

Diplomarbeit

**vorgelegt zur Erlangung des Grades einer Diplom-Biologin
an der Fakultät für Biologie und Biotechnologie der Ruhr-Universität Bochum**

Gemeinschaftshaltung von Flusspferden (*Hippopotamus amphibius*), Sitatunga (*Tragelaphus spekei*) und Sattelstörchen (*Ephippiorhynchus senegalensis*) - Interaktionen und Raumnutzung

von Olena Yeremenko

**angefertigt in der Arbeitsgruppe Verhaltensbiologie und Didaktik der Biologie
Bochum, im Januar 2008**

Referent: Prof. Dr. Wolfgang H. Kirchner

Korreferent: PD Dr. Claudia Distler

Inhaltverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Kohaltung: Geschichte, Vor- und Nachteile.....	1
1.2	Mitglieder der Tiergemeinschaft: Flusspferd (<i>Hippopotamus amphibius</i> LINNAEUS 1758).....	4
1.2.1	Artbeschreibung: Systematik, Morphologie und Verbreitung.....	4
1.2.2	Soziales Verhalten.....	6
1.2.3	Flusspferd (<i>Hippopotamus amphibius</i>) in Gefangenschaft.....	8
1.3	Mitglieder der Tiergemeinschaft: Sitatunga (<i>Tragelaphus spekei</i> SCLATER 1863).....	9
1.3.1	Artbeschreibung: Systematik, Morphologie und Verbreitung.....	9
1.3.2	Soziales Verhalten.....	10
1.3.3	Sitatunga (<i>Tragelaphus spekei</i>) in Gefangenschaft.....	12
1.4	Mitglieder der Tiergemeinschaft: Sattelstorch (<i>Ephippiorhynchus senegalensis</i> SHAW 1800).....	13
1.4.1	Artbeschreibung: Systematik, Morphologie und Verbreitung.....	13
1.4.2	Soziales Verhalten.....	14
1.5	Ziele der Arbeit.....	15
2	Material und Methoden.....	17
2.1	Beschreibung der Anlage und der Beobachtungspunkte.....	17
2.2	Beschreibung der Tiergemeinschaft.....	20
2.2.1	Tierarten.....	20
2.2.2	Zusammensetzung der Tiergemeinschaft während der Beobachtungszeit.....	22
2.2.3	Fütterung.....	23
2.3	Beobachtungsmethoden und – zeitraum.....	24
2.4	Beobachtete Verhaltensweisen.....	25
2.5	Statistische Auswertungen.....	27
2.5.1	Auswertung der beobachteten Verhaltensweisen.....	27
2.5.2	Analyse der Nachbarschaftsverhältnisse zwischen den Tierarten.....	28
2.5.3	Analyse der Raumnutzung.....	29
2.5.4	Auswertung der Interaktionen.....	31
3	Ergebnisse.....	32
3.1	Auswertung der beobachteten Verhaltensweisen.....	32
3.2	Analyse der Nachbarschaftsverhältnisse zwischen den Tierarten.....	40
3.3	Analyse der Raumnutzung.....	45
3.4	Auswertung der Interaktionen.....	57
3.4.1	Interspezifische Interaktionen.....	57
3.4.2	Intraspezifische Interaktionen.....	61
4	Diskussion.....	64
5	Zusammenfassung.....	71
6	Literaturverzeichnis.....	73
7	Danksagung.....	80
8	Anhang.....	81

1 Einleitung

1.1 Kohaltung: Geschichte, Vor - und Nachteile

Über die Problematik der Kohaltung von Zootieren wird in den letzten Jahren von Wissenschaftlern aktiv geforscht und diskutiert. Die Evolution der Zoos zeigt eine Tendenz von der Präsentation einzelner Arten zur Präsentation von Biozönosen auf großflächigen Freianlagen, die den natürlichen Lebensräumen der jeweiligen Tierarten ähneln (ZIEGLER 2002). Die Idee der gemeinschaftlichen Haltung mehrerer Tierarten auf solchen Freianlagen ist heute weit verbreitet und die Zoos legen sehr viel Wert auf die Gestaltung naturnaher Lebensräume für mehrere Tierarten. Beim Ankauf neuer Tiere aus anderen Zoos wird darauf geachtet, dass die Tiere schon an andere Arten gewöhnt sind (HAMMER 2001).

Seitdem Zoos existieren, werden verschiedene Vogelarten, Reptilien und Fische in Aviarien, Reptilienhäusern und Aquarien gemeinsam gehalten (THOMAS & MARUSKA 1996). Aber die Idee der gemeinschaftlichen Haltung mehrerer Säugetiere ist für die Zoos relativ neu. Die ersten Aufzeichnungen einer Haltung von Wildtieren stammen von den Sumerern und Indern. Sie hielten im 3. und 2. Jahrhundert v. Chr. verschiedene Antilopen, Gazellen, Elefanten, Tiger, Büffel, Affen und Krokodile in den Tempeln (HAMMER 2001). Die ersten tiergärtnerischen Einrichtungen wurden von den ägyptischen Königen und den chinesischen Dynastien als Symbole der Macht angelegt. Die Tiergärten der assyrischen Könige um 651 v. Chr. waren großzügige an die natürlichen Lebensbedingungen der Tiere angepasste Gehege für Huftierherden und Raubtiere (HAMMER 2001).

Die Idee der Vergesellschaftung von Säugetieren verschiedener Arten oder von Säugetieren mit Vögeln oder Reptilien hat mehrere Vorteile auf verschiedenen Ebenen. Diese Vorteile enthalten rein praktische Aspekte, wie z.B. effektivere Raumnutzung der Zoofläche, aufklärerische Aspekte für die Besucher (solange die Tiergemeinschaft die Zoogeographie der Arten beachtend gestaltet ist) und natürlich die Aspekte des „*behavioural*“ und „*social enrichment*“ für die Tiere infolge der inter- und intraspezifischen Interaktionen (CROTTY 1981; ZIEGLER 2003).

Die praktischen Vorteile der gemeinschaftlichen Haltung mehrerer Tierarten werden in den letzten Jahrzehnten immer wichtiger, denn die Zoos beteiligen sich zunehmend an den europäischen und internationalen Zuchtprogrammen für die wachsende Anzahl der Spezies, die in ihren natürlichen Lebensräumen kritisch

gefährdet sind. Da die Zahl dieser Spezies und die Nachfrage für die Zuchtprogramme in Gefangenschaft wachsen, wird der Raum in den Zoos sehr limitiert (ZIEGLER 2003). Die gemeinschaftliche Haltung mehrerer Tierarten bietet eine gute Möglichkeit diesen Raum so effektiv wie möglich zu nutzen, indem auf schon existierenden Anlagen mehrere Tierarten gemeinsam gehalten und gezüchtet werden können (HJORDT-CARLSEN 1997; HAMMER 2001).

Die Kohaltung bietet dem Publikum eine Möglichkeit an, auf einer begrenzten Fläche mehrere Tierarten beobachten zu können. Alle Teile des Geheges können effizienter als bei Standardhaltung benutzt werden, indem terrestrische und baumlebende Tierarten vergesellschaftet werden. Die gemeinschaftliche Haltung von tag- und dämmerungsaktiven Arten garantiert dem Besucher immer ein besetztes Gehege. Außerdem sind die vielfältigen interspezifischen Interaktionen, wie z.B. Groomen, Futterteilen, Zusammenschlafen, für das Publikum sehr interessant (XANTEN 1992).

Da die polyspezifischen Assoziationen bei vielen sympatrischen Tierarten in der Wildbahn beobachtet werden können, ist das Konzept der gemeinschaftlichen Haltung mehrerer Tierarten auch insofern wichtig, als die Zoolebensbedingungen der Tiere maximal den Lebensbedingungen in der Wildbahn ähneln.

Die interspezifischen Interaktionen sind ein sehr bedeutender Faktor, der das Wohlbefinden der Zootiere positiv beeinflusst (solange die Interaktionen nicht agonistisch sind). Inter- und intraspezifische Interaktionen in diesen polyspezifischen Tierassoziationen sorgen für zusätzliche Abwechslung der Tiere, denn grundlegende Aktivitäten wie Nahrungssuche und Feindvermeidung fehlen in der Gefangenschaft (BACKHAUS & FRÄDRICH 1965; CROTTY 1981; HAMMER 2001; ZIEGLER 2003). Die Tiere zeigen bei Kohaltungen grundsätzlich mehr Verhaltensweisen als in Standardgehegen. Viele Aspekte des Verhaltens kommen nur bei der Gemeinschaftshaltung ans Licht.

Ein anderer positiver Gesichtspunkt der Kohaltung sind größere Gehege und damit mehr Bewegungsfreiheit und Rückzugsmöglichkeiten. Außerdem sinkt die Verletzungsgefahr für sehr schreckhafte Tiere (BACKHAUS & FRÄDRICH 1965; HAMMER 2001).

Allerdings hat die Vergesellschaftung mehrerer Tierarten auch einige Nachteile. Die Gemeinschaftsgehege sind viel schwieriger zu managen als Gehege der Standardhaltung (HAMMER 2001). Zahlreiche Faktoren wie Umweltansprüche,

Autökologie und Ethologie der Spezies sollten bei der Gemeinschaftshaltung berücksichtigt werden. Der bedeutendste Nachteil einer Gemeinschaftshaltung ist die Gefahr der interspezifischen Auseinandersetzungen. Die Kämpfe finden natürlich auch in der Standardhaltung statt. Die interspezifischen Konfrontationen können aber aufgrund unterschiedlicher Körpergrößen und Bewaffnung viel gefährlicher sein und sogar tödlich enden (HAMMER 2001). Außer den interspezifischen Kämpfen gehören auch die Zoonosen zu den Nachteilen einer Gemeinschaftshaltung (BACKHAUS & FRÄDRICH 1965).

Die interspezifischen Auseinandersetzungen finden oft zwischen den Ungulaten statt (POPP 1984). Die verschiedenen Ungulaten-Arten werden häufig in vielen Zoos miteinander oder mit den anderen Säugetieren vergesellschaftet. Auch in der Wildbahn bilden Ungulaten häufig gemischte Herden.

Umfangreiches Datenmaterial über die Gemeinschaftshaltung mehrerer Mammalia-Arten bzw. *Artiodactyla* ist in der Arbeit von HAMMER (2001) dargestellt. HAMMER (2001) hat die Daten aus 642 Gemeinschaftsgehegen mit Artiodactylen analysiert. Artiodactyla werden mit Vertretern der Ordnungen *Diplotodontia*, *Rodentia*, *Lagomorpha*, *Chiroptera*, Primaten, *Carnivora*, *Proboscidea*, *Hyracoidea*, *Perissodactyla*, *Artiodactyla* und *Xenathra* vergesellschaftet. Die meisten agonistischen Probleme traten in Vergesellschaftungen mit anderen Huftierarten, sowohl mit *Perisso-* als auch mit *Artiodactyla*, beide mit etwa 7 % der Gemeinschaften, auf. Bis auf wenige Ausnahmen verhielten sich die Weibchen wesentlich sanftmütiger als Böcke und Bullen. Die Männchen machten in ca. 6 % der Kombinationen Probleme, die Weibchen nur in etwa einem Prozent. Außerdem ist bekannt, dass Kämpfe je öfter auftreten, desto näher Spezies verwandt sind. (WALTHER 1965). In Gefangenschaft konkurrieren Huftiere um das Futter, was in der Wildbahn niemals beobachtet wurde (BACKHAUS & FRÄDRICH 1965).

Nachdem das Thema der Kohaltungen kurz beschrieben wird, werden drei Mitglieder der beobachteten Tiergemeinschaft vorgestellt. In der Artbeschreibung der jeweiligen Tierart werden die systematischen, morphologischen und geografischen Besonderheiten beschrieben. Der Schwerpunkt liegt allerdings beim Sozialverhalten der Tiere.

1.2 Mitglieder der Tiergemeinschaft: Flusspferd (*Hippopotamus amphibius* LINNAEUS 1758)

1.2.1 Artbeschreibung - *Hippopotamus amphibius*: Systematik, Morphologie und Verbreitung

Die Flusspferde wurden schon im Alten Testament im Buch Hiob (40, 15-24) unter dem Namen „Behemoth“ (hebr. Riesentier) beschrieben (RUEMPLER 2003). Diese Erwähnung wird durch archäologische Belege und Knochenfunde bestätigt (PETZSCH 1986).

Laut der traditionellen Systematik gehörten Flusspferde zur Ordnung *Artiodactyla*, Subordnung *Suiformes* und Familie *Hippopotamidae*. Die ältesten Flusspferde sind aus dem späteren Miozän (etwa 8 Mio zurück) bekannt (PICKFORD 1993). Ausgestorbene und rezente Flusspferde gehören zu zwei Gattungen, *Hexaprotodon* und *Hippopotamus*. Die Gattung *Hippopotamus* beinhaltet zwei ausgestorbene Arten: *H. laumena* und *H. lemerlei* und eine rezente Art *H. amphibius* (OLIVER 1995).

Die Frage der Abstammung der *Hippopotamidae* hat den größten Konflikt zwischen Vergleichender Anatomie und Molekularbiologie verursacht. Traditionell ist die Ordnung *Artiodactyla* monophyletisch und besteht aus drei Subordnungen: *Ruminantia*, *Tylopoda* und *Suiformes*. *Suiformes* umfassen die rezenten Familien *Suidae*, *Tayassuidae*, *Hippopotamidae* und ein paar fossile Familien (MONTGELARD et al. 1998). Aber die letzten Studien beweisen mit Hilfe von molekularen Analysen der mitochondrialen und nuklearen DNS Sequenzen, dass *Artiodactyla* ein paraphyletisches Taxon ist (NIKAIDO et al. 1999; MONTGELARD et al. 1998). Diese Analysen zeigen, dass *Cetacean* mit *Hippopotamidae* und *Ruminantia* eine monophyletische Gruppe bilden, so wie *Suidae* mit *Tayassuidae*. Das bedeutet, dass *Hippopotamidae* mit den *Cetacea* näher als mit den *Suina* (*Suidae* + *Tayassuidae*) verwandt sind. BOISSERIE (2005) hat vorgeschlagen, *Cetacea* als eine Schwestergruppe von *Hippopotamidae* einzuordnen.

Fünf Unterarten von *Hippopotamus amphibius* L. wurden bislang beschrieben. Der Grund der Unterteilung sind einige kleine Unterschiede im Schädelbau. Diese Unterarten wurden von den meisten Forschern aber nicht anerkannt und die Namen der Unterarten werden nicht verwendet (ELTRINGHAM 1993; SIDNEY 1965). Die fünf Unterarten von *Hippopotamus amphibius* sind *H.a.amphibius* LINNAEUS (Ost Afrika und westlich von Gambia), *H.a.tschadensis* SCHWARZ (Chad und Nigeria),

H.a.kiboko HELLER (Kenia und Somali), *H.a.constrictus* MILLER (Angola und Namibia) und *H.a.capensis* DESMOULINS (Zambia und westlich von Südafrika).

Das Flusspferd (*Hippopotamus amphibius*) ist ein geselliges, meist in offener Landschaft lebendes und gut an das Wasser angepasstes Tier. Das Flusspferd ist sowohl tag- als auch nachtsaktiv. Der Körper ist walzenförmig. Die Gliedmaßen sind kurz und gedrungen, vierzehig, am Grund durch Schwimmhäute miteinander verbunden, nur wenig spreizbar. Der Schwanz ist kurz, an der Spitze seitlich spatelartig abgeflacht. Da die Flusspferde eine amphibische Lebensweise haben liegen die Augen, Ohren und verschließbaren Nasenlöcher hoch am Kopf (PUSCHMANN 2004).

Die Haut ist braun, bis 5 cm stark, schleimdrüsenreich, glatt und, von vereinzelt Borsten abgesehen, nackt. Lediglich an Schnauze und Schwanz ist die Haut dichter beborstet (PUSCHMANN 2004). Die Schleimdrüsen fehlen. Die Hautdrüsen produzieren ein Sekret, das an der Luft rötlich braun wird und das Tier gegen Wasserverlust und Sonnenbrand schützt. Das Sekret besitzt vermutlich auch antibakterielle Eigenschaften (ESTES 1991).

Ein Flusspferd ist etwa 450 cm lang, bis 165 cm hoch, bis 3 t schwer (PUSCHMANN, 2004). Die Männchen sind schwerer und größer als die Weibchen. Flusspferde sind Pflanzenfresser. Sie fressen Gräser, Wasser- und Uferpflanzen, Laub und Früchte, gelegentlich auch Fleisch. Der Magen ist groß, in drei Teile gegliedert, Blinddarm und Gallenblase fehlen (FRÄDRICH 2000). Im Verhältnis zu ihrer Größe nehmen Flusspferde relativ wenig Nahrung auf: 1 bis 1,5 % ihres Körpergewichtes täglich (ESTES 1991). Zahnformel: $2/2 \ 1/1 \ 3-4/3-4 \ 3/3$. Die Eck- und Schneidezähne sind sehr groß und werden nur in Kämpfen und zur Drohung verwendet (LOCK 1972). Das Grass wird mittels der hornigen Lippen abgerissen (KINGDON 1973).

Flusspferde laufen am Grund der Gewässer wie am Land und bevorzugen Wassertiefen von etwa 2 m. Die Tauchdauer beträgt 2 bis 6 Minuten, bei erwachsenen Tieren in Ausnahmefällen bis 15 min. Beim Tauchen sind die Nasenlöcher geschlossen, die Augen dagegen bleiben offen und die Ohren werden angelegt. Die Lebenserwartung beträgt etwa 45 Jahre.

Die Flusspferde sind in Afrika südlich der Sahara verbreitet. Noch im Altertum war das Flusspferd über weite Teile Afrikas verbreitet und lebte auch in einigen Gebieten Palästinas (FRÄDRICH 2000). Heute ist die Art durch die Bejagung und

Kultivierung ihres Verbreitungsareals aus vielen Gebieten verschwunden. Der Bestand in der Wildbahn beträgt ca. 170.000 Tiere (PUSCHMANN 2004). Außerhalb von Naturschutzgebieten sind die Flusspferde völlig ausgerottet. Die taxonomische Verwandtschaft mit den Schweinen begünstigt die Stellung der Art in manchen muslimischen Ländern, in denen Fleisch des Flusspferdes aus religiösen Gründen nicht gegessen wird (ELTRINGHAM 1993). Laut der Daten der *World Conservation Union* (IUCN) ist die Art gefährdet (Kategorie „*VULNERABLE*“), der Bestand sinkt.

1.2.1 Soziales Verhalten des Flusspferdes (*Hippopotamus amphibius*)

Flusspferde sind gesellige Tiere und leben in Gruppen, deren Größen sehr variabel sind: von einigen wenigen bis über 100 Tiere. KLINGEL (1979) unterscheidet zwei Typen von Gruppen: „*nursery schools*“, die hauptsächlich aus Weibchen und ihren Jungtieren bestehen und „*bachelor*“ Gruppen, die sich vorwiegend aus Bullen zusammensetzen. Die einzige feste Sozialeinheit sind Mutter und Kind. Ein Teil der Population, hauptsächlich adulte Bullen, sind Einzelgänger. Soziale Organisation ist Paarungsterritorialität, d.h. 10 % der adulten Bullen halten ein Territorium, in dem sie allein das Paarungsrecht haben. Ein Territorium besteht immer aus einem schmalen Landteil und setzt sich zum größeren Teil im Wasser fort. Innerhalb des Territoriums werden alle Tiere geduldet, welche die ranghohe Stellung des paarungsberechtigten Bullen nicht in Frage stellen (PUSCHMANN 2004; KLINGEL 1979). Der Besitz eines Territoriums garantiert nicht unbedingt den Paarungserfolg. Manche Bullen besitzen Territorien, die nie ein Weibchen besucht hat (KLINGEL 1979).

Tagsüber ruhen Flusspferde im Flachwasser oder sonnen sich am Ufer, auf Sand- und Schlammhängen. Nachts steigen sie auf das Festland zum Weidegang auf regelmäßig benutzten Wechsell. Die Weideflächen sind neutrales Gebiet und werden von allen Tieren genutzt (PUSCHMANN 2004). Flusspferde wandern in der Trockenzeit weiter vom Wasser weg und legen längere Distanzen zurück als in der Regenzeit (ELTRINGHAM 1999).

Akustische Verständigung erfolgt durch Grunz- und Schnauflaute und auch durch lautes, brüllendes Rufen und verschiedene Unterwasserlaute. Die Vokalisierung ist

eine gewöhnliche Reaktion auf Störung. Gruppen und Individuen, die nachts getrennt grasen, rufen und antworten oft auf die Rufe. Eine andere Funktion der Vokalisierung, außer der Warnung oder dem allgemeinen Kontaktruf, ist nicht bekannt (KARSTAD & HUDSON 1986). BARKLOW (2002) berichtet, dass Flusspferde in der Lage sind, gleichzeitig Laute sowohl im Wasser als auch in der Luft zu erzeugen.

Die Territorien von Flusspferden werden dazu angelegt, um Paarungsrechte (nicht die Nahrungsressourcen) zu verteidigen. Die territorialen Bullen markieren ihr Territorium mit Kot und Urin. Der Kot wird bei der Abgabe mit dem Schwanz durch seitliche Bewegungen verteilt, gleichzeitig wird der Urin abgegeben. Die Kotabgabe findet in der Regel im Wasser statt (KINGDON 1973). Die territorialen Bullen markieren sowohl den Wasser- als auch den Landteil ihres Territoriums. Die dominanten Bullen besitzen ihre Territorien wahrscheinlich ihr Leben lang oder so lange, wie sie in der Lage sind, es zu verteidigen. Ihr Eigentumsrecht kann von manchen jungen Bullen herausgefordert werden.

Echte Kämpfe zwischen territorialen Bullen finden nur selten statt, viel öfter sind ritualisierte Kämpfe zu beobachten. Dabei wird dem Gegner mit weit geöffnetem Maul gedroht und laut gerufen. FRÄDRICH (1967) vermutete, dass während dieses Displays stinkendes Darmgas in die Richtung des Gegners ausgestoßen wird. VERHEYEN (1954) unterscheidet bei Flusspferden zwei Typen der „Zähne-Präsentierung“ (Gähnen). Der erste zeichnet sich dadurch aus, dass ein Tier seinen Kopf in der horizontalen Position hält und das Maul halbwegs geöffnet ist. Diese Form ist für Tiere jeden Alters und Geschlechts typisch. Nur die adulten Bullen öffnen das Maul maximal und bewegen den Kopf im Halbkreis. Das drohende Gähnen kann aber nicht immer von echtem Gähnen unterschieden werden. Bei zahmen, in Gefangenschaft aufgezogenen oder geborenen Tieren ist Gähnen zur ausgesprochenen Bettelgeste geworden und entspricht dadurch dem bekannten Sperren junger Nestvögel (PETZSCH 1986). Als Unterlegenheitsgebärde zeigen Flusspferde Schwanzwedeln oder Kotabgabe (KARSTAD & HUDSON 1986).

Die Beziehungen zwischen den Flusspferden sind generell friedlich. Im Wasser oder ruhend am Land tolerieren sie engere Kontakte mit den Artgenossen als alle anderen Ungulaten (ESTES 1993). Es gibt keine offensichtliche Hierarchie und kein Tier dominiert über den anderen außer dem territorialen Bullen. Die Anzahl an Weibchen auf einem Territorium hängt von der Qualität und Attraktivität des Territoriums für

die Tiere ab. Die Wahl eines Territoriums kann teilweise auf die Qualität des Männchens zurückzuführen sein; viel wahrscheinlicher ist aber, dass die topographischen Besonderheiten des Territoriums hier eine entscheidende Rolle spielen (ELTRINGHAM 1999). Die Sozialstruktur der weiblichen Gruppen bleibt ungeklärt. Die Paarung ist grundsätzlich nicht saisonal, findet aber meistens während der Trockenzeit statt, mit dem Geburtenpeak in der Regenzeit. Die Weibchen werden in der Wildbahn mit neun Jahren geschlechtsreif. Die Tragzeit beträgt etwa 240 Tage (ESTES 1991). Die Paarung findet vorzugsweise im Wasser statt.

1.2.2 Flusspferd (*Hippopotamus amphibius*) in Gefangenschaft

Die Flusspferde haben schon im Altertum zu den Schautieren der römischen Zirkusarenen und Kaisermenagerien gehört (BLASZKIEWITZ 1980). Recht lange hat es gedauert, bis Flusspferde wieder nach Europa kamen. Erst 1850 gelangte eines in den Londoner Zoo, 1853 ein anderes in die Pariser Menagerie; beide waren Geschenke des Vizekönigs von Ägypten (FRÄDRICH 2000).

Zur Zeit werden Flusspferde in vielen Zoos der Welt erfolgreich gezüchtet. Seit vielen Jahren gibt es keine Wildfänge, da Nachzucht in genügender Zahl vorhanden ist. Flusspferde werden oft mit Vertretern der Ordnungen *Artiodactyla*, *Perissodactyla* und Primaten und der Klasse *Aves* vergesellschaftet. Große Anlagen in modernen Zoos erlauben Gemeinschaftshaltungen mit vielen anderen afrikanischen Huftieren und in keiner der genannten Haltungen gab es Probleme mit Flusspferden (HAMMER 2001).

Wenn Flusspferde als gesellige Tiere im Zoo keine Gelegenheit haben, mit Artgenossen zu kommunizieren, kommt es manchmal zu eigenartigen „Tierfreundschaften“. Nach PETZSCH (1986) „freundete“ sich im Zoo von Halle ein erwachsenes weibliches Flusspferd mit einer Boxerhündin an. Ein Bulle vom Zoo Rotterdam „suchte Kontakt“ mit indischen und afrikanischen Elefanten. Im Baseler Zoo hat die Gemeinschaftshaltung von Flusspferden und Zebras zwölf Jahre lang funktioniert, wobei die Tiere ein sehr vertrauliches Verhältnis zueinander hatten.

Die Geschlechtsreife erreichen die Tiere im Zoo viel früher als ihre Artgenossen in der Wildbahn, mit etwa drei Jahren (DITTRICH 1976). Das älteste Flusspferd der Welt ist eine Flusspferdkuh aus dem Tierpark Hellabrunn, die mit 61 Jahren eingeschläfert werden musste (WIESNER 1996).

1.3 Mitglieder der Tiergemeinschaft: Sitatunga (*Tragelaphus spekei* SCLATER 1863)

1.3.1 Artbeschreibung - *Tragelaphus spekei*: Systematik, Morphologie und Verbreitung

Das Sitatunga (*Tragelaphus spekei* SCLATER 1863) gehört zur Ordnung *Artiodactyla*, Familie *Bovidae*, Unterfamilie *Bovinae* und Gattung *Tragelaphus*. Die Art hat je nach Quelle unterschiedliche Anzahl an Unterarten: *T. s. spekei*, *T. s. gratus*, *T. s. selousi*, *T.s. larkeni*, *T. s. sylvestris*, *T.s. inornatus*, *T.s. wilhelmi* – nach SIDNEY (1965); *T. s. spekei*, *T. s. gratus*, *T. s. selousi*, *T. s. sylvestris*, *T.s. inornatus* – nach OWEN (1970). Nach KINGDON (1982) teilt die Art in vier Unterarten unter: *T. s. spekei* (östliche Population), *T. s. gratus* (Kongo, Gambia, südwestlicher Tschad), *T. s. selousi* (südliche Population) und *T. s. angasi* (südwestliche Population).

Die Unterart *T. s. larkeni* wurde von Mackenzie im Jahr 1954 mit *T. s. gratus* synonymisiert (KINGDON, 1982). Im Jahr 1915 hat Meinertzhagen eine neue Unterart *T. s. sylvestris* beschrieben. Die Unterart wurde anhand einer kleinen Herde von Nkosi beschrieben, was der Status der Herde als eine Unterart sehr zweifelhaft macht (KINGDON 1982). Die Unterarten *T.s.inornatus*, *T.s. wilhelmi* unterscheiden sich von der typischen Rasse *T. s. spekei* kaum und sind nur mit wenigen Exemplaren repräsentiert.

Die Sitatunga (auch als Wasserkudu oder Sumpfantilope genannt) ist eine afrikanische Antilope aus der Gruppe Waldböcke. Sitatunga ist eine sumpfbewohnende Antilope, die sehr dem Buschbock ähnlich ist. Die Männchen sind ca. 88-125 cm hoch, 70-125 kg schwer. Die Weibchen sind kleiner als die Männchen: 75-90 cm hoch und 50-57 kg schwer. Die Fellfarbe variiert individuell und geographisch. Die Geschlechter lassen sich gut anhand ihrer Fellfarbe unterscheiden: die Männchen sind grau-braun bis schokoladenbraun, die Weibchen sind dagegen hellbraun. Die Antilopen besitzen 8-13 senkrechte weiße Rumpfstreifen und 3-4 runde Keulenflecken. Die Männchen tragen ein Gehörn, das eine Länge von 90 cm erreichen kann (ESTES 1991).

Die Sitatunga-Habitate sind Moore und Sumpfe des westafrikanischen Regenwaldes und manche feuchte Regionen der südlichen Savanne. Sumpf ist ein hoch produktives Ökosystem, das eine Dichte von 55 Sitatunga/km² beherbergen kann. Die Sitatunga sind gut an ihrem sumpfigen Habitat angepasst. Die langen gespreizten

Hufe verhindern das Versinken der Tiere im Sumpf. Diese Antilopen sind gute Schwimmer und fliehen oft bei Gefahr ins Wasser. Ihre Bewegungen an Land sind langsam und schwerfällig.

Die Sitatunga und der Buschbock sind genetisch so ähnlich, dass sie sich in Gefangenschaft paaren und Nachwuchs bekommen können. Die Sitatunga ist auch von der Nyala, abgesehen vom Haarkleid und den Hufen, kaum zu unterscheiden (ESTES 1991).

Die Lebenserwartung beträgt sechzehn Jahre, die Tragezeit acht Monate. Sitatunga haben keine streng festgelegten Brutzeiten, die meisten Geburten finden aber in der Trockenzeit statt. Das Kalb wird von der Mutter gut versteckt, so dass das Mutter-Kind-Verhalten nur in Gefangenschaft beobachtet wurde. Die Geschlechtsreife erfolgt nach zweieinhalb bis drei Jahren in der Wildbahn (KINGDON 1982), in Gefangenschaft viel früher – schon nach dem ersten Lebensjahr (DENSMORE 1980; VON JIRI 1994).

Die Hauptfeinde in der Natur sind Pythons, Krokodile, Löwen, Leoparde und Wildhunde (KINGDON 1982). Obwohl der Bestand der Sitatunga in der Freiheit heute noch nicht besonders bedroht ist, zählen die Sitatunga zu den Arten, die unbedingt geschützt werden müssen. Nirgends ist die Art wirklich häufig (WALTHER 2000). Laut IUCN ist die Art in der Kategorie „*LOWER RISK (LR)/Near Threatened (nt)*“, die nah der Kategorie „*VULNERABLE*“ (gefährdet) steht. Der Bestand dieser Art sinkt.

1.3.2 Soziales Verhalten des Sitatunga (*Tragelaphus spekei*)

Die vorhandenen Daten über die Sozialstruktur von Sitatunga geben widersprechende Informationen. Während Sitatunga nach ESTES (1993), OWEN (1970), GAMES (1983) solitär oder paarweise leben, sprechen MAGLIOCCA et al. (2002) von Herden. So beschreibt ESTES (1993) Sitatunga als Einzelgänger, deren einzige Assoziationen die von Weibchen mit ihren Kälbern sind. Junge, unreife Männchen wohnen zusammen. Die erwachsenen Männchen meiden einander, bilden aber oft Gruppen mit den Weibchen. Auch nach den Beobachtungen von OWEN (1970) in Kenia sind Sitatunga eher Einzelgänger: in 46 % der Beobachtungen wurden einzelne Individuen registriert, in 35 % waren Sitatunga in Gruppen von zwei Tieren (meistens 2 Weibchen), in 11 % der Sichtungen in Gruppen aus drei, in

5 % aus vier Tieren. Diese Daten stimmen mit den Beobachtungen von GAMES (1983) und WILLIAMSON (1986) in Botswana überein. In der beobachteten Population von *Tragelaphus spekei selousi* waren 60 % der Tiere solitär, 34 % in den Gruppen von zwei (meistens zwei Weibchen). Die Gruppen aus zwei adulten Männchen wurden nicht gesehen, was mit gegenseitiger Intoleranz erklärt werden kann (GAMES 1983).

Die Beobachtungen der Population von *Tragelaphus spekei gratus* in der Republik Kongo zeigen aber im Gegensatz dazu, dass Sitatunga dort stabile Gruppen aus 16-36 Individuen bilden, die wie ein Harem funktionieren (MAGLIOCCA et al. 2002). Als Folge der intrasexuellen Konkurrenz verlassen alle Männchen und manche Weibchen die Gruppe, wenn sie die Geschlechtsreife erreichen (MAGLIOCCA et al. 2002).

Die Sitatunga konzentrierten ihre Nahrungsaktivität mehrere Tage lang auf kleine Flächen eines Sumpfes und verschieben dann ihre Aktivität auf neue Flächen (ESTES 1991). Sie legen breite Fährten und seitliche Laufbahnen durch den Sumpf an, einschließlich der Strecken, die zu den Nahrungsplätzen führen. Die Sitatunga können auch die Routen von den Flusspferden benutzen (GAMES 1983). Die Antilopen sind oft bis zu den Schultern im Wasser fressend gesehen worden. Die Wasserkudus fressen vorzugsweise in der Dunkelheit oder Dämmerung (ESTES 1991). Ihre Nahrung sind Gräser, Laub, Früchte und Baumrinde. Fälle von Carnivorie bei *Tragelaphus spekei* wurden mehrmals (allerdings nur in Gefangenschaft) registriert. GEWALT (1966) berichtet über Sitatunga, die frisch tote oder verletzte Tauben fressen. POGLAYEN-NEUWALL (1977) hat Sitatunga beobachtet, die Fisch gefangen und gefressen haben.

Die Tiere sind in der Regel von früheren Morgenstunden an bis etwa 11 Uhr aktiv. Ihre Ruhepausen liegen zwischen 10-11 und 16-17 Uhr. Nach 17 Uhr steigt die Aktivität wieder (OWEN 1970). Tagsüber in der heißesten Tageszeit ruhen sie auf einem Lager aus niedergetrampeltem Schilf oder stehend im Wasser. Während dieser Ruhezeit wiederkäuen die Tiere oder putzen sich. GAMES (1983) hat die signifikanten Unterschiede zwischen der Fressdauer bei den Männchen und Weibchen festgestellt. Die Männchen verbrachten 34 % ihrer Zeit beim Fressen, die Weibchen hingegen 77 %. Mit den Aktivitäten wie Laufen, Liegen, Groomen waren die Tiere nach GAMES (1983) nur 9 % ihrer Zeit beschäftigt. Die Sitatunga sind wie alle anderen Antilopen der Gattung *Tragelaphus* nicht territorial (JARMAN 1974).

Das Sozialverhalten von Sitatunga beinhaltet Spielen, Groomen, sexuelle, agonistische und Mutter–Kind-Interaktionen. Interaktionen zwischen den Tieren finden relativ selten statt. Während der Freilandbeobachtungen von MAGLIOCCA et al. (2002) wurden die Interaktionen nur in 0,6 % der Gesamtzahl der Scan-Aufnahmen registriert.

Antilopen kommunizieren miteinander mit Hilfe von Rufen. OWEN (1970) hat zwei Typen des Rufes bei Sitatunga registriert: Bellen (eng. *barking*) und niedriges Quietschen. Das Bellen erzeugen hauptsächlich die adulten Männchen und nur sehr selten die Weibchen. Das Bellen hat die Funktion eines Alarmsignals oder der Bekanntgabe der Anwesenheit und Position; dies hilft den Tieren vorwiegend in der Nacht direkte Konfrontationen zu vermeiden (KINGDON 1982). Das Bellen ist für die Männchen vermutlich eine der wichtigsten Arten, mit denen sie ihre Anwesenheit bekanntgeben. Die Weibchen geben einzelne hohe Töne wieder, die den niesenden Alarmlauten der anderen Antilopen ähneln. Das niedrige Quietschen ist zwischen den fressenden Tieren in der Herde zu hören (ESTES 1991). Auf Alarmrufe von Sitatunga reagieren Grüne Meerkatzen und Rote Stummelaffen (STARIN 2000).

Das Paarungsvorspiel von Sitatunga besteht aus Flehmen des Bockes und gegenseitigem Belecken. Das Bodenforkeln kann als Imponierform gegenüber dem Weibchen auftreten. Halskämpfe zwischen Bullen und ♀♀ in stark ritualisierter Form sind als fester Bestandteil des Paarungsvorspiels sehr häufig (WALTHER 1964).

1.3.3 Sitatunga (*Tragelaphus spekei*) in Gefangenschaft

In Tiergärten halten sich Sitatunga sehr gut und sind recht fortpflanzungsfähig. Sie wurden in menschlicher Obhut bis zu siebzehn Jahre alt (WALTHER 2000).

Die Verhaltensweisen der wilden Sitatunga und der Tiere in Gefangenschaft weisen manche Unterschiede auf. Beispielsweise wurde das Bellen von Sitatunga nie in Gefangenschaft registriert. Das gegenseitige Belecken wurde dagegen in Gefangenschaft viel öfter als in der Wildbahn beobachtet (POPP 1982). POPP (1982) vermutet, dass häufige Vorkommen des Groomens bei Sitatunga in Gefangenschaft mit mehr „freier Zeit“ durch das Fehlen von Nahrungssuche und Feindvermeidung erklärt werden könnte.

Bei den Vergesellschaftungen mit den anderen Tierarten zeigen Sitatunga kein aggressives Verhalten. Als sehr scheue und zurückhaltende Tiere werden sie eher zum Opfer der anderen Ungulatenarten: im Safaripark Beekse Bergen in den Niederlanden wurde ein Sitatungabock von einem Gnobullen getötet, im Mesker Park Zoo, USA tötete ein Thomsonbock einen Sitatungabock (HAMMER 2001).

1.4 Mitglieder der Tiergemeinschaft: Sattelstorch (*Ephippiorhynchus senegalensis* SHAW 1800)

1.4.1 Artbeschreibung - *Ephippiorhynchus senegalensis*: Systematik, Morphologie und Verbreitung

Der Sattelstorch (*Ephippiorhynchus senegalensis*) gehört zur Ordnung Schreitvögel (*Ciconiiformes*), Familie Störche (*Ciconiidae*), Gattung Großstörche (*Ephippiorhynchus*). Die Familie *Ciconiidae* umfasst 17 rezente Arten in 11 Familien (PETERS 1931). Die Gattung *Ephippiorhynchus* beinhaltet noch eine weitere Art, den Riesenstorch (*Ephippiorhynchus asiaticus*).

Der Sattelstorch ist mit einer Standhöhe 135-150 cm, Flugspanne bis zu 2,7 Metern und Gewicht um 6 Kilogramm einer der größten flugfähigen Vögel der Welt. Das Federkleid ist vorwiegend schwarz-weiß. Kopf, Hals, Flügel und Schwanz sind schwarz, Brust, Abdomen und Flugfeder sind weiß gefärbt. Der Schnabel ist rot-schwarz und leicht nach oben gebogen. Ein Teil des Schnabels, der Sattel, ist gelb gefärbt. Die Beine sind grau, nur die Knie und Füße sind rosa (KAHL 1973). Der Sattelstorch gehört zu den sehr wenigen Störchen, die einen deutlich ausgeprägten Geschlechtsdimorphismus aufweisen: das Männchen hat eine dunkel-braune Iris, das Weibchen eine gelbe, und es ist wesentlich kleiner als das Männchen (KAHL 1971). Auffallend bei *E. senegalensis* ist eine runde kahle Stelle mit dunkelroter Haut in der Mitte der Brust, die etwa 40-50 cm im Durchmesser groß ist. Diese kahle Stelle scheint sich zu vergrößern, wenn der Vogel erregt ist (KAHL 1973). Die intensive, dunkle Hautfarbe an der Stelle kennzeichnet vermutlich die Geschlechtsreife (HANDCOCK et al. 1992). Das Gefieder während der Balzperiode unterscheidet sich vom regulären kaum. Beide Geschlechter haben zwei kleine gelbe, manchmal rote Kehllappen. Außer dem Klappern am Nest ist Vokalisation bei adulten Sattelstörchen nicht bekannt (HANDCOCK et al. 1992).

Der Sattelstorch braucht großflächige Feuchtgebiete, sowie flache, ausgedehnte Sümpfe, Flüsse und Verlandungszonen seichter Seen. Die Art ist im tropischen Afrika verbreitet: von Senegal bis Sudan und Äthiopien, südlich bis Nordnamibia, Nordbotswana und im nördlichen Südafrika (Transvaal, Zululand) (HANDCOCK et al. 1992). *E. senegalensis* kommt fleckenweise vor, ziemlich selten südlich des Oranje. Die Art ist zwar weitverbreitet, aber nicht sehr zahlreich (BROWN et al. 1982). Auch historisch war der Sattelstorch nirgendwo zahlreich (HANDCOCK et al. 1992). Das territoriale Verhalten und solitäres Nisten limitiert die Zahl der Vögel, die passende Habitate bewohnen können.

Der Sattelstorch ist durch den Verlust von Lebensraum und durch das Bevölkerungswachstum in Afrika gefährdet. In Südafrika gibt es nur noch von 50 bis 100 Paare, mit Mehrheit im Kruger National Park (BROOKE 1984). In der Roten Liste ist die Art *Ephippiorhynchus senegalensis* in der Kategorie „LEAST CONCERN (LC)“, die weit verbreitete Spezies umfasst.

1.4.2 Soziales Verhalten des Sattelstorchs (*Ephippiorhynchus senegalensis*)

Der Sattelstorch ist sesshafter Vogel (HANDCOCK et al. 1992). Die Vögel dieser Art sind einzeln oder paarweise zu sehen. Kleine Gruppen bestehen normalerweise aus Eltern und deren Jungvögeln (BENSON & PITMAN 1958). Auch große Gruppen aus 12 Vögeln wurden in Sambia beobachtet (HOWARD & ASPINWALL 1984). CURRY-LINDAHL (1961) berichtet über ein Sattelstorchpärchen, das neben der Gruppe von Flusspferden stand und sich in die Mitte der Flusspferdegruppe bewegte, wenn Menschen erschienen (HANDCOCK et al. 1992).

Die Sattelstörche sind stark territorial: Sie halten sich paarweise in festen Territorien auf, aus denen sämtliche Artgenossen vertrieben werden. Die Territorialität ist stärker während der Paarung ausgeprägt. Das Repertoire des ritualisierten Sozialverhaltens ist bei Sattelstörchen weniger komplex als bei anderen Störchen (KAHL 1966).

Der Sattelstorch ernährt sich ausschließlich von tierischer Kost: Fische, Frösche, Krebse und Schnecken bilden seine Hauptnahrung (KAHL 1973). Die Nahrungssuche ist von dem Partner unabhängig (HANDCOCK et al. 1992). Der Vogel ist meistens tagaktiv, obwohl auch nachts die Vögel auf die Nahrungssuche

beobachtet wurden (LASSUS, 1973). Die Beute wird erst gewaschen und dann heruntergeschluckt (BROWN et al. 1982).

Das Nisten beginnt am Ende der Regenzeit oder am Anfang der Trockenzeit. Das aus Ästen und Zweigen gebaute Nest befindet sich im obersten Bereich eines einzelstehenden Baums. In Sambia bauen die Vögel oft Nester auf Bäumen, die aus Termitenhügeln wachsen (BENSON & PITMAN 1958). Das Nest ist etwa 2 Meter im Durchmesser groß und 50 cm tief (PITMAN 1965). Gelegentlich benutzen Sattelstörche ein altes Nest von anderen großen Vögeln, z.B. Raubadler (*Aquila rapax*). Andere kleinere Vogelarten bauen oft ihre Kolonien neben dem Nest von Sattelstörchen auf, um sich besser vor Räubern zu schützen. Das Gelege besteht in der Regel aus 2-3 Eiern. Beide Vögel nehmen an der Aufzucht der Jungen teil. Die Jungen werden in der Mitte der Trockenzeit flügge, wenn es viel Nahrung gibt und diese einfach zu bekommen ist (HANDCOCK et al. 1992). Die Geschlechtsreife erreichen die Jungvögel im Alter von etwa drei Jahren. In Gefangenschaft können Sattelstörche bis zu 36 Jahre alt werden.

Es sind ein paar Gemeinschaftshaltungen von Sattelstörchen mit Ungulaten und anderen afrikanischen Vogelarten bekannt (HAMMER 2001).

1.5 Ziele der Arbeit

Wie es schon im Kapitel I.1 erwähnt wurde, wird die Gemeinschaftshaltung mehrerer Tierarten auf den großen Freilandanlagen in der Tiergärtnerei immer beliebter. Aus diesem Grund sind die Untersuchungen der schon existierenden Tiergemeinschaften sehr wichtig. Die Literatur liefert die ausführlichen Informationen über das Verhalten der Tiere in der Wildbahn und bei der Standardhaltung in Gefangenschaft. Diese Informationen sind bei der Planung einer Tiergemeinschaft von großer Bedeutung. Aber die entscheidende Rolle spielen hier Erkenntnisse über die Kohaltung der jeweiligen Tierart und deren Verträglichkeit mit anderen Tierarten bei der Gemeinschaftshaltung.

Die Untersuchungen von Tiergemeinschaften liefern die Informationen über die für die jeweiligen Tierarten passenden Varianten der Vergesellschaftung, bei den die vergesellschafteten Tierarten keine agonistische Interaktionen führen und möglichst von der Vergesellschaftung profitieren werden.

Die Analyse von Tiergemeinschaften liefert auch die zusätzlichen Informationen über die Besonderheiten bei der Gestaltung der Anlage. Die Bedeutung solcher abiotischen Faktoren wie Bodenpräferenzen, die Möglichkeit eines Rückzuges und die anderen kann nur während der ausführlichen Beobachtungen der Tiergemeinschaft festgestellt werden.

Diese Untersuchungen helfen die Bedingungen der Tiere in den Tiergärten zu verbessern und manche Fehler bei der Planung einer Gemeinschaftshaltung zu vermeiden. Die besseren Bedingungen sorgen für das steigende Wohlbefinden der Tiere und Erhaltung eines gesunden Genbestandes der gefährdeten Arten in Gefangenschaft.

In dieser Arbeit wurde das interspezifische Verhalten der Tiere und die Nutzung der gemeinsamen Flächen von den Vertretern der folgenden Tierarten untersucht: Flusspferd (*Hippopotamus amphibius*), Sitatunga (*Tragelaphus spekei*) und Sattelstorch (*Ephippiorhynchus senegalensis*). Ein der bedeutendsten Ziele dieser Arbeit war die Untersuchung der interspezifischen Eignung der Tierarten, was für die Zoogärten bei der Planung der Tiergemeinschaften von großer Bedeutung ist. Der Einfluss der andersartigen Mitbewohner auf das Verhalten, zeitliche Veränderungen des Verhaltens sowie die Aufenthaltspräferenzen hinsichtlich der Gestaltung der Anlage für oben genannte Tierarten wurden analysiert. Die ausführlichen Beobachtungen des Verhaltens der Tiere in Gefangenschaft sollten einige zusätzliche Informationen über die Ethologie der Arten liefern. Aufgrund des Mangels an Untersuchungen der in Gefangenschaft lebenden Tiergemeinschaften sollten die angewendeten Methoden und die Art der Auswertung der Daten für weitere ähnliche Untersuchungen hilfreich sein.

2 Material und Methoden

2.1 Beschreibung der Anlage und der Beobachtungspunkte

Die Beobachtungen wurden in Gelsenkirchener Zoo auf der Anlage „Feuchtsavanne“ im Zeitraum vom 05.04. bis zum 31.08.07 durchgeführt. Das Gehege befindet sich in dem nordöstlichen Teil des Zoos. Die Anlage hat eine Fläche von etwa 2390 m² und besteht aus einem Wasser- und einem Landterritorium. Das Becken ist 715 m² groß, der Landteil der Anlage hat entsprechend eine Fläche von etwa 1675 m². Die westliche Seite der Anlage ist durch Höhenunterschied vom Besucherweg getrennt. Die nördliche Grenze der Anlage verläuft im Wasser - eine Mauer trennt das Flusspferdebecken vom Wasserterritorium mit Besucherbooten ab. Hügel grenzen die Anlage von Osten ab. An der südlichen Seite der Anlage befinden sich drei Tore (jeder Anlageteil hat ein eigenes Tor): die Tore der zwei ersten Landteile der Anlage sind durch die Gänge mit dem Flusspferdehaus verbunden. Der zweite Teil ist mit einem Vorgehege durch ein Tor verbunden (Abb. 2). Die maximale Beckentiefe beträgt 1,7 Meter.

Das Landterritorium der Anlage ist in drei Teile gegliedert: die Teile I und II sind für alle Mitglieder der Tiergemeinschaft zugänglich, der dritte Teil stellt die Rückzugsmöglichkeit für die Sitatunga und Sattelstörche dar und ist damit für die Flusspferde unzugänglich (Abb.1 und 2). In den zwei Übergängen zwischen Teil II und Teil III wurden Betonpfähle eingegraben (Abb.1). Die Distanzen zwischen den Pfählen liegen bei etwa 0,5 Meter, was das Eindringen der Flusspferde verhindert. Ein Tor trennt den ersten und den zweiten Teil der Anlage, was eventuell eine getrennte Haltung der Tierarten ermöglicht. Alle Teile der Anlage werden durch Mauern und Beete voneinander getrennt. Es gibt vier Beete auf der Anlage mit einer Gesamtfläche von etwa 106 m². Zwei davon befinden sich zwischen Teilen I und II und zwei weitere trennen die Teile II und III. Alle vier Beete sind mehr als ein Meter hoch und sind mit den Bäumen und unterschiedlichen Pflanzenarten bepflanzt.

Ein Beet auf dem dritten Teil der Anlage mit einem kleinen Dach an der Seite dient dem Schutz der Tiere vom Regen oder vor der Sonne. Diese Stelle ist für die Besucher von Booten aus ziemlich gut überschaubar. Eine Rückzugsmöglichkeit für die Sitatunga vom Publikum stellen drei „Käfige“ dar (s. Abb. 2). Es sind die mit Baumstämmen, Zweigen und Ästen abgegrenzten Flächen der Anlage (Abb.1 und 2). Die großen Baustämme auf dem ersten und dem zweiten Teil der Anlage dienen

sowohl der Dekoration als auch dem Schutz vor den Flusspferden für Sitatunga und Sattelstörche.

Das Becken wurde auch mit einem Tor ausgerüstet, das Flusspferdebecken I vom Flusspferdebecken II trennt (Abb.2). Betontreppen sollten für die Tiere einen leichten Übergang vom Land zum Wasser sichern. In den Becken wurden zwei Inseln für die Flusspferde gebaut, die auch mit den Treppen ausgestattet sind.

Die Besucher haben die Möglichkeit die Anlage sowohl aus Booten als auch vom Besucherweg zu betrachten, wie es auf dem Abb. 2 mit den roten Pfeilen gezeigt wird. Der erste Teil der Anlage ist gut von einem der Beobachtungspunkte überschaubar. Die anderen zwei Teile der Anlage sind für die Besucher überwiegend von der Wasserseite aus dem Boot zu erblicken. Aus diesem Grund werden die Tiere gar nicht oder nur wenig vom Publikum gestört, was für das Wohlfühlen solcher scheuen Tierarten wie dem Sitatunga von der großen Bedeutung ist.



Abb. 1: Die Anlage "Feuchtsavanne" von der ostnördlichen Wasserseite aus aufgenommen. Alle drei Teile des Geheges sind auf dem Bild zu sehen. Die aus Ästen und Zweigen gebauten „Käfige“ und eines der Beeten sind im Vordergrund. Der Beobachtungspunkt befand sich auf dem Hügel, auf dem Bild links (eigenes Foto).

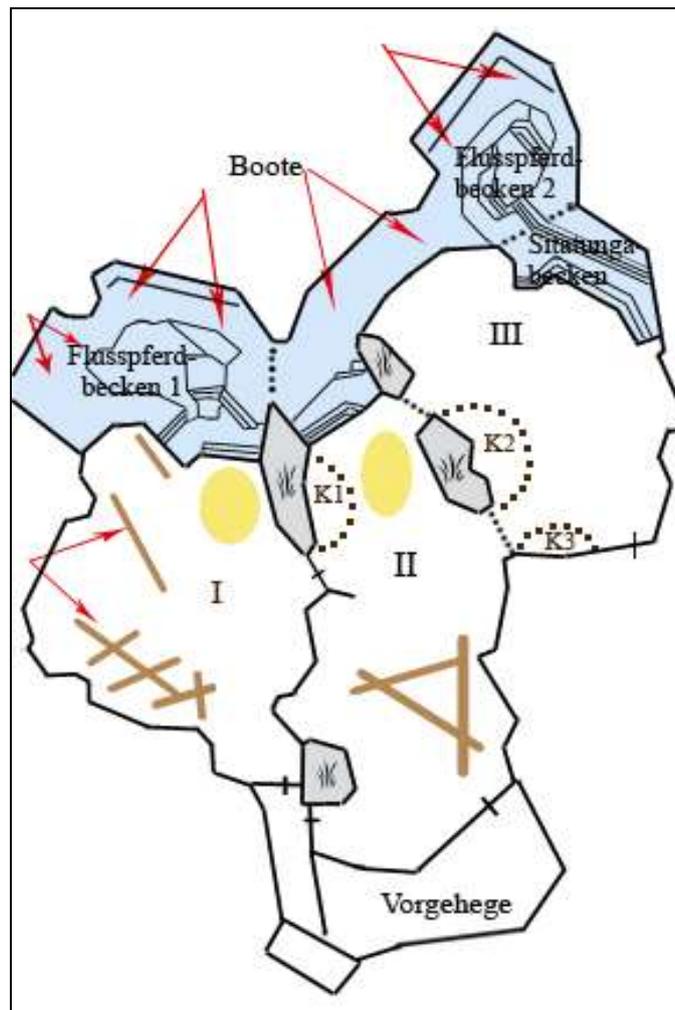


Abb. 2: Schematische Darstellung der Anlage „Feuchtsavanne“. Die Beobachtungspunkte für die Besucher mit den Blickwinkeln sind mit den roten Pfeilen markiert; die drei Teile der Anlage sind mit I, II und III durchnummeriert. Die „Käfige“ sind mit dunkelbraunen Punkten und dem Buchstabe „K“ markiert. Die Beete sind als graue Flächen dargestellt. Die Sandflächen sind hellgelb. Die Baustämme sind mit hellbraunen Linien gezeichnet (nach Google Earth – Luftbild, verändert).

Der wichtigste Beobachtungspunkt befand sich auf einem Hügel von der östlichen Seite (Abb.1 und 3). Alle drei Teile der Anlage und das Becken außer wenigen kleinen Flächen waren von diesem Beobachtungspunkt (als Beobachtungspunkt 1 auf dem Abb.3 beschrieben) gut überschaubar. Die vom Punkt 1 nicht einsehbaren Flächen konnten von den zusätzlichen Beobachtungspunkten 2 und 3 überblickt werden.

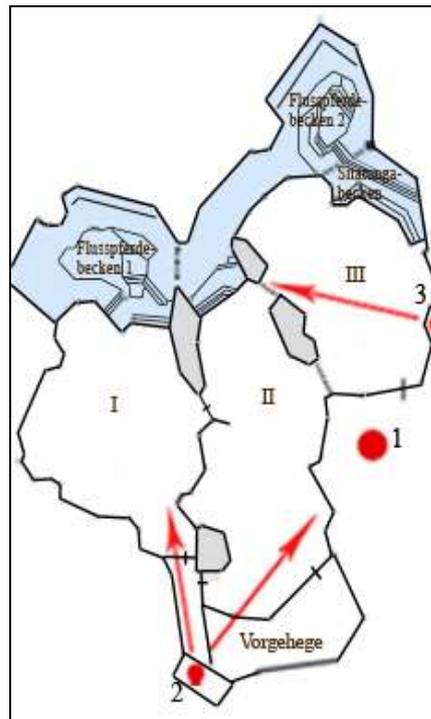


Abb. 3: Drei Beobachtungspunkte mit den Blickwinkeln; mit den roten Pfeilen wurde auf die Flächen gezeigt, die vom Hauptbeobachtungspunkt 1 nicht überschaubar waren (nach Google Earth – Luftbild, verändert).

2.2 Beschreibung der Tiergemeinschaft

2.2.1 Tierarten

Die auf der Anlage „Feuchtsavanne“ gegründete Tiergemeinschaft bestand aus zwölf Individuen, die zu folgenden drei Tierarten gehören: Flusspferd (*Hippopotamus amphibius*) (ein Männchen, vier Weibchen), Sitatunga (*Tragelaphus spekei gratus*) (1,4) und Sattelstorch (*Ephippiorhynchus senegalensis*) (1,1). Die Morphologie, Systematik, Verbreitungsareale und Sozialverhalten der oben genannten Tierarten wurden in der Einleitung beschrieben. Alle Flusspferde und Sitatunga wurden in Gefangenschaft geboren (Tab.1).

Die Freianlage war schon vor der Beginn der Beobachtung allen Tieren bekannt. Jede Art wurde separat von den Individuen einer anderen Art im Herbst 2006 mit der Anlage bekanntgemacht. Die Sitatunga und die Sattelstörche kannten sich schon visuell vor der Zusammensetzung auf der Anlage am 05.04.07, da die inneren Ställe der Tiere sich gegenüber voneinander befinden.

Alle Tiere dieser Tiergemeinschaft waren zum Beginn der Beobachtungen theoretisch geschlechtsreif. Das jüngste Flusspferd Asita war dreieinhalb Jahre alt.

Aus der Literatur ist es bekannt, dass Flusspferde die Geschlechtsreife in Gefangenschaft viel früher als in der Wildbahn erreichen. Laut DITTRICH (1976) können die Flusspferde schon ab einem Alter von über zwei Jahren geschlechtsreif sein. Allerdings kann die Geschlechtsreife der Flusspferde in der Gefangenschaft auch ziemlich spät erreicht werden, mit acht Jahren. Die Kontrolle der Geburtenrate von Flusspferden erfolgte durch hormonelle Präparate (Verhütung).

Das jüngste Tier in der Antilopengruppe war der Bock. Wie aus der Tab. 1 zu entnehmen ist, war er zum Beginn der Beobachtung ein Jahr und zwei Monate alt. DENSMORE (1980) und VON JIRI (1994) behaupten, dass Sitatunga in der Gefangenschaft schon nach dem ersten Lebensjahr die Geschlechtsreife erreichen. Es ist somit anzunehmen, dass der Bock zum Beginn der Beobachtung geschlechtsreif war. Das Tier war aber ziemlich klein für sein Alter. Außerdem war das Tier während der ganzen Beobachtungszeit äußerst schreckhaft und geriet leicht in Panik.

Tab. 1: Kenndaten der Tiere in der untersuchten Tiergemeinschaft. Das Geschlecht, der Name, das Geburtsdatum, der Herkunftsort und das Ankunftsdatum wurden in der Tabelle angegeben. Die Daten wurden von der Zooverwaltung zur Verfügung gestellt. Die in der Arbeit angewendete Nummerierung der Tiere ist ebenso aus der Tabelle zu entnehmen.

Nr.	Art	Sex	Name	Nr. ULB	Nr. in der Arbeit	Herkunftsort	Geburtsdatum	Ankunftsdatum	Bemerkung.
1	<i>Hippopotamus amphibius</i>	m	Ernie	145	FM	Karlsruhe	31.03.1970	28.01.1971	
2		f	Rosl	146	FW1	Karlsruhe	28.12.1958	14.05.1981	Möglicherw. Mutter von Ernie
3		f	Asita	1363	FW2	Basel/CH	12.10.2003	13.06.2006	geb. in Antwerpen
4		f	Suze	1311	FW3	Emmen/NL	30.09.1986	28.09.2006	geb. in Zürich
5		f	Lisa	1312	FW4	Emmen/NL	16.11.1986	28.09.2006	
6	<i>Tragelaphus spekei</i>	f	Elise	185	SW1	Gelsenkirchen	17.02.1998	-	
7		f	Minnie Maus	190	SW2	Gelsenkirchen	22.09.2002	-	
8		f	Ebony	738	SW3	Gelsenkirchen	15.11.2003	-	
9		f	Rina	1308	SW4	Köln	2005	18.07.2006	
10		m	-	1307	SM	Mulhouse	01.01.2006	18.07.2006	
11	<i>Ephippiorhynchus senegalensis</i>	m	-	-		Handel	unbekannt	16.01.2006	
12		f	-	-		Handel	unbekannt	16.01.2006	

Die zwei Weibchen SW1 (Elise) und SW2 (Minnie Maus) sind nah miteinander verwandt, denn sie haben das gleiche Muttertier. Das andere Weibchen SW3 (Ebony) ist zwar nicht so nah, aber auch mit den SW1 und SW2 verwandt. Die Tiere SW4 (Rina) und SM (Bock) sind weder miteinander noch mit den anderen Antilopen in der Gruppe verwandt. Der Bock ist aufgrund der Tatsache, dass dessen Vorfahren 1946 aus dem (damaligen) Belgisch Kongo importiert wurden, für die Zucht wichtig. Ein Merkmal der Geschlechtsreife bei den Sattelstörchen ist der Unterschied der Irisfarbe: das geschlechtsreife Männchen hat eine braune Iris, das Weibchen dagegen eine gelbe. Der Unterschied an der Irisfarbe war deutlich bei den zwei Sattelstörchen zu erkennen.

2.2.2 Zusammensetzung der Tiergemeinschaft während der Beobachtungszeit

Die Zusammensetzung der Tiergemeinschaft und damit die Zahl der zu beobachteten Tiere auf der Anlage war während der Beobachtungszeit vom 05.04.07 bis zum 31.08.07 nicht immer gleich. Am 05.04.07 wurden die Sitatunga und die Sattelstörche zum ersten Mal auf die Teile II und III der Anlage zusammen herausgelassen. Die Flusspferde waren zwar auch auf der Anlage, befanden sich aber auf dem ersten Teil der Anlage, der von dem restlichen Teil der Anlage durch das Tor getrennt war. Das Wassertor zwischen dem ersten und zweiten Flusspferdbecken war auch geschlossen. Die Tore wurden erst am 29.04.07 geöffnet. Da es dem jüngsten Flusspferdweibchen FW2 (Asita) am 03.05.07 gelungen war, zwischen zwei Pfählen in das Sitatungabecken durchzukommen und damit auch auf das Sitatungehege (Teil III) zu laufen, wurden die Flusspferde eine Zeit lang (bis 17.06.07) wieder auf dem ersten Teil der Anlage von den Sitatunga und den Sattelstörchen getrennt gehalten. Die Flusspferde bildeten somit eine Tiergemeinschaft mit den Sitatunga und den Sattelstörchen nur in der Zeit vom 29.04.07 – 03.05.07 und 17.06.07 – 31.08.07 (Tab.2).

Die Flusspferdegruppe in der Tiergemeinschaft wurde aufgrund der unten genannten Ereignisse überwiegend von nur drei Weibchen (Lisa, Suze, Asita) repräsentiert. Das älteste Flusspferd in der Gruppe FW1(Rosl) wurde angesichts ihres relativ schlechten Gesundheitsstandes und damit verbundenen Schwierigkeiten bei der Überwindung der Strecke vom Flusspferdehaus bis zur Anlage nur an wenigen Tagen auf die

Anlage herausgelassen. Der Bulle (Ernie) verbrachte die Zeit vom 05.07.07 bis zum 28.08.07 im Flusspferdehaus zwecks Erholung, da er sich am 05.07.07 die Zunge ernsthaft verletzte.

Tab. 2: Die Zusammensetzung der Tiergemeinschaft während der Beobachtungszeit vom 05.04.07 bis 31.08.07.

Sitatunga+ Sattelstörche	Flusspferde + Sitatunga + Sattelstörche	Sitatunga+ Sattelstörche	Flusspferde + Sitatunga + Sattelstörche
05.04.07 – 28.04.07	29.04.07 – 03.05.07	04.05.07 – 16.06.07	17.06.07 – 31.08.07
	Alle Flusspferde sind auf der Anlage		mit Rosl: 17.06- 21.06, 29, 30.08; mit Ernie: 18.06- 05.07 und 29, 30.08; ohne Sattelstörche: 24.06

2.2.3 Fütterung

Der Fütterungszeitpunkt war ein sehr wichtiger Faktor, der das Verhalten und die Lokalisation der Tiere beeinflusste. Die Fütterung der Tiere erfolgte sowohl im Stall als auch auf der Anlage. Die Sitatunga bekamen morgens Stroh auf der Anlage. Am Anfang der Beobachtungszeit wurden die Antilopen zusätzlich mit Laub und Möhren gefüttert. Nachdem festgestellt worden war, dass die Antilopen Verdauungsprobleme bekamen, wurde dieses eiweißreiche Futter abgesetzt. Die Ration der Sitatunga während des Tages bestand hauptsächlich aus dem auf der Anlage wachsenden Gras. Abends nach dem Einsperren wurden die Antilopen im Stall noch mal gefüttert.

Die Ration der Sattelstörche bestand zum größten Teil aus Mäusen und Fischen. Die Fütterung der Sattelstörche auf der Anlage erfolgte meistens nachmittags. Die Flusspferde wurden gegen 15 Uhr auf der Anlage gefüttert, eventuell noch früh morgens, zwischen 9 und 10 Uhr. Die Morgenfütterung erfolgte sehr oft auch im Stall.

Die Diät der Flusspferde bestand aus Gras, Salatblättern, Äpfeln und aus getrocknetem Brot. Vor jeder Fütterung der Flusspferde wurde das Tor zwischen dem zweiten und dem dritten Teil der Anlage geschlossen, um den Zugang der Sitatunga zum Gras zu verhindern.

2.3 Beobachtungsmethoden und – zeitraum.

Der Beobachtungszeitraum vom 05.04.07 bis zum 31.08.07 umfasste 70 Beobachtungstage und etwa 295 Beobachtungsstunden. Die Tiere wurden jeden Tag vom Stall im Flusspferdehaus durch die Gänge, die zu der Anlage führen, zwischen 9 und 10 Uhr herausgelassen. Zur Übernachtung wurden die Tiere zwischen 16.30 und 17.30 Uhr in die Innenställe gebracht. An manchen warmen Tagen übernachteten die Flusspferde draußen auf der Anlage. Die Beobachtungsstunden lagen in der Regel zwischen 10 und 15 Uhr. Die Beobachtungen wurden an wenigen Tagen um zwei Stunden verschoben, um die Aktivitäten der Tiere in die späteren Stunden vor der Einsperrung zu registrieren.

Für die Beobachtung des Verhaltens der Tiere wurden die Fokus-, Scan und *Ad libitum* -Methode verwendet (MARTIN & BATESON 1986; NAGUIB 2006). Jeden Tag, zum Beginn der Beobachtung wurden Lufttemperatur und Stand des Wetters registriert.

Bei der Fokusbeobachtung wurden alle Verhaltensweisen eines ausgewählten Tieres fünf Minuten lang sekundengenau registriert. Die Reihenfolge der Tiere und der Tierarten während der Fokusbeobachtung wurde täglich nach einem rollenden System geändert, um zeitliche Einflüsse auf das Verhalten jedes Individuums auszuschließen.

Die Scan-Beobachtungen wurden alle zwanzig Minuten nach jeweils drei Fokusbeobachtungen durchgeführt. Es wurde jede Scan-Beobachtung innerhalb von fünf Minuten aufgenommen. Bei den Scan-Aufnahmen wurden die folgenden Informationen erfasst: die Positionen aller Tiere auf der Anlage, ihre momentane Verhaltensweisen, der nächste Nachbar zum jeweiligen Tier, sowie die Distanz zu diesem (Tab.3). Für die Ermittlung der Position der Tiere bei der Scan-Beobachtung wurde die Anlagenfläche in 25 m² große Quadrate aufgeteilt. Die Distanzen zwischen den Tieren wurden mit einer Genauigkeit von etwa 0,5 Metern notiert.

Das *Ad-libitum*-Verfahren kam sowohl bei der Registrierung der intra- und interspezifischen Interaktionen als auch der auffallenden oder seltenen (z. B. Baden beim Sattelstorch) Verhaltensweisen zur Anwendung. Die Registrierung der interspezifischen Interaktionen hatte die höchste Priorität bei der Beobachtung. Beim Auftreten der interspezifischen Interaktionen, wurden die Fokus-, bzw. Scan-Datenaufnahmen für die Zeit der Interaktion abgebrochen.

Tab. 3: Das Protokoll einer Scan- Beobachtung mit einigen Beispielen. Der Aufenthalt eines Tieres in einem der „Käfige“ ist mit „(k)“ fixiert.

Tierart	Tier	Position d. Tieres	Verhaltensweise	nächster Nachbar	Distanz zum n. Nachbarn (m)
Flusspferde	Rosl	B9	frisst	Ernie	5
	Lisa	H9	frisst	Minnie Maus	7
	Suze	G9	läuft	Asita	2
	Asita	G8	läuft	Suze	2
	Ernie	C10	steht	Rosl	5
Sitatunga	Elise	K9(k)	frisst	Rina	1
	Minnie Maus	J9(k)	sichert	Rina	1,5
	Ebony	M7	frisst	Sattelstorch ♂	8
	Rina	K9(k)	liegt	Bock	0
	Bock	K9(k)	schläft	Rina	0
Sattelstörche	Sattelstorch ♀	K8	steht	Elise	3
	Sattelstorch ♂	K8	sitzt	Sattelstorch ♀	3

2.4 Beobachtete Verhaltensweisen

Alle während der Beobachtungszeit aufgetretenen Verhaltensweisen der Tiere wurden registriert. Die Registrierung der Verhaltensweisen erfolgte entweder durch das Notieren der Dauer der jeweiligen Verhaltensweise oder der Häufigkeit des Auftretens während der Beobachtungszeit. Bei der Registrierung der meisten Verhaltensweisen wurde die Dauer der Verhaltensweise in Sekunden notiert (Tab.4). Bei den wenigen kurz dauernden und (oder) sich oft wiederholenden Verhaltensweisen, so wie das Sichern bei Sitatunga und Vokalisation bei den Flusspferden wurde dagegen die Häufigkeit dieses Verhaltens erfasst (Tab.5). Für die Vereinfachung der statistischen Auswertungen wurden die Verhaltensweisen zu Funktionsgruppen zusammengefasst, wie es in Tab. 4 angegeben ist. Unten in der Tabelle stehen Verhaltensweisen, die zu keiner der oben genannten Verhaltensgruppen eingeordnet wurden.

Es ist zu erwähnen, dass unter dem „Klappern“ bei den Sattelstörchen das Öffnen und nach wenigen Sekunden das geräuschlose Schließen des Schnabels gemeint wurde, das wie Gähnen aussah. Unter „Schwimmen“ ist bei den Flusspferden das Laufen am Grund des Beckens zu verstehen.

Tab. 4: Die beobachteten Verhaltensweisen und Gruppen von Verhaltensweisen. „+“ kennzeichnet die Tierart, bei der die entsprechende Verhaltensweise beobachtet wurde. Bei der Registrierung der in der Tabelle angegebenen Verhaltensweisen wurde die Dauer (in Sekunden) des Verhaltens notiert.

Verhaltensgruppe	Verhaltensweise	Flusspferd	Sitatunga	Sattelstorch
Nahrungsaufnahme	Fressen	+	+	+
	Trinken	+	+	+
	Bodenpicken			+
	Nahrungssuche			+
Ruheverhalten	Liegen	+	+	+
	Liegen im Wasser	+		
	Wiederkäuen		+	
	Liegen & Wiederkäuen		+	
	Schlafen		+	
	Sichdehnen		+	+
	Sitzen			+
	Stehen auf einem Bein			+
Körperpflege	Sichputzen		+	+
	Sichkratzen		+	+
Laufen	Laufen	+	+	+
	Laufen mit ausgebreiteten Flügeln			+
	Springen mit ausgebreiteten Flügeln			+
	Laufen im Wasser	+		+
Stehen	Stehen	+	+	+
	Stehen mit ausgebreiteten Flügeln			+
	Stehen im Wasser	+		+
Sexualverhalten	Paarungsverhalten		+	
	Genitalschnuffeln		+	
	Flehmen		+	
	Verfolgen		+	
Sonstiges intraspezifisches Verhalten	Sichreiben (an Artgenossen)		+	
	Groomen		+	
	Riechen (an Artgenossen)	+	+	
	Verdrängen (einen Artgenossen)		+	
	Spielen		+	
Baden				+
Objektmanipulation				+
Schwimmen		+		
Fliehen			+	
Laufspielen			+	
Bodenforkeln			+	
Sichreiben (an Gegenständen)			+	
Koten		+	+	
Urinieren			+	

Tab. 5: Die beobachteten Verhaltensweisen, bei der deren Registrierung die Häufigkeit des Verhaltens erfasst wurde. „+“ kennzeichnet die Tierart, bei der die entsprechende Verhaltensweise beobachtet wurde.

Verhaltensweise	Flusspferd	Sitatunga	Sattelstorch
Sichern		+	
Vokalisieren	+		
Drohen			+
Angreifen			+
angegriffen werden		+	
Gähnen	+		
Markieren	+		
Schwanzwedeln	+		
Koten			+
„Klappern“			+

2.5 Statistische Auswertungen

Für die statistischen Auswertungen der erhaltenen Daten kamen die Programme Microsoft Office Excel 2003 und Sigma Plot 2001 zur Anwendung. Als signifikant galten Testergebnisse mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5%. Ob ein- oder zweiseitig getestet wurde, wurde in jedem Kapitel separat erwähnt.

2.5.1 Auswertung der beobachteten Verhaltensweisen

Die relative Dauer der beobachteten Verhaltensweisen bzw. Gruppen von Verhaltensweisen jeder Tierart wurde für jede der vier Wochen der Beobachtungszeit berechnet. Die Ergebnisse wurden in Form von Balkendiagrammen dargestellt. Für die Analyse der zeitlichen Veränderungen der grundlegenden Verhaltensweisen (das Ruheverhalten bei den Sattelstörchen, das Ruheverhalten und das Schwimmen bei den Flusspferden und das Ruhe- und Fressverhalten bei den Sitatunga) wurden tagesweise Punktdiagramme mit Regressionsgraden erstellt. Für die Analyse der zeitlichen Veränderung der Dauer der jeweiligen Verhaltensweise kam Spearmans Rangkorrelationskoeffizient (r_s) zur Anwendung. Es wurde einseitig getestet. Die Schranken für Spearmans Rangkorrelationskoeffizient (r_s) waren aus ZAR (1999) übernommen.

Um zeitliche Einflüsse auf das Verhalten der Tiere bei den Auswertungen auszuschließen, wurde darauf geachtet, dass die Beobachtungen annähernd in der gleichen Tageszeit gemacht wurden und ungefähr gleich lang gedauert haben, wie es im Kapitel II.3 beschrieben wurde. Aus diesem Grund wurden die Beobachtungen an den Tagen 19.04. (Beobachtungszeit von 12:30 bis 15:40), 30.04. (10:45-12:45) und 21.06. (14:05-15:25) bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

In die Auswertung der Verhaltensweisen von Sitatunga, deren Häufigkeit gezählt wurde, gehört die zentrale Position der Häufigkeit des Sicherns. Für die Analyse der Häufigkeit des Sicherns wurde erst die gesamte Fressdauer an dem jeweiligen Tag ermittelt und dann die Häufigkeit des Sicherns pro Minute an dem Tag berechnet. Die Häufigkeit des Sicherns (pro Minute der Fressenszeit) auf Teil III der Anlage (unzugängliche Flächen für Flusspferde) wurde mit der entsprechenden Häufigkeit auf die gemeinsamen Flächen mit den Flusspferden (Teile I und II der Anlage) an dem jeweiligen Tag verglichen. Die Werte von 14 Beobachtungstagen kamen zur Auswertung. Hier kamen allerdings nur die Tage zur Auswertung, an denen die Flusspferde mit den Sitatunga und den Sattelstörchen auf der Anlage zusammen waren und nicht durch das Tor auf dem Teil I der Anlage abgesperrt wurden. Zur Anwendung kam der Wilcoxon-Vorzeichenrangtest. Es wurde zweiseitig getestet. Die zeitlichen Veränderungen in der Häufigkeit des Sicherns wurden, wie in allen ähnlichen Fällen, mit Spearmans Rangkorrelationskoeffizienten (r_s) überprüft.

2.5.2 Analyse der Nachbarschaftsverhältnisse zwischen den Tierarten

Die Auswertung der Nachbarschaftsverhältnisse und Distanzen während der Beobachtungszeit von 11.04. bis 31.08. wurde für die Sitatunga und Sattelstörche graphisch dargestellt. Da die Flusspferde sich zum größten Teil der beobachteten Zeit im Wasser befanden, war die Feststellung der Nachbarschaft und insbesondere der Distanzen sehr erschwert. Die ausgewerteten Daten für die Sitatunga und Sattelstörche geben die Informationen auch über die Flusspferde wieder. Es ist zu beachten, dass im Zeitraum bis 29.04. und vom 04.05. bis zum 17.06. die Flusspferde nicht beobachtet wurden, da sie von den anderen Tierarten getrennt gehalten wurden (s. Kapitel II.2.2).

Da davon ausgegangen wurde, dass die Daten nicht normal verteilt sind, wurden für diese Auswertung der Median und die Quantile berechnet. Die graphische Darstellung erfolgte in Form von Boxplots.

Für die Analyse der zeitlichen Veränderungen kamen die relativen Daten für jeden Tag zur Anwendung. Die relativen Nachbarschaftsanteile jeder Gruppe wurden für jeden Tag von der Gesamtzahl der Sichtungen errechnet. Die durchschnittlichen Distanzen wurden ebenfalls für jeden Beobachtungstag und jede Nachbarschaftskategorie berechnet. Die Signifikanz der zeitlichen Veränderungen der Nachbarschaftsverhältnisse und der Distanzen zwischen zwei Nachbarn wurden, wie bei der Auswertung der Verhaltensweisen, mit Hilfe von Spearmans Rangkorrelationskoeffizienten (r_s) überprüft. Aufgrund der hohen Zahl der gleichen Werte kam der Spearmans Rangkorrelationskoeffizient bei Bindungen (r_s) zur Anwendung (SACHS 2004). Es wurde einseitig getestet. Die Ergebnisse über die zeitlichen Veränderungen der oben genannten Parameter wurden in Form von Punktdiagrammen mit Regressionslinien präsentiert. Um die Ergebnisse übersichtlicher darzustellen, wurden auf den Grafen nicht die einzelnen Werte (für jeden Beobachtungstag) dargestellt, sondern nur die Regressionslinien.

2.5.3 Analyse der Raumnutzung

Die Informationen über die Raumnutzung des Anlageterritoriums von den Vertretern aller Tierarten stellen einen wichtigen Auswertungspunkt sowohl für die Analyse der intraspezifischen Eignung als auch für die Untersuchung der Aufenthaltspräferenzen der Tiere auf der Anlage dar.

Der erste Schritt in der Analyse der Raumnutzung war die Untersuchung der Aufenthaltspräferenzen der Tiere. Für die Auswertung der Raumnutzung wurden die Daten der Scan- Datenaufnahmen während des Beobachtungsintervalles von 05.04. bis 31.08. zusammengefasst und analysiert. Die relative Anzahl an Sichtungen der Tiere jeder Tierart wurde für jedes Quadrat über die gesamte Beobachtungszeit und wochenweise berechnet. Auch die durch das *Ad libitum*-Verfahren registrierten Daten wurden bei der Auswertung der Raumnutzung zusätzlich berücksichtigt.

Im Fall der Flusspferde wird unter der Raumnutzung lediglich die Nutzung von Landflächen gemeint. Die Nutzung der Wasserflächen wurde zwar auch nach Möglichkeit registriert und auf den Abbildungen dargestellt, ist aber aufgrund der

erschweren und nicht immer möglichen Lokalisation der Tiere im Wasser nicht vollständig und daher für die Auswertung nicht geeignet.

Die Analyse der Liegeplätze von Siatunga und Flusspferden hinsichtlich der Bodentypen (für Flusspferde) und Besonderheiten der Gestaltung der Anlage (für Siatunga) wurden untersucht. Die Stichproben wurden mit dem Mann Whitney U-Test zweiseitig getestet. Die Approximation wurde nach SACHS (2004) berechnet.

Der nächste Schritt in der Analyse der Raumnutzung war die Ermittlung der Größe der von den Tieren genutzten Flächen. Für die Berechnung dieser Flächen wurden die von der Tierart besuchten Quadrate an dem jeweiligen Tag miteinander verbunden. Es wurden die Mauern zwischen den Anlageteilen und die unzugänglichen Bereiche berücksichtigt. Die Größe dieser von der jeweiligen Tierart benutzten Fläche wurde durch die Summierung der Quadrate ermittelt. Es wurde berücksichtigt, dass aufgrund der unlinearen Form der Anlage nicht alle Quadrate vollständig sind (d. h. 25 m^2 groß sind).

Für die statistische Auswertung wurde die relative Größe der genutzten Flächen für jede Tierart berechnet. Da die Zahl der Tiere jeder Tierart während der Beobachtungszeit nicht immer gleich war, wurden die durchschnittlichen Flächen für jeweils ein Tier jeder Tierart berechnet. Diese Auswertung wurde separat für folgende zwei Zeitintervallen durchgeführt: 29.04.-16.06. (Kohaltung von Siatunga und Sattelstörchen; die Flusspferde sind auf dem ersten Teil der Anlage gesperrt) und 17.06.-31.08. (Kohaltung von Siatunga, Sattelstörchen und Flusspferden; der erste Teil der Anlage ist für die Tiere zugänglich). Die Signifikanz der zeitlichen Veränderungen in der Raumnutzung wurde mit der Hilfe von Spearmans Rangkorrelationskoeffizient einseitig getestet. Diese Ergebnisse wurden in Form von Punktdiagrammen mit Regressionslinien präsentiert. Für die Daten aus den jeweiligen Zeitabschnitten wurde der Median der Werte berechnet und in Form von Boxplots graphisch dargestellt.

Für die Ermittlung des Nutzungsgrades der gemeinsam mit den Flusspferden genutzten Flächen wurden die absoluten Größen der genutzten Flächen für Siatunga und Sattelstörche vor und nach der Öffnung des Tores verglichen. Für die graphische Darstellung wurde der Median der entsprechenden Werte gebildet. Die zwei Stichproben bilden die absoluten Größen der von Siatunga und Sattelstörchen genutzten Flächen in zwei Zeitintervallen: 29.04.-16.06. und 17.06.-31.08. Für die Analyse wurde der U-Test nach Mann und Whitney angewendet. Die Approximation

wurde nach der im Kapitel II.5.3 angegebenen Formel berechnet. Als Fehlermaß wurde der Standardfehler berechnet. Zusätzlich wurde die relative Häufigkeit der Sichtungen von Sitatunga bzw. Sattelstörchen auf den gemeinsam mit den Flusspferden genutzten Flächen (Teil I und II der Anlage) und die entsprechenden Werte auf dem dritten Teil der Anlage mit den Erwartungswerten verglichen. Als Erwartungswert trat die relative Größe der entsprechenden Fläche auf. Für den Vergleich zweier Stichproben wurde U-Test nach Mann und Whitney angewendet.

2.5.4 Auswertung der Interaktionen

Alle inter- und intraspezifischen Interaktionen wurden während des gesamten Beobachtungszeitraums registriert. Die beobachteten intraspezifischen Interaktionen wurden in drei Kategorien aufgeteilt: soziopositive (Groomen, Spielen, sexuales Verhalten), agonistische (Angreifen, Drohen, Fliehen usw.) und neutrale (Ignorieren, Annähern) Interaktionen. Innerhalb der agonistischen Interaktionen wurde zwischen dem aggressiven und defensiven Verhalten unterschieden. Unter dem aggressiven Verhalten wurden folgende Verhaltensweisen verstanden: Drohen, Angreifen, Kämpfen usw. Defensives Verhalten beinhaltete Unterwerfen, Ausweichen, Zurücktreten, Fliehen usw. Jede Interaktion bestand in der Regel aus zwei verschiedenen Komponenten: der Aktion eines Initiators und der Reaktion eines Adressaten. Die relativen Zahlen der Interaktionen wurden in Form von Soziogrammen dargestellt. Es wurden auch die individuellen Unterschiede jedes Tieres in der Aktivität der interspezifischen Interaktionen besprochen.

3 Ergebnisse

3.1 Auswertung der beobachteten Verhaltensweisen

Die relative Dauer aller beobachteten Verhaltensweisen jeder Tierart während der Beobachtungszeit wurde in Form von Balkendiagrammen (4, 9 und 12) und Tabellen (6 bis 9) dargestellt.

Die Verhaltensweisen, die einen geringen Anteil an der gesamten Beobachtungszeit hatten, wurden zur Gruppe „sonstiges“ zusammengefasst. Die relative Dauer der Verhaltensweisen der Gruppe „sonstiges“ ist im Anhang (Tab.1 und 2) zu finden.

Wie die Abb. 4 und die Tab. 6 zeigen, sind das Ruheverhalten und die Nahrungsaufnahme zwei grundlegende Verhaltensweisen bei *Sitatunga*, deren Dauer über 80 % der gesamten Beobachtungszeit in allen vier Zeitintervallen liegt.

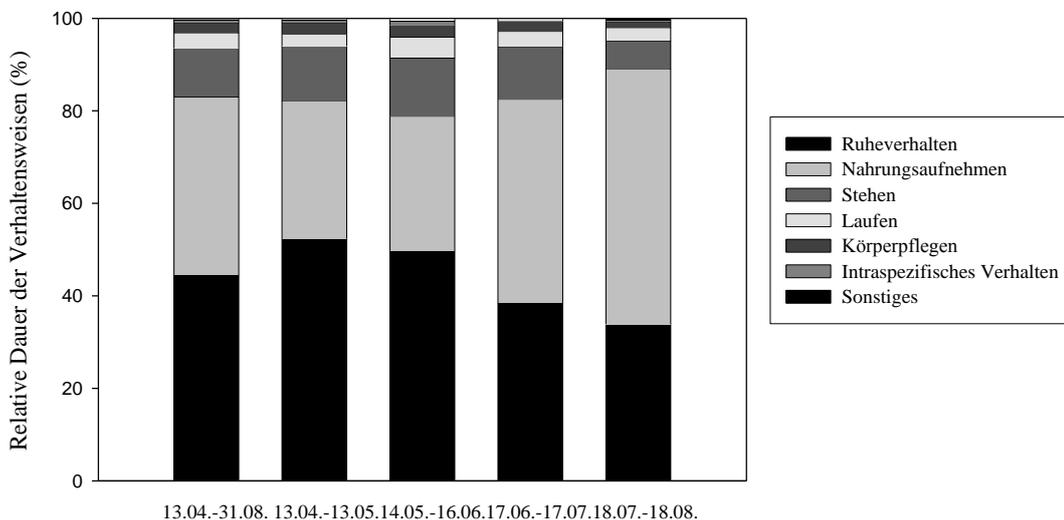


Abb. 4: Die relative Dauer der beobachteten Verhaltensweisen bei *Sitatunga* in den entsprechenden Zeitintervallen. Die gesamte Beobachtungszeit umfasst vier Monate und zwei Wochen. Die relative Dauer der Verhaltensweisen jedes Monats wurde in je einem Balken dargestellt. Die letzten 13 Tage (vom 18.08. bis 31.08.) der Beobachtungszeit wurden auf dem Diagramm im ersten Balken „13.04.-31.08.“ mitberücksichtigt. Die einzelnen Verhaltensweisen wurden laut Tab. 4 (s. Kapitel II.4) zu den Funktionsgruppen zusammengefasst und sind in der Legende zu sehen. Die Gruppe „sonstiges“ umfasst folgende Verhaltensweisen: Fliehen, Laufspielen, Bodenforkeln, Sichreiben (an Gegenstände), Koten und Urinieren (Tab.4).

Die restlichen 20 % der Beobachtungszeit verteilen sich auf die folgenden Verhaltensweisen bzw. die Gruppen von Verhaltensweisen: Stehen, Laufen, Körperpflegen, intraspezifischem Verhalten und sonstigen Verhaltensweisen.

Tab. 6: Die relative Dauer der beobachteten Verhaltensweisen bei Sitatunga in den entsprechenden Zeitintervallen.

Zeitintervall \ Verhaltensweisen	Allgemein (%)	13.04.-13.05. (%)	14.05.-16.06. (%)	17.06.-17.07. (%)	18.07.-18.08. (%)
Ruheverhalten	44,46	52,33	49,70	38,48	33,88
Nahrungsaufnahme	38,53	29,90	29,14	44,05	55,26
Stehen	10,55	11,76	12,56	11,36	6,00
Laufen	3,36	2,61	4,53	3,29	2,86
Körperpflege	2,20	2,49	2,60	2,23	1,34
Intraspezifisches Verhalten	0,54	0,48	0,84	0,47	0,41
Sonstiges	0,36	0,44	0,63	0,13	0,26

Das intraspezifische Verhalten bei Sitatunga beinhaltet auch das Sexualverhalten des Bocks (während der Beobachtungszeit zeigte nur der Bock die Anzeichen von Sexualverhalten). Im Durchschnitt lag die Dauer der Interaktionen zwischen den Sitatunga bei 0,54 % der gesamten Beobachtungszeit. Das Groomen belief sich auf 59 % davon, die Dauer des Sexualverhaltens betrug 34 % der gesamten Zeit der Interaktionen zwischen den Antilopen. Die anderen Interaktionen in der Sitatunga-Gruppe fanden relativ selten statt und waren von kurzer Dauer (Tab.7).

Tab. 7: Die relative Dauer der einzelnen Verhaltensweisen innerhalb der Gruppe des intraspezifischen Verhaltens bei Sitatunga in den entsprechenden Zeitintervallen.

Gruppen der interspezifischen Verhaltensweisen	Verhaltensweisen	Allgemein (%)	13.04.-13.05. (%)	14.05.-16.06. (%)	17.06.-17.07. (%)	18.07.-18.08. (%)
Sexualverhalten	Paarungsverhalten	13,72	37,40	4,85	14,84	0,00
	Genitalschnuffeln	13,52	7,15	14,08	14,84	22,92
	Flehmen	3,71	1,78	0,97	0,99	8,33
	Verfolgen	2,96	0,00	0,00	13,84	0,00
	Insgesamt	33,91	46,33	19,9	44,51	31,25
Sonstiges intraspezifisches Verhalten	Sichreiben (an Artgenossen)	2,96	4,47	2,91	0,99	4,17
	Groomen	58,70	37,57	75,24	50,55	64,58
	Riechen (an Artgenossen)	3,59	11,63	0,00	3,96	0,00
	Verdrängen (einen Artgenossen)	0,42	0,00	0,97	0,00	0,00
	Spielen	0,42	0,00	0,97	0,00	0,00

Die Häufigkeit des Sicherns bei den Sitatunga ist ein wichtiger Parameter, der das Wohlfühlen der Tiere auf der Anlage charakterisiert. Es wurde festgestellt, dass die Sitatunga signifikant häufiger auf den mit den Flusspferden gemeinsamen Flächen sichern als auf den Flächen, die für Flusspferde unzugänglich waren ($T=9$, zweiseitig, $p<0,05$) (Abb.5). Die zur Auswertung geeigneten Beobachtungstage wurden chronologisch auf der X-Achse dargestellt.

Die relative Dauer des Fressverhaltens bei den Siatunga ist in der Beobachtungszeit vom 13.04. bis 31.08. signifikant gestiegen, hingegen ist die relative Dauer des Ruheverhaltens signifikant kürzer geworden (Abb. 7 und 8).

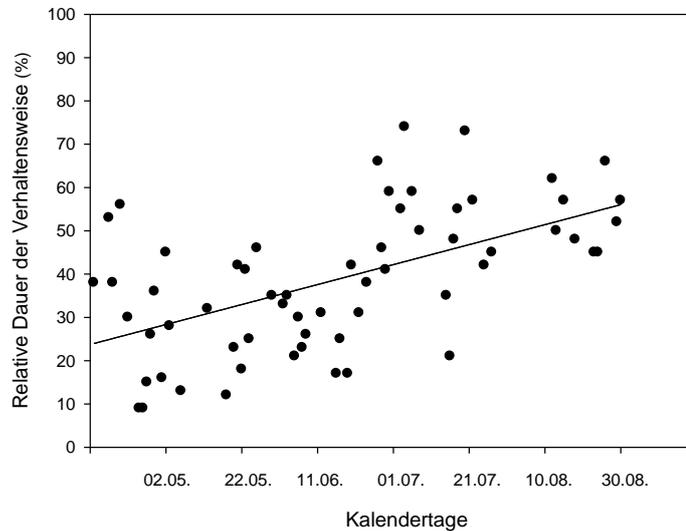


Abb. 7: Die relative Dauer des Fressverhaltens bei Siatunga während der Beobachtungszeit vom 13.04. bis 31.08.07 ($r_s = +0,584$, $p < 0,05$, einseitig).

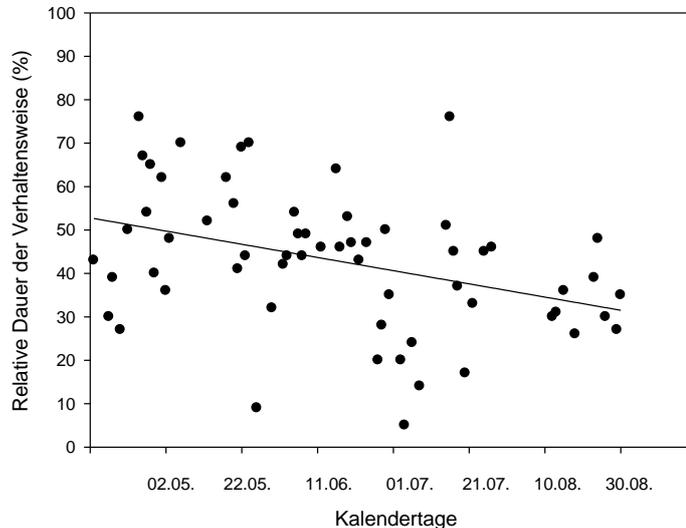


Abb. 8: Die relative Dauer des Ruheverhaltens bei Siatunga während der Beobachtungszeit vom 13.04. bis 31.08.07 ($r_s = -0,407$, $p < 0,05$, einseitig).

Eine der grundlegenden Verhaltensweisen bei den Sattelstörchen war das Ruheverhalten, dessen relative Dauer bei 40 % der gesamten Beobachtungszeit lag (Abb.9). Die relative Dauer der Körperpflege betrug durchschnittlich etwa 18 % der Beobachtungszeit (Tab.8). Das Baden wurde nur an den wenigen heißen Tagen beobachtet. Die anderen bei den Sattelstörchen beobachteten Verhaltensweisen

waren Laufen, Stehen, Nahrungssuchen und Objektmanipulation. Bei der Objektmanipulation handelt es sich um das Aufheben und In-die-Luft-Werfen unterschiedlicher Objekte (hauptsächlich Äste und Zweige). Diese Verhaltensweise wurde sowohl in der Anwesenheit als auch ohne Mitbewohner anderer Arten in der Nähe beobachtet.

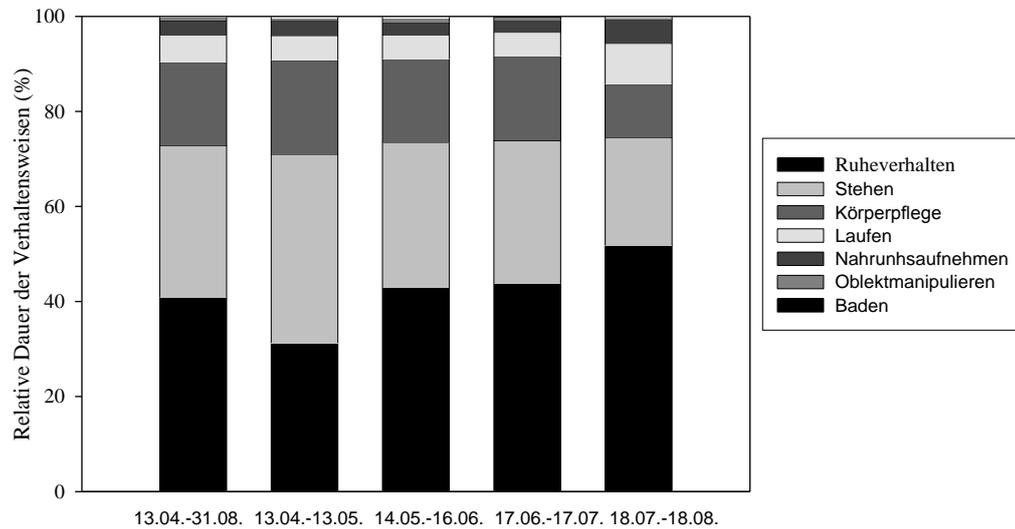


Abb. 9: Die relative Dauer der beobachteten Verhaltensweisen bei den Sattelstörchen in den entsprechenden Zeitintervallen. Die gesamte Beobachtungszeit umfasst vier Monate und zwei Wochen. Die relative Dauer der Verhaltensweisen jedes Monats wurde in je einem Balken dargestellt. Die letzten 13 Tage (vom 18.08. bis 31.08.) der Beobachtungszeit wurden auf dem Diagramm im ersten Balken „13.04.-31.08.“ mitberücksichtigt. Die einzelnen Verhaltensweisen wurden laut Tab. 4 (s. Kapitel II.4) zu den Funktionsgruppen zusammengefasst und sind in der Legende zu sehen.

Tab. 8: Die relative Dauer der beobachteten Verhaltensweisen bei den Sattelstörchen in den entsprechenden Zeitintervallen.

Zeitintervall \ Verhaltensweisen	Allgemein (%)	13.04.-13.05. (%)	14.05.-16.06. (%)	17.06.-17.07. (%)	18.07.-18.08. (%)
Ruheverhalten	40,84	31,31	42,80	43,71	51,83
Stehen	31,97	39,67	30,62	30,13	22,70
Körperpflege	17,55	19,78	17,58	17,77	11,20
Laufen	5,70	5,21	5,08	5,04	8,60
Nahrungsaufnahme	3,03	3,16	2,63	2,55	5,12
Objektmanipulation	0,88	0,86	1,29	0,67	0,55
Baden	0,02	0,00	0,00	0,10	0,00

Die Analyse der zeitlichen Veränderungen der Dauer des Ruhe- und des Körperpflegeverhalten der Sattelstörche wurde ebenfalls durchgeführt. Die relative Dauer des Ruheverhaltens bei den Sattelstörchen ist während der Beobachtungszeit vom 13.04. bis 31.08. signifikant gestiegen (Abb.10).

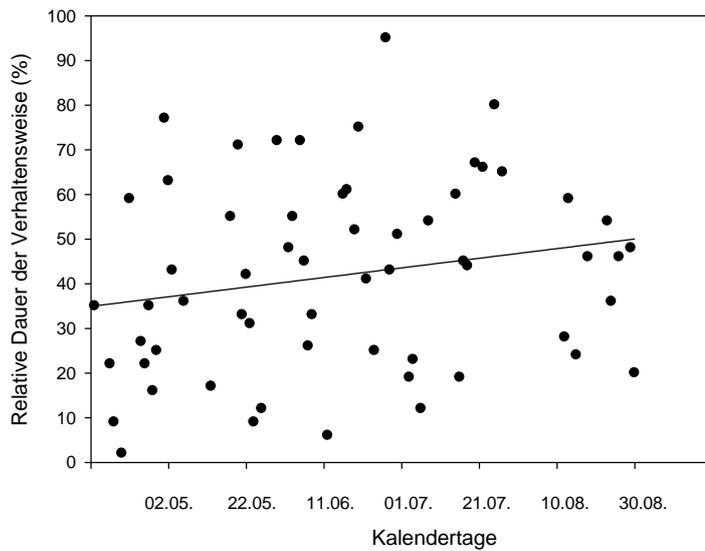


Abb. 10: Die relative Dauer des Ruheverhaltens bei den Sattelstörchen während der Beobachtungszeit vom 13.04. bis 31.08.07 ($r_s = +0,231$, $p < 0,05$, einseitig).

Bei der Analyse der zeitlichen Veränderungen der Dauer des Körperpflegeverhaltens der Sattelstörche wurden keine signifikante Unterschiede während der gesamten Beobachtungszeit festgestellt (Abb.11).

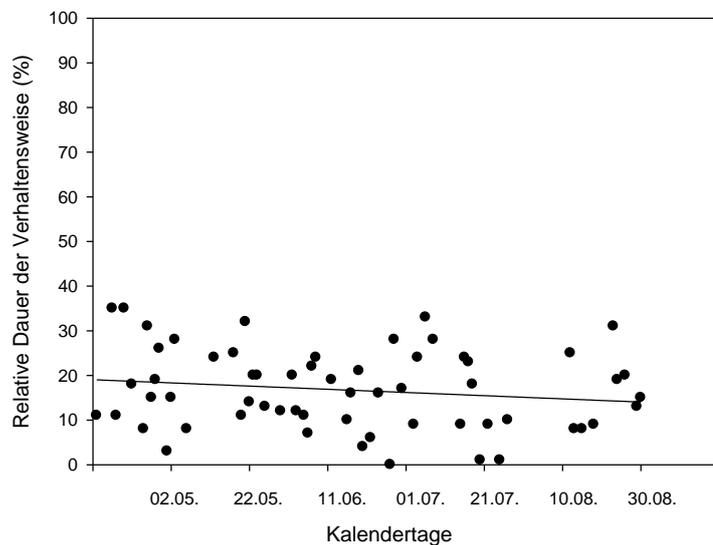


Abb. 11: Die relative Dauer des Körperpflegeverhaltens bei den Sattelstörchen während der Beobachtungszeit vom 13.04. bis 31.08.07 ($r_s = -0,178$, $p > 0,05$, einseitig).

Das Verhalten der Flusspferde auf der Anlage wurde nur mit wenigen Verhaltensweisen bzw. Verhaltensweisengruppen präsentiert (Abb.12). Das Schwimmen und das Liegen waren die bedeutendste Verhaltensweisen bei den Flusspferden, deren relative Dauer bei etwa 80 % der gesamten Beobachtungszeit in

allen Zeitintervallen lag (Tab. 9). Das erste Zeitintervall umfasst die Zeit vom 29.04. bis 03.05. mit nur fünf Beobachtungstagen und kann deswegen nicht gleichberechtigt mit den anderen zwei Zeitintervallen verglichen werden. Der Balken dient nur der oberflächigen Vorstellung des Verhaltens von Flusspferden in den ersten Tagen der Kohaltung.

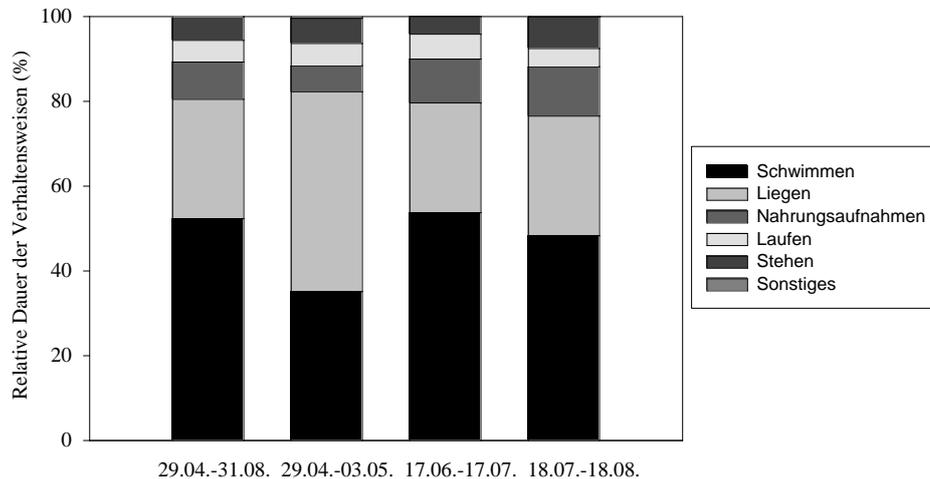


Abb. 12: Die relative Dauer der beobachteten Verhaltensweisen bei den Flusspferden in den entsprechenden Zeitintervallen. Die letzten 13 Tage (vom 18.08. bis 31.08.) der Beobachtungszeit wurden auf dem Diagramm im ersten Balken „29.04.-31.08.“ mitberücksichtigt. Die einzelnen Verhaltensweisen wurden laut Tab. 4 (s. Kapitel II.4) zu den Funktionsgruppen zusammengefasst und sind in der Legende zu sehen. Die Gruppe „sonstiges“ umfasst solche Verhaltensweisen wie Riechen (an einem Artgenossen und Markierung) und Koten (Tab. 4).

Tab. 9: Die relative Dauer der beobachteten Verhaltensweisen bei den Flusspferden in den entsprechenden Zeitintervallen.

Zeitintervall \ Verhaltensweisen	Allgemein (%)	29.04.-3.05. (%)	17.06.-17.07. (%)	18.07.-18.08. (%)
Schwimmen	52,32	35,11	53,73	48,31
Liegen	28,14	47,13	25,87	28,20
Nahrungsaufnahme	8,81	6,13	10,35	11,64
Laufen	5,11	5,25	5,89	4,31
Stehen	5,53	5,96	4,16	7,49
Sonstiges	0,09	0,43	0,00	0,05

Unter dem Begriff „Schwimmen“ bei den Flusspferden wurde der Aufenthalt von Flusspferden im Wasser gemeint, währenddessen die Tiere untergetaucht waren. Das Liegen oder das Stehen im Wasser wurde den entsprechenden Verhaltensweisengruppen „Liegen“ oder „Stehen“ zugeordnet.

Da die Flusspferde in dem Zeitabschnitt vom 03.05. bis 16.06. von den Sitatunga und den Sattelstörchen getrennt gehalten wurden, wurden sie in diesem Zeitintervall nicht beobachtet (s. Kapitel II.2.2).

Es zeigte sich signifikante Steigerung des Schwimmverhaltens in der Beobachtungszeit (Abb.13), während die Dauer des Ruheverhaltens dagegen signifikant gesunken ist (Abb.14).

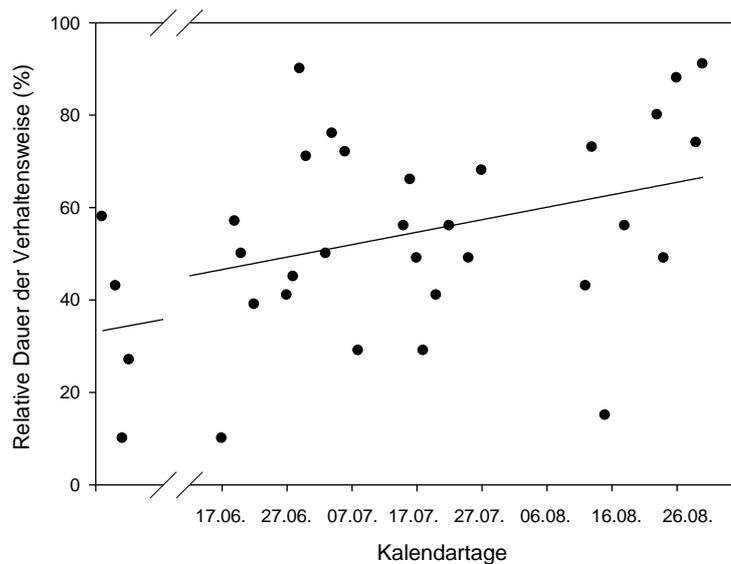


Abb. 13: Die relative Dauer des Schwimmverhaltens bei den Flusspferden während der Beobachtungszeit vom 29.04. bis 31.08.07 ($r_s = +0,410$, $p < 0,05$, einseitig). Der Bruch umfasst die Zeit vom 04.05. bis 16.06., während der die Flusspferde nicht beobachtet wurden.

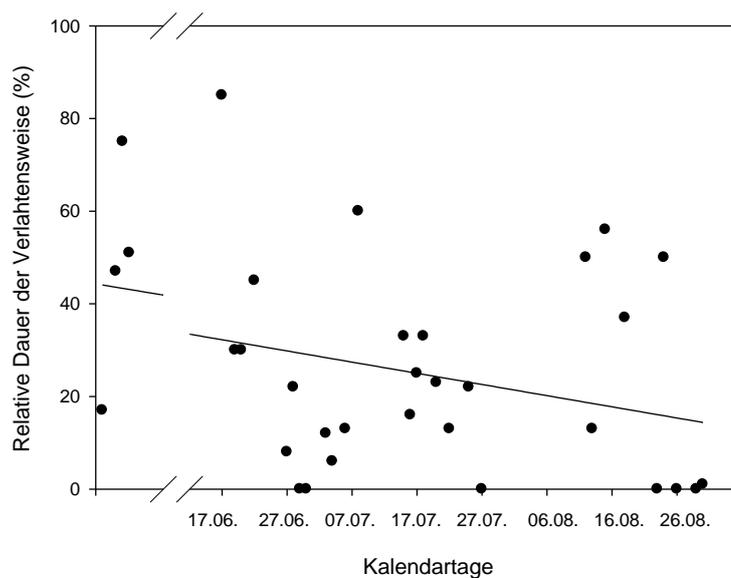


Abb. 14: Die relative Dauer des Ruheverhaltens bei den Flusspferden während der Beobachtungszeit vom 29.04. bis 31.08.07 ($r_s = -0,329$, $p < 0,05$, einseitig). Der Bruch umfasst die Zeit vom 04.05. bis 16.06., während der die Flusspferde nicht beobachtet wurden.

3.2 Analyse der Nachbarschaftsverhältnisse zwischen den Tierarten

Bei der Auswertung der Nachbarschaftsverhältnisse wurde bei jeder Tierart in der überwiegenden Anzahl der Fällen ein Artgenosse als nächster Nachbar identifiziert. Sowohl Sitatunga als auch Sattelstörche hatten in über 80 % der Sichtungen einen Artgenossen als nächsten Nachbarn (Abb. 15 und 17). In sehr wenigen Fällen trat ein Flusspferd als nächster Nachbar auf. Die Distanzen zwischen den Artgenossen waren in den beiden Fällen deutlich kürzer als zwischen zwei Tieren verschiedener Arten. Der Sattelstorch trat nur in etwa zehn Prozent der Sichtungen als nächster Nachbar zu den Sitatunga auf. In etwa zwei Prozent der Scan- Beobachtungen wurde kein Nachbar bei den Sitatunga registriert (Abb.15).

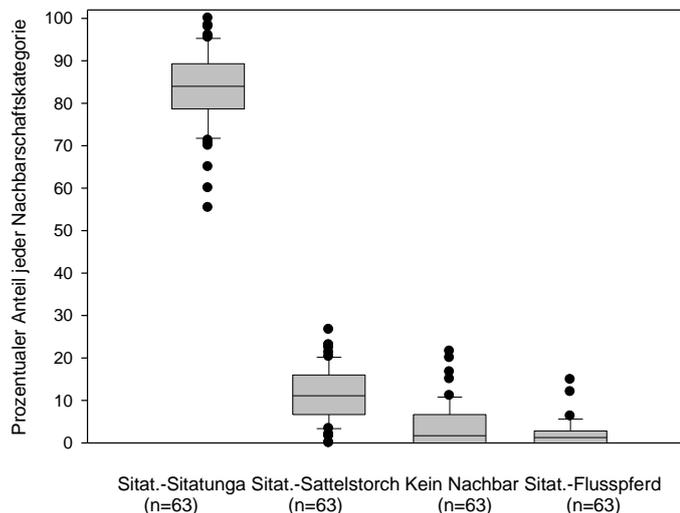


Abb. 15: Die Analyse der Nachbarschaftsverhältnisse von Sitatunga während der Beobachtungszeit vom 11.04. bis 31.08.07. Dargestellt ist für vier möglichen Varianten der Nachbarschaft (ein Artgenosse, ein Sattelstorch, ein Flusspferd als nächster Nachbar oder gar kein Nachbar) die relative Häufigkeit als Median mit Quartilen. Die Whisker repräsentieren den 5 %-en und den 95 %-en Quantil. Die Stichprobengröße (n) ist unter der jeweiligen Nachbarschaftskategorie angegeben.

Bei der Auswertung der Distanzen zwischen den Sitatunga und dem nächsten Nachbar wurden die kürzesten Distanzen zwischen zwei Antilopen registriert. (Abb. 16) . Der Median liegt hier bei 2,63 Metern. Die Distanzen zwischen Sitatunga und Flusspferden sind im Fall der nächsten Nachbarschaft am längsten. Wie aus der Abb. 16 zu sehen ist, ist der Interquartilabstand hier ziemlich groß, d.h. die Werte sind relativ stark gestreut. Im Fall der nächsten Nachbarschaft mit dem Sattelstorch liegt der Median der Werte in der gesamten Beobachtungsperiode bei acht Metern.

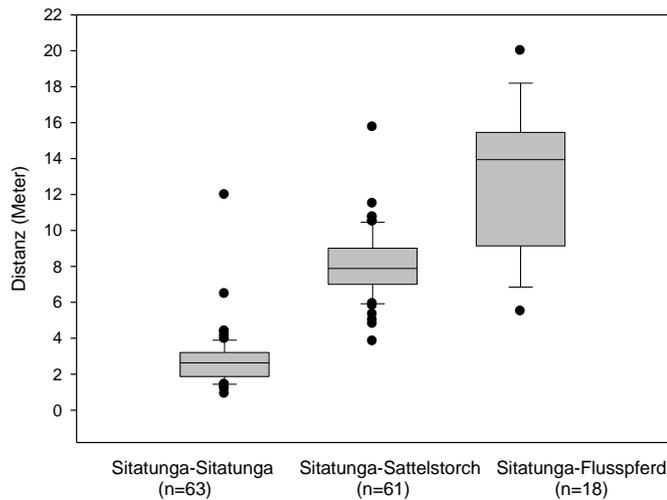


Abb. 16: Die Analyse der Distanzen zwischen zwei Nachbartieren in jeder Nachbarschaftskategorie während der Beobachtungszeit vom 11.04. bis 31.08.07. Dargestellt ist für drei möglichen Varianten der Nachbarschaft (ein Artgenosse, ein Sattelstorch oder ein Flusspferd als nächster Nachbar) die relative Häufigkeit als Median mit Quartilen. Die Whisker repräsentieren den 5 %-en und den 95 %-en Quantil. Die Stichprobengröße (n) ist unter der jeweiligen Nachbarschaftskategorie angegeben.

Auf gleicher Weise wurden die Daten über die Nachbarschaftsverhältnisse und Distanzen für die Sattelstörche ausgewertet (Abb.17). Die erhaltenen Daten sind den entsprechenden Daten für Sitatunga ähnlich. Die Antilopen wurden nur in knapp über 10 % der Sichtungen als das nächste Nachbartier zu den Sattelstörchen bezeichnet.

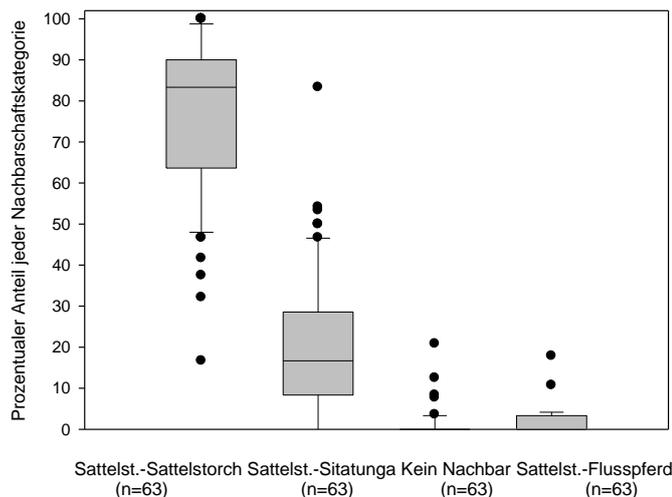


Abb. 17: Die Analyse der Nachbarschaftsverhältnisse der Sattelstörche während der Beobachtungszeit vom 11.04. bis 31.08.07. Dargestellt ist für vier möglichen Varianten der Nachbarschaft (ein Artgenosse, ein Sattelstorch, ein Flusspferd als nächster Nachbar oder gar kein Nachbar) die relative Häufigkeit als Median mit Quartilen. Die Whisker repräsentieren den 5 %-en und den 95 %-en Quantil. Die Stichprobengröße (n) ist unter der jeweiligen Nachbarschaftskategorie angegeben.

Bei der Analyse der Distanzen zwischen den Sattelstörchen und den Flusspferd ist eine enorme Streuung von Werten auffallend (Abb.18). Sie geht wahrscheinlich auf den relativ kleinen Datensatz zurück.

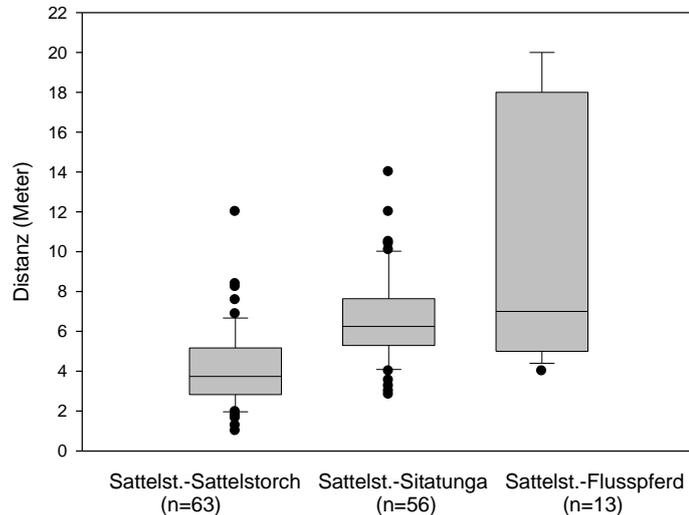


Abb. 18: Die Analyse der Distanzen zwischen zwei Nachbartieren in jeder Nachbarschaftskategorie während der Beobachtungszeit vom 11.04. bis 31.08.07. Dargestellt ist für drei möglichen Varianten der Nachbarschaft (ein Artgenosse, ein Sattelstorch oder ein Flusspferd als nächster Nachbar) die relative Häufigkeit als Median mit Quartilen. Die Whisker repräsentieren den 5 %-en und den 95 %-en Quantil. Die Stichprobengröße (n) ist unter der jeweiligen Nachbarschaftskategorie angegeben.

Die zeitlichen Veränderungen sind in Form von den Punktdiagrammen dargestellt. Um einen besseren Übersicht über die Daten zu gewährleisten, wurden die einzelnen Werte hier nicht angezeigt. Es wurden nur die Regressionslinien für die jeweilige Nachbarschaftskategorie präsentiert.

Die Abb. 19 zeigt die zeitlichen Veränderungen in den Nachbarschaftsverhältnissen von Sitatunga während der Beobachtungszeit vom 11.04. bis 31.08. Es ist zu sehen, dass die Sitatunga mit der Zeit deutlich auseinander wandern. Der Sattelstorch wurde dagegen signifikant öfter als nächster Nachbar identifiziert. In dem Fall der Nachbarschaft mit den Flusspferden und im Fall „kein Nachbar“ wurden keine signifikanten zeitlichen Veränderungen innerhalb der oben erwähnten Beobachtungszeit festgestellt.

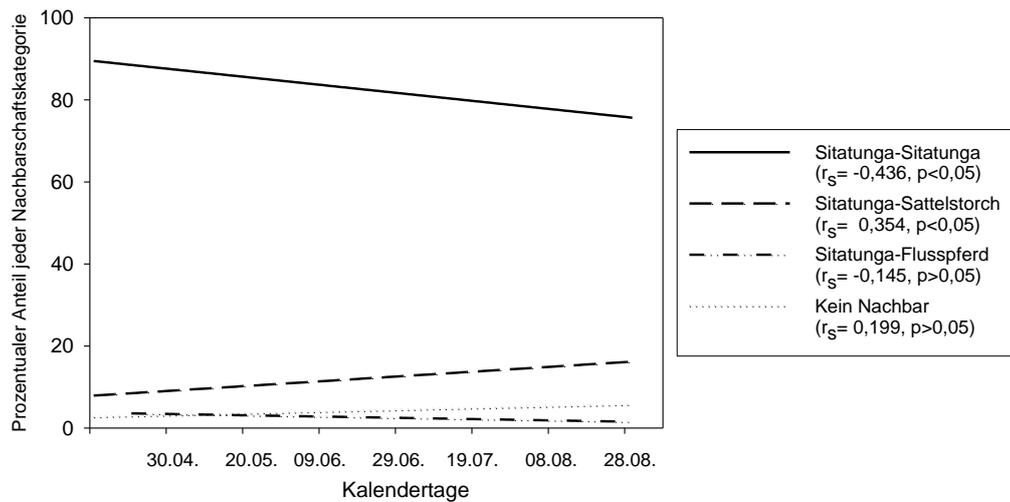


Abb. 19: Die Analyse der zeitlichen Veränderungen der Nachbarschaftsverhältnisse bei den Situnga in der Beobachtungszeit vom 11.04. bis 31.08.07. Die Werte für die Nachbarschaft mit den Flusspferden sind erst ab dem 29.04. vorhanden und fehlen im Zeitraum vom 03.05.-16.06.07.

Die Distanzen zwischen zwei Situnga sind während der Beobachtungszeit signifikant länger geworden. Eine streng horizontale Regressionslinie für die Sattelstörche weist deutlich darauf hin, dass in diesem Fall keine signifikanten zeitlichen Veränderungen stattfanden. Die Distanzen in Falle der Nachbarschaft mit den Flusspferden weisen zwar eine gewisse Tendenz zur Senkung, haben sich aber als nicht signifikant erwiesen (Abb.20).

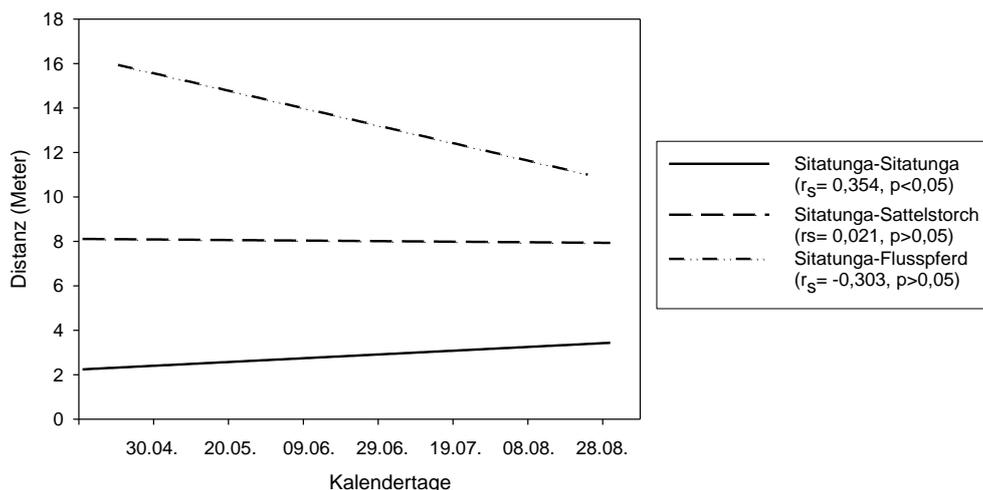


Abb. 20: Die Analyse der Distanzen zwischen zwei Nachbartieren in jeder Nachbarschaftskategorie in der Beobachtungszeit vom 11.04. bis 31.08.07. Die Werte für die Nachbarschaft mit den Flusspferden sind erst ab dem 29.04. vorhanden und fehlen im Zeitraum vom 03.05.-16.06.07.

Bei der Analyse sowohl der zeitlichen Veränderungen der Nachbarschaftsverhältnisse als auch der entsprechenden Distanzen der Sattelstörche wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt (Abb.21 und 22).

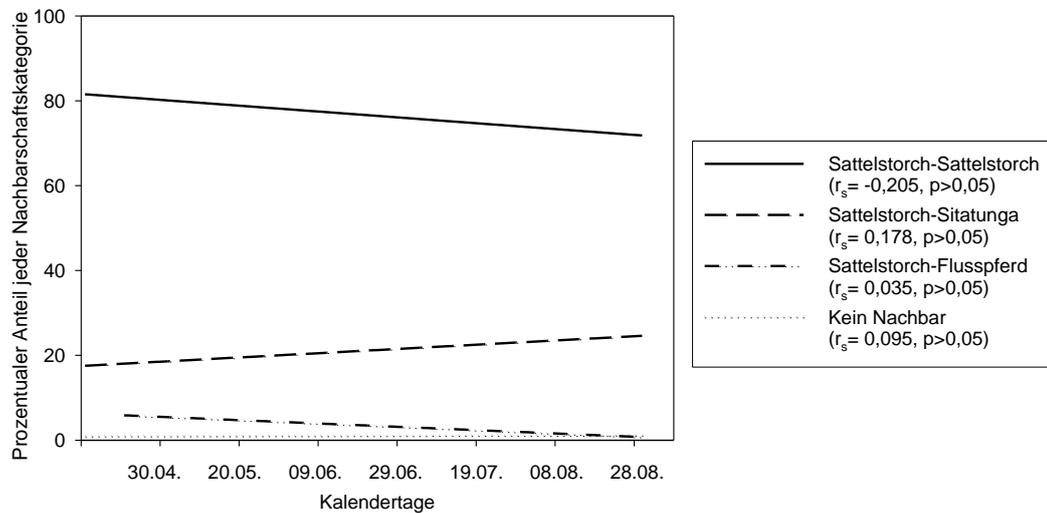


Abb. 21: Die Analyse der zeitlichen Veränderungen der Nachbarschaftsverhältnisse bei den Sattelstörchen in der Beobachtungszeit vom 11.04. bis 31.08.07. Die Werte für die Nachbarschaft mit den Flusspferden sind erst ab dem 29.04. vorhanden und fehlen im Zeitraum vom 03.05.-16.06.07.

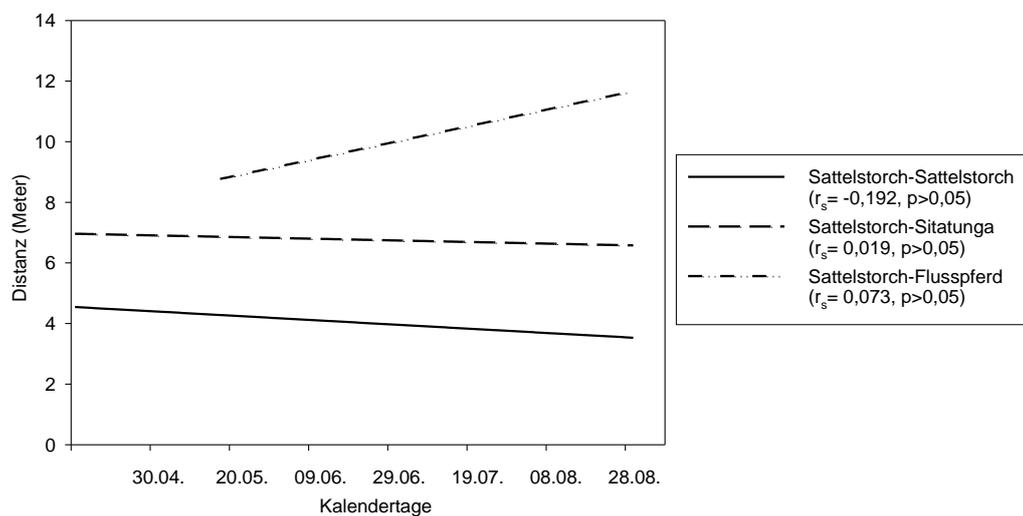


Abb. 22: Die Analyse der Distanzen zwischen zwei Nachbartieren in jeder Nachbarschaftskategorie in der Beobachtungszeit vom 11.04. bis 31.08.07. Aufgrund der „0-Werte“ in der Nachbarschaft mit den Flusspferden vom 29.04. bis 03.05. und oben genannten Lücke in der Beobachtung der Flusspferde bis 17.06. sind die Werte über die Distanzen erst ab dem 17.06. vorhanden.

3.4 Analyse der Raumnutzung

Die relativen Werte der Raumnutzung des Anlageterritoriums von Flusspferden während der gesamten Beobachtungszeit sind in Abb. 23 schematisch dargestellt. Die *Ad libitum*-Methode liefert die zusätzlichen Daten über die Sichtungen von Flusspferden auf den Quadraten I10, F10 und F15, die während der Scan-Aufnahmen nicht vorkamen. Das von den Flusspferden nicht besuchte Quadrat E9 ist mit einer Fläche von etwa acht m² (anstatt 25 m²) nicht vollständig. Demzufolge nutzen die Flusspferde etwa 99 % der zugänglichen Landflächenbereiche der Anlage. Bei über der Hälfte aller Beobachtungen hielten sich die Flusspferde im Wasser auf. Die öfter besuchten Quadrate D8, D9 und G8 sind die Liegeplätze von den Flusspferden. Das H10 Quadrat ist durch den sandigen Boden und die Vertiefung in der Erde gekennzeichnet, in der sich während der Regenfälle Wasser sammelte. Die Flusspferde wurden erst ab dem 29.04. (mit einer Unterbrechung vom 03.05. bis 16.06.) mit den Sitatunga und den Sattelstörchen zusammen gehalten und bekamen dann die Möglichkeit die Flächen gemeinsam zu nutzen. Die Abb. 24 und 25 zeigen die während der ersten zwei Wochen der Kohaltung von den Flusspferden besuchten Quadrate. Diesen Abbildungen zufolge besetzten die Flusspferde bereits in den ersten zwei Wochen der Kohaltung komplett die neuen Flächen.

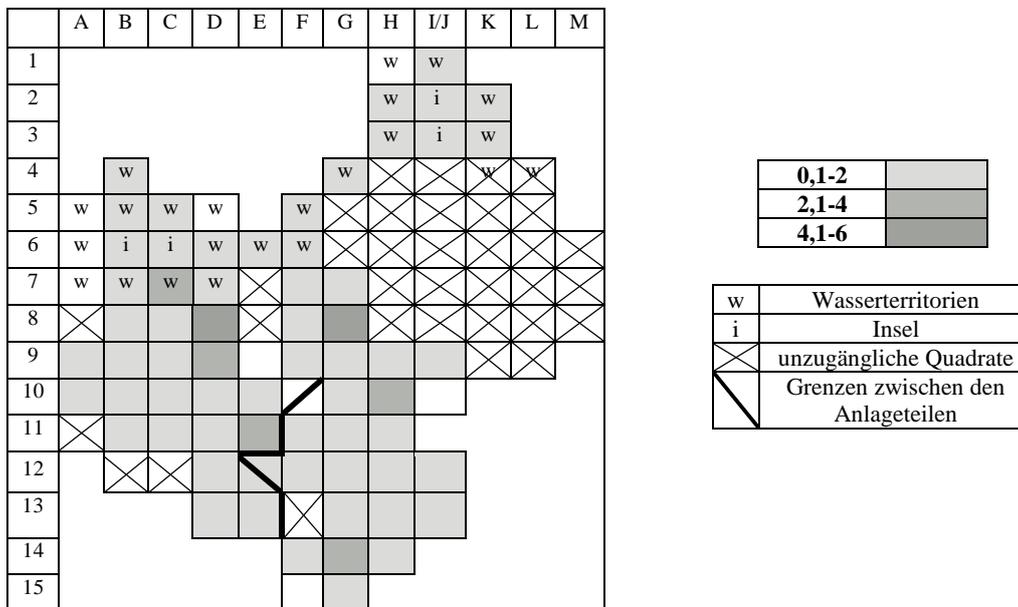
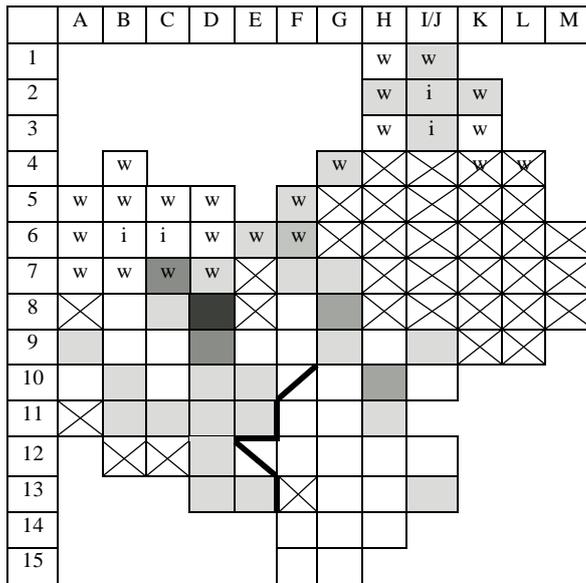


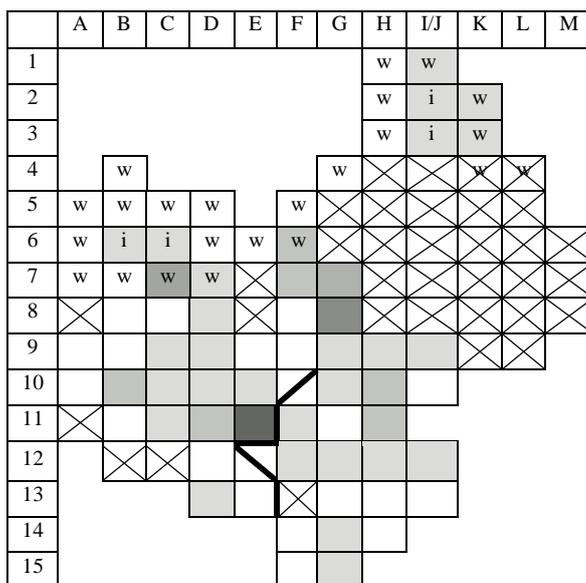
Abb. 23: Die Raumnutzung des Anlageterritoriums von Flusspferden in den Beobachtungsintervallen vom 29.04.-03.05. und 17.06.-31.08. Aufenthalt auf den unbekanntem Quadraten des Beckens – 50,1 % der Sichtungen.



0,1-2	
6,1-8	
8,1-10	
18,1-20	

w	Wasserterritorien
i	Insel
	unzugängliche Quadrate
	Grenzen zwischen den Anlageteilen

Abb. 24: Die Raumnutzung des Anlageterritoriums von den Flusspferden in der Beobachtungszeit vom 29.04.-03.05. Aufenthalt auf den unbekanntem Quadraten des Beckens – 31,7 % der Sichtungen.



0,1-2	
2,1-4	
4,1-6	
6,1-8	
8,1-10	
12,1-14	

w	Wasserterritorien
i	Insel
	unzugängliche Quadrate
	Grenzen zwischen den Anlageteilen

Abb. 25: Die Raumnutzung des Anlageterritoriums von den Flusspferden in der Beobachtungszeit vom 17.06. bis 23.08. Aufenthalt auf den unbekanntem Quadraten des Beckens – 33,9 % der Sichtungen.

Da die Liegeplätze die am meisten genutzten Flächen kennzeichnen, wurden die Kriterien bei der Auswahl der Liegeplätze der Tiere untersucht. Die meisten Quadrate, die Flusspferde als Liegeplätze nutzten, (G7, G8, D8, D9 und H10) sind durch den sandigen Boden gekennzeichnet. In Abb. 26 sind alle Quadrate dargestellt, die während der Beobachtungszeit als Liegeplätze von Flusspferden benutzt wurden.

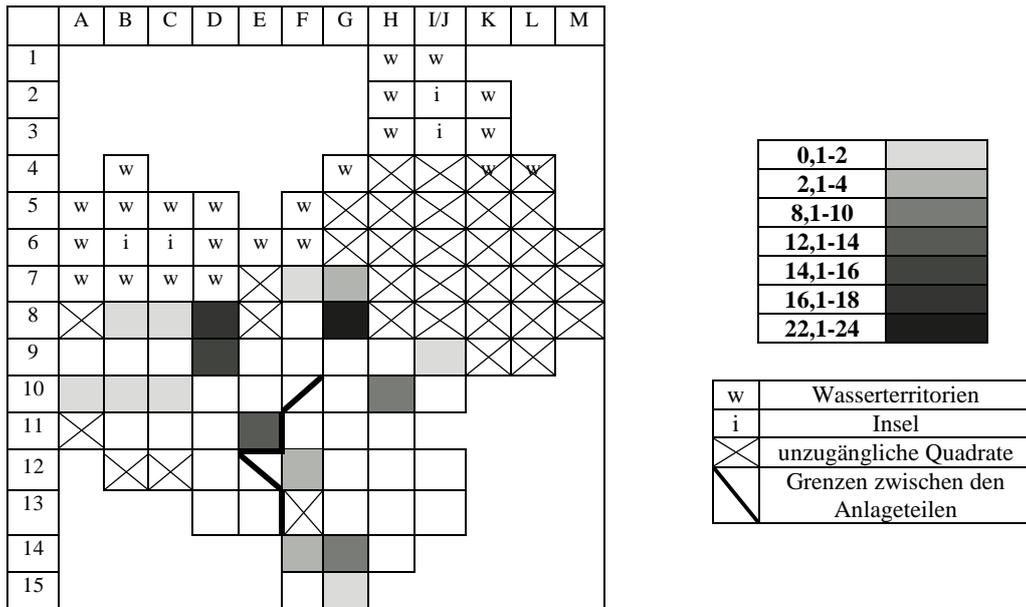


Abb. 26: Die Liegeplätze der Flussperde auf der Anlage in der Beobachtungszeit vom 29.04.-03.05. und 17.06.-31.08.

Die Aufenthaltspräferenzen der Flussperde hinsichtlich des Bodentyps wurden analysiert. Die Häufigkeit der Sichtungen der Flussperde auf den sandigen Quadraten wurde mit der entsprechenden Häufigkeit auf mit dem Gras bewachsenen Quadraten verglichen (Abb. 27). Es wurde festgestellt, dass die Flussperde sich signifikant öfter auf den Sandflächen als auf den sonstigen Flächen der Anlage aufhielten ($z = 2,874$, $p < 0,05$).

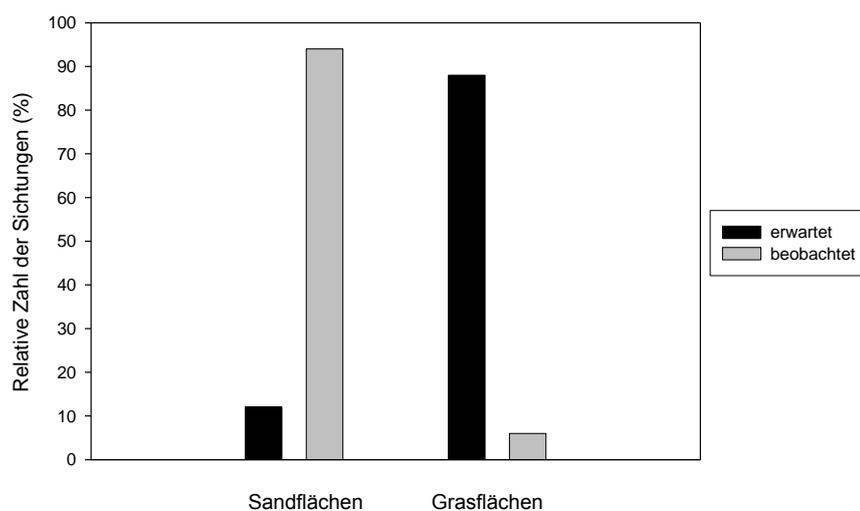


Abb. 27: Der Median der relativen Zahlen der Sichtungen von Flussperden auf verschiedenen Bodentypen in der Beobachtungszeit vom 29.04.-03.05. und 17.06.-31.08. Bei den beobachteten Werten entspricht der Standardfehler $\pm 19,9$ %. Als Erwartungswerte sind hier die relativen Größen der entsprechenden Flächen angegeben.

Die Abb. 28 liefert die Informationen über die Raumnutzung von Sitatunga in der gesamten Beobachtungszeit vom 05.04. bis 31.08. Die Sitatunga wurden nur auf wenigen Quadraten während der Scan-Datenaufnahmen nicht gesichtet.

Die *Ad libitum*-Beobachtungen geben zusätzliche Informationen über die Sichtungen von Sitatunga auf folgenden Quadraten: E12, D7 und B7. Diesen Informationen zufolge nutzten die Sitatunga über 96 % der zugänglichen Flächen. Die Quadrate K9, J7, J8, H7 und F8 entsprechen dem Territorium der „Käfige“ (s. Kap. II.1.1).

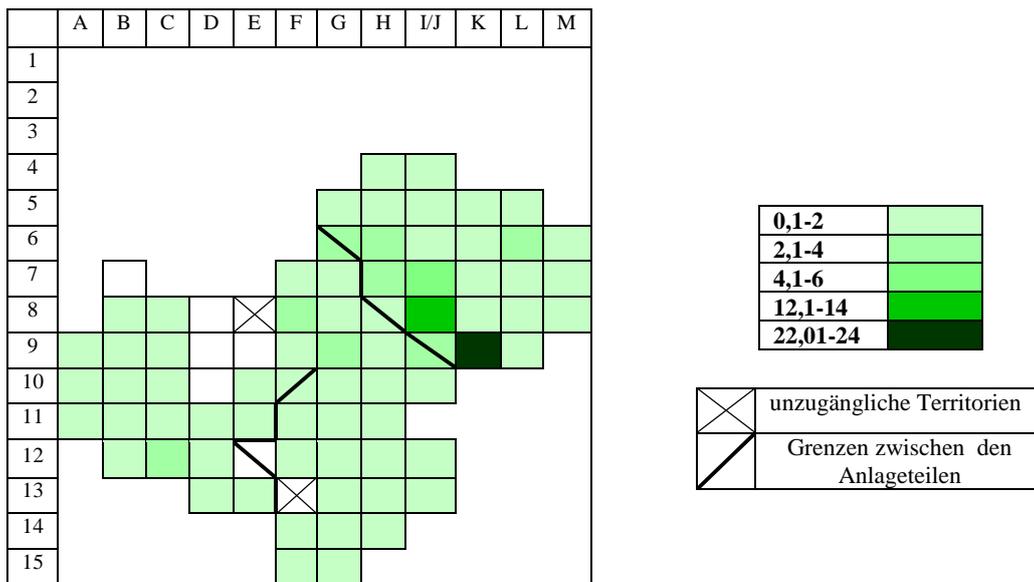


Abb. 28: Die Raumnutzung des Anlageterritoriums von Sitatunga in der Beobachtungszeit vom 05.04 bis 31.08.

In Abb. 29 sind die Daten über die Raumnutzung der Sitatunga in der Zeit vom 05.04. bis 11.04. zusammengefasst. Die Sitatunga besetzen den größten Teil des zugänglichen Territoriums bereits in der ersten Woche. Das Territorium von G9 wurde als Futterplatz der Sitatunga in April benutzt, womit die ziemlich hohen Werte der Sichtungen zu erklären sind.

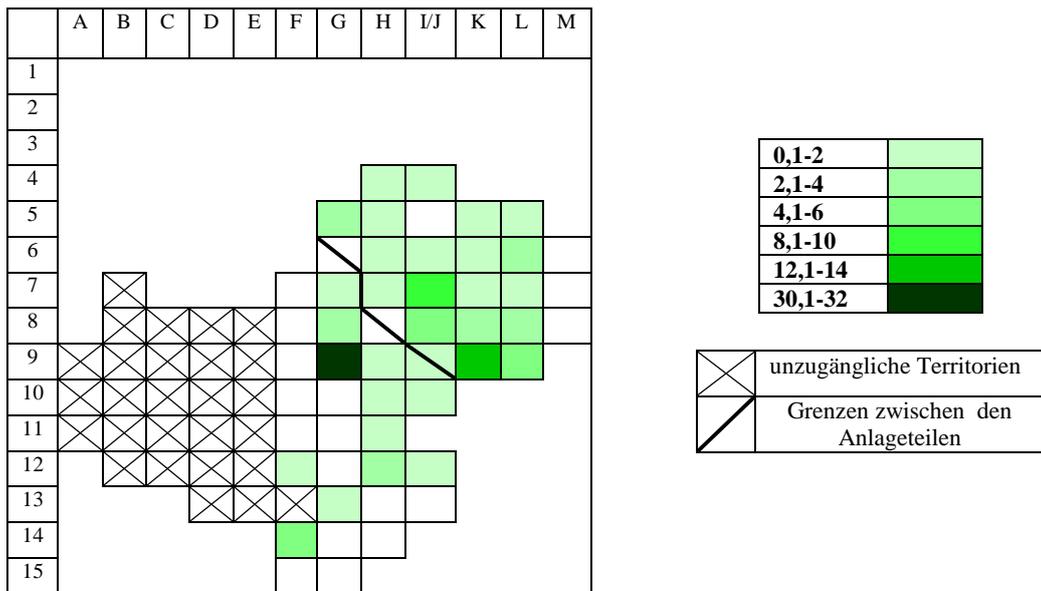


Abb. 29: Die Raumnutzung des Anlageterritoriums von Sitatunga in der Beobachtungszeit vom 05.04. bis 11.04.

Am 29.04. wurde das Tor zwischen dem ersten Teil und dem Rest der Anlage geöffnet. Die Aktivität von Sitatunga verschob sich sofort auf die neuen Flächen (Abb. 30). Der erste Teil der Anlage wurde außer den wassernahen Bereichen sofort von den Sitatunga besetzt. Die Antilopen bevorzugten die durch liegende Baumstämme abgegrenzten Bereiche des neuen Territoriums (die Quadrate C12, B12 und B11).

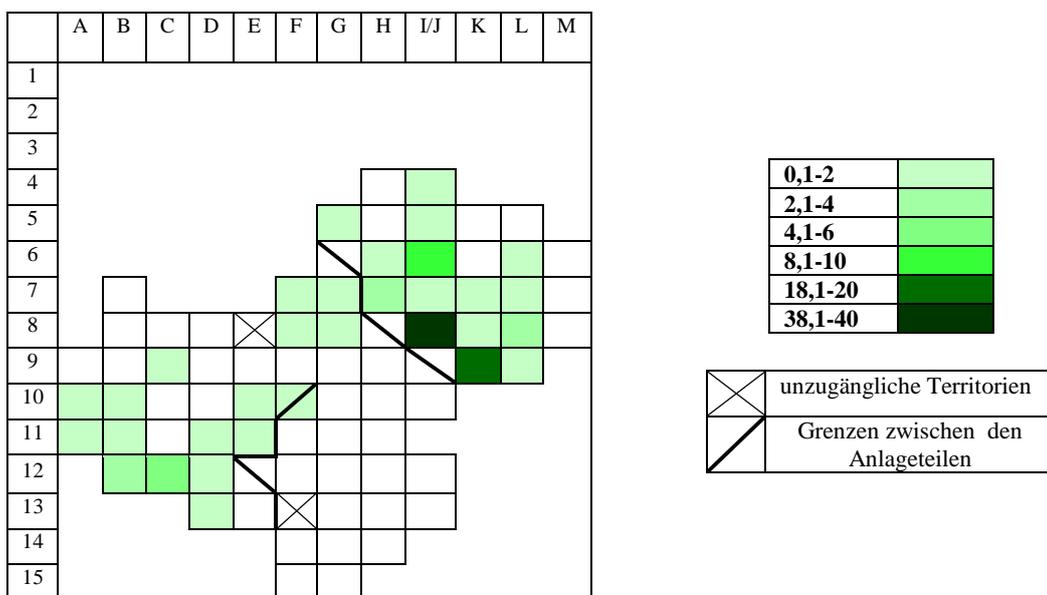


Abb. 30: Die Raumnutzung des Anlageterritoriums von Sitatunga in der Beobachtungszeit vom 29.04. bis 03.05.

Auf den am häufigsten besuchten Quadraten befanden sich, wie in den Fall mit den Flusspferden, die Liegeplätze von Antilopen. Es wurde versucht, die Kriterien bei der Auswahl der Liegeplätze festzustellen.

Das Liegeverhalten von *Sitatunga* während der ganzen Beobachtungszeit ist auf der Abb.31 dargestellt. Die wichtigsten Liegeplätze auf den Quadraten K9, J7 und J8 befanden sich auf den Territorien der „Käfige“. Die Bereiche der Quadraten H12, I12 B12 und C12 sind durch liegende Baustämme und andere Gegenstände von dem restlichen Territorium abgegrenzt. Es wurde angenommen, dass das wichtigste Kriterium bei der Auswahl der Liegeplätze für *Sitatunga* war die Möglichkeit unbemerkt zu bleiben.

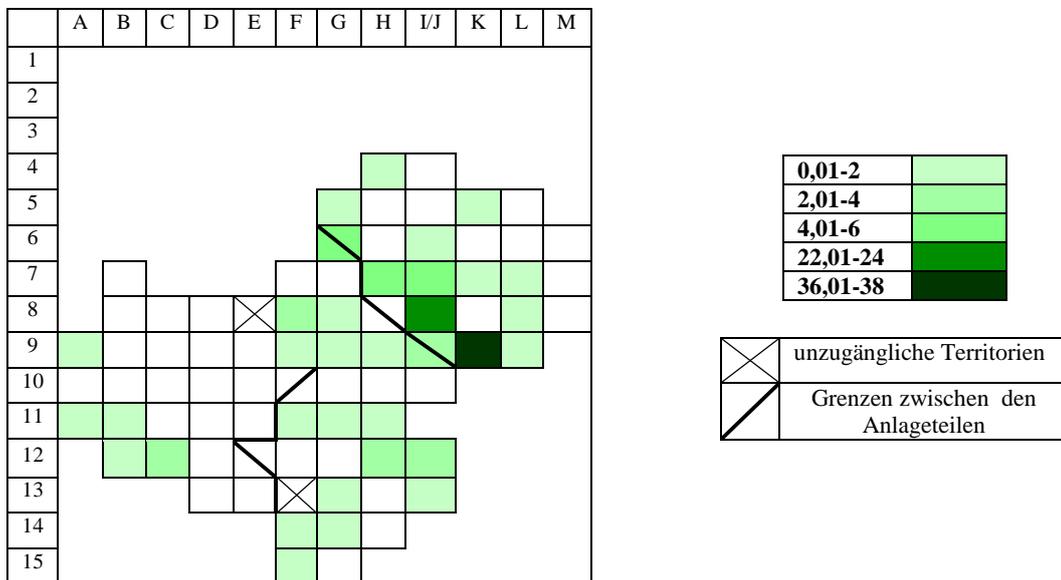


Abb. 31: Die Liegeplätze von *Sitatunga* auf der Anlage in der Beobachtungszeit von 05.04. bis 31.08.

Die durchgeführte Analyse bestätigte diese Vermutung: *Sitatunga* hielten sich während des Ruhens signifikant öfter in den Rückzugsbereichen als auf den offenen Bereichen der Anlage ($z = 9,059$, $p < 0,05$) (Abb. 32).

Unter einem Rückzugsbereich wird hier ein Territorium verstanden, das von wenigstens zwei Seiten durch die Gegenstände (in dem Fall Baumstämme) von dem Rest des Territoriums abgegrenzt ist und dadurch den Antilopen die Möglichkeit bietet, unbemerkt und (oder) unerreichbar für die anderen Gemeinschaftsmitglieder und Menschen während ihre Ruhepause zu bleiben. Die Rückzugsbereiche befanden sich auf folgenden Quadraten: B11, B12, C12, F14, F15, F8, F9, G11, H11, H12, H7, I12, J7, J8, J9 und K9.

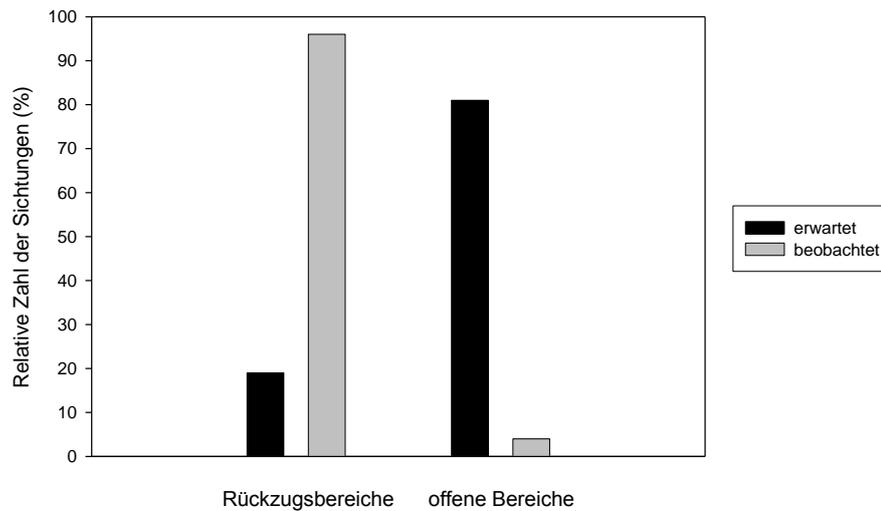


Abb. 32: Der Median der relativen Zahlen der Sichtungen von *Sitatunga* auf zwei unterschiedlichen Bereichen der Anlage in der Beobachtungszeit vom 05.04. bis 31.08. Bei den beobachteten Werten entspricht der Standardfehler $\pm 2,6$ %. Als Erwartungswerte sind hier die relativen Größen der entsprechenden Flächen angegeben.

Die Sattelstörche wurden während der Beobachtungszeit vom 05.04. bis 31.08. auf etwa 70 % der zugänglichen Flächen gesichtet. *Ad libitum*-Beobachtungen lieferten Daten über die Anwesenheit der Sattelstörche auf folgenden nicht bei den Scan-Datenaufnahmen erfassten Quadraten: E11, E12, F14, G7, H13 und H14. Die Ruheplätze von den Sattelstörchen befanden sich hauptsächlich auf K8 (Abb. 33). Die Quadrate J9, K7, J6 und H6 wurden ebenso zum Ruhen benutzt.

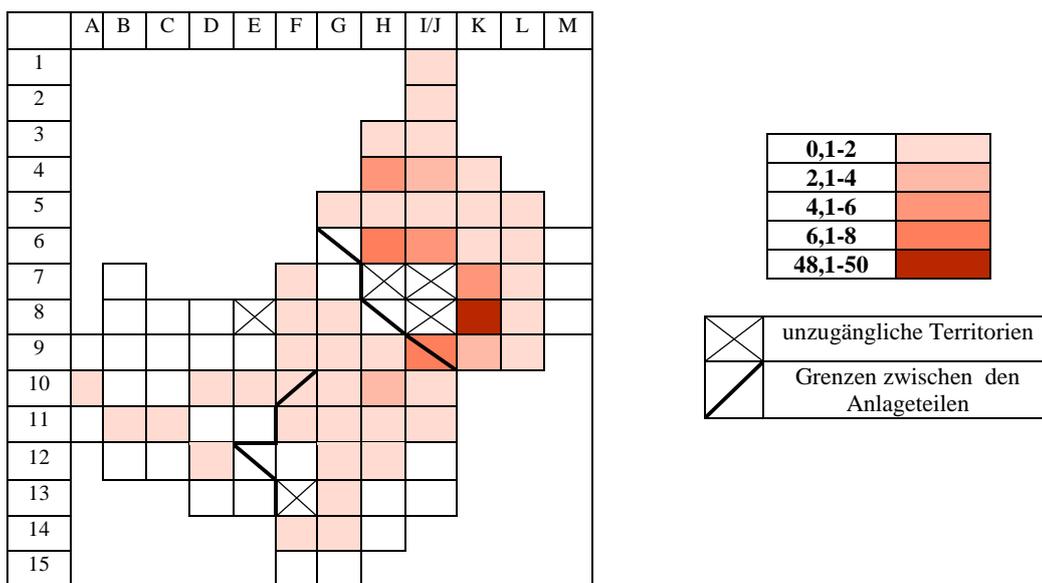


Abb. 33: Die Raumnutzung des Anlageterritoriums von den Sattelstörchen in der Beobachtungszeit vom 05.04. bis 31.08.

Die Aktivität der Sattelstörche in den ersten Tagen der Kohaltung war hauptsächlich auf den wenigen Quadraten des dritten Teils der Anlage konzentriert (Abb. 34). Die ab dem 29.04. neuzugänglichen Flächen wurden von den Sattelstörchen kaum genutzt (Abb. 35).

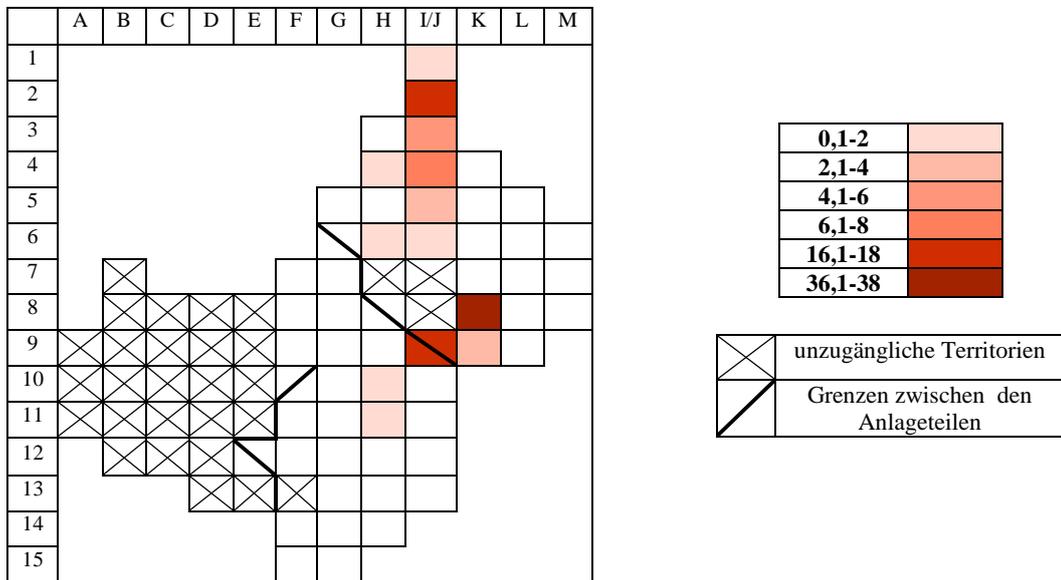


Abb. 34: Die Raumnutzung des Anlageterritoriums von den Sattelstörchen in der Beobachtungszeit vom 05.04. bis 11.04.

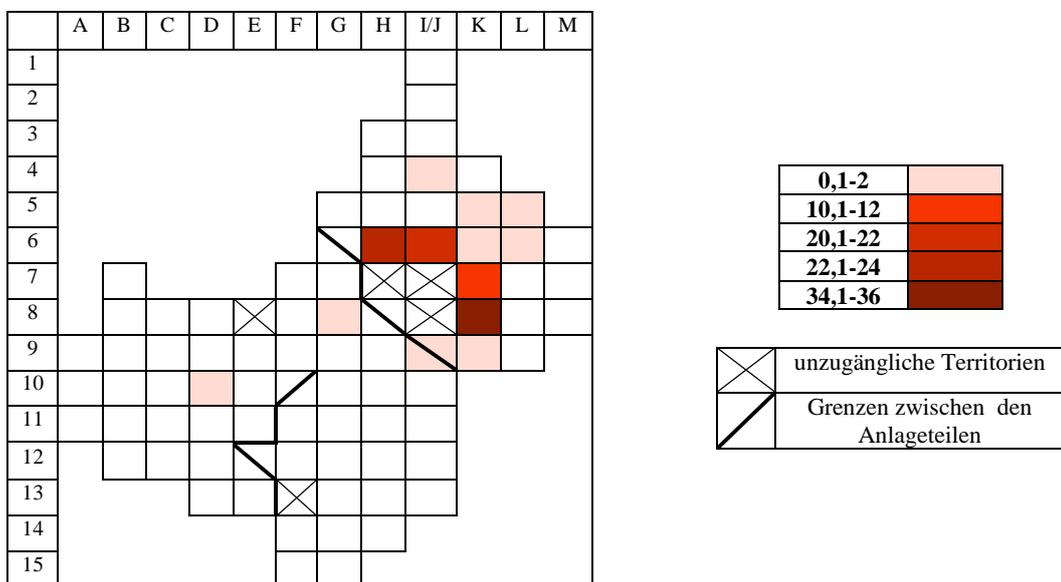


Abb. 35: Die Raumnutzung des Anlageterritoriums von den Sattelstörchen in der Beobachtungszeit vom 29.04. bis 03.05.

Die Größe der täglich genutzten Flächen wurde für jede Tierart separat analysiert. Die durchgeführte Analyse zeigte, dass die Situnga keine signifikanten zeitlichen Veränderungen bezüglich der Größe der genutzten Fläche in der ersten

Beobachtungsperiode vom 11.04. bis 17.06. (die Flusspferde sind auf dem ersten Teil der Anlage gesperrt) aufwiesen. Trotz des sichtbaren Anstiegs der Regressionslinie bei den Sattelstörchen wurden ebenso keine signifikanten zeitlichen Veränderungen in dieser Zeit festgestellt (Abb.36).

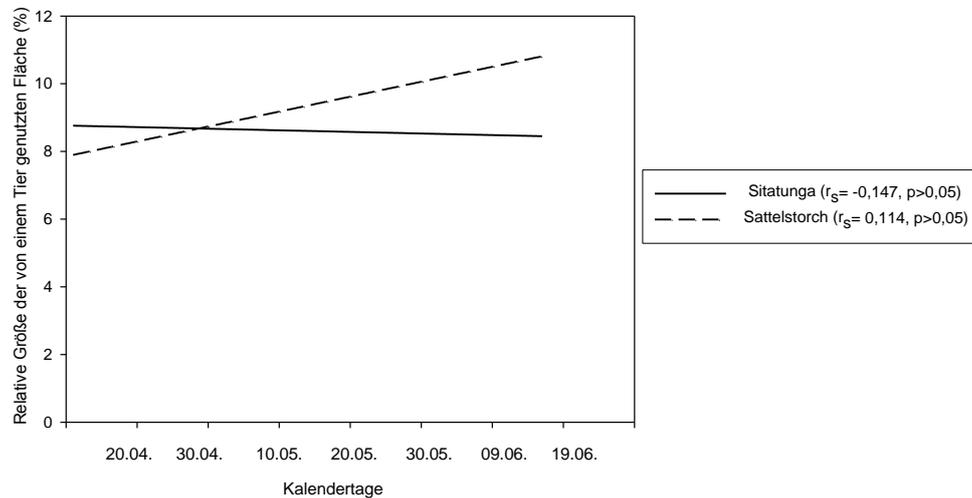


Abb. 36: Die Regressionslinien der relativen Größe der genutzten Flächen von Sitatunga und Sattelstörchen in der Beobachtungszeit vom 11.04. bis 16.06. Die Fläche ist als durchschnittlicher Wert für ein Tier jeder Tierart berechnet.

Die Abb. 37 präsentiert den Median der einzelnen Werte aus der Abb. 36 für Sitatunga und Sattelstörche im Beobachtungszeitraum vom 11.04. bis 16.06. Ein Tier nutzte sowohl bei den Sitatunga als auch bei den Sattelstörchen durchschnittlich etwa neun Prozent der zugänglichen Fläche an einem Tag in der Beobachtungszeit vom 11.04. bis 16.06.

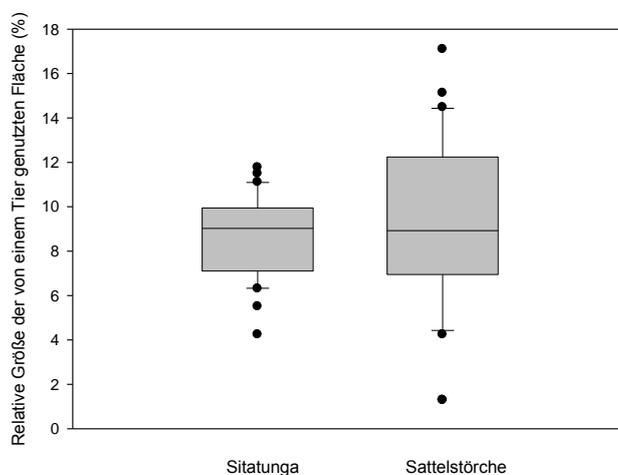


Abb. 37: Die Analyse der relativen Größen der genutzten Flächen von Sitatunga und Sattelstörchen in der Beobachtungszeit vom 11.04. bis 16.06. Die relative Größe der von einem Tier genutzten Fläche ist als Median mit Quartilen dargestellt. Die Whisker repräsentieren den 5 %-en und den 95 %-en Quantile.

Die gleiche Analyse der Größe der täglich genutzten Fläche wurde für das zweite Beobachtungsintervall (17.06.-31.08., der erste Teil der Anlage ist zugänglich, Kohaltung mit den Flusspferden) durchgeführt. Die signifikante Steigerung der Größe der genutzten Fläche wurde bei den Sitatunga nachgewiesen. Die Sattelstörche und Flusspferde wiesen keine signifikanten zeitlichen Veränderungen der Größe der genutzten Fläche auf (Abb. 38).

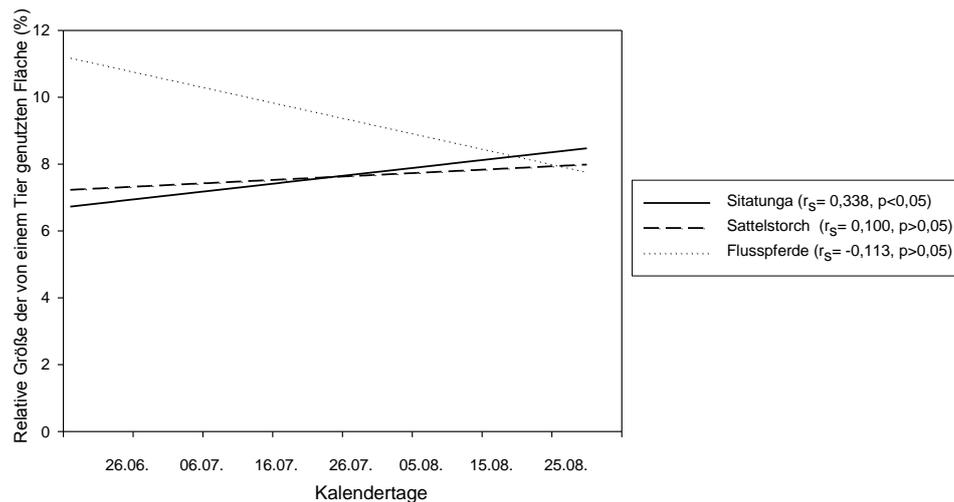


Abb. 38: Die Regressionslinien der relativen Größe der genutzten Flächen von drei Tierarten in der Beobachtungszeit vom 17.06. bis 31.08. Die Fläche ist als durchschnittlicher Wert für ein Tier jeder Tierart berechnet.

Die Abb.39 liefert die verallgemeinerten zur Abb.38 Daten. Der Median der Daten für die Sitatunga und die Sattelstörche in diesem Zeitabschnitt ist kleiner als in der Beobachtungsperiode vom 11.04-16.06 (Abb. 37).

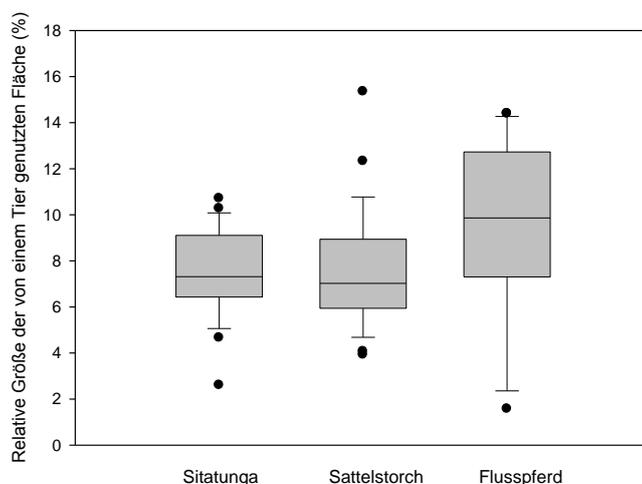


Abb. 39: Die Analyse der relativen Größen der genutzten Flächen für drei Tierarten in der Beobachtungszeit vom 17.06. bis 31.08. Die relative Größe der von einem Tier genutzten Fläche ist als Median mit Quartilen dargestellt. Die Whisker repräsentieren den 5 %-en und den 95 %-en Quantile.

Die durchgeführte Analyse der absoluten Größen der genutzten Flächen hat bestätigt, dass die Sitatunga signifikant größere Flächen in dem zweiten (17.06.-31.08.) als in dem ersten Zeitintervall (11.04.-16.06.) nutzten. Die Sattelstörche wiesen dagegen keine signifikanten Unterschiede in der Größe der genutzten Flächen zwischen dem ersten und dem zweiten Zeitintervall (17.06.-31.08.) auf.

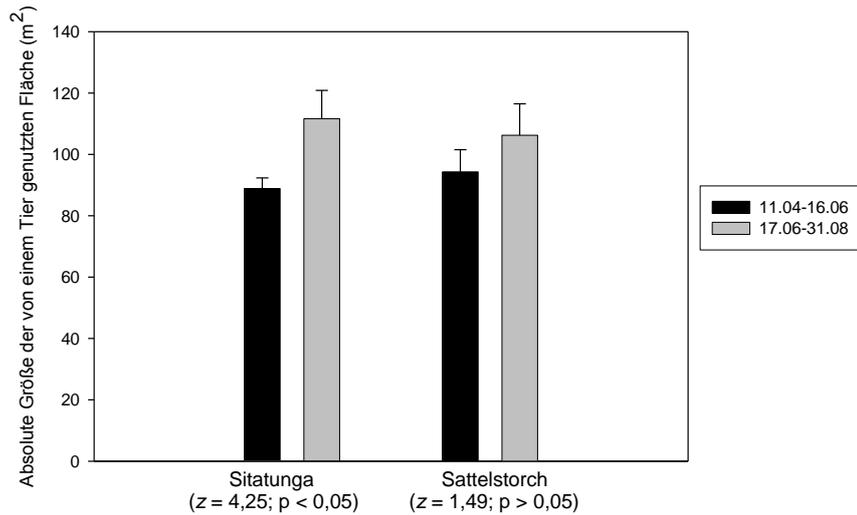


Abb. 40: Der Median der absoluten Größen der genutzten Flächen für Sitatunga und Sattelstörche in zwei folgenden Zeitintervallen: 29.04.-16.06. und 17.06.-31.08. Als Fehlermaß ist der Standardfehler angegeben. Als Erwartungswerte sind hier die relativen Größen der entsprechenden Flächen angegeben.

Die relative Häufigkeit der Sichtungen von Sitatunga und Sattelstörchen auf gemeinsamen mit den Flusspferden genutzten Flächen präsentierte ein wichtiges Maß für die Auswertung des Nutzungsgrades der gemeinsamen Flächen. Bei der Ermittlung des Nutzungsgrades der gemeinsamen Flächen unterschied sich der Erwartungswert sowohl bei den Sitatunga ($z = 6,328$, $p < 0,05$) als auch bei den Sattelstörchen ($z = 6,652$, $p < 0,05$) von dem beobachteten Wert signifikant. Die Sitatunga wurden in 21 % der Sichtungen auf den gemeinsamen Flächen registriert (Abb. 41).

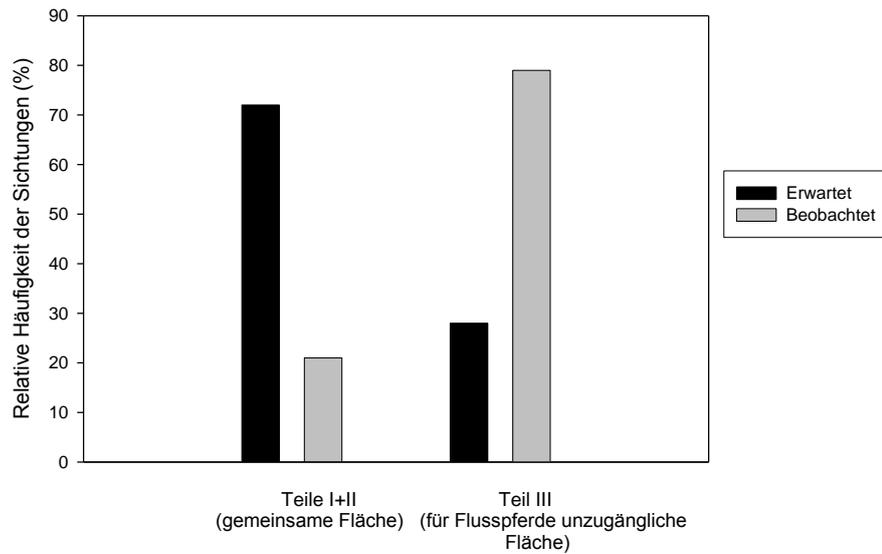


Abb. 41: Der Grad der Nutzung der gemeinsamen mit den Flusspferden Flächen für Siatunga in der Beobachtungszeit vom 29.04.-03.05. und 17.06.-31.08. Bei den beobachteten Werten entspricht der Standardfehler $\pm 4,7$ %. Als Erwartungswerte sind hier die relativen Größen der entsprechenden Flächen angegeben.

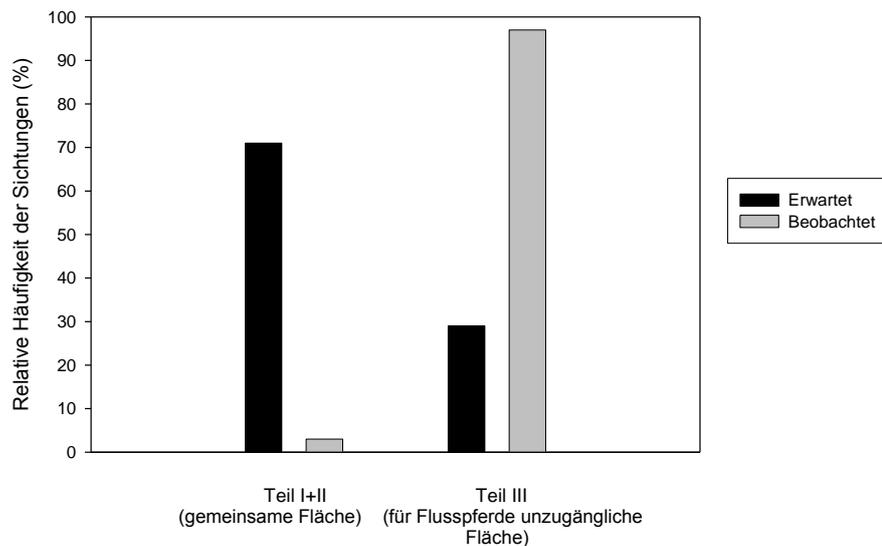


Abb. 42: Der Grad der Nutzung der gemeinsamen Flächen für Sattelstörche in der Beobachtungszeit vom 29.04.-03.05. und 17.06.-31.08. Bei den beobachteten Werten entspricht der Standardfehler $\pm 3,6$ %. Als Erwartungswerte sind hier die relativen Größen der entsprechenden Flächen angegeben.

Die Sattelstörche wurden in lediglich 3 % der Sichtungen auf gemeinsamen Flächen beobachtet. In 97 % hielten sie sich auf dem dritten Teil der Anlage auf (Abb.42).

3.4 Auswertung der Interaktionen

3.4.1 Interspezifische Interaktionen

Alle inter- und intraspezifischen Interaktionen wurden während der Beobachtungszeit vom 05.04. bis 31.08. registriert. Wie aus Abb. 43 und Tab. 10 zu sehen ist, waren alle 123 beobachteten interspezifischen Interaktionen entweder neutral oder agonistisch. Die meisten Interaktionen fanden zwischen den Sattelstörchen und Sitatunga statt. Zum größten Teil sind diese Interaktionen agonistisch, wobei Sattelstörche aggressives Verhalten zeigten, die Sitatunga dagegen defensives. Es wurden zwischen den Sattelstörchen und Flusspferden am wenigsten Interaktionen beobachtet.

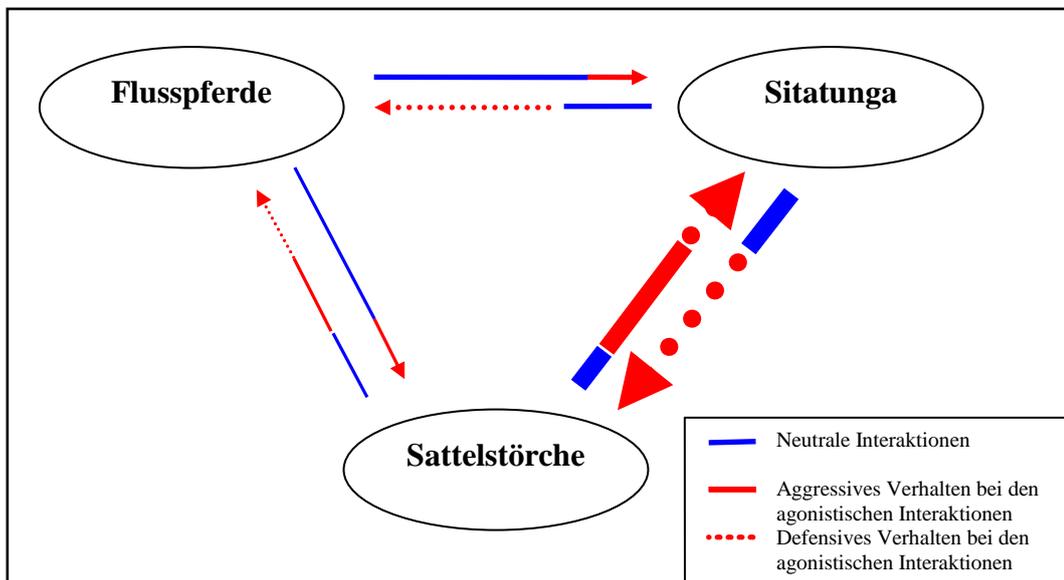


Abb. 43: Schematische Darstellung des Charakters und der Intensität von Interaktionen zwischen den Vertretern der drei Tierarten in der Beobachtungszeit vom 05.04. bis 31.08. Die Stärke der Pfeile zeigt die Anzahl der beobachteten Interaktionen; die Farbe den Charakter der Interaktionen. Die Informationen über aggressives oder defensives Verhalten der Tiere während der agonistischen Interaktionen wurden mit den verschiedenen Linienarten präsentiert. Die Länge der farbigen Abschnitte in jedem Pfeil stellt die relative Zahl der jeweiligen Interaktionsart zwischen zwei Tierarten dar.

Die Tab. 10 und 11 geben zur Abb. 43 ausführliche Informationen über die beobachteten interspezifischen Interaktionen in der Tiergemeinschaft. Jede Interaktion tritt in den Tabellen doppelt auf und beinhaltet sowohl Aktion eines Initiators als auch hervorgerufene Reaktion eines Adressaten. Manche Interaktionen wurden mit mehr als einer Aktion und einer Reaktion gekennzeichnet. Auf der linken Seite der Tabelle sind die relative und absolute Anzahl an Interaktionen angegeben, die rechte Seite präsentiert die Art und Zahl der während dieser Interaktionen beobachteten Verhaltensweisen.

Tab. 10: Die absolute und die relative Anzahl der beobachteten Interaktionen und Verhaltensweisen während der Interaktionen zwischen den Tierarten. Die relativen Zahlen beziehen sich auf die Gesamtzahl der Interaktionen zwischen den entsprechenden Tierarten. Die Daten aus den Zeilen beziehen sich auf die Aktionen und Reaktionen des fett markierten Tieres.

Zahl der Interaktionen Interagierende Tiere	Absolute Zahl (mal)	Relative Zahl (%)	Art des Verhaltens Interagierende Tiere	Neutrales Verhalten		Agonistisches Verhalten	
				Absolute Zahl (mal)	Relative Zahl (%)	Absolute Zahl (mal)	Relative Zahl (%)
Sattelstorch-Sitatunga	84	68	Sattelstorch-Sitatunga	12	11,7	91	88,3
			Sitatunga-Sattelstorch	36	35	67	65
Flusspferd-Sitatunga	25	20	Flusspferd-Sitatunga	21	87,5	3	12,5
			Sitatunga-Flusspferd	7	29,2	17	70,8
Sattelstorch-Flusspferd	14	12	Flusspferd-Sattelstorch	11	73,3	4	26,7
			Sattelstorch-Flusspferd	3	20,8	12	80,0
Insgesamt	123						

Die einzelnen Verhaltensweisen, die in der Tab. 11 aufgelistet sind, geben die detaillierten Informationen über die Art der während der Interaktionen auftretenden Verhaltensweisen für jede Tierart wieder. Das aggressive Verhalten der Sattelstörche während der 90 % der agonistischen Interaktionen mit den Sitatunga hatte in über 80 % der Fälle ein defensives Verhalten bei den Antilopen hervorgerufen. Bei etwa 20 % der Angriffe der Sattelstörche zeigten die Sitatunga neutrales Verhalten (Tab.11). Jedem Angriff des Sattelstorchs ging das Drohverhalten voran. Falls das Drohen von Sitatunga ignoriert wurde, griff der Sattelstorch an. Die Sitatunga zeigten während der Beobachtungszeit bei den interspezifischen Interaktionen absolut kein agonistisches Verhalten. Es wurde festgestellt, dass die Sattelstörche ein aggressives Verhalten nicht nur gegen die Sitatunga, sondern auch gegen die Flusspferde aufwiesen. Unter dem aggressiven Verhalten von Flusspferden gegenüber den anderen Tierarten war das Verfolgen gemeint. Das Verfolgen der Sattelstörche und der Sitatunga von den Flusspferden wurde während der Beobachtungszeit nur sieben Mal registriert und war eher mit Neugier als mit Aggression verbunden.

Tab. 11: Die einzelnen Verhaltensweisen, die neutrale und agonistische interspezifische Interaktionen charakterisierten. Die absolute und relative Zahl der Registrierung während der Beobachtungszeit vom 05.04. bis 31.08. wurde angegeben. Die relativen Zahlen beziehen sich auf die Gesamtzahl der Interaktionen zwischen den entsprechenden Tierarten. Alle Daten jeweiliger Zeile beziehen sich auf die Aktionen und Reaktionen des fett markierten Tieres.

Art der Interaktion Tiere	Neutrales Verhalten					Agonistisches Verhalten				Relat. Zahl (%)
	Ignorier.	Aufmerksamkeit	Neugier	Annähr.	Relat. Zahl (%)	Aggressives Verhalten			Defensives Verhalten	
						Drohen	Angreif.	Verfolg.	Flihen	
Sattelstorch-Sitatunga	2	1	0	9	11,7	46	35	1	9	88,3
Sitatunga-Sattelstorch	9	5	2	20	35,0	0	0	0	67	65,0
Flusspferd-Sitatunga	1	1	3	16	87,5	0	0	3	0	12,5
Sitatunga-Flusspferd	0	6	0	1	29,2	0	0	0	17	70,8
Flusspferd-Sattelstorch	6	4	0	1	73,3	0	0	4	0	26,7
Sattelstorch-Flusspferd	0	2	0	1	20,0	6	0	0	6	80,0

Die individuellen Unterschiede des interspezifischen Verhaltens wurden in den Abb. 44-46 dargestellt. Der große Unterschied der interspezifischen Aktivitäten bei den Sattelstörchen ist deutlich in Abb. 44 zu sehen. Das Männchen wurde in 92 % der interspezifischen Interaktionen mit den Sattelstörchen beteiligt. Das Weibchen war hingegen wenig aktiv und beteiligte sich nur in drei Prozent der interspezifischen Interaktionen, in fünf Prozent nahmen beide Sattelstörche an den Interaktionen teil.

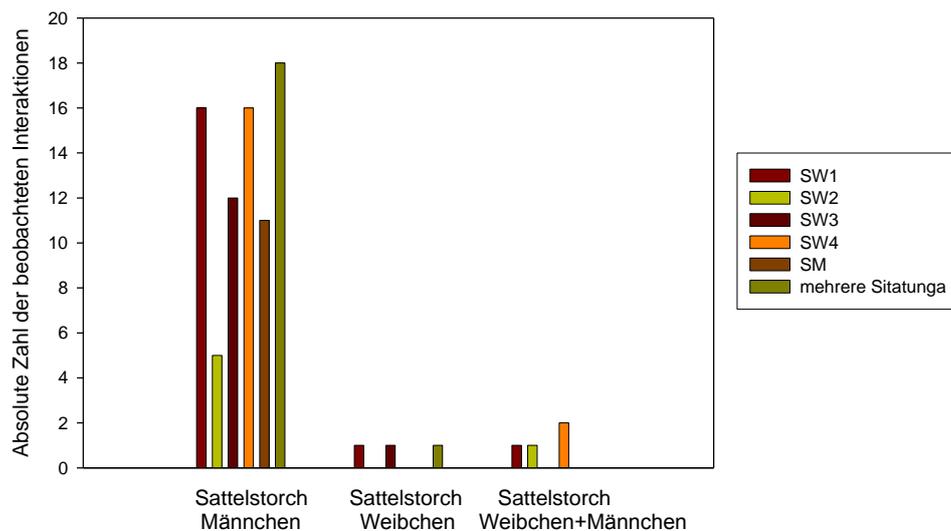


Abb. 44: Die absolute Anzahl der Interaktionen zwischen Sitatunga und Sattelstörchen während der Beobachtungszeit vom 05.04. bis 31.08.

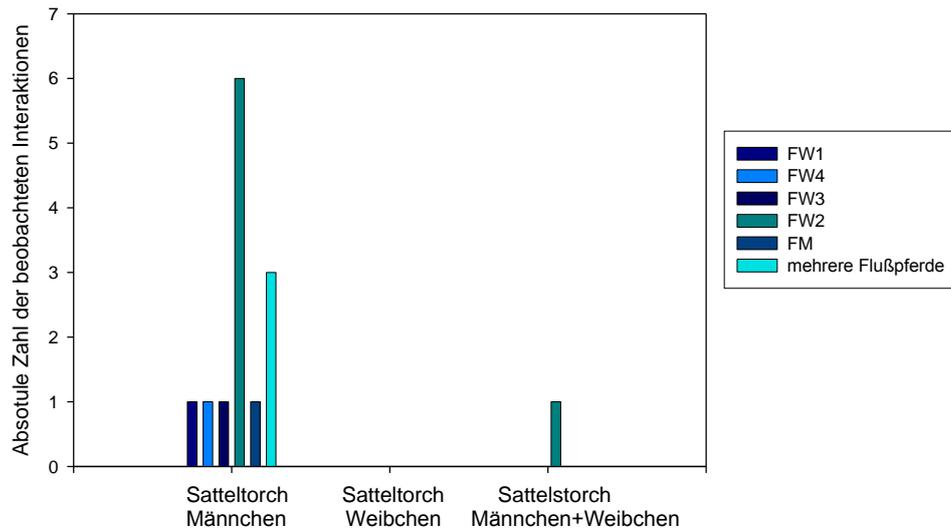


Abb. 45: Die absolute Anzahl der Interaktionen zwischen den Sattelstörchen und Flusspferden während der Beobachtungszeit vom 05.04. bis 31.08.

Es wurden wesentlich mehr Interaktionen sowohl bei den Sattelstörchen als auch bei den Sitatunga mit dem jüngsten Flusspferd in der Gruppe FW2 registriert (Abb. 44 und 45). Es wurde nur eine Interaktion des Sattelstorchs und keine der Sitatunga mit dem ältesten Flusspferd der Gruppe FW1 beobachtet, was vor allem durch dessen seltene Anwesenheit auf der Anlage zu erklären war (Abb. 46).

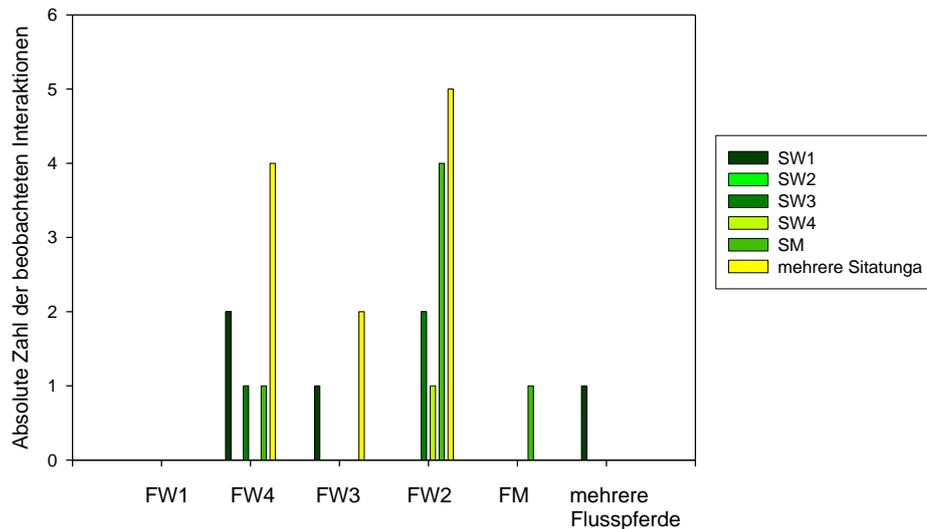


Abb. 46: Die absolute Anzahl der Interaktionen zwischen den Sitatunga und Flusspferden während der Beobachtungszeit vom 05.04. bis 31.08.

3.4.2 Intraspezifische Interaktionen

Es wurden insgesamt 44 interspezifischen Interaktionen innerhalb der Sitatunga - Gruppe während der Beobachtungszeit von 05.04. bis 31.08. registriert. Das Schema der Interaktionen innerhalb der Sitatunga-Gruppe in Abb. 47 zeigt, dass alle drei Grundtypen der Interaktionen (soziopositive, neutrale und agonistische) beobachtet wurden. Die überwiegende Anzahl der Interaktionen war allerdings soziopositiv und bestand aus Grooming und Spielen. Die in Abb. 47 dargestellten Interaktionen beinhalteten das Sexualverhalten des Bockes nicht. Das Sexualverhalten wurde allen Weibchen gegenüber registriert, der Bock wurde aber von den Weibchen während der Beobachtungszeit ignoriert.

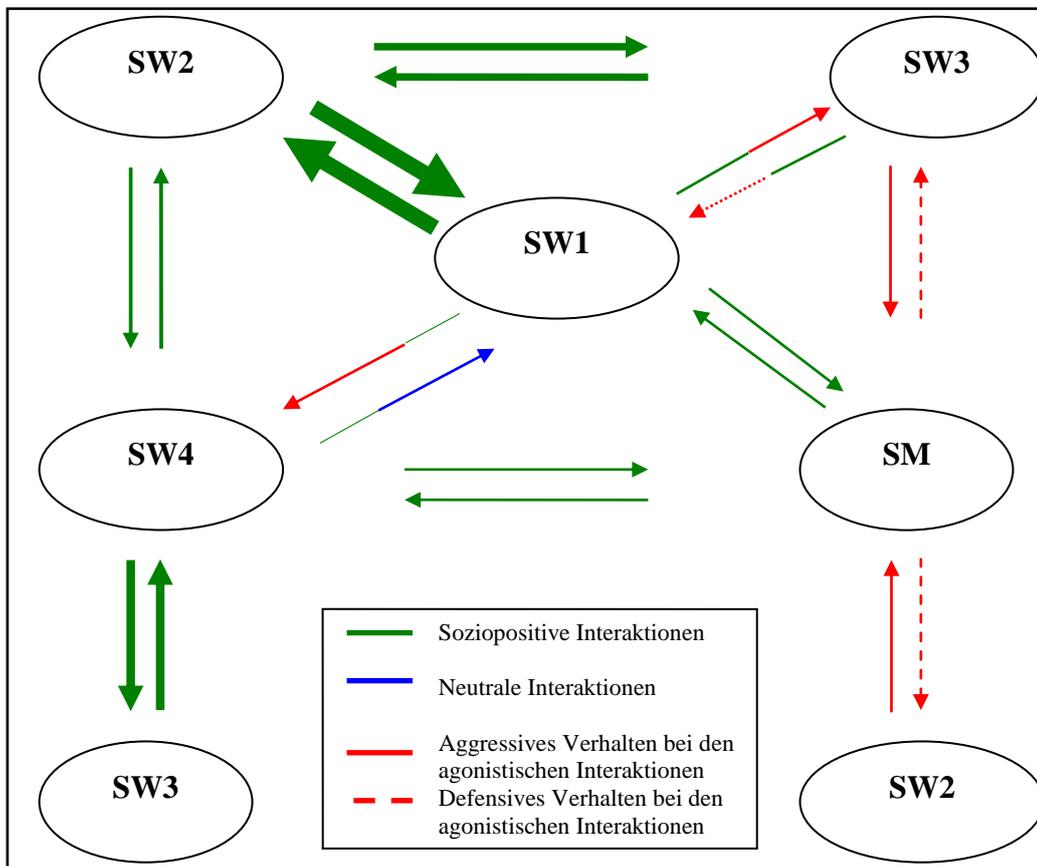


Abb. 47: Schematische Darstellung des Charakters und der Intensität von intraspezifischen Interaktionen in der Sitatunga-Gruppe in der Beobachtungszeit vom 05.04. bis 31.08. Die Stärke der Pfeile zeigt die Anzahl der beobachteten Interaktionen; die Farbe den Charakter der Interaktionen. Die Informationen über aggressives oder defensives Verhalten der Tiere während der agonistischen Interaktionen wurden mit den verschiedenen Linienarten präsentiert. Die Länge der farbigen Abschnitte in jedem Pfeil stellt die relative Zahl der jeweiligen Interaktionsart zwischen den jeweiligen Tieren dar.

Die in Abb. 47 dargestellten Ergebnisse weisen deutlich darauf hin, dass über der Hälfte der beobachteten Interaktionen in der Sitatunga-Gruppe zwischen den Tieren SW1 und SW2 auftraten. Die Daten aus der Tab. 12 lassen feststellen, dass 100 %

der registrierten Interaktionen zwischen diesen zwei Weibchen das Grooming war. Das Grooming wurde relativ häufig zwischen den Tieren SW2 und SW3 registriert. Das Verdrängen einer Sitatunga durch eine andere wurde nur in wenigen Fällen beobachtet (Tab.12).

Tab. 12: Die Verhaltensweisen, die soziopositive, neutrale agonistische beobachtete Interaktionen charakterisieren, mit deren absoluten und relativen Zahl der Registrierung während der Beobachtungszeit vom 05.04. bis 31.08. Die relativen Zahlen beziehen sich auf die Gesamtzahl der Interaktionen in der Tiergruppe. Alle Daten jeweiliger Zeile beziehen sich auf die Aktionen und Reaktionen des fett markierten Tieres.

Tiere \ Art der Interaktion	Soziopositive Interaktionen			Agonistische Interaktionen			Neutrale Interaktionen	
	Spielen	Grooming	%	Verdrängen	Zurücktreten	%	Ignorieren	%
SW1-SW2	0	14	32	0	0	0	0	0
SW2-SW1	0	14	32	0	0	0	0	0
SW1-SW3	1	1	5	2	0	5	0	0
SW3-SW1	1	1	5	0	2	5	0	0
SW1-SW4	0	1	2	2	0	5	0	0
SW4-SW1	0	1	2	0	0	0	2	5
SW1-SM	2	0	5	0	0	0	0	0
SM-SW1	2	0	5	0	0	0	0	0
SW2-SW3	0	6	14	0	0	0	0	0
SW3-SW2	0	6	14	0	0	0	0	0
SW2-SW4	1	2	7	0	0	0	0	0
SW4-SW2	1	2	7	0	0	0	0	0
SW2-SM	0	0	0	1	0	2	0	0
SM-SW2	0	0	0	0	1	2	0	0
SW3-SW4	5	2	16	0	0	0	0	0
SW4-SW3	5	2	16	0	0	0	0	0
SW3-SM	0	0	0	1	0	2	0	0
SM-SW3	0	0	0	0	1	2	0	0
SW4-SMk	1	1	5	0	0	0	0	0
SM-SW4	1	1	5	0	0	0	0	0
mehrere Sitatunga	2	0	4	0	0	0	0	0
Insgesamt	11	27		6	0		0	
Insgesamt	11	27		0	4		2	

Die intraspezifischen Interaktionen zwischen den Sattelstörchen wurden ebenso registriert. Die Sattelstörche haben zwar oft dicht nebeneinander gestanden oder gegessen. Jedoch kam es zur Interaktionen nur in zehn Fällen. Das Männchen trat immer als Initiator der Interaktionen auf und hat das Weibchen mit dem Schnabel gezupft oder aus einem Platz verdrängt.

Zu den häufigsten beobachteten Interaktionen zwischen den Flusspferden gehörte die Vokalisation, die durchschnittlich sechs Mal am Tag registriert wurde. Die Vokalisation fand überwiegend im Wasser statt und bestand aus einer Kette von Rufen aller Flusspferde, die sich auf der Anlage befanden. Es wurden auch die Fälle

registriert, in denen auf die Vokalisation von Flusspferden auf der Anlage die Flusspferde im Innengehege antworteten. Agonistische Interaktionen wurde in wenigen Fällen beobachtet (Anhang, Tab. 4). Die Interaktionen könnten aber nur am Land beobachtet werden. Die Interaktionen im Wasser blieben unregistriert.

Die engste soziopositive Beziehungen wurde zwischen zwei Flusspferdweibchen festgestellt: das jüngste Flusspferdweibchen FW2 folgte während der ganzen Beobachtungszeit dem Weibchen FW3.

4 Diskussion

Die erhaltenen Ergebnisse und die durchgeführte Analyse des Verhaltens der Tiere, der interspezifischen Interaktionen sowie der Raumnutzung lieferten Hinweise für eine gut funktionierende Tiergemeinschaft und stresslosen Bedingungen auf der Anlage.

Die Analyse der beobachteten Verhaltensweisen wurde für alle Tierarten in der Beobachtungszeit von 11.04. bis 31.08. durchgeführt. Die grundlegenden Verhaltensweisen bei den Sitatunga waren die Nahrungsaufnahme und das Ruheverhalten, deren relative Dauer bei 80 % der gesamten Beobachtungszeit lag. Die Dauer des Fressverhaltens ist während der Beobachtungszeit signifikant gestiegen, während die Dauer des Ruheverhaltens dagegen signifikant gesunken ist. Die gestiegene Dauer des Fressverhaltens bei den Sitatunga während der Beobachtungszeit kann durch den Zugang zu den neuen Flächen (dem ersten Teil der Anlage) und damit zu den neuen Nahrungsressourcen ab dem 17.06. erklärt werden. Die gestiegene Dauer des Fressverhaltens ist ein indirektes Anzeichen für das Wohlbefinden der Antilopen und die stresslosen Bedingungen für sie auf der Anlage. Die Häufigkeit des Sicherns und deren zeitlichen Veränderungen war ein wichtiger Indikator des Wohlbefindens der Sitatunga. Die durchgeführte Analyse des Sicherns hat gezeigt, dass die Antilopen signifikant häufiger auf den gemeinsamen Flächen diese Verhaltensweise zeigten als auf den nur für Sitatunga und Sattelstörche zugänglichen Flächen. Die Antilopen waren demgemäß viel vorsichtiger auf den gemeinsamen Flächen und verhielten sich ruhiger (d.h. sichern seltener) auf dem dritten Teil der Anlage. Die Analyse der zeitlichen Veränderungen der Häufigkeit des Sicherns während der gesamten Beobachtungszeit ließ die signifikante Senkung der Häufigkeit des Sicherns feststellen. Diese Tatsache ist ein Hinweis dafür, dass die Tiere sich an die Anlage gewöhnten und es keine zusätzlichen Stressfaktoren gab, die eine Unruhe der Tiere verursachen konnten.

Die Untersuchung der Raumnutzung der Anlagefläche von Sitatunga hat gezeigt, dass die Sitatunga 96 % der zugänglichen Flächen während der Beobachtungszeit nutzten. Das Erobern der neuen Flächen erfolgte bei den Sitatunga ziemlich schnell: schon während der ersten Woche wurde der größte Teil des Territoriums besetzt. Es wurde festgestellt, dass in dem zweiten Beobachtungsintervall vom 17.06.-31.08. (der erste Teil der Anlage ist zugänglich geworden; Kohaltung mit Flusspferden) die Antilopen signifikant größere Flächen nutzten als während dem ersten

Beobachtungsintervall vom 05.04.-16.06. Dies bedeutet, dass die neuzugänglichen Flächen trotz der Anwesenheit der Flusspferde von den Sitatunga genutzt wurden. Die signifikant gestiegene Größe der genutzten Flächen innerhalb des zweiten Zeitabschnittes zeigt, dass die Antilopen während dieser Zeit immer größere Flächen der gemeinsamen Territorien besetzen. Aktive Nutzung des Flusspferdeterritoriums, dass erst ab dem 17.06. für die Sitatunga zugänglich wurde, spricht im Zusammenhang mit den bereits oben diskutierten Ergebnissen für eine erfolgreiche Gemeinschaftshaltung von Sitatunga und Flusspferden.

Das Verhalten der Sattelstörche war während der Beobachtungszeit ziemlich konstant und wurde lediglich nur durch die gestiegene Dauer des Ruheverhaltens charakterisiert. Die Sattelstörche nutzten während der Beobachtungszeit nur 70 % der zugänglichen Flächen. Die Größe der von Sattelstörchen genutzten Flächen blieb während der gesamten Beobachtungszeit unverändert. In dem zweiten Beobachtungsintervall vom 17.06.-31.08. hat sich diese Größe zwar erhöht, unterschied sich aber von der entsprechenden Größe während des ersten Beobachtungsintervalls nicht signifikant. Die durchgeführten Analysen haben gezeigt, dass die gemeinsamen Flächen (Teile I und II der Anlage) kaum von den Sattelstörchen genutzt wurden: in nur drei Prozent der Sichtungen waren die Sattelstörche auf den gemeinsamen Flächen präsent, in 97 % der Sichtungen befanden sich die Sattelstörche auf dem dritten Teil der Anlage. Die signifikant gestiegene Dauer des Ruheverhaltens spricht für die stresslose Umgebung der Vögel. Aufgrund der Tatsache, dass die Sattelstörche kaum die mit den Flusspferden gemeinsamen Flächen nutzten, erfolgte die gemeinschaftliche Haltung dieser Tierarten nur teilweise. Der hohe Grad der Nutzung der für Flusspferde unzugänglichen Flächen von Sitatunga (79 % der Sichtungen) und Sattelstörchen (97 %), zeigt die Notwendigkeit der Rückzugsflächen für diese Tierarten bei der Vergesellschaftung mit Flusspferden.

Das Verhalten der Flusspferde wurde in den folgenden Zeitintervallen beobachtet: vom 29.04.-03.05. und vom 17.06.-31.08. Die grundlegenden Verhaltensweisen waren das Schwimmen und das Ruheverhalten. Aus der Analyse der zeitlichen Veränderungen hat sich ergeben, dass sich die Dauer des Schwimmens während der Beobachtungszeit signifikant erhöhte, die Dauer des Ruheverhaltens ist dagegen signifikant kürzer geworden. Es wird vermutet, dass dieser Effekt durch die Wetterbedingungen bedingt ist. Es wurde beobachtet, dass die Flusspferde sich

während der Regenfälle in der Regel im Wasser aufhielten. Aufgrund der häufigen Regenfälle in der zweiten Hälfte der Beobachtungszeit hielten sich die Flusspferde dieser Vermutung nach häufiger im Wasser auf. Diese Annahme kann aber aufgrund der mangelnden Daten an den sonnigen Tagen zum Vergleich nicht statistisch geprüft werden.

Die beobachteten Verhaltensweisen lieferten die Informationen über die Besonderheiten des Verhaltens der Tiere in Gefangenschaft und konnten mit den entsprechenden Daten aus der Wildbahn verglichen werden. Diese Analyse war aufgrund der zahlreichen Beobachtungen und der vorhandenen Daten aus der Wildbahn bei den Sitatunga möglich. Die relative Dauer des intraspezifischen Verhaltens (0,5 %) stimmte mit den Ergebnissen aus der Wildbahn (0,6 % der Sichtungen) (MAGLIOCCA et al 2002) überein. Das Groomen trat aber in Gefangenschaft viel öfter (0,3 %) als in der Wildbahn (0,1 %) auf, was die Beobachtungen von POPP (1982) bestätigte. Als die Ursache für das häufige Groomen der Sitatunga in Gefangenschaft nannte POPP (1982) mehr „Freizeit“, als in der Wildbahn. Es ist bekannt, dass Tieren in Gefangenschaft solche wesentliche Aktivitäten wie Nahrungssuche und Feindvermeidung fehlen. Im Gegensatz zu der Wildbahn, wo als eine der grundlegenden Verhaltensweisen neben dem Fressen das Stehen bei Sitatunga war, zeigten die Antilopen in Gefangenschaft das Liegen als einer der grundlegenden Verhaltensweisen. Diese Unterschiede sind offensichtlich mit der Notwendigkeit der Feindvermeidung in der Wildbahn verbunden. Die Vokalisation der Sitatunga wurde auch wie bei den anderen ähnlichen Beobachtungen in Gefangenschaft (POPP 1982) nicht registriert.

Eine Beobachtung, die nicht in den Ergebnissen erwähnt wurde, ist die Carnivorie bei den Sitatunga. Fälle von Carnivorie bei den Sitatunga wurden während des Beobachtungszeitraums mehrmals registriert. Es wurden die für Sattelstörche vorgesehenen Küken und Fisch von den Antilopen aufgenommen. Aus der Literatur ist bekannt, dass Carnivorie regelmäßig bei afrikanischen Boviden auftritt (GEWALT 1966; GANSLOSSER 1981). SEKULIC & ESTES (1977) vermuten als Grund dafür Kalzium- und Phosphatmangel, das Problem der Proteinversorgung wurde auch als Grund für Carnivorie angenommen. Diese Vermutungen wurden aber nicht durch gezielte Untersuchungen unterstützt und die Gründe für Carnivorie bei den afrikanischen Boviden bleiben ungeklärt.

Bei der Analyse der Raumnutzung wurden die Aufenthaltspräferenzen der Flusspferde und der Sitatunga untersucht. Da die am meisten besuchten Quadrate die Liegeplätze von Tieren kennzeichneten, wurden die Kriterien bei der Auswahl der Liegeplätze für diese zwei Tierarten bestimmt. Es wurde festgestellt, dass die Sitatunga die Rückzugsräume der Anlage stark bevorzugten. Das wichtige Kriterium bei der Auswahl der Ruheplätze bei Flusspferden war der Typ des Bodens: die Tiere wurden signifikant öfter auf den sandigen Flächen beobachtet. Es ist anzumerken, dass die Sitatunga nie im Becken gesichtet wurden, obwohl die gleichen Tiere auf der alten Anlage oft im Wasser beobachtet wurden (GÜRTLER 2002). Es wurde vermutet, dass die Ursache dafür der von den Sitatunga benötigte sumpfige, weiche Übergang zum Wasser ist. Der mit Betontreppen ausgestaltete Übergang auf der Anlage ist für diese Antilopen schwer überwindbar. Diese Erkenntnisse sind wichtige Informationen, die für die Gestaltung der Anlage von Bedeutung sind.

Die Analyse der Nachbarschaftsverhältnisse war nur für die Sitatunga und Sattelstörche möglich. Aufgrund des häufigen Wasseraufenthaltes wurde die Registrierung der Nachbarschaft und insbesondere die Distanzen bei den Flusspferden sehr erschwert. Bei der Analyse der Nachbarschaftsverhältnisse wurde festgestellt, dass in über 80 % der Fälle sowohl Sitatunga als auch Sattelstörche einen Artgenossen als den nächsten Nachbarn hatten. Die Distanzen waren in diesem Fall am kürzesten. Bei der Untersuchung der zeitlichen Veränderungen wurden bei den Sattelstörchen keine signifikanten Unterschiede weder in den Nachbarschaftsverhältnissen noch in den Distanzen zum nächsten Nachbarn festgestellt. Die interessanten Ergebnisse lieferten die Daten von den zeitlichen Veränderungen der Nachbarschaftsverhältnisse und der entsprechenden Distanzen der Sitatunga. Es wurde festgestellt, dass die Sitatunga einen Artgenossen signifikant seltener am Ende der Beobachtungszeit im Vergleich mit deren Anfang als den nächsten Nachbarn aufwies. Die Distanzen zwischen zwei benachbarten Antilopen sind während der gesamten Beobachtungszeit signifikant gestiegen. Die Ereignisse über die Auseinanderwanderung der Antilopen auf der Anlage stimmen mit den Erkenntnissen über die solitäre Lebensweise dieser Antilopenart in der Wildbahn überein. Die Antilopen können zwar unter bestimmten Bedingungen in der Wildbahn Gruppen bilden, leben aber normalerweise solitär. Mehrere Autoren nennen folgende Faktoren, die zur Gruppenbildung bei Antilopen führen können: begrenzte Nahrungsressourcen, offene Habitate und damit verbundene erhöhte Prädatorendruck

(JARMAN 1974; MAGLIOCCA et al. 2002). Falls die Gruppenbildung durch Stressfaktoren zu erklären ist, deutet der beobachtete Effekt des Auseinanderwanderns von Antilopen auf die stresslosen Bedingungen auf der Anlage hin.

Die unzählreichen interspezifischen Interaktionen lieferten die wichtigen Informationen für die Untersuchung der interspezifischen Eignung der Tierarten. Es wurden insgesamt 123 soziopositive und neutrale interspezifische Interaktionen während der Beobachtungszeit vom 05.04. bis 31.08. beobachtet. Die meisten davon (68 %) fanden zwischen den Sattelstörchen und den Sitatunga statt. An 97 % aller Interaktionen mit den Sattelstörchen war das Männchen beteiligt, das Weibchen nahm nur an drei Prozenten aller Interaktionen teil. Zum größten Teil (90%) waren die Interaktionen zwischen den Sattelstörchen und den Sitatunga agonistisch und beinhalteten in der Regel eine aggressive Aktion des Sattelstorches und eine defensive oder neutrale Reaktion der Antilopen. Bei den beobachteten agonistischen Interaktionen zwischen den Sattelstörchen und den Sitatunga wurden auch keine Anzeichen von Stress bei den Tieren festgestellt. Die Angriffe des Sattelstorchs sind durch das territoriale Verhalten, das für die Vögel dieser Art charakteristisch ist, zu erklären. Aufgrund der Abwesenheit anderer Artgenossen (außer dem Weibchen) auf der Anlage wurde das stark ausgeprägte territoriale Verhalten des Sattelstorches auf die Antilopen projiziert. Die Sitatunga blieben während dieser Angriffe unverletzt. Das Picken des Sattelstorchs war offensichtlich in den meisten Fällen nicht schmerzhaft, da es oft von den Sitatunga ignoriert wurde.

Die Sitatunga zeigten in den interspezifischen Interaktionen kein aggressives Verhalten. Die einzige agonistische Verhaltensweise der Flusspferde war das Verfolgen, was offensichtlich eher durch Neugier als durch Aggression zu begründen ist. Die meisten Interaktionen wurden mit dem jüngsten Flusspferd Asita beobachtet. Die intraspezifischen Interaktionen wurden ebenso registriert. Interessante Ergebnisse konnten bei der Auswertung der Interaktionen in der Sitatunga-Gruppe festgestellt werden. Über 30 % alle Interaktionen in der Sitatunga-Gruppe fanden zwischen den zwei Sitatunga-Weibchen SW1 und SW2 statt. Alle beobachteten Interaktionen zwischen diesen zwei Tieren war das Groomen. Der mögliche Grund für häufiges Groomen zwischen zwei oben genannten Antilopen ist der hohe Verwandtschaftsgrad beider Tiere (Halbgeschwister, $r = 0,25$). SW1 und SW2 sind näher miteinander als mit den anderen Antilopen der Gruppe und näher als die

anderen Antilopen miteinander verwandt. Eine andere Erklärung geht auf eine längere Zeit der Haltung zurück. Da diese zwei Antilopen die ältesten Antilopen der Gruppe sind, lebten sie eine längere Zeit im Vergleich zu den anderen Antilopen der Gruppe zusammen und sind aneinander gewohnt. Das relativ häufige Groomen (14 %) wurde zwischen SW2 und einer anderen Antilope der Gruppe SW3 registriert. Die beiden Vermutungen sind auch in diesem Fall anwendbar. Konkretere Aussagen über das Groomen in der Sitatunga-Gruppe ließ der Mangel an Daten nicht machen. Als Initiator von vier von sechs beobachteten agonistischen Interaktionen in der Antilopengruppe trat das älteste Weibchen SW1 auf, was ein Hinweis auf seine hohe Rangposition ist. Die Tatsache, dass dieses Weibchen morgens als die letzte den Stall verließ und abends als letzte hinein lief, ist ebenso ein indirekter Hinweis auf ihre leitende Position in der Gruppe. Die weitere Hierarchie der Tiere in der Gruppe ist ungeklärt. Die Interaktionen zwischen den Sattelstörchen wurden nur in wenigen Fällen beobachtet und beinhalteten das Zupfen des Weibchens vom Männchen.

Die Flusspferde kommunizierten miteinander durch Vokalisation. Es wurden einige Auseinandersetzungen beobachtet. Diese Informationen lieferten aber kein vollständiges Bild über die Hierarchie der Tiere innerhalb der Gruppe. Im Gegensatz zur Wildbahn, wo die leitende Position immer ein Männchen besitzt, war der Bulle auf der untersten Hierarchieposition in der Gruppe. Die leitende Position wurde von FW4 und FW3 bestritten. Da FW1 sehr selten in der Gruppe war, war ihre Hierarchieposition schwer zu ermitteln.

Aus der Literatur (HAMMER 2001; ZIEGLER 2002) und aus den diskutierten Ergebnissen lassen sich folgende drei Faktoren feststellen, die für die erfolgreiche Funktionierung der Gemeinschaftshaltung von großer Bedeutung sind: gute interspezifische Eignung der vergesellschafteten Tierarten, die den Besonderheiten der vergesellschafteten Tierarten entsprechende Gestaltung der Anlage und das richtige Management der Gemeinschaftsgehege.

Das aggressive Verhalten in der Tiergemeinschaft wurde lediglich beim Sattelstorch beobachtet und kann mit der stark ausgeprägten Territorialität dieser Vogelart erklärt werden. Da bei den Sitatunga kein territoriales Verhalten bekannt ist und die Flusspferde in der Wildbahn zu den anderen Tieren sehr tolerant sind, hat das territoriale Verhalten der Sattelstörche keine aggressive Reaktion hervorgerufen. Die durchgeführten Beobachtungen lassen die Flusspferde als friedliche und gut für eine

Kohaltung geeignete Tierart charakterisieren, was die Daten von HAMMER (2001) bestätigt.

Die Gestaltung der Anlage entspricht den ethologischen Besonderheiten der vergesellschafteten Tierarten. Der für die Flusspferde unzugängliche Teil der Anlage sichert für die Sitatunga und die Sattelstörche eine Rückzugsmöglichkeit. Die intensive Nutzung der für die Flusspferde unzugänglichen Flächen von den Sitatunga und den Sattelstörchen ist ein Beweis für die Notwendigkeit solcher Flächen für die mit den Flusspferden vergesellschafteten Tierarten auf der Anlage. Die Gestaltung der Anlage mit den „Käfigen“ und anderen Rückzugsbereichen ist für das Wohlbefinden solcher scheuen Antilopenart wie Sitatunga wichtig. Die Tatsache, dass die Antilopen trotz ihres für die Art charakteristischen häufigen Aufenthaltes in Wasserbereichen nicht im Becken gesichtet wurden, spricht für die ungünstige Gestaltung des Wasserüberganges auf der Anlage. Die erhaltenen Ergebnisse haben gezeigt, dass das Vorhandensein von Sandflächen auf der Anlage für die Flusspferde wichtig ist.

Es ist anzumerken, dass durch die richtigen Managementmaßnahmen mögliche Auseinandersetzungen in der Tiergemeinschaft verhindert wurden. Am häufigsten wurden, neben den Aggressionen in der Brunftzeit, Auseinandersetzungen über das Futter als Gründe für Kämpfe angegeben (HAMMER 2001). Durch die getrennte Übernachtung der Tierarten und die getrennte Fütterung der Flusspferde auf der Anlage ließen sich Konkurrenzsituationen vermeiden.

Alle oben diskutierten Ergebnisse sprechen für eine gute interspezifische Eignung der vergesellschafteten Tierarten und die stresslosen Bedingungen in der Tiergemeinschaft während der Beobachtungszeit. Durch die für die untersuchten Tierarten recht geeignete Gestaltung der Anlage und die richtigen Managementmaßnahmen wurden mögliche kritische Situationen verhindert.

5 Zusammenfassung

Die Idee der gemeinschaftlichen Haltung mehrere Säugetierarten wird im Zooanagement immer beliebter. Die Untersuchungen bereits existierender Tiergemeinschaften liefern wichtige Informationen über die intraspezifische Eignung sowie die wichtigen für die vergesellschafteten Tierarten Besonderheiten in der Gestaltung der Anlage.

Die Tiergemeinschaft Flusspferd (*Hippopotamus amphibius*), Sitatunga (*Tragelaphus spekii*) und Sattelstorch (*Ephippiorhynchus senegalensis*) wurde untersucht. Die inter- sowie intraspezifische Interaktionen, das Verhalten und die Raumnutzung der vergesellschafteten Tiere wurden analysiert. Für die Beobachtungen wurden Scan- und Fokusbildungsmethode angewendet.

Die durchgeführte Analyse hat gezeigt, dass die Tiergemeinschaft trotz der agonistischen Interaktionen zwischen den Sattelstörchen und Antilopen ohne Stress für die vergesellschafteten Tiere funktionierte. Die Beweise dafür sind: die gestiegene Fressdauer bei den Sitatunga, die gesunkene Häufigkeit des Sicherns bei den Antilopen, der Effekt des Auseinanderwanderns in der Antilopengruppe, die Nutzung der mit den Flusspferden gemeinsamen Flächen, das ruhige Ausweichen oder das Ignorieren der Angriffe des Sattelstörche von den Sitatunga und die gestiegene Dauer des Ruheverhaltens bei den Sattelstörchen. Der hohe Grad der Nutzung der für die Flusspferde unzugänglichen Flächen von den Sitatunga und den Sattelstörchen spricht für die Notwendigkeit solcher Flächen auf der Anlage.

Es wurden einige Besonderheiten bei der Gestaltung der Anlage festgestellt, die für das Wohlbefinden der vergesellschafteten Tierarten wichtig sind. Diese sind die Sandflächen für die Flusspferde, die Rückzugsbereiche für die Sitatunga. Die Vergesellschaftung der Sattelstörche mit Flusspferden erfolgte nur beschränkt, da die Sattelstörche die gemeinsamen Flächen mit Flusspferden kaum nutzten.

Einige Besonderheiten des Verhaltens der Tiere in Wildbahn wurden auch während der Beobachtungszeit in Gefangenschaft beobachtet. Die Antilopen zeigten den Effekt des Auseinanderwanderns, was mit der solitären Verhaltensweise dieser Antilopenart in der Wildbahn übereinstimmt. Der Sattelstorch zeigte territoriales Verhalten (was typisch für die Art in freier Wildbahn ist), das angesichts der Abwesenheit anderer Artgenossen auf der Anlage auf die Antilopen projiziert wurde. Die oft in Wildbahn vorkommende Vokalisation der Sitatunga wurde nicht in Gefangenschaft registriert.

Die Gemeinschaftshaltung der untersuchten Tierarten kann aufgrund der positiven interspezifischen Eignung der Arten, der geeigneten Gestaltung der Anlage und der richtigen Managementmaßnahmen gut funktionieren und ist für weitere Zoo unter den gegebenen Bedingungen zu empfehlen.

6 Literaturverzeichnis

- BACKHAUS, D. & FRÄDRICH, H. (1965): Experiences keeping various species of ungulates together at Frankfurt Zoo. *Int. Zoo Yb*, **5**: 14-24.
- BARKLOW, W.E. (2004): Amphibious communication with sound in hippos, *Hippopotamus amphibius*. *Animal Behaviour*, **68**: 1125-1132.
- BLASZKIEWITZ, B. (1980): Flusspferde (*Hippopotamus amphibius*) im Zoo Berlin. *Bongo*, **4**:17 – 22.
- BENSON, C.W. & PITMAN, C.R.S. (1958): Further breeding records from Northern Rhodesia. *Bull. Br. Orn. Club*, **78**: 164-166.
- BOISSERIE, J., LIHOREAU, F. & BRUNET, M. (2005): The position of Hippopotamidae within Cetartiodactyla. *PNAS*, **102**: 1537-1541.
- BROOKE, R.K. (1984): South African Red Data Book – Birds. South African National Scientific Programmes Report No 97. Pretoria, Foundation for Research Development (zitiert aus BENN, G.A., KEMP, A.C. & BEGG, K.S. (1995): The distribution, size and trends of the saddlebilled stork *Ephippiorhynchus senegalensis* population in South Afrika. *S. Afr.J. Wildl. Res.* **25**: 98-105).
- BROWN, L.H., URBAN, E.K. & NEWMAN, K. (1982): The birds of Africa. vol. 1. Academic Press, London.
- CROTTY, M.J. (1981): Mixed species exhibits at the Los Angeles. *Int. Zoo Yb*, **21**: 203-206.
- CURRY-LINDAHL, K. (1961): Contribution a l'étude des vertebres terrestres en Afrique tropicale. *Explor. Parc. Nat. Albert et Kagera, Miss. Curry-Lindahl* **1**: 1-331 (zitiert aus HANDCOCK, J.A, KUSHLAN, J.A. &

KAHL, P. (1992): Storks, Ibises and Spoonbills of the World. Academic Press, London).

- DENSMORE, M.A. (1980): Reproduction of Sitatunga *Tragelaphus spekei* in captivity. *Int. Zoo Yb*, **20**: 227-229.
- DITTRICH, L. (1976): Age of sex maturity in the hippopotamus *Hippopotamus amphibius*. *Int. Zoo Yb*, **16**: 171-173.
- ELTRINGHAM, S.K. (1993): The common Hippopotamus (*Hippopotamus amphibious*). In: Pigs, Peccaries and Hippos: Status Survey and Action Plan, (Ed. W.R.L. Oliver), IUCN, Gland. 43-45.
- ELTRINGHAM, S.K. (1999): The Hippos: Natural History and Conservation. Academic Press, London.
- ESTES, R.D. (1991): The behaviour guide to African mammals. University of California Press, London.
- ESTES, R.D. (1993). The safari companion: a guide to watching African mammals. Chelsea Green Publishing Company, Vermont, USA.
- FRÄDRICH, H. (1967): Das Verhalten der Schweine (*Suidae, Tayassuidae*) und Flusspferde (*Hippopotamidae*). *Handb. Zool.*, **8**: 1-44.
- FRÄDRICH, H. (2000): Flusspferde. In: GRZIMEK, B., (ed.) Grzimeks Enzyklopadie: Säugetiere. Band 13. Dt. Taschenbuchverlag, München, 107-125.
- GAMES, I. (1983): Observation on the Sitatunga *Tragelaphus spekei selousi* in the Okavango Delta of Botswana. *Biological conservation*, **27**: 157-170.
- GANSLOSSER, U. (1981): Zur Carnivorie bei Känguruhs. *Zool. Garten*, **51**: 216-224.

- GEWALT, W. (1966): Hirsche und Antilopen fressen Tauben. *Z. Säugetierk.*, **31**: 407-409.
- GÜRTLER, W.D. (2002): Sitatunga Carla – ein Antilopenleben im Ruhr Zoo. *Ruhr ZOO Magazin*, **2**: 19-22.
- HAMMER, G. (2001): Gemeinschaftshaltung verschiedener Säugtierarten in Zoos. Dissertation an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Salzburg (www.ethopraxis.com).
- HANDCOCK, J.A, KUSHLAN, J.A. & KAHL, P. (1992): *Storks, Ibises and Spoonbills of the World*. Academic Press, London.
- HJORDT-CARLSEN, F.(1997): The role of mixed species exhibits in environmental enrichment – the South American mixed-species exhibits in Copenhagen Zoo. *Proc. Of the sec. Int. Conf. on Env. Enrichment*. Copenhagen: 168-178.
- HOWARD, G.W. & ASPINWALL, D.R. (1984): Aerial censuses of shoebills, saddle-billed storks, and wattled cranes at the Bangweulu swamps and Kafue flats, Zambia. *Ostrich*, **55**: 207-212.
- JARMAN, P.J. (1974): The social organisation of antelope in relationship to their ecology. *Behaviour*, **48**: 215-268.
- KAHL, M.P. (1966): Comparative ethology of the Ciconiidae. Part 1. The Marabu stork, *Leptoptilos crumeniferus* (Lesson). *Behaviour*, **27**: 76-106.
- KAHL, M.P. (1971): Social behaviour and taxonomic relationship of the storks. *Living bird*, **10**: 151-170.
- KAHL, M.P. (1973): Comparative ethology of the Ciconiidae. Part 6. The Blacknecked, Saddlebill and Jabiru storks (genera *Xenorhynchus*, *Ephippiorhynchus* and *Jabiru*). *Condor*, **75**: 17-27.

- KARSTADT, E.L. & HUDSON, R.J. (1986): Social organization and communication of riverine hippopotami in southwestern Kenya. *Mammalia*, **50**: 153-164.
- KINGDON, J. (1973): East African mammals: An Atlas of Evolution in Africa. vol. 3B (Large mammals). Academic Press, London.
- KINGDON, J. (1982): East African mammals. An Atlas of Evolution in Africa. vol. 3C (*Bovids*). Academic Press, New York.
- KLINGEL, H. (1979): Soziale Organisation des Flusspferdes *Hippopotamus amphibius*. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, **72**: 241.
- LASSUS, N.S. (1973): Saddle-billed Storks. *Bull. E. Afr. Nat. Hist. Soc.*: 74.
- LOCK, M.J. (1972): The effects of hippopotamus grazing on grasslands. *J. Ecol.*, **60**: 445-467.
- MAGLIOCCA, F., QUEROUIL, S. & GAUTIER-HION, A. (2002): Grouping patterns, reproduction, and dispersal in a population of sitatunga (*Tragelaphus spekei gratus*). *Can. J. Zool.*, **80**: 245-250.
- MARTIN P. & BATESON P. (1986): Measuring behaviour: An introductory guide. Cambridge University Press, London.
- MONTGELARD, C., DUCROCQ, S. & DOUZERY, E. (1998): What is a Suiformes (Artiodactyla)? Molecular phylogenetics and evolution, **9**: 528-532.
- NAGUIB, M. (2006): Methoden der Verhaltensbiologie. Springer Verlag, Berlin.

- NIKAIDO, M., ROONEY, A.P. & OKADA, N. (1999): Phylogenetic relationships among cetartiodactyls based on insertions of short and long interspersed elements: Hippopotamuses are the closest extant relatives of whales. PNAS, **96**: 10261-10266.
- OLIVER, W.L.R. (1995): Taxonomy and conservation status of the suiformes - an overview. *Ibex*, **3**: 3-5.
- OWEN, R.E.A. (1970): Some observations on the sitatunga in Kenya. *E.Afr. Wildl.J.*, **8**: 181-195.
- PETERS, J.L. (1931): Check-list of birds of the world. Vol.1. Harvard University Press, Cambridge (zitiert aus KAHL, M.P. (1966): Comparative ethology of the Ciconiidae. Part 1. The Marabu stork, *Leptoptilos crumeniferus* (Lesson). *Behaviour*, **27**: 76-106).
- PETZSCH, H. (1986): *Urania Tierreich: Säugtiere. Band 5.* Urania Verlag, Leipzig, Jena, Berlin.
- PICKFORD, M. (1993): Old World suoid systematics, phylogeny, biogeography and biostatigraphy. *Paleontol. Evol.*, **26-27**: 237-269.
- PITMAN, C.R.S. (1965): The nesting, eggs und young of the Saddle-billed Stork, *Ephippiorhynchus senegalensis*. *Bull. Br. Orn. Club*, **85**: 70-80.
- PODLAYEN-NEUWALL, I. (1977): A remarkable Incidence of Fish-eating in an Antelope. *Zool. Garten N.F.*, **47**: 154.
- POPP, J.W. (1982): Observation on the behaviour of captive sitatunga (*Tragelaphus spekei*). *Zoo Biology*, **1**: 59-63.
- POPP, J.W. (1984): Interspecific aggression in mixed Ungulate species exhibits. *Zoo Biology*, **3**: 211-219.

- PUSCHMANN, W. (2004): Zootierhaltung: Säugertiere. Harri Deutsch Verlag, Frankfurt am Main.
- RUEMLER, G. (2003): Elefant, Nashorn, Flußferd – die klassischen “Dickhäuter” in der mittelalterlichen Plastik. Zool. Garten N.F., **73 (2)**: 93-110.
- SACHS, L. (2004): Angewandte Statistik. Springer Verlag, Heidelberg.
- SEKULIC, R. & ESTES, R.D. (1977): A Note on Bone Chewing in the Sable Antelope in Kenya. Mammalia, **41**: 537-539.
- SIDNEY, J. (1965): The past and present distribution of some African ungulates. Transactions of the zoological society of London, **30**: 89-131.
- SMITH, S. (1985): The atlas of Africa’s principal mammals. Natural History Books, South Africa.
- STARIN, E.D. (2000): Notes on sitatunga in the Gambia. Afr. J. Ecol., **38**: 339-342.
- THOMAS, D.W. & MARUSKA, J.E. (1996): Mixed species exhibits with mammals. In KLEIMAN, D.G., ALLEN, M.E., K.V. THOMSON and S. LUMPKIN (eds). Wild Mammals in Captivity. University of Chikago Press, Chikago.
- VERHEYEN, R. (1954): *Monographie Ethologique de l’Hippopotame (Hippopotamus amphibius Linn.)*. Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge, Bruxelles (zitiert aus WALTHER, F.R. (1984): Communication and expression in hoofed mammals. Indiana University Press, Bloomington).
- VON JIRI, V. (1994): Beitrag zum Vergleich der Fortpflanzungsbiologie der drei Antilopenarten der Gattung *Tragelaphus* De Blainvilli, 1816 in Menschenobhut. Zool. Garten N.F., **64**: 1-8.

- WALTHER, F.R. (2000): Ducker, Böckchen und Waldböcke. In: GRZIMEK, B., (ed.) Grzimeks Enzyklopadie: Säugetiere. Band 13. Dt. Taschenbuchverlag, München, 316-337.
- WALTHER, F.R. (1964): Verhaltensstudien an der Gattung *Tragelaphus* De Blainville, 1816 in Gefangenschaft, unter besonderer Berücksichtigung des Sozialverhaltens. Zeitschrift für Tierpsychologie, **21**: 393-467.
- WALHER, F.R. (1965): Ethological aspects of keeping different species of Ungulates together in captivity. Int. Zoo Yb, **5**: 1-13.
- WIESNER, H. (1996): Kleine Mitteilungen: Altersrekord bei einem Flusspferd (*Hippopotamus amphibius* L.). Zool. Garten, **66**: 195-196.
- WILLIAMSON, D.T. (1986): Notes on sitatunga in the Linyanti Swamp, Botswana, Afr. J. Ecol., **24**: 293-297.
- XANTEN, W.A. (1992): Mixed species exhibits – are they worth it? AAZPA Regional Conference Proceedings: 59-61.
- ZAR, J.H. (1999): Biostatistical Analysis. 4th ed. Prentice-Hall, New Jersey.
- ZIEGLER, T. (2002): Selected Mixed Species Exhibits of Primates and other Animals in German Zoological Gardens. Primate Report, **64**: pages ALL.

Internetquellen:

- www.iucnredlist.org/

7 Danksagung

Eine Diplomarbeit ist die erste selbständige Untersuchung eines Forschers und ist daher ohne eine gute Betreuung nicht möglich. Ich möchte Herrn Prof. Wolfgang Kirchner für die umfassende und engagierte Betreuung herzlich danken.

Bei Frau PD Dr. Claudia Distler möchte ich mich für die Übernahme des Zweitgutachtens bedanken.

Ich bedanke mich bei Herrn Ahrens für die Möglichkeit, meine Beobachtungen im Tiergarten Gelsenkirchen durchzuführen.

Herrn Gürtler danke ich für eine perfekte Organisation und vielseitige Unterstützung meiner Beobachtungen im Zoo. Ein großer Dank für die gute Kooperationsarbeit geht an die Zoomitarbeiter Klaus, Pascal, Carina und Melanie.

Außerdem möchte ich bei der gesamten Arbeitsgruppe Verhaltensbiologie für das sehr angenehme Arbeitsklima bedanken. Des Weiteren danke ich Ina, die mir immer mit hilfreichen Tipps und Anregungen zur Seite gestanden hat. Für eine angenehme Zusammenarbeit möchte ich mich bei Svenja bedanken.

Ein ganz besonderer Dank gilt meiner Familie und meinem Freund, die mich während des gesamten Studiums liebevoll unterstützt haben.

8 Anhang

Tab. 1: Die relative Dauer der beobachteten Verhaltensweisen in der Gruppe „sonstiges“ bei Sitatunga in den entsprechenden Zeitintervallen.

Verhaltensweisen der Gruppe „sonstiges“	allgemein	13.04.-13.05.	14.05.-16.06.	17.06.-17.07.	18.07.-18.08.
Flieden	0,048	0,146	0,024	0,028	0,008
Laufspiele	0,123	0,129	0,318	0,000	0,000
Bodenforkeln	0,051	0,034	0,151	0,000	0,000
Sich an Gegenstände Reiben	0,035	0,052	0,020	0,033	0,042
Koten	0,025	0,022	0,033	0,009	0,050
Urinieren	0,081	0,060	0,086	0,056	0,158
Insgesamt	0,363	0,444	0,632	0,127	0,258

Tab. 2: Die relative Dauer der beobachteten Verhaltensweisen in der Gruppe „sonstiges“ bei Flusspferden in den entsprechenden Zeitintervallen.

Verhaltensweisen der Gruppe „sonstiges“	allgemein	29.04.-03.05.	17.06.-17.07.	18.07.-18.08.
Riechen Markierung	0,019	0,106	0,000	0,000
Riechen an Artgenossen	0,056	0,319	0,000	0,000
Koten	0,012	0,000	0,000	0,053
Insgesamt	0,087	0,426	0,000	0,053

Tab. 3: Die Häufigkeit des Sicherns bei Sitatunga auf den gemeinsamen mit den Flusspferden Flächen (Teile I und II der Anlage) und auf den für Flusspferde unzugänglichen Flächen (Teil III) der Anlage.

Datum	Sichern (Mal pro min) auf dem Teil III der Anlage	Sichern (Mal pro min) auf den Teilen I und II der Anlage
30.04.2007	1,183	1,111
02.05.2007	0,739	1,000
03.05.2007	0,846	0,770
17.06.2007	1,071	1,381
30.06.2007	0,656	0,794
06.07.2007	0,588	0,916
08.07.2007	0,442	1,111
15.07.2007	0,441	0,331
18.07.2007	0,446	0,632
20.07.2007	0,529	0,582
22.07.2007	0,472	1,042
27.07.2007	0,527	0,966
12.08.2007	0,533	0,792
18.08.2007	0,343	0,737

Tab. 4: Die agonistischen Interaktionen in der Gruppe von Flusspferden in der Beobachtungszeit von 05.04. bis 31.08.

N	Dominantes Tier	Verhalten des dominanten Tieres	Unterwerfendes Tier	Verhalten des unterwerfenden Tieres
1	Ernie	Kopfheben	Lisa	Kopfsenken
2	Suze	Sichnähern	Lisa	Weglaufen
3	Lisa	Angreifen	Asita	Wegrennen
4	Lisa	Sichnähern	Suze	Schwanzwedeln
5	Lisa	Sichnähern	Asita	Weglaufen
6	Lisa	Kopfheben	Asita	Weglaufen
7	Lisa	Kopfheben	Suze	Zurücktreten
8	Lisa	Sichnähern	Asita	Zurücktreten
9	Lisa	Sichnähern	Suze	Schwanzwedeln
10	Lisa	Gähnen	Suze	Gähnen, Zurücktreten
11	Ernie	Sichnähern	Lisa	Schwanzwedeln