

GPS - BASIERTE BEWEGUNGSANALYSE UND
VERHALTENSBEOBSACHTUNGEN ZUR GRUPPENDYNAMIK VON JUNGEN
ASIATISCHEN ELEFANTENBULLEN (*ELEPHAS MAXIMUS*)
IM ZOO HEIDELBERG

MASTERARBEIT

eingereicht an die Fakultät für Biowissenschaften
der Ruprecht-Karls Universität Heidelberg

Frederik Linti

2017

**GPS - BASIERTE BEWEGUNGSANALYSE UND
VERHALTENSBEOBSACHTUNGEN ZUR GRUPPENDYNAMIK VON
JUNGEN ASIATISCHEN ELEFANTENBULLEN (*ELEPHAS MAXIMUS*)
IM ZOO HEIDELBERG**

MASTERARBEIT

**eingereicht an die
Fakultät für Biowissenschaften
der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**

**Frederik Linti
2017**

Die vorliegende Arbeit wurde im Zeitraum vom 22. Mai 2017 bis zum 22. November 2017 am Centre for Organismal Studies (COS) der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg in der Arbeitsgruppe „Aquatische Ökologie und Toxikologie“ unter Anleitung von Professor Dr. Thomas Braunbeck und Sandra Reichler (Zoo Heidelberg) angefertigt.

1. Gutachter: Prof. Thomas Braunbeck (COS)

2. Gutachter: Prof. Volker Storch (COS)

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Masterarbeit eigenständig, unter Anleitung, verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel für diese Arbeit benutzt habe.

21. November 2017

Frederik Linti

DANKSAGUNG

Mein Dank geht an Herrn Prof. Braunbeck, der mir durch seine bereitwillige Betreuung die Möglichkeit gegeben hat, meine Masterarbeit im Zoo Heidelberg anfertigen zu können. Außerdem danke ich Herrn Prof. Storch für seine Bereitschaft, als Zweitgutachter meiner Arbeit zu fungieren.

Ein ganz großes Dankeschön geht an Sandra Reichler, dass sie mir die Gelegenheit gegeben hat, meine Masterarbeit im Zoo Heidelberg machen zu können. Außerdem danke ich ihr für die nette Betreuung während der letzten sechs Monate, ihre Bereitschaft meine Fragen zu beantworten und der Hilfsbereitschaft bei der Methodenfindung.

Mein herzlicher Dank gilt außerdem den Tierpflegern des Elefantenhauses, die eine große Hilfe bei der Realisierung dieser Arbeit waren. Insbesondere danke ich Stefan, Tobi und Kim, die stets für Fragen und Diskussionen offen waren. Ohne ihr Wissen wäre es nicht möglich gewesen, das Verhalten der Elefanten so schnell zu verstehen. Außerdem danke ich ihnen für ihre Bereitschaft, die Elefanten an die Fußbänder für die GPS-Messungen zu gewöhnen. Auch bei Klaus, der die „elefantensicheren“ Fußbänder hergestellt hat, und allen anderen Beteiligten des GPS-Projekts möchte ich mich bedanken.

Des Weiteren danke ich Herrn Dr. Wünnemann und dem kompletten Team des Zoos für die schöne Zeit.

Vielen Dank auch an Patrick Heinrich, für die große Hilfe bei der statistischen Auswertung!

Außerdem danke ich meiner Familie, für die große Unterstützung während meines Studiums.

Zum Schluss natürlich noch vielen Dank an Tarak, Gandhi, Yadanar und Ludwig für die vielen unvergesslichen Momente!



ZUSAMMENFASSUNG

Um die Haltungsbedingungen der Tiere in zoologischen Einrichtungen immer weiter zu verbessern und ihnen dort ein naturnahes Aufwachsen zu ermöglichen, sind aktuelle wissenschaftliche Daten zum Verhalten nötig. Der Zoo Heidelberg hält in Absprache mit dem europäischen Erhaltungszuchtprogramm (EEP) eine Gruppe junger asiatischer Elefantebullen (*Elephas maximus*). Die Abtrennung heranwachsender männlicher Tiere von ihrer Geburtsherde ist eine Strategie in der Natur, um Inzucht zu vermeiden. Nach Verlassen der Familiengruppe bilden die männlichen Tiere einen lockeren Junggesellenverband. Die Jugendphase ist insbesondere bei sozial lebenden Tieren eine prägende Zeit, in der sie wichtige soziale Verhaltensweisen erlernen.

Im Rahmen dieser Studie wurde die Sozialstruktur und Gruppendynamik zwischen vier Jungbullen anhand der Fokustiermethode über einen Zeitraum von 20 Wochen untersucht. Da innerhalb einer Jungbullen Gruppe viel Bewegung erwartet wird, wurden außerdem die täglichen Laufdistanzen der Elefanten mit GPS-Daten erfasst, wozu die vier Tiere über Fußketten mit GPS-Trackern ausgestattet wurden.

In der Jungbullen Gruppe besteht eine lineare Dominanzhierarchie. Anhand der beobachteten sozialen Verhaltensweisen konnten bestimmte Beziehungen innerhalb der Gruppe und individuelle Merkmale der Elefanten identifiziert werden. Des Weiteren ergab die auf GPS-Messungen basierte Bewegungsanalyse wichtige Informationen über die Laufdistanzen der Tiere im Zoo Heidelberg. Die so ermittelten Laufdistanzen sind denen ihrer Artgenossen in der Wildnis sehr ähnlich.

ABSTRACT

In order to improve the welfare conditions for animals, here with focus on elephants, in zoological facilities, scientific data on their ethology are needed. The Zoo Heidelberg is the first German facility, which keeps a bachelor herd of young elephant bulls. This is due to support the European breeding program (EEP) for *Elephas maximus*. The separation of young males from their natal family group is a behavioral strategy to avoid inbreeding. After leaving the family group male elephants form loose all-male groups. This juvenile phase is an important time in the life of nearly every social living mammal. During that time they learn relevant social behavior.

The aim of this study was to assess the social structure and the group dynamics within the bachelor group of young elephant bulls. Therefore, the social behavior was recorded over a time period of twenty weeks by using the focal animal sampling. In a group of young bulls a lot of motion is expected. To analyze their movements, all four animals were outfitted with a GPS device in an anklet.

Within the elephant group a linear rank order was observed. By means of the social behavior different associations and individual characteristics were identified. On the basis of the GPS measurements important information about the elephants' amount of movement in the Zoo Heidelberg was obtained. These findings conform to the walking rates of their wild conspecifics.

Abkürzungsverzeichnis

Zusammenstellung der im Text verwendeten spezifischen Abkürzungen

AI	Assoziationsindex
BPW	beobachtete Häufigkeit pro Woche
CITES	Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora
DC	free contact (direct contact)
EAZA	European Association of Zoos and Aquaria
EEP	Europäisches Erhaltungszuchtprogramm
FT	Fokustier
GPS	Global Positioning System
IAI	Isolations-Assoziations Index
PC	protected contact
RHP	Resource holding potential
SEI	Sender-Empfänger Index
SK/h	Sozialkontakte pro Stunde
VdZ	Verband der Zoologischen Gärten e.V.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Allgemeines zu Elefanten	1
1.2 Elefanten und Menschen	7
1.3 Jungbullen­gruppe im Heidelberger Zoo	10
1.4 Ziele	12
2. Elefanten, Material und Methoden	13
2.1 Die Tiere	13
2.2 Verhalten	14
2.2.1 Vorbeobachtungen	14
2.2.2 Verhaltenskategorien.....	15
2.2.3 Ethogramm	19
2.3 Datenaufnahme Verhalten	27
2.3.1 Beobachtungszeitraum, Datenaufnahme und Aufzeichnungsmethoden	27
2.3.2 Beobachtungsposition	29
2.4 Deskriptive Datenauswertung	30
2.4.1 Verhalten eines im Zoo gehaltenen Elefanten	30
2.4.2 Gruppendynamik	30
2.5 GPS-Ortung zur Analyse des Laufverhaltens von Zooelefanten	33
2.5.1 Das GPS-Gerät.....	34
2.5.2 Materialien: Wie an Tieren „elefantensicher“ anbringen?!.....	34
2.5.3 GPS-Messung.....	36
2.5.4 GPS Daten Auswertung.....	37
2.6 Statistische Auswertung	37
3. Ergebnisse	39
3.1. Time-Budgets	39
3.2 Gruppendynamik und Sozialverhalten	43
3.2.1 Dauer der sozialen Isolation und Assoziation	43
3.2.2 Soziogramm.....	45
3.2.3 Sender - Empfänger Verhalten.....	47
3.2.4 Senderverhalten	50
3.2.5 Dominanzhierarchie	52
3.3 GPS-basierte Analyse des Laufverhaltens	53
3.3.1 Laufdistanzen	53
3.3.2 Aktivitätskurve	54
3.3.3 Laufverhalten in Bezug auf Temperatur.....	57
3.4 Raumnutzung	58
4. Diskussion	59
4.1 Welche Verhaltensweisen zeigt ein Zooelefant?	60
4.2 Sozialverhalten in einer Gruppe junger Elefantenbullen	64
4.3 GPS-basierte Analyse des Laufverhaltens junger asiatische Elefantenbullen	68
4.4 Fazit	74
5. Literatur- und Abbildungsverzeichnis	79
6. Anhang	91

1. Einleitung

1.1 Allgemeines zu Elefanten

Ursprünglich lebten die Vorfahren der rezenten Elefanten (*Elephantidae*) auf fast allen Kontinenten der Erde, mit Ausnahme von Australien und der Antarktis (Storch und Welsch, 2004). Die heutigen Elefanten leben in unterschiedlichsten Ökosystemen, von den Wüstenregionen und Steppen- oder Graslandschaften bis in die Wälder und Berge Afrikas und Südost-Asiens (Sukumar, 2003). Die Elefanten gehören zur Klasse der Säugetiere (*Mammalia*), innerhalb derer sie der Ordnung *Proboscidae* (Rüsseltiere) zugeordnet sind. Die Familie der *Elephantidae* beinhaltet mit den zwei lebenden Gattungen (Abbildung 1), *Loxodonta* und *Elephas*, die afrikanischen und asiatischen Elefanten (Shoshani und Tassy, 2005). Beide stammen von *Primelephas* aus dem frühen Pliozän in Afrika ab. Die asiatischen Elefanten sind die einzig rezente Art der Gattung *Elephas*, welche vor 5 bis 6 Millionen Jahren in Afrika entstand und nach Eurasien ausgewandert ist (Shoshani, 1998). Die gesamte Familie der *Elephantidae* wird in drei Spezies unterteilt (Roca et al., 2001). Dabei unterscheidet man zwischen dem afrikanischen Steppenelefanten (*Loxodonta africana*), dem afrikanischen Waldelefanten (*Loxodonta cyclotis*) und dem asiatischen Elefanten (*Elephas maximus*), welcher die taxonomische Schwestergruppe der ausgestorbenen Mammuts (Gattung: *Mammuthus*) bildet. Die asiatischen Elefanten können in vier Unterarten aufgeteilt werden. Eine davon ist der indische Elefant (*Elephas maximus indicus*), welcher heute auf dem asiatischen Festland nur noch in vereinzelt Gegenden im Süd-Osten des Kontinents beheimatet ist. Weitere Unterarten sind der Sri-Lanka-Elefant (*Elephas maximus maximus*) und der Sumatra Elefant (*Elephas maximus sumatranus*) (Choudhury et al., 2008). Ob der Borneo-Zwergel Elefant (*Elephas maximus borneensis*) als eigene Unterart der asiatischen Elefanten geführt werden soll, war lange Zeit umstritten, erst 2003 wurde in einer molekulargenetischen Studie bewiesen, dass es sich bei dem Borneo-Elefanten um eine eigene Unterart handelt (Fernando et al., 2003).

Das definierende Merkmal der *Proboscidae* ist ein Rüssel, der eine Verwachsung der Nase und Oberlippe darstellt (Endo et al., 2001). Der Rüssel besteht aus 40 000 Muskeln und ist



Abbildung 1: Vergleich eines asiatischen Elefanten (*Elephas maximus*) (links) und eines afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*) (rechts). Fotos: Joel Satore / National Geographic Photo Ark

dadurch stark genug, Bäume auszureißen, aber auch so empfindlich, dass kleinste Gegenstände gegriffen werden können. Afrikanische sowie asiatische Elefanten besitzen Stoßzähne. Bei *Loxodonta* sind diese bei beiden Geschlechtern vorhanden, wohingegen bei *Elephas* meist nur die männlichen Tiere Stoßzähne besitzen („Tusker“ Abbildung 1 (links)); die asiatischen Elefantenkühe haben oft gar keine Stoßzähne oder lediglich rudimentäre Stiftzähne („Tushes“). Die Stoßzähne wachsen ein Leben lang, sind schmelzlos und können eine Länge bis zu 3 Metern und ein Gewicht von 100 Kilogramm erreichen. Die Stoßzähne werden zum Kämpfen eingesetzt, aber auch für das Entrinden von Bäumen oder zum Graben nach Wasser, Wurzeln und Mineralien (Chelliah und Sukumar, 2013). Neben den beiden Stoßzähnen (obere Incisivi) besitzen Elefanten außerdem vier Backenzähne (Molaren), von welchen jeweils 6 Anlagen vorhanden sind, die nacheinander durch die Abnutzung nach vorne rücken. Mit dem Verlust der letzten Backenzähne wird der natürliche Tod eines Elefanten angekündigt. Das durchschnittliche Alter beträgt 50-60 Jahre. Bei den legendären „Elefantenfriedhöfen“, auf denen sich die Knochen verstorbener Elefanten befinden, handelt es sich meistens um Gebiete mit frischem Grün, welche die alten Tiere aufsuchen.

Elefantenkühe besitzen zwei Zitzen zwischen den Vordergliedmaßen, womit meist ein Jungtier gesäugt wird (Shoshani und Eisenberg, 1982). Da die Elefanten relativ schlechte Augen besitzen, sind sie stark von ihrem sehr ausgeprägten Geruchssinn abhängig (Rasmussen, 1998). Sowohl bei den afrikanischen Elefanten, als auch bei seinen asiatischen Verwandten sind die Männchen größer als die Weibchen. Trotz einiger Gemeinsamkeiten unterscheiden sich die beiden Gattungen aufgrund der natürlichen geographischen Verteilung der wilden Populationen voneinander. Asiatische Elefanten (*Elephas maximus*) werden bis zu 3,5 Meter hoch und wiegen zwischen 2.000 bis 5.400 kg. Damit sind sie leichter als ihre Verwandten in Afrika. Der größte afrikanische Elefant erreichte eine Schulterhöhe von 4 m und wog 10 t (Davies, 2008). Durchschnittlich liegt das Gewicht afrikanischer Elefanten bei 4 bis 7 Tonnen, was sie zu den schwersten lebenden Landlebewesen macht; seine asiatischen Verwandten belegen Platz zwei. Der wohl allgemein bekannteste Unterschied zwischen den beiden Gattungen sind die Ohren. Die asiatischen Elefanten besitzen deutlich kleinere Ohren als die afrikanischen Elefanten. Außerdem haben sie glattere Haut mit teilweise depigmentierten Bereichen am Körper. Auch die Rüsselspitze unterscheidet sich: Während afrikanische Elefanten zwei „Rüsselfinger“ besitzen, haben die asiatischen Elefanten nur einen. Die Rüsselfinger besitzen offene Nervenenden, wodurch der muskulöse Rüssel, neben dem Greifen schwerer Gegenstände, auch dazu verwendet werden kann, kleine Gegenstände aufzuheben. Zusätzlich wird der Rüssel dazu genutzt chemische Stoffe zum vomeronasalen Organ (Jacobson-Organ) am Gaumendach zu führen (Rasmussen und Munger, 1996). Ebenso ist die Kopf- und Körperform der afrikanischen und asiatischen Elefanten verschieden. Die asiatischen besitzen im Gegensatz zu den afrikanischen Elefanten zwei Wölbungen auf dem Kopf, die afrikanischen Tiere sind generell größer und während sie einen eher geraden Rücken besitzen und einen Bauch, der sich zu den Hinterbeinen hin leicht absenkt, ist der Rücken des asiatischen Elefanten gewölbt und der Bauch verläuft horizontal oder hängt in der Mitte leicht durch. Elefanten besitzen säulenartige Beine. An Vorder- sowie Hinterextremitäten besitzen sie fünf Zehen, wovon aber meist nur 3-4 mit einem Nagelhuf versehen sind (Storch und Welsch, 2004). Außerdem besitzen sie Fett- und Bindegewebe

unter der erhöhten Ferse, das als stoßdämpfendes Polster dient. Ihre dicken und gefurchten Hornsohlen verleihen den schweren Tieren einen hervorragenden Halt an steilen Hängen. Die nächsten lebenden Verwandten der Elefanten sind die Seekühe (*Sirenia*) und die Schliefer (*Hyracoidea*) (Abbildung 2), welche alle zur Gruppe der *Paenungulata* gehören. Die Massai (afrikanischer Volksstamm) bezeichnen die Schliefer als den „kleinen Bruder des Elefanten“. *Proboscidae* und *Sirenia* stellen dabei eine höhere taxonomische Gruppe, die *Tetytheria*, dar. Die Ordnung der *Sirenia* beinhaltet die Dugongs (Gabelschwanzseekühe) und Manatis (Rundschwanzseekühe) (Stanhope et al., 1998). Einige Manatiarten sind gelegentlich auch im Süßwasser zu finden, wohingegen die Dugongs fast ausschließlich im Salzwasser leben. Während sich die heutigen Seekuharten in tropischen Gewässern aufhalten, lag der Lebensraum der ausgestorbenen Stellerschen Seekuh (*Hydrodamalis gigas*) in den polaren Gewässern des Beringmeeres (Springer et al., 1997; Nikaido et al., 2003). Wie auch den Elefanten, fehlt den Seekühen und den Schliefern das Schlüsselbein. Außerdem sind ihre Schneidezähne (Incisivi) verlängert und wachsen ein Leben lang. Zwei weitere übereinstimmende Eigenschaften sind zum einen die lange Trächtigkeitsdauer von etwa 22 Monaten und zum anderen das Fehlen eines äußeren Scrotums bei den Männchen (Chance, 1996). Die Hoden befinden sich in einer Bauchhöhle, ähnlich den Walen (*Cetacea*). Bei marinen Säugetieren wie den Manatis ist das üblich, die Elefanten und Schliefer sind jedoch die einzigen Landsäuger mit diesem Merkmal.

Wale (*Cetacea*), sowie andere Meeressäuger und Seekühe (*Sirenia*) unterscheiden sich in ihren jeweiligen Ernährungsweisen: *Sirenia* sind unter ihnen die einzigen lebenden Meeressäuger mit einer ausschließlich herbivoren Ernährung. Sie fressen bevorzugt Seegras und andere Wasserpflanzen.

Die drei Ordnungen, *Hyracoidea* und *Sirenia* sowie die *Proboscidae*, ernähren sich nur herbivor. Elefanten sind Generalisten und fressen eine Vielzahl an verschiedenen Pflanzen, was von der Jahreszeit abhängig ist. In der Trockenzeit lag das tägliche Fressverhalten im Aktivitäts-Budget von wilden asiatischen Elefanten bei 65%, in der Regenzeit bei 81% (Vinod und Cheeran, 1997). Elefanten fressen vor allem in den Morgenstunden und in der Abenddämmerung (Baskaran et al., 2013; Blake, 2004; McKay, 1973).

Zur Trockenzeit werden hauptsächlich Blätter und Äste gefressen, wohingegen die Hauptnahrung in der Regenzeit aus frischem Gras besteht. In den tropischen Wäldern ernähren sich die Elefanten zu großen Teilen von Früchten und Blättern, teilweise wird auch



Abbildung 2: Links: Klippschliefer (*Procavia capensis*) im Zoo Hagenbeck, Rechts: Dugong (*Dugong dugon*)
Foto: Julien Willem / Wikimedia Commons

die Baumrinde gefressen, welche die Tiere mit Mineralien (z.B. Calcium) versorgt (Loarie et al., 2009; Campos-Arceiz und Blake, 2011; Poole und Granli, 2009; Suba et al., 2017). Da die Elefanten Dickdarmverdauer sind und nur etwa 40 - 60% ihrer Nahrung verdauen können, müssen sie die meiste Zeit des Tages mit der Nahrungsaufnahme verbringen (de Silva et al., 2013; Poole und Granli, 2009). Dadurch produzieren Elefanten eine große Menge an Dung, welche den Nährstoffkreislauf in den Ökosystemen unterstützt und auch die Samen einiger Pflanzen verteilt (Campos-Arceiz und Blake, 2011; Bohrer et al., 2014). Hierbei sind die afrikanischen Steppenelefanten (*Loxodonta africana*) die Spitzenreiter (Bunney et al., 2017), sie verbreiten die Pflanzensamen auf einer Strecke von bis zu 65 km. Das macht sie in der Steppe zu den wichtigsten Samenausbreitern nach den Zugvögeln.

Die heutigen Elefanten sind somit eine der wenigen noch lebenden Megaherbivoren-Spezies auf unserem Planeten. Sie verbringen etwa 12 - 18 Stunden täglich mit Fressen oder der Nahrungssuche, wobei sie große Gebiete durchstreifen. Auf ihren Wanderungen wird auch Körperpflege, z.B. durch Baden oder Staub- und Schlamm-bäder, betrieben. Größere Säugetiere benötigen weniger Schlaf als kleinere, weshalb die Tiere nur wenige Stunden schlafen. Jüngere Elefanten schlafen meistens länger als adulte Tiere (Stokes et al., 2017). Vor der Morgendämmerung legt die Herde eine mehrstündige Ruhepause ein. Auch unter Tags, vor allem zur heißen Mittagszeit, dösen die Tiere oft im Schatten. In der Wildnis schlafen aber nie alle Tiere gleichzeitig. Die Streifgebiete sind meist kreisförmig und reichen von 15-50 km² bis zu 500-1000 km² (Sukumar, 2003; Douglas-Hamilton et al., 2005; Thomas et al., 2008). Die Größe der Wanderungsgebiete und die täglich zurückgelegten Laufdistanzen sind dabei vor allem abhängig von dem Nahrungs- und Wasservorkommen sowie der Verfügbarkeit von Sozial- oder Sexualpartnern (Slotow und van Dyk, 2004; Garstang et al., 2014). Auch die jahreszeitlich bestimmten Trocken- und Regenzeiten (Leggett, 2010; Theuerkauf und Ellenberg, 2000) haben Einfluss auf die täglichen Laufdistanzen (Thomas et al., 2012). Afrikanische Elefanten legen im Allgemeinen größere Strecken (25,7-27,5 km) zurück als ihre Verwandten in Asien, was vor allem in wasserarmen Regionen wie der Wüste Namib (Abbildung 3) in Namibia nachgewiesen wurde (Viljoen, 1989; Leighty et al., 2010).



Abbildung 3: Elefantenherde in der Wüste Namib. Foto: explorationsafrica.com

Eine neue Studie des „Smithsonian National Zoo & Conservation Biology Institute“ zeigte, dass wilde asiatische Elefanten in Myanmar etwa 1 – 6,4 km am Tag zurücklegen. Auch in früheren Studien über die täglich zurückgelegten Distanzen von *Elephas maximus* wurden Strecken von 1 - 9 km/Tag für asiatische Elefantenherden beschrieben (Clubb und Mason, 2002; Leighty et al., 2009). Für asiatische Elefantenbullen konnten Strecken von 1 - 14,4 km/Tag bzw. 2,8 - 15 km/Tag für Bullen in der Musth verzeichnet werden (Clubb und Mason, 2002).

Elefanten sind hoch soziale Tiere und leben in hierarchischen Herden mit etwa 5 - 20 Individuen (bei *Elephas maximus*; bei *Loxodonta africana* auch mehr) (Silva et al., 2011; Silva und Wittemyer, 2012; Fernando und Lande, 2000; Vidya et al., 2005; Archie et al., 2006). Die Gruppenbildung afrikanischer Elefanten beruht vor allem auf den gegebenen Umweltbedingungen und der Gefahr durch größere, nicht-menschliche Jäger für die Jungtiere sowie durch den Menschen gegenüber den adulten Tieren (Power und Shem Compion, 2009; Ben-Dor et al., 2011). Asiatische Elefanten leben oft in kleineren Gruppen, da es dort nicht so viele Raubtiere gibt, die den Elefanten gefährlich werden könnten (Silva und Wittemyer, 2012). Außerdem besitzen die asiatischen Elefanten häufiger Zugang zu lebenswichtigen Ressourcen als die Elefanten in der afrikanischen Savanne. Für das Leben in sozialen Gruppen gibt es, neben den Vorteilen wie einer optimierten Nahrungsfindung und den größeren Überlebenschancen des Nachwuchses, auch Nachteile. Die Kosten eines Lebens in einer Gruppe sind beispielsweise die Konkurrenz um Sexualpartner oder Ressourcen. Anhand dieses Wettbewerbs durch agonistische Verhaltensweisen können dominante und subordinate Tiere identifiziert werden, wodurch sich eine Dominanzhierarchie aufbaut. Diese Rangordnung ist meistens geschlechts-/altersbedingt und steht in Verbindung mit dem Verhalten gegenüber neuen Bedingungen (Lernverhalten), dem Erfolg bei der Partnerfindung und der Nahrungssuche. Der Rang in der Dominanzhierarchie beschreibt also das „Resource holding potential“ (RHP) eines Individuums. Durch solche Hierarchien werden Konflikte und damit einhergehende Verletzungen reduziert (Parker, 1974). Bei gutem Nahrungsangebot können sich verschiedene Herden afrikanischer Elefanten zu größeren Clans mit mehr als 100 Individuen zusammenschließen (Silva et al., 2011). Die Stabilität und Zusammensetzung dieser Gruppen ist je nach Umweltbedingungen und/oder Bedrohungen variabel (Silva und Wittemyer, 2012). Solche kurzzeitlichen, dynamischen Gruppenverbände mit komplexen sozialen Verhaltensweisen werden als „Fission-Fusion-Gruppen“ bezeichnet (de Silva et al., 2017). Die einzelnen Herden werden von einer Leitkuh, der „Matriarchin“, angeführt, welche meistens die erfahrenste und damit älteste Elefantenkuh ist. Diese Herden bestehen nur aus weiblichen, miteinander verwandten Tieren und deren Nachwuchs, die Bullen kommen nur zur Paarung hinzu. Die Tragzeit bei Elefanten beträgt 20 - 22 Monate. Weiblicher Nachwuchs verbleibt in der Herde, männlicher Nachwuchs entfernt sich ab einem Alter von 5 – 6 Jahren nach und nach von seiner Geburtsherde, bis er mit 9-15 Jahren endgültig die Herde verlassen muss (Sukumar, 2003). Dieses Verhalten wurde in der Natur oft beobachtet, um Inzucht zu vermeiden (Archie et al., 2007). Wilde Jungbullen schließen sich dann oft zu lockeren „Jungbullengruppen“ zusammen, wo sie in spielerischen Kämpfen ihr Konfliktverhalten und ihre eigene Kraft trainieren (Burghardt, 2010). Dabei entsteht eine Rangordnung, bei der meistens der älteste und schwerste Bulle an der Spitze steht. In dem Alter sind die Elefantenbullen langsam fortpflanzungsfähig, was sich an ersten *Musth*-Anzeichen bemerkbar



Abbildung 4: Zwei Jungbullen beim spielerischen Kampf („Sparring“) im Zoo Heidelberg.

macht. Das Wort kommt aus dem Persischen und bedeutet übersetzt „im Rausch“ oder „unter Drogen“. Dieses physiologische und psychologische Phänomen ist durch ein gesteigertes sexuelles und aggressives Verhalten gekennzeichnet, wobei sie auf der Suche nach einer paarungsbereiten Elefantenkuh teilweise weite Strecken zurücklegen können. Diese Phase tritt bei adulten Bullen normalerweise einmal im Jahr auf (Scott, 2002). Jüngere Bullen werden hier oft geduldet, wodurch diese das Paarungsverhalten erlernen können. Während der *Musth*-Zeit steigen die Cortisol- und Testosteronwerte im Blut an und die Schläfendrüse produziert ein gelbliches Sekret (Hohneder, 2014). Außerdem zeigen *Musth*-Bullen manchmal erhöhtes Aggressionsverhalten gegenüber Artgenossen oder anderen Tierarten. Zum Beispiel werden teilweise Nashörner angegriffen oder getötet (Slotow und van Dyk, 2001). Das ist meistens bei Elefantenbullen der Fall, welche in der „Jugendphase“ nicht gelernt haben, mit diesem Zustand umzugehen. Kommt ein adulter Bulle in einer „Bullengruppe“ in die *Musth*, wird diese bei den jüngeren Tieren unterdrückt (Slotow et al., 2000). Dadurch können sie gegenseitig voneinander lernen, wie man diesen Zustand bewältigen kann. Die *Musth* spielt deshalb auch in der Dominanzhierarchie einer „Jungbullenengruppe“ (Abbildung 4) eine wichtige Rolle (Burghardt, 2010). Der lockere Zusammenschluss der Bullen ist also ein entscheidender Faktor bei der Sozialisierung und dem Erwerb anderer wichtiger Verhaltensweisen. Ähnlich zu sehen sind in matriarchischen Herden vermittelte Kenntnisse zum Umgang mit Artgenossen und der Umwelt (Lee, 2014).

Die Ausbildung von Dominanzhierarchien zwischen Elefantenbullen ist alters- und größenbedingt. Sie stellt somit einen Mechanismus dar, der Konflikte minimiert und die Konkurrenz um Sexualpartner und Ressourcen reguliert (Bradbury und Vehrencamp, 2014; Clutton-Brock und Huchard, 2013; Emlen und Oring, 1977). Die Kommunikation zwischen Elefanten, teils über weite Distanzen, ist nötig, um die Herde zusammenzuhalten, den

Konflikt mit anderen Herden zu umgehen, Paarungsbereitschaft zu signalisieren und um die Partner zu finden (Garstang et al., 1995; O'Connell-Rodwell et al., 2000). Der Kontakt zu Artgenossen kann auf auditorischer, visueller, taktiler oder chemisch-olfaktorischer Ebene geführt werden. Elefanten besitzen eine komplexe Körpersprache, wobei vor allem der Rüssel und die Ohrenstellung ein wichtiges Instrument darstellen. Die Ohren der Elefanten haben neben der physischen Funktion des Abkühlens oder Wärmens des Blutes, auch eine wichtige Aufgabe bei der Kommunikation, da sie ein sehr sensitives Hören über große Distanzen ermöglichen. Einer der wichtigsten Kommunikationswege findet durch eine Vielzahl an Lauten und über Infraschall (>10Hz) statt, welcher für den Menschen nicht hörbar ist (Poole et al., 1988). Die Infraschallkommunikation wird primär über größere Distanzen verwendet, während visueller und taktiler Kontakt sowie chemische Signale für die Kommunikation über kurze Strecken genutzt werden (Langbauer, 2000; Payne et al., 1986). Von einer Vielzahl an Tieren wird das Flehmen zur Detektion von Pheromonen genutzt. Von Elefanten werden die chemischen Stimuli, wie Gerüche, mit dem Rüsselfinger zum vomeronasalen Organ (Jakobsonsches Organ) am Gaumendach geführt oder aus der Luft aufgenommen (Johnson und Rasmussen, 2002). Dadurch können die Tiere Individuen unterscheiden, Wasser finden und den Reproduktionsstatus der Weibchen erkennen (Rasmussen, 1998). Die Elefanten können eine Vielzahl von Geräuschen imitieren, so beispielsweise auch die menschliche Stimme (Stoeger et al., 2012).

1.2 Elefanten und Menschen

Die Beziehung zwischen Elefant und Mensch besteht schon seit vielen tausend Jahren (Choudhury, 1995; Baker und Kashio, 2002). Die Elefanten werden wegen ihres Fleisches und des Elfenbeins gejagt oder sie wurden eingefangen und trainiert. Heute spielen sie aber zusätzlich noch oft in der Agrarkultur asiatischer Länder, dem Wildlife-Tourismus oder auch bei religiösen Traditionen und in vielen Mythen (Abbildung 5), eine große Rolle (Adams und Berg; Sukumar, 2006). Außerdem sind sie eine der bekanntesten Tiere in Zoos weltweit (Clubb und Mason, 2002; Harris et al., 2008). Dabei gelten sie als „Flagship Species“, indem sie durch öffentliches Interesse Artenschutzprogrammen und dem *in situ* Artenschutz helfen



Abbildung 5: Beispiele für die Beziehung zwischen Mensch und Elefant. Links: Für eine hinduistische Zeremonie bemalter Elefant. Foto: David Evison / Shutterstock.com. Rechts: Ein Mahaut wäscht seinen Elefanten. Foto: Georgi Dimitrov/National Geographic Your Shot

(Soltis und Brown, 2010; Walpole und Leader-Williams, 2002). Elefanten gelten als gefährdete Art, wobei der afrikanische Elefant (*Loxodonta africana*) seit 2004 nach IUCN als „bedroht“ (vulnerable) eingestuft wird (Blanc, 2008). Der asiatische Elefant (*Elephas maximus*) ist hingegen als „gefährdet“ (endangered) gelistet (IUCN 2008) (Choudhury et al., 2008). Die Sumatra Elefanten (*Elephas maximus sumatranus*) gelten laut IUCN sogar als „Critically endangered“ (Gopala et al., 2011).

Neben der Jagd auf das Elfenbein (Abbildung 6), sind vor allem der Verlust und die Fragmentierung des natürlichen Lebensraums eine große Gefahr für die Elefantenpopulationen (Choudhury, 1999; Hermes et al., 2007; Wiese, 2000). Durch das große wirtschaftliche Wachstum in den asiatischen Ländern wird eine große Fläche an tropischem Regenwald für den Ausbau der Infrastruktur und dem Anbau von Palmöl, Tee- oder Kaffee-Plantagen, abgeholzt. Durch diese Zerstörung des Lebensraums und die Nähe zu den menschlichen Siedlungen und Feldern, kommt es vermehrt zu Elefant-Mensch Konflikten. Jährlich kommen deshalb hunderte Elefanten und Menschen ums Leben. Der Mensch-Tier Konflikt, gilt sogar noch vor dem Lebensraumverlust und Fragmentierung, sowie dem illegalen Handel mit „Elefantenprodukten“, als größte Gefahr für den Elefanten (CITES, 2017). Um diese Konflikte zu bekämpfen, werden unterschiedliche Methoden getestet. Dazu werden z.B. Zäune aus mit Chiliextrakt und Motorenöl getränkten Stoffen verwendet, welche die Tiere fernhalten sollen (Chang'a et al., 2016). Eine andere Methode ist die Vertreibung der Elefanten mittels Honigbienen (*Apis mellifera scutellata*) (King LE, 2010). Außerdem werden die Bewegungen wilder Elefanten teilweise mit GPS/VHS-Technologie überwacht, wodurch die Barrieren zwischen Mensch und Tier effizienter errichtet werden können.

Der asiatische Elefant ist im „Anhang I“ von CITES (Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora) gelistet, was den Handel mit diesen Tieren oder vor allem dessen „Produkten“ wie Elfenbein oder Fleisch, verbietet (CITES 2014). Trotzdem fallen die Zahlen an wilden Elefanten weiterhin (Sukumar, 2006). Heute gibt es noch etwa 30.000 bis 50.000 wilde asiatische Elefanten, was nur etwa ein Zehntel der Populationen des afrikanischen Elefanten ist (IUCN 2016). Die afrikanischen Populationen erholen sich seit 2005 stetig (Blanc, 2008). Asiatische Elefanten kommen von den Regenwäldern bis zu den Gebirgsregionen des Himalaya vor, wobei diese durch die Fragmentierung des Lebensraums hauptsächlich nur noch in stark vereinzelt existieren (Blake, 2004). Allein in Indien lebt die Hälfte aller asiatischen Elefanten (Abbildung 7). Zusätzlich gibt es in Asien schätzungsweise 16 000 Elefanten in



Abbildung 6: Elfenbein - „Der Handel mit dem weißen Gold“. Links: *Loxodonta africana* mit Stoßzähnen. Foto: worldanimalnews.com. Rechts: Elfenbeinschnitzerei Foto: smithsonianmag.com.

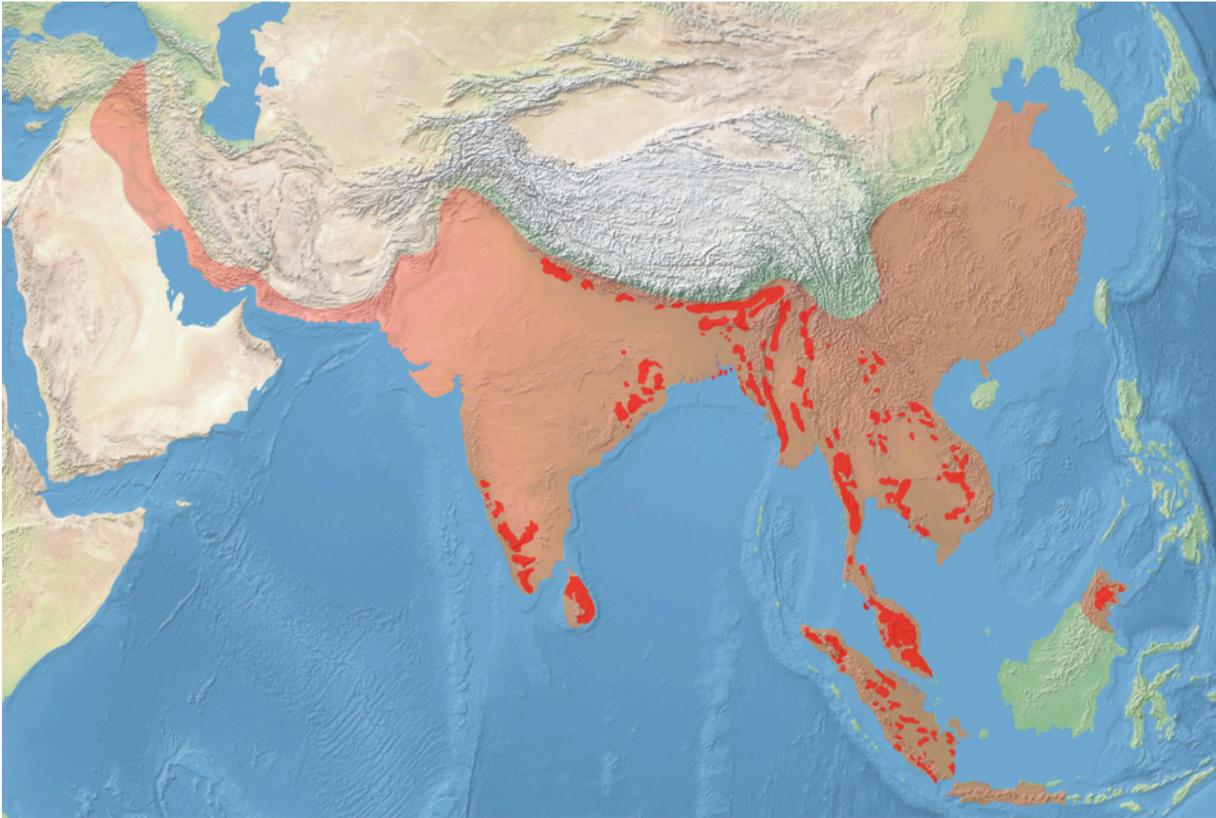


Abbildung 7: Verteilung von *Elephas maximus* zu Beginn des 20. Jahrhunderts (hellrot) und im 21. Jahrhundert (rot). Foto: Sémhur / Wikimedia

Gefangenschaft. Diese Tiere werden als Arbeitselefanten im Wald oder als heilige Elefanten für spirituelle Traditionen verwendet. Des Weiteren gibt es noch ca. 1000 Tiere in den Zoos der westlichen Welt (Sukumar, 2006).

Seit 1991 läuft für den asiatischen Elefanten das „Europäische Erhaltungszuchtprogramm“ (EEP) mit dem Ziel, eine sich selbst erhaltende Population in den europäischen Zoos aufzubauen. An diesem Programm beteiligen sich insgesamt 72 Zoos, von denen 15 Mitglieder des „Verbands der Zoologischen Gärten e.V.“ (VdZ) sind. Das EEP enthält knapp 300 Tiere (Stand 06.01.2015). Durch die Popularität von Elefanten in zoologischen Einrichtungen, sind auch die Ansprüche an die Pflege und Haltung der Tiere gewachsen (Gurusamy et al., 2014; Soltis und Brown, 2010). Zoos weltweit wollen den Tieren sowohl ein physisches als auch psychologisches Wohlbefinden ermöglichen. Die Haltungsbedingungen von Zootieren sollen deshalb immer weiter optimiert werden, wozu möglichst viele wissenschaftliche Daten nötig sind. Die Forschung an Zootierpopulationen, hat neben dem besseren Verständnis zum Verhalten, der Reproduktion, Kommunikation oder Ernährung, auch zur Entwicklung wissenschaftlicher Methoden zum Schutz und zur Erforschung wilder Elefanten-Populationen geführt (B. Smith und Hutchins, 2000). Im letzten Jahrhundert entwickelten sich Zoos von „Tiersammlungen“ zur Befriedigung der menschlichen Neugier hin zu Einrichtungen des Artenschutzes, der Forschung, der Bildung und der Erholung (Dale, 2010; Miller et al., 2004; Quick, 1984). Dies führte zu Änderungen der Haltungsbedingungen, sowie einer besseren medizinischen Versorgung und Ernährung (Chang et al., 1999; Goerke et al., 1987). Außerdem wurden Gehege umgebaut und Beschäftigungsprogramme entwickelt, die das arttypische Verhalten der Tiere fördern sollen.

Auch die Gruppenzusammensetzung wird so gemanagt, dass soziale Verhaltensweisen möglichst naturnah ausgelebt werden können (Burks et al., 2004).

1.3 Jungbullengruppe im Heidelberger Zoo

Als erste deutsche zoologische Einrichtung übernimmt der Heidelberger Zoo, im Rahmen des EEP, seit 2010 die Haltung von asiatischen Elefantenjungbullen. Das Pilotprojekt „Jungbullen WG“ und die Frage, ob es möglich ist, ein neues Tier in eine bestehende Gruppe zu integrieren, wurde erfolgreich in einer Studie begleitet (Hambrecht und Reichler, 2013). Durch dieses Konzept ist es den Tieren möglich, auch in Menschenobhut ein möglichst naturnahes Verhalten auszuüben. Denn männlicher Nachwuchs entfernt sich, auch in freier Wildbahn, ab einem Alter von 5 bis 6 Jahren mit der Zeit von seiner Geburtsherde und schließt sich mit anderen jungen Elefantenbullen in lockeren Gruppen zusammen. Wenn diese Sozialpartner, vor allem bei der Haltung in Menschenobhut fehlen, kann es zu Fehlverhalten wie z.B. Stereotypien kommen (Kurt und Khyane, 2003). Im Zoo werden die Jungbullen meist früher von ihrer Geburtsherde getrennt, als es in der Natur der Fall wäre. Nach Empfehlungen der „European Association of Zoos and Aquaria“ (EAZA) geschieht das aber nicht vor dem vierten bis fünften Lebensjahr (EAZA 2014). Bei den Jungbullengruppen sollte zudem darauf geachtet werden, dass es eine Altersstaffelung gibt und diese im Idealfall aus einer geraden Anzahl an Individuen besteht (BMEL, 2014; Hohneder, 2014).

Im Heidelberger Zoo leben derzeit vier junge Elefantenbullen unterschiedlichen Alters (von 6 bis 12 Jahren). Diese gehören noch den jeweiligen Zoos, in denen sie geboren wurden und sind im Heidelberger Zoo nur solange untergebracht, bis sie zu Zuchtzwecken in einen neuen Zoo gebracht werden können. Den Elefanten im Zoo Heidelberg steht eine Außenanlage mit einer nutzbaren Fläche von ca. 2000 m² zur Verfügung. Außerdem gibt es ein etwa 500 m² großes Innengehege. Neben einem Behandlungsstand mit verschiebbaren Wänden, befinden sich dort vier weitere Boxen, welche den Elefanten als Rückzugsort oder als Separationsmöglichkeit dienen. Die Boxen haben eine Größe von 36 m² (Boxen 1 & 2), 55 m² (Box 3) und 64 m² (Box 4). Sie sind für Besucher nicht einsehbar und dienen außerdem als Schleuse zwischen der Außen- und Innenanlage. Damit erfüllt bzw. übertrifft die 2010 eröffnete Elefantenanlage im Zoo Heidelberg die Richtlinien der EAZA und des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL, 2014). Die gesamte Anlage

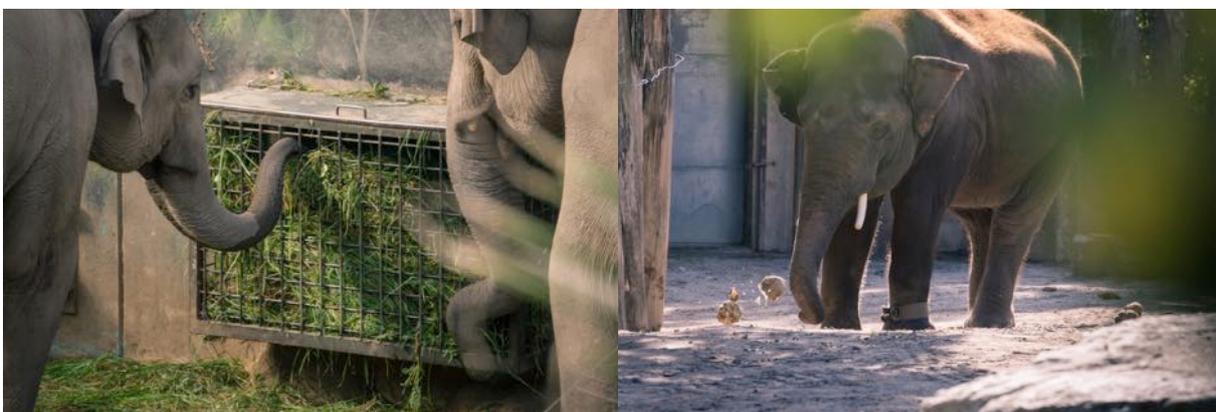


Abbildung 8: Beispiele des Futter-Enrichments im Zoo Heidelberg. Links: Yadanar und Tarak an einer Heubox. Rechts: Gandhi beim Zerkleinern einer Zuckerrübe, die über die Anlage verteilt sind.

steht den Elefanten je nach Wetterbedingungen, Tag und Nacht zur Verfügung, mit Ausnahme der Trainingszeiten oder während Reinigungsarbeiten.

Im Heidelberger Zoo werden die Elefantenjungbullen nur im „protected contact“ (PC) gepflegt, was von der EAZA empfohlen wird (Kleinman et al., 2010). Dabei ist zwischen Tier und Pfleger immer eine Abtrennung und der Pfleger greift nicht direkt in die Sozialstruktur oder Gruppendynamik der Tiere ein (Endres, 2009). Das (medizinische) Training findet dabei an einer Trainingswand und mit einem „Target“ statt. Das Training beruht auf der freiwilligen Mitarbeit des Elefanten, wobei gewünschtes Verhalten durch einen Pfiff und positive Verstärkung z.B. durch Futtergabe, belohnt wird. Die Haltung im geschützten Kontakt weist viel weniger Unfälle auf, als die Haltung im „free contact“ (DC), bei der sich ein Pfleger gleichzeitig mit den Elefanten auf der Anlage befinden kann (EEG, 2017). Die Haltungsform im direkten Kontakt, nach asiatischem Vorbild der Mahuts, wird auch in Deutschland noch häufig angewendet (Endres, 2009). Dabei muss der Pfleger den höchsten Rang der Herde erlangen, was einerseits durch positive Verstärkung, aber auch durch physische Disziplinierung erreicht wird (Proctor und Brown, 2014). Das Gegenteil der Haltungsform im direkten Kontakt ist die Haltung ohne Kontakt (no contact). Während 2009 noch knapp über 70% der am EEP beteiligten deutschen Zoos ihre Elefanten im direkten Kontakt hielten, werden heute nur noch etwa 45% der Elefanten in dieser Form gehalten (Endres, 2009; EEG, 2017). Das Prinzip des PC, also im geschützten Kontakt ist im übrigen Europa noch weiter fortgeschritten. Von den 386 Tieren, zu denen es gesicherte Informationen gibt, sind nur noch 103 (27%) im direkten Kontakt mit dem Menschen (EEG, 2017).

Im Zoo Heidelberg wird außerdem besonders großer Wert auf das „Enrichment-Programm“ der Tiere gelegt. Das Enrichment, sowohl durch die Strukturierung des Lebensraums („environmental enrichment“) als auch durch Verhaltensanreicherung („behavioural enrichment“), ist ein Prinzip, welches die Tiere (nicht nur Elefanten) beschäftigen soll. Damit soll das natürliche Verhalten gefördert und stereotypes Verhalten vermieden werden. Da Elefanten viel Zeit mit der Futtersuche, beziehungsweise dem Fressen verbringen, wird das Futter im Zoo mehrmals täglich auf der Anlage verteilt. Auf der Elefantenanlage gibt es deshalb unterschiedliche Futterplätze mit verschiedenen Darbietungsformen des Futters. Zusätzlich wird durch das „Futter-Enrichment“ (Abbildung 8) die Bewegung gefördert. Der Elefant wird aber auch mental gefordert, indem er versuchen muss, an sein Futter zu gelangen. Die Fütterung an unterschiedlichen Plätzen auf der Anlage gibt auch den rangniederen Gruppenmitgliedern die Chance, sich Futter zu holen, während sich die ranghöheren Tiere mit etwas Anderem beschäftigen. Möglichkeiten zur Unterstützung des Komfortverhaltens sind durch Wasserbecken im Außen- sowie Innenbereich gegeben. Zusätzlich gibt es eine Schlammgrube zum Suhlen, sowie Sandhaufen und viele Scheuermöglichkeiten, was für die Körperpflege und Sonnenschutz der Elefanten wichtig ist. Auch das tägliche („medical“) Training dient neben der Gesundheitskontrolle und Pflege, der kognitiven und geistigen Beschäftigung der Tiere (Veasey, 2006). Mit der Haltung der Jungbullen leistet der Zoo Heidelberg einen wichtigen Beitrag zur Lösung des „Bullenproblems“ in den Zoos und zum europäischen Erhaltungszuchtprogramm (EEP) für asiatische Elefanten (*Elephas maximus*). Eine erfolgreiche Nachzucht ist notwendig, um die gefährdeten Tiere zu schützen.

Somit tragen Zoos, Aquarien oder „Wildlife Parks“ eine bedeutende Rolle in der Arterhaltung und dem Naturschutz. Da es in der Natur meistens sehr aufwendig ist, eine Tierart zu beobachten und somit neue Erkenntnisse über deren Verhalten, Physiologie oder Ernährung zu erlangen, bietet die Haltung in Zoos oft eine gute Alternative, um diese Tiere zu studieren.

1.4 Ziele

Das Ziel dieser Arbeit war es, einen Überblick über das individuelle Verhalten der Elefantenbullen im Zoo Heidelberg zu erlangen. Außerdem soll die Sozialstruktur und Gruppendynamik in der seit 2015 bestehenden „Jungbullen-WG“ untersucht werden. Da das Verhalten innerhalb der Jungbullen Gruppe oft mit viel Bewegung verbunden ist, sollte auch das Laufverhalten analysiert werden. Es wird angenommen, dass die Tiere in der Wildnis längere Strecken zurücklegen als ihre Artgenossen in einem Zoogehege. Tatsächlich existieren jedoch kaum wissenschaftliche Daten darüber, wie viel sich die Zootiere wirklich bewegen und welche Strecken sie dabei täglich laufen. Da zoologische Einrichtungen den Tieren nie die komplexen Umweltbedingungen in deren Lebensraum bieten können, ist es wichtig den Tieren eine Substitution des natürlichen Lebensraumes zu bieten (Kleinman et al., 2010). Tiere in Menschenobhut müssen keine großen Distanzen zurücklegen, um an Nahrung oder Wasser zu kommen und sind normalerweise nicht von Trocken- und Regenzeiten betroffen. Das Maß an Bewegung der Tiere im Zoo ist wichtig, um Fuß- oder Gelenkprobleme, sowie Übergewicht zu verhindern (Weissengruber et al., 2006; Hittmair und Vielgrader, 2000; Fowler und Mikota, 2006). Anhand dieser Arbeit sollen deshalb, mit Hilfe von GPS-Daten, Erkenntnisse über die täglich zurückgelegten Laufdistanzen der Elefanten im Zoo gewonnen werden.

2. Elefanten, Material und Methoden

2.1 Die Tiere

Für diese Studie wurde das Verhalten der vier jungen asiatischen Elefantenbullen (*Elephas maximus*) im Zoo Heidelberg beobachtet. Den Tieren wird hier ein möglichst naturnahes Aufwachsen ermöglicht. Denn auch in der Wildnis würden die Jungbullen aus der Geburtsherde gedrängt werden und sich in lockeren Bullengruppen zusammenschließen. Diese Zeit ist für die sozialen Tiere eine wichtige Phase des Lebens, da nötige soziale Kompetenzen und Verhaltensweisen erlernt werden. Von den „Gründungsmitgliedern“ der 2010 gegründeten Heidelberger Jungbullen Gruppe lebt heute noch Tarak im Zoo Heidelberg. Die beiden Elefanten „Voi Nam“ und „Thai“ konnten bereits erfolgreich zur Zucht an andere Zoos weitergegeben werden.

TARAK

Er wurde am 28. Oktober 2005 in Hannover geboren und kam am 22. Juni 2010 nach Heidelberg. Er ist der älteste und mit 2,67 m der größte der Heidelberger Elefanten und wiegt etwa 3,3 t. Als Erkennungsmerkmal besitzt er depigmentierte Hautbereiche am Kopf und Rüssel, welche sich bis hinter die Augen erstrecken. Außerdem besitzt Tarak nur schwach ausgeprägte Stoßzähne (Abbildung 9 oben).



GANDHI

Knapp ein Jahr nach Tarak kam Gandhi am 1. April 2011 nach Heidelberg. Er wurde am 20. März 2006 in Kopenhagen geboren. Mit seinen 3,8 t und 2,52 m Schulterhöhe ist er der schwerste Elefant in der Gruppe. Er besitzt einen markanten Kopf mit ausgeprägten Stoßzähnen und hat eine charakteristische rötliche Rückenbehaarung. (Abbildung 9 unten)



Abbildung 9: Oben: Tarak. Unten: Gandhi.

YADANAR

Das dritte Herdenmitglied ist „Khin Yadanar Min“, der am 27. Juli 2009 in Köln geboren wurde und seit dem 30. September 2014 in Heidelberg lebt. Er ist 2,22 m groß und wiegt 2,3 t. Yadanar ist deutlich kleiner als Tarak und Gandhi. Außerdem besitzt er nur einen kleinen Stoßzahn an der linken Seite. Der andere Stoßzahn war abgebrochen und wurde bei einer Operation im Juni 2017 vollständig entfernt. (Abbildung 10 oben)



LUDWIG

Der neueste und jüngste Mitbewohner „Ludwig“ wurde am 6. Mai 2011 in München geboren und lebt seit dem 12. Mai 2015 im Zoo Heidelberg. Er hat stark ausgeprägte Stoßzähne, besitzt keine Schwanzquaste und hat einen geknickten Schwanz. Mit etwas über 2 t und einer Größe von 2,17 m ist er der kleinste und leichteste Elefant der Herde (Abbildung 10 unten).



Abbildung 10: Oben: Yadanar. Unten: Ludwig

2.2 Verhalten

2.2.1 Vorbeobachtungen

Die durchgeführten Vorbeobachtungen (15.2.-14.4.2017) zu dieser Studie dienten dazu, den Tagesablauf der Tiere und Pfleger kennen zu lernen und sich mit den Elefanten, sowie deren Verhalten vertraut zu machen. Außerdem konnten die geeignetsten Beobachtungszeiten und Positionen zur Verhaltensbeobachtung herausgefunden werden. Die Beobachtungszeitpunkte wurden so gewählt, dass die Elefanten möglichst wenig durch die Pfleger beeinflusst wurden und somit immer alle möglichst sichtbar waren. Die Vorbeobachtungen wurden auch zur Planung und Erprobung der für die Fragestellungen gewählten Methodik zur Datenaufnahme genutzt. Basierend auf diesen Erkenntnissen konnte ein Beobachtungs-Zeitplan entwickelt

und ein Ethogramm (Tabellen 1 - 4) erstellt werden, welches alle Verhaltensweisen beschreibt, die während der Datenaufnahme beobachtet werden konnten.

2.2.2 Verhaltenskategorien

Nach den Vorbeobachtungen konnte das beobachtete Verhalten der Elefanten in die folgenden Kategorien unterteilt werden.

1. Fressen: Das Fressen nimmt bei den Elefanten einen großen Anteil des Tages in Anspruch. Diese Kategorie beinhaltet neben dem eigentlichen Fressen, auch die Nahrungsvorbereitung. Darunter fällt das Entrinden und Entlauben von Ästen oder das Sammeln von Heu, Stroh und Pellets. Häufig wird das Futter mit dem Rüssel aufgehoben und durch Schütteln von Dreck und Sand befreit, bevor es zum Maul geführt wird. Auch die Aufnahme von Wasser wird zur Kategorie „Fressen“ gezählt. Das Futter besteht hauptsächlich aus Heu oder Gras, welches den Tieren in Heuboxen, Heunetzen oder Tonnen an Seilen über die gesamte Anlage verteilt angeboten wird. Außerdem werden Heupellets im künstlichen Baum im Innengehege oder in den Betonröhren und Futterbällen im Außengehege versteckt. Über eine Streufütterung werden teilweise zusätzlich Äpfel, Zuckerrüben oder Karotten, sowie Bambus oder Äste auf der gesamten Anlage verteilt (Abbildung 11). Bei den täglichen Trainingseinheiten kommen zusätzlich Brötchen und Obst/Gemüse wie Bananen zum Einsatz. Außerdem bekommt jedes Tier am Morgen eine individuelle Kraft- und Mineralfuttergabe.



Abbildung 11: Ludwig auf der Suche nach Äpfeln.



Abbildung 12: Yadanar beim Ruhen

2. Lokomotion: Als Lokomotion wurde eine Bewegung erst gewertet, wenn alle vier Füße fortbewegt wurden. Die meiste Zeit laufen die Elefanten auf der Suche nach Futter über die Anlage oder um einen Spielpartner zu finden. Dabei konnte zwischen langsamen oder schnellem Laufen unterschieden werden. Auch das Klettern über Gegenstände oder das Schwimmen im Wassergraben gilt als Lokomotion. Auch das *Patrouillieren* wurde unter diese Verhaltenskategorie gezählt. Dabei läuft ein oder mehrere Tiere mindestens einmal vor den Toren zum Innen-/Außenbereich auf und ab. Das Patrouillieren trat während der Studie meist als Erwartungshaltung kurz vor den Trainings-/Fütterungszeiten auf oder bevor die Elefanten in das Innengehege oder auf die Außenanlage gelassen wurden.

3. Ruheverhalten/Stehen: Dabei steht der Elefant meist regungslos, wobei die Augenlider gesenkt oder die Augen geschlossen sein können. Der Rüssel wird locker hängen gelassen, wobei die Rüsselspitze teilweise eingerollt auf dem Boden liegt (Abbildung 12). Oft wird der Rüssel auch auf unterschiedlichen Objekten, z.B. Steinen, Baumstämmen abgelegt. Die Beine werden dabei oft verschränkt, um diese zu entlasten. Außerdem lehnen sich die Elefanten beim Ruhen oft an. Teilweise legen sich die Tiere zum Ruhen auf die Seite, was aber meistens in der Nacht der Fall ist.

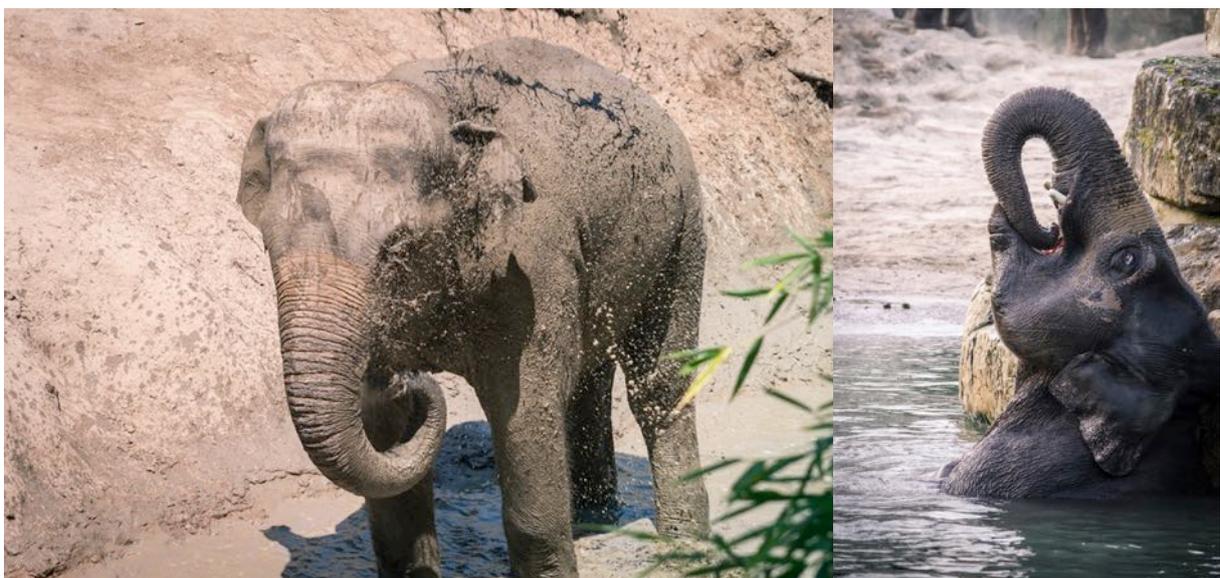


Abbildung 13: Beispiele für Komfortverhalten. (Links: Schlammbad, Rechts: Baden)

4. Komfortverhalten: Unter diese Verhaltenskategorie zählt neben dem Absetzen von Kot und Urin auch die „Körperpflege“. Dazu zählen das Baden, Suhlen sowie Sandbad und Schlammbad (Abbildung 13). Dieses Verhalten dient neben der Beseitigung von Parasiten auch zum Sonnenschutz. Nach dem Sandbad reibt oder scheuert sich der Elefant an Steinen, Wänden, Bäumen oder auch einem Artgenossen. Auch das Kratzen mit dem Rüssel oder einem Ast, sowie schlagen mit Ästen oder Blättern um Insekten zu verscheuchen, fällt unter diese Verhaltensweise.

5. Explorations-/ Manipulationsverhalten: Dazu zählen Verhaltensweisen wie das Wittern oder Beriechen eines Gegenstands oder in Richtung eines anderen Elefanten. Dabei wird der Rüssel meist leicht erhoben (Abbildung 14). Das Beriechen von Geruchsquellen z.B. Urin oder Kot der Artgenossen erfolgt mit geöffneter Rüsselspitze, wobei diese knapp über die untersuchte Stelle gehalten wird. Zum Teil wird mit dem Rüsselfinger die Geruchsquelle berührt (Kot, Urin, Maul, Genital-, oder Afterregion) und dann zum Mund an das Jacobsonsche Organ am Gaumendach geführt (Flehmen). Aber nicht nur die chemisch-olfaktorischen Reize werden darunter verstanden, auch die Reaktion auf akustische Reize zählen zum Explorieren. Beispielsweise das Horchen, wobei der Elefant die Ohren abstellt und die Augen weitert. Dabei steht er meist vollkommen ruhig. Taktiles Verhalten beim Explorieren bzw. Manipulieren konnte am häufigsten beobachtet werden. Dabei werden Objekte mit dem Rüssel oder den Füßen untersucht und können aufgehoben, geschoben, gebrochen oder geworfen werden. Auch das Jagen von Vögeln oder das Objektspiel mit dem angebotenen Enrichment, zählt zu dieser Verhaltenskategorie.



Abbildung 14: Tarak beim Wittern

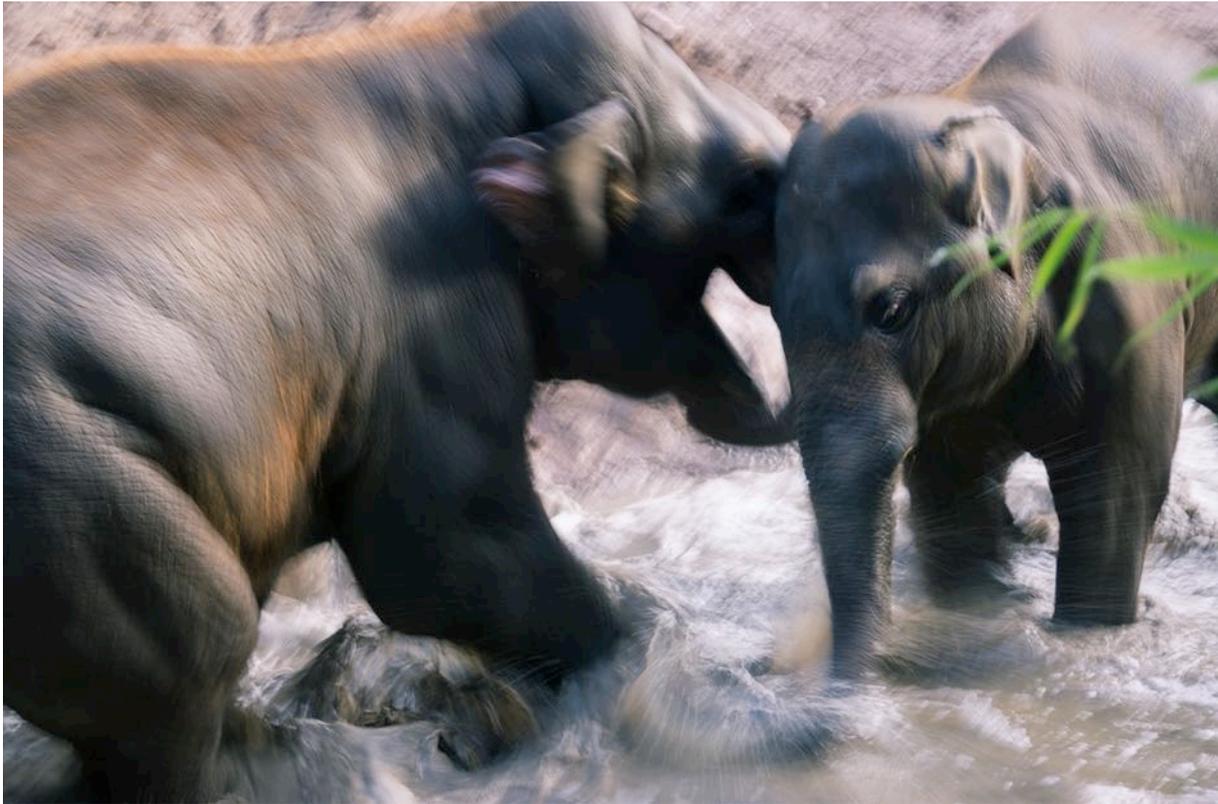


Abbildung 15: Jungbullen beim spielerischen Kampf (Gandhi stößt Yadanar).

6. Sozialverhalten: Alle sozialen Verhaltensweisen werden in einem Ethogramm definiert. Diese können in die Kategorien „freundlich“, „dominant“, „defensiv“ oder „neutral“ eingeteilt werden. Dabei wird zwischen Sozialverhalten mit Körperkontakt oder nur dem Aufenthalt eines Elefanten im Assoziationsradius (1 - 2 Elefantenlängen) eines anderen Elefanten unterschieden und kann zur späteren „Nearest-Neighbor-Analyse“ verwendet werden. Bei einigen dieser Verhaltensweisen handelt es sich um typisches Spielverhalten junger Elefantenbullen (Abbildung 15; in Tabelle grau hinterlegt). Diese Verhaltensweisen treten beim Spielen meist in abgeschwächter Form oder Abfolge auf. Außerdem sind Rollenwechsel bei diesen Spielen typisch, sodass jüngere Individuen durchaus einen älteren Bullen wegschieben können. Des Weiteren gibt es bestimmte „Spielsignale“, die über die gesamte Körperhaltung, v.a. aber durch den Rüssel, angezeigt werden. Typische Spielsignale sind z.B. der lockere Gang kombiniert mit Kopfschütteln und dem Abstellen der Ohren vom Kopf. Oft wird dabei auch der Schwanz abgestellt oder der Rüssel wird S-förmig über den Kopf gehalten. Auch das Strecken des Rüssels bzw. Greifen mit dem Rüssel in Richtung des Partners wird als Spielsignal gedeutet. Manchmal legen oder knien sich größere Tiere hin, um die jüngeren Elefanten zum Spielen zu motivieren. Eine weitere typische Spielaufforderung ist das Schieben und Blockieren eines Artgenossen.

Außerdem wurde neben den Verhaltensweisen festgehalten, wann das Tier nicht sichtbar war, oder mit den Pflegern interagierte, z.B. beim Training oder den Fütterungen.

2.2.3 Ethogramm

Im Anschluss an die Vorbeobachtungen zum Verhalten der Elefanten, wurde ein Ethogramm erstellt, das alle für die Studie relevanten (sozialen) Verhaltensweisen beinhaltet. Dieses Ethogramm wurde durch vorhandene Literatur von Elefanten in freier Wildbahn und in Menschenhaltung ergänzt oder diese wurden nach den eigenen Beobachtungen modifiziert. Das beobachtete Sozialverhalten wurde in vier Kategorien („freundlich“, „dominant“, „subordinant-defensiv“ oder „neutral“) unterteilt.

Tabelle 1: Ethogramm zum „freundlichen“ Verhalten von Elefanten. Grau hinterlegte Bereiche beschreiben Verhaltensweisen, welche zu dem typischen Spielverhalten von Jungbullen gehören. Fortsetzung auf der nächsten Seite.

VERHALTEN	ABKÜRZUNG	BESCHREIBUNG
Rüsselspitzenkontakt (Körper)	RSp.K.	Dabei wird der Körper eines anderen Elefanten mit der Rüsselspitze betastet
Rüsselspitzenkontakt (Kopf)	RSp.M.	Mit dem Rüssel wird vor allem die Maulregion oder die Schläfendrüse betastet.
Rüsselspitzenkontakt (Rüssel)	RSp.R.	Gegenseitiges Berühren der Rüsselspitzen oder Betasten des Rüssels eines anderen Elefanten
Rüsselspitzenkontakt (Genital)	RSp.G.	Ein Elefant berührt mit der Rüsselspitze die Genitalregion eines anderen Elefanten
Rüsselspitzenkontakt (After)	RSp.A.	Ein Elefant berührt mit der Rüsselspitze die Afterregion eines anderen Elefanten
Rüsselspitzenkontakt (Stoßzähne)	RSp.S.	Mit dem Rüssel werden die Stoßzähne des anderen Elefanten berührt
Rüsselheben	RH	Dabei wird der Rüssel meist S-förmig über den eigenen Kopf gehalten
Rüsselumwinden/Begrüßung	B(u/g)	Dabei werden die Rüssel gesenkt oder, meist erhoben, umeinandergewunden. Oft in Kombination mit RSp.M. gegenseitig zur Begrüßung

Anlehnen	Anl.	Hier lehnt sich ein Elefant mit dem Kopf oder Körper an einen oder mehrere Elefanten. Dies wird meistens erwidert
Reiben (beim Passieren)	Rb	Dabei wird der Körper oder ein Körperteil an einem Artgenossen gerieben. Oft beim aneinander Vorbeigehen
Schwanzkontakt	Sch.K.	Zur Kontaktaufnahme oder zum Erkunden der Umgebung oder eines Artgenossen, wird der Schwanz abgespreizt
Greifen (Rüssel)	Gr.R.	Ein Elefant greift mit dem Rüssel den Rüssel eines Artgenossen
Greifen (Schwanz)	Gr.S.	Ein Elefant greift mit dem Rüssel den Schwanz eines Artgenossen
Greifen (Sonstiges)	Gr.X.	Ein Elefant greift mit dem Rüssel den Stoßzahn o.Ä. eines Artgenossen
Klettern	A.St.	Ein Elefant klettert, meist mit den Vorderbeinen, auf einen anderen Elefanten
Abliegen	Abl.	Meist zur Spielaufforderung legt bzw. setzt sich ein Elefant vor einen Anderen
Betasten/Erkunden (mit Beinen)	Erk.	Dabei nimmt ein Elefant, meistens durch das Abspreizen des Hinterbeins, Körperkontakt zu einem Artgenossen auf

Tabelle 2: Ethogramm zum „dominanten“ Verhalten von Elefanten. Grau hinterlegte Bereiche beschreiben Verhaltensweisen, welche zu dem typischen Spielverhalten von Jungbullen gehören. Fortsetzung auf der nächsten Seite.

VERHALTEN	ABKÜRZUNG	BESCHREIBUNG
Sparring	Sp.	Beim Rüsselringen versuchen die Jungbullen, den Gegner nach hinten wegzuschieben oder dessen Kopf runter zu drücken. Dabei sind die Rüssel erhoben und oft umeinander gewunden
Blockieren	Bl.	Ein Elefant stellt sich meistens in einen Durchgang, wodurch der Weg eines Anderen mit Absicht versperrt wird. Oft stemmt sich dieser gegen seinen Artgenossen
Treten	Tr.	Ein Elefant tritt gegen einen Körperteil des Artgenossen, der Tritt kann aber auch nur in dessen Richtung gezielt sein
Tusking	Tu.	Die Stoßzähne werden in den Boden gerammt
Schlagen	Schl.	Dabei wird mit eingerollter Rüsselspitze, mit dem Schwanz oder auch mit einem Objekt in Richtung oder auf einen anderen Elefanten geschlagen
Rüssel auflegen	Rüaf.	Es wird der Rüssel auf den Kopf oder den Rücken eines anderen (meist rangniedrigeren) Elefanten gelegt
Aufreiten	Aufr.	Dabei wird mit den Vorderbeinen auf einen anderen Elefanten gestiegen, wobei der Penis ausgeschachtet wird. Dieses Verhalten gehört zum sexuellen Lernprozess der Jungbullen
Beißen	Bß	Der Elefant beißt einen Artgenossen, meistens in den Schwanz
Stehlen	Sth.	Ein Elefant nimmt dem Anderen ein Objekt weg, welches dieser gerade untersucht
Stoßen/Schieben	St.Sch.	Dabei wird mit dem Kopf oder den Stoßzähnen versucht, einen anderen Elefanten aus dem Weg zu räumen oder nach hinten weg zu schieben. Der Rüssel wird dabei entweder auf den anderen Elefanten gelegt oder S-förmig nach oben gehalten
...

Jagen/Treiben	J	Ein Elefant jagt seinen Artgenossen (oder auch andere Tiere, wie Vögel auf der Anlage) vor sich her
Drohen	Dro.	Beim Drohen werden die Ohren aufgestellt, die Augen weit geöffnet und der Kopf gehoben. Oft dreht sich der Elefant dabei schnell zu seinem Artgenossen
Angreifen/Zustürmen	Zust.	Ein Elefant rennt auf den Anderen zu. Im spielerischen Kontext wird dabei mit dem Kopf „gewippt“ und der Rüssel hin und her geschwungen. Zusätzlich „flattern“ die Ohren und es wird mit dem Schwanz gewedelt
Unter Wasser drücken	UW	Dabei wird versucht, einen anderen Elefanten unter Wasser zu drücken, indem sich auf den Artgenossen gestellt wird

Tabelle 3: Ethogramm zum „defensive-subordinanten“ Verhalten von Elefanten. Grau hinterlegte Bereiche beschreiben Verhaltensweisen, welche zu dem typischen Spielverhalten von Jungbullen gehören. Fortsetzung auf der nächsten Seite.

VERHALTEN	ABKÜRZUNG	BESCHREIBUNG
Flihen	Fl	Ein Elefant rennt meist vor seinem Spielpartner davon. Meistens im Kontext Jagen
Weggehen	Wegg.	Es wird entweder einem ankommenden Elefanten ausgewichen oder sich als Reaktion auf dessen Verhalten von diesem entfernt. Dabei wird meistens das zusammengesuchte Futter mitgenommen
Abdrehen	Abd.	Als Reaktion auf das Verhalten des ankommenden Artgenossen, dreht er sich von diesem weg. Dabei wird er meistens sein zusammengesuchtes Futter mitnehmen
Zurückweichen	ZüW.	Ein Elefant weicht meist rückwärts vor dem ankommenden Elefanten zurück
Anstehen/Warten	Wtn.	Der rangniedrigere Elefant wartet, bis der Ranghöhere die Futterstelle, das Objekt oder den Platz freigibt

Präsentieren/Nähern	Präs.	Der Elefant geht langsam rückwärts auf einen Artgenossen zu, meist mit abgespreiztem Schwanz
Erstarren	Erst.	Als Reaktion auf das Verhalten eines anderen Elefanten bleibt dieser regungslos und meist mit angelegten Ohren stehen. Die Rüsselspitze kann dabei oft eingerollt sein
Entgegenstellen	Entg.	Mit gesenktem Kopf und eingerolltem oder in das Maul gestecktem Rüssel stellt sich ein Elefant vor seinen Artgenossen (Spielpartner)

Tabelle 4: Ethogramm zum „neutralen“ Verhalten von Elefanten. Grau hinterlegte Bereiche beschreiben Verhaltensweisen, welche zu dem typischen Spielverhalten von Jungbullen gehören

VERHALTEN	ABKÜRZUNG	BESCHREIBUNG
Passieren (ohne Körperkontakt)	P.oK.	Ein Elefant geht nahe und gerichtet an einem anderen Elefanten vorbei, berührt diesen aber nicht
Passieren (mit Körperkontakt)	P.KK.	Ein Elefant geht nahe und gerichtet an einem anderen Elefanten vorbei, dabei berührt er diesen
Folgen	Fol.	Ohne Körperkontakt und in höchstens 2-3 Elefantenlängen Abstand folgt ein Elefant einem Herdenmitglied
Zugehen/Ankommen	Zug.	Ein Elefant kommt in den Assoziationsradius (1-2 Elefantenlängen) eines Artgenossen und bleibt dort stehen
Zudrehen	Zud.	Dabei dreht sich ein Elefant mit klappenden Ohren zu einem anderen Elefanten. Dies geschieht oft in Kombination mit Kopfschütteln
Wittern	Wit.	Die Rüsselspitze wird in Richtung eines Artgenossen gehalten



Abbildung 16: Beispielbilder zu „freundlichen“ Verhaltensweisen: A: Anlehnen, B: Rüsselspitzenkontakt Genitalregion C: Rüsselumwinden (gesenkt), D: Rüsselspitzenkontakt Maul (oft als Begrüßung), E: Betasten mit Fuß (ähnlich „Treten“ dominanter Verhaltensweisen), F: Aufsteigen, Hinlegen.



Abbildung 17: Beispielbilder zu „dominanten“ Verhaltensweisen: A: Sparring, B: Schlagen (mit Rüssel), C: Stoßen, D: Untertauchen (soziales Baden), E: Aufreiten, F: Beißen (in den Schwanz)



Abbildung 18: Beispielbilder zu „defensiv-subordinanten“ Verhaltensweisen: A: Fliehen, B: Zurückweichen, C: Anstehen, D: Nähern/Präsentieren, E: Erstarren, F: Fliehen durch den Wassergraben

2.3 Datenaufnahme Verhalten

2.3.1 Beobachtungszeitraum, Datenaufnahme und Aufzeichnungsmethoden

Die Datenaufnahme fand in einem 20-wöchigen Zeitraum vom 8. Mai – 29. September 2017 statt. Pro Woche wurde an vier Tagen das Verhalten der Elefanten beobachtet. Somit gab es insgesamt 80 Beobachtungstage, an denen das Verhalten für jeden Elefanten über eine Stunde dokumentiert wurde. Jeder Beobachtungstag unterteilte sich in sechs Beobachtungsabschnitte, an denen möglichst immer alle Elefanten zu sehen waren und nicht durch die Tierpfleger beeinflusst wurden (Tabelle 5).

Tabelle 5: Zeitplan der täglichen Verhaltensbeobachtungen.

BEOBACHTUNGSABSCHNITT (BA)	ZEITRAUM	BEMERKUNG
1.BA=Durchgang 1 (Morgens)	08:00 - 09:30 Uhr	Start mit Zeitpunkt an dem die Elefanten auf die Außenanlage kamen (zw. 08:00-08:30 Uhr)
2.BA=Durchgang 2 (Morgens)	09:30 - 10:30 Uhr	
PAUSE		Pfleger kommen (Elefanten in Boxen/Training/Pflege)
3.BA= Durchgang 1 (Mittags)	12:15 - 13:00 Uhr	Elefanten bis ca. 13:00 Uhr im Innengehege
4.BA= Durchgang 2 (Mittags)	13:00 - 14:00 Uhr	
PAUSE		
5.BA= Durchgang 1 (Abends)	14:40 - 15:20 Uhr	
PAUSE		Elefanten rein (Reinigung Außenanlage)
6.BA= Durchgang 2 (Abends)	16:00 - 17:00 Uhr	Außen-/Innenanlage für die Elefanten frei zugänglich

Um das (Sozial-) Verhalten der Tiere zu dokumentieren, wurde die Fokustiermethode angewendet (Altmann). Bei dieser Methode wird ein Tier, das Fokustier, für einen vorher definierten Zeitraum beobachtet (Fokustierintervall). Während eines Fokustierintervalls (FTI) wurden alle für die Studie wichtigen Daten zum Sozialverhalten und der Gruppendynamik in einem Beobachtungsprotokoll („Checksheet“ Abbildung 19) verzeichnet. Zusätzlich zum Verhalten, wurde das Datum, die Temperatur und das Wetter auf dem Beobachtungsprotokoll vermerkt. Um nicht für jede Beobachtung ein neues Blatt Papier zu verwenden, wurde zur Datenaufnahme ein Tablet (Apple iPad Air 2) verwendet. Für die Zeitmessung konnte die darin enthaltene Stoppuhr genutzt werden.

NAME: _____ / DATUM: _____ .17/ ZEIT: _____ Uhr

WETTER: _____ / TEMP: _____ °C

ANDERE ELEFANTEN:



ZEIT	VERHALTEN		BEMERKUNG	VERHALTEN (S)	VERHALTEN (E)	IN ASSRAD. IST (1-2 EL):		RAUMNUTZUNG	
	D1	D2				D1	D2	D1	D2
00:30						00:30			
01:00						01:00			
01:30						01:30			
02:00						02:00			
02:30						02:30			
03:00						03:00			
03:30						03:30			
04:00						04:00			
04:30						04:30			
05:00						05:00			
05:30						05:30			
06:00						06:00			
06:30						06:30			
07:00						07:00			
07:30						07:30			
08:00						08:00			
08:30						08:30			
09:00						09:00			
09:30						09:30			
10:00						10:00			

Abbildung 19: „Checksheet“ oder Beobachtungsprotokoll: Spalten von Links nach Rechts: 1. Zeitpunkte der Datenaufnahme, 2. Beobachtetes Verhalten Durchgang 1 (D1), 3. Beobachtetes Verhalten Durchgang 2 (D2), 4. Kontinuierliche Aufnahme des Sozialverhaltens, 5. Assoziationspartner Durchgang 1 (D1), 6. Assoziationspartner Durchgang 2 (D2), 7. Raumnutzung Durchgang 1 (D1), 8. Raumnutzung (D2)

Für die Dokumentation des Sozialverhaltens wurde das „focal continuous sampling“ verwendet. Dazu wurden alle beobachteten (sozialen) Interaktionen des Fokustiers kontinuierlich aufgenommen. Bei jeder Interaktion wurde der Sender und Empfänger, sowie das Verhalten des Senders und des Empfängers im Beobachtungsprotokoll notiert. Die Aufzeichnung eines Sozialverhaltens wurde solange beibehalten, bis ein anderes Verhalten gezeigt wurde oder eine längere Pause zwischen den Interaktionen mit dem Sozialpartner auftrat.

Um zu dokumentieren, welche Verhaltenskategorie das Fokustier zeigt und mit wem das Fokustier assoziiert war (Nearest-Neighbor-Analyse), wurde das „focal instantaneous sampling“ genutzt. Dabei wurde alle 30 Sekunden vermerkt, welches Verhalten das Fokustier gezeigt hat und ob es mit einem oder mehreren Individuen assoziiert war. Die Assoziationsstärke bei der Nearest-Neighbor-Analyse beschreibt die Distanz zwischen den Tieren und wurde beschrieben als: „im Kontaktradius“ (mit Körperkontakt) oder „im Assoziationsradius“ (1-2 Elefantenlängen Abstand).

Da es ebenfalls Ziel dieser Studie war, herauszufinden wie die Anlage von den Elefanten genutzt wird, wurde alle 30 Sekunden, zusätzlich zum Verhalten, der Aufenthaltsort sowie die Bewegungsrichtung festgehalten oder auf der Karte markiert.

Dafür wurde die Außenanlage in neun und das Innengehege in fünf Bereiche aufgeteilt (Abbildung 20). Ein Fokusintervall hatte eine Dauer von 10 Minuten pro Elefant. Somit

bestand ein Beobachtungsabschnitt aus vier Fokustierintervallen (10 Minuten pro Elefant). An einem Beobachtungstag wurde das Verhalten von einem Elefanten demnach für eine Stunde aufgenommen. Für die gezeigte Verhaltenskategorie, die Nearest-Neighbor Analyse und die Raumnutzung ergab das 480 Messpunkte (4 Stunden) pro Woche. Über den gesamten Beobachtungszeitraum kamen 9480 Messpunkte (80 Stunden) für jeden Elefanten zusammen und 37 920 Messungen zum Gesamtverhalten aller Elefanten.

Die Beobachtungsreihenfolge wurde pro Woche zufällig gewählt, blieb aber am Beobachtungstag immer gleich. Es wurde darauf geachtet, dass aber jeder Elefant einmal die Woche das erste Fokustier bei den Beobachtungen war.

Tabelle 6: Wöchentliche Beobachtungsreihenfolge der Elefanten

WOCHE	TAG	REIHENFOLGE
W1	Montag	T->G->Y->L
	Dienstag	G->Y->L->T
	Donnerstag	Y->L->T->G
	Freitag	L->T->G->Y
W2	Montag	G->Y->L->T
	Dienstag	Y->L->T->G
	Donnerstag	L->T->G->Y
	Freitag	T->G->Y->L
W3	Montag	Y->L->T->G
	Dienstag	L->T->G->Y
	Donnerstag	T->G->Y->L
	Freitag	G->Y->L->T
W4	Montag	L->T->G->Y
	Dienstag	T->G->Y->L
	Donnerstag	G->Y->L->T
	Freitag	Y->L->T->G
...

2.3.2 Beobachtungspostion

Die Beobachtungspostion wurde immer dem Aufenthaltsort des Fokustiers angepasst, damit zu jedem Zeitpunkt dessen Verhalten und dessen Sozialpartner zu erkennen war. Dabei wurden hauptsächlich die fünf „Beobachtungspostionen“ vor der Außenanlage und der Besucherbereich im Elefantenhaus genutzt (Abbildung 20). Die Beobachtungspostion wurde erst geändert, wenn sich das Fokustier aus dem Blickfeld entfernt hatte oder dieses durch Objekte in der Anlage bzw. einem anderen Elefanten verdeckt wurde. Außerdem musste die Beobachtungspostion bei besucherstarken Tagen entsprechend angepasst werden.

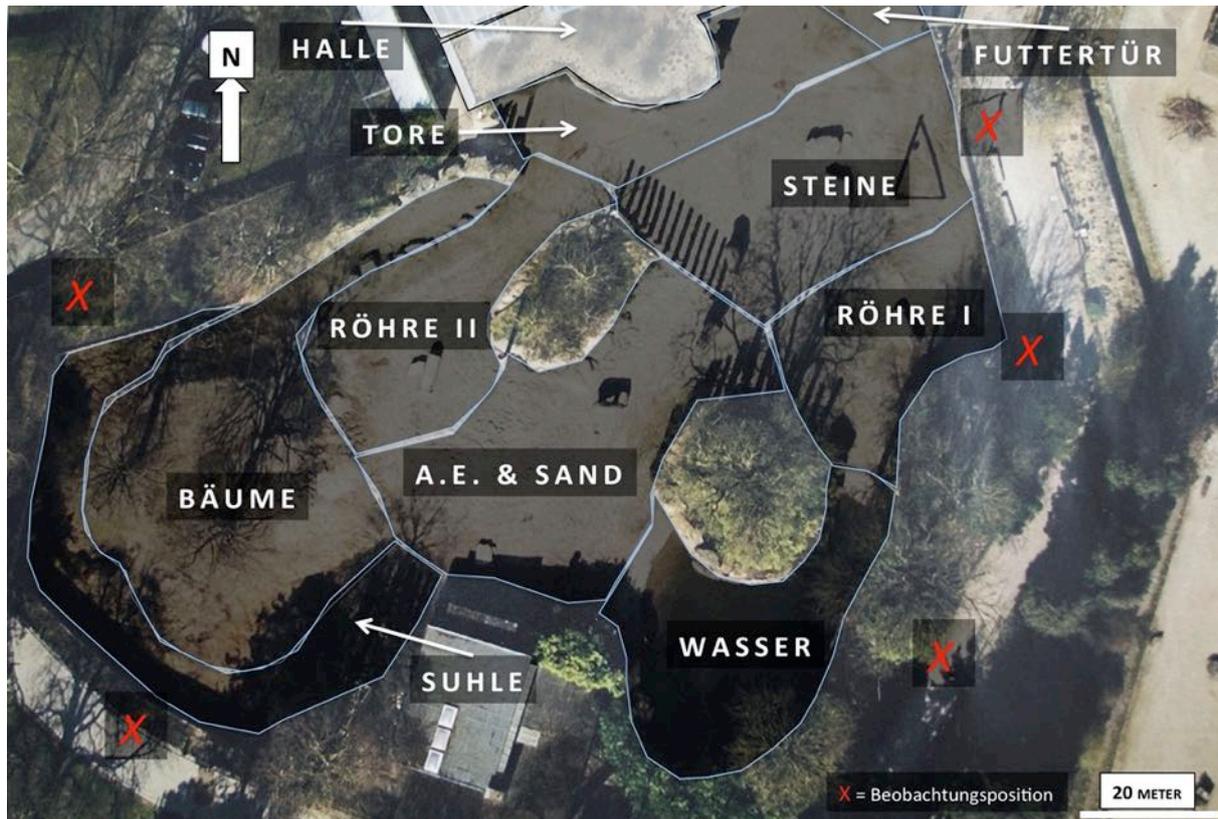


Abbildung 20: Bereiche der Außenanlage und Beobachtungspositionen (rotes X).

2.4 Deskriptive Datenauswertung

Unterschiedliche Aspekte zum (sozial-) Verhalten sollten anhand der erhobenen Daten beschrieben werden. Diese wurden mittels Microsoft Excel (Mac-Version 2011) ausgewertet. Die Daten zum Verhalten von jeweils einer Woche, wurden als eine Stichprobe gewertet, sodass für jeden Elefanten 20 Stichproben erreicht wurden ($n=20$). Eine Woche bestand aus 480 Einzelmessungen pro Elefant, für das Verhalten und dessen Assoziationen. Anhand dieser Daten konnte der chronologische Verlauf des Sozialverhaltens und der „Nearest Neighbor Analyse“ über den 20-wöchigen Beobachtungszeitraum beschrieben werden.

2.4.1 Verhalten eines im Zoo gehaltenen Elefanten

Um zu untersuchen, wie sich ein Elefant in Menschenobhut verhält, wurde für jeden Elefantenbullen ein **Time-Budget** erstellt. Dazu wurden die prozentualen Anteile sowie die Häufigkeit pro Woche der einzelnen Verhaltenskategorien berechnet (Schmid, 2006). Außerdem sollte festgestellt werden, ob es tageszeitliche oder individuelle Unterschiede im Verhalten gab.

2.4.2 Gruppendynamik

Um die Gruppendynamik der Heidelberger Elefantenjungbullen zu untersuchen, mussten unterschiedliche Aspekte beleuchtet werden:

Um zu beurteilen, ob es sich bei den einzelnen Elefanten um gesellige oder eher um Einzelgänger handelt, wurde der „**Isolations-Assoziations Index**“ (IAI) berechnet. Der IAI wurde anhand der Formel 1 für den gesamten Beobachtungszeitraum von 20 Wochen, sowie wöchentlich, ermittelt. Dieser beruht auf der Anzahl an Messpunkten, an denen das Fokustier (FT) assoziiert bzw. isoliert war. Dabei konnten Werte von -1 bis +1 erreicht werden. Ein Wert zwischen -1 und -0,05 beschreibt einen eher einzelgängerischen Typ, der mehr isoliert als assoziiert war. Ein Wert zwischen -0,05 und +0,05 beschreibt einen neutralen Typ und ein Wert von über 0,05 bis +1 deutet auf einen geselligen Typen hin.

Des Weiteren sollte beobachtet werden, welche Gruppierungen/Pairungen in der Jungbullen­gruppe vorkommen. Dazu wurden die beobachteten Häufigkeiten der Ereignisausprägung zu jeder möglichen Gruppierung verwendet (Naguib, 2006).

Außerdem sollte dabei untersucht werden, wie stark die Beziehungen zwischen dem Fokustier und einem Artgenossen waren. Dazu wurde der „**Assoziationsindex**“ (AI) nach Formel 2 berechnet (Martin und Bateson, 2007). Dieser beruht auf der Anzahl an Messpunkten an denen das Fokustier (FT) mit einem Artgenossen (I1) (und umgekehrt) assoziiert war, dividiert durch die Summe aus den Messpunkten, an denen es alleine war ($N(FT)$), den Messpunkten, an denen das Individuum (I1) ohne das jeweilige Fokustier (FT) gesehen wurde ($N(I1)$) und der Anzahl an Messpunkten an denen das FT mit I1 assoziiert war ($N(nFT+I1)$). Der Assoziationsindex kann Werte zwischen 0 (keine Assoziation) und 1,0 (komplette Assoziation) annehmen. Ein Wert von 0,5 bedeutet, dass die beiden Tiere genauso oft zusammen (im Assoziationsradius: 1-2 Elefant­längen), wie getrennt gesehen wurden. Anhand des AI-Wertes soll ein Soziogramm entwickelt werden, welches die Sozialbeziehungen zwischen den Elefanten veranschaulicht.

Um einen Überblick über das Sender-Empfänger Verhalten in der Jungbullen­gruppe zu erhalten, wurde der „**Sender-Empfänger Index**“ (SEI) (Formel 3) für die Sender-Empfänger Beziehung zwischen dem Fokustier (FT) und einem Artgenossen, analog zum IAI berechnet (Hambrecht, 2012). Somit konnte für jede Sender-Empfänger-Dyade untersucht werden, bei welchem Individuum es sich eher um einen Sendertyp (SEI: $>0,05$ bis 1), einen Empfängertyp (SEI: -1 bis $<-0,05$) oder neutralen Typ (SEI: -0,05 bis +0,05) handelt.

Für die Auswertung des IAI, AI und SEI wurden jeweils die absoluten Häufigkeiten verwendet. Diese sind für jede Beobachtungs­woche sowie den gesamten Beobachtungszeitraum berechnet worden.

Zur Analyse des Sozialverhalten, wurden die absoluten Häufigkeiten an sozialen Kontakten zwischen jeder möglichen Dyade anhand von soziometrischen Matrizen dargestellt (Altmann, 1974). Diese Daten konnten außerdem für die Analyse der Dominanzhierarchie in der Jungbullen­gruppe verwendet werden. Für die Analyse des Dominanz-Gefüges in der Jungbullen­gruppe wurde eine Dominanzmatrix erstellt (Martin und Bateson, 2007). Die Dominanzmatrix basiert auf den absoluten Häufigkeiten von subordinant-defensiven Verhaltensweisen, wie der Verdrängung von z.B. einer Futterstelle oder dem Anstehen bzw. Zurückweichen gegenüber einem dominanten Tier.

FORMEL 1: ISOLATIONS - ASSOZIATIONS INDEX

$$IAI (FT) = (nA - nI) / (nA + nI)$$

IAI(FT): ISOLATIONS-ASSOZIATIONS INDEX FÜR DAS FOKUSTIER (FT)

nA: ANZAHL AN MESSPUNKTEN, AN DENEN DAS **FOKUSTIER ASSOZIERT** WAR

nE: ANZAHL AN MESSPUNKTEN, AN DENEN DAS **FOKUSTIER ISOLIERT** WAR

FORMEL 2: ASSOZIATIONS INDEX

$$AI (FT, I1) = N(n_{FT+I1}) / (N(FT) + N(I1) + N(n_{FT+I1}))$$

AI(FT,I1): ASSOZIATIONS INDEX FÜR DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN FOKUSTIER (FT) UND EINEM INDIVIDUUM (I1)

N(n_{FT+I1}): ANZAHL AN MESSPUNKTEN, AN DENEN DAS **FT MIT I1 ASSOZIERT** WAR

N(FT): ANZAHL AN MESSPUNKTEN, AN DENEN DAS **FT OHNE I1** GESEHEN WURDE

N(I1): ANZAHL AN MESSPUNKTEN, AN DENEN **I1 OHNE FT** GESEHEN WURDE

FORMEL 3: SENDER - EMPFÄNGER INDEX

$$SEI (FT, I) = (nS - nE) / (nS + nE)$$

SEI(FT,I): SENDER-EMPFÄNGER INDEX FÜR BEZIEHUNG ZWISCHEN FOKUSTIER (FT) UND EINEM INDIVIDUUM (I)

nS: MENGE AN **GESENDETEN INTERAKTIONEN** VOM **FOKUSTIER** AN INDIVIDUUM

nE: MENGE AN **VOM FOKUSTIER EMPFANGENEN INTERAKTIONEN** DURCH DAS **INDIVIDUUM**

2.5 GPS-Ortung zur Analyse des Laufverhaltens von Zooelefanten

Da es innerhalb der Elefantenjungbullengruppe viel Bewegung gibt, sollte die tägliche Laufdistanz für die Tiere ermittelt werden. Als geeignete Aufzeichnungsmethode erwies sich die Distanzbestimmung mittels GPS-Daten. Anhand dieser Daten sollte die Laufdistanz über 24h von jedem Elefantenbullen gemessen werden. Außerdem sollte mit dieser Untersuchung die Aussage von einigen Zoobesuchern und „Zookritikern“, dass sich die Tiere im Zoo nicht viel bewegen würden, überprüft werden.

Um die Position des GPS-Trackers (Global Positioning System) zu bestimmen, werden mindestens vier Satelliten benötigt. Die GPS Satelliten befinden sich im „Medium Earth Orbit“ auf ca. 20200 km Höhe. Derzeit umkreisen 31 funktionsfähige GPS Satelliten die Erde. Für die GPS Ortung verbindet sich das GPS Gerät mit den GPS Satelliten (je mehr Satelliten desto genauer ist die Ortung). Mittels einer eingebauten GPS Antenne empfängt der Tracker die Signale der Satelliten. Durch den Unterschied des Sende- und Empfangspunktes kann der Abstand zum Satelliten und damit die Position ermittelt werden. Laut U.S. Performance Standards liegt die Abweichung bei der Abstandsberechnung zwischen dem Satelliten und dem GPS-Empfänger mit 95% innerhalb von 7,8 m.

Unterschiedliche Umwelt- und Umgebungsbedingungen können den GPS-Empfang beeinträchtigen oder unterbinden. Beispielsweise Störungen durch Partikel in der Ionosphäre (70 - 400 km Höhe), Störungen durch Wasserdampf in der Troposphäre (Bewölkung und Regen) oder Reflexion der Signale durch Gebäude/Bäume, können die Position verfälschen.



Abbildung 21: GPS-Training der Elefanten: A: Tarak beim Training, das Klebeband am Schwanz zu befestigen; B: Yadanar wird an die Fußkette gewöhnt; C und D: Anbringen der fertigen GPS-Fußbänder am Vorderfuß.

2.5.1 Das GPS-Gerät

Für die Distanzbestimmung wurde ein GPS-Tracker der Firma „Tractive“ verwendet. Diese kleinen Geräte (35 g; 15x51x41 mm) finden eigentlich Anwendung bei Heim-/Nutztieren und senden ca. im 15 Minuten Takt den Aufenthaltsort mit einer Genauigkeit von 1 - 7 Metern (je nach Umgebung).

Da diese 15 Minuten-Intervalle für die Bewegungsanalyse der Elefanten nicht zu gebrauchen waren, wurden die GPS-Tracker auf Nachfrage firmenseitig umprogrammiert. Somit wurde alle 3 - 5 Minuten die Position übermittelt. Außerdem konnten die GPS-Geräte über eine (Web-)App vom Computer oder dem Smartphone gesteuert werden, sodass bei erhöhtem Laufverhalten die „Live-Tracking“ Funktion gezielt für jedes Tier aktiviert werden konnte (Abbildung 22). Im „Live-Tracking“-Modus erfolgte ein Positionsupdate alle 1 - 5 Sekunden. Bei wenig Bewegung z.B. beim Schlafen sendete das GPS-Gerät nur ein bis zweimal pro Stunde ein Positionsupdate.

2.5.2 Materialien: Wie an Tieren „elefantensicher“ anbringen?!

Die Frage: „Wie und wo man die GPS-Tracker elefantensicher an den Tieren befestigen könnte?!“ stellte sich als kompliziert heraus.

Die erste Idee war, die Geräte einfach nahe der Schwanzwurzel des Elefanten mit Klebeband zu befestigen (Abbildung 21A). Da aber nach einigen Versuchen keine Attrappe länger als ein paar Stunden überlebt hatte, musste eine Alternative gefunden werden, welche die Tiere nicht beeinträchtigte. Als Alternative wurden Fußketten verwendet, welche die Elefanten schon für

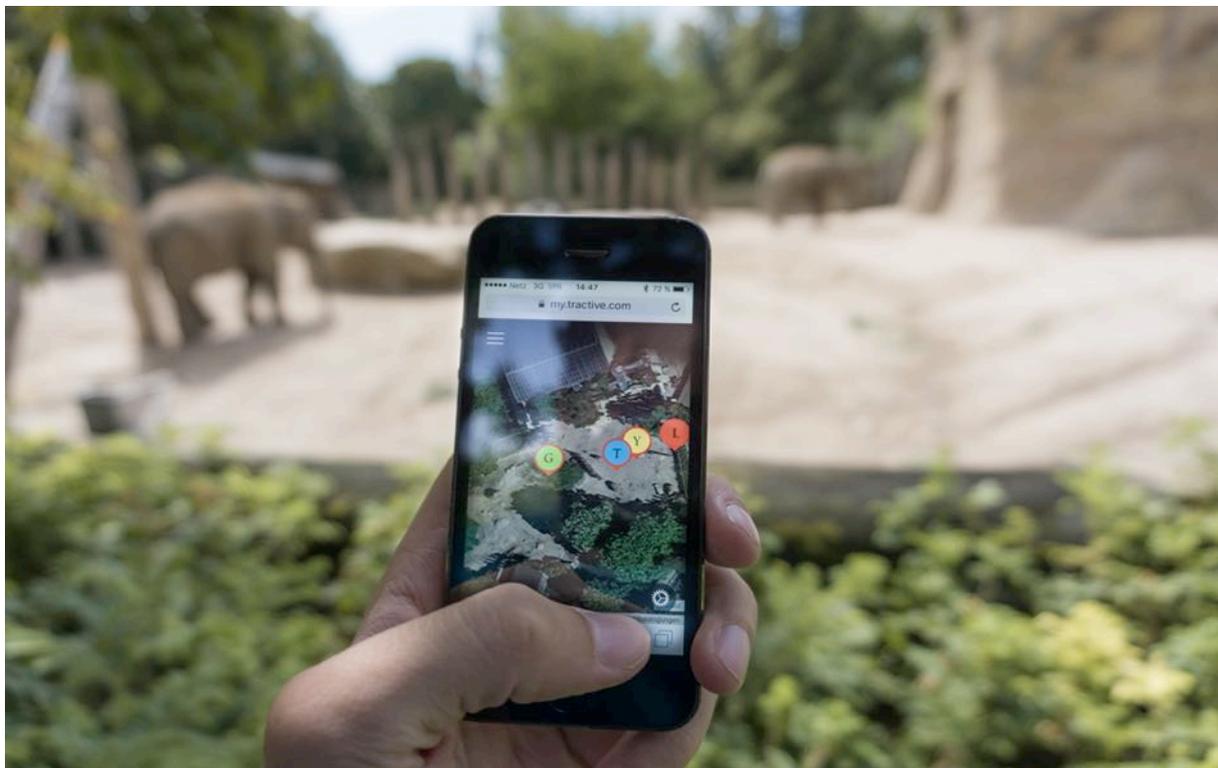


Abbildung 22: GPS-Ortung und Steuerung/Überwachung auf dem Handy.

das Transporttraining kannten (Abbildung 21B). Das Problem der Ketten war, dass die daran angebrachten GPS-Tracker kaputt gingen, wenn die Elefanten dagegen traten. Auch durch einen extra angefertigten Metallkäfig konnten die GPS-Geräte nicht an der Kette befestigt werden, da dieser das GPS-Signal abgeschirmt hat. Deshalb musste eine neue Methode entwickelt werden, um das GPS-Gerät am Vorderfuß zu befestigen. Dazu wurde ein Feuerwehrschauch (Typ A; Innendurchmesser 110 mm) an den Vorderfußumfang der vier Elefanten angepasst (Tarak: 90 cm; Gandhi: 88 cm; Yadanar 73 cm; Ludwig: 78 cm). In den Feuerwehrschauch konnte das GPS-Gerät gepackt und anschließend mit Metallplatten verschlossen werden. Dabei musste nur noch darauf geachtet werden, dass die GPS-Geräte stoß-/wasserfest verpackt waren.

Zum Schutz vor Wasser wurden die Geräte in eine Plastiktüte gepackt. Als Stoßschutz wurde ein Hartplastikrohr verwendet. Nachdem die Befestigungsmethode gefunden war, wurden die Elefanten von den Pflegern über mehrere Tage an die Fußketten gewöhnt, bevor mit den Messungen gestartet werden konnte. Zur Befestigung der Fußkette am Vorderfuß, wurde den Elefanten beigebracht, auf ein Kommando („Foot“) den Fuß durch das Abtrenngitter zu strecken. Die verwendeten Materialien für die GPS-Messungen des Laufverhaltens sind in Abbildung 23 dargestellt.

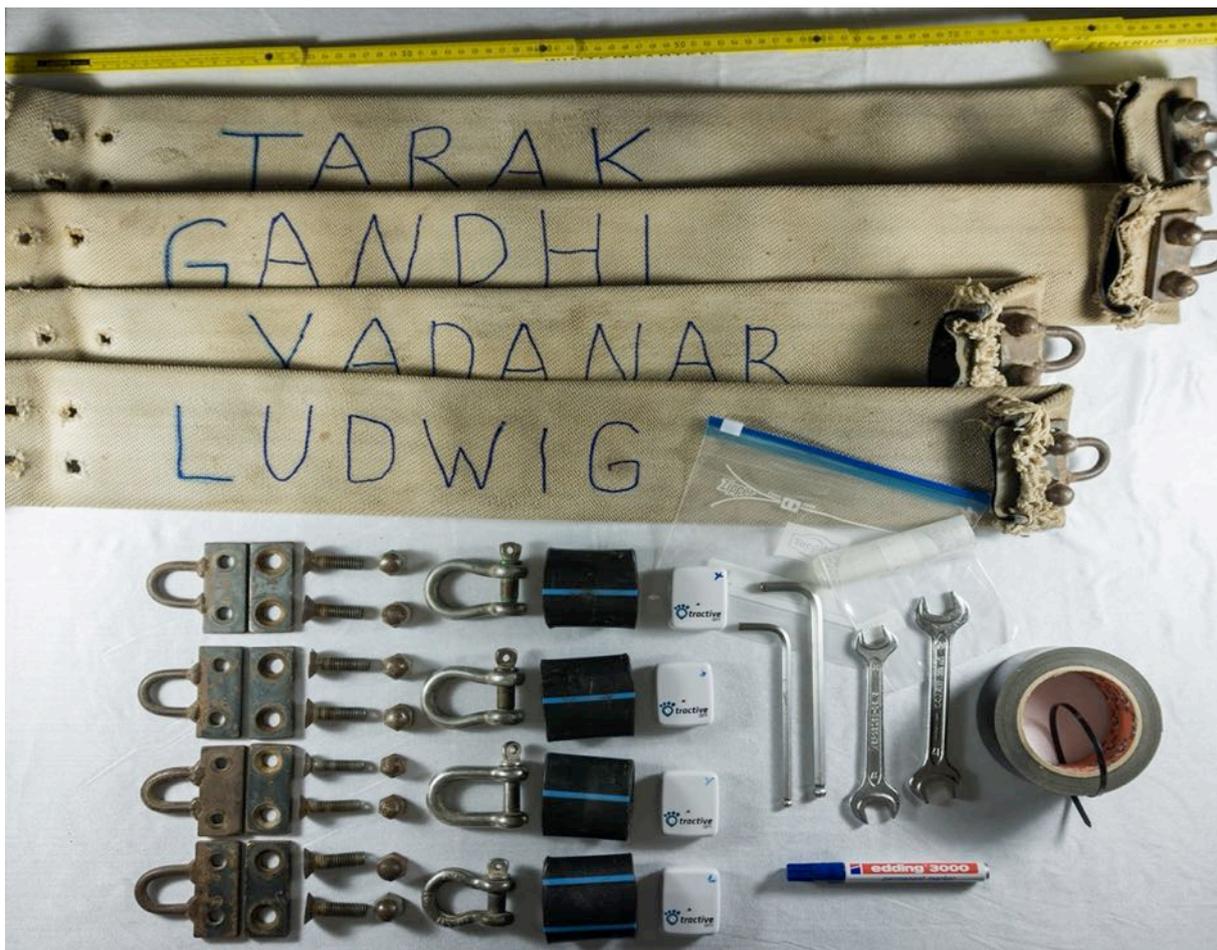


Abbildung 23: Materialien der GPS- Fußketten: Oben: Feuerwehrschräume an den Fußumfang der einzelnen Elefanten angepasst. Unten von Links nach Rechts: 1. Metallplatten mit 12er Schraubengewinde zum Verschließen; 2. 12er Gewinde Edelstahl-Schrauben (Senker); 3. Hutmuttern; 4. Schäkel; 5. Hartplastikrohr zum Schutz des GPS-Geräts vor Stößen; 6. „Tractive“ GPS-Tracker; 7. Plastiktüten, um die GPS-Geräte vor Wasser zu schützen; 8. Benötigtes Werkzeug (Imbus-, Schraubenschlüssel, Klebeband)

2.5.3 GPS-Messung

Die 24 h - Messung der Laufstrecken der vier Elefanten wurde an Tagen durchgeführt, an denen die Tiere möglichst lange auf der Außenanlage sein konnten (Tabelle 7). Meistens wurden die Fußketten den Elefanten zwischen 12:30 und 15:00 Uhr angelegt und am nächsten Tag, zur selben Uhrzeit wieder abgenommen.

Tabelle 7: Daten und Uhrzeit aller GPS-Messungen der Laufdistanzen

DURCHGANG	DATUM	ZEIT
1	31.7-1.8	15:00-15:00 Uhr
2	3.8-4.8	13:15-13:15 Uhr
3	9.8-10.8	14:45-14:45 Uhr
4	17.8.18.8	14:15-14:15 Uhr
5	24.8-25.8	14:00-14:00 Uhr
6	31.8-1.9	15:00-15:00 Uhr
7	5.9-6.9	12:30-12:30 Uhr
8	12.9-13.9	13:45-13:45 Uhr
9	21.9-22.9	13:30-13:30 Uhr
10	28.9-29.9	13:30-13:30 Uhr

Insgesamt wurde die Laufstrecke an 10 Tagen für alle Elefanten über 24 h aufgezeichnet. Die zwei Halbtagsmessungen am 20. und 27. Juli 2017 dienten als Testläufe, um die aufgezeichneten Daten richtig interpretieren zu können und mit den beobachteten Laufstrecken zu vergleichen. Um Fehler und Messungenauigkeiten bei der Auswertung möglichst gering zu halten, wurden die Tiere während den Tagen an denen die GPS Messung durchgeführt wurden, möglichst lange und teilweise auch über Nacht beobachtet. Auch im Innengehege konnte eine GPS-Ortung durchgeführt werden. Diese war jedoch nur auf 20 m genau, wodurch nur der ungefähre Aufenthaltsort bestimmt werden konnte, was aber zur Bestimmung der Laufdistanz ausreichte.



Abbildung 24: GPS-Tracking der Elefanten mit der Web-App von „Tractive“ und mögliche Fehlerquellen.

2.5.4 GPS Daten Auswertung

Zur Auswertung der Laufdistanzen wurde die Web-App der Firma „Tractive“ verwendet. Ausreißer wurden aus der Distanzbestimmung entfernt, wenn diese das Gehege auf der Karte verlassen haben, was meist während dem Aufenthalt nahe den Boxen im Elefantenhaus der Fall war (Abbildung 24). Außerdem wurden die GPS-Daten als KML/GPX-Dateien heruntergeladen und in Google Earth importiert, um diese mit den durch die Web-App ermittelten Distanzen vergleichen zu können. Da aber keine Unterschiede festgestellt werden konnten, wurde für die gesamte Auswertung nur die firmeneigene „tractive“-Software verwendet.

2.6 Statistische Auswertung

Für die statistische Datenauswertung dieser ethologischen Studie, wurden nicht-parametrische Testverfahren für verbundene Stichproben verwendet. Zur Datenanalyse wurde die Software „Sigmaplot“ (Version 14.0) verwendet. Das Signifikanzniveau wurde für jede Fragestellung auf $p < 0,05$ festgelegt. Die Überprüfung auf Normalverteilung der Daten, wurde mittels eines Shapiro-Wilk Tests durchgeführt.

Zur Analyse von Unterschieden im Verhalten, wurde der „Wilcoxon-Rangsummentest“ oder „Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test“ verwendet. Diese diente zur paarweisen Überprüfung zweier Stichproben. Ein paarweiser Vergleich aller Stichproben wurde mit einer ANOVA (Tukey-Tests) bzw. dem Kruksal-Wallis Test durchgeführt. Als Stichprobe dienten die aufgenommenen absoluten Häufigkeiten einer Beobachtungswoche ($n=20$). Pro Elefant ergab das insgesamt 20 Stichproben.

Mit dem Wilcoxon-Test oder der ANOVA (One Way Analysis of Variance) bzw. dem Kruksal-Wallis Test wurden folgende Hypothesen getestet:

- H0a: „Das individuelle Verhalten der Elefanten unterscheidet sich nicht!“
- H0b: „Das beobachtete Verhalten ist nicht Tageszeitenabhängig!“
- H0: „Die Dauer der sozialen Isolation und Assoziation eines Elefanten waren gleich häufig!“
- H0: „Jeder Elefant war gleich häufig mit jedem Artgenossen assoziiert!“
- H0: „Das Laufverhalten ist nicht tageszeitenabhängig!“
- H0: „Die individuelle Laufdistanz unterscheidet sich nicht!“

Unterschiede im Sozialverhalten wurden anhand der absoluten Häufigkeiten nach den 20 Beobachtungswochen untersucht. Die Gesamtdaten wurden mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests analysiert. Als erwartete Häufigkeiten dienten jeweils die Mittelwerte der zu vergleichenden Verhaltensweisen.

Folgende Hypothese sollte mit dem Chi-Quadrat Test geprüft werden:

- H0: „Die gesendete soziale Verhaltenskategorie ist nicht vom Empfänger abhängig!“

3. Ergebnisse

3.1. Time-Budgets

Das Verhalten der vier asiatischen Elefantenbullen, wurde über einen Zeitraum von 20 Wochen beobachtet. Anhand dieser Verhaltensbeobachtungen konnte das „Time-Budget“ des gezeigten Verhaltens für jeden der Jungbullen erstellt und verglichen werden. Die mittleren beobachteten Verhaltensweisen pro Woche, die über den 20-wöchigen Beobachtungszeitraum für jeden Elefanten beobachtet wurden, sind in Abbildung 25 dargestellt. Diese zeigt die beobachtete Häufigkeit pro Woche (**BPW**) der verschiedenen Verhaltenskategorien für die vier Elefanten (Tarak, Gandhi, Yadanar und Ludwig). Das Gesamtverhalten setzt sich aus den sechs Verhaltenskategorien (Fressen, Lokomotion, Ruhen, Komfortverhalten, Exploration/Manipulation und Sozialverhalten) zusammen. Außerdem ist darin enthalten, wann die Tiere nicht sichtbar waren oder mit den Pflegern interagiert haben, z.B. während des Trainings oder der Fütterungen. Eine Darstellung des wöchentlichen Verlaufs der beobachteten Häufigkeiten aller Verhaltenskategorien für jeden Elefanten ist im Anhang beigefügt. Da die Beobachtungszeiten so gewählt waren, dass die Elefanten aber möglichst wenig durch die Pfleger abgelenkt wurden, konnten diese Anteile bei durchschnittlich **0,5 – 1,7** Beobachtungen pro Woche (**BPW**) (0,5-1% des Gesamtverhaltens; Abbildung 46) gehalten werden. Auch die Anteile an denen ein Elefant nicht sichtbar war, lag bei **0,8-1,7** **BPW** (<1% des Gesamtverhaltens). Im Wochenverlauf sind große Abweichungen in den

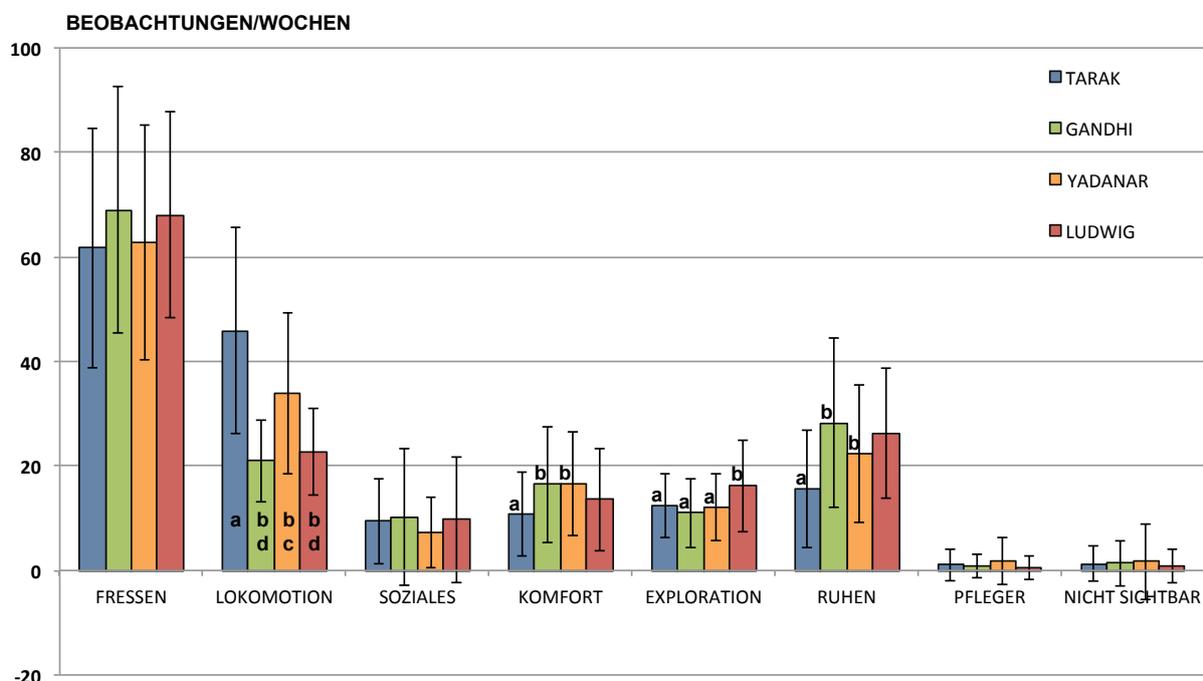


Abbildung 25: Durchschnittliche Häufigkeiten der Verhaltenskategorien für die vier asiatischen Elefantenbullen Tarak (blau), Gandhi (grün); Yadanar (orange) und Ludwig (rot) im Zoo Heidelberg. Die Häufigkeiten ergeben sich aus dem Mittelwert der wöchentlichen Beobachtungen (BPW) über einen Zeitraum von 20 Wochen. Mit einem Kruskal-Wallis Test wurden die individuellen Verhaltensweisen auf signifikante Unterschiede überprüft (n=20). Waren signifikante Unterschiede im Verhalten zwischen den Individuen festzustellen, wurden diese mit den Buchstaben (a, b, c, d) gekennzeichnet. Unterschiedliche Buchstaben zeigen dabei einen signifikanten Unterschied an. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt.

jeweiligen Verhaltensweisen zu erkennen. Ein Trend bei allen vier Elefantenbullen wurde für das Fressverhalten beobachtet, welches bei Allen die am häufigsten beobachtete Verhaltenskategorie darstellte. Mit dem „Fressen“ verbrachten die Tiere den Großteil der Beobachtungszeit, worin die eigentliche Nahrungsaufnahme und auch die Futtermittelvorbereitung, mit einbezogen ist. Dieser beträgt im Schnitt 41,3% des Gesamtverhaltens (65,4 BPW), wobei Gandhi mit **68,9 +/-24 BPW** (43,6%) und Ludwig mit **68,1 +/-20 BPW** (43%) etwas öfter beim Fressen beobachtet wurden, als Tarak mit **61,7 +/-23 BPW** (39,1%) und Yadanar mit **62,7 +/-22 BPW** (39,7%).

Die individuellen Unterschiede der beobachteten Häufigkeiten für das Fressverhalten, sind nicht signifikant. Beim Lokomotionsverhalten gab es hingegen starke individuelle Unterschiede. Signifikante Unterschiede beim Lokomotionsverhalten wurden bei fünf von sechs Fällen beobachtet. Während Tarak mit **45,9 +/-20 BPW** (29%) und Yadanar mit **33,9 +/-15 BPW** (21,4%) der Beobachtungszeit oft in Bewegung waren, bewegten sich Gandhi mit **20,9 +/-7,8 BPW** (13,2%) und Ludwig mit **22,7 +/-8,3 BPW** (14,4%) signifikant weniger. Zwischen dem Lokomotionsverhalten von Gandhi und Ludwig konnte keine Signifikanz festgestellt werden.

Der Durchschnitt für das Lokomotionsverhalten beträgt **30,8 BPW** (19,5% des Gesamtverhaltens). Auch beim Ruheverhalten zeigten sich individuelle Unterschiede. So ruhte Gandhi mit **28,2 +/-16 BPW** (17,8%) während der Beobachtungen nahezu doppelt so lange wie Tarak mit **15,5 +/-11 BPW** (9,8%). Ludwig ruhte **26,3 BPW** (16,6%) und Yadanar **22,2 BPW** (14,1%) der Beobachtungszeit. Die beiden Jüngsten in der Bullengruppe lagen

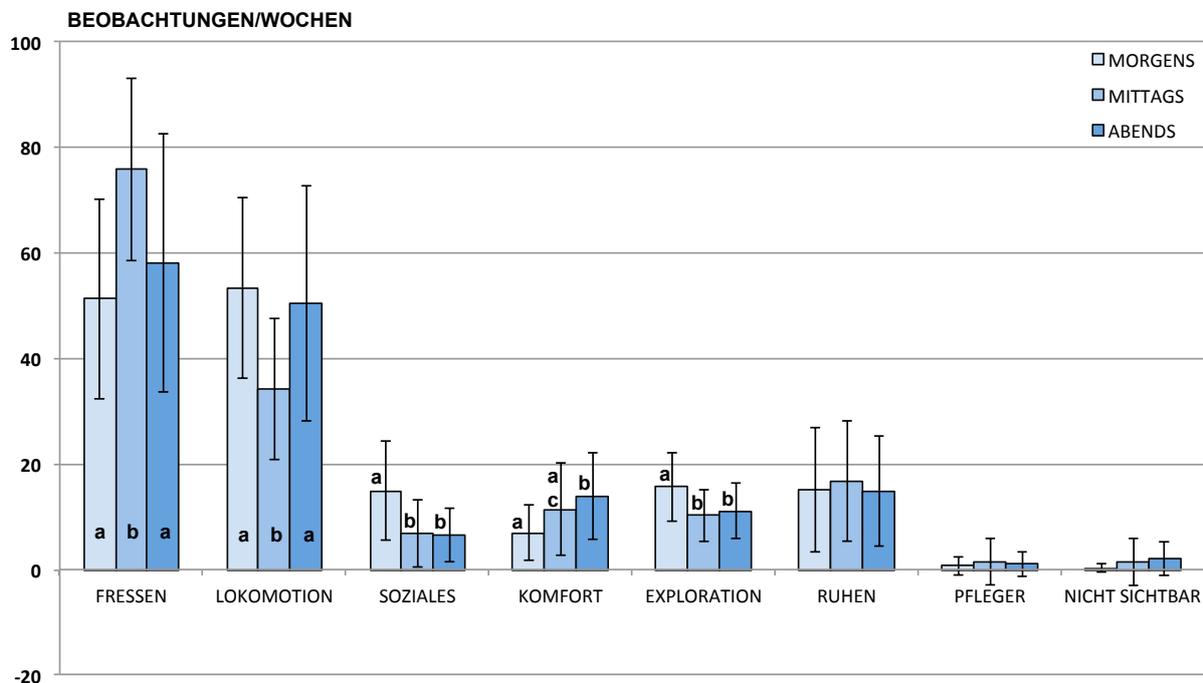


Abbildung 26: Durchschnittliche Häufigkeiten der Verhaltenskategorien, die für den asiatischen Elefantenbullen „Tarak“, zu unterschiedlichen Zeitpunkten beobachtet wurden (Morgens: 08:00-10:30, Mittags: 12:15-14:00, Abends: 14:40-15:20 & 16:00-16:40). Die Häufigkeiten ergeben sich aus dem Mittelwert der wöchentlichen Beobachtungen (BPW) über einen Zeitraum von 20 Wochen. Mit einem Kruksal-Wallis Test wurden die Verhaltensweisen auf signifikante tageszeitliche Unterschiede überprüft (n=20). Waren signifikante Unterschiede im Verhalten festzustellen, wurden diese mit den Buchstaben (a, b, c) gekennzeichnet. Unterschiedliche Buchstaben zeigen dabei einen signifikanten Unterschied an. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt

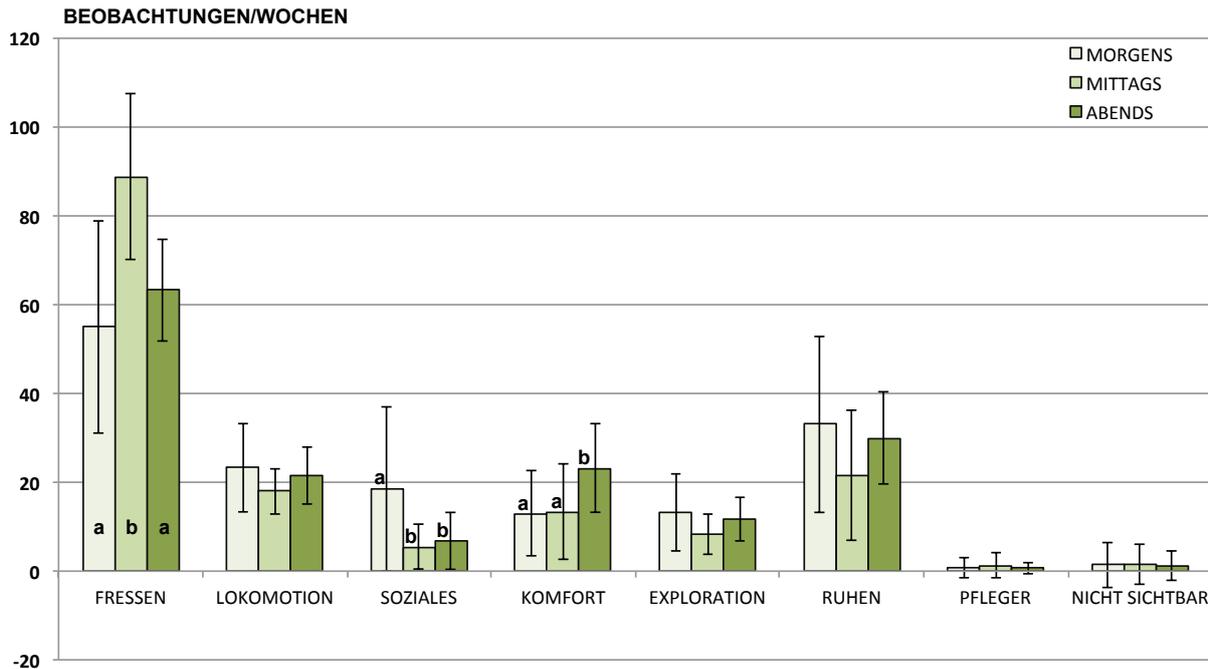


Abbildung 27: Durchschnittliche Häufigkeiten der Verhaltenskategorien, die für den asiatischen Elefantenbullen „Gandhi“, zu unterschiedlichen Zeitpunkten beobachtet wurden (Morgens: 08:00-10:30, Mittags: 12:15-14:00, Abends: 14:40-15:20 & 16:00-16:40). Die Häufigkeiten ergeben sich aus dem Mittelwert der wöchentlichen Beobachtungen (BPW) über einen Zeitraum von 20 Wochen. Mit einem Kruskal-Wallis Test wurden die Verhaltensweisen auf signifikante tageszeitliche Unterschiede überprüft (n=20). Waren signifikante Unterschiede im Verhalten festzustellen, wurden diese mit den Buchstaben (a, b, c) gekennzeichnet. Unterschiedliche Buchstaben zeigen dabei einen signifikanten Unterschied an. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt.

damit im Mittel (23,1 BPW) der Gesamtbeobachtungen (14,6% des Gesamtverhaltens). Gandhi und Ludwig ruhten signifikant häufiger als Tarak.

Das Komfort- und Explorationsverhalten betrug im Schnitt **14,3 BPW (9%)** und **12,9 BPW (8%)** des Gesamtverhaltens. Ludwig wurde mit **16,2 \pm 8,8 BPW** signifikant häufiger beim Explorieren oder Manipulieren beobachtet, als die übrigen Elefanten. Auch beim Komfortverhalten gab es signifikante Unterschiede, wobei Yadanar (**16,6 \pm 9,9 BPW**) und Gandhi (**16,5 \pm 11 BPW**) mehr Zeit mit dieser Verhaltenskategorie verbrachten, als Tarak (**10,7 \pm 8,1 BPW**). Das Sozialverhalten der vier Jungbullen lag durchschnittlich bei **9,2 BPW (5,8% des Gesamtverhaltens)**, wobei keine signifikanten individuellen Unterschiede festgestellt werden konnten. In Kapitel 4.1 ist der wöchentliche Verlauf des Beobachteten individuellen Komfortverhaltens in Bezug auf die Temperatur dargestellt (Abbildung 48).

Zum Vergleich von tageszeitlichen Unterschieden wurden die Beobachtungen pro Woche (BPW) für die Verhaltenskategorien in Morgens: 08:00-10:30, Mittags: 12:15-14:00 und Abends: 14:40-15:20 & 16:00-16:40 unterteilt. Tageszeitliche Unterschiede im Verhalten der einzelnen Individuen konnten vor allem beim Fress-, Lokomotions- und Sozialverhalten festgestellt werden. Das Fressverhalten wurde zwischen 12:15-14:00 Uhr am häufigsten bei allen Elefanten beobachtet, gefolgt von den Beobachtungen am Abend. Am Morgen zwischen 08:00-10:30 Uhr war der Anteil an Beobachtungen für das Fressverhalten am niedrigsten. Taraks Fressverhalten (Abbildung 26) zeigte signifikante Unterschiede, sowohl zwischen Mittags (**75,8 \pm 17,3 BPW**) und Abends (**58,2 \pm 24,5 BPW**), als auch zwischen Mittags

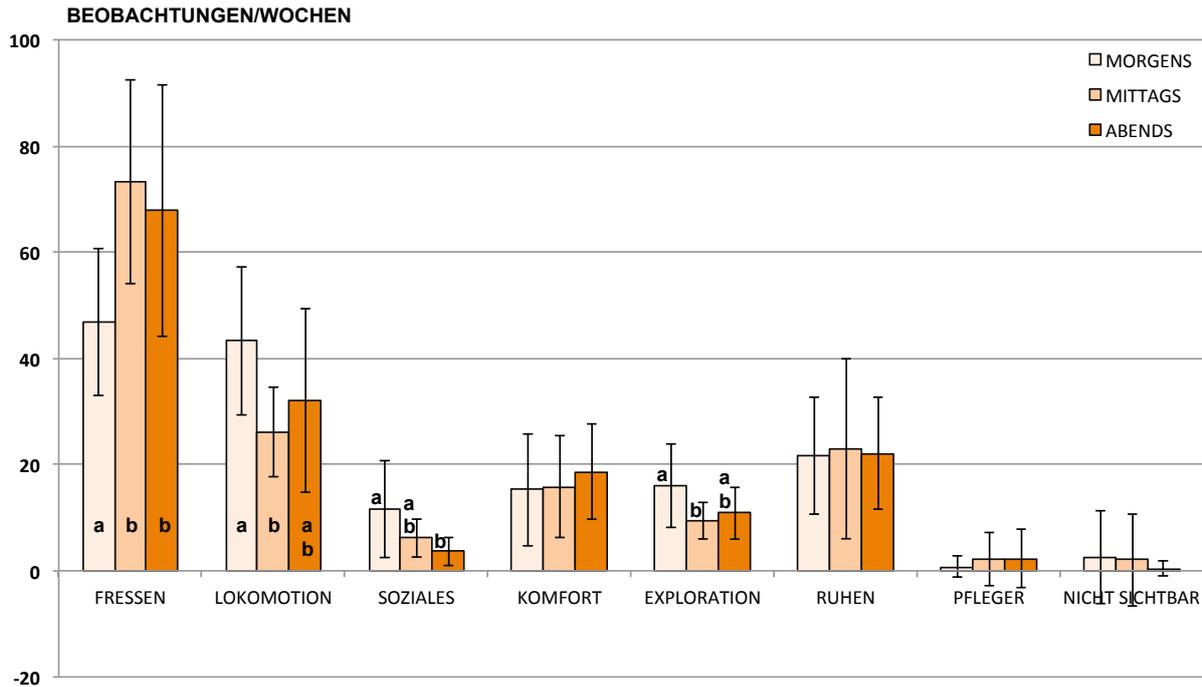


Abbildung 28: Durchschnittliche Häufigkeiten der Verhaltenskategorien, die für den asiatischen Elefantenbullen „Yadanar“, zu unterschiedlichen Zeitpunkten beobachtet wurden (Morgens: 08:00-10:30, Mittags: 12:15-14:00, Abends: 14:40-15:20 & 16:00-16:40). Die Häufigkeiten ergeben sich aus dem Mittelwert der wöchentlichen Beobachtungen (BPW) über einen Zeitraum von 20 Wochen. Mit einem Kruskal-Wallis Test wurden die Verhaltensweisen auf signifikante tageszeitliche Unterschiede überprüft (n=20). Waren signifikante Unterschiede im Verhalten festzustellen, wurden diese mit den Buchstaben (a, b, c) gekennzeichnet. Unterschiedliche Buchstaben zeigen dabei einen signifikanten Unterschied an. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt.

und Morgens (**51,3** +/-19 **BPW**). Beim Fressverhalten am Morgen und Abend gab es keinen signifikanten Unterschied. Auch bei Gandhi (Abbildung 27) gibt es signifikante Unterschiede im Fressverhalten von Mittags (**88,7** +/-18,6 **BPW**) gegenüber Morgens (**55** +/-14 **BPW**) und Abends (**63,3** +/-11,5 **BPW**). Bei Yadanar (Abbildung 28) ist sowohl das Fressverhalten am Mittag (**73,3** +/-19,2 **BPW**) und Abend (**67,9** +/-23,7 **BPW**) signifikant häufiger beobachtet worden, als morgens (**46,9** +/-14 **BPW**). Bei Ludwig (Abbildung 29) gibt es nur zwischen den Beobachtungen zum Fressen am Mittag (**76,8** +/-18,5 **BPW**), gegenüber morgens (**60** +/-18 **BPW**) eine Signifikanz. Auch bei dem Lokomotionsverhalten der Elefanten gab es tageszeitliche Unterschiede. Tarak lief morgens (**53,3** +/-17 **BPW**) und abends (**50,3** +/-22,2 **BPW**) signifikant häufiger als am Mittag (**34,1** +/-13,4 **BPW**). Auch Yadanar lief während den Morgenstunden, gegenüber den restlichen Tageszeiten, signifikant am häufigsten (**43,3** +/-14 **BPW**). Gandhi's und Ludwig's Laufverhalten blieb über den Tag hinweg relativ konstant niedriger, wobei keine signifikanten Unterschiede erkennbar waren. Das Sozialverhalten war bei allen vier Elefantenbullen morgens signifikant am häufigsten zu beobachten. Bei Yadanar wurden am Morgen mit **11,6** +/-9,2 **BPW** die wenigsten Sozialkontakte beobachtet, für Gandhi mit **18,6** +/-19 **BPW** die meisten. Die Beobachtungen für das Komfortverhalten der Elefanten nahm bei allen Individuen zum Abend hin zu, während das Explorations-/Manipulationsverhalten abnahm. Die Beobachtungen für das Explorationsverhalten in den Morgenstunden, waren bei Tarak (**15,6** +/-6,4 **BPW**), Yadanar

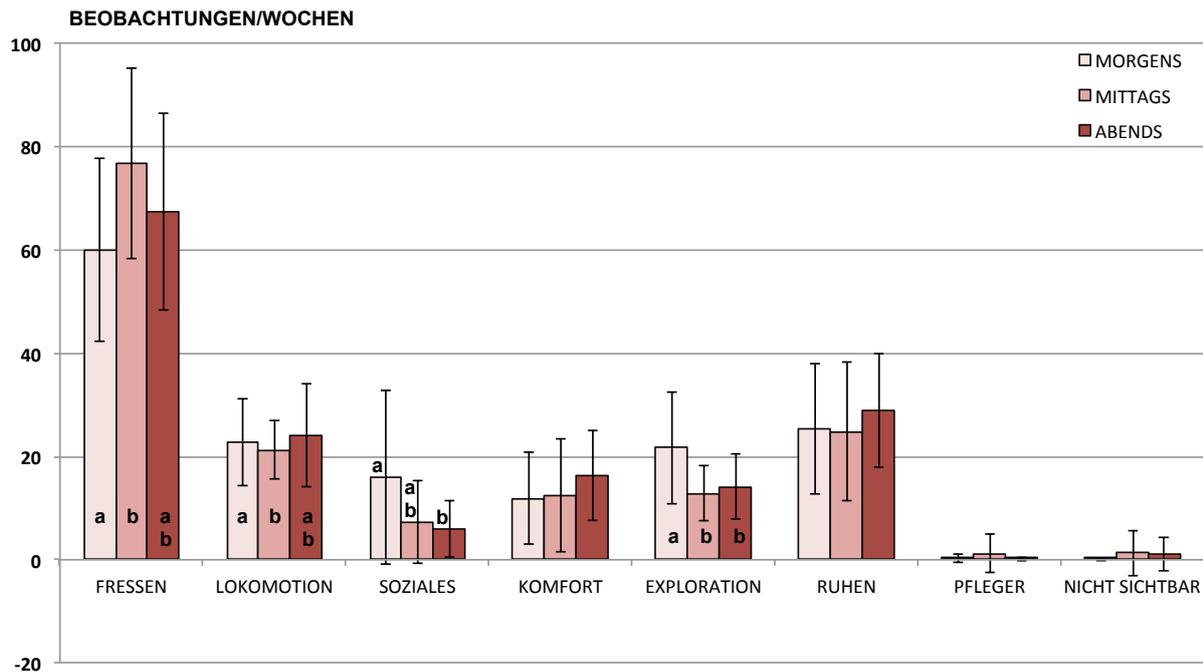


Abbildung 29: Durchschnittliche Häufigkeiten der Verhaltenskategorien, die für den asiatischen Elefantenbull „Ludwig“, zu unterschiedlichen Zeitpunkten beobachtet wurden (Morgens: 08:00-10:30, Mittags: 12:15-14:00, Abends: 14:40-15:20 & 16:00-16:40). Die Häufigkeiten ergeben sich aus dem Mittelwert der wöchentlichen Beobachtungen (BPW) über einen Zeitraum von 20 Wochen. Mit einem Kruskal-Wallis Test wurden die Verhaltensweisen auf signifikante tageszeitliche Unterschiede überprüft (n=20). Waren signifikante Unterschiede im Verhalten festzustellen, wurden diese mit den Buchstaben (a,b,c) gekennzeichnet. Unterschiedliche Buchstaben zeigen dabei einen signifikanten Unterschied an. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt.

(**16 \pm 7,8 BPW**) und Ludwig (**21,7 \pm 11 BPW**) signifikant häufiger zu beobachten, als zu anderen Tageszeiten.

Die Anteile an beobachteten Häufigkeiten für das Ruheverhalten war über den Tag ähnlich verteilt, wobei von keinem Elefanten signifikante Unterschiede zu den verschiedenen Tageszeiten gezeigt wurden.

3.2 Gruppendynamik und Sozialverhalten

Da Elefanten, insbesondere Jungbullen, in (lockeren) dynamischen Gruppenverbänden mit komplexen Sozialstrukturen leben, wurde besonders das Sozialverhalten in der Gruppe näher untersucht. Um die Gruppendynamik zwischen den Jungbullen zu beschreiben, wurde mittels einer Nearest-Neighbor-Analyse festgestellt, ob und mit welchem anderen Elefanten das Fokustier assoziiert war. Für diese Analyse wurden pro Beobachtungswoche 480 Messpunkte pro Tier genommen. Für den gesamten Beobachtungszeitraum konnten so 9480 Datenerhebungen pro Elefant erfasst werden.

3.2.1 Dauer der sozialen Isolation und Assoziation

Alle Individuen waren unterschiedlich lange mit einem Artgenossen assoziiert. Über den gesamten Beobachtungszeitraum betrachtet, waren Gandhi, Yadanar und Ludwig signifikant länger isoliert, als mit einem oder mehreren Artgenossen assoziiert.

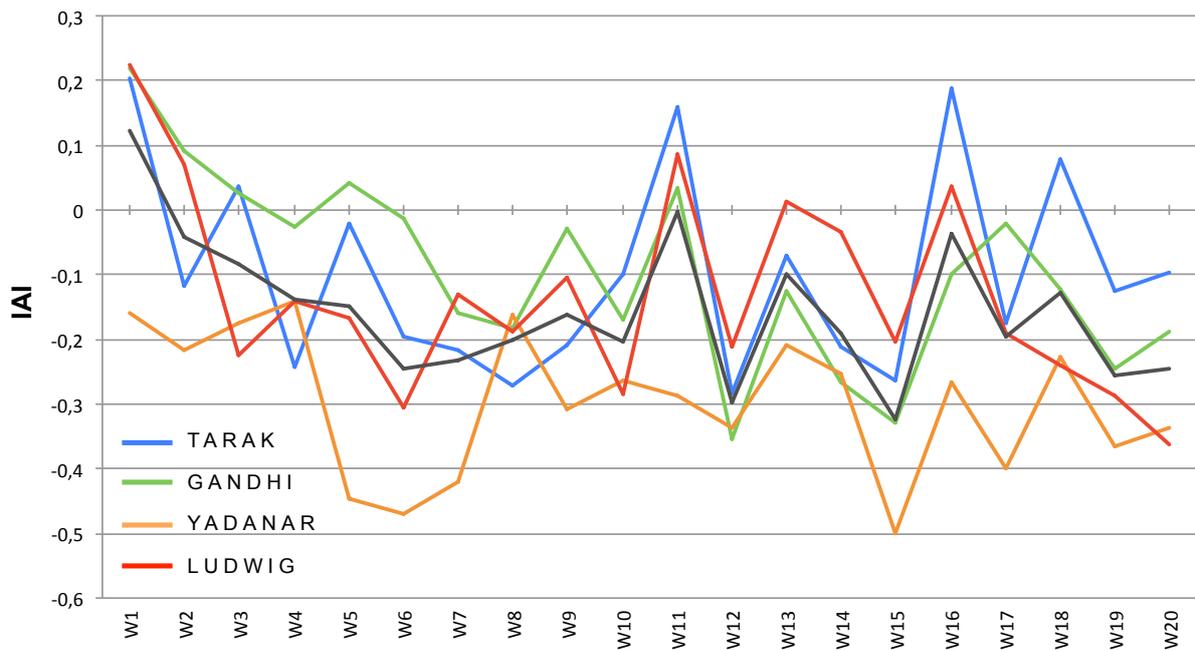


Abbildung 30: Wöchentlicher Verlauf des Isolations-Assoziations Index für jeden Elefanten über 20 Wochen. Der IAI beruht auf der Anzahl an Messpunkten, an denen das Fokustier (FT) assoziiert bzw. isoliert war (absolute Häufigkeiten). Dabei konnten Werte von -1 bis +1 erreicht werden. Ein Wert zwischen -1 und -0,05 beschreibt einen eher einzelgängerischen Typ, der mehr isoliert als assoziiert war. Ein Wert zwischen -0,05 und +0,05 beschreibt einen neutralen Typ und ein Wert von über 0,05 bis +1 deutet auf einen geselligen Typen hin.

Tarak war etwa gleich häufig mit einem Artgenossen assoziiert (51,1%), wie isoliert (48,9%). Am häufigsten war Yadanar isoliert (64,4%), gefolgt von Ludwig (56,5%) und Gandhi (54,5%). Aus den Beobachtungsdaten der Häufigkeiten an denen ein Tier isoliert bzw. assoziiert war, lies sich für jeden Elefanten der „Isolations – Assoziations Index“ (IAI)

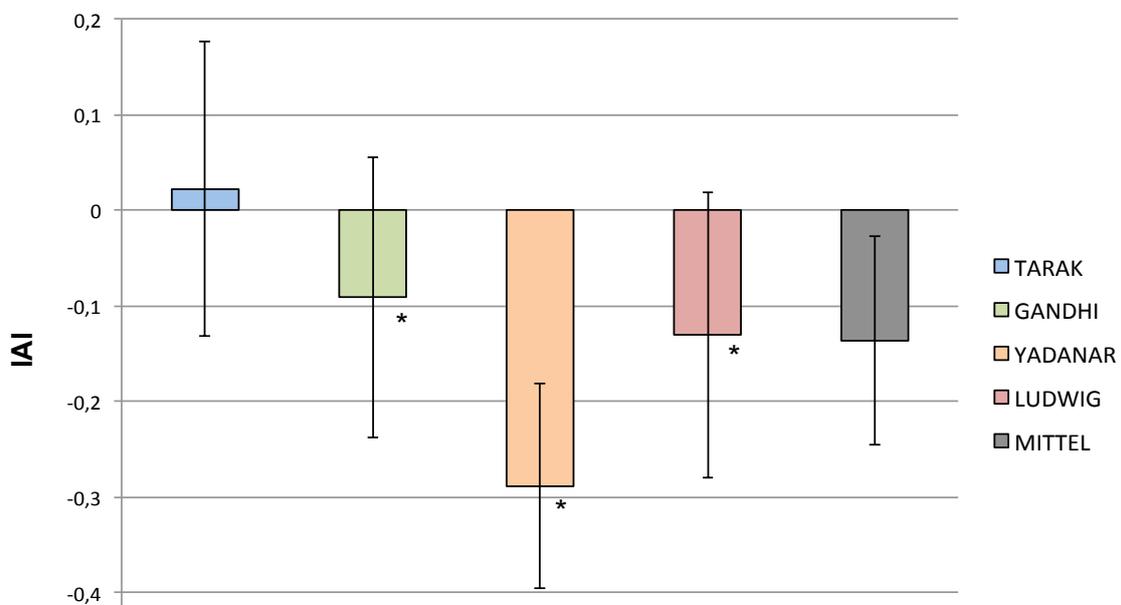


Abbildung 31: Ergebnisse des Isolations-Assoziations-Index für jeden Elefanten über 20 Wochen. Dieser beruht auf der Anzahl an Messpunkten, an denen das Fokustier (FT) assoziiert bzw. isoliert war. Dabei konnten Werte von -1 bis +1 erreicht werden. Ein Wert zwischen -1 und -0,05 beschreibt einen eher einzelgängerischen Typ, der mehr isoliert als assoziiert war. Ein Wert zwischen -0,05 und +0,05 beschreibt einen neutralen Typ und ein Wert von über 0,05 bis +1 deutet auf einen geselligen Typen hin. (IAI: Formel 1). Signifikante Unterschiede („*“) zwischen sozialer „Isolation“ und „Assoziation“ wurden mit den Wilcoxon Test überprüft (Signifikanzniveau $p < 0,05$).

berechnen (Abbildung 31). Der IAI Wert über den gesamten Beobachtungszeitraum war für Gandhi (IAI = $-0,09 \pm 0,14$), Yadanar (IAI = $-0,29 \pm 0,1$) und Ludwig (IAI = $-0,13 \pm 0,15$) negativ. Für Tarak liefert der IAI einen durchschnittlichen Wert von $0,02 \pm 0,15$. Tarak ist demnach ein „neutraler“ Typ, während seine drei Artgenossen eher „Einzelgänger“ sind. Der Verlauf des „Isolations-Assoziations Index“ für die einzelnen Individuen, während den 20-wöchigen Beobachtungen, ist in Abbildung 30 dargestellt. Dabei ist ein Trend zu erkennen, bei dem Yadanar über den gesamten Zeitraum unter dem Durchschnitt lag und signifikant häufiger isoliert war, als assoziiert. Auch Gandhi und Ludwig waren signifikant häufiger isoliert, als assoziiert.

3.2.2 Soziogramm

Aus den gesamten, sowie den wöchentlichen Assoziationen, konnte der „Assoziationsindex (AI)“ berechnet werden. Dieser wurde für alle möglichen Paarungen ermittelt und soll eine Aussage darüber geben, wie stark eine Beziehung zwischen zwei Elefanten in der Jungbullen Gruppe war. Der Assoziationsindex kann Werte zwischen 0 (keine Assoziation) und 1,0 (komplette Assoziation) annehmen. Ein Wert von 0,5 bedeutet, dass die beiden Tiere genauso oft zusammen (im Assoziationsradius: 1-2 Elefantenlängen) wie getrennt gesehen wurden.

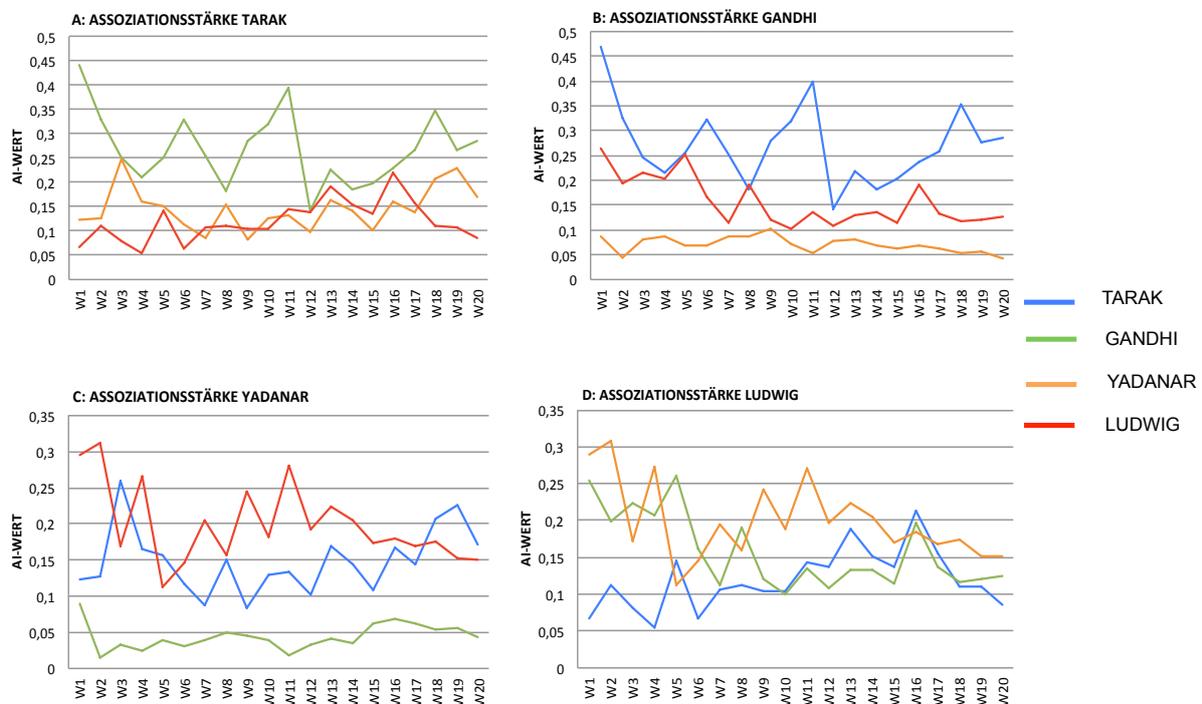


Abbildung 32: Verlauf des Assoziationsindex (AI) für jeden Elefanten und den jeweiligen Assoziationspartnern. Der Assoziationsindex kann Werte zwischen 0 (keine Assoziation) und 1,0 (komplette Assoziation) annehmen. Ein Wert von 0,5 bedeutet, dass die zwei Tiere genauso oft zusammen (im Assoziationsradius: 1-2 Elefantenlängen), wie auseinander gesehen wurden. (AI: Formel 2)

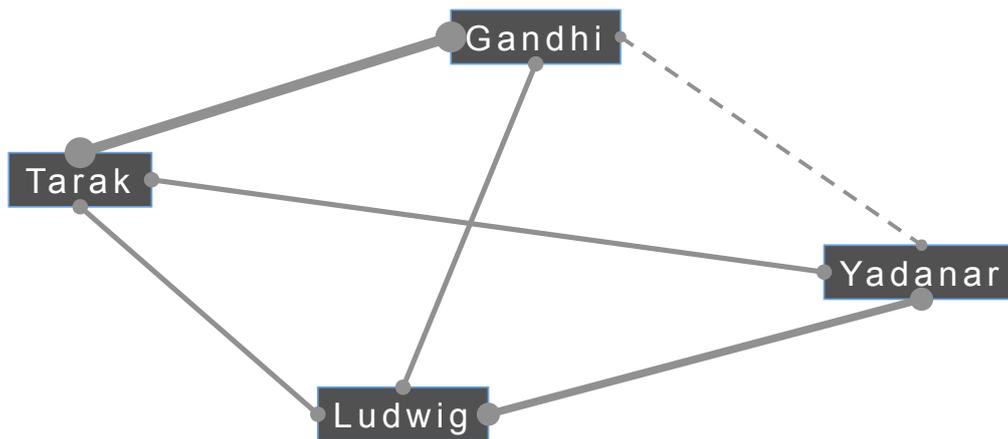


Abbildung 33: Soziogramm aus den berechneten Werten des Assoziationsindex (AI). Es veranschaulicht die Beziehungen innerhalb der Gruppe. Die Stärke der Pfeile entspricht dabei der Größe des AI-Werts. Umso dicker der Pfeil, desto öfter wurden die beiden Individuen zusammen beobachtet.

Am häufigsten konnte die Gruppierung „Tarak & Gandhi“ beobachtet werden. Der mittlere AI für sie lag bei **0,27** (Standardabweichung: $\pm 0,07$). Auch die Gruppierung „Ludwig & Yadanar“ war oft zu sehen, ihr mittlerer AI lag bei **0,20** ($\pm 0,05$). Den geringsten AI hatte die Gruppierung „Gandhi & Yadanar“ mit einem Wert von **0,07** ($\pm 0,01$). Für die restlichen Paare lagen die mittleren Assoziationsindizes bei **0,15** ($\pm 0,04$), für „Tarak & Yadanar“ bei **0,16** ($\pm 0,04$), für „Gandhi & Ludwig“ und für „Tarak & Ludwig“ bei **0,12** ($\pm 0,04$). Der wöchentliche Verlauf des AI für jeden Elefanten und seinen Assoziationspartnern ist in Abbildung 32 dargestellt. Festzustellen ist, dass Tarak über den gesamten Beobachtungszeitraum immer am häufigsten mit Gandhi assoziiert war, wobei über den gesamten Wochenverlauf größere Schwankungen von einem AI zwischen 0,45 und 0,15 zu erkennen waren. Bei der Assoziation mit Yadanar und Ludwig waren kleinere Schwankungen zu beobachten, wobei Tarak in den Wochen 2-4, sowie 17-19 vermehrt mit Yadanar, als Ludwig assoziiert war. Auch Gandhi war über den gesamten Zeitraum der Nearest-Neighbor-Analyse vermehrt mit Tarak assoziiert, während die Assoziation mit Ludwig über den Wochenverlauf leicht abnahm. Der AI zwischen Gandhi und Yadanar war am geringsten und blieb die gesamte Zeit über relativ konstant zwischen 0,05 und 0,1. Yadanar war über den Wochenverlauf am häufigsten mit Ludwig assoziiert. Lediglich in den Wochen 17-19 konnte er vermehrt im Assoziationsradius von Tarak beobachtet werden. Ludwig war in den Wochen 1-6 öfter mit Gandhi und Yadanar assoziiert, als mit Tarak. In den Wochen 7-15 hielt er sich vermehrt im Assoziationsradius von Yadanar auf, während er mit Gandhi und Tarak seltener zu sehen war. Anhand dieser Ergebnisse konnte ein Soziogramm (Abbildung 33) aufgestellt werden, welches die Beziehungen zwischen den vier Elefanten darstellt. Die jeweiligen Assoziationsstärken werden durch die Pfeildicke wiedergegeben. Die Paarung „Tarak & Gandhi“ wurde signifikant häufiger beobachtet, als alle anderen Paarungen, mit Ausnahme gegenüber der Paarung „Yadanar & Ludwig“. Yadanar und Ludwig wurden während der Beobachtungszeit signifikant häufiger miteinander beobachtet, als Gandhi mit Yadanar oder Tarak mit Ludwig. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Paarungen „Tarak & Yadanar“, sowie „Gandhi & Ludwig“ gegenüber der Paarung „Yadanar & Ludwig“ konnte nicht festgestellt werden. „Gandhi & Ludwig“ wurden signifikant öfter zusammen beobachtet

als „Gandhi & Yadanar“. Auch zwischen der Paarung „Tarak & Yadanar“ gegenüber „Gandhi & Yadanar“ konnte ein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Abbildung 34).

3.2.3 Sender - Empfänger Verhalten

Bei dem Sender-Empfänger Verhalten, wurden die gesendeten bzw. empfangenen Sozialkontakte pro Stunde (SK/h), welche von einem Fokustier an einen Artgenossen gerichtet waren bzw. empfangen wurden, betrachtet (Abbildung 35).

Tarak sendete mit durchschnittlich 7,6 Sozialkontakten pro Stunde am häufigsten. Während Gandhi (6,8 SK/h) und Ludwig (6,5 SK/h) etwa gleich oft Kontakte zu einem Artgenossen aufnahmen, sendete Yadanar mit 5,1 Kontakten pro Stunde im Schnitt am wenigsten. Die meisten Sozialkontakte empfing durchschnittlich Gandhi (7,3 SK/h), gefolgt von Tarak (6,6 SK/h). An Yadanar und Ludwig wurden mit jeweils ca. 6 SK/h die wenigsten Kontakte von ihren Artgenossen gesendet.

Taraks gesendete Aktionen waren während des gesamten Beobachtungszeitraumes bevorzugt an Gandhi gerichtet. Von den durch Tarak gesendeten Sozialkontakten waren 10,5 SK/h (45,8%) an Gandhi, 7,4 SK/h (32,3%) an Yadanar und 5 SK/h (21,9%) an Ludwig gerichtet.

War Tarak der Empfänger, kamen 8,4 SK/h (42,3%) der gesendeten Sozialkontakte von Gandhi, von Yadanar empfing er 5,9 SK/h (29,7%) und von Ludwig 5,5 SK/h (28%).

Die von Gandhi gesendeten Sozialkontakte waren zu 41% (8,4 SK/h) an Tarak gerichtet. Mit 4,8 SK/h waren die wenigsten Sozialkontakte von Gandhi an Yadanar gerichtet, während Ludwig 7,8 SK/h (35,3%) von Gandhi empfing.

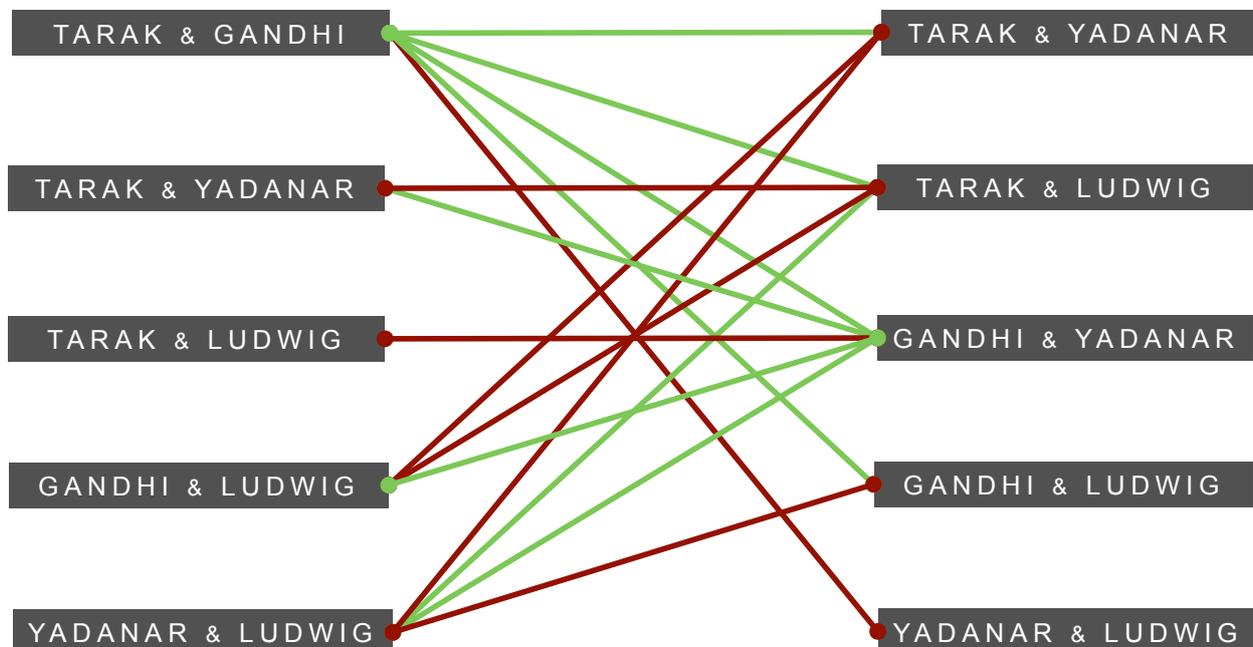


Abbildung 34: Unterschiede bei der Wahl des „Nearest-Neighbor“ für jede Paarung. Mit dem Mann-Whitney-U-Test wurden absoluten Häufigkeiten der jeweiligen Paarungen auf signifikante Unterschiede überprüft. Waren signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Paarungen festzustellen, wurden diese mit einer grünen Verbindung gekennzeichnet. Gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beobachteten Häufigkeiten zwischen den Paaren, wurde sie mit einer roten Verbindung gekennzeichnet. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt.

Gandhi empfing, mit 10,5 SK/h, knapp die Hälfte der Sozialkontakte, die an ihn gerichtet waren, von Tarak (48,1%). Von Ludwig erhielt er 7,8 SK/h (35,9%) und von Yadanar kamen lediglich 3,5 SK/h (16%).

Yadanar sendete etwa gleich viele Sozialkontakte an Tarak (38,6%; 5,9 SK/h) und Ludwig (38,4%; 5,8 SK/h). An Gandhi waren nur 22,9% (3,5 SK/h) seiner Kontakte gerichtet. Empfangen hat Yadanar die meisten Sozialkontakte von Tarak (40,7%; 7,4 SK/h), gefolgt von Ludwig (32,9%; 6 SK/h). Nur knapp ein Viertel aller an Yadanar gerichteten Aktionen, kamen von Gandhi (26,4%; 4,8 SK/h).

Ludwig sendete die meisten seiner Sozialkontakte an Gandhi (40,5%; 7,8 SK/h). An Tarak (28,6%; 5,5 SK/h) und Yadanar (30,9%; 6 SK/h) sendete er etwa gleich viele Sozialkontakte. Die sozialen Aktionen, die sich an Ludwig richteten, waren relativ ausgeglichen. Von Tarak erhielt er mit 5 SK/h (27,7%) die wenigsten Sozialkontakte. Von Yadanar waren es 5,9 SK/h (32,4%) und von Gandhi 7,2 SK/h (39,9%).

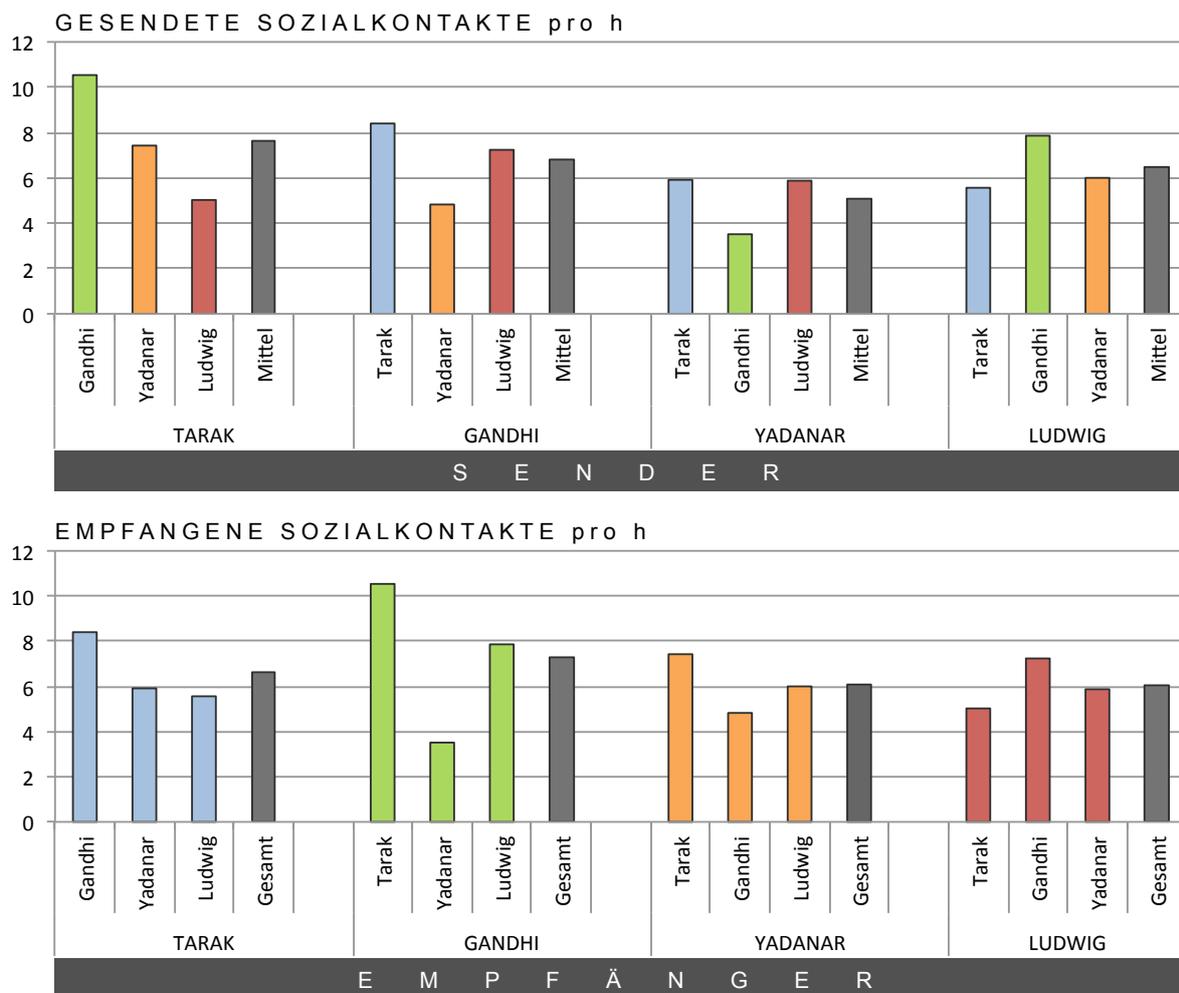


Abbildung 35: Gesendete bzw. empfangene Sozialkontakte pro Stunde (SK/h) für jeden Elefanten. Oben: Anzahl an gesendeten Sozialkontakten pro Stunde von einem Elefanten (Sender) an alle anderen Individuen. Unten: Anzahl an empfangenen Sozialkontakten pro Stunde, die ein Elefant (Empfänger) von den restlichen Individuen erhalten hat.

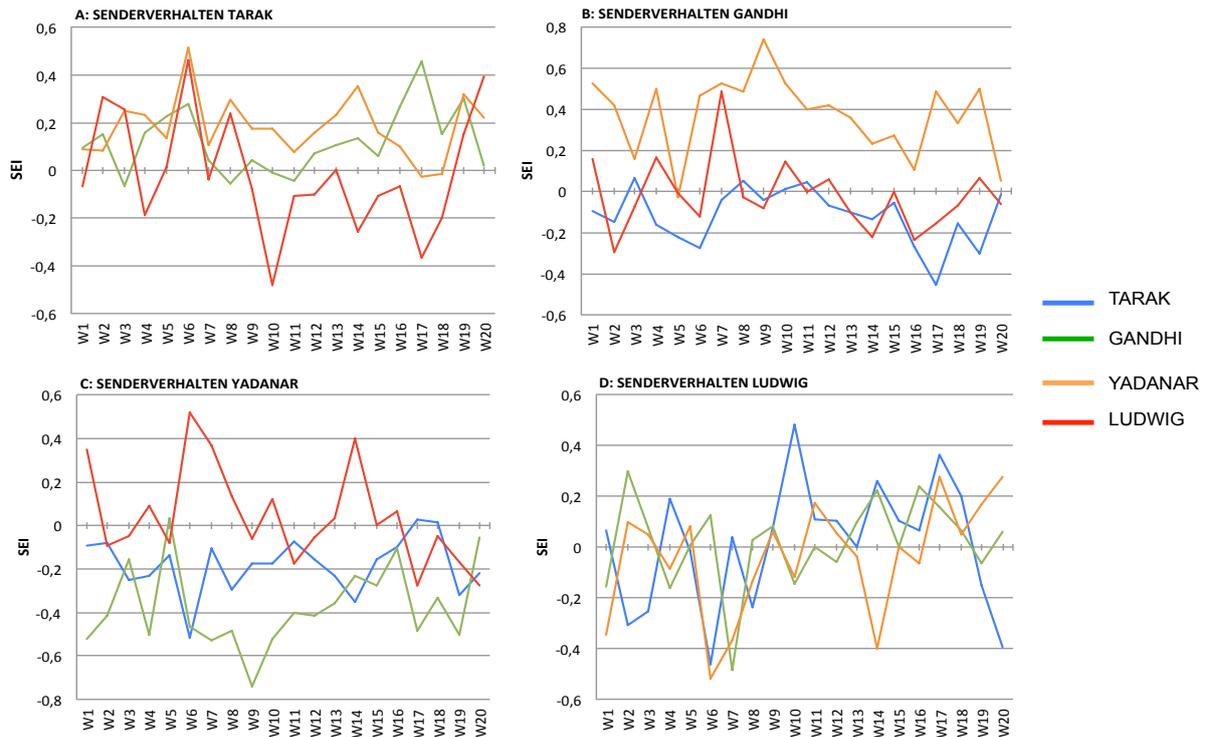


Abbildung 36: Verlauf des Sender-Empfänger Index (SEI) für jede mögliche Paarung in der Gruppe asiatischer Elefantenjungbullen im Zoo Heidelberg über 20 Wochen. Dieser zeigt an, ob es sich bei dem jeweiligen Tier um einen Sender-, Empfänger- oder Neutral-Typ handelt. Der SEI beruht auf der Anzahl an absoluten Häufigkeiten, an denen das Fokustier (FT) Sozialkontakte sendete bzw. von einem Individuum empfing. Dabei konnten Werte von -1 bis +1 erreicht werden. Ein Wert zwischen -1 und -0,05 beschreibt einen Empfängertyp, der mehr Sozialkontakte empfängt als sendet. Ein Wert zwischen -0,05 und +0,05 beschreibt einen neutralen Typ und ein Wert von über 0,05 bis +1 deutet auf einen Sendertyp hin, der mehr Sozialkontakte sendet als empfängt.

Aus den wöchentlich gesendeten und empfangenen Sozialkontakten konnte der Sender-Empfänger Index (SEI) für jede Dyade berechnet werden. Das Sender-Empfänger Verhalten aller möglichen Gruppierungen über die gesamten 20 Wochen weist teilweise große Schwankungen auf. Der Verlauf des SEI ist in Abbildung 36 dargestellt. Aus den Indices lässt sich erkennen, ob es sich bei einem Elefanten, gegenüber seinem Sozialpartner, eher um einen Sendertyp (SEI: $>0,05$ bis 1), Empfängertyp (SEI: -1 bis $<-0,05$) oder neutralen Typ (SEI: -0,05 bis +0,05) handelt.

Die mittleren Sender-Empfänger Indices (SEI) des gesamten Beobachtungszeitraums lagen für Tarak (SEI: $0,08 \pm 0,19$), Gandhi (SEI: $0,09 \pm 0,26$) und Ludwig (SEI: $0,01 \pm 0,2$) im positiven Bereich, bei Yadanar (SEI: $-0,18 \pm 0,24$) im Negativen (Abbildung 37). Über den gesamten Beobachtungszeitraum zeigte sich, dass es sich bei Tarak gegenüber Gandhi (SEI: 0,1) und Yadanar (SEI: 0,17), um einen Sendertyp handelte.

Gegenüber Ludwig lag Taraks SEI bei -0,02, was im neutralen Bereich einzuordnen ist. Ludwig und Tarak sendeten sich in etwa gleich viele Aktionen, wie sie von den Artgenossen empfangen. Auch Gandhi und Ludwig lagen im neutralen Bereich (SEI Gandhi/Ludwig: (-) 0,007), wobei Ludwig wieder etwas mehr Sozialkontakte in Richtung Gandhi sendete. Der SEI von Yadanar lag mit Gandhi als Sozialpartner bei -0,37. Das heißt Yadanar war gegenüber Gandhi ein Empfängertyp. Zwischen dem mittleren Sender-Empfängerverhalten

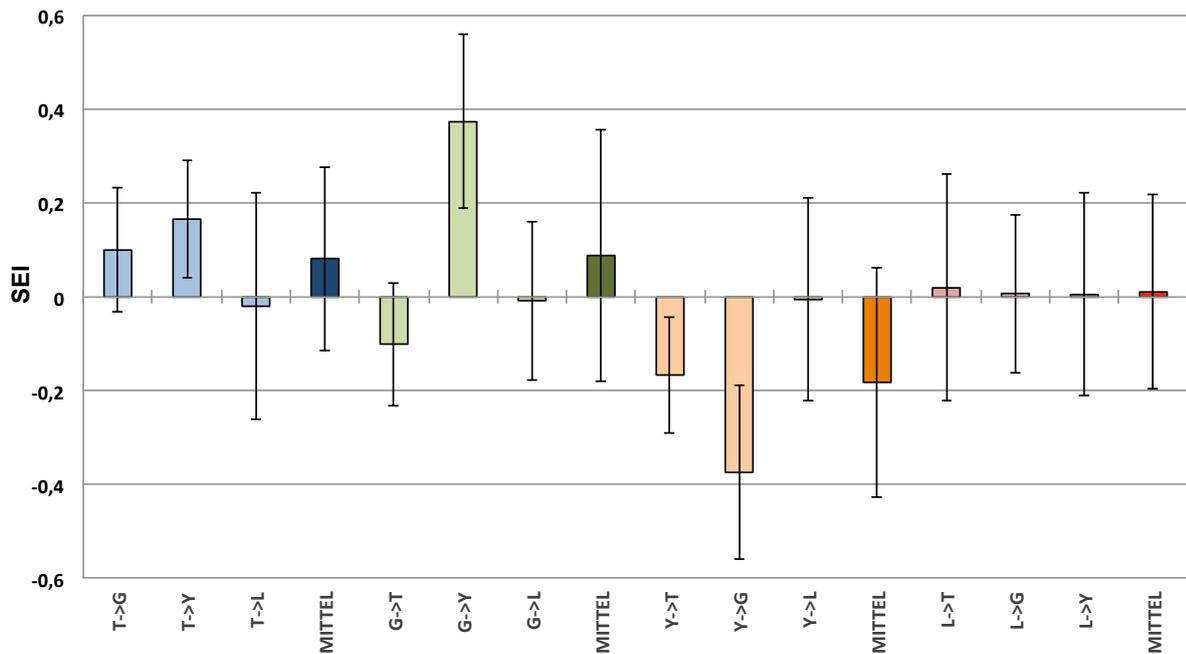


Abbildung 37: Ergebnisse des Sender-Empfänger Index (SEI) für jede mögliche Paarung in der Gruppe asiatischer Elefantenjungbullen im Zoo Heidelberg nach 20-wöchiger Beobachtung. Die Werte für Tarak und seine Sozialpartner sind blau, die für Gandhi grün, für Yadanar orange und die für Ludwig rot. Der SEI zeigt an ob es sich bei dem jeweiligen Tier um einen Sender-, Empfänger- oder neutralen- Typ handelt. Dieser beruht auf der Anzahl an absoluten Häufigkeiten, an denen das Fokustier (FT) Sozialkontakte sendete bzw. von einem Individuum empfing. Dabei konnten Werte von -1 bis +1 erreicht werden. Ein Wert zwischen -1 und -0,05 beschreibt einen Empfängertyp, der mehr Sozialkontakte empfängt als sendet. Ein Wert zwischen -0,05 und +0,05 beschreibt einen neutralen Typ und ein Wert von über 0,05 bis +1 deutet auf einen Sendertyp hin, der mehr Sozialkontakte sendet als empfängt. (SEI: Formel 3)

von Ludwig und Yadanar gab es wenig Unterschiede, der SEI liegt hier im Neutralen bei (-) 0,005.

3.2.4 Senderverhalten

Das Sozialverhalten wurde in die Kategorien freundliches, dominantes, subordinant-defensives und neutrales Verhalten unterteilt. Jede der Kategorien besteht aus unterschiedlichen Verhaltensweisen, die im Kapitel 2.2.3 stehenden Ethogramm beschrieben sind. Aus den Beobachtungen konnten für jeden Elefanten die Anteile des gesendeten sozialen Verhaltens für jede Paarung berechnet werden (Abbildung 38). Dabei zeigt sich, dass sich die vier Elefanten in ihrem Senderverhalten individuell unterscheiden. Betrachtet man die Verhaltensweisen im Allgemeinen, trat neutrales (33%) und dominantes (34%) Sozialverhalten am häufigsten auf. Dicht gefolgt von freundlichen Verhaltensweisen (27%). Das subordinant-defensive Verhalten wurde durchschnittlich am seltensten (6%) gezeigt.

Tarak zeigte gegenüber seinen Sozialpartnern am häufigsten neutrale Verhaltensweisen, wobei die relativen Häufigkeiten bei 37% gegenüber Gandhi, 40% gegenüber Yadanar und 46% gegenüber Ludwig betragen. Dominantes Sozialverhalten konnte bei Tarak vor allem gegenüber Yadanar (35%) und Ludwig (31%) beobachtet werden. An Gandhi wurden nur 20% dominante Verhaltensweisen gesendet. Freundliche Verhaltensweisen sendete Tarak vermehrt an Gandhi (39%). An Ludwig und Yadanar nur etwa die Hälfte (23% und 22%). Defensives Verhalten zeigte Tarak nur selten (2%) während den Verhaltensaufzeichnungen,

dabei sendete er subordinant-defensive Verhaltensmuster gegenüber Gandhi am häufigsten (4%). Tarak zeigte gegenüber den verschiedenen Elefanten keine signifikanten Unterschiede, bei seinen gesendeten Verhaltensweisen.

Gandhis soziale Interaktionen waren zu 40% dominant und zu 31% neutral motiviert. 28% seines Sozialverhaltens war freundlich und nur 1% subordinant-defensiv.

Vor allem gegenüber den zwei kleinsten Elefanten, Yadanar und Ludwig konnte kein defensives Verhalten beobachtet werden. Gegenüber Yadanar wurde von Gandhi 43% neutrales Verhalten und 39% dominantes Verhalten gezeigt. Nur 18% seiner gesendeten Sozialkontakte an Yadanar waren freundlich. Gegenüber Tarak waren 37% der Sozialkontakte freundlich und 37% dominant. Die an Ludwig gerichteten Sozialkontakte bestanden zu 45% aus dominantem, zu 25% aus neutralem und zu 30% aus freundlichem Verhalten. Aber auch bei Gandhi gab es keine signifikanten Unterschiede bei der gesendeten Verhaltenskategorie, in Bezug auf den Empfänger.

Yadanar zeigte bei jeder Dyade individuell starke Unterschiede beim gesendeten Verhalten. Gegenüber Ludwig zeigte Yadanar nur 1% subordinant-defensives Verhalten. Gegenüber den älteren Elefanten in der Jungbullen Gruppe, Tarak und v.a. Gandhi, zeigte er aber vermehrt defensives Verhalten. Gegenüber Tarak lag es bei 14% und gegenüber Gandhi bei 44%. Dominantes Verhalten richtete sich v.a. gegen Ludwig (39%) und Tarak (31%). Gegenüber Gandhi wurde nur 8% dominantes Verhalten beobachtet. Das freundliche Verhalten lag durchschnittlich bei 23%. Signifikante Unterschiede gegenüber den Empfängern konnten bei seinen gesendeten dominanten und subordinant-defensiven Verhaltensweisen festgestellt werden.

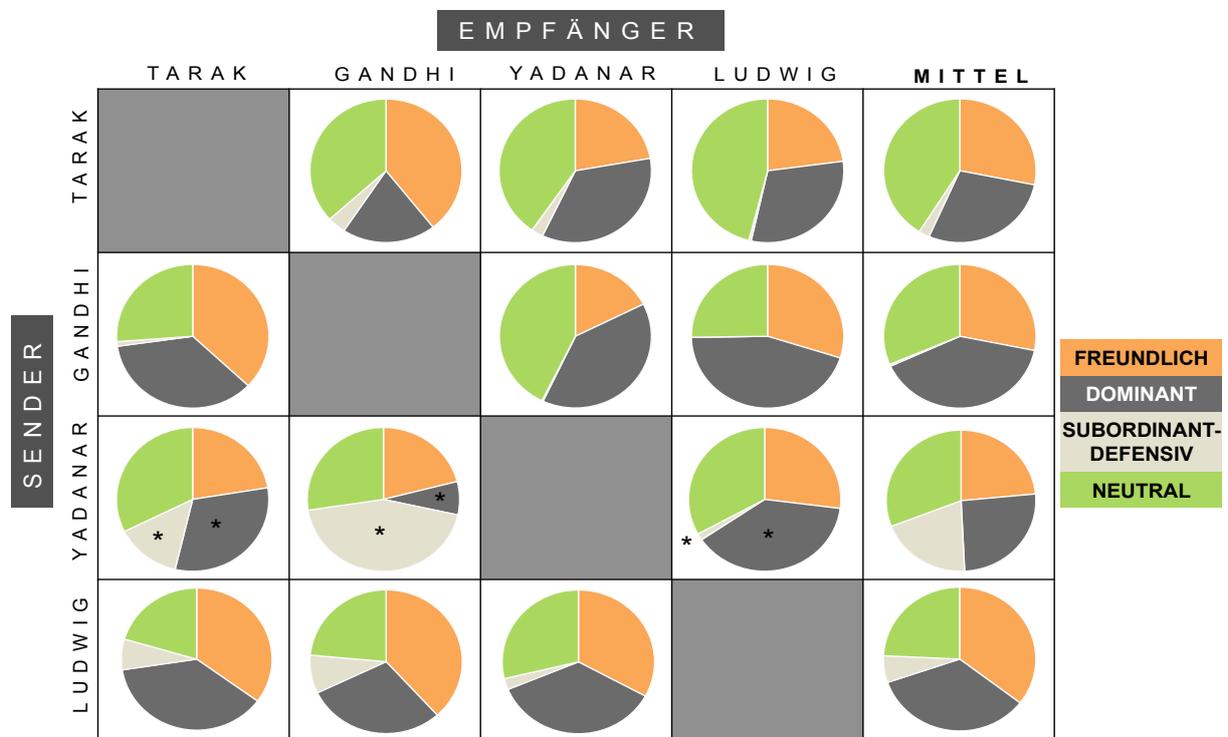


Abbildung 38: Soziometrische Matrize aller gesendeten Verhaltensweisen (in %), eingeteilt in die Kategorien freundlich (orange), dominant (grau), subordinant-defensiv (beige) und neutral (grün). Dabei geben die Werte den prozentualen Anteil aller gesendeten Aktionen an den Empfänger wieder. Mit dem Chi-Test wurde überprüft, ob die gesendeten Verhaltensweisen vom jeweiligen Empfänger abhängen. Als erwartete Häufigkeit diente der Mittelwert. Falls es signifikante Unterschiede gab, wurden diese durch „*“ gekennzeichnet. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt.

Ludwig zeigte gegenüber allen Artgenossen ein ähnliches Verhaltensmuster. Es gliederte sich v.a. in freundliches (33-38%) und dominantes (30-38%) Verhalten. Sein neutrales Verhalten lag durchschnittlich bei 24%. Sein subordinant-defensives Verhalten lag gegenüber Yadanar bei 2%, gegenüber Tarak bei 7% und gegenüber Gandhi bei 9%. Insgesamt wurden für keine der von Ludwig gesendeten Verhaltenskategorien gegenüber den unterschiedlichen Individuen signifikante Unterschiede festgestellt.

3.2.5 Dominanzhierarchie

Bei vielen sozial lebenden Tieren gibt es meistens ein dominantes Tier, welches die anderen vertreibt. Dabei geht es hauptsächlich um einen Futterplatz, Paarungspartner (hier eher weniger) oder ein Individuum bringt das Andere dazu, ihm auszuweichen (Martin und Bateson, 2007). Um auf die Dominanzhierarchie in der Herde schließen zu können, wurden alle Messpunkte, an denen ein Individuum durch ein anderes vertrieben wurde oder eine andere defensive Verhaltensweise gegenüber diesem gezeigt hat, in einer „Dominanzmatrix“ gegenübergestellt (Abbildung 39). Die obere Matrix zeigt die Anzahl von Messpunkten, an denen ein Tier durch ein anderes vertrieben wurde, für alle möglichen Kombinationen. In der unteren Matrix wurden die Individuen dann so angeordnet, dass das dominanteste Tier, welches am wenigsten von einem anderen vertrieben wurde, oben steht. Gandhi ist demnach das dominanteste Tier in der Jungbullengruppe des Zoos Heidelberg.

		E M P F Ä N G E R			
		TARAK	GANDHI	YADANAR	LUDWIG
S E N D E R	TARAK	-	7	66	31
	GANDHI	33	-	124	54
	YADANAR	15	1	-	12
	LUDWIG	2	0	7	-

↓

		E M P F Ä N G E R			
		GANDHI	TARAK	YADANAR	LUDWIG
S E N D E R	GANDHI	-	33	124	54
	TARAK	7	-	66	31
	YADANAR	1	15	-	12
	LUDWIG	0	2	7	-

RANGORDNUNG

Abbildung 39: Schaubild zur Konstruktion der Matrix zur Dominanzhierarchie zwischen den asiatischen Elefantenbullen im Zoo Heidelberg. Oben: Anzahl der Häufigkeiten an denen ein Elefant von einem anderen vertrieben wurde. Unten: Die Zahlen wurden so angeordnet, dass das dominanteste Tier, welches am seltensten verdrängt wurde, oben steht. Die Rangordnung in der Jungbullengruppe ist demnach: Gandhi > Tarak > Yadanar > Ludwig.

Er zeigte nur siebenmal subordinant-defensives Verhalten gegenüber Tarak. Gegenüber Yadanar nur einmal und gegenüber Ludwig wurde solch ein Verhalten nie beobachtet. Tarak hingegen wurde von Gandhi in 33 Fällen verdrängt, Ludwig in 54 und Yadanar mit 124 Verdrängungen am häufigsten. Von Yadanar wurde Tarak 15-mal und durch Ludwig zweimal verdrängt. Tarak verdrängte Yadanar 66-mal und Ludwig 31-mal. Yadanar zeigte damit etwa doppelt so oft subordinant-defensives Verhalten gegenüber Gandhi und Tarak, als Ludwig. Ludwig wurde aber mit 12 Verdrängungen durch Yadanar öfter von diesem verdrängt, als er Yadanar verdrängte. Damit zeigte Yadanar öfter subordinant-defensive Verhaltensweisen gegenüber den älteren Elefanten als gegenüber dem etwa ein Jahr jüngeren Ludwig.

3.3 GPS-basierte Analyse des Laufverhaltens

In einem Zoo sollen die Haltungsbedingungen für die Tiere immer weiter optimiert werden. Hierzu sind möglichst viele wissenschaftliche Daten nötig.

Die Bewegungsmuster der Tiere in der Wildnis hängen vor allem mit der Verfügbarkeit an Nahrung und Sexualpartnern zusammen. Oft wird angenommen, dass die Tiere in der Wildnis längere Strecken zurücklegen als ihre Artgenossen in einem Zoogehege. Tatsächlich existieren jedoch kaum wissenschaftliche Daten darüber, wieviel sich die Zootiere tatsächlich bewegen und welche Strecken sie dabei laufen.

Das Ziel dieser Studie war es, mittels GPS-Daten, Erkenntnisse über die täglich zurückgelegten Laufdistanzen der Elefanten zu erhalten.

Hierfür wurde den Heidelberger Elefantenbullen beigebracht, einen „Fitnessstracker“ am Vorderfuß zu tragen, welcher deren Bewegungen über GPS-Daten registrierte.

3.3.1 Laufdistanzen

Die durchschnittliche Laufdistanz der vier Heidelberger Jungbullen lag bei **6,4 km** (+/-0,7 km) täglich (Abbildung 40). Nach den 10 durchgeführten Messungen, konnte für jeden Elefanten deren mittlere tägliche Laufdistanz ermittelt werden. **Tarak** lag mit **7,35 km** (+/-1,4 km) an der Spitze, gefolgt von **Yadanar** mit **6,99 km** (+/-1,6 km). **Gandhi** und **Ludwig** lagen mit durchschnittlich **5,60 km** (+/-1,0 km) und **5,56 km** (+/-0,8 km) unter dem Mittel.

Die in dieser Studie gemessenen Laufdistanzen zwischen den Tieren variierten von 4,8 km bis 9,06 km pro Tag. Den Spitzenwert von 9,06 km erreichte Yadanar bei der Messung vom 5. auf den 6. September 2017. Eine Darstellung aller gemessenen Laufdistanzen für jeden Elefanten ist im Anhang zu finden. Die gelaufenen Strecken der vier Elefanten im Zoo Heidelberg unterscheiden sich teils deutlich. Dabei lief Tarak signifikant weitere Strecken als seine zwei Artgenossen Gandhi und Ludwig. Auch Yadanars Laufdistanz wies einen signifikanten Unterschied gegenüber Gandhi und Ludwig auf. Zwischen den Laufdistanzen von Tarak und Yadanar besteht kein signifikanter Unterschied.

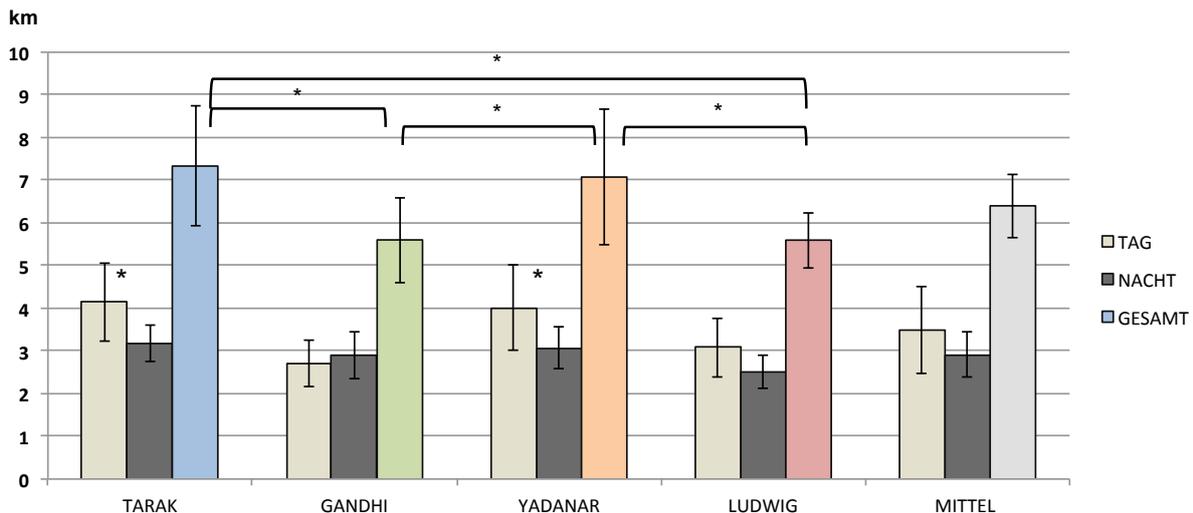


Abbildung 40: Mittlere gemessene Laufdistanzen nach 10 Durchgängen (in km) für jeden asiatischen Elefantenbullen (*Elephas maximus*) im Zoo Heidelberg, welche die Tiere am Tag, in der Nacht und insgesamt gelaufen sind. Die insgesamt zurückgelegte Strecke (in km) ist für TARAK in BLAU, für GANDHI in GRÜN, für YADANAR in ORANGE und für LUDWIG in ROT dargestellt. Der MITTELWERT aus den gelaufenen Strecken aller vier Tier ist in GRAU dargestellt. Die jeweiligen Strecken die am Tag (07:01-17:00 Uhr) und in der Nacht (17:01-07:00 Uhr) gelaufen wurden sind in weiß (Tag) bzw. schwarz (Nacht) abgebildet. Unterschiede beim Laufverhalten, in der Nacht und am Tag, sowie die individuellen Unterschiede, wurden mit Hilfe eines Wilcoxon-Rangsummentests ermittelt (Signifikanzniveau $p < 0,05$). Ein signifikanter Unterschied ist mit „*“ und mit einer Klammer versehen.

Um tageszeitlich bestimmte Unterschiede im Laufverhalten zu untersuchen, wurden die zurückgelegten Distanzen am Tag (Arbeitszeit der Pfleger; 07:00 - 17:00 Uhr) und in der Nacht (17:00 - 07:00 Uhr) verglichen (Abbildung 40). Im Durchschnitt der von den vier Jungbullen gelaufenen Strecken, wurden 3,48 km (+/-1,0 km) am Tag und 2,91 km (+/-0,5 km) in der Nacht zurückgelegt. Alle Elefanten, mit Ausnahme von Gandhi, liefen weitere Strecken am Tag als in der Nacht. Sowohl bei Tarak, als auch bei Yadanar, konnte ein signifikanter Unterschied zwischen der Laufdistanz am Tag und in der Nacht festgestellt werden. Bei Gandhi und Ludwig gab es keinen signifikanten Unterschied.

3.3.2 Aktivitätskurve

Aus den GPS-Daten konnte ein Aktivitätsprofil für einen im Zoo gehaltenen Elefanten über 24h erstellt werden (Abbildung 41). Dazu wurden die stündlich zurückgelegten Distanzen der vier Elefanten gemittelt. In der Zeit von 00:00 bis 05:00 Uhr ist eine deutliche Aktivitätsabnahme zu erkennen. Ab 05:00 Uhr steigt die gelaufene Strecke von 0,02 km/h auf 0,45 km/h (um 11:00 Uhr) an. In der Mittagszeit, zwischen 12:00 und 13:00 Uhr, sinkt die Aktivität leicht ab (0,29 km/h). Um 15:00 erreicht die durchschnittlich gelaufene Strecke ihr Maximum. Hier legen die Tiere durchschnittlich 0,48 km/h zurück. Anschließend fällt das Aktivitätsspektrum auf 0,22 km/h um 17:00 Uhr. Von 18:00 bis 23:00 Uhr liegen die stündlichen Laufdistanzen bei 0,32 bis 0,43 km pro Stunde. Über 24h liegt die mittlere stündliche Laufdistanz bei 0,27 km/h (+/-0,15 km/h).

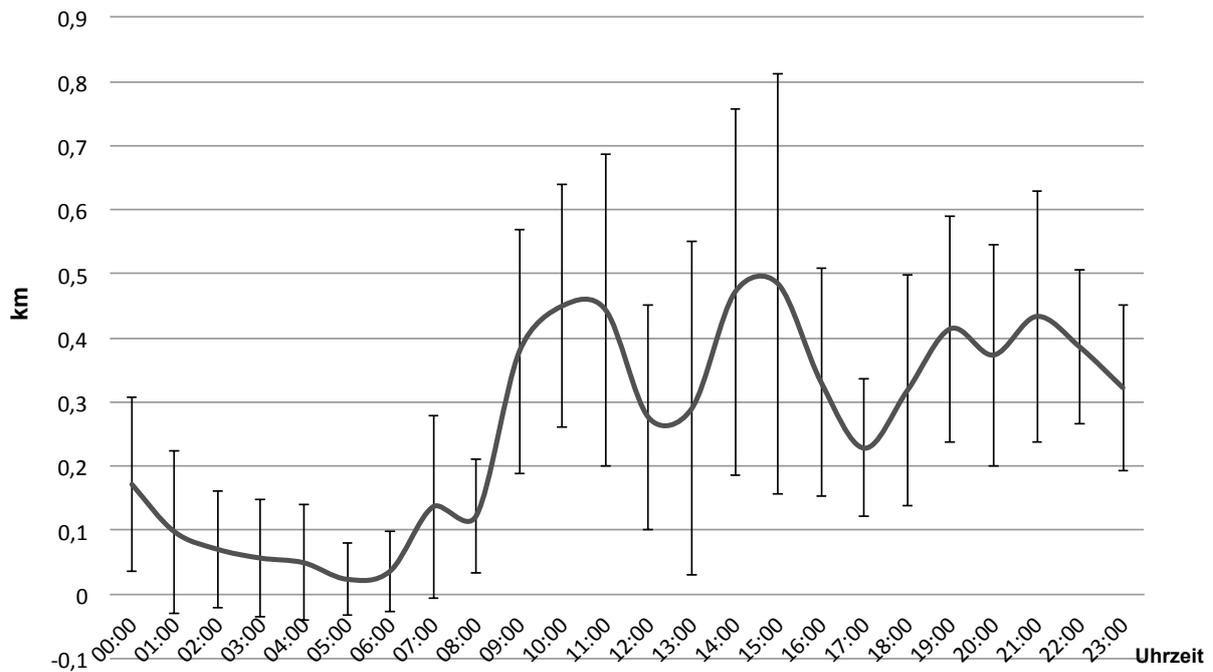


Abbildung 41: Aktivitätskurve aus dem Laufverhalten der vier asiatischen Elefantenbullen (*Elephas maximus*) im Zoo Heidelberg, ermittelt aus GPS-Daten. Die stündliche Laufdistanz (in km) wurde aus dem Mittelwert von den Strecken der vier Elefanten gebildet.

Die Profile für jeden Elefanten sind in Abbildung 42 gezeigt. Tarak lief mit durchschnittlich ca. 0,3 km/h ($\pm 0,25$ km/h) am meisten. Auch Yadonar lief mit 0,29 km/h ($\pm 0,25$) knapp 300 Meter pro Stunde. Gandhi (0,23 $\pm 1,9$ km/h) und Ludwig (0,23 $\pm 0,21$ km/h) liefen beide, mit durchschnittlich 230 Meter in der Stunde, deutlich weniger als Tarak und Yadonar.

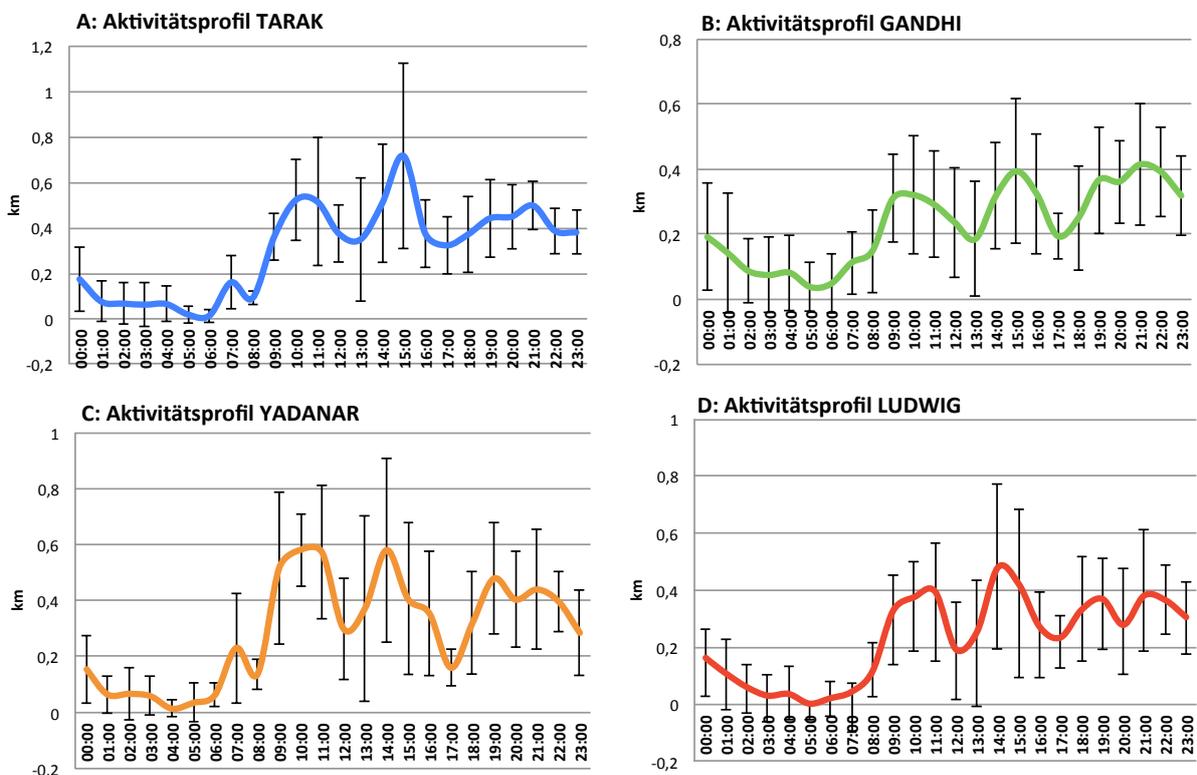


Abbildung 42: Individuelle Aktivitätsprofile des stündlichen Laufverhaltens für jeden Elefantenbullen (*Elephas maximus*) im Zoo Heidelberg, ermittelt anhand von GPS-Daten

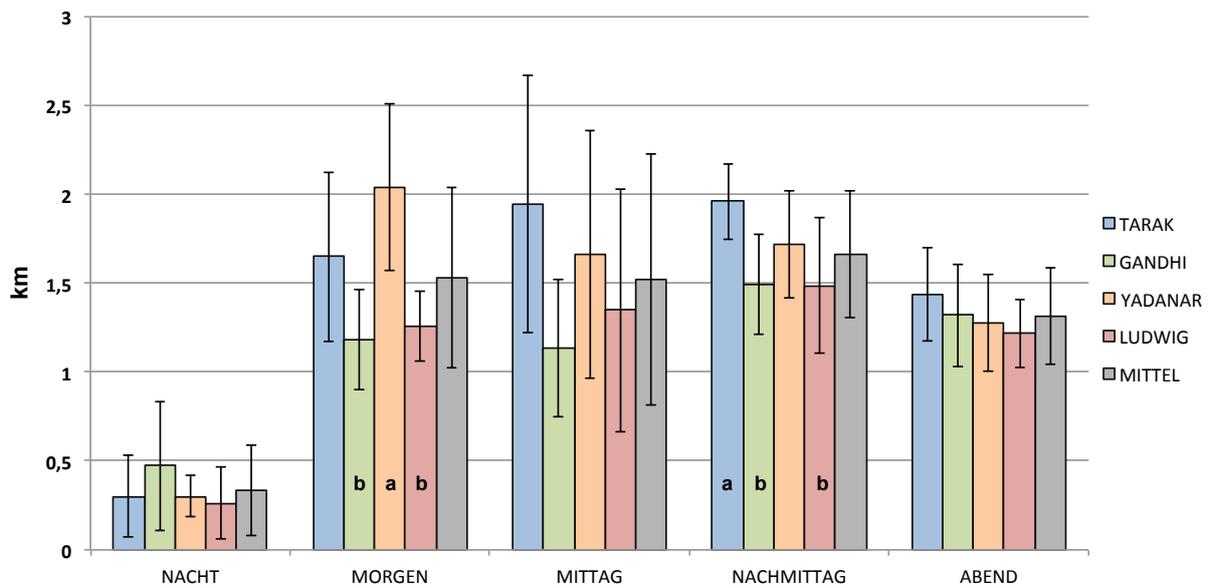


Abbildung 43: Gelaufene Distanzen für jeden asiatischen Elefantenbullen im Zoo Heidelberg, bezogen auf die Tageszeit (Nacht: 00:00 – 06:00 Uhr; Morgen: 06:00 – 11:00 Uhr; Mittag: 11:00 – 15:00 Uhr; Nachmittag: 15:00 – 20:00 Uhr; Abend: 20:00 – 00:00 Uhr). Individuelle Unterschiede im Laufverhalten, wurden mit Hilfe eines Wilcoxon-Rangsummentests ermittelt (Signifikanzniveau $p < 0,05$). Falls signifikante Unterschiede auftreten, sind diese mit a oder b gekennzeichnet.

Da es während der Datenaufnahmen teilweise große individuelle Unterschiede im tageszeitlichen Laufverhalten gab, wurden die gelaufenen Strecken innerhalb bestimmter Tagesabschnitte betrachtet. Dazu wurde ein 24h Tag in fünf „Bereiche“ eingeteilt (Nacht: 00:00 – 06:00 Uhr; Morgen: 06:00 – 11:00 Uhr; Mittag: 11:00 – 15:00 Uhr; Nachmittag: 15:00 – 20:00 Uhr; Abend: 20:00 – 00:00 Uhr).

In Abbildung 43 sind die gelaufenen Distanzen für die gewählten Tagesbereiche pro Elefant dargestellt. In der Nacht liefen die Elefanten durchschnittlich **0,33 km** ($\pm 0,25$ km). Gandhi legte in dieser Zeit mit 0,47 km ($\pm 0,36$ km) die größte Distanz zurück. Die Laufdistanzen lagen für Tarak (0,302 $\pm 0,22$ km) und Yadanar (0,302 $\pm 0,11$ km) bei ca. 300 Metern. Ludwig lief nachts nur rund 0,26 km ($\pm 0,2$ km).

Vor allem in den Morgenstunden gab es größere individuelle Unterschiede. Durchschnittlich legten die Tiere in dieser Zeit **1,5 km** zurück. Yadanar lief mit 2,04 km ($\pm 0,46$ km) am weitesten, wobei er signifikant mehr lief als Gandhi und Ludwig. Tarak lief morgens 1,65 km ($\pm 0,48$ km). Gandhi (1,18 $\pm 0,28$ km) und Ludwig (1,26 $\pm 0,19$ km) liefen ähnlich weit. Zur Mittagszeit war die Durchschnittsdistanz der Tiere **1,52 km** ($\pm 0,7$ km). Gandhi lief in diesem Zeitraum mit 1,1 km ($\pm 0,38$ km) deutlich weniger als seine Artgenossen. Tarak legte in dieser Zeit 1,9 km ($\pm 0,72$ km) zurück. Auch am Nachmittag lief Tarak am weitesten (1,96 $\pm 0,2$ km), wobei es signifikante Unterschiede gegenüber den Laufdistanzen von Gandhi und Ludwig gab. Gegenüber Yadanar war zwischen den zurückgelegten Strecken kein signifikanter Unterschied festzustellen. Der Durchschnitt für diesen Zeitraum lag bei **1,66 km** ($\pm 0,35$ km). Am Abend liefen die Tiere alle sehr ähnliche Distanzen. Durchschnittlich **1,3 km** ($\pm 0,27$ km) konnten hier gemessen werden. Tarak (1,44 $\pm 0,2$ km) und Gandhi (1,32 $\pm 0,3$ km) liefen abends etwas weiter als die jüngeren Elefanten, Yadanar (1,28 $\pm 0,27$ km) und Ludwig (1,22 $\pm 0,2$ km).

3.3.3 Laufverhalten in Bezug auf Temperatur

Um zu überprüfen, ob die Temperatur einen Einfluss auf das Laufverhalten der Elefanten hatte, wurde an Tagen der GPS Messung die Tagesdurchschnittstemperatur vermerkt. In Abbildung 44 ist der Temperaturverlauf während der zehn GPS-Messtage in Kombination mit den durchschnittlichen Laufdistanzen dargestellt. Die Tagesdurchschnittstemperatur während der Messungen lag zwischen 13,2°C und 24,7°C. An Tagen mit Temperaturen zwischen 13-18°C liefen die Tiere ca. 6,57 km und an Tagen mit Temperaturen zwischen 20°C und 25°C 5,89 km. Durchschnittlich am meisten liefen die Elefanten an Tagen mit einer Durchschnittstemperatur von 18-20°C (6,99 km).

An „Durchgang 4“ war der heißeste Tag, mit durchschnittlich 24,7°C. An diesem Tag liefen die Elefanten durchschnittlich am wenigsten (5,36 km). Es ist ein Trend zu erkennen, dass an wärmeren Tagen weniger gelaufen wurde. Für die Korrelation zwischen der Temperatur und dem Laufverhalten, wurden folgende Werte ermittelt:

- Tarak: -0,154 (p=0,671)
- Gandhi: -0,564 (p= 0,089)
- Yadanar: -0,365 (p=0,300)
- Ludwig: -0,200 (p=0,581)
- Mittel: -0,249 (p=0,323)

Negative Werte zwischen Temperatur und Laufdistanzen ist bei allen Elefanten zu sehen. Das zeigt, dass die Tiere an wärmeren Tagen tendenziell weniger laufen.

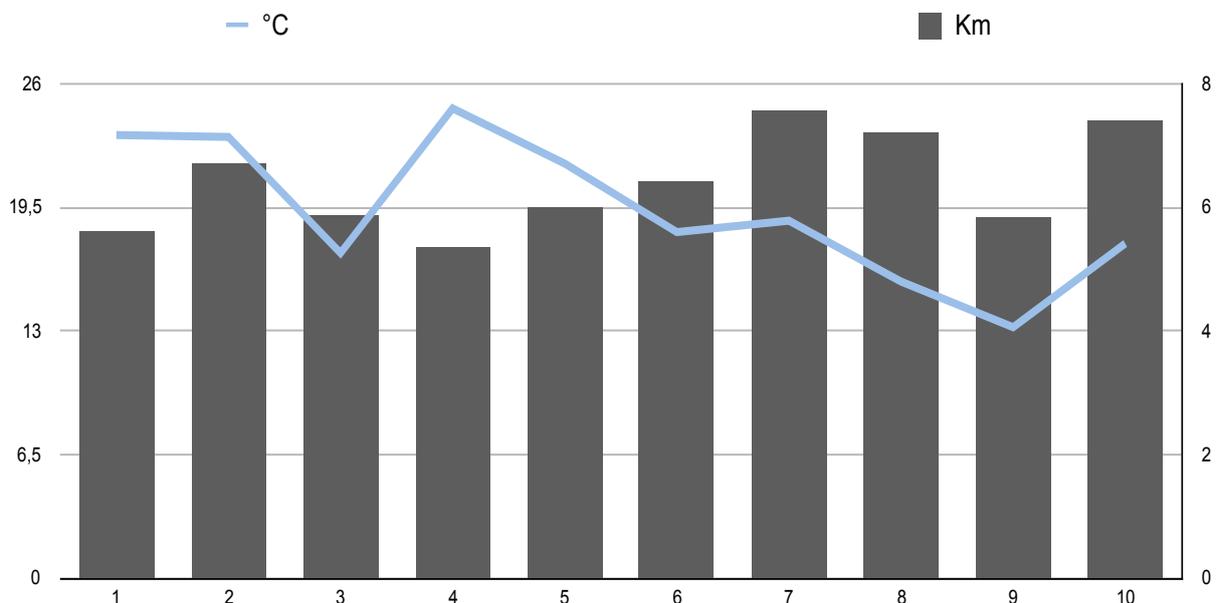


Abbildung 44: Mittelwert der täglichen Laufdistanzen (in km) aller Elefanten im Zoo Heidelberg, für die zehn 24-stündigen Messungen, in Bezug auf die jeweilige Tagesdurchschnittstemperatur (°C). Ein möglicher Zusammenhang zwischen Temperatur und Laufdistanz wurde mittels einer Pearson-Korrelation überprüft (Korrelationskoeffizient (r)).

3.4 Raumnutzung

Um zu überprüfen, wie die Anlage durch die Elefanten genutzt wird, wurde zusätzlich zu den Beobachtungen, zu jedem Messpunkt der Aufenthaltsort des Fokustiers notiert. Die GPS-Daten konnten für die Raumnutzung nur bedingt genutzt werden, da es Signalverfälschungen v.a. im Bereich des Elefantenhauses gab. Deshalb wurden die Positionen der Elefanten anhand der Daten während den Verhaltensbeobachtungen genutzt. Aus den gewonnenen 37920 Messpunkten, nach 20 Wochen, konnten die prozentualen Anteile der Aufenthaltsorte berechnet werden (Abbildung 45). Die Außenanlage wurde für die Raumnutzungsanalyse in neun Bereiche eingeteilt, die Innenanlage in fünf. Während der Beobachtungen hielten sich die Elefanten zu ca. 70% auf der Außenanlage auf. Dabei nutzten sie mit 16,6% den Torbereich am meisten. Die Bereiche „Steine“ (10,4%), „Sand“ (9,6%) und „Futtertür“ (8,8%) wurden ebenfalls oft als Aufenthaltsort verwendet. In der Suhle (3,2%) und im Wasser (3,7%) wurden sie am seltensten beobachtet. Der restliche Teil der Außenanlage wurde relativ ausgeglichen genutzt. Bei „Röhre I“ (4,9%) und „Röhre II“ (6,6%), sowie im Bereich der „Bäume“ (5,7%) konnten die Tiere ebenfalls öfter gesehen werden. Für die Raumnutzungsanalyse der Innenanlage, wurde festgestellt, dass die Bereiche „Halle I“ (rechter Bereich des Innengeheges), „Halle II“ (linker Bereich des Innengeheges) und „Boxen“ im Durchschnitt zu je 9,2% genutzt wurden. Am Kunstbaum in der Mitte der Innenanlage wurden sie zu 2,5% gesehen. Im Badebecken im Innenbereich wurden die Tiere nahezu nie beobachtet (0,03%).

Die individuelle Gehegenutzung jedes Elefanten kann im Anhang eingesehen werden.

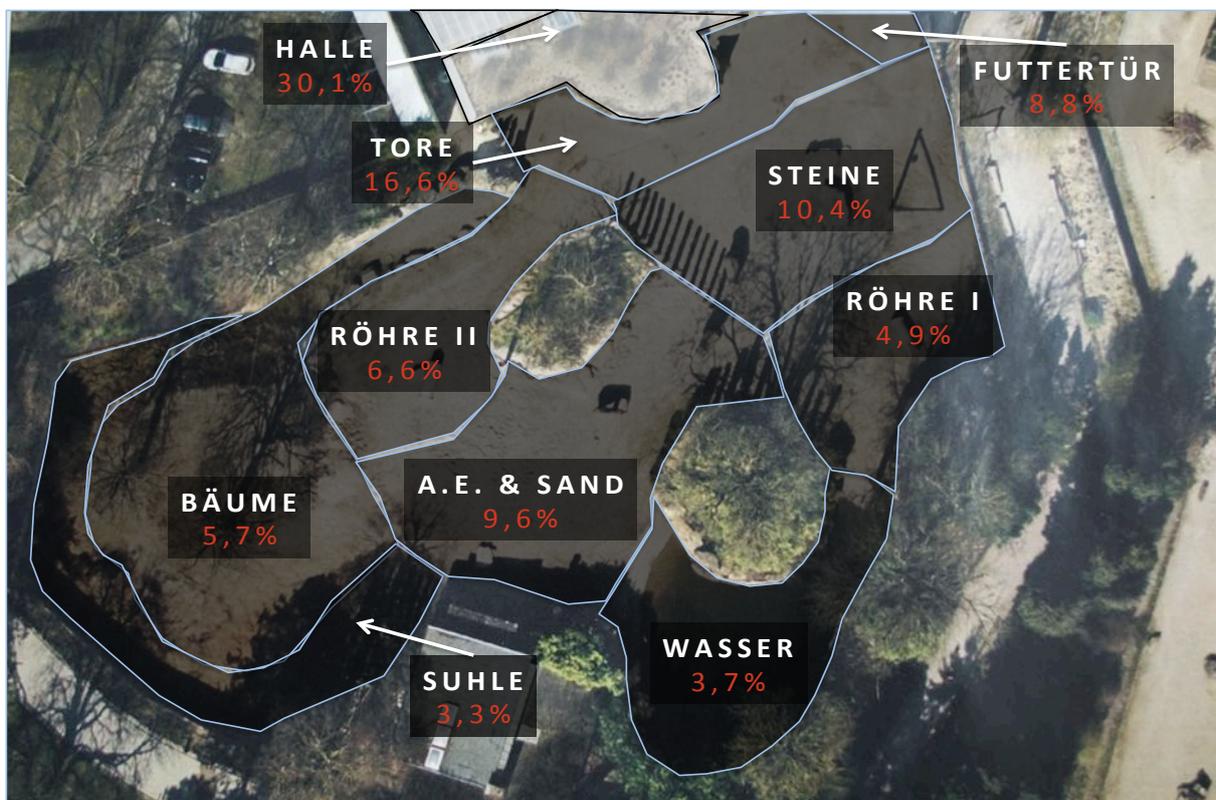


Abbildung 45: Elefantengehege im Heidelberger Zoo. Auf der Karte sind die Gehegebereiche markiert, sowie die durchschnittliche Raumnutzung (in %) der Elefanten des Zoo Heidelberg, basierend auf 37920 Messpunkten.

4. Diskussion

Elefanten sind schon sehr lange von Interesse für den Menschen. Ob als Arbeitselefant in den asiatischen Wäldern, für Wilderer, die an das Elfenbein gelangen wollen, oder um auf Safaris fotografiert oder beobachtet zu werden. Da Elefanten eine hohe Intelligenz zugeschrieben wird und sie ein komplexes Sozialverhalten zeigen, sind sie auch für die Verhaltensforschung eine sehr beliebte Art. Elefanten leben in Gruppen mit einer ausgeprägten Hierarchie. Diese Gruppen werden von einer Matriarchin geführt und bestehen aus deren weiblichen Verwandten, sowie ihrem Nachwuchs. Weibliche Jungtiere verbleiben ein Leben lang in dieser Herde, während die Männchen als Jungbullen aus der Gruppe herausgedrängt werden, um sie vor anderen adulten Bullen zu schützen und um Inzucht zu vermeiden. Die Jungbullen schließen sich zu losen „Junggesellengruppen“ zusammen. Dort lernen sie soziale Verhaltensweisen, sowie mit Konfliktsituationen umzugehen (Lee, 2014).

Im Zoo Heidelberg lebt seit 2010 die einzige Jungbullen Gruppe in Deutschland. Damit übernimmt der Zoo eine wichtige Rolle im Erhaltungszuchtprogramm (EEP) des asiatischen Elefanten (*Elephas maximus*).

Anhand dieser Studie sollte ein Überblick über die Verhaltensweisen (Time-Budget) und das dynamische Beziehungsgefüge zwischen den vier Elefantenbullen des Zoo Heidelberg erlangt werden. Im Laufe der Studie testete man dazu unterschiedliche Methoden zur Datenaufnahme. Zuerst die „Scanningmethode“, die das Verhalten aller Individuen einer Gruppe gleichzeitig erfasste (Martin und Bateson, 2007). Dazu wurde an vorher festgelegten Zeitintervallen (alle 30 Sekunden), nach dem Prinzip des „instantaneous sampling“, für jedes Tier das beobachtete Verhalten aufgeschrieben. Diese Methode hat bei den Beobachtungen, während die Tiere mit Futtersuche beschäftigt waren, relativ gut funktioniert, hat aber bei Sozialkontakten, sowie beim Spielverhalten versagt, da diese Verhaltensweisen teilweise zu schnell waren, um alles mitzubekommen. Außerdem hatten die Tiere oft freien Zugang zur Außenanlage und der Innenanlage, was dazu geführt hat, dass sich oft einige Tiere in den Boxen aufhielten, während andere auf der Außenanlage verteilt waren. Deshalb wurde für die weiteren Beobachtungen zur Fokustiermethode gewechselt (Martin und Bateson, 2007). Dabei konnte man sich auf das Verhalten eines Fokustieres und dessen Sozialkontakt zu einem Artgenossen konzentrieren. Der Beobachtungszeitraum wurde auf 10 Minuten festgelegt, um alles was das Fokustier gemacht hat zu dokumentieren. Die verschiedenen Verhaltensweisen wie Ruhe-, Komfort-, Fress-, Lokomotions-, Explorations- und Sozialverhalten wurden im „Checksheet“ alle 30 Sekunden vermerkt. Falls es zu sozialen Verhaltensweisen kam, konnten diese durch das „continuous sampling“ aufgenommen werden. Das heißt nicht nur eine Momentaufnahme des Verhaltens zum 30 Sekunden Intervall wurde aufgenommen, sondern alle gezeigten Verhaltensweisen. Zusätzlich führte ich eine „Nearest-Neighbor Analyse“ und eine Raumnutzungsanalyse durch, dazu wurde in 30 sekündigen Intervallen der Standort des Fokustiers und der nächste Nachbar, welcher sich im Assoziationsradius von ein bis zwei Elefantenlängen befand, vermerkt (Arndt, 2014).

4.1 Welche Verhaltensweisen zeigt ein Zooelefant?

Durch das erstellte „Time-Budget“ der unterschiedlichen Verhaltensweisen, konnte ein Überblick über das Aktivitätsspektrum von jedem Tier gewonnen werden (Abbildung 46). Damit war auch ein erster Vergleich von Verhaltensweisen zu wilden Elefanten oder anderen Zooelefanten erreicht worden. Zwar sind diese nicht exakt zu vergleichen, da es immer Unterschiede in der Definition und der Bewertung des beobachteten Verhaltens geben wird, aber bestimmte Trends können gesehen werden. Es existieren noch sehr wenige Studien zu jungen Elefantenbullen, vor allem in der Wildnis. Die täglichen Verhaltensmuster, auch von wildlebenden Elefanten, gliedern sich in Aktivitäten wie Fressen, Ruhen, Lokomotion, Pflege und Sozialverhalten (Vanitha et al., 2010).

Da Elefanten nur schlecht ihre Nahrung verwerten können, müssen die Tiere die meiste Zeit des Tages mit der Nahrungssuche und Nahrungsaufnahme verbringen. Elefanten sind Generalisten und fressen, je nach Jahreszeit, eine Großzahl an verschiedenen Pflanzen. In der freien Wildbahn fressen sie über **50-80%** des Tages oder sind mit der Nahrungssuche beschäftigt (Sukumar, 2003), was aber auch mit der Nahrungsverfügbarkeit in deren Habitaten zusammenhängt. Dort fressen die Tiere vorwiegend Gräser, Früchte, Äste oder Rinde (McKay, 1973; Sukumar, 2006). Aber auch die Tee- oder Kaffeeplantagen der Menschen dienen ihnen, vor allem nachts, als Futterquelle (Kumar, 2010). Durch den weiteren Ausbau solcher Plantagen und Felder geht der natürliche Lebensraum der Elefanten immer weiter zurück, weshalb es immer häufiger zu Konflikten zwischen Mensch und Tier kommt (Baskaran et al., 2013).

In der Trockenzeit lag das tägliche Fressverhalten im Aktivitäts-Budget von wilden asiatischen Elefanten bei 65%, in der Regenzeit bei 81% (Vinod und Cheeran, 1997). Die Fressphasen liegen vor allem in den Morgenstunden und in der Abenddämmerung (Blake et al., 2001; Shannon et al., 2008; K Mohapatra et al., 2013; McKay, 1973).

Während den Beobachtungen der vier Jungbullen im Zoo Heidelberg, waren die Tiere zum größten Teil mit der Futtersuche bzw. dem Fressen beschäftigt. Durchschnittlich **41,4 %** des beobachteten Gesamtverhaltens verbrachten die vier Heidelberger Elefanten damit. Jedoch konnte während dieser Verhaltensstudie bei allen Elefanten ein stark erhöhtes Fressverhalten in der Mittagszeit, zwischen 11:00 und 13:00 Uhr festgestellt werden. Das lag daran, dass die Tiere um diese Zeit in das Innengehege gelassen wurden, damit auf der Außenanlage geputzt werden konnte. Da die Tiere für diese Zeit meist nur im Innengehege sein konnten, haben sie sich mit der Suche nach Nahrung und dem Fressen beschäftigt. Die Futterverfügbarkeit und Darbietung für Elefanten in Menschenobhut ist daher stark von den Tierpflegern und deren Arbeitszeiten abhängig. Das Futter ist im Zoo auf die Bedürfnisse der Tiere abgestimmt, somit müssen sich die Zooelefanten weniger mit der Beschaffung ihrer Nahrung beschäftigen als in der Natur.

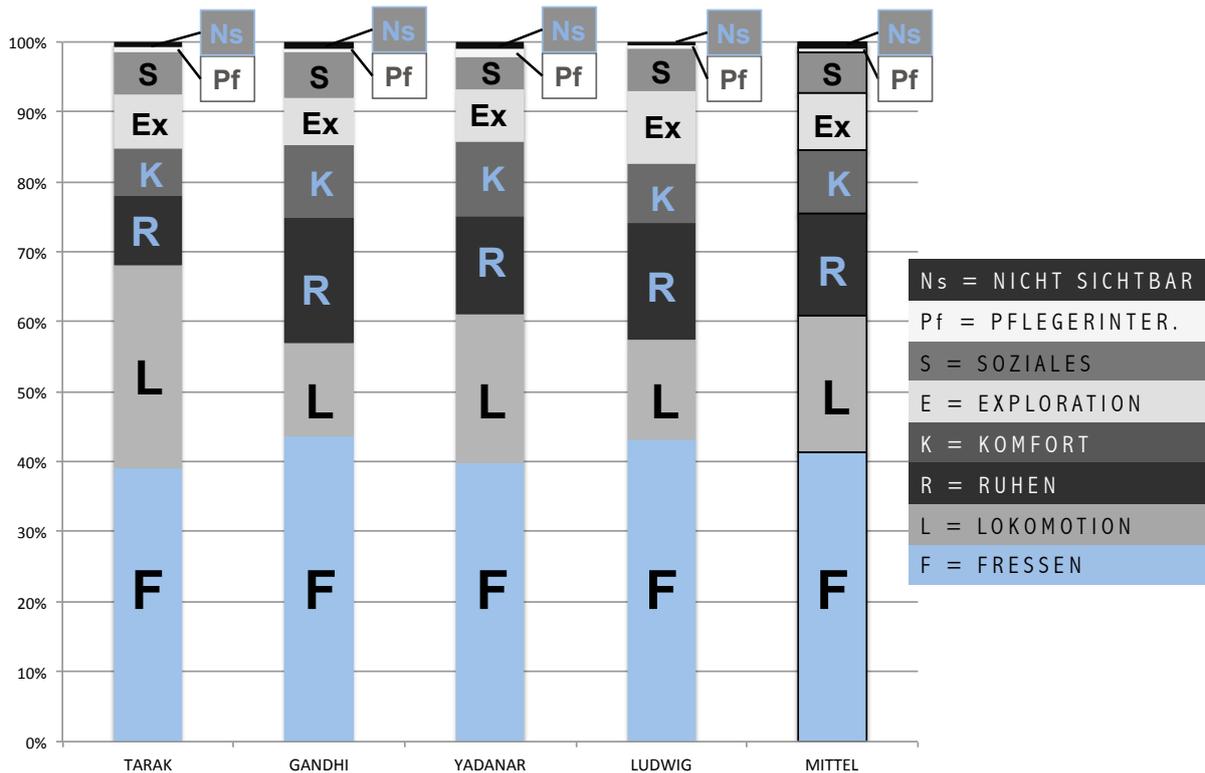


Abbildung 46: Prozentuale Anteile der Verhaltenskategorien für die vier asiatischen Elefanten Bullen Tarak, Gandhi; Yadanar und Ludwig im Zoo Heidelberg, sowie das durchschnittliche Verhalten aller Elefanten (Mittel). Diese basieren auf den beobachteten Häufigkeiten während des 20-wöchigen Beobachtungszeitraumes.

Die meisten zoologischen Einrichtungen haben auch nicht die Möglichkeiten, den Tieren so komplexe Umweltbedingungen zu bieten, wie sie in ihrem natürlichen Lebensraum zu finden sind, weshalb ein Ersatz gefunden werden muss (Hutchins, 2006; Kreger und Mench, 1996). Um die Elefanten dennoch zur Futtersuche zu motivieren, wird das Futter über den Tag in kleineren Portionen überall auf der Anlage verteilt oder versteckt. Das dient dem Zweck des „Futterenrichments“, sodass die Tiere sowohl körperlich als auch psychisch gefordert werden. Die Wahl des Futters durch die Elefanten war von Faktoren wie der einfachen Erreichbarkeit (Körpergröße) oder dem Rang in der Hierarchie abhängig. Oft war zu beobachten, dass die kleinsten bzw. jüngsten Gruppenmitglieder, Yadanar oder Ludwig, den Platz räumen mussten, wenn sich Gandhi näherte. Die rangniedrigeren Tiere konnten dann einfach zu einem anderen der vielen Futterplätze wechseln. Gandhis reduzierte Bewegungsmenge ist auch dadurch bedingt, dass er der ranghöchste Elefant in der Jungbullen Gruppe ist und dominante Tiere meist weniger Bewegung zeigen (Rowell, 2014).

Die Bewegungsmenge der Heidelberger Jungbullen ist ähnlich zu denen von anderen Zoostudien, bei diesen konnten Werte von knapp unter 30% des Tagesbudgets für einen vierjährigen Jungbullen gemessen werden (Rees, 2009). Die ermittelten Werte für die vier Elefanten im Zoo Heidelberg lagen zwischen 13% und 29%. Wobei Tarak mit 29% Lokomotionsverhalten weit vor seinen Artgenossen, Gandhi und Ludwig, lag. Vor allem Tarak und teilweise auch Yadanar patrouillierten vor den Toren zum Innengehege, wenn dort Reinigungsarbeiten von den Pflegern durchgeführt wurden. Durch dieses Erwartungsverhalten können die erhöhten Lokomotionswerte der beiden Elefanten erklärt werden. Durchschnittlich konnte für die Jungbullen im Zoo Heidelberg ein Anteil von **19,5%** des Gesamtverhaltens für das Lokomotionsverhalten ermittelt werden. Für adulte asiatische

Elefanten(bullen) in der Wildnis variieren die Werte des Lokomotionsverhaltens stark. Außerhalb der Nahrungssuche nimmt deren Lokomotionsverhalten Werte zwischen 1,9% und 10,1% des täglichen Gesamtverhaltens ein (McKay, 1973). Die Menge an Bewegung bei wildlebenden Elefanten richtet sich hauptsächlich nach der Größe ihres Wandergebietes. Die Größe dieses Gebietes ist wiederum abhängig von der Verfügbarkeit an Wasser und Nahrung. In der Musth legen Elefantenbullen weitere Strecken zurück, wobei sie auf der Suche nach Sexualpartnern sind (Sukumar, 2006; Reimers und Schmidt, 2001; Garaï und Kurt, 2006).

Bei Zooelefanten wurde außerdem festgestellt, dass die Menge an Lokomotion mit steigendem Alter abnimmt (Schmid, 2006). Dies passt zu der beobachteten erhöhten Bewegungsmenge der noch jungen Elefanten im Zoo Heidelberg. Eine genauere Betrachtung des Laufverhaltens, wird in Kapitel 4.3: „GPS basierte Analyse des Laufverhaltens von jungen Elefantenbullen im Zoo Heidelberg“, durchgeführt.

Während bei Yadanar und Tarak Lokomotionsverhalten die zweithäufigste Verhaltenskategorie darstellte, lag bei Gandhi und Ludwig das Ruheverhalten an zweiter Stelle. Gandhi hatte einen besonders hohen Wert beim Ruheverhalten (17,8%), der gegenüber Taraks Beobachtungswert rund doppelt so hoch war. Tarak ruhte nur 9,8% seiner Beobachtungszeit. Das durchschnittliche Ruheverhalten in der Jungbullengruppe lag bei 14,6%. Für das Aktivitätsbudget wilder Elefantenbullen, wurden teilweise nur 2 bis 4% für das Ruheverhalten verzeichnet (McKay, 1973; Schmid, 2006), wobei Jungtiere mehr ruhen bzw. schlafen als die älteren Elefanten (Stokes et al., 2017). Die Ursachen von erhöhtem Ruheverhalten können unterschiedlich sein, wie beispielsweise die der positiven körperlichen Betätigung. Das erhöhte Ruheverhalten kann aber auch eine Strategie sein, um mit Stress umzugehen, wenn ein Tier beispielsweise sozial nicht richtig in eine Gruppe integriert ist (Kurt und Khyane, 2003). Da in diesem Fall das dominanteste Tier der Jungbullengruppe am meisten ruhte, wird dieser Fall ausgeschlossen. Gandhi hatte zudem an einigen Beobachtungstagen Probleme mit dem Fuß, weshalb er Schmerzmittel bekam. Außerdem wurde bei Gandhi auch schon nach seiner Integration in die Jungbullengruppe ein erhöhtes Ruheverhalten festgestellt (Linn, 2011). Nicht auszuschließen ist deshalb die Tatsache, dass es sich bei Gandhi um einen eher langsamen Elefanten handelt. Eine Korrelation zwischen der Temperatur und der Häufigkeit an Ruheverhalten konnte für keinen der Elefanten festgestellt werden.



Abbildung 47: Links: Ludwig beim Staubbad. Rechts: Tarak und Gandhi beim sozialen Bad.

Das Komfortverhalten beträgt ca. 9% des beobachteten Gesamtverhaltens. Diese Verhaltenskategorie beinhaltet neben dem Absetzen von Kot oder Urin, v.a. Verhaltensweisen zur Körperpflege. Dazu gehört das Staub- und Schlammbaden, sowie das Abkühlen durch Wasserspritzen oder das Baden in den Wassergräben auf der Elefantenanlage des Zoos (Abbildung 47). Auch das Scheuern an Steinen oder Baumstämmen wird zu dieser Kategorie gezählt. Vor allem das Staubbad wurde bei den Elefanten oft beobachtet. Es dient, neben dem Schlagen mit den Ohren, als Thermoregulation, wobei der Sand oder Schlamm auf den Rücken geworfen und somit als Sonnenschutz eingesetzt wird. Außerdem schützen sich die Tiere damit vor Parasiten (M. Garaï, 2006; Rees, 2009). Das Komfortverhalten wurde oftmals, in Form von gemeinsamen Bädern und anschließendem Staub- oder Schlammbad, im sozialen Kontext ausgeführt. Das Sandwerfen kann auch teilweise als Übersprunghandlung in Konfliktsituationen oder beim Drohverhalten auftreten (Rees, 2001; Schmid, 2006; Garaï und Kurt, 2006). Gandhi (10,4%) und Yadanar (10,5%) zeigten signifikant häufiger Komfortverhalten als Tarak (6,8%). Für alle vier Elefanten konnte eine signifikante Korrelation (r) zwischen der Häufigkeit des wöchentlich beobachteten Komfortverhaltens und der Durchschnittstemperatur festgestellt werden (Abbildung 48). Je wärmer es war, desto öfter konnte bei allen Elefanten eine Art des Komfortverhaltens beobachtet werden. Die ermittelten Werte des Korrelationskoeffizienten (r) und dem p -Wert (Signifikanzniveau: $p < 0,05$) waren wie folgt: Tarak ($r=0,450$; $p=0,046$); Gandhi ($r=0,536$; $p=0,015$), Yadanar ($r=0,726$; $p=0,0003$) und Ludwig ($r=0,624$; $p=0,003$).

Auch beim Explorations- und Manipulationsverhalten gab es individuelle Unterschiede. Diese Verhaltenskategorie nahm 8,2% des durchschnittlichen Gesamtverhaltens der vier Tiere ein. Ludwig (10,3%) war signifikant häufiger bei Explorieren und Manipulieren von Objekten beobachtet worden als die restlichen Jungbullen. Yadanar (7,6%) und Tarak (7,8%) haben sich etwas öfter als Gandhi (6,9%) mit dieser Verhaltensweise beschäftigt. Der Unterschied

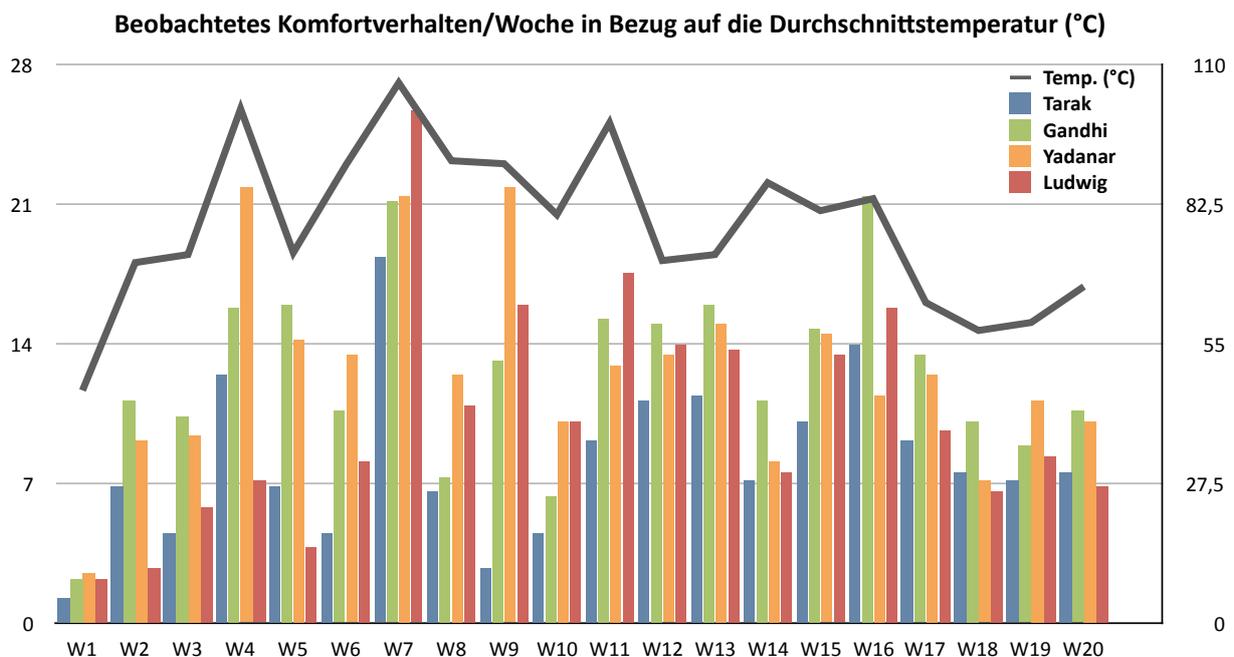


Abbildung 48: 20-wöchiger Verlauf an beobachteten Häufigkeiten des Komfortverhaltens aller Elefanten, in Bezug auf die Temperatur. Für jeden Elefanten konnte eine positive Korrelation (Pearson-Korrelation (r)) zwischen der Temperatur und der Häufigkeit an Komfortverhaltensweisen festgestellt werden.

zwischen Ludwig und den anderen Elefanten lässt sich möglicherweise durch den Altersunterschied erklären, denn jüngere Tiere zeigen vermehrt Manipulationsverhalten (Schmid, 2006). Ludwig versuchte außerdem als einziger Elefant der Heidelberger Jungbullen­gruppe Vögel zu fangen (Abbildung 49).

Wie auch in der Natur spielen soziale Verhaltensweisen v.a. bei Jungbullen eine große Rolle, welche im Vergleich zu adulten Elefanten mehr Zeit mit dem sozialen Spiel verbringen (McKay, 1973; Evans und Harris, 2008). Neben der Nahrungssuche entfällt so ein Teil der täglichen Bewegung auch auf das soziale Spiel mit den Artgenossen (etwa **5,8%** des Gesamtverhaltens).

4.2 Sozialverhalten in einer Gruppe junger Elefantenbullen

Bei sozial lebenden Tieren spielt die Kommunikation eine große Rolle (Hambrecht und Reichler, 2013). In dieser Studie wurde auf die taktile Kommunikation eingegangen, welche beim sozialen Spielverhalten von jungen Elefantenbullen sehr wichtig ist (Vidya et al., 2005). Durch dieses Spiel stellen die Elefanten eine Rangordnung her und lernen dabei soziale Verhaltensweisen (Abbildung 50). Das beim Spiel beobachtete dominante Verhalten wird häufig in abgeschwächter Form gezeigt, welches sich von aggressivem Verhalten unterscheidet, sodass es auch vorkommen kann, dass kleinere Tiere ein größeres und schwereres Tier wegschieben oder jagen können. In der Jungbullen­gruppe wurde die Dominanzhierarchie anhand der Häufigkeiten von defensiven Verhaltensweisen zwischen den einzelnen Dyaden, wie Weggehen oder Anstehen, gegenüber einem dominanten Artgenossen ermittelt (Martin und Bateson, 2007; O'Connell-Rodwell et al., 2000). So konnte aus den



Abbildung 49: Ludwig beim Versuch einen Storch zu jagen.

gewonnenen Daten eine Rangordnung erstellt werden, welche in einer Dominanzmatrix dargestellt wurde. Aus den Beobachtungen ließ sich in der Jungbullen­gruppe damit eine klare lineare Dominanzhierarchie feststellen. Obwohl Tarak der älteste Elefant in der Jungbullen­gruppe ist, steht Gandhi an oberster Stelle der Hierarchie. Das könnte an den individuellen Charaktereigenschaften der Elefanten liegen. Während Tarak sich eher zurückhaltend und freundlich gegenüber seinen Artgenossen verhalten hat, war Gandhi oft aggressiv und vertrieb die anderen Elefanten durch Stoßen und Schieben vermehrt von einem Platz am Futter. Vor allem Yadanar musste für Gandhi den Platz freimachen. Tarak und Ludwig wurden von ihm meistens geduldet und mussten den Futterplatz nicht zwingend verlassen. Gandhi wurde am seltensten durch einen Artgenossen verdrängt. Sein Sender-Empfänger-Index (SEI) war durchschnittlich positiv. Das heißt, er sendete mehr Sozialkontakte als er empfing. Die meisten seiner sozialen Verhaltensweisen waren dominant. Subordinant-defensives Verhalten konnte bei Gandhi nur sehr selten beobachtet werden.

Da Tarak nur von Gandhi vermehrt von einem Platz verdrängt werden konnte, hält er den zweiten Platz in der Rangordnung. Auch Tarak duldete Ludwig oftmals am selben Futterplatz, während Yadanar nicht immer bei ihm bleiben durfte, sondern sich hinten anstellen musste. Bei Yadanar sind Ansätze beobachtet worden, bei denen er versuchte in der Hierarchie aufzusteigen. In den Wochen 17 und 18 (4. September bis 15. September 2017) legte er sich dabei vermehrt mit Tarak an und versuchte ihn, teilweise erfolgreich, von einem Futterplatz zu verdrängen. Jedoch kam Tarak kurz darauf zurück und vertrieb Yadanar wieder. Auch Taraks Sender-Empfänger-Index (SEI) war durchschnittlich positiv. Er zeigte Großteils neutrales Verhalten gegenüber seinen Artgenossen, freundliches und dominantes Verhalten wurde bei ihm zu gleichen Teilen beobachtet. Zwischen den beiden kleineren Elefanten, Yadanar und Ludwig, ist die Rangordnung relativ ausgeglichen. Da aber Ludwig etwas

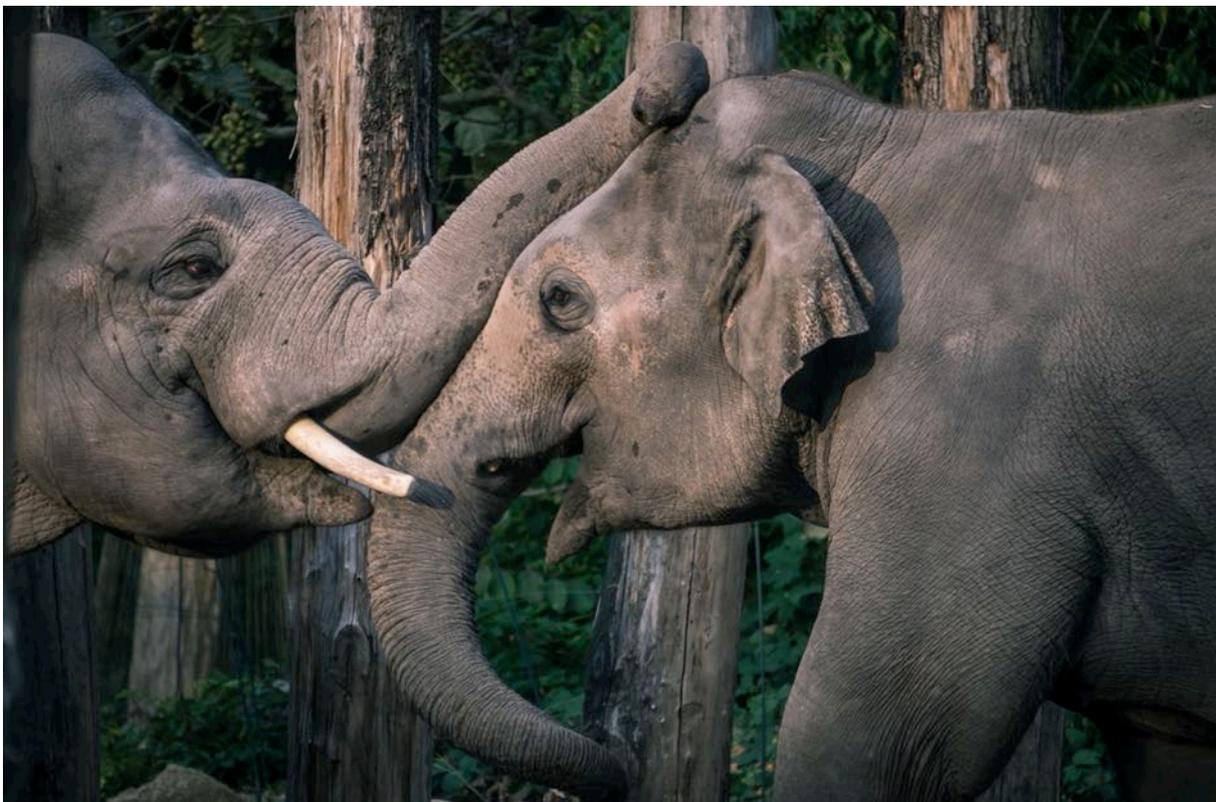


Abbildung 50: Tarak (rechts) und Gandhi (links) beim „Sparring“.

häufiger durch Yadanar verdrängt wurde, konnte Yadanar auf den dritten Platz und Ludwig auf die letzte Stelle in der Dominanzhierarchie gestellt werden. Diese Beobachtungen decken sich auch mit denen der Tierpfleger. Auch in der Natur ist es ein wichtiger Bestandteil im Lernprozess von jungen Elefantenbullen, in einer hierarchischen Gesellschaft zu leben (Linn, 2011).

Aber nicht nur die Hierarchie stellt einen wichtigen Faktor innerhalb der Gruppe dar, auch „freundschaftliche“ Beziehungen können zwischen Elefanten existieren (Sukumar, 2003). Über die „Nearest-Neighbor-Analyse“ konnte ermittelt werden, welches Individuum einen bestimmten Partner, unabhängig von der Art der Interaktion, bevorzugt (siehe Anhang). Dies konnte an der Menge von Assoziationen des Fokustiers mit dem jeweiligen Assoziationspartner festgemacht werden. Anhand dieser Assoziationen wurde anschließend ein Soziogramm erstellt, welches die Interaktionen veranschaulicht. Zu erkennen war hier, dass Tarak und Gandhi (AI: 0,27 +/-0,07) über den 20-wöchigen Beobachtungszeitraum am häufigsten miteinander assoziiert waren. Auch Ludwig und Yadanar (AI: 0,20 +/-0,05) konnten oft zusammen gesehen werden. Daran lässt sich erkennen, dass Tiere in ähnlichem Alter, also Tarak (12 Jahre) mit Gandhi (11 Jahre) und Yadanar (8 Jahre) mit Ludwig (6 Jahre), öfter miteinander assoziiert sind. Aber trotzdem interagieren auch die jüngeren Tiere mit den älteren Elefanten und umgekehrt. Die Paarungen „Tarak und Yadanar“ (AI: 0,15 +/-0,04), sowie „Gandhi und Ludwig“ (0,16 +/-0,04) konnten ähnlich häufig beobachtet werden. Während die sozialen Interaktionen zwischen Tarak und Yadanar eher neutral oder dominant waren, konnten zwischen Gandhi und Ludwig vermehrt freundliche und dominante Verhaltensweisen beobachtet werden. Meist forderte Ludwig Gandhi durch langsames Zugehen und Kopfschütteln sowie erhobenen Rüssel zum „Sparring“ auf. Sobald Gandhi darauf einging, kam teilweise Yadanar mit zum Spiel, wobei dieser dann seine Aktionen gezielt gegen Ludwig richtete. Es lässt sich vermuten, dass Yadanar damit einen Vorteil im „Kampf“ gegen Ludwig gewinnen wollte. Ludwig hielt sich vor allem zu Beginn der Beobachtungen in Gandhis Nähe auf und versuchte ihm alles nachzumachen, weshalb Ludwig teilweise als Gandhis „Praktikant“ bezeichnet wurde. Gandhi und Yadanar (AI: 0,07 +/-0,01) hatten während der Beobachtungen hingegen wenig miteinander zu tun. Die sozialen Interaktionen zwischen Gandhi und Yadanar waren hauptsächlich dominant oder neutral. Die gesendeten Sozialkontakte von Yadanar an Gandhi waren hingegen meist subordinant - defensiv. Bei den Spielen zwischen Gandhi und Ludwig oder Yadanar hielt Tarak meistens Abstand. Falls die Kämpfe heftiger wurden, ging er aber teilweise dazwischen. Bei den Jungbullen bestanden diese sozialen Spiele vermehrt aus „Sparring“ und Schiebe- bzw. Blockierspielen.

Das kompetitive Spielverhalten zwischen den Jungbullen fördert dabei die Kraft und das Durchsetzungsvermögen, sowie die eigene Zurückhaltung gegenüber kleineren und leichteren Artgenossen (Abbildung 51). Denn in einem Gehege können die schwächeren Tiere nicht einfach die Gruppe oder die Umgebung verlassen, um Interaktionen mit einem anderen Artgenossen zu entgehen, sondern müssen dort bleiben und lernen mit den Konflikten umzugehen und sich mit den Gruppenmitgliedern zu arrangieren (Horova et al., 2015). Alle Informationen über die Sozialkontakte und der gesendeten Verhaltenskategorie wurde in einer soziometrischen Matrix zusammengefasst. Anhand dieses sozialen Spielverhaltens zeigten sich außerdem charakteristische Merkmale im Verhalten der Jungbullen. Gandhi zeigte dabei



Abbildung 51: Gandhi (rechts) legt Ludwig (links) den Rüssel auf.

großes Durchsetzungspotential gegenüber seinen Gruppenmitgliedern. Gegenüber Yadanar und Ludwig konnten bei Gandhi mehr „dominante“ Sozialverhalten beobachtet werden, als gegenüber Tarak. Signifikante Unterschiede bei den gesendeten Verhaltenskategorien gegenüber dem Empfänger konnten bei Gandhi aber nicht festgestellt werden. Auch Taraks gesendetes Verhalten in Bezug zum Empfänger zeigte keine signifikanten Unterschiede. Er zeigte gegenüber seinen Sozialpartnern, v.a. Gandhi, zum Großteil „freundliches“ Verhalten. Doch auch bei ihm konnten vermehrt „dominante“ Verhaltensweisen v.a. gegenüber Ludwig und Yadanar festgestellt werden. Den Charakter von Tarak könnte man als „kontaktfreundlich“ bezeichnen, da von ihm durchschnittlich die meisten Aktionen gesendet wurden. Nur bei Yadanar sind signifikante Unterschiede bei der gesendeten Verhaltenskategorie gegenüber dem Empfänger beobachtet worden. Vor allem beim subordinant-defensiven Verhalten und dominantem Verhalten war dies der Fall. Knapp 44% seines an Gandhi gerichteten Verhaltens war subordinant-defensiv, während er an Ludwig (39%) und Tarak (31%) häufiger dominantes Verhalten sendete. Ludwigs Verhalten, war gegenüber allen Gruppenmitglieder ähnlich.

Freundliche Kontakte, wie das Begrüßen, bei dem die Maulregion eines Artgenossen mit der Rüsselspitze berührt wird, dienen häufig als beruhigende Geste. Vor allem, wenn dies von einem ranghöheren Tier ausgeht. Auch rangniedrigere Tiere platzieren ihre Rüsselspitze teilweise im Maul eines dominanteren Tieres, was soziale Beziehungen verstärken soll (O'Connell-Rodwell et al., 2012). Hauptsächlich bestehen die freundlichen Kontakte aus Rüsselspitzenkontakten am Kopf (Schläfendrüse, Maul) oder der Genitalregion eines anderen Elefanten. Diese soziale Exploration eines Artgenossen kann auch Teil der chemisch-olfaktorischen Kommunikation sein, um verschiedene Individuen zu identifizieren

(Rasmussen, 1998). Für den ranghöchsten Bullen liefern die chemisch-olfaktorischen Signale aus dem Speichel, dem Urin oder dem Kot außerdem wichtige Informationen zum hormonellen Zustand seiner Gruppenmitglieder. Die freundlichen Verhaltensweisen, wie die soziale Exploration, konnten somit auch häufig bei Gandhi beobachtet werden.

Die beobachteten Verhaltensweisen an den vier Heidelberger Elefanten sind also typisch für Jungbullen. Auch eine Rangordnung innerhalb der Gruppe wurde festgestellt.

4.3 GPS-basierte Analyse des Laufverhaltens junger asiatische Elefantenbullen

In zoologischen Einrichtungen, sollen die Haltungsbedingungen immer weiter verbessert werden, wozu wissenschaftliche Daten notwendig sind. Die Haltungssysteme sollen neben den natürlichen Verhaltensweisen, auch das tägliche Aktivitätsprofil der Elefanten unterstützen. Häufig wird kritisiert, dass sich die Tiere in den Zoos durch die kleineren Gehege und dem dauerhaften Zugang zu Nahrung und Wasser, weniger bewegen (Doyle, 2006). In Zoos sind die Möglichkeiten zum natürlichen Lokomotionsverhalten, wie der Nahrungssuche in den natürlichen Lebensräumen, limitiert weil die Gehege kleiner sind als deren natürliches Revier. Weil die Zootiere dauerhaft Zugang zu Nahrung haben sind sie weniger motiviert, weite Strecken zu laufen (Hutchins, 2006; Kreger und Mench, 1996). Der Mangel an Bewegung kann bei Elefanten zu Übergewicht, Gelenk- oder Fußproblemen, sowie chronischer Arthritis führen (Fowler und Mikota, 2006; Hittmair und Vielgrader, 2000; Weissengruber et al., 2006). Unebener Boden wird den Heidelberger Elefanten durch natürliche Substrate wie Sand, Erde, Schlamm oder Steine sowohl auf der Außenanlage als

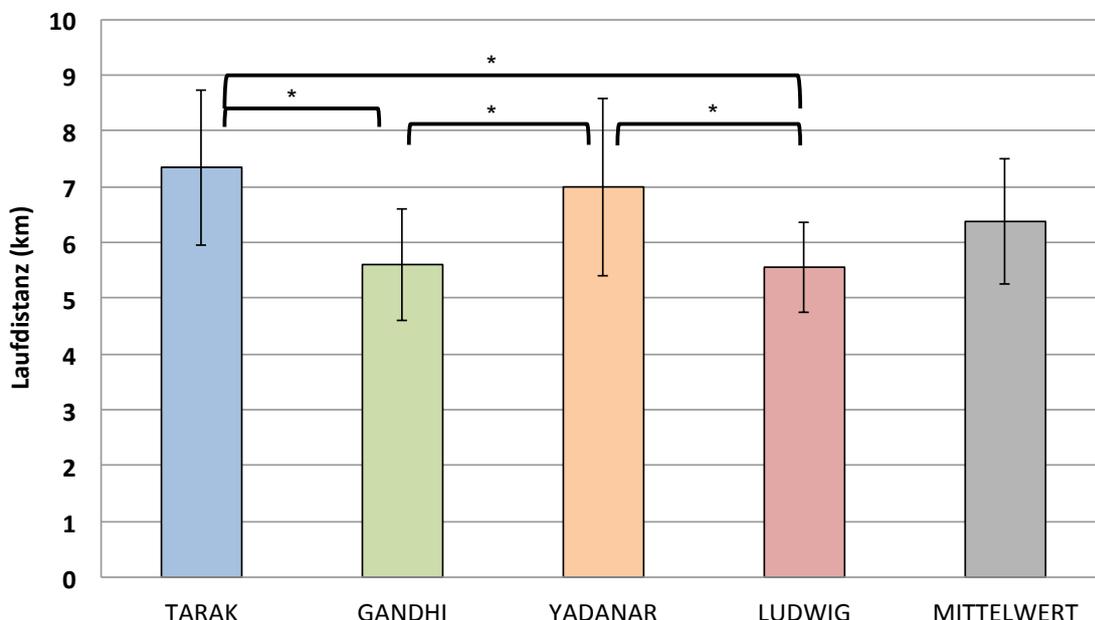


Abbildung 52: Mittlere gemessene Laufdistanzen nach 10 Durchgängen (in km) für jeden asiatischen Elefantenbullen (*Elephas maximus*) im Zoo Heidelberg. Die insgesamt zurückgelegte Strecke (in km) ist für TARAK in BLAU, für GANDHI in GRÜN, für YADANAR in ORANGE und für LUDWIG in ROT dargestellt. Der MITTELWERT aus den gelaufenen Strecken aller vier Tiere ist in GRAU dargestellt. Individuelle Unterschiede beim Laufverhalten wurden mit Hilfe eines Wilcoxon-Rangsummentests ermittelt (Signifikanzniveau $p < 0,05$). Ein signifikanter Unterschied ist mit „*“ und mit einer Klammer versehen.

auch im Innengehege zur Verfügung gestellt. Dies ist wichtig, um die Muskeln, Bänder und Sehnen in Füßen und Beinen zu stärken. Die Kombination aus einer komplexen Gestaltung und den richtigen Beschäftigungsprogrammen, wie z.B. „Futterenrichment“, ermöglicht es den Elefanten, ein natürliches Verhalten auszuleben. Falls der natürliche Instinkt der Tiere in Menschenobhut nicht ausgelebt werden kann, kommt es oftmals zu abnormalem Verhalten oder Stereotypien, die durch irgendeine Form von Stress ausgelöst werden können. Das Weben ist eine Verhaltensstörung, die bei Elefanten in der Natur so nie, in Gefangenschaft hingegen oft beobachtet wurde (Clubb und Mason, 2002). Durch dieses gleiche Bewegungsmuster, bei dem übermäßiger Druck auf die Vorderfüße der Tiere ausgeübt wird, kann es zu Gelenkproblemen kommen (West, 2001; Roocroft und Oosterhuis, 2008). Die Ursachen für Weben, können unterschiedliche Arten von Stress sein. Häufig z.B. auch die Unverträglichkeit zwischen Individuen. Deshalb ist es wichtig, den Tieren die Möglichkeit zu geben, ein natürliches Aktivitätsspektrum auszuleben.

Um die täglich zurückgelegten Laufdistanzen der Elefanten zu ermitteln, wurden die Laufstrecken der vier Jungbullen anhand von GPS-Daten untersucht. Durchschnittlich ergaben sich Laufdistanzen von **6,4 km** innerhalb von 24 Stunden. Die mittlere stündliche Laufdistanz lag bei 0,27 km/h (+/-0,15 km/h). Dabei gab es individuelle Unterschiede im Laufverhalten. Tarak lief mit durchschnittlich 7,3 km die weitesten Distanzen, gefolgt von Yadanar mit 6,99 km. Gandhi (5,6 km) und Ludwig (5,5 km) liefen etwa gleich weit (Abbildung 52). Die kürzeste zurückgelegte Strecke von 4,8 km (in 24h) wurde für Gandhi bei der GPS-Messung vom 3. August auf den 4. August 2017 gemessen. Das kann an der Tagesdurchschnittstemperatur von 23,2 °C liegen, denn auch bei der vierten GPS-Messung am 17.8. und 18.8. 2017 lief Gandhi nur knapp 4,9 km bei einer durchschnittlichen Tagestemperatur von 24,7°C. Gandhis Wert zur Korrelation zwischen der Temperatur und dem gesamten Laufverhalten lag bei $r = -0,564$; $p = 0,089$. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Temperatur und Laufdistanzen konnte damit zwar nicht bewiesen werden, jedoch ist vor allem bei Gandhi als deutlicher Trend zu erkennen, dass er an wärmeren Tagen weniger gelaufen ist. Auch bei den anderen Elefanten wurde dieser Trend ermittelt, war jedoch deutlich geringer. Da Gandhi in diesem Zeitraum teilweise Probleme mit seinem Fuß hatte und Schmerzmittel bekam, könnte sein reduziertes Laufverhalten auch daran liegen. Es ist außerdem bekannt, dass die ranghöchsten Tiere einer Gruppe allgemein weniger laufen müssen, da diese besseren Zugang zu Ressourcen besitzen (Leighty et al., 2010). Auch in Studien zum Laufverhalten adulter asiatischer Elefantenkühe, ist das dominanteste Tier am wenigsten gelaufen (Rowell, 2014).

Der höchste gemessene Wert für die Laufdistanz wurde bei Yadanar ermittelt. Dieser erreichte in der Heidelberger Jungbullen­gruppe den Spitzenwert von 9,06 km und wurde beim siebten Durchgang der GPS-Distanzmessung beschrieben. Auch in der folgenden Messung von 12. auf den 13. September lief Yadanar mehr als bei den übrigen Messungen. Diese Messungen liegen genau in dem Zeitraum (Beobachtungswoche 17 & 18), in dem er vermehrt versucht hat, Tarak von den Futterplätzen zu verdrängen und damit verruchte in der Rangordnung aufzusteigen. Da dies von Tarak aber nur kurz geduldet wurde, verjagte er Yadanar vermehrt. Somit musste dieser längere Strecken laufen als üblich. Tarak lief von den vier Jungbullen am meisten, sehr häufig patrouillierte er fast eine halbe Stunde vor den Toren zum Innengehege auf und ab, wenn die Pfleger dort arbeiteten (Abbildung 53, roter Kreis). Das Patrouillieren wurde in dieser Form nur bei Tarak beobachtet. Yadanar folgte ihm dabei teilweise, aber nie über einen längeren Zeitraum. Tarak reagierte außerdem stärker auf die Präsenz der Tierpfleger als die übrigen Elefanten. Das war daran zu beobachten, dass er über die ganze Anlage angelaufen kam, wenn die Pfleger davorstanden. Manchmal folgte er ihnen auch über kurze Distanzen. Taraks erhöhtes Laufverhalten kann aber auch an seiner Position in der Rangordnung liegen, da er Druck von Gandhi und Yadanar bekommt. Der jüngste Elefant in der Jungbullen­gruppe im Zoo Heidelberg, Ludwig, lief durchschnittlich ähnliche Distanzen wie Gandhi. Einerseits kann es daran liegen, dass er sich oft in dessen Nähe aufhielt, andererseits, dass er im Gegensatz zu Yadanar in Gandhis Assoziationsbereich geduldet wurde und sich keinen neuen Futterplatz suchen musste. Die Pfleger berichteten, dass der anfangs „freche Ludwig“ nach seiner Ankunft im Zoo Heidelberg von Gandhi in seine Schranken gewiesen wurde. Nachdem er sich mit seiner neuen Rolle in der Jungbullen­gruppe abgefunden hatte, beobachtete er seine Artgenossen und lernte wie er sich bei ihnen zu benehmen hatte. Aus diesem Grund kann es sein, dass sich Ludwig beim Fressen eher in der Nähe von Gandhi und Tarak aufhalten durfte, als Yadanar. Nach seiner Ankunft in



Abbildung 53: Zurückgelegte Strecke (um 14:28-15:03 Uhr am 28.9.2017) von Tarak, der in dieser Zeit vor den Toren patrouillierte (roter Kreis). (Tractive/Google Maps)



Abbildung 54: Gandhi (rechts) und sein „Praktikant“ Ludwig (links).

Heidelberg konnte Ludwig außerdem eine Zeit lang dabei beobachtet werden, dass er Gandhis Verhalten abschaute und von ihm lernte. Auch noch zu Beginn dieser Verhaltensstudie wurden solche Verhaltensweisen bei ihm beobachtet (Abbildung 54).

Zu den Laufdistanzen wilder Elefanten gibt es nur wenige Daten. Außerdem sind diese meist nicht direkt mit den gemessenen Distanzen von Zooelefanten zu vergleichen, da für die Tiere in der Wildnis teilweise nur einmal bis zweimal am Tag Messungen erfolgten. Bei manchen Studien wurden hingegen ganze Herden oder einzelne Tiere über einen bestimmten Zeitraum verfolgt. Für wilde asiatische Elefantenherden konnten Laufdistanzen von 1 - 9 km/Tag beschrieben werden (Leighty et al., 2009). Wilde asiatische Elefantenbullen (adult) liefen 1 bis 14,4 km/Tag. Bullen in der Musth laufen meist weitere Distanzen, so wurden für diese Laufdistanzen von 2,8 bis 15 km/Tag gemessen (Clubb und Mason, 2002). Für Jungbullen in der Wildnis gibt es noch keine Vergleichsdaten. Die Laufdistanzen wilder Elefanten hängen demnach von der Verfügbarkeit an Nahrungs- und Wasservorkommen oder Sexualpartnern ab (Sukumar, 2003; Slotow und van Dyk, 2004). Laut einem Bericht des „Smithsonian National Zoo & Conservation Biology Institute“ legen wilde asiatische Elefanten in Myanmar etwa 1 - 6,4 km am Tag zurück. Afrikanische Elefanten legen auf ihrer Suche nach Nahrung und Wasser durchschnittlich weitere Strecken als ihre Verwandten in Asien zurück. Sie laufen durchschnittlich 3 bis 30 km am Tag (Désiré Foguekem, 2009; Slotow und van Dyk, 2004; Rothwell et al., 2011; Clubb und Mason, 2002). Von einer Herde afrikanischer Elefanten, mit einem Streifgebiet von über 2000 km² wurden ca. 6 bis 8 km am Tag abgelaufen (Désiré Foguekem, 2009). Auch für die gemessenen Strecken von anderen Zooelefanten, liegen noch wenige Daten vor, vor allem über 24h. Studien zu afrikanischen Elefanten zeigten Werte von 3 km während einer knapp 9 stündigen Beobachtung (Clubb und Mason, 2002). Auch für afrikanische Elefantenkühe wurden etwa 3,1 km in 12h verzeichnet (Reimers und Schmidt,

2001). Bei asiatischen Elefanten konnte anhand von Videoüberwachungen eine durchschnittliche Distanz von 9 km am Tag festgestellt werden, wobei der einzige adulte Bulle mit 6,2 km weniger lief, als die restlichen Elefantenkühe (Rowell, 2014). Bei einer Studie anhand von GPS-Daten zum Laufverhalten asiatischer sowie afrikanischer Elefantenkühe im San Diego Zoo wurden durchschnittliche tägliche Laufdistanzen von 3,9 km (*Elephas maximus*) bzw. 7,1 km (*Loxodonta africana*) festgestellt (Mackey, 2014). Die vier Jungbullen im Heidelberger Zoo liegen mit den durchschnittlich 6,4 km pro Tag also genau in der Spanne ihrer Artgenossen in der Wildnis, oder auch derer in anderen zoologischen Einrichtungen. Anhand der stündlich errechneten Strecken durch die GPS-Daten konnte für die Elefanten im Zoo ein Aktivitätsprofil erstellt werden (Abbildung 55). Außerdem wurden die gelaufenen Strecken in der Nacht (16:59 bis 07:00 Uhr), wenn keine Pfleger anwesend waren, mit den Distanzen vom Tag (07:01 bis 17:00 Uhr) verglichen. Nur Gandhi lief in der Nacht durchschnittlich weitere Strecken als am Tag. Seine Gruppenmitglieder, Tarak und Yadanar, liefen signifikant mehr am Tag. Ein Aktivitätsmaximum der Elefanten konnte zwischen 10:00 und 11:00 Uhr (0,45 km/h) und um 15:00 Uhr (0,48 km/h) festgestellt werden. Beide Maxima wurden während den Zeiten ermittelt, an denen sich die Tiere nur auf der Außenanlage bewegen konnten. Waren die Elefanten nur im Innengehege, wurde (außer in der Nacht) die geringste Aktivität festgestellt. In der Mittagszeit, zwischen 12:00 und 13:00 Uhr, sinkt die Aktivität der Tiere leicht ab (0,29 km/h). In dieser Zeit wurde die Außenanlage gereinigt und die Elefanten verbrachten die meiste Zeit im Innengehege mit Fressen, was die verringerte Aktivität natürlich erklärt. Auch gegen 16:00 bis 17:00 Uhr, vor Dienstschluss der Pfleger und bevor die Tore zum hergerichteten Innengehege geöffnet wurden, ist ein Tiefpunkt im Aktivitätsprofil zu erkennen. In den Abendstunden von 19:00 bis 00:00 Uhr tritt wieder vermehrt Aktivität auf.

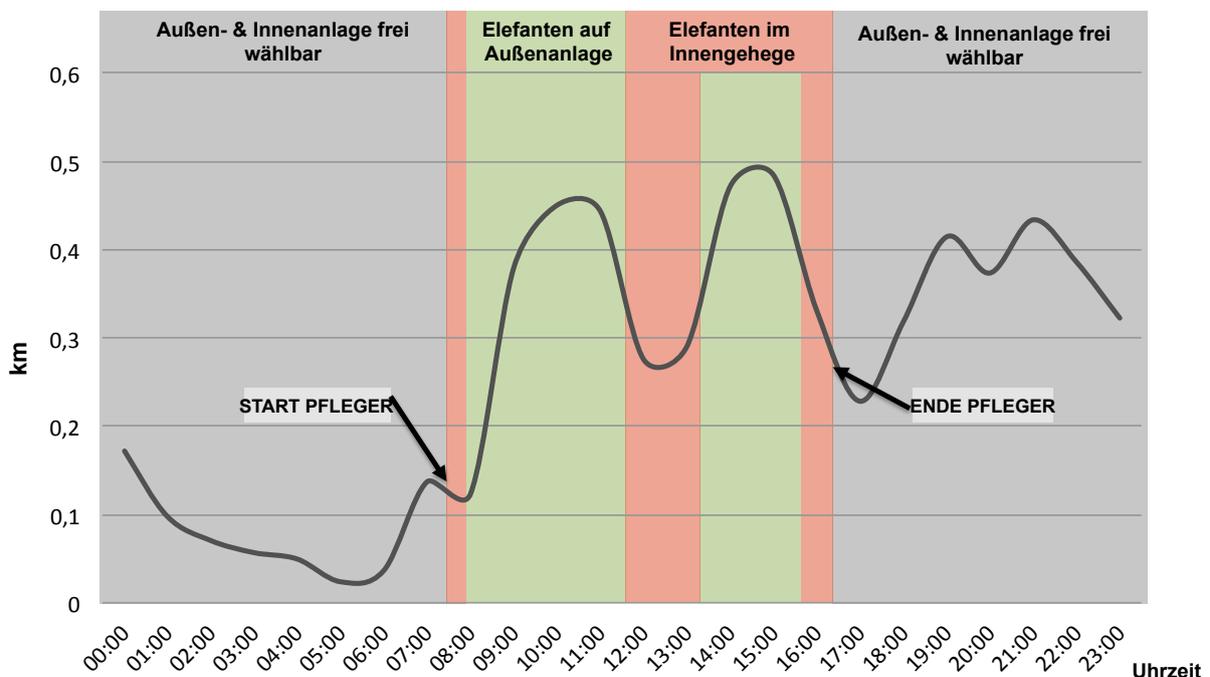


Abbildung 55: Aktivitätskurve aus dem Laufverhalten der vier asiatischen Elefantenbullen (*Elephas maximus*) im Zoo Heidelberg, welche anhand von GPS-Daten ermittelt wurde. Die stündliche Laufdistanz (in km) wurde aus dem Mittelwert von den Strecken der vier Elefanten gebildet. Angezeigt sind Ereignisse, welche das Laufverhalten beeinflussen können.

In dieser Zeit wurden die Tiere meist alleine auf der Außenanlage beobachtet, wenn sie ihre Runden drehten oder Sand- und Schlamm-bäder nahmen. Nachts haben die Jungbullen etwa 3 bis 5 Stunden geschlafen, wobei sie alle gemeinsam in einer Box lagen. Jüngere Elefanten schlafen in der Natur meistens länger als adulte Tiere, welche teilweise nur 2 Stunden schlafen (Stokes et al., 2017). Im Zoo Heidelberg wurde eine erste Schlafphase zwischen 01:00 und 02:00 Uhr beobachtet, mit einer kurzen Aktivitätsphase um 03:00 Uhr. Zwischen 04:00 und 06:00 Uhr wurde dann eine weitere Schlafphase mit wenig Bewegung gemessen oder beobachtet, bis um ca. 07:30 Uhr die Pfleger kamen. Nach einem morgendlichen Check und der Reinigung der Anlage konnten sie ins Freie. Auch für wilde asiatische Elefantenbullen wurden verschiedene Aktivitätsmaxima beobachtet. Ein erstes Aktivitätsmaximum haben sie um 08:00 Uhr. Ein weiteres wurde für sie zwischen 16:00 und 17:00 Uhr festgestellt. Die geringste Aktivität zeigten sie zur Mittagszeit gegen 12:00 Uhr (McKay, 1973). Somit legen wilde Elefanten die größten Strecken in den Morgenstunden oder am Nachmittag zurück und Mittags legen sie eine Ruhephase ein (Reimers und Schmidt, 2001). Diese Beobachtungen wilder Elefanten entsprechen in etwa denen der Jungbullen im Zoo Heidelberg. Jedoch ist hier das Aktivitätsprofil stark durch den Arbeitsalltag der Tierpfleger beeinflusst. Das wurde auch bei der Raumnutzungsanalyse festgestellt. Die Tiere hielten sich dabei vermehrt an Plätzen mit Futter auf. Beispielsweise an den Heunetzen, die in den Bereichen „Steine“ und „Altes Elefantenhaus & Sand“ aufgehängt wurden, konnten die Vier am häufigsten gesehen werden. Aber auch am „Futtertor“ hielten sie sich auf, da dort meistens frisches Gras oder Heu versteckt war. Zum Ruhen bevorzugten die Elefanten die Torbereiche, dort konnten sie sich an die Hauswand lehnen und sonnen.

Da die Natur oft als Maßstab für die Haltungsbedingungen von Zoos genutzt wird, zeigen die Ergebnisse dieser Studie an den Heidelberger Elefanten, dass auch in Menschenobhut gehaltene Tiere vergleichbare Verhaltensweisen zeigen und ähnliche Laufdistanzen zurücklegen können, wie sie in der Wildnis beobachtet wurden.

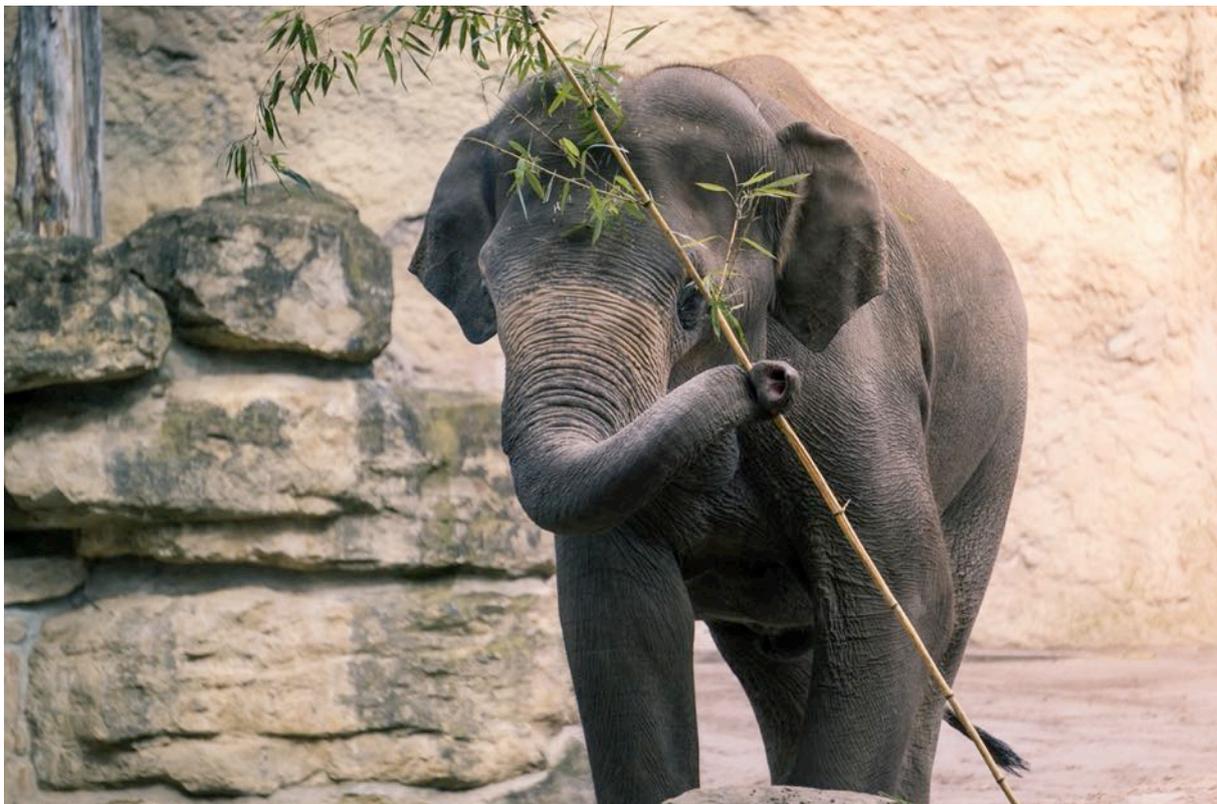
4.4 Fazit

Beim (Sozial-) Verhalten spielen besonders individuelle Charaktereigenschaften der Tiere eine große Rolle (Lee, 2012). Während dieser Studie konnten auch für die einzelnen Jungbullen im Zoo Heidelberg unterschiedliche Charaktereigenschaften identifiziert werden. Der Zusammenschluss junger Elefantenbullen ist eine wichtige Phase im Leben der Tiere, in der sie wichtige Verhaltensweisen für das spätere Bullenleben voneinander lernen können. Beispielsweise durch spielerische Kämpfe mit den gleichaltrigen Tieren, kann die eigene Kraft trainiert und der Umgang mit Konfliktsituationen besser gelernt werden. So diente der „Isolations-Assoziations-Index (IAI)“, der „Sender-Empfänger-Index (SEI)“ und der „Assoziations-Index (AI)“ als Indikator für Merkmale der Geselligkeit und der Kontaktfreudigkeit. Außerdem konnte eine Aussage zur Rangordnung und der Gruppendynamik gemacht werden. Auch die bevorzugten Assoziationspartner und die an diese gesendeten Verhaltensweisen konnten bestimmt werden. Die beobachteten Häufigkeiten, an denen vermehrt Tarak und Gandhi bzw. Yadanar und Ludwig zusammen gesehen wurden, entsprachen den Erwartungen, dass sich Jungbullen häufiger in der Nähe von gleichaltrigen aufhalten. Es konnte gezeigt werden, dass die Gruppendynamik und Sozialstruktur innerhalb der Jungbullengruppe intakt ist. Die Haltungsform im Zoo Heidelberg gibt den Elefanten somit die Möglichkeit, unter naturnahen Bedingungen aufzuwachsen.

Die folgenden Abschnitte sollen nochmal kurz alle Beobachtungen zu jedem Elefanten des Heidelberger Zoos beschreiben:

TARAK

Tarak ist mit 13 Jahren der älteste Elefant in der Jungbullen­gruppe des Zoo Heidelberg. Er ist seit der Gründung der „Heidelberger Jungbullen-WG“ 2010 in Heidelberg. Obwohl er der Älteste der Gruppe ist, steht er nicht an oberster Stelle der Rangordnung. Er zeichnet sich durch einen eher ruhigen und freundlichen Charakter aus. Außerdem ist er sehr neugierig und kommt als Erster zu den Pflegern, wenn diese hinter den Toren arbeiten. Aufgrund seines Charakters, hätte er sich laut den Pflegern „auch gut als Elefantenkuh geeignet“, denn seine soziale Art wird sonst eher weiblichen Elefanten zugeschrieben. Die Ergebnisse zu seinem Sozialverhalten zeigen, dass er im Gegensatz zu den übrigen Elefanten eher mit einem anderen Artgenossen assoziiert war. Der Wert seines IAI lag bei 0,02, somit kann er als „neutraler“ Elefant bezeichnet werden. 51% der Beobachtungszeit hielt er sich in der Nähe eines Artgenossen auf. Sein bevorzugter Assoziationspartner war Gandhi, ca. 46% seiner Assoziationszeit verbrachte er bei ihm. Mit den beiden jüngeren Tieren hatte er weniger zu tun. Tarak war der kontaktfreudigste Elefant der Gruppe, mit durchschnittlich 7,6 Sozialkontakten pro Stunde. Aufgrund des für ihn ermittelten SEI von 0,08 kann er als „Sendertyp“ bezeichnet werden. Die meisten seiner Sozialkontakte waren gegenüber Gandhi freundlich. An Yadanar und Ludwig sendete er hauptsächlich neutrales oder dominantes Verhalten. Neben dem Fressen, verbrachte Tarak viel Zeit mit dem Lokomotionsverhalten (29% des Gesamtverhaltens). Dies konnte auch an den GPS-basierten Laufdistanzen erkannt werden. Mit durchschnittlich 7,3 km pro Tag ist er signifikant weiter gelaufen, als seine Artgenossen. Sein Aktivitätsmaximum konnte am Nachmittag gemessen werden, dabei lief er 0,7 km pro Stunde. Die für ihn gemessenen täglichen Strecken variierten von 5,8 km bis maximal 8,7 km.



GANDHI

Gandhi kam etwa ein Jahr nach Tarak nach Heidelberg. Obwohl er jünger als dieser ist, steht er an der Spitze der Hierarchie in der Jungbullen­gruppe. Dies lässt sich auf seine dominante, teils aggressive Art gegenüber seinen Artgenossen zurückführen. Der Großteil seines gesendeten Sozialverhaltens war dominant. Dieses richtete sich vor allem gegen Yadanar. Gandhi war öfter isoliert, als assoziiert. Die Analyse seines Sozialverhaltens anhand des „Isolations-Assoziations-Index“ (IAI = - 0,09) oder „Assoziations-Index“ (AI) zeigen einen eher einzelgängerischen Typ. Tarak war mit 51% sein bevorzugter Assoziationspartner, gefolgt von Ludwig (33%), welcher oft mit ihm beim Sparring beobachtet wurde. Mit Yadanar hatte er über den gesamten Beobachtungszeitraum wenig zu tun. Während die Werte des „Sender-Empfänger-Index“ (SEI) gegenüber Ludwig und v.a. Tarak negativ waren, er also mehr Interaktionen von ihnen bekam als er an diese richtete, war der SEI gegenüber Yadanar positiv (0,37). Das heißt, er sendete häufiger Sozialkontakte an ihn, als Yadanar an Gandhi. Dabei konnten aber hauptsächlich dominante Verhaltensweisen, wie Stoßen, Beißen oder Schlagen mit dem Rüssel beobachtet werden, um ihn zu vertreiben. Gandhis „Time-Budget“ zeigte, dass neben dem Fressen, das Ruhen sein bevorzugtes Verhalten war.

Die Analysen seines Laufverhaltens anhand der GPS-Messungen zeigten eine durchschnittliche Laufdistanz von 5,6 km in 24 Stunden. Damit lief er knapp 1,7 km am Tag weniger als Tarak. Er war der einzige Elefant der Jungbullen­gruppe, welcher in der Nacht weitere Distanzen zurücklegte als am Tag. Seine gemessenen Strecken reichten von 4,8 km bis 6,8 km. Vor allem bei ihm konnte ein leichter Zusammenhang zwischen der Tagestemperatur und dem Laufverhalten festgestellt werden. Sein Aktivitätsmaximum konnte gegen 21:00 Uhr verzeichnet werden (0,4 km/h).



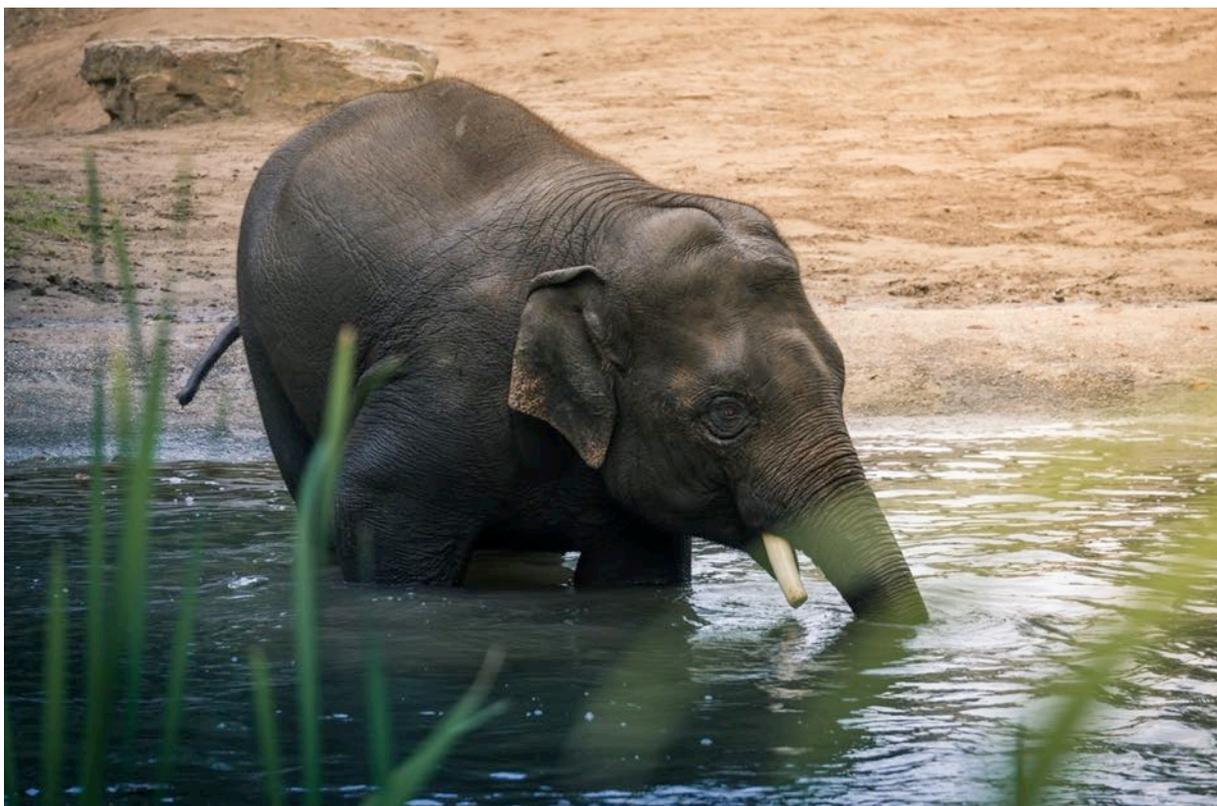
YADANAR

Das dritte Herdenmitglied heißt „Khin Yadanar Min“. Er ist acht Jahre alt und kam im September 2014 nach Heidelberg. Er steht in der Rangordnung unter Tarak, aber noch vor Ludwig. Bei ihm wurde öfter beobachtet, wie er versuchte, Tarak von einem Futterplatz zu verdrängen und somit in der Rangordnung nach oben zu kommen. Dieses Verhalten trat vermehrt zu Beginn und zum Schluss der Beobachtungen auf. Aufgrund des Alters und dem Größen- bzw. Gewichtsunterschied von etwa 1t gegenüber Tarak konnte er meist nicht gegen ihn gewinnen. Es kann sein, dass er durch diesen Charakter nicht der beliebteste Assoziationspartner bei seinen Gruppenmitgliedern ist. Sein IAI liegt bei knapp -0,3, denn Yadanar war während der Beobachtungen zu 64% nicht mit einem anderen Elefanten assoziiert. Auch sein Wert für den „Sender-Empfänger-Index“ war gegenüber allen Elefanten negativ (SEI: -0,18). Yadanar sendete mit durchschnittlich 5,1 SK/h die wenigsten Sozialkontakte der Jungbullen, wobei diese meistens an Ludwig gerichtet waren. Mit Ludwig wurde Yadanar am häufigsten beobachtet. Sein Senderverhalten zeigte signifikante Unterschiede in Bezug des Empfängers. An Tarak wurden vermehrt dominante Verhaltensweisen gesendet. Gegenüber Gandhi hauptsächlich subordinant-defensive. Die von Yadanar an Ludwig gesendeten Verhaltensweisen waren fast zu gleichen Teilen freundlich, dominant oder neutral. Yadanar lief mit durchschnittlich 6,99 km am Tag signifikant mehr als Gandhi und Ludwig. Nur Tarak lief weitere Distanzen als er. Durch seine Versuche, in der Rangordnung aufzusteigen, konnten v.a. in diesen Zeiten (Messung 7&8) die weitesten Strecken von etwa 9,1 km gemessen werden.



LUDWIG

Ludwig ist mit seinen sechs Jahren das jüngste Mitglied der Jungbullen-WG des Zoo Heidelberg und kam 2015 aus München. Wegen seiner anfangs frechen Art, wurde er schnell von Gandhi in die Schranken gewiesen. Ludwig ist ein eher gemütlicher und lauffauler Elefant, der mit all seinen Artgenossen gut zurecht kommt. So konnte oftmals beobachtet werden, dass er mit Gandhi fressen durfte, während Yadanar vertrieben wurde. Obwohl er zu den beiden älteren Tieren eine bessere Beziehung hat als Yadanar, steht er noch auf dem letzten Rang der Hierarchie. Während der Beobachtungen war Ludwig zu knapp 44% mit einem anderen Elefanten assoziiert (IAI: -0.13). Ludwigs bevorzugter Assoziationspartner war während des gesamten Beobachtungszeitraums Yadanar. Mit Gandhi wurde er vor allem zu Beginn der Beobachtungen (Wochen 1-9) gesehen, während er gegen Ende auch vermehrt im Assoziationsradius von Tarak zu beobachten war. Er empfing von all seinen Artgenossen etwa gleich häufig Sozialkontakte, wie er sie auch an diese sendete. Sein „Sender-Empfänger-Index“ ist daher im neutralen Bereich (SEI: 0,01). An Yadanar (6 SK/h) und Gandhi (7,8 SK/h) richtete Ludwig die meisten seiner Sozialkontakte. Ludwigs gesendete Sozialkontakte waren gegenüber Tarak und Gandhi hauptsächlich freundlich. An Yadanar richtete er etwa gleich häufig dominante und freundliche Verhaltensweisen. Ludwigs eher gemütlicher Charakter zeigt sich auch in seinem erstellten „Time-Budget“ und bei den gemessenen Laufstrecken. Die GPS-Messungen über je 24 Stunden ergaben für ihn eine mittlere Laufdistanz von 5,5 km am Tag. Seine Messwerte lagen zwischen 4,9 km und maximal 7,1 km. Um 14:00 Uhr konnte bei ihm ein Aktivitätsmaximum von 0,48 km pro Stunde gemessen werden. Im Vergleich zu den anderen Jungbullen lief Ludwig in der Nacht am wenigsten, was auch an seinem Alter liegen kann.



5. Literatur- und Abbildungsverzeichnis

- Adams J und Berg JK. (1980) Behavior of female African elephants (*Loxodonta africana*) in captivity. *Applied Animal Behaviour Science* 6: 257-276.
- Altmann J. (1974) Observational Study of Behavior: Sampling Methods. *Behaviour* 49: 227-266.
- Archie EA, Hollister-Smith JA, Poole JH, et al. (2007) Behavioural inbreeding avoidance in wild African elephants. *Molecular Ecology* 16: 4138-4148.
- Archie EA, Morrison TA, Foley CAH, et al. (2006) Dominance rank relationships among wild female African elephants, *Loxodonta africana*. *Animal Behaviour* 71: 117-127.
- Arndt J. (2014) Social behaviour and social play in a group of young Asian elephant bulls (*Elephas maximus* L.) in a zoo. *Masterarbeit*. Karlsruhe: KIT.
- B. Smith B und Hutchins M. (2000) The value of captive breeding programmes to field conservation: elephants as an example. *Pachyderm* 28: 101-109.
- Baker I und Kashio M. (2002) Giants on our Hands. *Proceedings of the international workshop on the domesticated asian elephant*.
- Baskaran N, Kannan G, Anbarasan U, et al. (2013) A landscape-level assessment of Asian elephant habitat, its population and elephant-human conflict in the Anamalai hill ranges of southern Western Ghats, India. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde* 78: 470-481.
- Ben-Dor M, Gopher A, Hershkovitz I, et al. (2011) Man the Fat Hunter: The Demise of *Homo erectus* and the Emergence of a New Hominin Lineage in the Middle Pleistocene (ca. 400 kyr) Levant. *PLOS ONE* 6: e28689.
- Blake H. (2004) Sinking the Flagship: the Case of Forest Elephants in Asia and Africa. *Conservation Biology* 18: 1191-1292.
- Blake S, Douglas-Hamilton I und Karesh WB. (2001) GPS telemetry of forest elephants in Central Africa: results of a preliminary study. *African Journal of Ecology* 39: 178-186.
- Blanc J. (2008) *Loxodonta africana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T12392A3339343.
- BMEL. (2014) Neue Mindestanforderungen an die Elefantenhaltung – Säugetiergutachten 2014 Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.
- Bohrer G, Beck PSA, Ngene SM, et al. (2014) Elephant movement closely tracks precipitation-driven vegetation dynamics in a Kenyan forest-savanna landscape. *Movement Ecology* 2: 2.
- Bradbury JW und Vehrencamp S. (2014) Complex behavior can also emerge from simple linear interactions. A reply to Ramos-Fernández and Boyer (2014). *Behavioral Ecology* 25: e1016-e1017.
- Bunney K, William B und Henley M. (2017) Seed dispersal kernel of the largest surviving megaherbivore-the African Savanna Elephant. *Biotropica* 49: 395-401.
- Burghardt GM. (2010) The Comparative Reach of Play and Brain Perspective, Evidence, and Implications. *American Journal of Play*: 338-356.
- Burks KD, Mellen JD, Miller GW, et al. (2004) Comparison of two introduction methods for African elephants (*Loxodonta africana*). *Zoo Biology* 23: 109-126.
- Campos-Arceiz A und Blake S. (2011) Megagardeners of the forest – the role of elephants in seed dispersal. *Acta Oecologica* 37: 542-553.
- Chance MRA. (1996) Reason for externalization of the testis of mammals. *Journal of Zoology* 239: 691-695.

- Chang TR, Forthman DL und Maple TL. (1999) Comparison of confined mandrill (*Mandrillus sphinx*) behavior in traditional and “ecologically representative” exhibits. *Zoo Biology* 18: 163-176.
- Chang’a A, N. dS, J. M, et al. (2016) Scaling-up the use of chili fences for reducing human-elephant conflict across landscapes in Tanzania. *Tropical Conservation Science* Vol. 9 (2): 921-930.
- Chelliah K und Sukumar R. (2013) The role of tusks, musth and body size in male–male competition among Asian elephants, *Elephas maximus*. *Animal Behaviour* 86: 1207-1214.
- Choudhury A. (1999) Status and conservation of the Asian Elephant *Elephas maximus* in north-eastern India. *Mammal Review* 29: 141-173.
- Choudhury A, Choudhury L, Kurt F, et al. (2008) *Elephas maximus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008. In: Group ISAES (ed) *IUCN SSC Asian Elephant Specialist Group*.
- Choudhury I. (1995) History of elephants in captivity in India and their use: An overview. *Gajah* 14: 28-31.
- CITES. (2017) Status of Elephant Populations, Levels of Illegal Killing and the Trade in Ivory: A Report to the CITES Standing Committee.
- Clubb R und Mason G. (2002) A review of the welfare of zoo elephants in Europe: A Report Commissioned by the RSPCA. Animal Behaviour Research Group, Department of Zoology, University of Oxford.
- Clutton-Brock T und Huchard E. (2013) Social competition and its consequences in female mammals. *Journal of Zoology* 289: 151-171.
- Dale RHI. (2010) Birth statistics for African (*Loxodonta africana*) and Asian (*Elephas maximus*) elephants in human care: history and implications for elephant welfare. *Zoo Biology* 29: 87-103.
- Davies G. (2008) *Der Elefant - Gigant des Tierreichs*, Bath: Parragon Books.
- de Silva S, Schmid V und Wittemyer G. (2017) Fission–fusion processes weaken dominance networks of female Asian elephants in a productive habitat. *Behavioral Ecology* 28: 243-252.
- de Silva S, Webber CE, Weerathunga US, et al. (2013) Demographic Variables for Wild Asian Elephants Using Longitudinal Observations. *PLOS ONE* 8: e82788.
- Désiré Foguekem MNT, Mathew LeBreton, Pierre Ngassam, Mike Loomis. (2009) Changes in elephant movement and home ranges in the Waza region, Cameroon. *Academic Journals* Vol.4 (12): pp. 1423-1431.
- Douglas-Hamilton I, Krink T und Vollrath F. (2005) Movements and corridors of African elephants in relation to protected areas. *Naturwissenschaften* 92: 158-163.
- Doyle R. (2006) Comments of In Defense of Animals on USDA Docket No. APHIS-2006-0044 “Captive Elephant Welfare”.
- EEG. (2017) 35 Jahre geschützter Kontakt - Leitartikel der EEG. *Elefanten in Zoo und Circus - Das Elefanten-Magazin* 31: 12-19.
- Emlen ST und Oring LW. (1977) Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science* 197: 215-223.
- Endo H, Hayashi Y, Komiya T, et al. (2001) Muscle Architecture of the Elongated Nose in the Asian Elephant (*Elephas maximus*). *Journal of Veterinary Medical Science* 63: 533-537.
- Endres. (2009) Haltungssysteme von Elefanten in Europa - ein Vergleich. *Elefanten in Zoo und Circus - Das Elefanten-Magazin* 15: 52-56.
- Evans KE und Harris S. (2008) Adolescence in male African elephants, *Loxodonta africana*, and the importance of sociality. *Animal Behaviour* 76: 779-787.

- Fernando P und Lande R. (2000) Molecular genetic and behavioral analysis of social organization in the Asian elephant (*Elephas maximus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 48: 84-91.
- Fernando P, Vidya TN, Payne J, et al. (2003) DNA analysis indicates that Asian elephants are native to Borneo and are therefore a high priority for conservation. *PLoS Biol* 1: E6.
- Fowler ME und Mikota SK. (2006) *Biology, Medicine, and Surgery of Elephants*. 1 ed. Oxford: Blackwell Publishing.
- Garaï ME und Kurt F. (2006) Sozialisation und das Wohlbefinden der Elefanten. *Zeitschrift des Kölner Zoo* 2.
- Garstang M, Davis RE, Leggett K, et al. (2014) Response of African elephants (*Loxodonta africana*) to seasonal changes in rainfall. *PLoS One* 9: e108736.
- Garstang M, Larom D, Raspel R, et al. (1995) Atmospheric controls on elephant communication. *The Journal of Experimental Biology* 198: 939-951.
- Goerke B, Fleming L und Creel M. (1987) Behavioral changes of a juvenile gorilla after a transfer to a more naturalistic environment. *Zoo Biology* 6: 283-295.
- Gopala A, Hadian O, Sunarto, et al. (2011) *Elephas maximus* ssp. *sumatranus*. . *The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T199856A9129626*.
- Gurusamy V, Tribe A und Phillips CJC. (2014) Identification of major welfare issues for captive elephant husbandry by stakeholders. *Animal Welfare* 23: 11-24.
- Hambrecht S. (2012) Gruppendynamik bei jungen Asiatischen Elefantenbullen (*Elephas maximus* L.) im Zoo Heidelberg – Integration eines Neulings in eine bestehende Herde. *Diplomarbeit*. Julius-Maximilians Universität Würzburg.
- Hambrecht S und Reichler S. (2013) Group Dynamics of Young Asian Elephant Bulls (*Elephas maximus* Linnaeus, 1758) in Heidelberg Zoo – Integration of a Newcomer in an Established Herd. *Der Zoologische Garten* 82: 267-292.
- Harris M, Sherwin C und Harris S. (2008) The Welfare, Housing and Husbandry of Elephants in UK Zoos. *Report University of Bristol*.
- Hermes R, Görnitz F, Streich WJ, et al. (2007) Assisted Reproduction in Female Rhinoceros and Elephants – Current Status and Future Perspective. *Reproduction in Domestic Animals* 42: 33-44.
- Hittmair KM und Vielgrader HD. (2000) Radiographic Diagnosis of Lameness in African Elephants (*Loxodonta Africana*). *Veterinary Radiology & Ultrasound* Vol. 41: 511-515.
- Hohneder N. (2014) *Verhaltensbeobachtungen an zwei Asiatischen Elefanten-Jungbullen (Elephas maximus) unter Zoohaltung und Vergleich der Cortisolwerte in Speichel und Kot*, Giessen: VVB Laufersweiler Verlag.
- Horova E, Brandlova K und Glonekova M. (2015) The first description of dominance hierarchy in captive giraffe: not loose and egalitarian, but clear and linear. *PLoS One* 10: e0124570.
- Hutchins M. (2006) Variation in nature: its implications for zoo elephant management. *Zoo Biology* 25: 161-171.
- Johnson EW und Rasmussen L. (2002) Morphological characteristics of the vomeronasal organ of the newborn Asian elephant (*Elephas maximus*). *The Anatomical Record* 267: 252-2599.
- K Mohapatra K, K Patra A und Paramanik D. (2013) *Food and feeding behaviour of Asiatic elephant (Elephas maximus Linn.) in Kuldiha Wild Life Sanctuary, Odisha, India*.
- King LE SJ, Douglas-Hamilton I, Savage A, Vollrath F. (2010) Bee Threat Elicits Alarm Call in African Elephants. . *PLoS ONE* 5(4): e10346.
- Kleinman D, Thompson KV und Baer CK. (2010) *Wild mammals in captivity - Principles and techniques*. Chicago: Chicago Press.

- Kreger M und Mench J. (1996) *Ethical and welfare issues associated with keeping wild mammals in captivity.*
- Kumar MA, Mudappa, D. and Raman, T. R. S. . (2010) Asian elephant *Elephas maximus* habitat use and ranging in fragmented rainforest and plantations in the Anamalai Hills, India. *Tropical Conservation Science* Vol. 3 (2): 143-158.
- Kurt F und Khyane UM. (2003) Guidelines for the management of captive Asian elephants and the possible role of the IUCN. SSC Asian Elephant Specialist Group.
- Langbauer WRJ. (2000) Elephant Communication. *Zoo Biology* 19: 425–445
- Lee PC, & Moss, C. J. (2012) Wild female African elephants (*Loxodonta africana*) exhibit personality traits of leadership and social integration. *Journal of Comparative Psychology*, 123(3): 224-232.
- Lee PC, Moss, Cynthia J. (2014) African Elephant Play, Competence and Social Complexity. *Animal Behavior and Cognition* 2: 144.
- Leggett K. (2010) Daily and hourly movement of male desert-dwelling elephants. *African Journal of Ecology* 48: 197-205.
- Leighty KA, Soltis J und Savage A. (2010) GPS assessment of the use of exhibit space and resources by African elephants (*Loxodonta africana*). *Zoo Biology* 29: 210-220.
- Leighty KA, Soltis J, Wesolek CM, et al. (2009) GPS determination of walking rates in captive African elephants (*Loxodonta africana*). *Zoo Biology* 28: 16-28.
- Linn S. (2011) Verhalten Asiatischer Elefanten (*Elephas maximus*) in einer Jungbullenherde im Zoo Heidelberg. *Bachelorarbeit*. Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.
- Loarie SR, Aarde RJV und Pimm SL. (2009) Fences and artificial water affect African savannah elephant movement patterns. *Biological Conservation* 142: 3086-3098.
- M. Garai FK. (2006) Sozialisation und das Wohlbefinden der Elefanten. *Zeitschrift des Kölner Zoo* 49: 85 - 96.
- Mackey AD. (2014) Effects of Animal Management Changes on the Activity Budgets and Walking Rates of Zoo Elephants. *PhD Thesis*. University of Southern Mississippi.
- Martin P und Bateson P. (2007) *Measuring Behavior - An introductory guide*: Cambridge Press.
- McKay GM. (1973) Behavior and Ecology of the Asiatic Elephant in Southeastern Ceylon. *Smithsonian Institution Press* No. 125.
- Miller B, Conway W, Reading RP, et al. (2004) Evaluating the Conservation Mission of Zoos, Aquariums, Botanical Gardens, and Natural History Museums
- Evaluación de la Misión de Conservación de Zoológicos, Acuarios, Jardines Botánicos o Museos de Historia Natural. *Conservation Biology* 18: 86-93.
- Naguib M. (2006) *Methoden der Verhaltensbiologie*, Berlin, Heidelberg: Springer.
- Nikaido M, Nishihara H, Hukumoto Y, et al. (2003) Ancient SINEs from African endemic mammals. *Molecular Biology and Evolution* 20: 522-527.
- O'Connell-Rodwell CE, Arnason BT und Hart LA. (2000) Seismic properties of Asian elephant (*Elephas maximus*) vocalizations and locomotion. *The Journal of the Acoustical Society of America* 108: 3066-3072.
- O'Connell-Rodwell CE, Wood JD, Wyman M, et al. (2012) Antiphonal vocal bouts associated with departures in free-ranging African elephant family groups (*Loxodonta africana*). *Bioacoustics* 21: 215-224.
- Parker GA. (1974) Assessment Strategy and the Evolution of Fighting Behaviour. *Journal of Theoretical Biology* 47: 223-243.
- Payne KB, Langbauer Jr WR und Thomas EM. (1986) Infrasonic Calls of the Asian Elephant. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 18: 297-301.
- Poole J und Granli P. (2009) Mind and Movement: Meeting the Interests of Elephants. *Amboseli Trust for Elephants and ElephantVoices*.

- Poole JH, Payne K, Langbauer WR, et al. (1988) The social contexts of some very low frequency calls of African elephants. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 22: 385-392.
- Power RJ und Shem Compion RX. (2009) Lion Predation on Elephants in the Savuti, Chobe National Park, Botswana. *African Zoology* 44: 36-44.
- Proctor CM und Brown JL. (2014) A preliminary analysis of the influence of handling method on adrenal activity in zoo African and Asian elephants. *Journal of Zoo and Aquarium Research* 3: 1-5.
- Quick DLF. (1984) An integrative approach to environmental engineering in zoos. *Zoo Biology* 3: 65-77.
- Rasmussen LEL. (1998) Chemical communication: An integral part of functional Asian elephant (*Elephas maximus*) society. *Écoscience* 5: 410-426.
- Rasmussen LEL und Munger BL. (1996) The Sensorineural Specializations of the Trunk Tip (Finger) of the Asian Elephant, *Elephas maximus*. *The Anatomical Record* 246: 127-134.
- Rees PA. (2001) Asian elephants (*Elephas maximus*) dust bathe in response to an increase in environmental temperature. *Journal of Thermal Biology* 27: 353-358.
- Rees PA. (2009) Activity budgets and the relationship between feeding and stereotypic behaviors in Asian elephants (*Elephas maximus*) in a Zoo. *Zoo Biology* 28: 79-97.
- Reimers M und Schmidt K. (2001) Daily activities and home ranges in wild Asian elephants of the Uda Walawe National Park (Sri Lanka). In: Schwammer H, Foose TJ, Fouraker M, et al. (eds) *A Research Update on Elephants and Rhinos - Proceedings of the International Elephant and Rhino Research Symposium*. Wien: Schöningh Verlag, Münster.
- Roca AL, Georgiadis N, Pecon-Slattery J, et al. (2001) Genetic Evidence for Two Species of Elephant in Africa. *Science* 293: 1473-1477.
- Rooft A und Oosterhuis J. (2008) Foot Care for Captive Elephants. *The Elephant's Foot*. Iowa State University Press, 19-52.
- Rothwell ES, Bercovitch FB, Andrews JR, et al. (2011) Estimating daily walking distance of captive African elephants using an accelerometer. *Zoo Biology* 30: 579-591.
- Rowell Z. (2014) Locomotion in captive Asian elephants (*Elephas maximus*). *Journal of Zoo and Aquarium Research* 2: 130-135.
- Schmid J. (2006) *Verhalten Asiatischer Elefanten (Elephas maximus) im Zoo und Zirkus: Indikatoren für deren Befindlichkeit*, Münster: Schöningh Verlag.
- Scott N. (2002) Chemical Communication and Musth in Captive Male Elephants. *Masterthesis*. Portland State University.
- Shannon G, Druce DJ, Page BR, et al. (2008) The utilization of large savanna trees by elephant in southern Kruger National Park. *Journal of Tropical Ecology* 24: 281-289.
- Shoshani J. (1998) Understanding proboscidean evolution: a formidable task. *Trends in Ecology & Evolution* 13: 480-487.
- Shoshani J und Eisenberg JF. (1982) *Elephas maximus*. *Mammalian Species*: 1-8.
- Shoshani J und Tassy P. (2005) Advances in proboscidean taxonomy & classification, anatomy & physiology, and ecology & behavior. *Quaternary International* 126-128: 5-20.
- Silva Sd, Ranjewa AD und Kryazhimskiy S. (2011) The dynamics of social networks among female Asian elephants. *BMC Ecology*.
- Silva Sd und Wittemyer G. (2012) A Comparison of Social Organization in Asian Elephants and African Savannah Elephants. *Springer Science+Business Media*.
- Slotow R und van Dyk G. (2001) Role of delinquent young "orphan" male elephants in high mortality of white rhinoceros in Pilanesberg National Park, South Africa. *Koedoe* 44: 85-94.

- Slotow R und van Dyk G. (2004) Ranging of older male elephants introduced to an existing small population without older males: Pilanesberg National Park *Koedoe* 47: 91–104.
- Slotow R, van Dyk G, Poole J, et al. (2000) Older bull elephants control young males. *Nature* 408: 425–426.
- Soltis J und Brown JL. (2010) Special issue – The Care and Welfare of Elephants in AZA Institutions. *Zoo Biology* 29: 85–86.
- Springer MS, Cleven GC, Madsen O, et al. (1997) Endemic African mammals shake the phylogenetic tree. *Nature* 388: 61.
- Stanhope MJ, Madsen O, Waddell VG, et al. (1998) Highly congruent molecular support for a diverse superordinal clade of endemic African mammals. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 9: 501–508.
- Stoeger AS, Mietchen D, Oh S, et al. (2012) An Asian elephant imitates human speech. *Current Biology* 22: 2144–2148.
- Stokes H, Perera V, Jayasena N, et al. (2017) Nocturnal behavior of orphaned Asian elephant (*Elephas maximus*) calves in Sri Lanka. *Zoo Biology* 36: 261–272.
- Storch V und Welsch U. (2004) *Systematische Zoologie*, Heidelberg: Spektrum Verlag.
- Suba RB, Beveridge NGP, Kustiawan W, et al. (2017) Foraging ecology and diet of Bornean elephants (*Elephas maximus borneensis*) in the Sebuk forest area, North Kalimantan Province of Indonesia: Do the choices matter? *Integrative Zoology* <http://dx.doi.org/10.1111/1749-4877.12283>.
- Sukumar R. (2003) *The Living Elephants: Evolutionary Ecology, Behavior, and Conservation*: Oxford University Press.
- Sukumar R. (2006) A brief review of the status, distribution and biology of wild Asian elephants. *The Zoological Society of London* 40: 1–8.
- Theuerkauf J und Ellenberg H. (2000) Movements and defaecation of forest elephants in the moist semi-deciduous Bossematié Forest Reserve, Ivory Coast. *African Journal of Ecology* 38: 258–261.
- Thomas B, Holland JD und Minot EO. (2008) Elephant (*Loxodonta africana*) Home Ranges in Sabi Sand Reserve and Kruger National Park: A Five-Year Satellite Tracking Study. *PLoS ONE* 3: e3902.
- Thomas B, Holland JD und Minot EO. (2012) Seasonal home ranges of elephants (*Loxodonta africana*) and their movements between Sabi Sand Reserve and Kruger National Park. *African Journal of Ecology* 50: 131–139.
- Vanitha V, Thiyaagesan K und Baskaran N. (2010) Daily routine of captive Asian elephants (*Elephas maximus*) in three management systems of Tamil Nadu, India and its implications for elephant welfare. *Journal of Scientific Transactions in Environment and Technovation* 3: 116–122.
- Veasey J. (2006) Concepts in the care and welfare of captive elephants. *The Zoological Society of London*.
- Vidya TNC, Fernando P, Melnick DJ, et al. (2005) Population genetic structure and conservation of Asian elephants (*Elephas maximus*) across India. *Animal Conservation* 8: 377–388.
- Viljoen PJ. (1989) Spatial distribution and movements of elephants (*Loxodonta africana*) in the northern Namib Desert region of the Kaokoveld, South West Africa/Namibia. *Journal of Zoology* 219: 1–19.
- Vinod TR und Cheeran JV. (1997) *Activity time budget of Asian elephants (Elephas maximus L.) in Idukki Wildlife Sanctuary, Kerala, South India*.
- Walpole MJ und Leader-Williams N. (2002) Tourism and flagship species in conservation. *Biodiversity & Conservation* 11: 543–547.
- Weissengruber GE, Egger GF, Hutchinson JR, et al. (2006) The structure of the cushions in the feet of African elephants (*Loxodonta africana*). *Journal of Anatomy* 209: 781–792.

- West JB. (2001) Snorkel breathing in the elephant explains the unique anatomy of its pleura. *Respiratory Physiology* 126: 1-8.
- Wiese RJ. (2000) Asian elephants are not self-sustaining in North America. *Zoo Biology* 19: 299-309.

Abbildung 1: Vergleich eines asiatischen Elefanten (<i>Elephas maximus</i>) (links) und eines afrikanischen Elefanten (<i>Loxodonta africana</i>) (rechts). Fotos: Joel Satore / National Geographic Photo Ark	1
Abbildung 2: Links: Klippschliefer (<i>Procavia capensis</i>) im Zoo Hagenbeck, Rechts: Dugong (<i>Dugong dugon</i>) Foto: Julien Willem / Wikimedia Commons.....	3
Abbildung 3: Elefantenherde in der Wüste Namib. Foto: explorationsafrica.com.....	4
Abbildung 4: Zwei Jungbullen beim spielerischen Kampf („Sparring“) im Zoo Heidelberg. ..	6
Abbildung 5: Beispiele für die Beziehung zwischen Mensch und Elefant. Links: Für eine hinduistische Zeremonie bemalter Elefant. Foto: David Evison / Shutterstock.com. Rechts: Ein Mahaut wäscht seinen Elefanten. Foto: Georgi Dimitrov/National Geographic Your Shot	7
Abbildung 6: Elfenbein - „Der Handel mit dem weißen Gold“. Links: <i>Loxodonta africana</i> mit Stoßzähnen. Foto: worldanimalnews.com. Rechts: Elfenbeinschnitzerei Foto: smithsonianmag.com.	8
Abbildung 7: Verteilung von <i>Elephas maximus</i> zu Beginn des 20. Jahrhunderts (hellrot) und im 21. Jahrhundert (rot). Foto: Sémhur / Wikimedia.....	9
Abbildung 8: Beispiele des Futter-Enrichments im Zoo Heidelberg. Links: Yadanar und Tarak an einer Heubox. Rechts: Gandhi beim Zerkleinern einer Zuckerrübe, die über die Anlage verteilt sind.	10
Abbildung 9: Oben: Tarak. Unten: Gandhi.....	13
Abbildung 10: Oben: Yadanar. Unten: Ludwig.....	14
Abbildung 11: Ludwig auf der Suche nach Äpfeln.	15
Abbildung 12: Yadanar beim Ruhen	16
Abbildung 13: Beispiele für Komfortverhalten. (Links: Schlammbad, Rechts: Baden)	16
Abbildung 14: Tarak beim Wittern.....	17
Abbildung 15: Jungbullen beim spielerischen Kampf (Gandhi stößt Yadanar).....	18
Abbildung 16: Beispielbilder zu „freundlichen“ Verhaltensweisen: A: Anlehnen, B: Rüsselspitzenkontakt Genitalregion C: Rüsselumwinden (gesenkt), D: Rüsselspitzenkontakt Maul (oft als Begrüßung), E: Betasten mit Fuß (ähnlich „Treten“ dominanter Verhaltensweisen), F: Aufsteigen, Hinlegen.	24
Abbildung 17: Beispielbilder zu „dominanten“ Verhaltensweisen: A: Sparring, B: Schlagen (mit Rüssel), C: Stoßen, D: Untertauchen (soziales Baden), E: Aufreiten, F: Beißen (in den Schwanz)	25
Abbildung 18: Beispielbilder zu „defensiv-subordinanten“ Verhaltensweisen: A: Fliehen, B: Zurückweichen, C: Anstehen, D: Nähern/Präsentieren, E: Erstarren, F: Fliehen durch den Wassergraben.....	26
Abbildung 19: „Checksheet“ oder Beobachtungsprotokoll: Spalten von Links nach Rechts: 1. Zeitpunkte der Datenaufnahme, 2. Beobachtetes Verhalten Durchgang 1 (D1), 3. Beobachtetes Verhalten Durchgang 2 (D2), 4. Kontinuierliche Aufnahme des Sozialverhaltens, 5. Assoziationspartner Durchgang 1 (D1), 6. Assoziationspartner Durchgang 2 (D2), 7. Raumnutzung Durchgang 1 (D1), 8. Raumnutzung (D2)	28
Abbildung 20: Bereiche der Außenanlage und Beobachtungspositionen (rotes X).	30
Abbildung 21: GPS-Training der Elefanten: A: Tarak beim Training, das Klebeband am Schwanz zu befestigen; B: Yadanar wird an die Fußkette gewöhnt; C und D: Anbringen der fertigen GPS-Fußbänder am Vorderfuß.....	33
Abbildung 22: GPS-Ortung und Steuerung/Überwachung auf dem Handy.....	34
Abbildung 23: Materialien der GPS- Fußketten: Oben: Feuerwehrschräume an den Fußumfang der einzelnen Elefanten angepasst. Unten von Links nach Rechts: 1. Metallplatten mit 12er Schraubengewinde zum Verschließen; 2. 12er Gewinde Edelstahl-	

Schrauben (Senker); 3. Hutmuttern; 4. Schäkel; 5. Hartplastikrohr zum Schutz des GPS-Geräts vor Stößen; 6. „Tractive“ GPS-Tracker; 7. Plastiktüten, um die GPS-Geräte vor Wasser zu schützen; 8. Benötigtes Werkzeug (Imbus-, Schraubenschlüssel, Klebeband)

.....	35
Abbildung 24: GPS-Tracking der Elefanten mit der Web-App von „Tractive“ und mögliche Fehlerquellen.....	36
Abbildung 25: Durchschnittliche Häufigkeiten der Verhaltenskategorien für die vier asiatischen Elefantenbullen Tarak (blau), Gandhi (grün); Yadanar (orange) und Ludwig (rot) im Zoo Heidelberg. Die Häufigkeiten ergeben sich aus dem Mittelwert der wöchentlichen Beobachtungen (BPW) über einen Zeitraum von 20 Wochen. Mit einem Kruksal-Wallis Test wurden die individuellen Verhaltensweisen auf signifikante Unterschiede überprüft (n=20). Waren signifikante Unterschiede im Verhalten zwischen den Individuen festzustellen, wurden diese mit den Buchstaben (a, b, c, d) gekennzeichnet. Unterschiedliche Buchstaben zeigen dabei einen signifikanten Unterschied an. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt.	39
Abbildung 26: Durchschnittliche Häufigkeiten der Verhaltenskategorien, die für den asiatischen Elefantenbullen „Tarak“, zu unterschiedlichen Zeitpunkten beobachtet wurden (Morgens: 08:00-10:30, Mittags: 12:15-14:00, Abends: 14:40-15:20 & 16:00-16:40). Die Häufigkeiten ergeben sich aus dem Mittelwert der wöchentlichen Beobachtungen (BPW) über einen Zeitraum von 20 Wochen. Mit einem Kruksal-Wallis Test wurden die Verhaltensweisen auf signifikante tageszeitliche Unterschiede überprüft (n=20). Waren signifikante Unterschiede im Verhalten festzustellen, wurden diese mit den Buchstaben (a, b, c) gekennzeichnet. Unterschiedliche Buchstaben zeigen dabei einen signifikanten Unterschied an. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt	40
Abbildung 27: Durchschnittliche Häufigkeiten der Verhaltenskategorien, die für den asiatischen Elefantenbullen „Gandhi“, zu unterschiedlichen Zeitpunkten beobachtet wurden (Morgens: 08:00-10:30, Mittags: 12:15-14:00, Abends: 14:40-15:20 & 16:00-16:40). Die Häufigkeiten ergeben sich aus dem Mittelwert der wöchentlichen Beobachtungen (BPW) über einen Zeitraum von 20 Wochen. Mit einem Kruksal-Wallis Test wurden die Verhaltensweisen auf signifikante tageszeitliche Unterschiede überprüft (n=20). Waren signifikante Unterschiede im Verhalten festzustellen, wurden diese mit den Buchstaben (a, b, c) gekennzeichnet. Unterschiedliche Buchstaben zeigen dabei einen signifikanten Unterschied an. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt.	41
Abbildung 28: Durchschnittliche Häufigkeiten der Verhaltenskategorien, die für den asiatischen Elefantenbullen „Yadanar“, zu unterschiedlichen Zeitpunkten beobachtet wurden (Morgens: 08:00-10:30, Mittags: 12:15-14:00, Abends: 14:40-15:20 & 16:00-16:40). Die Häufigkeiten ergeben sich aus dem Mittelwert der wöchentlichen Beobachtungen (BPW) über einen Zeitraum von 20 Wochen. Mit einem Kruksal-Wallis Test wurden die Verhaltensweisen auf signifikante tageszeitliche Unterschiede überprüft (n=20). Waren signifikante Unterschiede im Verhalten festzustellen, wurden diese mit den Buchstaben (a, b, c) gekennzeichnet. Unterschiedliche Buchstaben zeigen dabei einen signifikanten Unterschied an. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt.	42
Abbildung 29: Durchschnittliche Häufigkeiten der Verhaltenskategorien, die für den asiatischen Elefantenbullen „Ludwig“, zu unterschiedlichen Zeitpunkten beobachtet wurden (Morgens: 08:00-10:30, Mittags: 12:15-14:00, Abends: 14:40-15:20 & 16:00-16:40). Die Häufigkeiten ergeben sich aus dem Mittelwert der wöchentlichen Beobachtungen (BPW) über einen Zeitraum von 20 Wochen. Mit einem Kruksal-Wallis Test wurden die Verhaltensweisen auf signifikante tageszeitliche Unterschiede überprüft	

- (n=20). Waren signifikante Unterschiede im Verhalten festzustellen, wurden diese mit den Buchstaben (a,b,c) gekennzeichnet. Unterschiedliche Buchstaben zeigen dabei einen signifikanten Unterschied an. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt. 43
- Abbildung 30: Wöchentlicher Verlauf des Isolations-Assoziations Index für jeden Elefanten über 20 Wochen. Der IAI beruht auf der Anzahl an Messpunkten, an denen das Fokustier (FT) assoziiert bzw. isoliert war (absolute Häufigkeiten). Dabei konnten Werte von -1 bis +1 erreicht werden. Ein Wert zwischen -1 und -0,05 beschreibt einen eher einzelgängerischen Typ, der mehr isoliert als assoziiert war. Ein Wert zwischen -0,05 und +0,05 beschreibt einen neutralen Typ und ein Wert von über 0,05 bis +1 deutet auf einen geselligen Typen hin. 44
- Abbildung 31: Ergebnisse des Isolations-Assoziations-Index für jeden Elefanten über 20 Wochen. Dieser beruht auf der Anzahl an Messpunkten, an denen das Fokustier (FT) assoziiert bzw. isoliert war. Dabei konnten Werte von -1 bis +1 erreicht werden. Ein Wert zwischen -1 und -0,05 beschreibt einen eher einzelgängerischen Typ, der mehr isoliert als assoziiert war. Ein Wert zwischen -0,05 und +0,05 beschreibt einen neutralen Typ und ein Wert von über 0,05 bis +1 deutet auf einen geselligen Typen hin. (IAI: Formel 1). Signifikante Unterschiede („*“) zwischen sozialer „Isolation“ und „Assoziation“ wurden mit dem Wilcoxon Test überprüft (Signifikanzniveau $p < 0,05$). 44
- Abbildung 32: Verlauf des Assoziationsindex (AI) für jeden Elefanten und den jeweiligen Assoziationspartnern. Der Assoziationsindex kann Werte zwischen 0 (keine Assoziation) und 1,0 (komplette Assoziation) annehmen. Ein Wert von 0,5 bedeutet, dass die zwei Tiere genauso oft zusammen (im Assoziationsradius: 1-2 Elefantenlängen), wie auseinander gesehen wurden. (AI: Formel 2) 45
- Abbildung 33: Soziogramm aus den berechneten Werten des Assoziationsindex (AI). Es veranschaulicht die Beziehungen innerhalb der Gruppe. Die Stärke der Pfeile entspricht dabei der Größe des AI-Werts. Umso dicker der Pfeil, desto öfter wurden die beiden Individuen zusammen beobachtet. 46
- Abbildung 34: Unterschiede bei der Wahl des „Nearest-Neighbor“ für jede Paarung. Mit dem Mann-Whitney-U-Test wurden absoluten Häufigkeiten der jeweiligen Paarungen auf signifikante Unterschiede überprüft. Waren signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Paarungen festzustellen, wurden diese mit einer grünen Verbindung gekennzeichnet. Gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beobachteten Häufigkeiten zwischen den Paaren, wurde sie mit einer roten Verbindung gekennzeichnet. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt. 47
- Abbildung 35: Gesendete bzw. empfangene Sozialkontakte pro Stunde (SK/h) für jeden Elefanten. Oben: Anzahl an gesendeten Sozialkontakten pro Stunde von einem Elefanten (Sender) an alle anderen Individuen. Unten: Anzahl an empfangenen Sozialkontakten pro Stunde, die ein Elefant (Empfänger) von den restlichen Individuen erhalten hat. 48
- Abbildung 36: Verlauf des Sender-Empfänger Index (SEI) für jede mögliche Paarung in der Gruppe asiatischer Elefantenjungbullen im Zoo Heidelberg über 20 Wochen. Dieser zeigt an, ob es sich bei dem jeweiligen Tier um einen Sender-, Empfänger- oder Neutral-Typ handelt. Der SEI beruht auf der Anzahl an absoluten Häufigkeiten, an denen das Fokustier (FT) Sozialkontakte sendete bzw. von einem Individuum empfing. Dabei konnten Werte von -1 bis +1 erreicht werden. Ein Wert zwischen -1 und -0,05 beschreibt einen Empfängertyp, der mehr Sozialkontakte empfängt als sendet. Ein Wert zwischen -0,05 und +0,05 beschreibt einen neutralen Typ und ein Wert von über 0,05 bis +1 deutet auf einen Sendertyp hin, der mehr Sozialkontakte sendet als empfängt. 49
- Abbildung 37: Ergebnisse des Sender-Empfänger Index (SEI) für jede mögliche Paarung in der Gruppe asiatischer Elefantenjungbullen im Zoo Heidelberg nach 20-wöchiger Beobachtung. Die Werte für Tarak und seine Sozialpartner sind blau, die für Gandhi grün, für Yadanar orange und die für Ludwig rot. Der SEI zeigt an ob es sich bei dem

- jeweiligen Tier um einen Sender-, Empfänger- oder neutralen- Typ handelt. Dieser beruht auf der Anzahl an absoluten Häufigkeiten, an denen das Fokustier (FT) Sozialkontakte sendete bzw. von einem Individuum empfing. Dabei konnten Werte von -1 bis +1 erreicht werden. Ein Wert zwischen -1 und -0,05 beschreibt einen Empfängertyp, der mehr Sozialkontakte empfängt als sendet. Ein Wert zwischen -0,05 und +0,05 beschreibt einen neutralen Typ und ein Wert von über 0,05 bis +1 deutet auf einen Sendertyp hin, der mehr Sozialkontakte sendet als empfängt. (SEI: Formel 3) 50
- Abbildung 38: Soziometrische Matrize aller gesendeten Verhaltensweisen (in %), eingeteilt in die Kategorien freundlich (orange), dominant (grau), subordinant-defensiv (beige) und neutral (grün). Dabei geben die Werte den prozentualen Anteil aller gesendeten Aktionen an den Empfänger wieder. Mit dem Chi-Test wurde überprüft, ob die gesandten Verhaltensweisen vom jeweiligen Empfänger abhängen. Als erwartete Häufigkeit diente der Mittelwert. Falls es signifikante Unterschiede gab, wurden diese durch „*“ gekennzeichnet. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt. 51
- Abbildung 39: Schaubild zur Konstruktion der Matrix zur Dominanzhierarchie zwischen den asiatischen Elefantenbullen im Zoo Heidelberg. Oben: Anzahl der Häufigkeiten an denen ein Elefant von einem anderen vertrieben wurde. Unten: Die Zahlen wurden so angeordnet, dass das dominanteste Tier, welches am seltensten verdrängt wurde, oben steht. Die Rangordnung in der Jungbullengruppe ist demnach: Gandhi > Tarak > Yadanar > Ludwig. 52
- Abbildung 40: Mittlere gemessene Laufdistanzen nach 10 Durchgängen (in km) für jeden asiatischen Elefantenbullen (*Elephas maximus*) im Zoo Heidelberg, welche die Tiere am Tag, in der Nacht und insgesamt gelaufen sind. Die insgesamt zurückgelegte Strecke (in km) ist für TARAK in BLAU, für GANDHI in GRÜN, für YADANAR in ORANGE und für LUDWIG in ROT dargestellt. Der MITTELWERT aus den gelaufenen Strecken aller vier Tier ist in GRAU dargestellt. Die jeweiligen Strecken die am Tag (07:01-17:00 Uhr) und in der Nacht (17:01-07:00 Uhr) gelaufen wurden sind in weiß (Tag) bzw. schwarz (Nacht) abgebildet. Unterschiede beim Laufverhalten, in der Nacht und am Tag, sowie die individuellen Unterschiede, wurden mit Hilfe eines Wilcoxon-Rangsummentests ermittelt (Signifikanzniveau $p < 0,05$). Ein signifikanter Unterschied ist mit „*“ und mit einer Klammer versehen. 54
- Abbildung 41: Aktivitätskurve aus dem Laufverhalten der vier asiatischen Elefantenbullen (*Elephas maximus*) im Zoo Heidelberg, ermittelt aus GPS-Daten. Die stündliche Laufdistanz (in km) wurde aus dem Mittelwert von den Strecken der vier Elefanten gebildet. 55
- Abbildung 42: Individuelle Aktivitätsprofile des stündlichen Laufverhaltens für jeden Elefantenbullen (*Elephas maximus*) im Zoo Heidelberg, ermittelt anhand von GPS-Daten 55
- Abbildung 43: Gelaufene Distanzen für jeden asiatischen Elefantenbullen im Zoo Heidelberg, bezogen auf die Tageszeit (Nacht: 00:00 – 06:00 Uhr; Morgen: 06:00 – 11:00 Uhr; Mittag: 11:00 – 15:00 Uhr; Nachmittag: 15:00 – 20:00 Uhr; Abend: 20:00 – 00:00 Uhr). Individuelle Unterschiede im Laufverhalten, wurden mit Hilfe eines Wilcoxon-Rangsummentests ermittelt (Signifikanzniveau $p < 0,05$). Falls signifikante Unterschiede auftreten, sind diese mit a oder b gekennzeichnet. 56
- Abbildung 44: Mittelwert der täglichen Laufdistanzen (in km) aller Elefanten im Zoo Heidelberg, für die zehn 24-stündigen Messungen, in Bezug auf die jeweilige Tagesdurchschnittstemperatur (°C). Ein möglicher Zusammenhang zwischen Temperatur und Laufdistanz wurde mittels einer Pearson-Korrelation überprüft (Korrelationskoeffizient (r)). 57

- Abbildung 45: Elefantengehege im Heidelberger Zoo. Auf der Karte sind die Gehegebereiche markiert, sowie die durchschnittliche Raumnutzung (in %) der Elefanten des Zoo Heidelberg, basierend auf 37920 Messpunkten. 58
- Abbildung 46: Prozentuale Anteile der Verhaltenskategorien für die vier asiatischen Elefantenbullen Tarak, Gandhi; Yadanar und Ludwig im Zoo Heidelberg, sowie das durchschnittliche Verhalten aller Elefanten (Mittel). Diese basieren auf den beobachteten Häufigkeiten während des 20-wöchigen Beobachtungszeitraumes..... 61
- Abbildung 47: Links: Ludwig beim Staubbad. Rechts: Tarak und Gandhi beim sozialen Bad. 62
- Abbildung 48: 20-wöchiger Verlauf an beobachteten Häufigkeiten des Komfortverhaltens aller Elefanten, in Bezug auf die Temperatur. Für jeden Elefanten konnte eine positive Korrelation (Pearson-Korrelation (r)) zwischen der Temperatur und der Häufigkeit an Komfortverhaltensweisen festgestellt werden. 63
- Abbildung 49: Ludwig beim Versuch einen Storch zu jagen. 64
- Abbildung 50: Tarak (rechts) und Gandhi (links) beim „Sparring“. 65
- Abbildung 51: Gandhi (rechts) legt Ludwig (links) den Rüssel auf. 67
- Abbildung 52: Mittlere gemessene Laufdistanzen nach 10 Durchgängen (in km) für jeden asiatischen Elefantenbullen (*Elephas maximus*) im Zoo Heidelberg. Die insgesamt zurückgelegte Strecke (in km) ist für TARAK in BLAU, für GANDHI in GRÜN, für YADANAR in ORANGE und für LUDWIG in ROT dargestellt. Der MITTELWERT aus den gelaufenen Strecken aller vier Tiere ist in GRAU dargestellt. Individuelle Unterschiede beim Laufverhalten wurden mit Hilfe eines Wilcoxon-Rangsummentests ermittelt (Signifikanzniveau $p < 0,05$). Ein signifikanter Unterschied ist mit „*“ und mit einer Klammer versehen. 68
- Abbildung 53: Zurückgelegte Strecke (um 14:28-15:03 Uhr am 28.9.2017) von Tarak, der in dieser Zeit vor den Toren patrouillierte (roter Kreis). (Tractive/Google Maps)..... 70
- Abbildung 54: Gandhi (rechts) und sein „Praktikant“ Ludwig (links). 71
- Abbildung 55: Aktivitätskurve aus dem Laufverhalten der vier asiatischen Elefantenbullen (*Elephas maximus*) im Zoo Heidelberg, welche anhand von GPS-Daten ermittelt wurde. Die stündliche Laufdistanz (in km) wurde aus dem Mittelwert von den Strecken der vier Elefanten gebildet. Angezeigt sind Ereignisse, welche das Laufverhalten beeinflussen können. 72

6. Anhang

Der beigefügte Datenträger enthält als Supplementary Material:

- Rohdaten der Verhaltensbeobachtungen
- GPS-Messdaten
- Statistikprotokolle