



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Akustische Kommunikation bei im Zoo gehaltenen
Nashörnern (*Ceratotherium simum*, *Rhinoceros
unicornis*).“

verfasst von

Mag. Cornelia Reinold

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 190 445 299

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Lehramtsstudium UF Biologie und Umweltkunde UF Psychologie und
Philosophie

Betreut von:

Ao. Univ.- Prof. i.R. Dr. Helmut Kratochvil

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
1.1 Zielsetzung der Arbeit	4
1.2 Merkmale der Nashörner	4
1.2.1 Breitmaulnashorn (<i>Ceratotherium simum</i>)	5
1.2.2 Indisches Panzernashorn (<i>Rhinoceros unicornis</i>)	6
1.3 Kommunikationsformen bei Nashörnern	6
1.3.1 Visuelle Kommunikation bei Nashörnern	7
1.3.2 Olfaktorische Kommunikation bei Nashörnern	7
1.3.3 Akustische Kommunikation bei Nashörnern	7
1.3.4 Seismische Kommunikation bei Nashörnern	8
1.4. Akustische Kommunikation	8
1.4.1 Grundlagen der akustischen Kommunikation bei Säugetieren	8
1.4.2 Lauttypen bei Nashörnern	10
1.4.3 Lauttypen beim Breitmaulnashorn (<i>Ceratotherium simum</i>)	11
1.4.4 Lauttypen beim Panzernashorn (<i>Rhinoceros unicornis</i>)	12
2. Material und Methode	14
2.1 Beobachtungsindividuen	14
2.2 Aufnahmeverfahren	15
2.3 Auswertung und Analyse	15
3. Ergebnisse	16
3.1 Ergebnisse der Lauttypen beim Breitmaulnashorn (<i>Ceratotherium simum</i>)	16
3.1.1 Schnauben	17
3.1.2 Doppelschnauben	21
3.1.3 Prusten	24
3.1.4 Keuchen	27
3.1.5 Grunzen	32
3.1.6 Brüllen	33
3.1.7 Knurren	35
3.1.8 Ächzen	36
3.1.9 Muhen	37
3.1.10 Trompetenlaut	38
3.1.11 Vergleich der Lauttypen der Breitmaulnashörner	39
3.2 Ergebnisse der Lauttypen beim Panzernashorn (<i>Rhinoceros unicornis</i>)	40
3.2.1 Grunzer	41
3.2.2 Doppelgrunzer	43
3.2.3 Schnauben	44

3.2.4 Prusten	47
3.2.5 Hupen	48
3.2.6 Vergleich der Lauttypen der Panzernashörner	50
4. Diskussion	51
4.1 Akustische Kommunikation bei Breitmaulnashörnern	51
4.2 Akustische Kommunikation bei Panzernashörnern	55
4.3 Allgemein	57
5. Quellenverzeichnis	61
6. Zusammenfassung	67
6.1 Deutsche Zusammenfassung	67
6.2 Abstract	68
7. Danksagung	69
8. Lebenslauf	70

1. Einleitung

1.1 Zielsetzung der Arbeit

Nashörner gehören in die Familie der Rhinocerotidae (Estes, 1991) und zählen weltweit zu den stark bedrohten Tierarten (Budde & Klump, 2003), wobei die einzelnen Nashornarten von den meist anthropogenen Ursachen unterschiedlich stark betroffen sind. Nun ist für ein erfolgreiches Schutzmanagement unter anderem das Wissen über die Verhaltensmerkmale der einzelnen Arten wichtig. (Hutchins & Kreger, 2006) Nachdem wildlebende Nashörner selten werden, bekommen im Zoo gehaltene Individuen eine noch größere Bedeutung, da dort verschiedene Aspekte wissenschaftlicher Forschung betrieben werden können (Chang & Jang, 2004). Bis auf das Javanashorn werden alle vier übrigen Nashornarten in zoologischen Gärten gehalten (Dengg, 2010). Zoopopulationen bieten so die Möglichkeit das Wissen über die Kommunikation der Tiere zu erweitern, was wiederum für ein erfolgreiches Management relevant sein könnte (Budde & Klump, 2003). Da Nashörner auch eine Regenschirmart ihres jeweiligen Ökosystems sind, profitieren dann auch andere Arten von deren Schutz und Erhalt (Amin et al., 2006).

Für Nashörner sind die olfaktorische und akustische Kommunikation am wichtigsten, dennoch wurde letztere erst wenig untersucht. Gerade das Lautrepertoire des Indischen Panzernashorns (*Rhinoceros unicornis*) und des südlichen Breitmaulnashorns (*Ceratotherium simum simum*) wurden bisher nur verbal beschrieben. (Cinková & Policht, 2014) In dieser Arbeit soll nun die akustische Kommunikation dieser beiden Nashornarten genauer untersucht werden. Dafür erfolgt anhand von Individuen des Breitmaulnashorns und des Panzernashorns die in zoologischer Haltung in Österreich leben eine spektrale und temporale Analyse ihrer unterschiedlichen Lauttypen. Dabei werden die Laute auch besonders auf das Vorhandensein von Infraschallkomponenten untersucht. Dadurch soll ein Beitrag dazu geleistet werden mehr Kenntnisse über diese Tierarten zu erlangen.

1.2 Merkmale der Nashörner

Eingeteilt werden die Nashörner in vier Gattungen, die heute fünf Arten beinhalten und in unterschiedlichen Lebensräumen vorkommen. So leben das Javanashorn (*Rhinoceros sondaicus*) und das Sumatranashorn (*Dicerorhinus sumatrensis*) in Regenwäldern, das Indische Panzernashorn (*Rhinoceros unicornis*) in einem Überschwemmungsgebiet und Gradschungel und die beiden afrikanischen Arten, das Breitmaulnashorn (*Ceratotherium simum*) und das Spitzmaulnashorn (*Diceros bicornis*), leben in halbtrockenen Savannen- und Buschgebieten. Dabei bilden das Indische Panzernashorn und das Javanashorn die

gemeinsame Gattung *Rhinoceros*. (Groves, 1997) Ein gemeinsames anatomisches Merkmal aller Nashörner ist ein großer voluminöser Schädel, der zur Gewichtsreduktion mit vielen luftgefüllten Hohlräumen, einer Pneumatisation wie bei Elefanten, ausgestattet ist (Gansloßer, 1997). Ein unterschiedliches morphologisches Merkmal unter den Nashornarten ist beispielsweise die Zungenform, da diese artspezifische Proportionen aufweist. So hat die Zunge der Breitmaulnashörner ein spitzes dreieckiges Ende, während sie beim Panzernashorn breiter ist. (Cave, 1977) Natürliche Fressfeinde gibt es für Nashörner nicht (Gansloßer, 1997) und diese Fluchttiere reagieren eher defensiv, so haben sie auch zur Konfliktvermeidung individuelle Verhaltensformen entwickelt (Meister, 1997).

1.2.1 Breitmaulnashorn (*Ceratotherium simum*)

Das Breitmaulnashorn ist die stammesgeschichtlich jüngste sowie die größte und schwerste Nashornart und nach den Elefanten auch das schwerste Landsäugetier (Meister & Owen-Smith, 1997). Das Nördliche Breitmaulnashorn (*Ceratotherium simum cottoni*) und das Südliche Breitmaulnashorn (*Ceratotherium simum simum*) bilden die beiden Unterarten (Meister & Owen-Smith, 1997; Policht et al., 2008). Diese beiden Subspezies zeigen ähnliches oder identisches Sozialverhalten (Gyseghem, 1984), sie unterscheiden sich nur wenig und sind untereinander fortpflanzungsfähig. Allerdings ist der Bestand der nördlichen Unterart sehr gering. (Meister & Owen-Smith, 1997) So gibt es insgesamt nur noch weniger als 20 Individuen (Groves et al., 2010) und in freier Wildnis kommen sie lediglich in einem Nationalpark vor (Cinková & Bicik, 2012). Dagegen ist die südliche Unterart zahlreich vertreten und es gibt von ihr mehr Individuen als von allen anderen Nashornarten zusammen (Amin et al., 2006). Das Breitmaulnashorn besitzt einen sehr langen Kopf mit einer breiten Schnauze. Die kurze Oberlippe kann kaum gestreckt oder bewegt werden und die Ohren haben eine leichte Spitztütenform. Die tägliche Aktivität der Tiere in der Wildnis liegt zwischen 5 und 9 sowie 15 und 18.30 Uhr. (Groves, 1972) Unter den fünf Nashornarten sind die Breitmaulnashörner am sozialsten, da sie temporäre oder andauernde Gruppen bilden, die aus Subadulten beiderlei Geschlechts und Weibchen bestehen (Shrader & Owen-Smith, 2002; Shrader et al., 2013). So leben sie in überlappenden Gebieten in Gruppen von zwei oder drei (Cinková & Bicik, 2012) bis hin zu sechs Tieren (Hutchins & Kreger, 2006). Aufgrund des ausreichenden Nahrungsangebotes in den offenen Habitaten können diese Grasfresser sogar vorübergehend in Gruppen von bis zu 28 Tieren leben (Meister, 1997). Die Männchen sind eher solitär und territorial (Owen-Smith, 1971; Hutchins & Kreger, 2006), mit einer sozialen Dominanz von α - und β -Individuen (Mikulica, 1986). Aufgrund der Territoriumsverteidigung sind sie auch etwas schwerer als die Weibchen (Zschokke & Baur, 2002).

1.2.2 Indisches Panzernashorn (*Rhinoceros unicornis*)

Das Indische Panzernashorn ist die zweitgrößte noch heute lebende Nashornart (Dinerstein, 1991; Laurie, 1997). Zur Nahrungsaufnahme hat es eine bewegliche Oberlippe und speziell ist auch eine Duftdrüse über dem hinteren Rand des Sohlenkissens an jedem Fuß (Laurie et al., 1983; Laurie, 1997). Diese ist ein gemeinsames Merkmal der Gattung *Rhinoceros* und damit kann ein Sekret abgegeben werden, um Spuren zu kennzeichnen (Schenkel, 1987). Aktiv sind die Tiere hauptsächlich in der Nacht sowie am frühen Morgen und am späten Nachmittag (Laurie et al., 1983; Dengg, 2010). Dabei können sich zwar lockere Gruppen von bis zu neun Tieren beiderlei Geschlechts beim Grasens oder Schlammbaden bilden, aber eigentlich sind es Einzelgänger (Laurie, 1983; Laurie, 1997). Unter den Bullen der Panzernashörner wird um die Rangordnung gekämpft, denn sie haben keine exklusiven Territorien, sondern nur überlappende Streifgebiete ohne klar bestimmte Grenzen (Laurie, 1997; Meister, 1997; Yadav, 2000). Das liegt daran, dass ihre Habitate von schwankenden Umweltbedingungen geprägt sind, jedoch gibt es neben den „privaten“ Gebieten auch „öffentliche“, die von allen Tieren genutzt werden dürfen. (Meister, 1997) Insgesamt sind die asiatischen Nashornarten am wenigsten sozial und die einzelgängerischen Individuen kommen selten zusammen, mit Ausnahme der Paarungszeit (Laurie, 1978; Hutchins & Kreger, 2006). Das Werben dieser Art gehört zu den aggressivsten unter den Säugetieren (Dinerstein, 1991), die Männchen sind auch etwas größer und schwerer, was beim Konkurrenzkampf um die Weibchen vorteilhaft ist (Zschokke & Baur, 2002).

1.3 Kommunikationsformen bei Nashörnern

Grundsätzlich wird bei einer Kommunikation ein Signal übertragen und dadurch entsteht eine Verbindung zwischen den Verhaltensweisen des Senders und des Empfängers (Wiley & Richards, 1978). Es ist also eine Verhaltensänderung des Empfängers als Antwort auf ein Signal, wobei der Erfolg von der unterschiedlichen Signalnutzung und Signalinterpretation abhängt (Hurd & Enquist, 2005). Dabei ist die Form eines Signalsystems bedingt durch physikalische und physiologische Bedingungen (Fitch et al., 2002; Fitch & Hauser, 2002). Da Nashörner primär solitär lebend sind, in einem meist dichtbewachsenen Habitat, haben sie entsprechende Verständigungsformen entwickelt (Meister, 1997). Denn eine innerartliche Kommunikation, also ein Einwirken und Reagieren aufeinander ist innerhalb einer Population unbedingt notwendig, egal ob es Einzelgänger oder in Gruppen lebende Tiere sind. Daher gibt es für die unmittelbare Begegnung von Nashörnern unterschiedliche Signale, nämlich optische, olfaktorische und akustische. (Schenkel, 1987) Allgemein orientieren sich Säugetiere meist mittels Duftsignalen, diese sind am wichtigsten zur Orientierung,

Informationsübertragung und Anpassung, während Lautsignale nur sekundär eine Rolle spielen (Il'ichev & Silaeva, 2002). Jedoch haben Nashörner, vermutlich als eine Anpassung an ihren ursprünglichen Lebensraum, sowohl einen sehr gut ausgeprägten Gehör- als auch Geruchssinn ausgebildet (Meister, 1997).

1.3.1 Visuelle Kommunikation bei Nashörnern

Nashörner sind kurzsichtig, allerdings dürften die Breitmaulnashörner aufgrund ihres offeneren Lebensraumes besser sehen. Durch den nicht gut ausgebildeten Sehsinn und der oft dicht bewachsenen Habitats, sind die visuellen Signale der Nashörner überdeutlich ausgebildet und dadurch gut sichtbar, wie etwa die Hörner und Nackenwulste. Diese körperlichen Merkmale geben Auskunft über Alter, Stärke und eventuell auch Status und außerdem können die Tiere mittels Gesten ihre Stimmung vermitteln. (Meister, 1997) Die einfachen optischen Signale, wie etwa Körperbewegungen, ein Zurückweichen oder Heben und Senken des Kopfes, Zurückklappen der Ohren oder Aufreißen des Mundes werden aber meistens mit Lauten ergänzt (Schenkel, 1987).

1.3.2 Olfaktorische Kommunikation bei Nashörnern

Der Geruchssinn dient besonders der innerartlichen Kommunikation und Nashörner können Gerüche schon auf viele hundert Meter wahrnehmen (Meister, 1997). So dienen olfaktorischen Signale also vorwiegend einer „indirekten“ Kommunikation, sowohl zum Informationsaustausch zwischen der männlichen Konkurrenz, als auch zur Geschlechterfindung (Schenkel, 1987). Nashörner nutzen gemeinsame Dunghaufen als Reviermarkierungen und auch als Informationsquelle. Mittels „Flehmen“ und dem „Jacobsonsche Organ“ nehmen sie feinste Geruchskomponenten aus dem Urin wahr und dadurch erkennen sie das Geschlecht und den Fortpflanzungszustand des Tieres. Das Markieren mit Kot oder Urin dient somit als soziales Signal, der Urin wird sogar gezielt versprüht, dieses „Spray-Harnen“ ist ein Markieren, aber auch Demonstrieren des eigenen Status. (Meister, 1997)

1.3.3 Akustische Kommunikation bei Nashörnern

Auch wenn die Kommunikation über räumliche und zeitliche Entfernung primär durch Geruchsmarken erfolgt, so gibt es für die unmittelbare Kontaktaufnahme der Nashörner auch ein breites Repertoire an Rufen und Lauten. Dabei entscheiden über die Art und Dauer des Lautes sowie dessen Lautstärke die Motivation, Situation und der Status des Tieres. Durch die Möglichkeit ihre Ohren unabhängig voneinander in verschiedene Richtungen zu bewegen, können sie damit prinzipiell einen 360° Radius überwachen. Zwischen den

Nashornarten gibt es auch Unterschiede in der Größe des Lautrepertoires, da dieses abhängig von den spezifischen ökologischen und sozialen Bedingungen ist. (Meister, 1997)

1.3.4 Seismische Kommunikation bei Nashörnern

Durch Erschütterungen, etwa bei der Fortbewegung, produzieren große Tiere Vibrationen im Erdboden und diese bioseismische Signale werden dann an eine niederfrequente Vokalisation gekoppelt und so vermutlich zur Fernkommunikation genutzt. Zwar ist die seismische Kommunikation noch relativ unerforscht, jedoch scheinen Elefanten dafür ideal geeignet zu sein, wie auch Löwen und Nashörner, aufgrund ihrer Körpergröße. Beispielsweise konnte beim Spitzmaulnashorn ein seismischer Anteil in tieffrequenten Lauttypen gefunden werden. Als Beweis für die Wichtigkeit dieses Kommunikationsweges gibt es anatomische Anpassungen für das Senden als auch Empfangen von seismischen Signalen. Wie etwa Elefanten, die zur Signalverstärkung ein dichtes Fettvorkommen im Fußpolster haben und ihr Schädelknochen ist mit luftgefüllten Höhlen durchzogen. (O'Connell-Rodwell et al., 2001; O'Connell-Rodwell, 2007) Der Sohlenpolster der Elefanten soll Ähnlichkeiten mit dem der Nashörner aufweisen (Weissengruber et al., 2006). So besitzen auch Nashörner auf ihrer Fußunterseite ein elastisches Sohlenkissen, bestehend aus Muskulatur, Fett und Bindegewebe (Ganslößer, 1997). Beim Panzernashorn nimmt dieser Polster sogar etwa zwei Drittel des Fußinnenraumes ein (Houwald, 2001).

1.4. Akustische Kommunikation

1.4.1 Grundlagen der akustischen Kommunikation bei Säugetieren

Säugetiere erzeugen mittels verschiedenen an die Anatomie angepassten Lautproduktionssystemen unterschiedliche Vokalisationen. Diese liegen teilweise über dem menschlichen Hörbereich, als Ultraschall, oder unter diesem als Infraschall (Fitch, 2006), mit Frequenzen unter 20 Hertz (Muggenthaler et al., 1993). Das grundlegende akustische Modell der Lautproduktion ist das „Zwei-Komponenten-Modell“ (Fitch & Hauser, 2002) bzw. die „Source-Filter-Theorie“, die vermutlich alle Säugetiere betrifft (Fitch, 2000a). Diese Theorie besagt, dass Lautsignale aus zwei kombinierten Bestandteilen erzeugt werden. Der Quelle, die typischerweise der Larynx ist und dem Vokaltraktfilter, der selektiv spezifische Frequenzen blockiert und andere durchlässt. (Fitch 2000a; Fitch, 2000b; McComb et al., 2003; McComb & Reby, 2005; Taylor & Reby, 2010) Zum Vokaltrakt gehören pharyngeale, orale und nasale Höhlen und die gefilterten Frequenzen (Fitch & Hauser, 2002), also die Resonanzen des Vokaltraktes, sind die Formanten (Fitch, 2000b). Daher beeinflusst die Morphologie die akustische Kommunikation (Ryan, 1986). So wird passiv oder aktiv durch

die Kompression der abdominalen Muskulatur ein Luftstrom aus den Lungen erzeugt (Fitch, 2006). Dieser Luftstrom wird dann in akustische Energie umgewandelt (Fitch & Hauser, 2002), indem er die elastischen Membranen im Larynx, die Stimmbänder, in Vibration versetzt. Die Vibration, deren Stärke durch die Spannung und Größe dieser Gewebe bestimmt wird (Fitch, 2006), wird somit durch eine Kombination aus subglottalen Druck, den viskoelastischen Anteilen der Stimmbänder und dem Bernoulli-Effekt erzeugt (Wilden et al., 1998).

Eine Öffnung und Schließung der Stimmbänder bildet eine Periode und die Geschwindigkeit in der dieser Zyklus passiert ist dann die Grundfrequenz (Fitch & Hauser, 2002). Daher wird die niedrigste erzeugbare Grundfrequenz primär durch die Länge und Masse der Stimmbänder bestimmt (Fitch, 2000b; Taylor & Reby, 2010). Beispielsweise vibrieren längere und schwerere Bänder langsamer. Jedoch gibt es keine zwingende Verbindung von Lautmerkmalen und Körpergröße, da die produzierenden Organe weich und nicht an skelettale Strukturen gebunden sind. (Taylor & Reby, 2010) Allerdings ist die Grundfrequenz doch ein Indikator für das Alter und Geschlecht des Senders (McComb & Reby, 2005). Da aber die Vokaltraktlänge positiv mit der Körpergröße korreliert (Fitch, 2000a), sind die Formanten ein ehrlicher Hinweis der Körpergröße (Fitch et al., 2002; Taylor & Reby, 2010). Denn je größer ein Objekt ist, desto niedriger sind die resonanten Frequenzen des Lautes (Morton, 1983). Dieser Zusammenhang zwischen einem akustischen Merkmal und der Körpergröße wird „Acoustic allometry“ genannt (Fitch, 2000b). Signale geben nämlich neben der Information über die Umgebung, beispielsweise als Alarmrufe, auch Information über den Sender, wie bei Kontaktrufen. Daher muss das Signal verlässlich den Senderstatus vermitteln. (Maynard Smith & Harper, 1995) Denn nur durch „ehrliche“ Signale bei der Kommunikation sind Kommunikationssysteme evolutiv stabil (Fitch & Hauser, 2002).

Lautsignale spielen also eine entscheidende Rolle in der intra- und intersexuellen Konkurrenz sowie in agonistischen und kooperierenden Interaktionen zwischen Individuen (Taylor & Reby, 2010), indem sie Informationen über die Identität und physische Eigenschaften des Senders vermitteln (McComb & Reby, 2005). Akustische Kommunikation bietet auch den Vorteil, über Entfernungen zu funktionieren, wodurch das Risiko einer direkten Interaktion vermieden wird. Allerdings kann es durch die Umgebungsstruktur zu einer Abschwächung bei der Verbreitung von akustischen Signalen kommen. So werden beispielsweise in offenen Habitaten Frequenzen unter 200 Hz nur wenig abgeschwächt. (Wiley & Richards, 1978) Für die Fernkommunikation sind also niedrige Frequenzen vorteilhaft, da sie weniger atmosphärisch abgeschwächt werden (Ryan, 1986; Brown & Handford, 1996; Larom et al., 1997b). Wobei Vokalisationen mit Infraschallkomponenten vielleicht die weiteste Übertragungreichweite haben (Fitch, 2006). So kann in offenen

Savannen der „Rumble“ von Elefanten über 10 km weit getragen werden (Larom et al., 1997a; Fitch, 2006), wobei bestimmte Temperatur- und Windgeschwindigkeiten die Verbreitung der niederfrequenten Laute verbessern (Morton, 1983; Larom et al., 1997a). In Savannen und ähnlichen Umwelten gibt es beispielsweise nachts ein günstiges Zeitfenster für die Fernkommunikation mit niederfrequenten Lauten (Larom et al., 1997b).

Bei vielen Säugetieren kommen auch plötzliche Wechsel in deren Vokalisation vor und diese „nonlinearen“ Phänomene spielen bei einigen Arten sogar eine zentrale Rolle im Lautrepertoire. Dazu gehören zum Beispiel „chaotische“ Laute, die rau und laut klingen und durch eine nonperiodische Vibration breitbandig sind (Fitch et al., 2002). Jedoch sind sie nicht wie unkorrelierte zufällige Geräusche (Wilden et al., 1998) und sie werden von dominanten und aggressiven Tieren benutzt (Ohala, 1996). Dagegen ist ein schmalbandiger Laut eher pfeifend und tonal. Die physikalischen Strukturen eines Tierlautes spiegeln so deren Motivation wider, es wird als eine Art Code angesehen. (Morton, 1977; Morton, 1983) So besagt „Morton’s–motivation–structural–code“, dass aggressive und dominante Tiere nicht nur visuell sondern auch akustisch den Eindruck einer großen Körpergröße vermitteln wollen. Darum erzeugen sie tiefere Laute, während unterwürfige Tiere das Gegenteil tun (Taylor & Reby, 2010), um klein und unbedrohlich zu wirken. Dieses Muster kommt so auch beim Nashorn vor, damit soll in agonistischen Displays ein Kampf vermieden werden. (Ohala, 1996) Laute, breitbandige und oft rauschhafte Vokalisationen können von den Empfängern auch leicht gehört werden, auch auf eine Entfernung. Allerdings können Informationen über den Sender die über die Merkmale von Quelle und Filter vermittelt werden über die Distanz verzerrt oder verloren gehen. Darum ist es unsicher sozial relevante Information von abgeschwächten Lauten aus großer Entfernung zu erhalten. (McComb & Reby, 2005)

1.4.2 Lauttypen bei Nashörnern

Bei Nashörnern gibt es eine Vielzahl an Lauten (Estes, 1991) und laut Muggenthaler et al. (1993) ist die „Nashornsprache“ komplex und anspruchsvoll. Für alle Nashornarten sind die Lauttypen Schnauben, Prusten, Grollen, Kollern (Meister, 1997) sowie knatternde, kreischende, quiekende Laute und stoßweises Atmen beschrieben (Schenkel, 1987). Wenn beispielsweise Spitzmaulnashörner angreifen dann schnauben und prusten sie, wobei ängstliche und wütende Tiere ein explosionsartiges Schnauben produzieren (Adcock & Emslie, 1997). Im direkten Kontakt können Nashörner auch über das bloße Ausatmen kommunizieren, so haben Spitzmaulnashörner dafür einen Atmungscode, wobei beim Atmen sicherlich auch Geruchsstoffe transportiert werden (Meister, 1997). Bei Sumatranashörnern

spielt Vokalisation vor und bei der Paarung eine Rolle (Zainal Zahari et al., 2005). Sie produzieren aber generell dauernd Laute, wie beispielsweise „Songs“, die aus drei in unterschiedlicher Weise aneinandergereihten Lauttypen bestehen (Muggenthaler et al., 2003). Das Javanashorn produziert beispielsweise einen lauten blasenden Pfeiflaut, um über eine große Distanz Kontakt aufzunehmen (Groves & Leslie, 2011).

Da Elefanten Infrasschalllaute zur Kommunikation und Orientierung nutzen, ist es nach dem von Morton postulierten Gesetz wahrscheinlich, dass Nashörner auch solche Laute produzieren. Denn je größer das Tier ist, umso tiefere Frequenzen kann es erzeugen. (Muggenthaler et al., 1993; Meister, 1997) Diese Vermutung bestätigt sich auch, da bei Nashörnern beiderlei Geschlechts in Gefangenschaft Infrasschall gefunden wurde (Meister, 1997). So enthalten die Vokalisationen der vier in Zoos gehaltenen Nashornarten Infrasschallkomponenten (Baskin, 1991; Muggenthaler et al. 1993, Muggenthaler et al. 2003). Bei den vier Arten liegt der Frequenzbereich dabei zwischen 10 und 75 Hertz und der Infrasschall kann unabhängig von hörbaren Lauten produziert werden oder ist davon ein Teil (Baskin, 1991; Muggenthaler et al., 1993). Einzig das Lautrepertoire des Javanashorns wurde bislang noch nicht auf Infrasschall hin untersucht (Groves & Leslie, 2011). Allerdings konnten Budde und Klump (2003) in ihrer Arbeit über die Spitzmaulnashörner keine Laute finden, die Frequenzkomponenten im Infrasschallbereich haben. Jedoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese Art in ihrem natürlichen Habitat Infrasschall benutzt. Die Hypothese der Infrasschallkommunikation bei Nashörnern konnte auch noch nicht mit detaillierten Informationen belegt werden (Cinková & Policht, 2014). Ein Hinweis darauf könnte aber die Beobachtung sein, dass sich weibliche Gruppen des nördlichen Breitmaulnashornes ohne Sichtkontakt und hörbare Kommunikation in einem Gebiet von sehr geringer Populationsdichte versammeln (Baskin, 1991).

1.4.3 Lauttypen beim Breitmaulnashorn (*Ceratotherium simum*)

Von allen Nashornarten haben Breitmaulnashörner das größte Lautrepertoire und auch das am besten entwickelte Sozialsystem (Policht et al., 2008; Cinková & Policht, 2014), in dem sie sich stark auf ihren Gehörsinn verlassen (Shrader et al., 2013). Breitmaulnashörner äußern etwa in höchster Erregung, wie bei einem Kampf, ein Gurren oder Brüllen (Dittrich, 1971), dieses ist dann bassartig und laut. Werden Bullen von der Kuh zurückgewiesen, dann produzieren sie einen Laut, der dem Trompeten eines Elefanten ähnelt. (Groves, 1972) Bei defensiven Verhaltensweisen werden auch Drohlaute produziert, beispielsweise mit einem „snarl“-Display, dabei wird ein lautes kratzendes Gebrüll geäußert (Kuneš & Bičík, 2002). Damit zeigen β -Männchen, dass sie nicht herausfordern wollen und unterwürfig sind (Owen-

Smith, 1975). Schnauben und Brummen wird auch genutzt, um sich bei Störung zu wehren und diese Drohung wird bei starker Intensität von einem Brummen begleitet (Mikulica, 1986). In zoologischer Haltung zeigen die Tiere auch Konkurrenz um Futterstellen oder Schattenplätze mittels Vokalisation an (Metrione et al., 2007). Jungtiere produzieren auch Laute, etwa ein Quieken bei der Trennung von der Mutter (Groves, 1972) oder einen „Whine“-Laut, mit dem Kälber bitten gesäugt zu werden (White et al., 2007).

Die akustischen Parameter beider Unterarten weisen eine große Ähnlichkeit auf (Groves et al., 2010). So wurden beim nördlichen Breitmaulnashorn elf Lauttypen gefunden, von denen vier sogar den Infraschallbereich erreichen (Policht et al., 2008). Von der südlichen Unterart gibt es nach Owen-Smith zehn Lauttypen (Budde & Klump, 2003) die jeweils verbal beschrieben wurden. Diese Lauttypen sind „Snort“, „Snarl“, „Pant“, „Hic“, „Squeal“, „Shriek“, „Whine“, „Squeak“, „Gruff squeal“ und „Gasp-puff“. Allerdings sind manche Laute in ihrem Muster variabel und die Intensität je nach Individuum und Ausführung unterschiedlich. Owen-Smith unterteilte die Laute auch noch in vier Typen die mit der Ein- und Ausatmung verbunden sind, diese sind Snort“, „Pant“, „Hic“ und „Gasp-puff“ und die restlichen sechs Typen sind vokal. (Owen-Smith, 1973) Die Funktion der Laute ist auch unterschiedlich, so dient der „Snort“ als mildes und der „Snarl“ als starkes Warnsignal (Owen-Smith, 1973), dabei wird der „Snort“ zur räumlichen Erhaltung mit jedem Atemzug geäußert (Metrione et al., 2007). Der „Pant“-Laut wird nur von den Breitmaulnashörnern produziert (Policht et al., 2008). Dieser wiederholende Laut ist eine Reihe von einzelnen Ein- und Ausatmen und wird von beiden Geschlechtern und auch von allen Altersgruppen geäußert (Cinková & Policht, 2014). Er dient als Kontaktlaut zur Gruppe, zwischen Mutter und Kalb (Estes, 1991), aber auch als Gruß oder Antwort auf vorherige Laute, wobei der Laut je nach Kontext unterschiedlich aufgebaut ist. So hat der Laut bei Sichtkontakt zur Gruppe weniger Element als in Isolation, vermutlich kann durch die höhere Wiederholungszahl der Rufer besser lokalisiert werden. (Cinková & Policht, 2014) Dieser „Pant“-Laut und auch der „Hic“-Laut, dürften am besten für die Fernkommunikation geeignet sein (Penny, 1988; Policht et al., 2008).

1.4.4 Lauttypen beim Panzernashorn (*Rhinoceros unicornis*)

Das Indische Panzernashorn zeigt verschiedene Verhaltensmerkmale und einige Lauttypen. (Hazarika & Saikia, 2010), nach Laurie gibt es 12 verschiedene Lautarten (Laurie, 1997; Budde & Klump, 2003). Diese reichen von Quieken und Grunzen, bis hin zu lautem, röhrendem Gebrüll (Laurie, 1997). Der Kampf zwischen zwei Männchen und die dazugehörige Jagd wird von lauter Vokalisation begleitet (Yadav, 2000), auch bei der

Kuhverfolgung kommt es zu donnernden Röhren und keuchenden Quietschen. Kälber rufen bei einer Trennung von ihrer Mutter diese blökend, oder sie warten still, bis sie die Mutter rufen hören. Panzernashörner können zur Drohung auch rülpfen, etwa wenn ein neues Tier zu einem besetzten Schlammbad kommt. (Laurie, 1997)

Das Panzernashorn hat somit eines der lautesten und größten Vokalisationsrepertoires, in Übereinstimmung mit der solitären Lebensweise, ihren Habitaten und der schlechten Sehfähigkeit. Zu den wichtigsten zählt der „Snort“, der ein anfänglicher Kontaktruf ist, dabei wird Luft schnell in Serie durch Lippen und Nasenlöcher ausgestoßen und er wird am häufigsten adulten Männchen entgegengebracht. (Laurie, 1982) „Honk“, „Bleat“ und „Roar“ werden bei agonistischen Interaktionen benutzt, während der „Squeak-pant“ häufig von Männchen produziert wird, wenn sie Weibchen oder andere Bullen jagen (Laurie, 1982; Laurie et al., 1983). Der „Moo-grunt“ wird von Kälbern als Kontaktruf zu ihrer Mutter genutzt, es ist ein kurzer Grunzlaut, der auch von adulten Tieren häufig produziert wird (Laurie, 1982; Capiro et al., 2014). Das Muttertier antwortet dem Kalb mit einem hupenartigen Laut (Hazarika & Saikia, 2010). Alarmierte Tiere die flüchten wollen geben manchmal ein „Snorting“ oder „Honking“ von sich (Laurie et al., 1983), der „Snort“ dient so zur Drohung (Hazarika & Saikia, 2010). Die Kühe werden von Geruch und Vokalisation angezogen (Laurie, 1982) und um ihren Reproduktionszustand und Standort zu zeigen äußern die Weibchen ein lautes Pfeifen, das die Männchen anlockt (Hutchins & Kreger, 2006). Dieses „Whistling“ ist halb aspiratorisch und halb ein lautstarker schriller Quietschlaut, auf den ein scharfes Ausatmen folgt (Capiro et al., 2014). Die Verfolgungsjagden vor der Paarung werden von lauten Vokalisationen, „Honks“ oder „Bleats“, des Weibchens begleitet (Laurie et al., 1983), während die Männchen dabei „Squeak-pants“ abgeben (Laurie, 1982; Dengg, 2010). Die Paarung selbst kann von Vokalisationen begleitet werden, aber sie kann auch still stattfinden (Hutchins & Kreger, 2006). Außerhalb von Paarungssituationen dauern die erzeugten Laute nicht länger als 20 Sekunden, während sie in der Paarungszeit durchschnittlich auf eine Minute verlängert wurden (Hazarika & Saikia, 2010). Die unterschiedlichen Lauttypen haben jeweils vermutlich mehr als eine Funktion, da ein Laut, wie beispielsweise der „Squeak-pant“, in verschiedenen Kontexten produziert wird. Trotzdem können die Tiere diese auseinanderhalten sowie ob der Sender ein Männchen oder Weibchen ist. Durch das große Volumen einiger Laute, schließt man darauf, dass diese der Fernkommunikation dienen, auch wenn sie in direkten agonistischen Interaktionen produziert werden, könnten sie vielleicht ein Signal für andere entferntere Tiere sein. (Laurie, 1978)

2. Material und Methode

2.1 Beobachtungsindividuen

Für diese Arbeit wurden sechs Breitmaulnashörner (*Ceratotherium simum*) im Zoo Salzburg und zwei Panzernashörner (*Rhinoceros unicornis*) im Tiergarten Schönbrunn in Wien beobachtet und aufgenommen. Die Aufnahmen der Breitmaulnashörner, die der südlichen Unterart angehören, fanden im Dezember 2008 und Juli 2014 statt und insgesamt hat die Nashornanlage eine Fläche von etwa 13000 m². Bei den ersten Aufnahmen bestand die Gruppe aus einem Männchen namens Benno, einer Handaufzucht aus Texas, der damals Mitte 20 war und zwei Weibchen, Kathi Mitte 30 und Kifaru 26 Jahre alt aus dem San Diego Wild Animal Park. Die Außenanlage wurde von den drei Tieren gemeinsam benutzt und die Ställe waren nach Geschlechtern getrennt, wobei in der Innenanlage des Bullen auch Kattas (*Lemur catta*) und Zebramangusten (*Mungos mungo*) untergebracht waren. Bei den Aufnahmen 2014 war von diesen Nashörnern nur noch Kifaru in der Gruppe, zusammen mit zwei weiteren Weibchen und einem Männchen. Die Kühe waren Yeti, 15 Jahre alt und Tamu 8 Jahre alt, beide aus Südafrika sowie Athos, 12 Jahre aus dem Serengeti Park Hodenhagen. Die Geschlechter hatten separate Innen- und Außenanlagen, wobei letztere auch etwas Sichtkontakt zueinander ermöglichten. Die Kühe hatten jeweils eigene Ställe, die jedoch ein gegenseitiges sehen gestatteten und hier waren diesmal die Kattas und Zebramangusten untergebracht. Allerdings waren die Kattas nicht räumlich begrenzt, sondern konnten sich im gesamten Gehege frei bewegen. Das Männchen teilte sich die Außenanlage mit Perlhühnern (*Numididae*), Pfauen (*Pavo cristatus*), Litschi-Wasserböcken (*Kobus leche kafuensis*) und Rappenantilopen (*Hippotragus niger*). Die Individuen konnten im Außenbereich an individuellen körperlichen Merkmalen, wie Variationen in der Horngröße und -form sowie spezifisch geformten Haarbüscheln an Schwanz und Ohrenrändern, unterschieden werden. Dadurch konnten die Laute auch den vokalisierenden Tieren zugeordnet werden.

Die Aufnahmen der Panzernashörner erfolgten zwischen November 2008 und Jänner 2009 und den Tieren stand eine Gesamtfläche von mehr als 5385 m² zur Verfügung. Beide Individuen sind in freier Wildbahn geborene Handaufzuchten aus der Auffangstation im Royal Chitwan Nationalpark in Nepal, die seit 2006 in Wien leben. Das Männchen, Jange, war zum Aufnahmezeitpunkt 11 bis 12 Jahre alt und auf einem Auge fast blind. Das Weibchen Sundari war damals etwa 6 Jahre alt. Sowohl die Innen- als auch die Außenanlage war für beide Individuen zwar getrennt, aber benachbart, wodurch durch Absperrungen hindurch Kontakt möglich war. Die Tiere wechselten die Anlagen in unregelmäßigen Abständen. Die Außenanlagen wurden mit Axishirschen (*Axis axis*),

Hirschziegen-Antilopen (*Antilope cervicapra*) und Nilgauantilopen (*Boselaphus tragocamelus*) geteilt.

2.2 Aufnahmeverfahren

Die Geräte zur akustischen Aufnahme selbst und deren Einstellungen wurden so gewählt, dass sie auch sensibel für Infraschall sind. So wurde 2008 und 2009 mit dem digitalen Aufnahmegerät Marantz Model PMD 660 und einem AKG SE 300 B Mikrofon (Übertragungsbereich 10-30000 Hz $\pm 0,3$ dB) aufgenommen. Gespeichert wurden die Aufnahmen, die eine Samplingrate von 48 Kilohertz hatten, auf einer CF-Speicherkarte im Gerät, immer im unkomprimierten WAV-Format. Für die Aufnahmen 2014 wurde ein ZOOM H1 Handy Recorder Version 2.0 mit integrierten Stereomikrofonen benutzt. Dabei wurde der Low-Cut-Filter und die automatische Pegelanpassung ausgeschaltet. Aufgenommen wurde wieder im WAV-Format mit einer Samplingrate von 44,1 Kilohertz und 24bit und als Speichermedium dienten microSD-Karten. Um eine visuelle Beobachtung der akustischen Kommunikation zu erhalten, wurden die Tiere auch mit einer SONY DCR-SR32E Videokamera aufgenommen. Zusätzlich wurde noch während der Lautproduktion schriftlich protokolliert, welches Individuum Laute produziert und in welchem Kontext.

Die Aufnahmeentfernung zu den Tieren war im Außenbereich unterschiedlich und lag etwa zwischen vier und 15 Metern und hier kam es auch zu vermehrten Nebengeräuschen. In den Innenanlagen war die Distanz zu den vokalisierenden Tieren annähernd gleich, von zwei bis acht Metern. Während der Beobachtungszeiten gab es keinen festgelegten Intervall, sondern eine durchgehende akustische Aufnahme. Wobei nach maximal einer Stunde die Aufnahme gestoppt und eine neue gestartet wurde, um die Dateien anschließend leichter zu bearbeiten. Es wurde neben den unterschiedlichen Aufnahmeorten innen und außen auch zu unterschiedlichen Tageszeiten und Wetterlagen aufgenommen, um diese beiden Faktoren miteinzubeziehen und möglichst vielschichtige Ergebnisse zu erhalten. Es gab keine Playbackversuche und die Tiere vokalisiert immer von sich aus.

2.3 Auswertung und Analyse

Für die Auswertung wurden die Aufnahmen mit dem Digital-Audio Editor Audacity 2.0.5.0 geschnitten, um die einzelnen Laute als eigene Datei zu erhalten. Eingespielt wurden die Laute mit denselben Samplingraten wie bei den Aufnahmen. Diese wurden dann mittels des Analyseprogrammes STx 4.0.0 des Acoustic Research Institute der Austrian Academy of Sciences untersucht. Dabei wurden Spektrogramme mit der Fast-Fourier- Methode erstellt

und die jeweiligen Einstellungen dazu sind bei den Ergebnissen angegeben. Die temporale Messung in Sekunden erfolgte im Oszillogramm und die spektrale Messung der Frequenzen in Hertz im Powerspektrum oder Spektrogramm. Mittels Microsoft Office Excel 2010 wurden die Messergebnisse verwaltet und die Statistikauswertung erfolgte mit IBM SPSS Statistics 21. Damit wurden der jeweilige Mittelwert und die Standardabweichung sowie Minimal- und Maximalwert berechnet. Mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest wurde die Normalverteilung der Werte überprüft und dann der T-Test angewendet. Als graphische Darstellung wurden mit dem Programm auch noch Boxplots zu bestimmten Analysen erstellt.

Bei den Lautnamen die den gefundenen Lauttypen gegeben wurden, wurde versucht diese nach der Literatur zu benennen. Da es aber fast nur verbale Beschreibungen gibt und keine genaue Beschreibung des Frequenzaufbaus oder Spektrogramme zum Vergleich, war das nicht immer möglich. So wurden Lauttypennamen aus der Literatur übernommen und teilweise neu eingeführt. Aufgrund der Gegebenheiten der Anlage bzw. des Geländes bestand nicht immer guter Sichtkontakt zu den Tieren, wodurch die Vokalisationen nicht immer eindeutig einem Individuum zugeordnet werden konnten, dann wurden sie als Unbekannt bzw. nur nach dem Geschlecht eingeteilt.

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Lauttypen beim Breitmaulnashorn (*Ceratotherium simum*)

Bei den Breitmaulnashörnern im Zoo Salzburg konnten 317 Laute die sich auf 10 Lauttypen aufteilen analysiert werden. Diese waren Schnauben, Doppelschnauben, Prusten, Keuchen, Grunzen, Brüllen, Knurren, Ächzen, Muhen und ein Trompetenlaut. Dabei war das Schnauben der häufigste Laut, der 152-mal vorkam. Das Doppelschnauben kam 34-mal vor, das Prusten 50-mal, das Keuchen 16-mal, das Grunzen 39-mal und das Brüllen sechsmal. Die restlichen drei Lauttypen kamen nur vereinzelt vor, sollen aber trotzdem vorgestellt werden. So konnten vom Ächzen nur drei, vom Muhen zwei und vom Trompetenlaut nur ein Laut analysiert werden. Insgesamt produzierten alle sechs Individuen Laute (Tab.1), sowohl in der Innen- als auch in der Außenanlage. Wenn Laute nicht einem bestimmten Individuum zugeordnet werden konnten, wurden sie unter Unbekannt gelistet. Die Einstellungen für die Laute bei der Analyse in STx und somit für alle folgenden Spektrogrammabbildungen waren: Bandweite 55, overlap 75, hanning window, Frequenzbereich 0-8000 Hz, floor -56 und range 20.

Tab.1: Anzahl der analysierte zehn Lauttypen bei den Breitmaulnashörnern (N= 6) im Zoo Salzburg bezogen auf die Individuen, ihre Summe an erzeugten Lauten und die Gesamtanzahl der Vokalisationstypen.

Lauttyp	Männchen		Weibchen				Unbekannt	Gesamtanzahl
	Benno	Athos	Kathi	Kifaru	Tamu	Yeti		
Schnauben	25	3	1	27	17	36	43	152
Doppelschnauben	14	0	0	4	3	4	9	34
Prusten	3	0	1	12	22	8	4	50
Keuchen	0	0	0	0	5	11	0	16
Grunzen	0	0	0	15	5	1	18	39
Brüllen	5	0	0	1	0	0	0	6
Knurren	0	0	0	5	1	1	7	14
Ächzen	0	0	0	0	1	0	2	3
Muhen	0	0	0	0	0	1	1	2
Trompete	0	0	0	0	0	0	1	1
Summe	47	3	2	64	54	62	85	317

3.1.1 Schnauben

Das Schnauben (n= 152) wurde von allen sechs Individuen geäußert, dabei konnte es mit 36-mal und 27-mal am häufigsten den Weibchen Yeti und Kifaru zugeordnet werden, aber auch der Bulle Benno äußerte den Schnaublaut 25-mal. Der Lauttyp ist breitbandig und rauschhaft, allerdings kann das Schnauben im Spektrogramm etwas unterschiedliche Formen haben (Abb.1, Abb.2), aufgrund der Stärke des Lautes. Verbunden ist das Schnauben mit einem mehr oder weniger lauten nasalen Luftausstoß.

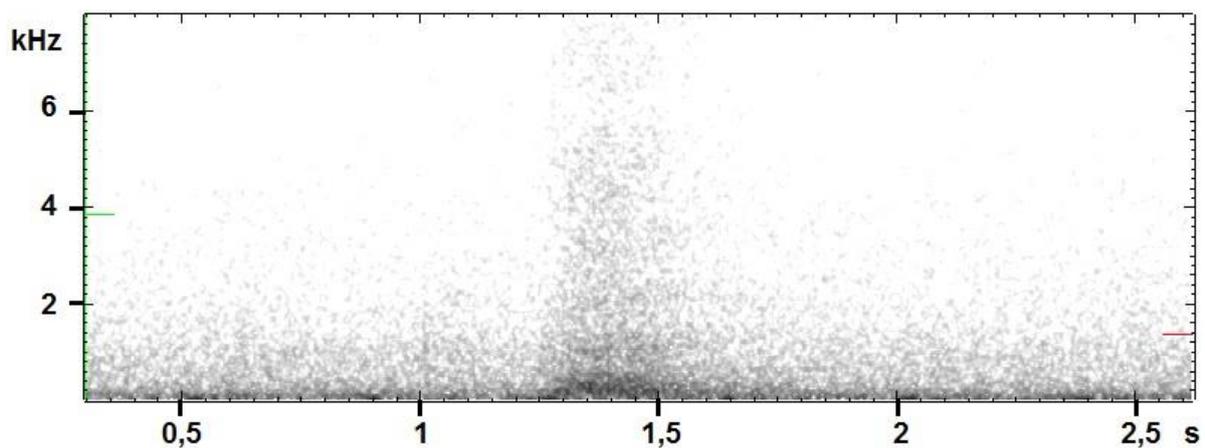


Abb.1: Spektrogramm eines Schnaubens von Breitmaulnashörnern, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

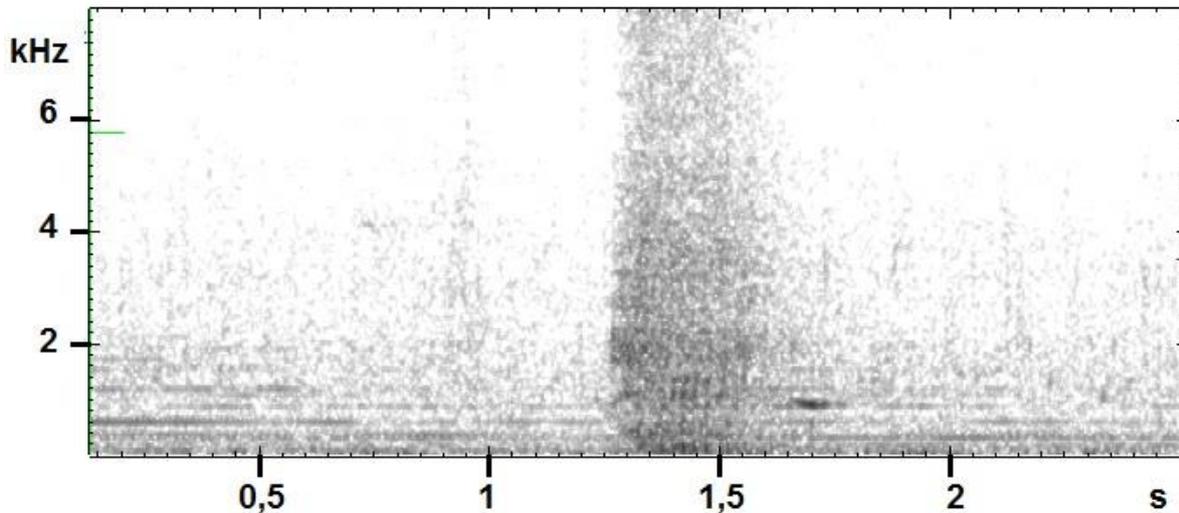


Abb.2: Spektrogramm eines Schnaubens von Breitmaulnashörnern, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Das Schnauben hatte die maximale Energie gemittelt bei $594,4 \pm 356$ Hertz, wobei die Werte sehr unterschiedlich waren, von 143 bis 2225 Hertz. Die Grundfrequenz des Schnaubens lag durchschnittlich bei $208,2 \pm 83$ Hertz und hier lagen die Werte der einzelnen Laute zwischen 86 und 559 Hertz. Im Mittel dauerte ein Schnauben $0,52 \pm 0,248$ Sekunden, dabei war die kürzeste Dauer 0,161 Sekunden und die längste 1,458 Sekunden (Tab.2).

Tab.2: Schnauben (n= 152) der Breitmaulnashörner (N= 6), mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

	(n= 152)		
	max. E. [Hz]	F0 [Hz]	Dauer [s]
MW	594,4	208,2	0,52
Stabw.	356	83	0,248
Spannweite	143 - 2225	86 - 559	0,161 - 1,458

Da das Schnauben von beiden Geschlechtern und allen Individuen produziert wurde, kann hier auch ein Vergleich der Werte erfolgen. Geschlechtsspezifisch zeigt sich (Tab.3), dass das Schnauben der Weibchen (n= 112, N= 4) im Mittel eine etwas geringere maximale Energie, $550,3 \pm 396$ Hertz, und auch Grundfrequenz, $178,2 \pm 57$ Hertz, hatte. Auch die Einzelwerte mit den geringsten Frequenzen waren in Schnaublauten von Kühen zu finden. So hatte die maximale Energie der Weibchen Werte zwischen 143 und 2225 Hertz und eine Grundfrequenz zwischen 86 und 330 Hertz. Dagegen lag bei den Männchen das Energieschwergewicht im Mittel bei $714,3 \pm 141$ Hertz und die Grundfrequenz bei $281,7 \pm 73$ Hertz. Die Einzelwerte der maximalen Energie hatten bei den Männchen nicht so eine große

Spannweite, sie lagen zwischen 316 und 847 Hertz und die Grundfrequenzen waren zwischen 143 und 415 Hertz. Die Dauer des Schnaubens war annähernd gleich zwischen den Geschlechtern, die der Bullen waren im Durchschnitt nur etwas kürzer mit $0,521 \pm 0,223$ Sekunden. Jedoch gab es bei den Weibchen eine größere Spannweite zwischen den Minimum- und Maximumwerten, so dauerten diese zwischen 0,161 und 1,458 Sekunden bei den Kühen und zwischen 0,196 und 0,910 Sekunden bei den Bullen.

Tab.3: Vergleich des Schnaubens zwischen den Weibchen (n= 112, N= 4) und Männchen (n= 28, N= 2) der Breitmaulnashörner, mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

		<u>max. E. [Hz]</u>	<u>F0 [Hz]</u>	<u>Dauer [s]</u>
Weibchen (n= 112, N= 4)	MW	550,3	178,2	0,532
	Stabw.	396	57	0,26
	Spannweite	143 - 2225	86 - 330	0,161 - 1,458
Männchen (n= 28, N= 2)	MW	714,3	281,7	0,521
	Stabw.	141	73	0,223
	Spannweite	316 - 847	143 - 415	0,196 - 0,910

Im Vergleich der Individuen (Tab.4, Abb.3) zeigt sich, dass das Männchen Benno sowohl die höchste mittlere maximale Energie hatte, mit $728,8 \pm 132$ Hertz, als auch die höchste mittlere Grundfrequenz mit $290,3 \pm 72$ Hertz. Im Gegensatz dazu hatte das Weibchen Tamu im Durchschnitt die geringste maximale Energie, mit $362,9 \pm 205$ Hertz und auch die geringste Grundfrequenz mit 155 ± 51 Hertz. Dieses Individuum hatte auch den minimalsten Einzelwert des Energieschwergewichts mit 143 Hertz und zusammen mit dem Weibchen Yeti auch die geringste gemessene Grundfrequenz von 86 Hertz. Den höchsten Einzelwert der maximalen Energie gab es bei dem Weibchen Yeti, mit 2225 Hertz, aber die einzelne gemessene Grundfrequenz war am höchsten beim Männchen Benno, mit 415 Hertz. Die Dauer der Individuen lag beim Männchen Athos im Mittel bei $0,257 \pm 0,083$ Sekunden, bei allen anderen Individuen war die Dauer des Schnaubens im Durchschnitt länger und annähernd gleich, zwischen 0,532 und 0,583 Sekunden. Dabei hatte das Weibchen Kifaru sowohl die kürzeste und längste Dauer unter den Einzelwerten. In diesem Vergleich wurde das vierte Weibchen, Kathi, herausgenommen, da es nur einmal geschnaubt hatte, dabei war die maximale Energie bei 731 Hertz, die Grundfrequenz bei 301 Hertz und es dauerte 0,348 Sekunden.

Tab.4: Vergleich des Schnaubens zwischen den Breitmaulnashornindividuen mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

		max. E. [Hz]	F0 [Hz]	Dauer [s]
Kifaru (n= 27)	MW	610,1	205,6	0,583
	Stabw.	351	59	0,362
	Spannweite	215 - 1478	115 - 330	0,161 - 1,458
Yeti (n= 36)	MW	556,9	167,2	0,559
	Stabw.	423	54	0,243
	Spannweite	172 - 2225	86 - 330	0,21 - 1,198
Tamu (n= 17)	MW	362,9	155	0,532
	Stabw.	205	51	0,205
	Spannweite	143 - 847	86 - 273	0,176 - 0,839
Benno (n= 25)	MW	728,8	290,3	0,553
	Stabw.	132	72	0,213
	Spannweite	316 - 847	143 - 415	0,196 - 0,910
Athos (n= 3)	MW	593	210	0,257
	Stabw.	187	22	0,083
	Spannweite	402 - 775	186 - 229	0,197 - 0,352

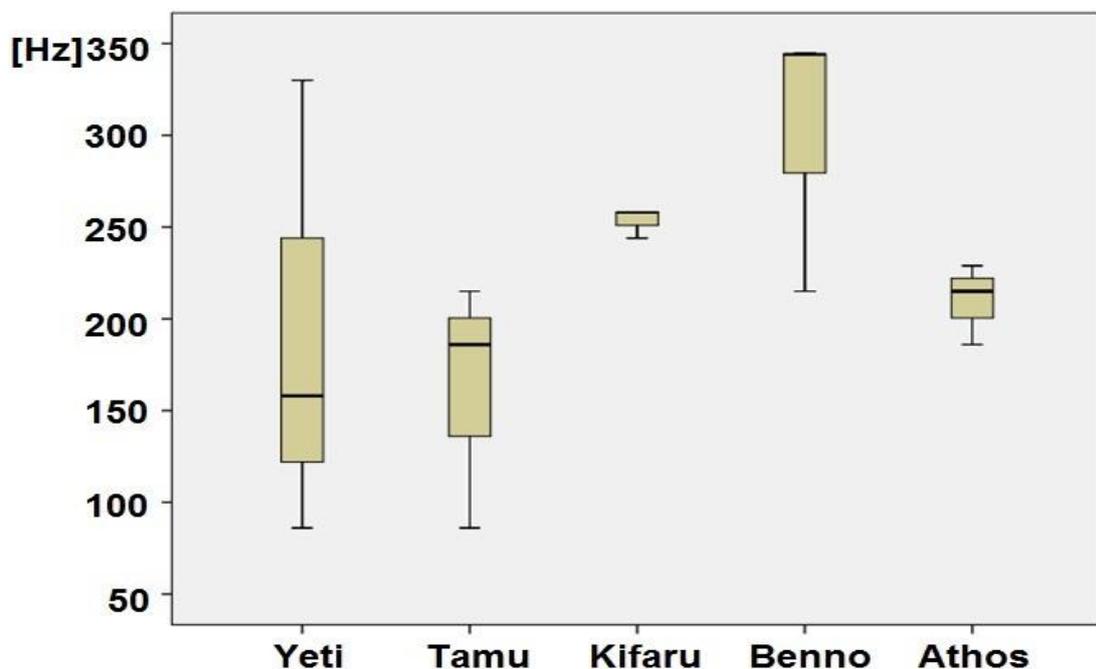


Abb.3: Boxplot der Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] des Schnaubens der fünf Breitmaulnashornindividuen Yeti (n= 36), Tamu (n= 17), Kifaru (n= 27), Benno (n= 25) und Athos (n= 3).

Der Kontext in dem das Schnauben produziert wurde war sehr unterschiedlich, wobei die Lautstärke des Schnaubens in aggressiveren bzw. agonistischen Situationen oft höher war, als zum Beispiel beim Fressen oder Rasten. Beispielsweise hatte besonders das Männchen Benno häufig laut geschnaubt, wenn die Kattas zu nahe bei seinem Futter waren, dann bewegte sich das Tier auch auf diese zu und deutete einen Hornstoß an. In der Außenanlage beim Nachlaufen der Tiere untereinander, war das Schnauben auch lauter. In ruhigeren Situationen zeigten die Nashörner beim Schnauben keine veränderte Bewegung, sie blieben liegen oder stehen. Bei Interaktionen mit einem Baustamm, an dem sich gerieben wurde oder der versucht wurde zu verschieben, wurde auch geschnaubt. Es gab also nicht immer ein anderes Individuum an das der Laut gerichtet war. Nach dem markieren mit Urin wurde von dem Individuum selbst geschnaubt, oder auch während des Fressens. Vor der Lautproduktion wurde die Oberlippe leicht nach oben gezogen, die Nüstern blähten sich auf und dann wurde Luft aus den Nasenlöchern und Mund ausgestoßen. Dabei konnte die Oberlippe auch leicht aufgebläht sein und beim Luftausstoß leicht vibrieren.

3.1.2 Doppelschnauben

Der Lauttyp des Doppelschnaubens (n= 34) wurde von drei Weibchen und einem Männchen geäußert, wobei dieser ihn am häufigsten produzierte, mit 14 Lauten. Beim Doppelschnauben werden zwei Schnaublaute zeitlich unmittelbar hintereinander produziert, ohne eine Pause dazwischen. Es ist immer ein sehr kräftiges Schnauben, das wiederum breitbandig und rauschhaft ist (Abb.4). Dabei waren die beiden Schnaublaute manchmal gleich kräftig, in anderen Fällen war das erste Schnauben stärker als das zweite oder umgekehrt.

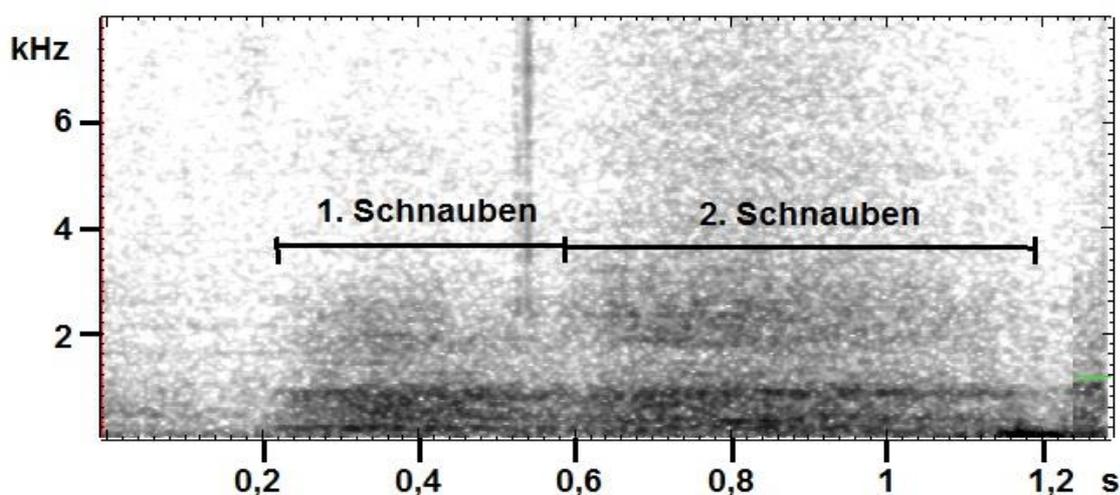


Abb.4: Spektrogramm eines Doppelschnaubens des Breitmaulnashorns bestehend aus zwei Schnaublauten, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Beim Doppelschnauben wurden die zwei Schnaublaute getrennt analysiert, so hatte das erste Schnauben dieses Lauttyps eine mittlere maximale Energie von $812,1 \pm 250$ Hertz und die Einzelwerte lagen in einem Bereich von 387 bis 1678 Hertz. Im zweiten Schnauben lag die maximale Energie im Durchschnitt bei $870,1 \pm 315$ Hertz und die Spannweite davon lag zwischen 301 bis 1895 Hertz. Die Grundfrequenz des ersten Teils betrug gemittelt 229 ± 63 Hertz und im zweiten $218,8 \pm 67$ Hertz. Dabei lag der geringste Frequenzwert im ersten und zweiten Teil bei 115 bzw. 86 Hertz und der höchste Wert der Grundfrequenz in beiden Teilen bei 358 Hertz. Die Dauer war im ersten Schnauben durchschnittlich geringer, mit $0,365 \pm 0,122$ Sekunden, als im zweiten Schnauben, das im Mittel $0,513 \pm 0,179$ Sekunden dauerte. Gesamt dauerte das Doppelschnauben gemittelt $0,878 \pm 0,234$ Sekunden, wobei der kürzeste Doppelschnaublaut 0,449 Sekunden dauerte und der längste 1,439 Sekunden (Tab.5).

Tab.5: Doppelschnauben (n= 34) der Breitmaulnashörner (N= 5), mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] des ersten (1.) und zweiten (2.) Lautteils und der Gesamtdauer in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

	(n= 34)		
	MW	Stabw.	Spannweite
1. max. E. [Hz]	812,1	250	387 - 1679
2. max. E. [Hz]	870,1	315	301 - 1895
1. F0 [Hz]	229	63	115 - 358
2. F0 [Hz]	218,8	67	86 - 358
1. Dauer [s]	0,365	0,122	0,222 - 0,772
2. Dauer [s]	0,513	0,179	0,212 - 0,967
Dauer gesamt [s]	0,878	0,234	0,449 - 1,439

Das Doppelschnauben wurde von Individuen beiderlei Geschlechts geäußert und im Vergleich (Tab.6) hatte das Männchen dabei eine etwas geringer maximale Energie in beiden Lautteilen als die Weibchen gemeinsam. So lagen die Werte des Männchens durchschnittlich bei $797,6 \pm 115$ Hertz und $805,6 \pm 85$ Hertz. Jedoch war beim Männchen die Grundfrequenz im Durchschnitt bei beiden Lautteilen etwas höher, mit $241,7 \pm 67$ Hertz und $231,4 \pm 74$ Hertz. Beim Doppelschnauben des Bullen war sowohl die Dauer des ersten Schnaubens, als auch des zweiten Schnaubens im Mittel etwas länger und somit auch die Gesamtdauer des Doppelschnaubens, mit $0,953 \pm 0,218$ Sekunden.

Tab.6: Vergleich des Doppelschnaubens zwischen den Weibchen (n= 13, N= 3) und Männchen (n= 14, N= 1) der Breitmaulnashörner, mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] des ersten (1.) und zweiten (2.) Lautteils und der Gesamtdauer (Dauer g) in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

	Weibchen (n= 13, N= 3)			Männchen (n= 14, N= 1)		
	MW	Stabw.	Spannweite	MW	Stabw.	Spannweite
1. max. E. [Hz]	885,3	378	387 - 1679	797,6	115	560 - 1091
2. max. E. [Hz]	969,8	490	301 - 1895	805,6	85	718 - 1062
1. F0 [Hz]	218,4	68	115 - 345	241,7	67	143 - 358
2. F0 [Hz]	193	57	86 - 315	231,4	74	143 - 358
1. Dauer [s]	0,375	0,12	0,223 - 0,704	0,391	0,137	0,229 - 0,772
2. Dauer [s]	0,464	0,156	0,212 - 0,735	0,561	0,173	0,271 - 0,967
Dauer g [s]	0,839	0,23	0,532 - 1,439	0,953	0,218	0,531 - 1,307

Im Vergleich der Werte des Doppelschnaubens der einzelnen Individuen (Tab.7) hatte das Weibchen Tamu im ersten Schnauben den geringsten mittleren Wert der maximalen Energie, mit 765 ± 124 Hertz und das Weibchen Kifaru den höchsten Wert mit $1105,3 \pm 410$ Hertz. Im zweiten Schnauben war im Durchschnitt der geringste Wert der maximalen Energie bei der Kuh Kifaru, mit $784,5 \pm 259$ Hertz und der höchste Wert bei Tamu, mit 1009 ± 155 Hertz. Die Grundfrequenz des ersten Schnaubens war im Mittel am geringsten beim Individuum Tamu, mit 196 ± 86 Hertz und am höchsten bei Kifaru, mit $225,8 \pm 59$ Hertz. Im zweiten Schnauben war die geringste Grundfrequenz mit 154 ± 46 Hertz beim Weibchen Yeti und am höchsten beim Männchen Benno. Die weiblichen Individuen hatten auch alle eine geringere Gesamtdauer des Doppelschnaubens als das Männchen, so hatte beispielsweise Kifaru die kürzeste mittlere Dauer des ersten Schnaubens, mit $0,34 \pm 0,09$ Sekunden und im zweiten Schnauben war das bei Tamu mit $0,341 \pm 0,136$ Sekunden.

Der Verhaltenskontext in dem das Doppelschnauben produziert wurde war ähnlich dem des einfachen Schnaubens, wobei es eher in agonistischen Situationen produziert wurde. Das Doppelschnauben wurde auch davor und danach mit einfachem Schnauben kombiniert, beispielsweise, als das Männchen die Kattas anschnaubte, oder als der Bulle sich mit einem Baumstamm beschäftigte. Als ein Weibchen auf das andere losging wurde von dem angegriffenen Tier auch ein Doppelschnauben produziert. Der Laut wurde aber auch an kein bestimmtes Individuum gerichtet geäußert, etwa in der Innenanlage bevor sich das Tier hinlegte.

Tab.7: Vergleich des Doppelschnaubens der Breitmaulnashornindividuen (N= 4), mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] des ersten (1.) und zweiten (2.) Lautteils und der Gesamtdauer (Dauer g) in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

	Kifaru (n= 4)			Tamu (n= 3)		
	MW	Stabw.	Spannweite	MW	Stabw.	Spannweite
1. max. E. [Hz]	1105,3	410	775 - 1679	765	124	631 - 875
2. max. E. [Hz]	784,5	259	431 - 1048	1009	155	832 - 1119
1. F0 [Hz]	225,8	59	158 - 301	196	86	115 - 287
2. F0 [Hz]	200,8	55	129 - 244	186,7	25	158 - 201
1. Dauer [s]	0,34	0,09	0,266 - 0,469	0,365	0,032	0,328 - 0,388
2. Dauer [s]	0,502	0,183	0,324 - 0,694	0,341	0,136	0,212 - 0,483
Dauer g [s]	0,841	0,14	0,654 - 0,988	0,706	0,166	0,54 - 0,871
	Yeti (n= 4)			Benno (n= 14)		
	MW	Stabw.	Spannweite	MW	Stabw.	Spannweite
1. max. E. [Hz]	868,5	526	387 - 1479	797,6	115	560 - 1091
2. max. E. [Hz]	929	732	301 - 1794	805,6	85	718 - 1062
1. F0 [Hz]	215,3	93	129 - 345	241,7	67	143 - 358
2. F0 [Hz]	154	46	86 - 186	231,4	74	143 - 358
1. Dauer [s]	0,337	0,095	0,223 - 0,449	0,391	0,137	0,229 - 0,772
2. Dauer [s]	0,453	0,097	0,309 - 0,518	0,561	0,173	0,271 - 0,967
Dauer g [s]	0,791	0,183	0,532 - 0,946	0,953	0,218	0,531 - 1,307

3.1.3 Prusten

Das Prusten wurde am häufigsten von den Weibchen Tamu, 22-mal, und Kifaru, 12-mal, geäußert. Der Lauttyp ähnelt dem Schnauben, aber das Prusten ist ein breitbandiger rauschhafter Laut, der zu Beginn bei allen Frequenzen stark ist und im zeitlichen Verlauf in den oberen Frequenzen abnimmt und im unteren Frequenzbereich schwächer wird (Abb.5). Auch dieser Lauttyp ist mit einer lauten nasalen Ausatmung verbunden.

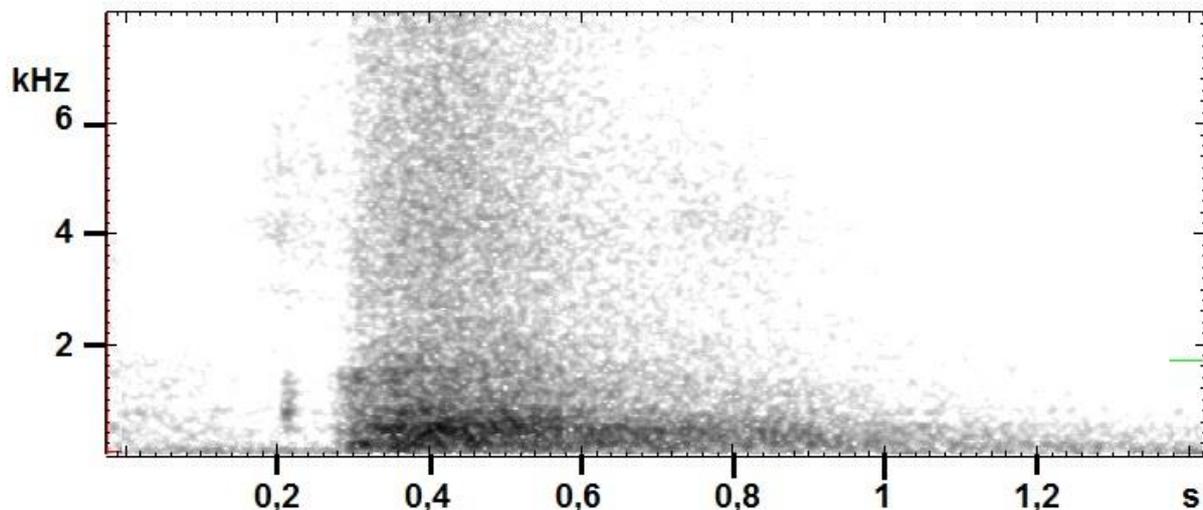


Abb.5: Spektrogramm eines Prustens des Breitmaulnashorns, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Das Prusten ($n = 50$) wurde von fünf Individuen geäußert und hatte dabei eine mittlere maximale Energie von $387,9 \pm 190$ Hertz, dabei lagen die Einzelwerte zwischen 172 und 1055 Hertz. Die Grundfrequenz lag im Mittel bei $165,8 \pm 69$ Hertz und hatte eine Spannweite von 86 bis 388 Hertz. Die zeitliche Analyse des Prustens ergab eine mittlere Dauer von $0,868 \pm 0,234$ Sekunden, dabei war die kürzeste Dauer 0,214 Sekunden und die längste 1,427 Sekunden (Tab.8).

Tab.8: Prusten ($n = 50$) der Breitmaulnashörner ($N = 5$), mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

		($n = 50$)	
	max. E [Hz]	F0 [Hz]	Dauer [s]
MW	387,9	165,8	0,868
Stabw.	190	69	0,234
Spannweite	172 - 1055	86 - 388	0,214 - 1,427

Im Vergleich der Individuen (Tab.9) hatte ein Weibchen, Tamu, die geringste mittlere maximale Energie, bei $303,3 \pm 85$ Hertz und ein anderes, Kifaru, die größte mit $520,8 \pm 259$ Hertz. Die Grundfrequenz war im Durchschnitt auch bei Tamu am geringsten, mit $132,3 \pm 26$ Hertz, und beim Männchen Benno am höchsten mit $248,7 \pm 98$ Hertz (Abb.6). Die längste mittlere Dauer des Prustens gab es bei Kifaru, mit $0,947 \pm 0,282$ Sekunden und die kürzeste bei Benno mit $0,679 \pm 0,123$ Sekunden.

Tab.9: Vergleich des Prustens der Breitmaulnashornindividuen (N= 4), mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

		<u>max. E [Hz]</u>	<u>F0 [Hz]</u>	<u>Dauer [s]</u>
Kifaru (n= 12)	MW	520,8	171	0,947
	Stabw.	259	99	0,282
	Spannweite	258 - 1055	86 - 388	0,535 - 1,427
Yeti (n= 8)	MW	448,4	207,9	0,7
	Stabw.	203	61	0,31
	Spannweite	258 - 761	143 - 315	0,214 - 1,239
Tamu (n= 22)	MW	303,3	132,3	0,922
	Stabw.	85	26	0,134
	Spannweite	172 - 589	100 - 186	0,759 - 1,367
Benno (n= 3)	MW	406,7	248,7	0,679
	Stabw.	271	98	0,123
	Spannweite	172 - 703	172 - 359	0,552 - 0,796

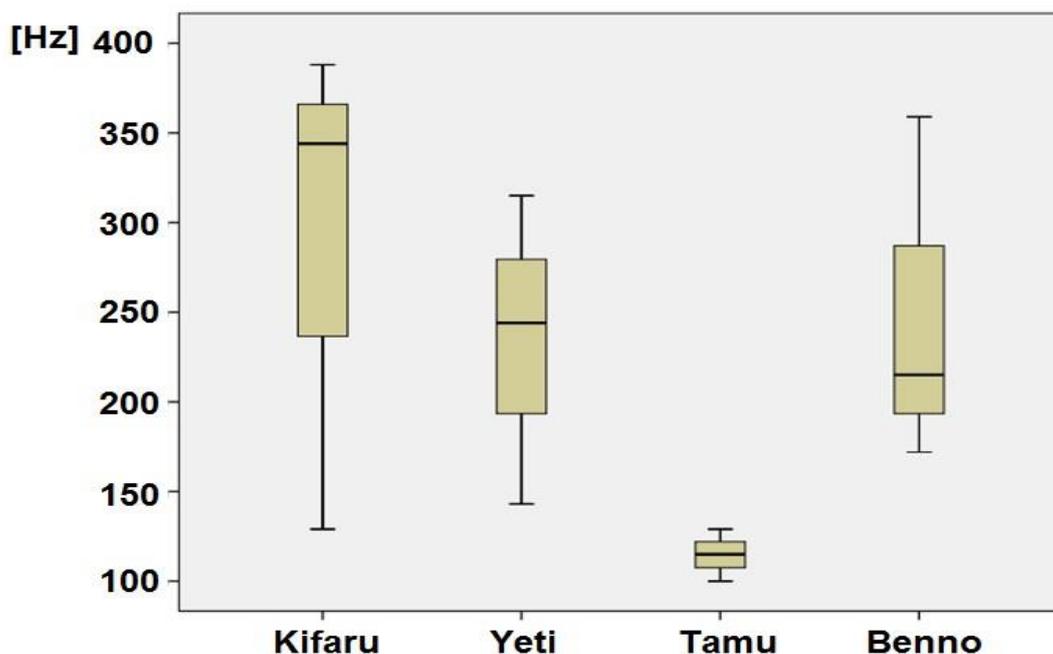


Abb.6: Boxplot der Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] des Prustens der vier Breitmaulnashornindividuen Kifaru (n= 12), Yeti (n= 8), Tamu (n= 22) und Benno (n= 3).

Das Prusten wurde, wie auch das Schnauben, in unterschiedlichen Situationen produziert und der Lauttyp war auch nicht immer an ein bestimmtes anderes Individuum gerichtet. Beispielsweise äußerte das Weibchen Kifaru den Laut, als der Bulle am Urin des zweiten Weibchens roch. Andere Situationen waren vor und nach dem Fressen, zwischen Schnaublauten, oder nachdem ein anderes Weibchen einen Keuchlaut in der Innenanlage produzierte. Die Lautproduktion war wie beim Schnauben.

3.1.4 Keuchen

Das Keuchen wurde nur von zwei Kühen, Yeti elfmal und Tamu, fünfmal, produziert und konnte nur in der Innenanlage beobachtet werden. Es ist ein wiederholender Lauttyp, der aus mehreren Elementen besteht, wobei dabei die Atmung eine besondere Rolle spielt. So gibt es abwechselnd Elemente beim Ein- und beim Ausatmen (Abb.7). Begonnen wurde bei den analysierten Keuchlauten immer mit einem längeren Element des Ausatmens, auf das dann kürzere Elemente des Einatmens und wieder Ausatmens folgten. Das Keuchen wurde mit einem Element des Einatmens, oder des Ausatmens beendet. Der Laut erinnert etwas an das „jah“ eines Esels das wiederholt wird und ist laut, aber im zeitlichen Verlauf nimmt die Intensität etwas ab, also die ersten Elemente des Lautes sind stärker.

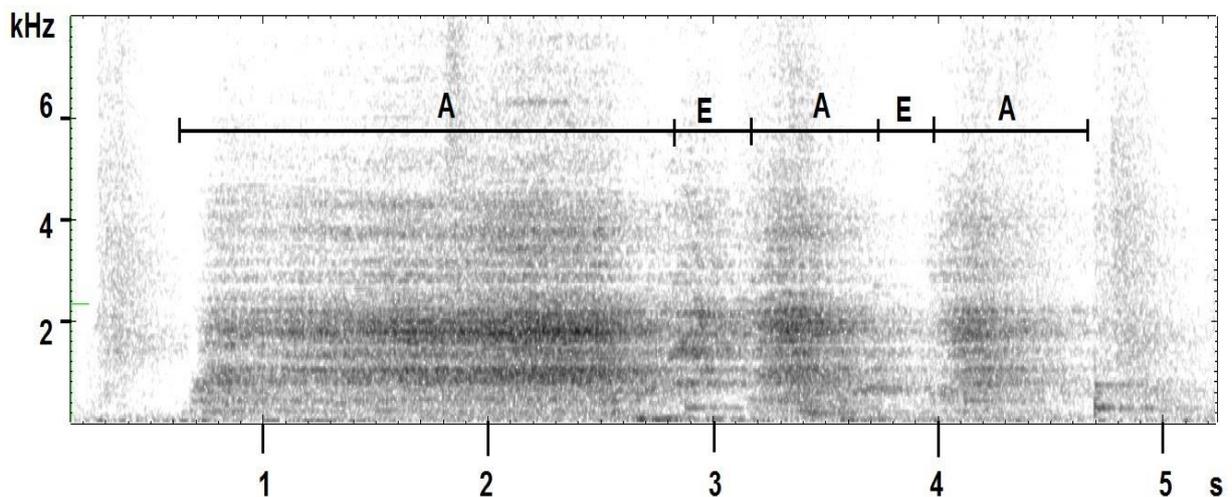


Abb.7: Spektrogramm des Keuchens eines Breitmaulnashorns bestehend aus Elementen des Einatmens (E) und Ausatmens (A), angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Da es sich beim Keuchen um einen Lauttyp handelt der aus sich wiederholenden Elementen besteht, wurden dabei mehr Parameter analysiert als bei den anderen Lauten (Tab.10). So wurde neben der Anzahl der Elemente im gesamten Keuchlaut auch die Anzahl der Elemente der Ein- und Ausatmung getrennt angegeben. Die Dauer wurde gemessen für ein Element des Ein- und Ausatmens sowie für die Gesamtdauer der beiden Elementtypen im Keuchen und die Dauer des Keuchlautes insgesamt. Bei der Frequenzmessung wurden die maximale Energie und die Grundfrequenz jeweils für die beiden Elementtypen der Ein- und Ausatmung gemessen, wie auch für den gesamten Keuchlaut. Die Anzahl der Elemente die einen Keuchlaut bilden lag durchschnittlich bei $7,6 \pm 2,7$ und reichte von 3 bis 12 Elementen. Dabei betrug die Anzahl der Elemente des Einatmens im Mittel $3,6 \pm 1,4$, wobei es minimal einen und maximal sechs davon in den Keuchlauten gab. Die Elemente des Ausatmens hatten im Durchschnitt eine Anzahl von $4,1 \pm 1,3$, dabei gab es mindestens zwei und

maximal sechs solcher Elemente im Keuchen. Obwohl die Elementanzahl annähernd gleich war, hatten die beiden Typen doch einen unterschiedlichen Anteil am Keuchen. Sowohl ein einzelnes Element, als auch die gesamte Anzahl des Einatmens hatte eine kürzere Dauer in einem Keuchen, während die Elemente der Ausatmung immer länger dauerten, besonders das erste. So dauerte ein Element bei dem eingeatmet wurde durchschnittlich $0,376 \pm 0,152$ Sekunden und dabei betrug die kürzeste Dauer $0,086$ Sekunden und die längste $0,737$ Sekunden. Im Gegensatz dazu war die Dauer eines Elements der Ausatmung im Mittel länger, mit $0,767 \pm 0,318$ Sekunden, dabei lagen die einzelnen Werte zwischen minimal $0,058$ und maximal $2,571$ Sekunden. Die Dauer aller Einatmungselemente im Keuchlaut betrug somit im Durchschnitt $1,443 \pm 0,914$ Sekunden und die der Ausatmung $2,851 \pm 0,711$ Sekunden. Insgesamt hatte das Keuchen eine durchschnittliche Dauer von $4,202 \pm 1,252$ Sekunden, davon war der kürzeste Keuchlaut $1,843$ Sekunden und der längste $7,167$ Sekunden lang.

Bei der Frequenzanalyse des Keuchens (Tab.10) ergab sich im Vergleich der Elementtypen für die des Einatmens eine geringere maximale Energie. So lag diese bei durchschnittliche $1028,3 \pm 255$ Hertz und hatte einen Bereich von 646 bis 1468 Hertz. Im Gegensatz dazu war das Energieschwergewicht höher, im Mittel bei $1377,6 \pm 261$ Hertz, dabei hatten die Einzelwerte eine Spannweite von 970 bis 1895 Hertz. Die Grundfrequenz beider Elementtypen war annähernd gleich. Dabei lag sie bei den Elementen der Einatmung im Durchschnitt etwas tiefer, bei $219,1 \pm 54$ Hertz und die Einzelwerte reichten von 111 bis 304 Hertz. Die Ausatmungselemente hatten eine mittlere Grundfrequenz von $224,9 \pm 60$ Hertz, mit Werten in einem Bereich von 151 bis 353 Hertz. Insgesamt hatte ein Keuchen somit im Durchschnitt eine maximale Energie von $1217,3 \pm 201$ Hertz und eine Grundfrequenz von $221,4 \pm 54$ Hertz. Die Bereiche der Einzelwerte lagen dabei zwischen 874 bis 1475 Hertz und 154 bis 329 Hertz.

Tab.10: Vom Keuchen (n= 16) der Breitmaulnashörner (N= 2) der Mittelwert (MW), die Standardabweichung (Stabw.) und die jeweilige Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten der Elementanzahl, Anzahl Einatmung und Ausatmung, der Dauer eines Einatmungselements und Ausatmungselements, Dauer der Einatmung und Ausatmung im Laut und der Gesamtdauer in Sekunden [s], der maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) der Ein- und Ausatmung sowie der des Gesamtlautes (gesamt) in Hertz [Hz].

	(n= 16)	MW	Stabw.	Spannweite
Elementanzahl		7,6	2,7	3 - 12
Anzahl Einatmung		3,6	1,4	1 - 6
Anzahl Ausatmung		4,1	1,3	2 - 6
Dauer Ein. Element [s]		0,376	0,152	0,086 - 0,737
Dauer Aus. Element [s]		0,767	0,318	0,058 - 2,571
Dauer Ein. gesamt [s]		1,443	0,914	0,458 - 3,331
Dauer Aus. gesamt [s]		2,851	0,711	1,569 - 3,953
Dauer gesamt [s]		4,202	1,252	1,843 - 7,167
max. E. Ein. [Hz]		1028,3	255	646 - 1468
max. E. Aus. [Hz]		1377,6	261	970 - 1895
F0 Ein. [Hz]		219,1	54	111 - 304
F0 Aus. [Hz]		224,9	60	151 - 353
max. E. gesamt [Hz]		1217,3	201	874 - 1475
F0 gesamt [Hz]		221,4	54	154 - 329

Das Keuchen wurde nur von zwei Weibchen produziert und in einem Vergleich zeigt sich (Tab.11), dass dabei Tamu zwar eine durchschnittlich höhere Anzahl an Elementen besaß, aber die Dauer, sowohl von den Elementen als auch des gesamten Keuchlantes trotzdem bei Yeti immer länger war. So hatte Tamu im Mittel $8,2 \pm 3$ Elemente pro Keuchen und eine Lautdauer von durchschnittlich $3,203 \pm 0,791$ Sekunden. Dagegen hatte Yeti nur $7,4 \pm 2,6$ Elemente pro Keuchen, aber ein Keuchen dauerte durchschnittlich insgesamt $4,656 \pm 1,173$ Sekunden. Zwar dauerten bei beiden Individuen die Elemente der Ausatmung länger als die der Einatmung, aber auch hier hatte die Kuh Yeti eine längere Dauer (Abb.8). So dauerte bei ihr im Durchschnitt das Einatmungselement $1,683 \pm 0,988$ Sekunden und das der Ausatmung $2,972 \pm 0,737$ Sekunden. Bei Tamu lag die Dauer der Einatmungselemente insgesamt bei $0,914 \pm 0,431$ Sekunden und die der Ausatmung bei $2,584 \pm 0,638$ Sekunden. Bei den Frequenzen hatte Tamu im Vergleich bei allen gemessenen Parametern geringere mittlere Werte (Abb.9). So lag bei ihr die maximale Energie des Keuchens im Mittel bei $1069,4 \pm 147$ Hertz und die Grundfrequenz bei $215,2 \pm 56$ Hertz. Bei Yeti lagen diese Werte bei $1284,5 \pm 190$ Hertz und $224,3 \pm 55$ Hertz. Der Elementtyp Einatmung hatte bei Tamu bei der maximalen Energie $942,8 \pm 178$ Hertz und die Grundfrequenz 207 ± 38 Hertz. Während bei Yeti diese Frequenzwerte höher waren, mit $1067,1 \pm 282$ Hertz und $224,5 \pm 61$ Hertz. Die

Ausatmungselemente hatten im Vergleich zur Einatmung bei beiden Individuen höhere Frequenzwerte, aber die von Yeti waren auch hier höher als von Tamu. So lag die maximale Energie der Ausatmung bei Yeti im Mittel bei $1473,5 \pm 243$ Hertz und bei Tamu bei $1166,8 \pm 162$ Hertz. Die Grundfrequenz der Ausatmung war fast gleich, sie betrug bei Yeti $225,6 \pm 58$ Hertz und bei Tamu $223,2 \pm 71$ Hertz.

Tab.11: Vom Vergleich des Keuchens zweier Breitmaulnashornindividuen der Mittelwert (MW), die Standardabweichung (Stabw.) und die jeweilige Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten der Elementanzahl, Anzahl Einatmung und Ausatmung, der Dauer eines Einatmungselements und Ausatmungselements Dauer der Einatmung und Ausatmung im Laut und der Gesamtdauer in Sekunden [s], der maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) der Ein- und Ausatmung sowie der des Gesamtlautes (gesamt) in Hertz [Hz].

	Yeti (n= 11)			Tamu (n= 5)		
	MW	Stabw.	Spannweite	MW	Stabw.	Spannweite
Elementanzahl	7,4	2,6	4 - 12	8,2	3	3 - 11
Anzahl Einatmung	3,5	1,4	2 - 6	3,6	1,5	1 - 5
Anzahl Ausatmung	3,8	1,2	2 - 6	4,6	1,5	2 - 6
Dauer Ein. Element [s]	0,446	0,111	0,229 - 0,737	0,223	0,114	0,086 - 0,38
Dauer Aus. Element [s]	0,857	0,342	0,212 - 2,571	0,569	0,126	0,264 - 1,003
Dauer Ein. gesamt [s]	1,683	0,988	0,458 - 3,331	0,914	0,431	0,473 - 1,473
Dauer Aus. gesamt [s]	2,972	0,737	1,569 - 3,953	2,584	0,638	1,843 - 3,186
Dauer gesamt [s]	4,656	1,173	3,448 - 7,167	3,203	0,791	1,843 - 3,764
max. E. Ein. [Hz]	1067,1	282	646 - 1468	942,8	178	721 - 1191
max. E. Aus. [Hz]	1473,5	243	1045 - 1895	1166,8	162	970 - 1338
F0 Ein. [Hz]	224,5	61	111 - 304	207	38	161 - 262
F0 Aus. [Hz]	225,6	58	172 - 353	223,2	71	151 - 339
max. E. gesamt [Hz]	1284,5	190	874 - 1475	1069,4	147	900 - 1273
F0 gesamt [Hz]	224,3	55	154 - 329	215,2	56	162 - 305

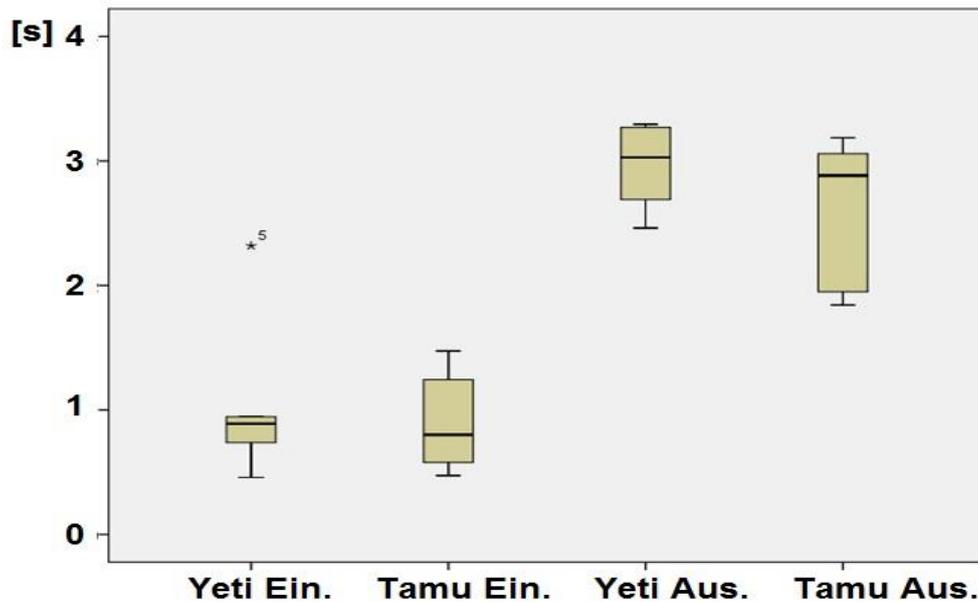


Abb.8: Boxplot der Dauer in Sekunden [s] der Einatmungs- (Ein.) und Ausatmungselemente (Aus.) des Keuchens der zwei Breitmaulnashornweibchen Yeti (n= 11) und Tamu (n= 5).

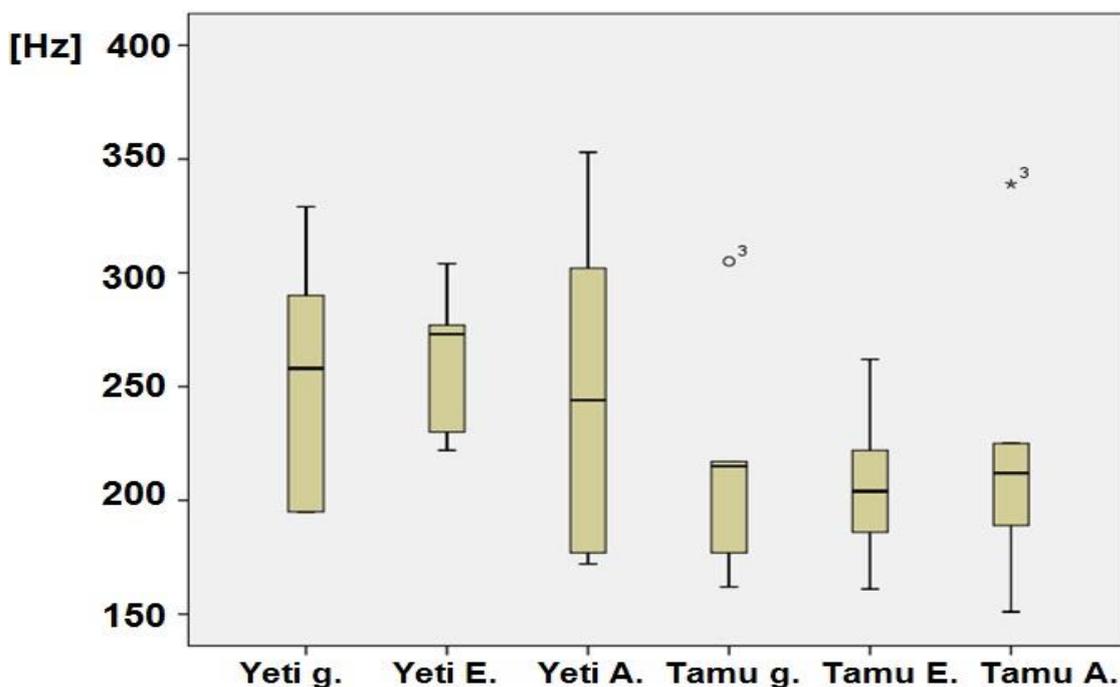


Abb.9: Boxplot der Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] des gesamten Keuchlautes (g) und der Einatmungs- (E.) und Ausatmungselemente (A.) des Keuchens der zwei Breitmaulnashornweibchen Yeti (n= 11) und Tamu (n= 5).

Dieser Lauttyp wurde nur in der Innenanlage produziert und dabei waren die Tiere in ihren separaten Ställen, wobei es durch die Absperrungen aber Sichtkontakt gab. Das Individuum, dass das Keuchen produzierte äußerte davor und oder danach fast immer Schnaublaute,

auch andere Individuen gaben dann ein Schnauben von sich. Bei der Lautproduktion war der Kopf etwas gehoben, der Mund leicht geöffnet und das Tier bewegte sich langsam vorwärts.

3.1.5 Grunzen

Das Grunzen (n= 39) konnte zwar in 18 Fällen keinem bestimmten Individuum zugeordnet werden, aber es waren immer nur weibliche Tiere. Am häufigsten äußerte Kifar den Laut mit 15-mal, daneben gab es fünf Grunzlaute von Tamu und einen von Yeti. Der Lauttyp ist etwas rauschhaft, aber mit einem Frequenzband das stärker ist und die Start- und Endfrequenzen sind schwächer ausgeprägt als in der Mitte des Lautes (Abb.10).

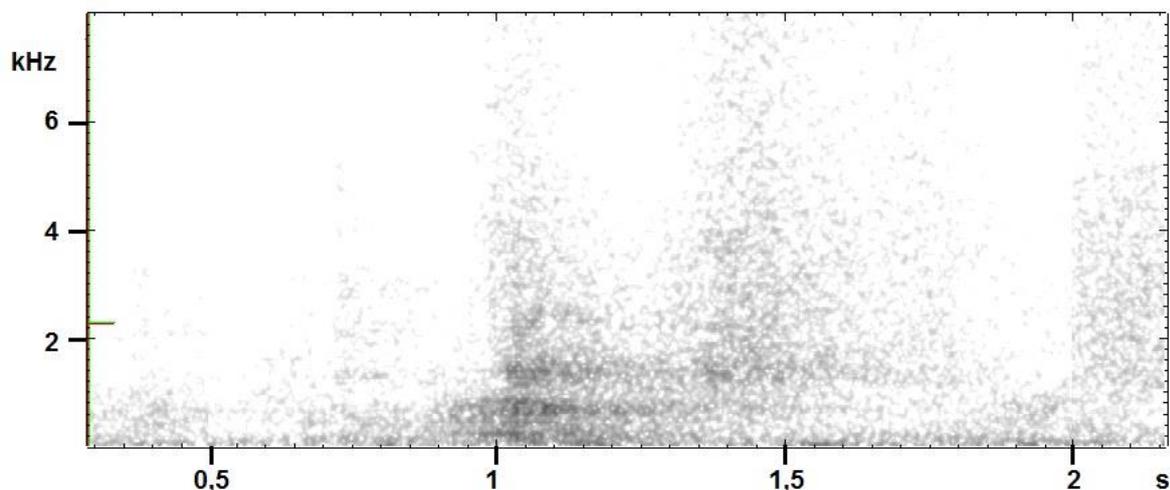


Abb.10: Spektrogramm des Grunzens eines Breitmaulnashorns, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Das Grunzen hatte im Mittel eine maximale Energie von $778,4 \pm 363$ Hertz, dabei lagen die Werte in einem Bereich von 215 bis 1694 Hertz. Die Grundfrequenz dieses Lauttyps lag bei $211,1 \pm 64$ Hertz und die Einzelwerte hatten eine Spannweite von 86 bis 388 Hertz. Die Dauer des Grunzens betrug durchschnittlich $0,318 \pm 0,125$ Sekunden, wobei die kürzeste Dauer 0,163 und die längste 0,592 Sekunden war (Tab.12).

Tab.12: Grunzen (n= 39) der Breitmaulnashörner (N= 3), mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

	(n= 39)		
	max. E. [Hz]	F0 [Hz]	Dauer [s]
MW	778,4	211,1	0,313
Stabw.	363	64	0,125
Spannweite	215 - 1694	86 - 388	0,163 - 0,592

Von den Grunzlauten die zwei Individuen zugeordnet werden konnten zeigt sich im Vergleich (Tab.13), dass das Grunzen des Weibchens Kifaru im Durchschnitt höhere Frequenzwerte und auch eine längere Lautdauer hatte. So betrug die maximale Energie $865,1 \pm 355$ Hertz, die Grundfrequenz $220,9 \pm 49$ Hertz und die Lautdauer lag bei $0,318 \pm 0,126$ Sekunden. Im Gegensatz dazu waren die Werte bei Tamu $519,6 \pm 183$ Hertz, $215,4 \pm 107$ Hertz und $0,271 \pm 0,061$ Sekunden.

Tab.13: Vergleich des Grunzens zweier Breitmaulnashornindividuen, mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

		max. E. [Hz]	F0 [Hz]	Dauer [s]
Kifaru (n= 15)	MW	865,1	220,9	0,318
	Stabw.	355	49	0,126
	Spannweite	301 – 1694	129 – 287	0,156 - 0,592
Tamu (n= 5)	MW	519,6	215,4	0,271
	Stabw.	183	107	0,061
	Spannweite	244 - 732	115 - 388	0,188 - 0,355

Das Grunzen wurde in verschiedenen Situationen geäußert und kann keinem speziellen Verhalten zugeschrieben werden. Beispielsweise grunzte das Nashorn während es sein Horn an einem Baumstamm rieb und oft wurde vorher oder nachher auch geschnaubt. Bei der Lautproduktion durch den Mund war dieser geöffnet.

3.1.6 Brüllen

Das Brüllen (n= 6) konnte in fünf Fällen dem Männchen Benno zugeordnet werden und einmal dem Weibchen Kifaru. Dieser Lauttyp ist etwas rauschhaft, besonders in den höheren Frequenzen, aber man kann auch eine Grund- und unterschiedlich viele Oberschwingungen erkennen, wobei diese nicht harmonisch waren (Abb.11). Die energiestärkste Schwingung war auch nicht immer die Grundfrequenz, sondern auch einmal die erste Oberschwingung, beim Brüllen des Weibchens. Das Brüllen erinnert beim Hören an ein Löwengebrüll und klingt kräftig.

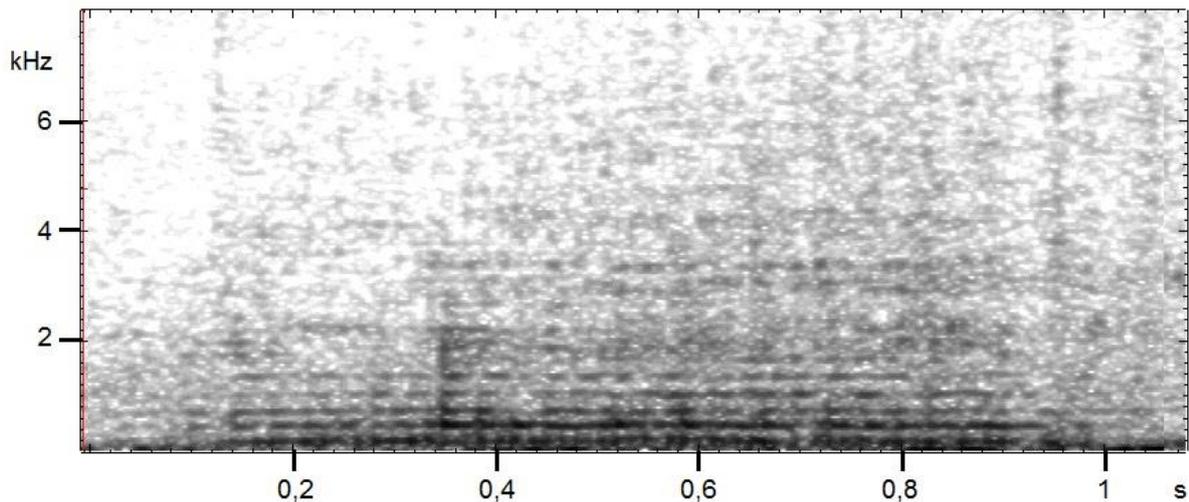


Abb.11: Spektrogramm des Brüllens eines Breitmaulnashorns, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Dieser Lauttyp hatte seine maximale Energie bei durchschnittlich $169,5 \pm 116$ Hertz, dabei betrug die Spannweite der Einzelwerte 100 bis 402 Hertz. Die Grundfrequenz lag im Mittel bei $126,3 \pm 21$ Hertz, dabei reichte diese von 100 bis 143 Hertz. Da die Anzahl der erkennbaren Oberschwingungen nicht immer gleich war, wurden nur die ersten drei gemessen. So lag im Durchschnitt die erste Oberschwingung bei $401,2 \pm 21$ Hertz, mit Einzelwerten zwischen 373 und 431 Hertz. Die mittleren Werte der zweiten und dritten Oberschwingung lagen bei $741,5 \pm 118$ Hertz und 1079 ± 210 Hertz und die Einzelwerte lagen in einem Bereich von 646 bis 947 Hertz und 933 bis 1493 Hertz. Das Brüllen dauerte im Mittel $0,889 \pm 0,612$ Sekunden, dabei war die kürzeste Dauer 0,394 Sekunden und die längste 2,050 Sekunden (Tab.14).

Tab.14: Brüllen (n= 6) der Breitmaulnashörner (N= 2), mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz und 3 Oberschwingungen (F0, F1, F2, F3) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

	(n= 6)					
	<u>max. E. [Hz]</u>	<u>F0 [Hz]</u>	<u>F1 [Hz]</u>	<u>F2 [Hz]</u>	<u>F3 [Hz]</u>	<u>Dauer [s]</u>
MW	169,5	126,333	402,167	741,5	1079	0,889
Stabw.	115,552	21,106	20,508	118,11	209,803	0,612
Spannweite	100 - 402	100 - 143	373 - 431	646 - 947	933 - 1493	0,394 - 2,050

Die Situation in denen der Laut geäußert wurde war aggressiverer Art, in agonistischen Situationen. Als das Weibchen das Brüllen äußerte, lief sie vor einem anderen Weibchen davon und auf das dritte Tier zu, wobei sich diese beiden anderen Kühe zuvor nachliefen. Beim Männchen gab es diesen Laut, etwa wenn die Kattas bei seinem Futter waren oder er

in der Außenanlage sich an dem Baumstamm rieb und diesen hochschmiss. Dabei wurde die Lautgebung noch durch ein visuelles Signal verstärkt, indem sich das Tier größer machte, den Kopf hob oder ein Hornstoßen andeutete. Abgegeben wurde das Brüllen über das leicht geöffnete Maul.

3.1.7 Knurren

Der Lauttyp Knurren (n= 14) konnten in sieben Fällen keinem Individuum zugeordnet werden. Fünfmal produzierte das Weibchen Kifaru diesen Laut und jeweils einmal die Weibchen Tamu und Yeti. Das Knurren ist ein kurzer Laut, der etwas rauschhaft und aus unterschiedlich vielen Pulsen aufgebaut ist, bei denen jeweils 2 Frequenzbereiche eine stärkere Energie aufweisen (Abb.12). Die maximale Energie lag entweder in der Grundfrequenz oder bei einer dieser beiden Oberschwingungen, die nicht harmonisch waren und im zeitlichen Verlauf nimmt die Intensität der Pulse ab.

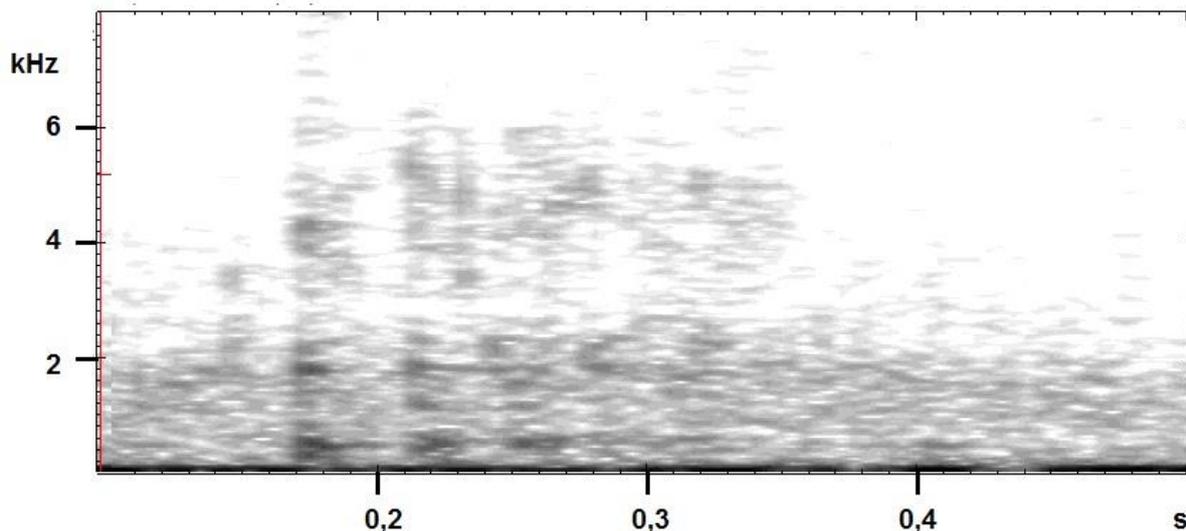


Abb.12: Spektrogramm des Knurrens, bestehend aus Pulsen, eines Breitmaulnashorns, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Dieser Lauttyp bestand durchschnittlich aus 4 ± 1 Pulsen, die Anzahl reichte von 3 bis 5 und insgesamt dauerte das Knurren $0,213 \pm 0,096$ Sekunden, dabei war die kürzeste Dauer 0,077 Sekunden und die längste 0,354 Sekunden. Die maximale Energie lag im Mittel bei $911,8 \pm 610$ Hertz, die Spannweite der Einzelwerte reichte allerdings von 232 bis 2009 Hertz. Die Grundfrequenz lag durchschnittlich bei $337,4 \pm 98$ Hertz, mit einer Spannweite von 172 bis 473 Hertz. Die erste Oberschwingung lag gemittelt bei $1022,7 \pm 513$ Hertz und die zweite bei $1892,3 \pm 513$ Hertz, dabei lagen diese in Bereichen zwischen 474 bis 1308 Hertz und 991 bis 2918 Hertz (Tab.15).

Tab.15: Knurren (n= 14) der Breitmaulnashörner (N= 5), mit der gemessenen Pulsanzahl (Pulse), maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz und 2 Oberschwingungen (F0, F1, F2) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

	(n= 14)					
	max. E. [Hz]	F0 [Hz]	F1 [Hz]	F2 [Hz]	Dauer [s]	Pulse
MW	911,8	337,4	1022,7	1892,3	0,213	4
Stabw.	610	98	232	513	0,096	0,961
Spannweite	232 - 2009	172 - 473	474 - 1308	991 - 2918	0,077 - 0,354	3 - 5

Dem Knurren konnte keine bestimmte Situation zugeordnet werden. So wurde es beispielsweise von einem Weibchen produziert bevor dieses schnell durch die Außenanlage rannte. Aber auch nach dem Trinken, während des Fressens und im Schlammbad beim Suhlen mit einem anderer Kuh wurde der Lauttyp geäußert.

3.1.8 Ächzen

Das Ächzen konnte dreimal analysiert werden, wobei dieses zweimal nur unbekanntes Kühen und einmal dem Weibchen Tamu zugeordnet werden konnte. Es ist ein rauschhafter Laut, der in den niedrigeren Frequenzen eine stärkere Ausprägung hat (Abb.13). Eine Oberschwingung war nur einmal sichtbar, darum wurde dieser Parameter bei diesem Lauttyp nicht gemessen.

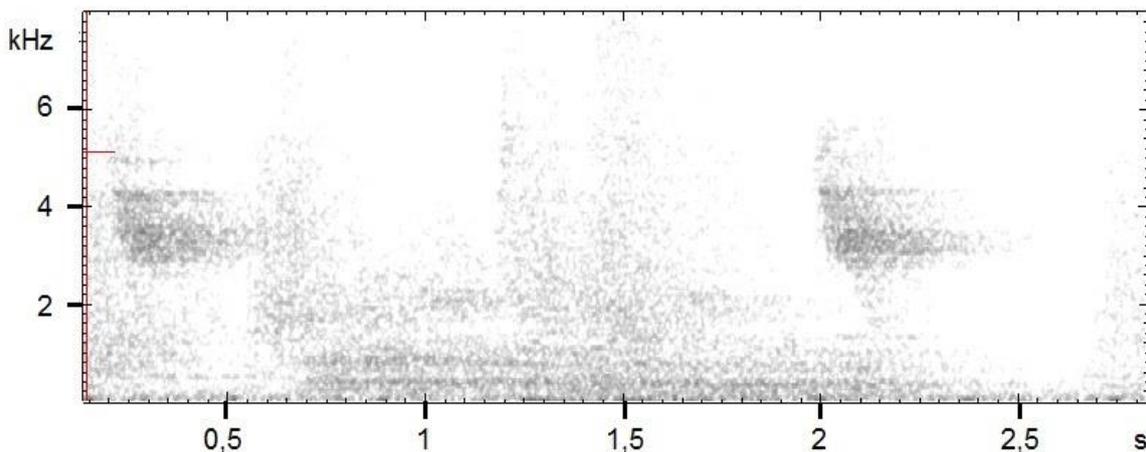


Abb.13: Spektrogramm des Ächzens eines Breitmaulnashorns, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Bei diesem Lauttyp gab es eine durchschnittliche maximale Energie bei $306,3 \pm 82$ Hertz, dabei lag diese in einem Bereich zwischen 215 und 374 Hertz. Die Grundfrequenz des Lautes lag im Mittel bei 191 ± 42 Hertz und hatte eine Spannweite von 143 bis 215 Hertz.

Die Dauer des Ächzens variierte, so war der kürzeste Laut 0,291 Sekunden und der längste 1,325 Sekunden und im Mittel dauerte es $0,637 \pm 0,596$ Sekunden (Tab.16).

Tab.16: Ächzen (n= 3) der Breitmaulnashörner (N= 3), mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

	(n= 3)		
	max. E. [Hz]	F0 [Hz]	Dauer [s]
MW	306,3	191	0,637
Stabw.	82	42	0,596
Spannweite	215 - 374	143 - 215	0,291 - 1,325

Die Situationen in denen der Laut geäußert wurde waren unterschiedlich, so wurde er beim Suhlen im Schlamm, als auch beim Stehen in der Gruppe und in der Innenanlage nach der Produktion eines Keuchlautes abgegeben.

3.1.9 Muhen

Der Lauttyp Muhen (n= 2) konnte einmal nur einem unbekanntem Weibchen und einmal Yeti zugeordnet werden. Es ist ein sehr kurzer Laut, etwas rauschhaft mit Energieschwergewichten (Abb.14) und klingt wie ein sehr schnelles und tiefes „Muh“ bei einer Kuh.

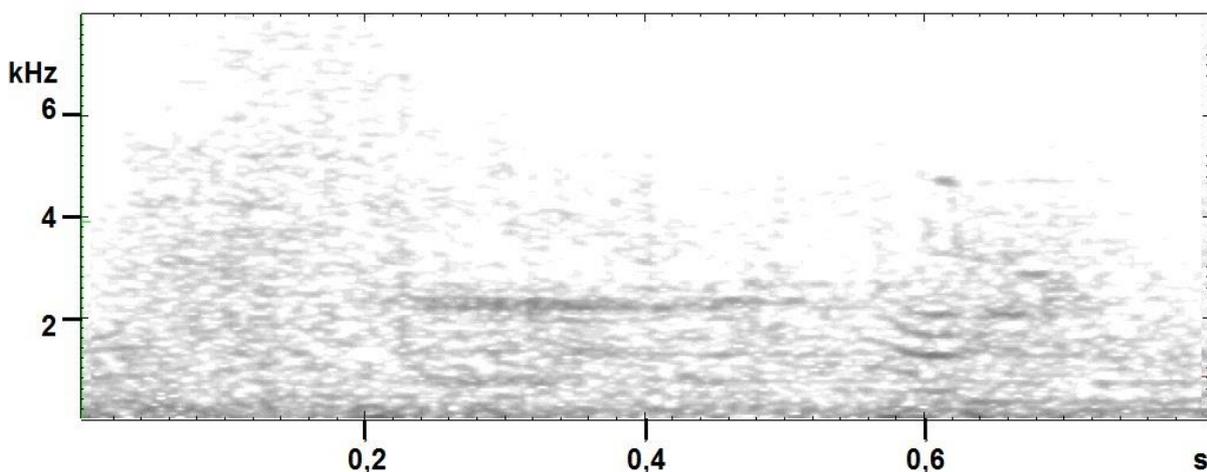


Abb.14: Spektrogramm des Muheus eines Breitmaulnashorns, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Das Muhen hatte bei der maximalen Energie sehr unterschiedliche Werte, so lag diese bei 402 bzw. 1737 Hertz und damit im Durchschnitt bei $1069,5 \pm 944$ Hertz. Die Grundfrequenz war beide Male in einem ähnlichen Bereich, mit 129 und 172 Hertz, so lag diese im Mittel bei

150,5 ± 30 Hertz. Der Lauttyp war 0,197 und 0,294 Sekunden lang und dauerte somit im Durchschnitt 0,246 ± 0,069 Sekunden (Tab.17).

Tab.17: Muhen (n= 2) der Breitmaulnashörner (N= 3), mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

		(n= 2)	
	max. E. [Hz]	F0 [Hz]	Dauer [s]
MW	1069,5	150,5	0,246
Stabw.	944	30	0,069
Spannweite	402 - 1737	129 - 172	0,197 - 0,294

Dieser Lauttyp wurde in zwei unterschiedlichen Situationen produziert, einmal zwischen Schnaublauten und das zweite Mal als das Tier im Freien in der Gruppe stand.

3.1.10 Trompetenlaut

Der Trompetenlaut wurde nur einmal produziert und konnte auch keinem Individuum zugeordnet werden, allerdings handelte es sich um ein Weibchen. Der rauschhafte Laut (Abb.15) klingt wie das leise Trompeten eines Elefantens.

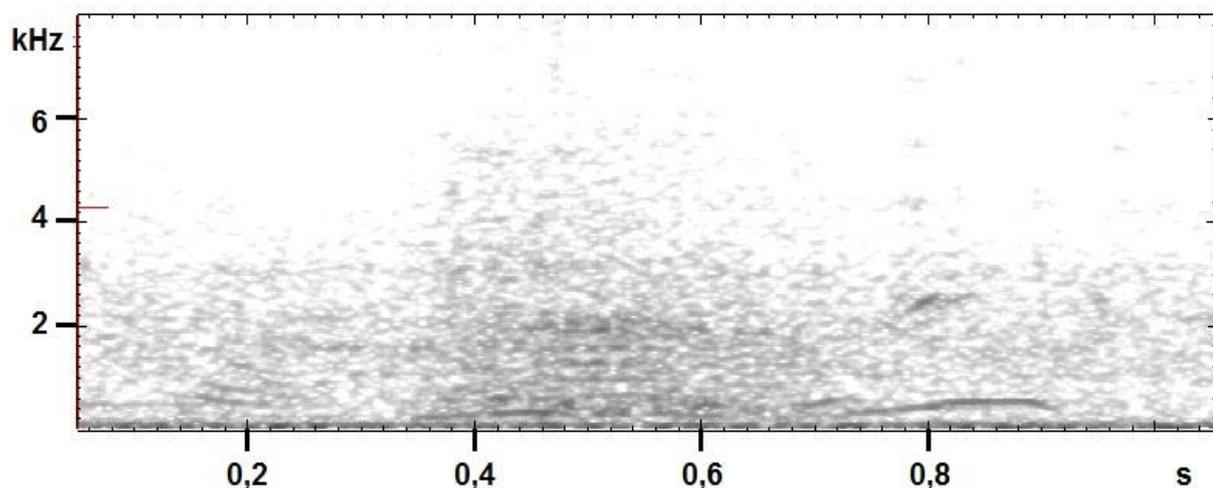


Abb.15: Spektrogramm des Trompetenlauts eines Breitmaulnashorns, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Dieser Lauttyp hatte eine maximale Energie von 732 Hertz, eine Grundfrequenz von 201 Hertz und dauerte 0,382 Sekunden (Tab.18). Der Laut wurde von einem Weibchen im Freien geäußert, dabei gab es keine besondere Situation oder Verhalten zu beobachten.

Tab.18: Trompetenlaut (n= 1) eines weiblichen Breitmaulnashorns, mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s].

	(n= 1)	
max. E. [Hz]	F0 [min]	Dauer [s]
732	201	0,382

3.1.11 Vergleich der Lauttypen der Breitmaulnashörner

Bei den Lauten der Breitmaulnashörner im Zoo Salzburg konnten keine Komponenten von Infraschall festgestellt werden. Die tiefste Grundfrequenz war 86 Hertz bei vier Lauttypen, dem Schnauben, Doppelschnauben, Prusten und Grunzen und im Durchschnitt hatte das Brüllen mit $126,333 \pm 21,106$ Hertz die tiefste Grundfrequenz (Abb.16). Am höchsten war diese beim Lauttyp Knurren mit $337,357 \pm 97,996$ Hertz. Im Vergleich der maximalen Energie hatte auch hier das Brüllen den geringsten mittleren Wert, mit $169,5 \pm 115,552$ Hertz und den höchsten das Keuchen mit $1217,25 \pm 200,797$ Hertz. Die Laute dieser Breitmaulnashörner dauerten durchschnittlich immer unter einer Sekunden, mit Ausnahme des Keuchens, das aber ein wiederholender Laut aus mehreren Elementen ist und so im Mittel $4,202 \pm 1,252$ Sekunden dauerte (Tab.19). Die Lauttypen waren oft stark mit der Atmung verbunden und hatten eine rauschhafte Struktur, während es keine harmonischen oder subharmonischen Bestandteile gab. So sind die Laute der Breitmaulnashörner teilweise chaotisch und nonperiodisch, wie beispielsweise das Schnauben oder Prusten, aber manche Lauttypen haben auch periodische Elemente enthalten, wie etwa das Brüllen.

Tab.19: Vergleich der zehn Lauttypen der Breitmaulnashörner, mit der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Dauer in Sekunden [s] als Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der jeweiligen Spannweite zwischen den minimalen und maximalen Werten.

Lauttyp	max. E. [Hz]		F0 [Hz]		Dauer [s]	
	MW	Stabw.	MW	Stabw.	MW	Stabw.
Schnauben (n= 152)	594,4	356	208,2	83	0,52	0,248
Doppelschnauben (n= 34)	841,1	283	223,9	65	0,878	0,234
Prusten (n= 50)	387,9	190	165,8	69	0,868	0,234
Keuchen (n= 16)	1217,3	201	221,4	54	4,202	1,252
Grunzen (n= 39)	778,4	363	211,1	64	0,313	0,125
Brüllen (n= 6)	169,5	116	126,3	21	0,889	0,612
Knurren (n= 14)	911,8	610	337,4	98	0,213	0,096
Ächzen (n= 3)	306,3	82	191	42	0,637	0,596
Muhen (n=2)	1069,5	944	150,5	30	0,246	0,069
Trompete (n= 1)	732		201		0,382	

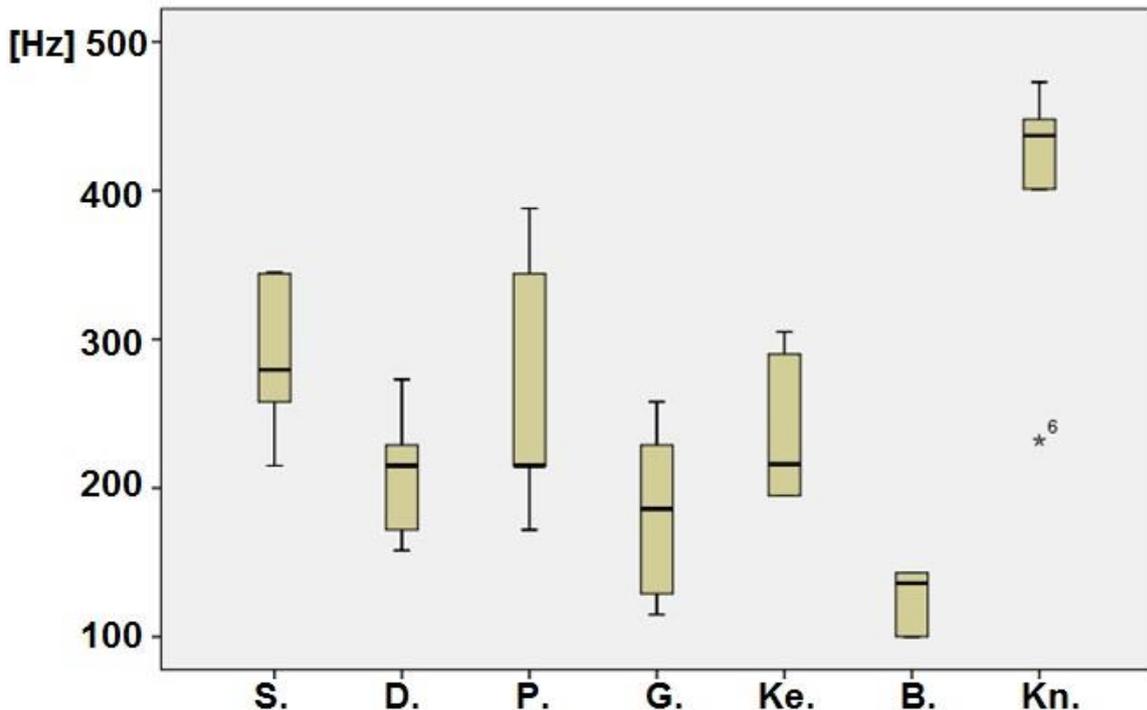


Abb.16: Boxplot der Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] der Lauttypen Schnauben (S., n= 152) Doppelschnauben (D., n= 34), Prusten (P., n= 50), Grunzen (G., n= 39), Keuchen (Ke., n= 16), Brüllen (B., n= 6) und Knurren (Kn., n= 14) der Breitmaulnashörner.

3.2 Ergebnisse der Lauttypen beim Panzernashorn (*Rhinoceros unicornis*)

Bei den Panzernashörnern im Tiergarten Schönbrunn vokalisiertem beide Individuen, sowohl in der Innen- als auch in der Außenanlage. Insgesamt konnten 194 Laute analysiert werden (Tab.20). Diese teilten sich auf in fünf Lauttypen, die wie folgt benannt wurden: Grunzer, Doppelgrunzer, Schnauben, Prusten und Hupen. Dabei gab es auch Kombinationen von Lauttypen. Der häufigste Lauttyp war das Grunzen, mit 162 Äußerungen. Diese Grunzlaute wurden auch fünfmal zeitlich unmittelbar hintereinander produziert, sodass diese als Doppelgrunzer bezeichnet wurden. Das Schnauben wurde 13-mal analysiert, das Prusten zehnmal und das Hupen viermal. Zwischen den Individuen gab es bei der Vokalisation Unterschiede in der Anzahl der Lautäußerungen, dabei produzierte das Weibchen mehr Laute als das Männchen, nämlich 59 zu 12. Allerdings konnte von den 194 Lautaufnahmen in 123 Fällen keine sichere Zuordnung zu einem Individuum erfolgen, diese wurden dann unter Unbekannt gelistet. Die Einstellungen für die Laute bei der Analyse in STx und somit für alle folgenden Spektrogrammabbildungen waren: Bandweite 55, overlap 75, hanning window, Frequenzbereich 0-8000 Hz, floor -56 und range 20.

Tab.20: Anzahl der analysierte fünf Lauttypen bei den Panzernashörnern (N= 2) im Tiergarten Schönbrunn bezogen auf die Individuen Sundari und Jange oder Unbekannt und die Gesamtanzahl der Vokalisationstypen.

Lauttyp	Sundari	Jange	Unbekannt	Anzahl
Grunzer	45	5	112	162
Doppelgrunzer	4	0	1	5
Schnauben	4	5	4	13
Prusten	6	0	4	10
Hupen	0	2	2	4
Summe	59	12	123	194

3.2.1 Grunzer

Der einfache Grunzlaut kam 162-mal vor und wurde dabei 45-mal Sundari, fünfmal Jange und 112-mal Unbekannt zugeordnet. Der Lautaufbau des Grunzers zeigt zwei energiestarke Frequenzbänder, dessen Startfrequenz gleich hoch wie die Endfrequenz ist. Dazwischen und auch oberhalb des zweiten Frequenzbandes sind die Frequenzen schwächer und etwas rauschhaft (Abb.17). Das Grunzen klingt tief und dumpf, es erinnert manchmal an ein tiefes „Muh“ bei Kühen.

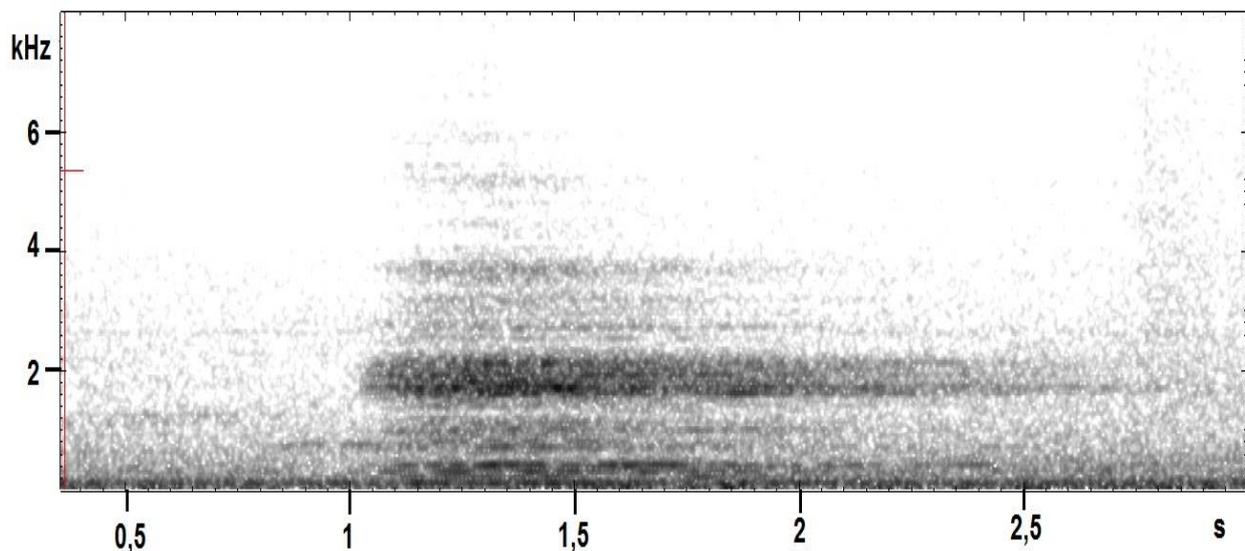


Abb.17: Spektrogramm des Grunzens eines Panzernashorns, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

So lag die maximale Energie der Grunzlaute immer zwischen 1205 und 1981 Hertz und die Grundfrequenz lag zwischen 284 und 495 Hertz. Im Mittel lag die maximale Energie bei $1625,5 \pm 161$ Hertz und die Grundfrequenz bei $386,2 \pm 31$ Hertz. Die Dauer der Grunzer hatte eine Spannweite von 0,34 bis 1,538 Sekunden und betrug im Durchschnitt $0,819 \pm 0,256$ Sekunden (Tab.21).

Tab.21: Grunzer (n= 162) der Panzernashörner (N= 2), mit dem Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der Spannweite der minimalen und maximalen Einzelwerte der gemessenen maximalen Energie und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Lautdauer in Sekunden [s].

	(n= 162)		
	<u>max. Energie [Hz]</u>	<u>F0 [Hz]</u>	<u>Dauer [s]</u>
MW	1625,5	386,2	0,819
Stabw.	161	31	0,256
Spannweite	1205 - 1981	284 - 495	0,34 - 1,538

Die Grunzer wurden meist in einer Serie abgegeben und es gab auch die Kombination mit einem Schnauben (Abb.18). Dabei wurde viermal zuerst ein Grunzlaut und unmittelbar darauf ein Schnauben produziert, diese Lautkombination wurde dreimal von Sundari geäußert.

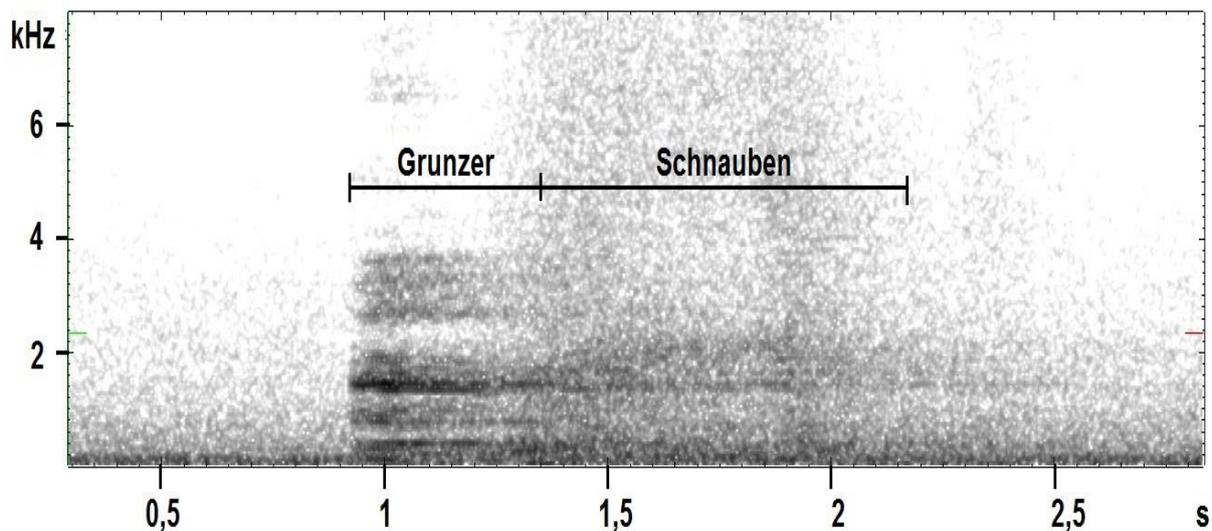


Abb.18: Spektrogramm der Kombination des Grunzens und Schnaubens eines Panzernashorns, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Die Grunzlaute wurden am Morgen vor der Fütterung produziert, während des Fressens, wenn noch weiteres Futter gesucht wurde, oder das andere Individuum noch zu Fressen hatte. Es wurde der Grunzlaut aber nicht ausschließlich in Verbindung mit Futter geäußert, sondern auch in anderen Situationen. Beispielsweise wenn ein Tier im Wasserbecken stand, oder das Tier in der Außenanlage vor der Tür zum Innenbereich stand. Bei der Lautproduktion ist das Maul leicht offen, allerdings bestand nicht bei allen Lautproduktion freie Sicht auf den Kopf des Tieres.

3.2.2 Doppelgrunzer

Der strukturelle Aufbau des Doppelgrunzers sowie dessen Äußerung gleicht dem eines einfachen Grunzlautes. Der Lauttyp besteht also aus zwei zeitlich unmittelbar hintereinander abgegebenen Grunzern, ohne Pause dazwischen. Es gibt wieder zwei Frequenzbänder, die stärker ausgeprägt sind und dazwischen und darüber sind die Frequenzen schwächer und rauschhaft (Abb.19). Die Situationen, in denen der Laut produziert wurde, waren gleich mit denen der einfachen Grunzer.

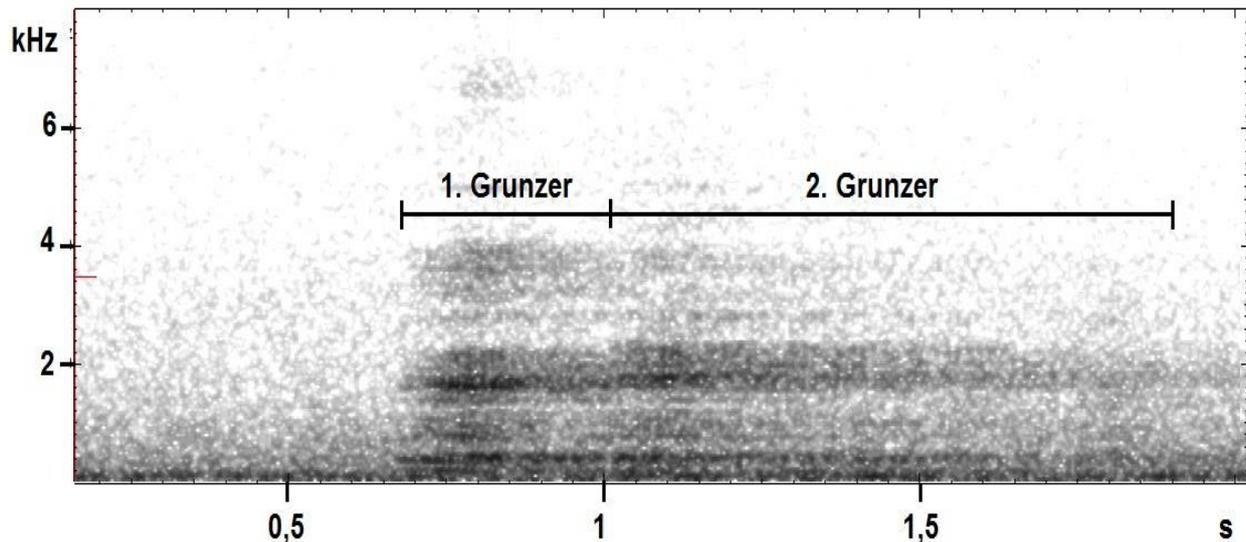


Abb.19: Spektrogramm des Doppelgrunzers eines Panzernashorns, bestehend aus zwei Grunzern, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Die Doppelgrunzer wurden viermal Sundari zugeordnet und einmal Unbekannt. Die Laute hatten im ersten Grunzlaut eine mittlere maximale Energie von $1601,8 \pm 36$ Hertz und $1632,2 \pm 214$ Hertz beim Zweiten. Dabei lagen diese Frequenzwerte zwischen minimal 1378 und maximal 1809 Hertz, beide im zweiten Grunzlaut. Die mittlere Grundfrequenz betrug $373,2 \pm 38$ Hertz beim ersten Lautteil und $387,8 \pm 26$ Hertz beim Zweiten. Bei der Grundfrequenz lagen die Werte zwischen minimal 306 Hertz im ersten Teil und maximal 415 Hertz im zweiten Teil. Die Dauer des ersten Grunzlautes war durchschnittlich kürzer, mit $0,385 \pm 0,112$ Sekunden, als die des zweiten Grunzers mit $0,787 \pm 0,306$ Sekunden. Dabei betrug die kürzeste Dauer 0,212 Sekunden beim ersten Grunzlaut und die längste Dauer war 1,022 Sekunden beim zweiten Grunzlaut. Insgesamt hatte der Doppelgrunzer eine mittlere Gesamtdauer von $1,172 \pm 0,41$ Sekunden, wobei die zeitliche Spannweite zwischen 0,469 und 1,515 Sekunden lag (Tab.22).

Tab.22: Doppelgrunzer (n= 5) der Panzernashörner (N= 2), mit dem Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der Spannweite der minimalen und maximalen Einzelwerte der gemessenen maximalen Energie (max. E.) und Grundfrequenz (F0) des 1. und 2. Grunzlautes (1, 2) in Hertz [Hz] und der Lautdauer in Sekunden [s] des 1. und 2. Grunzlautes (1, 2) und des gesamten Doppelgrunzers (Dauer g).

	MW	(n= 5) Stabw.	Spannweite
max. E. 1 [Hz]	1601,8	36	1550 - 1637
max. E. 2 [Hz]	1632,2	214	1378 - 1809
F0 1 [Hz]	373,2	38	306 - 393
F0 2 [Hz]	387,8	26	345 - 415
Dauer 1 [s]	0,385	0,112	0,212 - 0,493
Dauer 2 [s]	0,787	0,306	0,257 - 1,022
Dauer g [s]	1,172	0,41	0,469 - 1,515

3.2.3 Schnauben

Das Schnauben (n= 13) konnte fünfmal von Jange und jeweils viermal Sundari und Unbekannt zugeordnet werden. Es ist ein chaotischer, also rauschhafter und breitbandiger, Lauttyp, dessen Intensität mit der Höhe der Frequenz geringer wird und im zeitlichen Verlauf nimmt der Laut als Ganzes in seiner Intensität ab (Abb.20). Das Schnauben beginnt also laut und stark und schwächt dann ab.

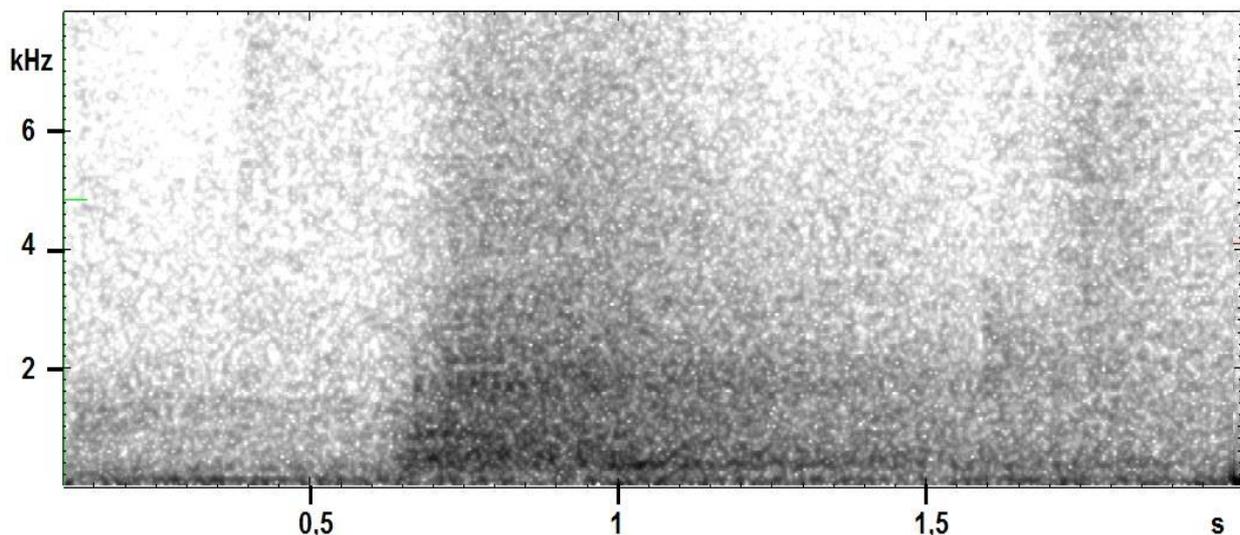


Abb.20: Spektrogramm des Schnaubens eines Panzernashorns, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Beim Schnauben betrug die mittlere maximale Energie 1371,3 ± 489 Hertz und die Grundfrequenz lag bei 346,5 ± 51 Hertz. Die Spannweite der maximalen Energie lag zwischen 560 und 2132 Hertz und die der Grundschwingung zwischen 284 und 474 Hertz.

Das Schnauben dauerte durchschnittlich $0,888 \pm 0,366$ Sekunden, davon betrug die kürzeste Dauer 0,333 Sekunden und die längste 1,527 Sekunden (Tab.23).

Tab.23: Schnauben (n= 13) der Panzernashörner (N= 2), mit dem Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der Spannweite der minimalen und maximalen Einzelwerte der gemessenen maximalen Energie und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Lautdauer in Sekunden [s].

	(n= 13)		
	max. E. [Hz]	F0 [Hz]	Dauer [s]
MW	1371,3	346,5	0,888
Stabw.	489	51	0,366
Spannweite	560 - 2132	284 - 474	0,333 - 1527

Vergleicht man die mittleren Werte des Schnaubens beider Individuen (Tab. 24), so zeigt sich für Sundari eine kürzere Lautdauer mit $0,757 \pm 0,354$ Sekunden, im Vergleich zu $1,22 \pm 0,186$ Sekunden (Abb.21). Beim Männchen waren alle Schnaublaute länger als eine Sekunde. Die Frequenzwerte, sowohl die der maximalen Energie, als auch die der Grundfrequenz, sind aber annähernd gleich. So lagen die Werte der maximalen Energie bei 1502 ± 437 Hertz bei Sundari und bei 1563 ± 348 Hertz bei Jange und die Grundfrequenz war 369 ± 76 Hertz bei Sundari und $350,8 \pm 39$ Hertz bei Jange.

Tab.24: Vergleich des Schnaubens der Individuen Sundari (n= 4) und Jange (n= 5) mit dem Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der Spannweite der minimalen und maximalen Einzelwerte der gemessenen maximalen Energie und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Lautdauer in Sekunden [s].

Sundari (n= 4)	max. E. [Hz]	F0 [Hz]	Dauer [s]
MW	1502	369	0,757
Stabw.	437,255	75,728	0,354
Spannweite	1120 - 2132	302 - 474	0,333 - 1,195
Jange (n= 5)			
MW	1563	350,8	1,22
Stabw.	348,079	39,131	0,186
Spannweite	1206 - 2131	301 - 393	1,037 - 1,527

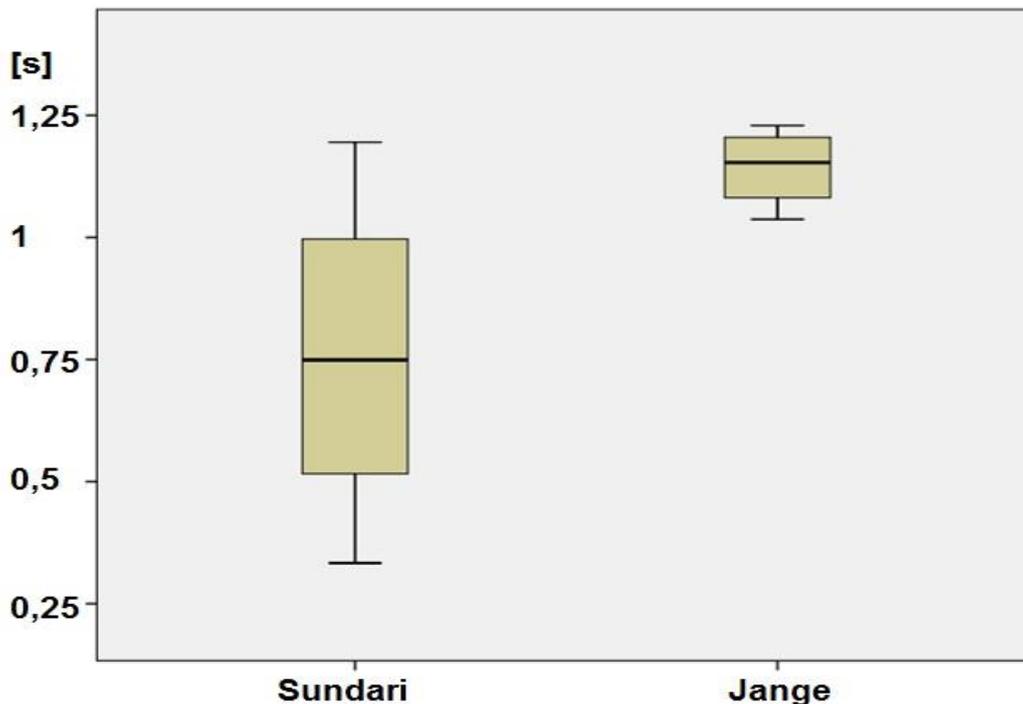


Abb.21: Boxplot der Dauer in Sekunden [s] des Schnaubens der Panzernashornindividuen Sundari (n= 4) und Jange (n= 5).

Das Schnauben kam nicht nur einzeln vor, sondern wurde auch in Kombination mit anderen Lauttypen geäußert. So gab es viermal einen Grunzlaut unmittelbar vor dem Schnauben und einmal einen Huplaut nach dem Schnauben. Vergleicht man nun die Werte der einzelnen abgegebenen Schnaublaute mit denen in einer Kombination (Tab.25), dann zeigt sich, dass das einfache Schnauben durchschnittlich eine geringere maximale Energie und auch Grundfrequenz hatte (Abb.22). Denn diese lagen bei $1251,4 \pm 523$ Hertz und $332,8 \pm 31$ Hertz, im Vergleich zu $1563,2 \pm 402$ Hertz und $368,6 \pm 72$ Hertz. Die Dauer ist im Mittel annähernd gleich, da die einzelnen Schnaublaute $0,89 \pm 0,437$ Sekunden dauerten und die in der Kombination $0,885 \pm 0,261$ Sekunden, wobei die Spannweite der Einzelwerte bei dem einfachen Schnauben größer war.

Tab.25: Vergleich des Schnaubens einzeln (n= 8) und kombiniert mit anderen Lauttypen (n= 5) der Panzernashörner (N= 2) mit dem Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der Spannweite der minimalen und maximalen Einzelwerte der gemessenen maximalen Energie und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Lautdauer in Sekunden [s].

	einzeln (n= 8)			kombiniert (n= 5)		
	max. E. [Hz]	F0 [Hz]	Dauer [s]	max. E. [Hz]	F0 [Hz]	Dauer [s]
MW	1251,4	332,8	0,89	1563,2	368,6	0,885
Stabw.	523	31	0,437	402	72	0,261
Spannweite	560 - 2131	284 - 387	0,333 - 1,527	1120 - 2132	302 - 474	0,607 - 1,195

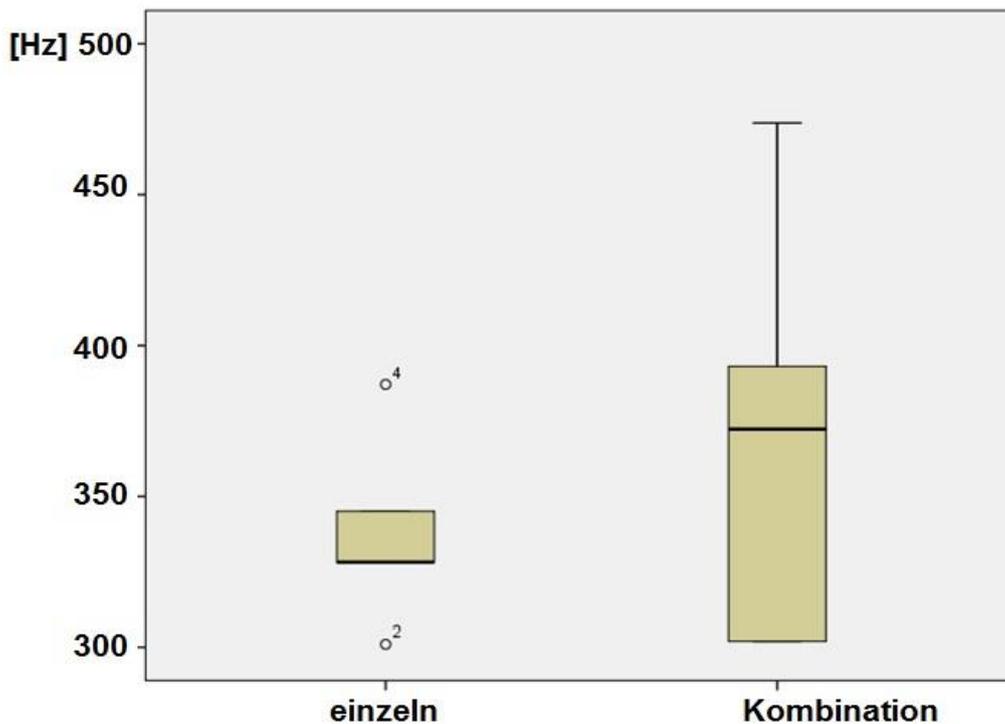


Abb.22: Boxplot der Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] des Schnaubens einzeln (n= 8) oder als Bestandteil in einer Kombination (n= 5) mit einem anderen Lauttyp der Panzernashörner.

Das Schnauben wurde bei der Futtersuche produziert, nach dem Fressen oder vor dem Urinieren. Es gab hier also keinen bestimmten Kontext in dem der Laut abgegeben wurde, sondern unterschiedliche Situationen. Bei der Lautproduktion wurde Luft sowohl durch die Nasenlöcher, als auch seitlich im Maul ausgestoßen, wodurch sich Nüstern und Oberlippe leicht aufblähten.

3.2.4 Prusten

Das Prusten wurde zehnmal analysiert und konnte dabei sechsmal Sundari zugeordnet werden und viermal nur Unbekannt. Es ist ein rauschhafter und breitbandiger Laut, wobei die chaotische Struktur zu Beginn manchmal kombiniert ist mit einer periodischen Struktur, die aber nicht harmonisch ist (Abb.23). Die tiefen Frequenzen und ein Frequenzband in der Mitte des Lautes sind stärker. Dieser Lauttyp klingt quietschiger und höher als die anderen Laute. Der Laut hört sich ähnlich einem Geräusch, das beim Schnäuzen der Nase bei Menschen entsteht an.

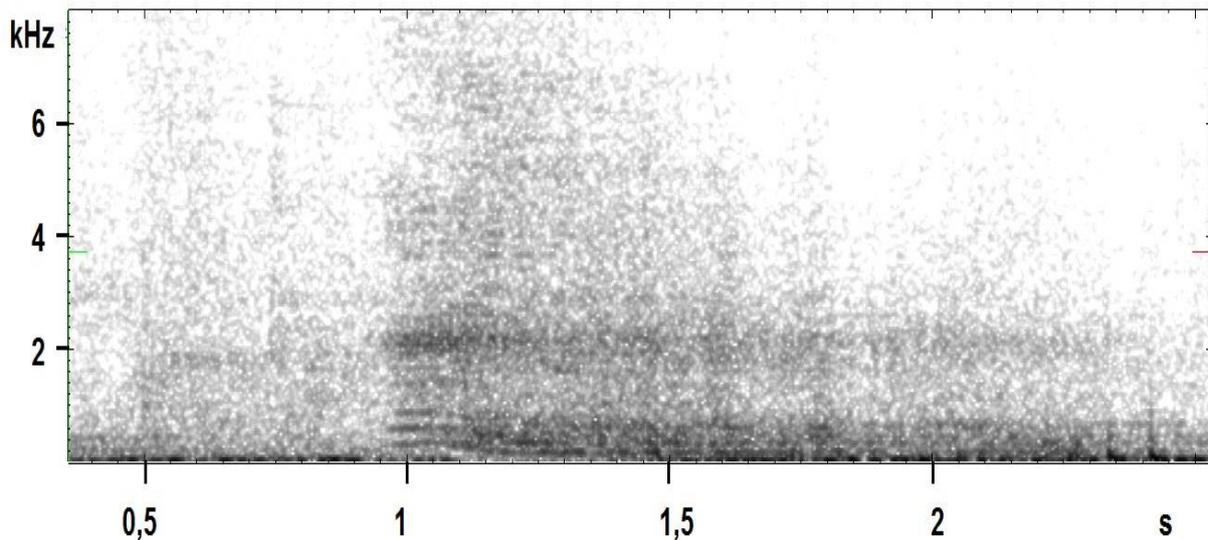


Abb.23: Spektrogramm des Prustens eines Panzernashorns, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Die maximale Energie des Prustens reichte von 1268 bis 2283 Hertz und lag im Durchschnitt bei $1851,5 \pm 334$ Hertz. Das Prusten hatte eine mittlere Grundfrequenz von $374,9 \pm 27$ Hertz, wobei die Werte zwischen 350 und 431 Hertz lagen. Im Mittel dauerte der Lauttyp $1,153 \pm 0,329$ Sekunden, dabei war die kürzeste Dauer 0,557 Sekunden und die längste 1,703 Sekunden (Tab.26).

Tab.26: Prusten (n= 10) der Panzernashörner (N= 2), mit dem Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der Spannweite der minimalen und maximalen Einzelwerte der gemessenen maximalen Energie und Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] und der Lautdauer in Sekunden [s].

	(n= 10)		
	<u>max. E. [Hz]</u>	<u>F0 [Hz]</u>	<u>Dauer [s]</u>
MW	1851,5	374,9	1,153
Stabw.	334	27	0,329
Spannweite	1268 - 2283	350 - 431	0,557 - 1,703

Die Lautproduktion war in Situationen des Fressens und als ein Tier vor der geschlossenen Tür zwischen der Außen- und Innenanlage stand, wobei es davor schon öfters gegrunzt hatte. Ausgestoßen wurde der Laut wie auch das Schnauben durch Nase und Mund.

3.2.5 Hupen

Das Hupen wurde zweimal von Jange produziert und zweimal von Unbekannt. Dieser Lauttyp klingt tiefer und dumpf, ähnlich einer Hupe eines alten Autos. Es ist rauschhaft, jedoch sind Grund- und Oberschwingungen darin erkennbar (Abb.24), diese sind aber nur fast harmonisch. Der Laut ist in den höheren Frequenzen schwächer als die anderen

Lauttypen und liegt hauptsächlich unter 1500 Hertz. Am stärksten waren die Energien zweimal in der 2. Oberschwingung und zweimal in der Grundschwingung, wobei das beide Laute von Jange waren.

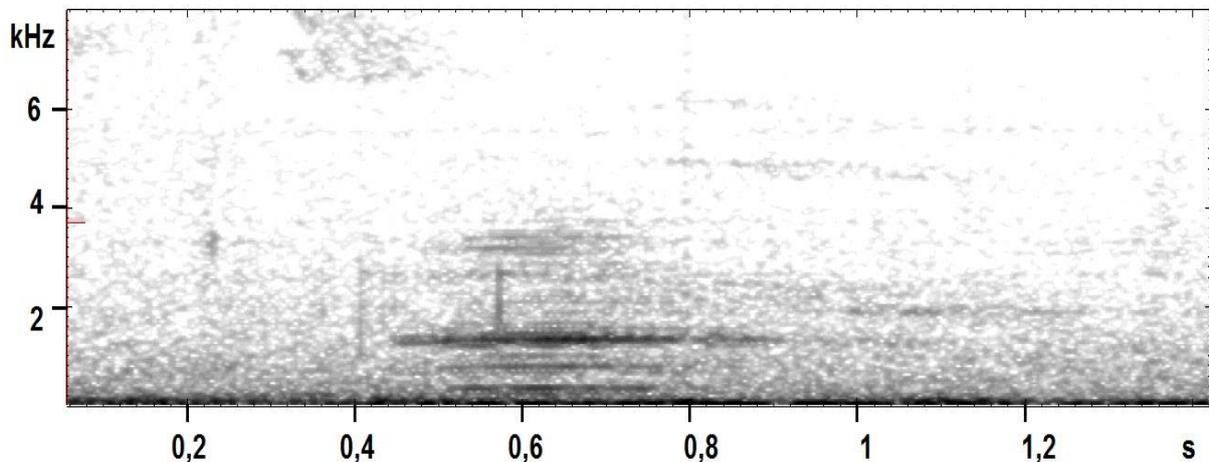


Abb.24: Spektrogramm des Hupens eines Panzernashorns, angegeben in Frequenz in Kilohertz [kHz] gegen die Zeit in Sekunden [s].

Durchschnittlich lag die Grundfrequenz bei 366 ± 24 Hertz, die erste Oberschwingung bei $656,5 \pm 108$ Hertz und die zweite bei $1356,3 \pm 174$ Hertz. Dabei betrug die Spannweite der Frequenzwerte der Grundschwingung 345 bis 387 Hertz, die der ersten Oberschwingung 516 bis 775 Hertz und die der zweiten 1206 bis 1593 Hertz. Das Hupen dauerte im Mittel $0,481 \pm 0,079$ Sekunden und die kürzeste Dauer war 0,42 Sekunden, die längste 0,594 Sekunden (Tab.27).

Tab.27: Hupen (n= 4) der Panzernashörner (N= 2), mit dem Mittelwert (MW), Standardabweichung (Stabw.) und der Spannweite der minimalen und maximalen Einzelwerte der gemessenen maximalen Energie, Grundfrequenz (F0) und ersten zwei Oberschwingungen (F1, F2) in Hertz [Hz] und der Lautdauer in Sekunden [s].

	(n= 4)				
	max. E. [Hz]	F0 [Hz]	F1 [Hz]	F2 [Hz]	Dauer [s]
MW	893,3	366	656,5	1356,3	0,481
Stabw.	625	24	108	174	0,079
Spannweite	345 - 1593	345 - 387	516 - 775	1206 - 1593	0,42 - 0,594

Das Hupen wurde in einer Serie von Grunzern geäußert, als das Tier vor der verschlossenen Verbindungstür zum Innengehege stand und während des Fressens.

3.2.6 Vergleich der Lauttypen der Panzernashörner

Im Vergleich der fünf analysierten Lauttypen der Panzernashörner im Tiergarten Schönbrunn (Tab.28), zeigt sich, dass das Prusten durchschnittlich die höchste maximale Energie mit $1851,5 \pm 334$ Hertz hatte. Die tiefste Grundfrequenz gab es im Mittel beim Schnauben mit $346,5 \pm 51$ Hertz. Allerdings lag die mittlere Grundfrequenz der anderen Lauttypen nicht viel höher, nämlich zwischen 366 und 386,2 Hertz. (Abb.25) Frequenzwerte die in den Infraschallbereich gehen waren bei keinem Lauttyp vorhanden. Die längste mittlere Lautdauer hatte das Prusten mit $1,153 \pm 0,329$ Sekunden und die kürzeste Lautdauer hatte das Hupen mit $0,481 \pm 0,079$ Sekunden.

Tab.28: Vergleich der analysierten Lauttypen Grunzen (n= 162), Doppelgrunzer (n= 5), Schnauben (n= 13), Prusten (n= 10) und Hupen (n= 4) der Panzernashörner (N= 2) im Tiergarten Schönbrunn, mit den Mittelwerten der maximalen Energie und Grundfrequenz (F0) in Hertz (Hz) und der Dauer in Sekunden (s).

		(n= 162) Grunzer	(n= 5) Doppelgrunzer	(n= 13) Schnauben	(n= 10) Prusten	(n= 4) Hupen
max. E. [Hz]	MW	1625,5	1617	1371,3	1851,5	893,3
	Stabw.	161	145	489	334	625
F0 [Hz]	MW	386,2	380,5	346,5	374,9	366
	Stabw.	31	31	51	27	24
Dauer [s]	MW	0,819	1,172	0,888	1,153	0,481
	Stabw.	0,256	0,41	0,366	0,329	0,079

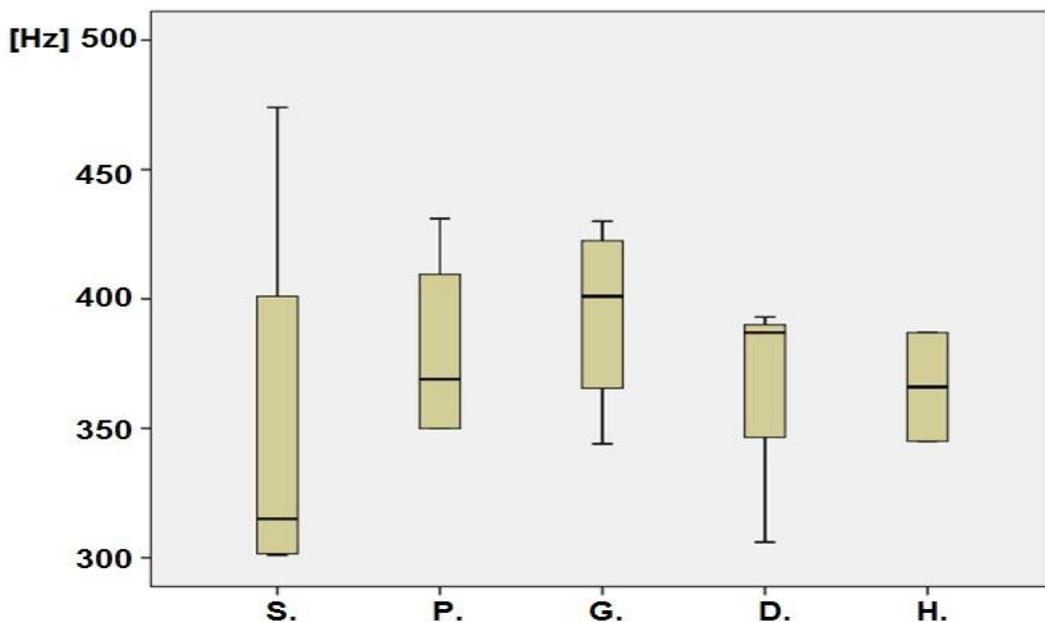


Abb.25: Boxplot der Grundfrequenz (F0) in Hertz [Hz] der fünf Lauttypen Schnauben (S., n= 13), Prusten (P., n= 10), Grunzen (G., n= 162), Doppelgrunzer (D., n= 5) und Hupen (H., n= 4) der Panzernashörner.

4. Diskussion

4.1 Akustische Kommunikation bei Breitmaulnashörnern

Bei den Breitmaulnashörnern im Zoo Salzburg konnten zehn unterschiedliche Lauttypen festgestellt werden. Die meisten Vokalisationen gab es, wenn die Tiere zusammen waren. Die in der Literatur (Policht et al., 2008; Cinková & Policht, 2014) beschriebene sozialere Lebensweise dieser Nashornart, deren größeres Repertoire an Lauten und die vermehrte Nutzung von akustischer Kommunikation zeigte sich auch hier bei den Ergebnissen. Wie bei Groves (1972) beschrieben, waren die Tiere um die Mittagszeit weniger aktiv und so vokalisiert sie vermehrt am Morgen, bevor sie auf die Außenanlage kamen sowie am Nachmittag und frühen Abend. Nachdem die Laute der Breitmaulnashörner in der Literatur (Owen-Smith, 1973) oft nur lautmalerisch und verbal beschrieben wurden, ist eine sichere Zuordnung der analysierten Laute zu diesen nicht immer gut möglich. Für einen weiteren Vergleich einiger analysierter Lauttypen mit der Literatur, wurde auch das Lautrepertoire des Nördlichen Breitmaulnashorns aus der Arbeit von Policht et al. (2008) herangezogen. Da beide Unterarten ein ähnliches bis identisches Sozialverhalten aufweisen (Gyseghem, 1984) und nach Groves et al. (2010) die akustischen Parameter eine große Ähnlichkeit aufweisen.

Beim Schnauben und Doppelschnauben dürfte es sich um den von Owen-Smith (1973) beschriebenen „Snort“ handeln. Das Schnauben war bei den beobachteten Breitmaulnashörnern der am häufigsten vorkommende Lauttyp, der auch von allen Individuen produziert wurde. Die Analyse des Schnaubens ergab, dass dieser Laut in etwas unterschiedlichen Formen auftreten kann, die jedoch nicht mit einem bestimmten Verhaltenskontext verbunden sind. Policht et al. (2008) beschreiben diese Formvariabilität auch für die „Snorts“ und ihre gemessenen Parameter ermöglichen einen Vergleich. So hat der „Snort“ der südlichen Unterart bei Policht et al. (2008) mit den hier analysierten Werten zwar die maximale Energie im selben Frequenzbereich, allerdings geben sie eine im Mittel etwas kürzere Lautdauer und geringere Grundfrequenz an. Die Unterschiede können aber vielleicht durch die unterschiedliche Anzahl der Stichproben kommen, die bei ihnen 12 und hier 152 Laute umfasste. Für diesen Lauttyp konnte keine eindeutige Funktion beobachtet werden, da die Situationen in denen die Nashörner diesen produzierten sehr unterschiedlich waren. Jedoch war das Schnauben im agonistischen und aggressiveren Kontext doch eher lauter, etwa wenn sich die Tiere nachliefen oder das Männchen gegen die Kattas schnaubte, galt es als Drohung. Während das Schnauben in kohäsiven Situationen oder wenn die Tiere alleine waren ruhiger wirkte, beispielsweise wenn das Weibchen am Boden lag und die Augen schloß. So dürfte die Intensität mit der das Schnauben ausgestoßen wird dessen Bedeutung oder Funktion bestimmen. Zwischen den Geschlechtern gab es beim Schnauben einen Unterschied in den gemessenen Frequenzwerten, diese waren bei den Weibchen im

Mittel niedriger. Das könnte vielleicht daran liegen, dass das Schnauben des Männchens Benno häufig geäußert wurde, als dieser Kattas von seinem Futter verscheuchte, also in aggressiven Situationen. Darum war es bei ihm häufiger ein lautes und kräftiges Schnauben, mit einem Energieschwergewicht bei höheren Frequenzen als in den ruhigeren Situationen. Es gibt also unterschiedliche Formen des Schnaubens, das nicht immer gleich stark intensiv ist. Die jeweilige Bedeutung des Schnaubens wird vermutlich auch durch optische Signale die mittels der Körperhaltung vermittelt werden unterstützt. So werden ruhigere Schnaublaute auch im Liegen oder Stehen geäußert, als würde damit beispielsweise Entspannung ausgedrückt. Bei einem aggressiveren Schnauben bewegt sich das Tier auch auf den Gegner zu, oder stößt den Kopf vor, wie bei einer Drohung.

Das Doppelschnauben wurde mehr in agonistischen Situationen produziert, meist gab es davor und danach einzelne Schnaublaute. Vielleicht wird dieser Lauttyp als eine Verstärkung des einfachen Schnaubens genutzt. Ein verfolgtes Tier äußerte diesen Lauttyp beim Nachlaufen, oder das Männchen als es die Kattas von seinem Futter verscheuchte. Das der zweite Lautteil durchschnittlich eine längere Dauer besitzt könnte vielleicht auch eine Art der Verstärkung sein, um den Laut deutlicher zu machen. Allerdings muss diese Verdeutlichung nicht nur in aggressiven Situationen gelten, sondern auch von Schnaublauten in ruhigen Situationen, da das Doppelschnauben auch vor dem Hinlegen geäußert wurde.

Das Prusten dürfte ebenfalls solch eine Verstärkung für einzelne Schnaublaute sein, da es auch zwischen diesen produziert wurde. Es besitzt aber tiefere Frequenzwerte als das Schnauben. Der Laut war auch nicht immer an ein anderes Tier gerichtet. Vielleicht hat es auch eine Art Protestfunktion, da es nach einem Keuchen produziert wurde und von einem Weibchen, als das Männchen am Urin einer anderen Kuh roch. Die nördlichen Breitmaulnashörner haben den Lauttyp „puff“ (Policht et al., 2008), dessen Spektrogramm ähnlich dem des Prustens ist und bei diesen Tieren wurde der Laut in verschiedenen Situationen abgegeben. Im Vergleich der hier analysierten Werte der südlichen Unterart mit denen der nördlichen aus der Arbeit von Policht et al. (2008) zeigt sich, dass letztere zwar eine durchschnittlich etwas kürzere Lautdauer hatten, aber die Frequenzwert annähernd gleich sind.

Das Keuchen der Breitmaulnashörner ist der von Owen-Smith (1973) beschriebene „Pant“-Laut. Allerdings wird dieser als meistens dreisilbig dargestellt und bei den hier analysierten Keuchlauten hatten diese mehr als drei Silben bzw. Elemente. Der Laut gilt als Kontaktsignal oder zur Kontaktpflege, häufig von adoleszenten Kühen bei einer Trennung geäußert. Auch diese Funktion passt zu dem beobachteten Keuchen, da der Laut von den Weibchen nur in der Innenanlage produziert wurde, als sie in ihren separaten Ställen waren. Trotz des möglichen Sichtkontakts durch die Betonsäulen der Absperrung, bildet der Laut so eine

Kontaktaufnahme zu den anderen Individuen. Im Vergleich der beiden Weibchen die das Keuchen produzierten zeigt sich, dass die Dauer des Lautes nicht mit der Elementanzahl proportional verbunden ist, denn ein Weibchen hatte durchschnittlich eine längere Lautdauer, obwohl weniger Elemente enthalten waren. So hatte die jüngere Kuh Tamu eine kürzere Lautdauer als die ältere Yeti. Auch die Grundfrequenz des Lautes unterschied sich zwischen den Individuen etwas. Hier spielt vielleicht das Alter der Tiere eine Rolle, denn die Kühe der Breitmaulnashörner sind laut Literatur (Groves, 1997) erst mit 11 bis 12 Jahren ausgewachsen und Tamu war bei den Aufnahmen 8 Jahre alt. Daher könnte ein Grund für diese individuellen Unterschiede sein, dass das Tier noch nicht seine endgültige Größe erreicht hat. Da vielleicht für diesen Lauttyp die Atmung und das Lungenvolumen eine Rolle spielen, haben jüngere Tiere die einzelnen Elemente des Lautes kürzer und so eine kürzere Lautdauer. In einer Arbeit zu diesem Lauttyp stellten Cinková und Policht (2014) zumindest fest, dass die Unterschiede zwar nicht statistisch signifikant sind, aber Subadulte erzeugen Keuchlaute mit kürzerer Dauer als adulte Tiere, was sie auch auf das geringere Lungenvolumen zurückführen. So beinhaltet laut Literatur (Cinková & Policht, 2014) das Keuchen Informationen über das Individuum, nämlich der Art, Altersklasse und den Kontext.

Das Grunzen könnte ähnlich dem von Cinková und Policht (2014) beschriebenen „Grunt“ sein, allerdings war in ihrer Arbeit der Lauttyp oft sehr tieffrequent, bis hinab zu 10 Hertz. Bei den analysierten Grunzlauten in dieser Arbeit gab es als tiefste gemessene Grundfrequenz nur 86 Hertz. Da der Laut in verschiedenen Situationen geäußert wurde ist kein bestimmter Kontext erkennbar. So wurde er auch produziert, als ein Individuum mit einem Baumstamm „kämpfte“, diesen versuchte zu verschieben und sein Horn daran rieb. Es waren aber eher aggressivere Situationen und der Laut wurde nur von Weibchen abgegeben. Nach Cinková und Bicik (2012) wird das Grunzen als ein agonistisches Verhalten zur Verteidigung gesehen.

Das Brüllen war im Mittel der tiefste Laut und wurde in aggressiven Situationen benutzt um andere zu vertreiben. Diese Funktion wurde aber nicht nur in der Interaktion zwischen den Nashörnern eingesetzt, sondern auch um eine andere Tierart, die Kattas, zu vertreiben. Der Laut klingt bedrohlich durch sein tiefes Brummen. Hier zeigt sich wahrscheinlich „Morton`s-motivation-structural-code“ (Taylor & Reby, 2010), da ein aggressives Tier mit einem tiefen Laut eine große Körpergröße vermitteln will. So wird vermutlich das Brüllen eingesetzt, um Dominanz oder eine Drohung zu zeigen. Auch die Situation in der das Weibchen brüllte wirkte als würde es damit ein Nachlaufen bzw. einen Streit der anderen beiden Kühe beenden oder nicht involviert werden wollen. Der Lauttyp Brüllen gleicht so auch der Beschreibung von Owen-Smith (1973) eines „Snarl“, der ein schroffes lautstarkes Gebrüll ist, um andere auf Distanz zu halten. Zu diesem Lauttyp gibt es auch ein beschriebenes „Snarl-

display“, bei dem zur aktiven Verteidigung der Kopf nach vorne gestoßen wird und der Laut erzeugt wird (Kuneš & Bičík, 2002). Das Verhalten konnte auch beim Männchen während der Lautproduktion beobachtet werden. Beim Vergleich der analysierten Werte mit denen des „Snarls“ in der Arbeit von Policht et al. (2008) hat das hier gemessene Brüllen eine etwas kürzere Dauer und höhere Grundfrequenz, aber die maximale Energie ist in einem ähnlichen Frequenzbereich.

Das Knurren bestand als einziger Lauttyp aus Pulsen und wurde in sehr unterschiedlichen Situationen geäußert, sowohl in kohäsiven wie dem Schlammsohlen und Fressen, oder agonistischen wie dem Nachlaufen. Das Ächzen wurde in ähnlichen Situationen abgegeben, allerdings nur von Weibchen. Dieser Lauttyp dürfte der bei der nördlichen Unterart beschriebene (Cinková & Policht, 2014) „Groan“ sein, der nach Anstrengungen geäußert wurde, allerdings hatte dieser höhere Frequenzwerte. Da der Laut von einer Kuh produziert wurde, nachdem sie ein Keuchen geäußert hatte, könnte das vielleicht bedeuten, dass die Produktion dieses längeren wiederholenden Keuchlautes anstrengend ist. Der Lauttyp Muhen wurde auch nur von Weibchen produziert und hatte auch keinen bestimmten Verhaltenskontext, so auch der Trompetenlaut. Dieser dürfte der bei Owen-Smith (1973) beschriebene „Shriek“ sein, der Angst provozieren soll.

In einer Arbeit zum Sozialverhalten der Breitmaulnashörner von Mikulica (1986) konnte festgestellt werden, dass es trotz der „unnatürlichen“ Bedingungen in zoologischer Haltung keine soziale Hierarchie in der Gruppe gibt, höchstens Präferenzen unter den Kühen. Die soziale Dominanz der Breitmaulnashörner betrifft nur die Männchen, bei denen es α und β Tiere gibt (Mikulica, 1986). Also dürfte bei den beobachteten Weibchen untereinander die Dominanz keine Rolle spielen für die akustische Kommunikation und Männchen war jeweils nur eines vorhanden. So gab es insgesamt bei den beobachteten Breitmaulnashörnern in der Gruppe keine starken dominanten Strukturen die sich in der Häufigkeit der Vokalisationen auswirkten. Es äußerten beispielsweise in der Weibchengruppe alle drei Individuen in etwa gleich viel Laute. Zwischen den Geschlechtern gab es den Unterschied, dass die Kühe weniger aggressive Laute produzierten. Es verlief beispielsweise die Interaktion mit den Kattas verschieden, während das Männchen eher aggressiv auf die Tiere reagierte, als diese zu seinem Futter wollten, waren die Weibchen an ihnen desinteressiert bzw. ignorierten sie. Sogar als ein Katta auf dem Rücken einer Kuh in der Innenanlage saß und ihr den eingetrockneten Schlamm abkratzte, zeigte diese keine Reaktion. Die Funktion der Laute deckt eine breite Palette ab und ein Lauttyp wird oft in verschiedenen Situationen produziert, sowohl kohäsiven als auch agonistischen oder ohne eine soziale Komponente wie dem Liegen im Stall. Allerdings sind die Laute in einer schwächeren Intensität in ruhigeren Situationen. So sind manche Lauttypen, wie etwa das Schnauben oder Knurren, in

ihrer Form etwas variabler. Bei der Lautproduktion der Breitmaulnashörner sind anscheinend Kehlkopf und Stimmlippen nicht so sehr im Einsatz und tonale oder harmonische Laute gab es nicht. Dafür hatten die Lauttypen, die häufig mit der Ausatmung, nasal oder thorakal-oral, verbunden waren oft eine chaotische und rauschhafte Strukturkomponente. Die tiefste gemessene Grundfrequenz bei den Breitmaulnashörnern war 86 Hertz, also konnten keine Frequenzkomponenten im Infraschall gefunden werden. Allerdings zeigte eine Untersuchung an Elefanten, dass Frequenzen um die 100 Hz eher für die Kommunikation über große Distanzen geeignet sind als tiefere (McComb et al., 2003). Da die Grundfrequenz aller analysierten Lauttypen im Mittel meist unter 220 Hertz lag und es tiefere Einzelwerte um die 100 Hertz gab, könnte das dann für eine Nutzung zur Fernkommunikation der Breitmaulnashörner sprechen.

4.2 Akustische Kommunikation bei Panzernashörnern

Die beobachteten Panzernashörner im Tiergarten Schönbrunn produzierten sowohl in der Innen- als auch in der Außenanlage insgesamt fünf Lauttypen und davon war der häufigste das Grunzen. Die Funktion des Lautes dürfte stark mit einem Betteln verbunden sein, denn sie äußerten ihre Grunzlaute vermehrt beim Pfleger um Futter zu erhalten. Auch das Grunzen vor dem Tor wirkte wie ein Bitten um Einlass in die Innenanlage. Allerdings wurde der Lauttyp auch in anderen Situationen eingesetzt und so ist das Betteln nicht seine einzige Funktion, es wurde beispielsweise auch im Wasserbecken geäußert. Der Lauttyp Grunzen müsste der bei Laurie (1978) beschriebene „Moo-grunt“ sein, der meist wiederholt wird und beispielsweise von Subadulten während des Fressens oder Gehens produziert wird. Laut Literatur (Laurie, 1982) wird der Laut auch von Kälbern als Kontaktruf und Aufforderung zum Säugen geäußert. Da die beiden beobachteten Individuen Handaufzuchten sind, haben sie sich vielleicht diesen Laut beibehalten, um nach Futter zu verlangen und nutzen ihn darum verstärkt vor und während der Fütterung. Der Doppelgrunzer dürfte eine Variante des Grunzens sein, der vielleicht nur als Verstärkung eingesetzt wird. Es wirkt auch als wäre der zweite Grunzlaut aufgrund der meist längeren Dauer und höheren Frequenzwerten die Verstärkung des ersten Grunzlautes. Das einfache Grunzen wurde auch häufig in einer Serie abgegeben, wobei es aber auch Kombinationen mit anderen Lautarten gab. Vielleicht haben die Lauttypen in den unterschiedlichen Kombinationen eine andere Bedeutung bzw. Funktion als einzeln und so erweitern die Panzernashörner damit ihr Lautrepertoire. Es könnte dann wie bei den Sumatranashörnern sein, die wie bei Muggenthaler et al. (2003) beschrieben, drei Lauttypen in unterschiedlicher Weise aneinander reihen zu einem Song.

Das Schnauben ist ein rauschhafter, chaotischer Laut, der auch mit dem Grunzen oder Hupen kombiniert wurde. Das in den Kombinationen das Schnauben höhere Frequenzwerte hatte als einzeln, könnte vielleicht daran liegen, dass es sich dadurch besser vom zweiten Lauttyp abhebt oder unterscheidet und auch das es eine Verstärkung ist. Das Männchen hatte im Vergleich eine längere Dauer bei den Schnaublauten, diese waren immer über eine Sekunde lang. Ein Grund dafür könnte sein, dass das Männchen aufgrund der größeren Körpergröße auch ein größeres Lungenvolumen besitzt und so länger Luft ausstoßen kann. Dieser Lauttyp müsste der in der Literatur (Laurie, 1978) beschriebene „Snort“ sein, der auch ein non-vokaler Laut ist bei dem Luft ausgestoßen wird und unter anderem als Kontaktruf oder zur Begrüßung genutzt wird. So werden dem Laut unterschiedliche Situationen zugeschrieben und auch bei den hier analysierten Lauten gab es verschiedene Verhaltenskontexte beim Schnauben.

Das Prusten wurde auch in unterschiedlichen Situationen produziert, allerdings wurde es häufig nach oder zwischen dem Grunzen geäußert, wie beim Fressen oder vor dem Tor zum Innenbereich. Vielleicht dient der Laut als Ausdruck des Unmuts oder Frustration, weil auf den „Bettellaut“ nicht die erwartete Reaktion kam. Es ist wieder ein rauschhafter Laut, der aber neben den chaotischen Strukturen auch manchmal periodische Elemente enthalten hat. Vermutlich handelt es sich beim Prusten um den bei Laurie (1978) beschriebenen Lauttyp „Squeak-pant“, der halb aspiratorisch und halb vokal ist, quietschend klingt und in unterschiedlichen Umständen geäußert wird.

Der einzige Lauttyp der Panzernashörner, der deutliche Oberschwingungen aufweist ist das Hupen. Dieser wurde auch zwischen Grunzlauten produziert und könnte so auch als eine Verstärkung dienen, oder um auf sich aufmerksam zu machen. Dabei dürfte es sich um den bei Laurie (1978) beschriebenen „Honk“ handeln, der ein lauter kehliger Lauttyp ist, mit tieferen Frequenzen. Die maximale Energie war bei den hier analysierten Huplauten im Durchschnitt auch als einziger Lauttyp unter 900 Hertz und hier gab es auch den tiefsten Einzelwert. Die beschriebene Funktion des „Honks“ ist variabel, so wird er in agonistischen Situationen wie einer Jagd, bei der Flucht, als „keep-away“ Signal, oder wenn das Tier sich erschreckt genutzt. Insgesamt ist der Vergleich oder eine Zuordnung der Lauttypen der Panzernashörner mit der Literatur nicht ganz einfach, da nur verbale Beschreibungen der Laute vorhanden sind.

Das beim Individuenvergleich das Weibchen mehr Laute äußerte als das Männchen ist durch die Menge an Lauten die Unbekannt zugeordnet wurden nicht wirklich aussagekräftig. Jedoch produzierte beispielsweise die Kuh mehr Grunzlaute in einer Serie, als beide außen vor dem Tor zum Innenbereich standen. Der Bulle der in seinem Bereich auch vor dem Tor stand grunzte nur manchmal. Auch vor und nach dem Fressen äußerte das Weibchen mehr

Laute, vermutlich weil es noch mehr Futter wollte. Vor dem Tor im Außenbereich war eine kleine Glocke angebracht, die sogar von dem Weibchen durch ziehen an einer Schnur geläutet wurde, als es die Serie an Grunzern produzierte. Wahrscheinlich als eine Verstärkung um auf sich aufmerksam zu machen. Das Aktivitätshoch der Panzernashörner am frühen Morgen war wie bei Laurie et al. (1983) auch bei diesen Tieren vorhanden. So wurden am Morgen viele Laute, vor allem das Grunzen produziert. Vermutlich spielt hier auch das Füttern der Tiere um diese Tageszeit eine Rolle. Am Morgen bevor die Pfleger kamen wurde schon gegrunzt, als wäre es eine Aufforderung oder Verlangen nach Futter.

Die Lauttypen der Panzernashörner waren also nicht einer bestimmten oder einzigen Funktion zuzuordnen. Jedoch beschreibt Laurie (1978), dass ein Lauttyp in unterschiedlichen Situationen produziert werden kann und die Nashörner trotzdem den jeweiligen Kontext erkennen und auseinanderhalten können. Das in der Literatur beschriebene Werbe- und Paarungsverhalten war bei diesen Beobachtungstieren nicht vorhanden und darum auch nicht die damit verbundenen Laute. Bei der Analyse der Laute konnten auch keine Infraschallkomponenten gefunden werden, so war der tiefste gemessene Frequenzwert 284 Hertz und die Grundfrequenz lag durchschnittlich bei allen Lauttypen in einem Bereich um die 350 Hertz.

4.3 Allgemein

Vergleicht man die analysierten Laute der beiden untersuchten Nashornarten, zeigt sich, dass die Breitmaulnashörner mehr Lauttypen produzierten und diese auch tiefere Frequenzen hatten, sowohl bei der maximalen Energie als auch bei der Grundfrequenz. Bei der Lautdauer hatten die Breitmaulnashörner eine größere Bandbreite, als die Panzernashörner. Ein physiologischer Grund für die Unterschiede in den Frequenzwerten der Laute könnten Unterschiede im Vokaltrakt sein, denn die beiden Arten besitzen eine unterschiedliche Form des Mauls und der Zunge. Laut Literatur (Il'ichev & Silaeva, 2002) hängt der Frequenzbereich eines Lautes nämlich nicht nur von der Größe des Mauls als Resonator ab, sondern auch von dessen Form und den innenliegenden Falten. Breitmaulnashörner haben auch laut Endo et al. (1998) noch eine Besonderheit in einem Teil ihres Nasopharynx, so hat bei ihnen die Eustachische Röhre keine verlängerten Divertikel wie bei anderen Vertretern der Perissodactyla. Es ist nur ein einfacher Kanal, der in der mittleren Region die Wände aus hyalinen Knorpeln hat (Endo et al., 1998). Da solche Knorpeltypen eine hohe Druckelastizität haben, könnte das möglicherweise ein Hinweis darauf sein, dass sie beim Luftausstoß bei einigen Lautproduktionen hohe Druckbelastungen aushalten und dadurch kräftige Laute erzeugen können. Außerdem haben die beiden

Nashornarten unterschiedliche ökologische und soziale Bedingungen in ihren Habitaten, wodurch sich auch ihre akustische Kommunikation unterscheidet. So leben von allen Nashornarten nur Breitmaulnashörner als Grasfresser in offenen Habitaten, in denen es genügend Nahrung gibt, wodurch sich auch Gruppen und ein hoch entwickeltes Sozialsystem bilden können (Meister, 1997). Denn diese Lebensweise bietet den Tieren Schutz vor Prädatoren und territorialen Männchen (Shrader et al., 2013). Es gibt bei den Breitmaulnashörnern also Gruppengefährten, die sich selten voneinander entfernen und immer wieder die Nähe untereinander suchen (Owen-Smith, 1975). Wenn die Tiere in einem so engen sozialen Kontakt stehen, dann werden sie vermutlich auch vermehrt die akustische Kommunikation nutzen, da diese direkt ist und eine sofortige Antwort ermöglicht. Daher erscheint in dieser Situation die akustische Kommunikation vorteilhafter, als die olfaktorische Kommunikation, auf die die Panzernashörner spezialisiert sind. Zumindest haben sie dafür sogar anatomische Anpassungen in Form der Duftdrüsen an den Füßen. Das könnte vermutlich eine Erklärung für die Unterschiede im Lautrepertoire der beiden untersuchten Tierarten sein. Sogar im Vergleich der beiden afrikanischen Nashornarten zeigt sich ein Unterschied in ihren Lauten. So haben die hier analysierten Laute der Breitmaulnashörner eine tiefere Frequenz als die der von Budde und Klump (2003) untersuchten Laute der Spitzmaulnashörner. Dieser Unterschied könnte vielleicht durch die verschiedenen natürlichen Habitate begründet sein, da Spitzmaulnashörner laut Literatur (Gyseghem, 1984) nur selten Gruppen bilden und in buschigeren Gebieten leben. Nun sind Panzernashörner Einzelgänger (Laurie, 1983) die in dichteren Habitaten leben (Gansloßer, 1997). Ein Vergleich der Laute zwischen den Panzernashörnern und den Javanashörnern, die zusammen eine Gattung bilden zeigt Ähnlichkeiten in manchen gefundenen Lauttypen. So haben sie laut Groves und Leslie (2011) ein „Snorting“, „Puffing“, „Bleat“ oder einen kurzen blasenden Pfeiflaut. Die ersten beiden Lautarten könnten dem Schnauben und Prusten der Panzernashörner ähnlich sein, allerdings kommen diese Lauttypen auch bei den anderen Nashornarten vor. Leider gibt es keine genaueren Untersuchungen zum Lautrepertoire des Javanashorns für einen Vergleich der Frequenzwerte. Eine den Panzernashörnern ähnliche solitäre Lebensweise in Waldgebieten hat das Sumatranashorn. Für Muggenthaler et al. (2003) ist diese Nashornart am gesprächigsten und ihre Laute reichen auf Frequenzen zwischen 17 und 100 Hertz hinab. Somit liegen deren Frequenzwerte tiefer, als die der analysierten Panzernashörner.

Zwar konnten in den untersuchten Lauten der Breitmaul- und Panzernashörner keine Infraschallkomponenten festgestellt werden, jedoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass sie diesen Frequenzbereich für ihre Kommunikation nutzen. So konnten beispielsweise Budde und Klump (2003) in der Untersuchung des vokalen Repertoires des Spitzmaulnashorns auch keine Infraschallkomponenten finden, die niedrigste Grundfrequenz

war beim Schnauben im Mittel etwa $198,3 \pm 149$ Hertz. Während in der Untersuchung von O'Connell-Rodwell et al. (2001) derselben Nashornart Laute mit einer Grundfrequenz um die 35 Hertz analysiert wurden. In der Untersuchung zum vokalen Repertoire des nördlichen Breitmaulnashorns konnten Policht et al. (2008) vier Lauttypen finden die in den Infraschallbereich gehen. Nach Muggenthaler et al. (1993) enthalten sowohl Breitmaulnashorn als auch Panzernashorn in ihren Vokalisationen Infraschallkomponenten, wie auch Spitzmaulnashorn und Sumatranashorn. So haben die Nashörner die tiefsten Frequenzen bis hinab zu 6 bis 18 Hertz, dabei erreichte sie die besten Ergebnisse nachdem die Tiere nach einer Trennung wieder zusammen kamen (Muggenthaler et al., 1993). Das Aufnahmeverfahren oder vielleicht geringere Nebengeräusche könnten beispielsweise ein Grund sein, warum bei den Arbeiten von Muggenthaler et al. (1993; 2003) tiefere Frequenzen als in den anderen Untersuchungen erhalten wurden und diese auch präsenter vorhanden waren. Aufgrund fehlender Studien ist auch noch nicht klar, ob es sich dabei um artspezifische oder individualspezifische Unterschiede im Frequenzbereich handelt (Meister, 1997). Gegen den Einwand, dass akustische Aufnahmen in der zoologischen Haltung vielleicht nicht dazu geeignet wären, um Infraschall aufzunehmen spricht, dass auch in den Arbeiten von Muggenthaler et al. (1993; 2003) die Aufnahmen in zoologischer Haltung stattfanden. Über die Bedeutung von Infraschall für die Fernkommunikation von Nashörnern herrscht nun trotzdem Uneinigkeit. So sehen Policht et al. (2008) die Signalbedeutung der Infraschallfrequenzen als unsicher an und möglicherweise sind die tiefen Frequenzen ein Nebenprodukt der enormen Körpergröße. Für Cinková und Policht (2014) konnte die Hypothese der Nutzung von Infraschall zur Fernkommunikation bei Nashörnern noch nicht detailliert mit Informationen belegt werden.

Der häufigste Lauttyp der Breitmaulnashörner ist das Schnauben, während es bei den Panzernashörnern das Grunzen ist. Wobei dabei vielleicht das Fütterungsverhalten bzw. das Betteln der Tiere eine Rolle spielt. Denn bei den beobachteten Breitmaulnashörnern gab es keine Bettelfunktion eines Lauttyps, was vermutlich an der unterschiedlichen Haltung bzw. Fütterungssystem liegt. Außerdem kann die Herkunft der Tiere als Handaufzucht vielleicht auch ein Grund sein, warum diese stärker auf die Pfleger reagierten. Beide Nashornarten geben ihre Laute je nach Lauttyp nasal und oder oral ab, wobei das kräftige Ausstoßen von Luft oft eine große Rolle spielt. Daher haben einige Lauttypen das nonlineare Phänomen des „Chaos“ enthalten, wodurch sie eine rauschhafte Struktur haben. Die Nashörner stampften auch mit ihren Füßen auf, da angenommen wird, dass sie auch seismische Kommunikation betreiben könnte dieses Verhalten vielleicht ein Hinweis darauf sein. Entweder wollten sie damit Lärm machen, die Bewegung als ein visuelles Signal nutzen, als Ausdruck ihrer Motivation oder sie erzeugten damit auch eine kleine Erschütterung, die andere Tiere wahrnehmen konnten. Dieser Kommunikationsform müsste aber noch genauer untersucht

werden und dabei sollte auch bedacht werden, dass die Sohlenform in der zoologischen Haltung verändert sein kann, wodurch auch die Detektion vielleicht unterschiedliche Qualitäten hat. So beschreibt Houwald (2001), dass im Zoo gehaltene Panzernashörner eine flachere Fußsohle haben, während sie bei wildlebenden konkav und erhaben ist.

Aufgrund der Haltungsbedingungen in zoologischen Gärten sind vermutlich nicht alle Lauttypen der jeweiligen Tierart gegeben. Denn bestimmte Lauttypen sind in menschlicher Haltung für die Tiere nicht nötig, da sie ein „stressfreies“ Leben führen, im Gegensatz zu ihrem natürlichen Habitat. Neben den unterschiedlichen Umweltbedingungen spielt auch die Gruppenzusammenstellung eine Rolle dabei, weshalb die Kommunikation abweichen kann. So gibt es in der zoologischen Haltung keinen ständigen Wechsel an Gruppenmitgliedern oder neue unbekannte Individuen mit denen die Tiere konfrontiert werden. Auch die Nähe zum Menschen kann ihr Verhalten, sowohl Pfleger als auch Besucher, verändern. Trotzdem konnten im Vergleich zu den in der Natur vorkommenden Lauten viele Ähnlichkeiten gefunden werden und die so gewonnenen Forschungsergebnisse stellen auch wichtige Erkenntnisgewinne dar. Für einen besseren Vergleich und Verständnis der akustischen Kommunikation der beiden Nashornarten müssten noch weitere Untersuchungen an unterschiedlicheren Individuen folgen. Denn gerade im Paarungsverhalten dieser Tiere spielen Laute eine wichtige Rolle und eine erfolgreiche Zucht in zoologischer Haltung ist bislang leider nicht immer gegeben. Diese ist aber für den Fortbestand und das Schutzmanagement der gefährdeten Tiere wichtig. Daher sind ein Verständnis und mehr Wissen über die Nashörner notwendig und dazu gehören auch Informationen über ihre akustische Kommunikation. Die Ergebnisse decken sicherlich nicht das komplette Repertoire an Lauttypen und akustischer Kommunikation der Breitmaulnashörner und Panzernashörner ab, aber sie bieten einen Ansatz für weitere Forschungen.

5. Quellenverzeichnis

Adcock, K.; Emslie, R. H. (1997): *Biologie, Verhalten und Ökologie des Spitzmaul-Nashorns*. In: Die Nashörner. Begegnungen mit urzeitlichen Kolossen. Filander Verlag, Fürth: S. 115-137.

Amin, R.; Thomas, K.; Emslie, R. H.; Foose, T. J.; Strien, N. van (2006): *An overview of the conservation status of and threats to rhinoceros species in the wild*. In: Int. Zoo Yearbook, 40: S. 96-117.

Baskin, Y. (1991): *Rhino Biology: Keeping Tabs on an Endangered Species*. In: Science, 252 (5010): S. 1256-1257.

Brown, T. J.; Handford, P. (1996): *Acoustic signal amplitude patterns: A computer simulation investigation of the acoustic adaptation hypothesis*. In: Condor, 98: S. 608-623.

Budde, C.; Klump, G. M. (2003): *Vocal repertoire of the black rhino *Diceros bicornis* ssp. and possibilities of individual identification*. In: Mammalian Biology, 68: S. 42-47.

Capiro, J. M; Stoops, M. A.; Freeman, E. W.; Clawson, D; Schook, M. W. (2014): *Effects of Management Strategies on Glucocorticoids and behavior in Indian Rhinoceros (*Rhinoceros unicornis*): Translocation and Operant Conditioning*. In: Zoo Biology, 33: S. 131-143.

Cave, A. J. E. (1977): *Observations on rhinoceros tongue morphology*. In: J. Zool., London, 181: S. 265-284.

Chang, C.-H.; Jang, C.-M. (2004): *On the Processing and Mounting of a Skeleton of a White Rhinoceros, *Ceratotherium sinum**. In: Coll. And Res., 17: S. 58-69.

Cinková, I.; Bicik, V. (2012): *Social and reproductive behaviour of critically endangered northern white rhinoceros in a zoological garden*. In: Mammalian Biology, 78: S. 50-54.

Cinková, I.; Policht, R. (2014): *Contact Calls of the Northern and Southern White Rhinoceros Allow for Individual and Species Identification*. In: PLoS ONE, 9 (6): e98475. doi:10.1371/journal.pone.0098475

Dengg, K. B. (2010): *Chronoethologische Studie am Indischen Panzernashorn (*Rhinoceros unicornis*) zur Untersuchung des Wohlbefindens und der Haltung im Tiergarten Schönbrunn*. Diplomarbeit am Institut für Zoologie, Stoffwechselfysiologie und Verhalten, Karl-Franzens-Universität Graz.

- Dinerstein, E.** (1991): *Sexual dimorphism in the greater one-horned rhinoceros (*Rhinoceros unicornis*)*. In: *Journal of Mammalogy*, 72 (3): S. 450-457.
- Dittrich, L.** (1971): *Beobachtungen zur Jugendentwicklung eines Breitmaulnashorns (*Ceratotherium s. simum*) im Zoo Hannover*. In: *Zeitschrift des Kölner Zoo*, 14 (2): S. 73-81.
- Endo, H.; Manglai; Fujisawa, M.; Kurohmaru, M.; Hayashi, Y.** (1998): *The Guttural Pouch is not Present in the White Rhinoceros (*Ceratotherium simum*); Morphology of the Eustachian Tube and Nasopharynx*. In: *Anat. Histol. Embryol.*, 27: S. 327-330.
- Estes, R. D.** (1991): *The Behavior Guide to African Mammals. Including Hoofed Mammals, Carnivores, Primates*. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London: S. 228-234.
- Fitch, W. T.** (2000a): *The evolution of speech: a comparative review*. In: *Trends in Cognitive sciences*, 4 (7): S. 258-267.
- Fitch, W. T.** (2000b): *Skull dimensions in relation to body size in nonhuman mammals: The causal bases for acoustic allometry*. In: *Zoology*, 103: S. 40-58.
- Fitch, W. T.; Hauser, M.D.** (2002): *Unpacking "Honesty": Vertebrate Vocal Production and the Evolution of Acoustic Signals*. In: *Acoustic Communication* (Ed. Simmons, A. M., Fay, R. R. & Popper, A. N.). Springer, New York: S. 65-137.
- Fitch, W. T.; Neubauer, J.; Herzog, H.** (2002): *Calls out of chaos. The adaptive significance of nonlinear phenomena in mammalian vocal production*. In: *Animal Behaviour*, 63: S. 407-418.
- Fitch, W. T.** (2006): *Production of Vocalizations in Mammals*. In: Brown K, editor. *Encyclopedia of Language and Linguistics*. Elsevier, Oxford: S. 115–121.
- Gansloßer, U.** (1997): *Das Nashorn und sein Körper – Körperbau und Körpergröße*. In: *Die Nashörner. Begegnungen mit urzeitlichen Kolossen*. Filander Verlag, Fürth: S. 33-38.
- Groves, C. P.** (1972): *Ceratotherium simum*. In: *Mammalian Species*, 8: S. 1-6.
- Groves, C. P.** (1997): *Die Nashörner – Stammesgeschichte und Verwandtschaft*. In: *Die Nashörner. Begegnungen mit urzeitlichen Kolossen*. Filander Verlag, Fürth: S. 14-32.
- Groves, C. P.; Fernando, P.; Robovsky, J.** (2010): *The Sixth Rhino: A Taxonomic Re-Assessment of the Critically Endangered Northern White Rhinoceros*. In: *PLoS ONE*, 5 (4): e9703. doi:10.1371/journal.pone.0009703

Groves, C. P.; Leslie D. M. (2011): *Rhinoceros sondaicus* (*Perissodactyla: Rhinocerotidae*). In: *Mammalian Species*, 43 (887): S. 190-208.

Gyseghem, R. van (1984): *Observations on the ecology and behaviour of the northern white rhinoceros* (*Ceratotherium simum cottoni*). In: *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 49 (6): 348-358.

Hazarika, B. C.; Saikia, P. K. (2010): *A study on the behavior of Great Indian One-horned Rhino* (*Rhinoceros unicornis* Linn.) in the *Rajiv Gandhi Orang National Park, Assam, India*. In: *NeBIO*, 1 (2): S. 62-74.

Houwald von, F. R. (2001): *Foot problems in Indian Rhinoceroses* (*Rhinoceros unicornis*) in *zoological gardens: Macroscopic and microscopic anatomy, pathology, and evaluation of the causes*. Dissertation, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Zürich.

Hurd, P.L.; Enquist, M. (2005): *A strategic taxonomy of biological communication*. In: *Animal Behaviour*, 70: S. 1155-1170. doi:10.1016/j.anbehav.2005.02.014

Hutchins, M.; Kreger, M. D. (2006): *Rhinoceros behaviour: implications for captive management and conservation*. In: *Int. Zoo Yb.*, 40: S. 150-173.

Il'ichev, V. D.; Silaeva, O. L. (2002): *Acoustic Analysis of Signals in Mammals*. In: *Biology Bulletin*, 29 (3): S. 248-256.

Kuneš, M.; Bičík, V. (2002). *Social and sexual behaviour in captive breeding groups of white rhinoceros*. In: *Acta Univ Palackianae Olomucensis, Biologica*, 39-40: S. 81-99.

Larom, D.; Garstang, M.; Lindeque, M.; Raspel, R.; Zunckel, M.; Hong, Y.; Brassel, K.; Obeirne, S.; Sokolic, F. (1997a): *Meteorology and elephant infrasound at Eosha National Park, Namibia*. In: *Journal of the Acoustical Society of America*, 101: S. 1710-1717.

Larom, D.; Garstang, M.; Payne, K.; Raspel, R.; Lindeque, M (1997b): *The influence of surface atmospheric conditions on the range and area reached by animal vocalizations*. In: *Journal of Experimental Biology*, 200: S. 421-431.

Laurie, W. A. (1978): *The ecology and behaviour of the greater one-horned rhinoceros*. Cambridge, University, Dissertation: S. 1-450.

Laurie, W. A. (1982): *Behavioural ecology of the greater one-horned rhinoceros* (*Rhinoceros unicornis*). In: *Journal of Zoology, London*, 196 (3): S. 307-341.

Laurie, W. A. (1983): *Nashörner in Asien*. In: *Bongo Berlin*, 7: S. 1-16.

- Laurie, W. A.; Lang, E. M.; Groves, C. P.** (1983): *Rhinoceros unicornis*. In: Mammalian Species, 211: S. 1-6.
- Laurie, A.** (1997): *Das Indische Panzernashorn*. In: Die Nashörner. Begegnungen mit urzeitlichen Kolossen. Filander Verlag, Fürth: S. 95-114.
- Maynard Smith, J.; Harper, D. G. C.** (1995): *Animal Signals: Models and Terminology*. In: Journal of Theoretical Biology, 177 (3): S. 305-311.
- McComb, K.; Reby, D.; Baker, L.; Moss, C.; Sayialel, S.** (2003): *Long-distance communication of acoustic cues to social identity in African elephants*. In: Animal Behaviour, 65: S. 317-329.
- McComb, K.; Reby, D.** (2005): *Vocal Communication networks in large terrestrial mammals*. In: (Hrsg.) McGregor, P. K.: Animal Communication Networks. University Press, Cambridge: S. 372-389.
- Meister, J.** (1997): *Die Nashörner – Verhalten im Vergleich*. In: Die Nashörner. Begegnungen mit urzeitlichen Kolossen. Filander Verlag, Fürth: S. 39-56.
- Meister, J.; Owen-Smith, N.** (1997): *Das Breitmaul-Nashorn*. In: Die Nashörner. Begegnungen mit urzeitlichen Kolossen. Filander Verlag, Fürth: S. 163-172.
- Metrione, L. C; Penfold, L. M.; Waring, G. H.** (2007): *Social and Spatial Relationships in Captive Southern White Rhinoceros (Ceratotherium simum simum)*. In: Zoo Biology, 26: S. 487-502. doi: 10.1002/zoo.20143
- Mikulica, V.** (1986): *Sozialverhalten der Breitmaulnashörner (Ceratotherium simum) in der Gefangenschaft*. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt Universität zu Berlin, 35 (3): S. 296-300.
- Morton, E. S.** (1977): *On the Occurrence and Significance of Motivation-Structural Rules in Some Bird and Mammal Sounds*. In: The American Naturalist, 111 (981): S. 855-869.
- Morton, E.S.** (1983): *Animal Communication: What Do Animals Say?* In: The American Biology Teacher, 45 (6): S. 343-348.
- Muggenthaler von, E. K.; Stoughton, J. W.; Daniel Jr., J. C.** (1993): *Infrasound from the Rhinocerotidae*. In: Proc. of Rhinoceros Biology and Conservation: S. 136-139.

- Muggenthaler, E. von; Reinhart, P.; Lympany, B.; Craft, R. B.** (2003): *Songlike vocalizations from the Sumatran Rhinoceros (*Dicerorhinus sumatrensis*)*. In: *Acoustics Research Letters Online*, 4 (3): S. 83-88.
- O’Connell-Rodwell, C. E.; Hart, L. A.; Arnason, B. T.** (2001): *Exploring the Potential Use of Seismic Waves as a Communication Channel by Elephants and Other Large Mammals*. In: *Amer. Zool.*, 41: S. 1157-1170.
- O’Connell-Rodwell C. E.** (2007): *Keeping an “Ear” to the Ground: Seismic Communication in Elephants*. In: *Physiology*, 22: S. 287-294.
- Ohala, J.** (1996). *Ethological theory and the expression of emotion in the voice*. In: *Proc. ICSLP [4th International Conference on Spoken Language Processing, Philadelphia]*, 3: S. 1812–1815.
- Owen-Smith, N.** (1971): *Territoriality in the White Rhinoceros (*Ceratotherium simum*) Burchell*. In: *Nature*, 231: S. 294-296.
- Owen-Smith, R. N.** (1973): *The behavioural ecology of the white rhinoceros*. Diss. Thesis, Univ. of Wisconsin.
- Owen-Smith, R. N.** (1975): *The social ethology of the white rhinoceros, *Ceratotherium simum* (Burchell, 1817)*. In: *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 38 (4): S. 341-351.
- Penny, M.** (1988): *Rhinos Endangered Species*. Facts on File, New York: S. 30-66.
- Policht, R.; Tomášová, K.; Holeckova, D.; Frynta, D.** (2008): *The vocal repertoire in northern white rhinoceros *Ceratotherium simum cottoni* as recorded in the last surviving herd*. In: *Bioacoustics. The international Journal of Animal Sound and its Recording*, 18: S. 69-96. doi: 10.1080/09524622.2008.9753591
- Ryan, M. J.** (1986): *Factors Influencing the Evolution of Acoustic Communication: Biological Constraints*. In: *Brain Behavior and Evolution*, 28: S. 70-82.
- Schenkel, R.** (1987): *Nashörner*. In: *Grzimeks Enzyklopädie. Säugtiere Band 4*. Kindler Verlag, München: S.610-639.
- Shrader, A. M.; Owen-Smith, N.** (2002): *The Role of Companionship in the Dispersal of White Rhinoceroses (*Ceratotherium simum*)*. In: *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 52 (3): S. 255–261. doi: 10.1007/s00265-002-0506-y

Shrader, A. M.; Post, J. F.; Hagenah, N.; Bateman, P. W. (2013): *Is a reduction in the individual vigilance of mothers a key evolutionary driver of group formation in white rhinos?* In: African Zoology, 49 (1): S. 109-114.

Taylor, A. M.; Reby, D. (2010): *The contribution of source-filter theory to mammal vocal communication research.* In: Journal of Zoology, 280: S. 221-236.

Weissengruber, G. E.; Egger, G. F.; Hutchinson, J. R.; Groenewald, H. B.; Elsässer, L.; Famini, D.; Forstenpointner, G. (2006): *The structure of the cushions in the feet of African elephants (Loxodonta africana).* In: J. Anat., 209: S. 781-792.

White, A. M.; Swaisgood, R. R.; Czekala, N. (2007): *Differential investment in sons and daughters: Do White Rhinoceros mothers favor sons?* In: Journal of Mammology, 88 (3): S. 632-638.

Wilden, I.; Herzel, H.; Peters, G.; Tembrock, G. (1998): *Subharmonics, Biphonation, and Deterministic Chaos in Mammal Vocalization.* In: The International Journal of Animal Sound and its Recording, 9: S. 171-196.

Wiley, R. H.; Richards, D. G. (1978): *Physical constraints on acoustic communication in the atmosphere: implications for the evolution of animal vocalizations.* In: Behavioural Ecology and Sociobiology, 3: S. 69-94.

Yadav, V. K. (2000): *Male-male aggression in Rhinoceros unicornis – case study from north Bengal, India.* In: Indian Forester, 126 (10): S. 1030-1034.

Zainal Zahari, Z.; Rosnina, Y.; Wahid, H.; Yap, K. C.; Jainudeen, M. R. (2005): *Reproductive behaviour of captive Sumatran rhinoceros (Dicerorhinus sumatrensis).* In: Animal Reproduction Science, 85: S. 327-335.

Zschokke, S.; Baur, B. (2002): *Inbreeding, outbreeding, infant growth, and size dimorphism in captive Indian rhinoceros (Rhinoceros unicornis).* In: Can. J. Zool., 80: S. 2014-2023.

6. Zusammenfassung

6.1 Deutsche Zusammenfassung

Die vorliegende Studie befasst sich mit der akustischen Kommunikation bei Breitmaulnashörnern (*Ceratotherium simum*) und Indischen Panzernashörnern (*Rhinoceros unicornis*), die in österreichischen Zoos gehalten werden. Untersucht wurden die unterschiedlichen Lauttypen bezüglich ihrer temporalen und spektralen Zusammensetzung, speziell dem Vorhandensein von Infraschallkomponenten. Dazu wurden sechs Individuen der Breitmaulnashörner im Zoo Salzburg und zwei Individuen der Panzernashörner im Zoo Schönbrunn in Wien aufgenommen.

Bei den beobachteten Individuen der Breitmaulnashörner konnten zehn Lauttypen unterschieden werden. Diese waren Schnauben, Doppelschnauben, Prusten, Keuchen, Grunzen, Brüllen, Knurren, Ächzen, Muhen und ein Trompetenlaut. Davon war das Schnauben der am häufigsten produzierte Lauttyp. Die Ergebnisse der analysierten Laute zeigen, dass die tiefste gemessene Grundfrequenz bei 86 Hertz lag. Diesen Frequenzwert gab es bei vier Lauttypen, dem Schnauben, Doppelschnauben, Prusten und Grunzen. Durchschnittlich dauerten die Laute dieser Nashornart immer unter einer Sekunde, wobei hier das Keuchen eine Ausnahme bildet. Dieser Lauttyp ist ein wiederholender Laut, der aus mehreren Elementen aufgebaut ist. Die Laute dieser Tiere waren oft stark mit der Atmung verbunden und zeigten in den Spektrogrammen eine rauschhafte Struktur, während es keine harmonischen Bestandteile gab.

Die Analyse der Laute der Panzernashörner ergab fünf unterschiedliche Lauttypen, das Grunzen, Doppelgrunzen, Schnauben, Prusten und Hupen. Diese Nashornart hatte die tiefste gemessene Grundfrequenz bei 284 Hertz, wobei die Durchschnittswerte bei allen Lauttypen im Bereich von etwa 350 bis 380 Hertz lagen. Die Dauer war bei den Lauten der Panzernashörner durchschnittlich zwischen etwa 0,5 bis 1,2 Sekunden.

Im Vergleich wurde die akustische Kommunikation von den Breitmaulnashörnern mehr benutzt. So hatten sie ein größeres Lautrepertoire und ihre Laute hatten auch tiefere Frequenzwerte, sowohl bei der maximalen Energie, als auch der Grundfrequenz der Laute. Infraschallkomponenten konnten hier zwar in den Lauten beider Arten nicht gefunden werden, allerdings wurden diese in anderen Untersuchungen festgestellt, weshalb die Kommunikation mittels Infraschall bei Nashörnern nicht ausgeschlossen werden kann.

6.2. Abstract

This study is about the acoustic communication of White Rhinoceros (*Ceratotherium simum*) and Indian Rhinoceros (*Rhinoceros unicornis*), which are captive in zoos in Austria. The investigation was about their different types of calls and the analysis of their temporal and spectral composition. Especially the existence of infrasound components was measured. Recorded were six individuals of White Rhinoceroses in the zoo Salzburg and two individuals of Indian Rhinoceroses in the zoo Schönbrunn in Vienna.

As a result, ten different call types were distinct for the observed White Rhinoceroses. These were snort, double-snort, puff, pant, grunt, roar, snarl, groan, moo and a trumpet-sound. From these the snort was the most frequent sound type. The results show, that the lowest measured fundamental frequency was at 86 Hertz. This frequency had four call types, snort, double snort, puff and grunt. The mean duration of all call types, was less than one second, except the pant, which is a repetitive sound composed of a few elements. In many cases the sound production was connected with a loud respiration and the spectrogram showed a noisy structure, but never harmonic components.

Analysing the sounds of the Indian Rhinoceroses represented five different call types, which were grunt, double grunt, snort, puff and honk. In this rhino species the lowest measured fundamental frequency was at 284 Hertz and the mean fundamental frequency of all types was between around 350 to 380 Hertz. The duration of all call types of the Indian Rhinoceroses was on average between 0,5 and 1,2 seconds.

In comparison the White Rhinoceroses use more acoustic communication. They have a wider vocal repertoire and their calls have lower frequencies, in fundamental frequency and maximal amplitude. No infrasound components were found in the calls of both species, but in other studies they were found. That's why communication with infrasound couldn't be locked out for rhinos.

7. Danksagung

Für die Fertigstellung dieser Diplomarbeit gebührt mehreren Personen ein Dankeschön. Besonders danken möchte ich Herrn Prof. Dr. Helmut Kratochvil. Erstens für die Betreuung meiner Diplomarbeit, die er netterweise übernommen hat. Zweitens da er mir neben Zeit und Wissen auch großzügig die verwendeten Geräte zur Verfügung stellte. Bei Frau Dr. Angela Stöger-Horvath möchte ich mich auch herzlichst bedanken. Neben ihrer freundlichen Unterstützung bei fachlichen Fragen, erleichterten mir ihre Ratschläge den Einstieg in die Bioakustik und verstärkten mein Interesse daran. Dankeschön auch an Mag. Anton Baotic, als Ansprechpartner bei technischen Fragen. Ein herzliches Dankeschön an Nicole Teufl, die bei vielen Aufnahmen und Zoobesuchen eine große Unterstützung war.

Den beiden österreichischen zoologischen Gärten, Tiergarten Schönbrunn und Zoo Salzburg, möchte ich herzlichst danken für die Erlaubnis der Aufnahmen sowie ein großes Dankeschön an die freundliche Hilfsbereitschaft der MitarbeiterInnen.

Für die Unterstützung und ihr fortwährendes Vertrauen in mich während des Verfassens dieser Arbeit und in meiner gesamten Studienzeit möchte ich meinen Eltern Gertrude und Friedrich Reinold und meiner Schwester Claudia Reinold danken.

8. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Mag. Reinold Cornelia
Anschrift: A-7091 Breitenbrunn, Waldstraße 3
Telefon: 0699 12707574
E-mail: cornelia.reinold@gmx.at
Geburtsdatum und Ort: 24.01.1983 in Wien
Staatsangehörigkeit: Österreich
Familienstand: ledig

Ausbildungsverlauf

seit März 2012 Universität Wien, Fakultätsübergreifender
Universitätslehrgang Ethik
seit Oktober 2010 Universität Wien, Lehramtsstudium UF Biologie und
Umweltkunde und UF Psychologie und Philosophie
April 2011 Diplomprüfung Zoologie (Mag.rer.nat.)
2002 – 2011 Universität Wien, Diplomstudium Biologie/Zoologie
(Studienschwerpunkte: Evolutionsbiologie, Bioakustik,
Parasitologie)
Juni 2002 Matura (Reifeprüfung des Bundesrealgymnasiums)
1993 – 2002 Bundesrealgymnasium, Franklinstraße 21, 1210 Wien
1989 – 1993 Volksschule Henri Dunant, 1210 Wien

Berufstätigkeit

seit Jänner 2003 Nachhilfeunterricht in Naturwissenschaften
seit Jänner 2003 privater Förderunterricht für die 1. Sekundarstufe
(speziell für Kinder mit Deutsch als Zweitsprache)
2008 - 2009 Informationsstandbetreuung in österreichischen Zoos bei
Aktionstagen

Sprachkenntnisse

Deutsch, Englisch, Französisch (Schulniveau)

EDV-Kenntnisse

Microsoft Office, Bild- und Fotobearbeitung, SPSS, STx,
PRAAT