8,4 – 9,7	Tsubota <i>et al.</i> (1987)
	[ng P4/ g Kot]	9,6 $\pm$ 6,7	151 $\pm$ 133	379 $\pm$ 238	Göritz <i>et al.</i> (1997)
125,3 $\pm$ 94,1		k. A.	Max.: 5200 $\pm$ 1993	Quest (2001)	
Schwarz- Bär	[ng P4/ ml Serum]	0,3 – 0,7	0,5 – 3,6	7,2 – 18,0	Sato <i>et al.</i> (2000)
Großer Panda	[ng PD/ mg Cr]	7,9 $\pm$ 1,0	16,0 $\pm$ 1,7	>56,1 $\pm$ 3,9	Monfort <i>et al.</i> (1989)
		3,6 $\pm$ 0,9	19,3 $\pm$ 1,8	> 60,0	Chaudhuri <i>et al.</i> (1988)
	[ng 20 $\alpha$ / mg Cr]	31,1 $\pm$ 3,3	45,8 $\pm$ 4,9	544,0 $\pm$ 293,3	Monfort <i>et al.</i> (1989)

Tsubota *et al.* (1998) untersuchten die Bedeutung des Prolaktins beim Schwarzbären und vermuten die Notwendigkeit eines Konzentrationsabfalls während des Winters, um die Implantation vorzubereiten. Sato *et al.* (2001) hingegen wiesen bei trächtigen und scheinträchtigen Kragenbären im Serum einen übereinstimmenden Verlauf des Prolaktins mit dem des Progesterons nach; das Prolaktin stieg bei nicht trächtigen Tieren verzögert an. Daraus folgerten sie eine luteotrope Wirkung der Prolaktins und weiterhin eine mögliche

Rolle in der Reaktivierung des ruhenden Gelbkörpers vor der Implantation. Bei LH, FSH sowie Inhibin konnten sie keine Unterschiede zwischen trächtigen und nicht trächtigen Kragenbären feststellen.

### **3.4.3.3. Kontrazeption**

Aufgrund des zunehmenden Wissens über das Fortpflanzungsverhalten und die Haltung der Tiere sind die Bestände in menschlicher Obhut stabil bzw. kommt es zu überzähligen Tieren (Asa und Porton 2001; Jewgenow *et al.* 2001). In Skandinavien wird im Rahmen verhaltensgerechter Bärenhaltung bei der Fortpflanzung nicht interveniert, jedoch werden überzählige Jungbären zum Zeitpunkt der Trennung von der Mutter abgegeben bzw. euthanasiert (Möller, persönliche Mitteilung; Poole 1994). Da diese Vorgehensweise aus moralischen und juristischen Gründen in vielen anderen Ländern nicht zu vertreten ist, müssen hier alternative Methoden gefunden werden (Bostock 1994; Wiesner 1998). Um den Tieren ihre normalen Verhaltensweisen und den Kontakt miteinander zu gewährleisten, werden hormonelle Verhütungsmethoden eingesetzt. Wie bei vielen anderen Zootieren kommt Melanogestrolazetat als Implantat zum Einsatz, das jedoch pathologische Uterusveränderungen hervorrufen kann; auch Prostaglandine zeigen unerwünschte Nebeneffekte (Göritz *et al.* 1998; Göritz *et al.* 2001). Quest (2001) und Jewgenow *et al.* (2001) haben eine reversible Methode zur Kontrazeption entworfen, welche die Implantation mittels Antigestagenen verhindert. In Verbindung mit Östrogenen wurden die Bären kurz nach der Implantation hormonell behandelt. Schwerwiegende Nebenwirkungen traten nicht auf und die Bärenweibchen wurden in der darauf folgenden Paarungszeit wieder brünstig. Im Wildpark Langenberg in der Schweiz wurde nach Absetzen der Behandlung wieder erfolgreich nachgezüchtet (Stauffer, persönliche Mitteilung).

Schwarzenberger *et al.* (1998) berichten beim Malaienbären von der immunologischen Empfängnisverhütung mittels des Porcinen Zone Pellucida Proteins, das jedoch Veränderungen der Ovarfunktion in Form von temporärem Ausbleiben der Lutealaktivität sowie persistierender östrogenproduzierender Follikel nach sich zog.

### **3.4.3.4. Künstliche Besamung und Embryotransfer**

Die künstliche Besamung bei Bären wird von Seager (1974) kurz beschrieben, der hierfür unverdünntes Sperma benutzte. Detaillierte Berichte sind nur für den Großen Panda zu finden (Chen *et al.* 1997; Durrant *et al.* 2002; Hildebrandt *et al.* 2000a; Masui *et al.* 1989; Moore *et al.* 1984). Am 8. September 1978 wurde in Beijing das erste durch künstliche Besamung gezeugte Große Pandajunge „Yuanjing“ geboren (Yangwen *et al.* 1980). Seither sind in den Zuchtstationen Chinas und in Zoologischen Gärten der westlichen Welt zahlreiche Besamungsversuche mehr oder weniger erfolgreich unternommen worden. Bis 2001 wurden 210 Jungtiere in China und 20 in Übersee geboren, von denen jedoch nur die Hälfte überlebte (Anon. 2001).

Die Besamungen erfolgen zwei bis sieben Tage nach Östrusbeginn bzw. bis zu zwei Tagen nach dem Abfall der Östrogenkonjugate im Urin. In Wolong wurde bis zur Beendigung der

natürlichen Verpaarungen gewartet. Die Tiere wurden in Narkose mittels Katheter mit 2 ml Frisch- oder Gefriersperma mit einer Konzentration von  $10^8$  Spermien/ml besamt. Teilweise wurde das Sperma mehrerer Männchen benutzt.

Der Versuch, Embryonen einige Tage nach der Befruchtung aus dem Uterus zu spülen, wie dies in der Nutztiermedizin routinemäßig durchgeführt wird, wurde von Tsubota *et al.* (1991) an Braunbären während der Diapause unternommen. Boone *et al.* (1999) gelang ein vollständiger Embryonentransfer mit lebenden Jungtieren beim Schwarzbären.

### 3.4.3.5. Oozyten Pick-Up, In-vitro-Fertilisation und Klonen

Auch Johnston *et al.* (1994) benutzten den Schwarzbären als Modellart zum Oozyten Pick-Up für bedrohte Bären. Er entnahm den Baribals Oozyten und kultivierte diese *in vitro*. Die größten Erfolge wurden mit Tieren erzielt, die sich im Anöstrus befanden: 23,1 % reiften nuklear bis zur Metaphase II aus. Morphologisch sowie im Erscheinungsbild ähnelten die Oozyten denen anderer Karnivoren. Mit den gleichen Techniken gewann er auch beim Lippen- sowie beim Malaienbären Eizellen, die jedoch nur zu einem geringeren Prozentsatz die Metaphase II erreichten (17,5 bzw. 4,5 %).

Die größten Anstrengungen im Bereich der Assistierte Reproduktion werden beim Großen Panda unternommen, was jedoch die Debatte aufgeworfen hat, wie weit diese Versuche gehen dürfen (Meiyue 1996). Zwar ist die Wissenschaft noch weit von der erfolgreichen Klonung des Großen Pandas entfernt, jedoch wurden vielerorts bereits Vorarbeiten durchgeführt und Versuche hierzu unternommen. So gelang es Zhang *et al.* (1998), im Verlauf einer Sektion funktionstüchtige Oozyten aus einer Bärin zu gewinnen, die sich im Anöstrus befand. Chen *et al.* (1999, 2002) berichten von rekonstruierten Kanincheneizellen, in denen sich nicht nur die Nuklei des Großen Pandas differenzieren, sondern die sich von der Zygote bis zum Blastozystenstadium weiterentwickeln konnte. Die Zellkerne des Großen Pandas entstammten Skelettmuskelzellen, Uterusepithelien sowie Milchdrüsenzellen. Die sich entwickelnden Embryonen wurden in Kaninchen- bzw. Katzenuteri eingepflanzt. Beim Kaninchen kam es zu keiner Trächtigkeit, bei der Katze hingegen entwickelten sich die Embryonen bis zum Fetalstadium weiter. Ding *et al.* (2000) wiesen bei einer interspezifisch rekonstruierten Blastozyste nach, dass der somatische Kern vom Spendertier, einem Großen Panda, stammte.

### 3.5. Zusammenfassung der Literaturübersicht

Um für eine bedrohte Bärenart eine Modellart herauszuarbeiten, zur Weiterentwicklung von assistierten Reproduktions-Technologien, werden die oben dargestellten Beschreibungen kurz zusammengefasst.

#### Überblick:

Der Verwandtschaftsgrad zwischen Braun- und Eisbär sowie zwischen Schwarz- und Kragenbär ist am engsten. Der Schwarzbär ist ebenfalls eng mit dem Braun- sowie mit dem Malaienbären verwandt. Verpaarungen wurden zwischen Eis- und Braun- sowie zwischen Kragen-, Malaien- und Lippenbären beobachtet. Der Brillenbär steht zwischen den Ursinae und dem Großen Panda. Brillenbär sowie Großer Panda besitzen andere Chromosomenzahlen als die Ursinae.

Der Verbreitungsraum des Grizzlys und des Schwarzbären überlappt sich, ebenso der von Kragen-, Lippen- und Malaienbär. Der des Kragenbären überschneidet sich zudem sowohl mit dem des Großen Pandas als auch mit dem des Braunbären.

Alle Bären sind Einzelgänger, beim Malaienbären wird vermutet, dass er in Familien lebt.

Bären sind Allesfresser, jedoch haben sich im Laufe der Evolution einige Nahrungsspezialisten herausgebildet, so der Eisbär (Fleisch), der Lippenbär (Insekten und Früchte), der Malaienbär (Früchte und Insekten) und der Große Panda (Bambus).

Die Körpergröße der Tiere ist sehr unterschiedlich, jedoch können kleine Individuen großer Arten im selben Größenbereich liegen wie große Individuen kleinerer Arten. Es liegt ein ausgeprägter Geschlechtsdimorphismus vor, der bei den größten Arten am deutlichsten ist.

Bären halten im Allgemeinen eine Winterruhe. Der Schwarzbär stellt diesbezüglich ein beliebtes Forschungsobjekt dar. Bei den Arten Eis-, Malaien-, Lippen-, und Brillenbären und dem Großen Panda steht die Winterruhe in Abhängigkeit zu den klimatischen Gegebenheiten.

#### Reproduktionsbiologie:

Bären, und besonders der Große Panda, sind saisonale Tiere. Ausnahmen, mit Verpaarungen über das ganze Jahr hinweg, bilden der Malaienbär und der Lippenbär auf Sri Lanka. Die Saisonalität des Brillenbären ist sehr von Lichteinflüssen abhängig.

Die Paarungszeit liegt im Frühjahr und Sommer. Die Brunst (Östrus) dauert nur wenige Tage, während welcher von Malaien- und Brillenbären sowie vom Großen Panda Lautäußerungen bekannt sind. Der Große Panda fällt durch sein ausgeprägtes Markierungsverhalten auf. Beim Lippenbär und beim Großen Panda wird von „female choice“ berichtet.

Die Ovulation wird beim Kragen- und Malaienbären sowie beim Großen Panda als spontan beschrieben, bei Eis- und Schwarzbären ist sie hingegen durch Paarung induziert. Beim Braunbären liegen Berichte über beide Arten der Ovulation vor.

Die Tragzeit variiert aufgrund der unterschiedlich langen Diapause und beträgt mehrere Monate. Beim Malaienbär, der eine viel kürzere Trächtigkeitsdauer aufweist, ist eine Diapause ungewiss. Beim Großen Panda ist die Trächtigkeitsdauer ebenfalls kürzer als bei den anderen Bären.

Die Implantation wird von der Photoperiode gesteuert. Die anschließende embryonale Wachstumsperiode hingegen ist genetisch terminiert. Beim Eisbär, der die schwersten

Jungtiere gebärt, dauert sie am längsten, gefolgt vom Schwarzbär, welcher die meisten Jungen wirft. Braun- und Kragenbär sowie Großer Panda, der den kleinsten und leichtesten Nachwuchs bekommt, haben die kürzesten Fetalentwicklungen.

Die Geburten finden allgemein im Winter statt. Der Große Panda gebärt im Spätsommer, Malaienbären sowie Lippenbären auf Sri Lanka gebären das ganze Jahr über. Beim Brillenbären werden sehr variable Zeitpunkte berichtet.

Durch einen laktationsbedingten Anöstrus beträgt das Zwischenträchtigkeitsintervall viele Monate.

Die Milchzusammensetzung von Braun-, Eis- und Kragenbär gleicht sich in der Zusammensetzung der Oligosaccharide. Zur künstlichen Aufzucht von Großen Pandas wird Milch für Malaienbären verwendet und umgekehrt.

### Assistierte Reproduktions-Technologien

Im Bereich der ART sind viele, teils sehr spezifische Untersuchungen an Großen Pandas und Malaienbären, aber auch an den weiter verbreiteten Bärenarten, besonders dem Schwarzbären, durchgeführt worden.

Die Sexualorgane der Bären gleichen sich in ihrer Morphologie und entsprechen der jeweiligen Körpergröße. Nur der Große Panda besitzt überdurchschnittlich große Hoden, einen kleinen Penis, der kaudal weist, und eine kurze Vagina.

Die Plazenta von Braun- und Brillenbären entsprechen einander.

Über die Endokrinologie existieren nur vereinzelte, mosaikartig zerstreute Berichte, was den artspezifischen Vergleich erschwert. Nach Schmidt (2000) ist es jedoch wichtig, bei Zootieren verschiedene Nachweisverfahren für endokrinologische Untersuchungen zu testen. Vornehmlich wurden von Braun-, Eis-, Schwarz- und Kragenbären Hormonprofile aus Plasma, Serum und Kot, vom Malaienbär aus dem Kot sowie vom Großen Panda aus dem Urin erstellt. Dabei wurden in den verschiedenen Medien unterschiedliche Hormone sowie deren Metaboliten gemessen. Die Profile gleicher Assays zeigten im gleichen Medium ähnliche Verläufe bei den unterschiedlichen Arten.

Ebenso existieren vereinzelte Studien über die Spermatogenese bei Braun-, Eis-, Schwarz- sowie Kragenbären. Die Parameter der Ejakulate von Braun-, Eis-, Schwarz- und Kragenbären sowie des Großen Pandas liegen in gleichen Bereichen, eine Entnahme wird bei allen Arten während der Paarungszeit empfohlen.

Der Embryotransfer wurde bei Braun- und Schwarzbären beschrieben, die Gewinnung von Oozyten und deren Kultivierung bei Lippen- und Malaienbär. Der Schwarzbär wird hier als Modellart für bedrohte Bären angeführt (Johnston *et al.* 1994).

Allein beim Großen Panda wurden bisher der Nachweis von Volatiles im Urin, die Vaginozytologie, die IVF und auch erste Versuche zum Klonen der Tiere vorgenommen.