



universität
wien

DIPLOMARBEIT

VERLAUF UND ZEITLICHES INVESTMENTMUSTER BEIM
BRUTHÖHLENBAU DES BIENENFRESSERS (*MEROPS APIASTER*) –
EINE FALLSTUDIE

Zur Erlangung des akademischen Grades
Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasserin:	Kathrin Sommer
Studienrichtung:	A439 Diplomstudium Zoologie
Betreuer:	Univ.-Prof. Dr. Gerhard Spitzer

Wien, im Dezember 2010

Inhaltsangabe

1. Einleitung	S.3-4
1.1. Fragestellung	S. 4-5
2. Material und Methode	S.5-7
2.1. Standortbeschreibung	S.5
2.2. Datenerhebung	S.6-7
2.2.1. Parameter	S.7
2.3. Material	S.7
2.4. Statistische Auswertung	S.7
3. Analysen und Ergebnisse	S.8-14
3.1. Tageszeitliche Verteilung der Aktivität	S.8
3.2. Entwicklung und Zeitmuster der Grabeaktivitäten	S.8-10
3.3. Beteiligung von Männchen und Weibchen am Röhrenbau	S.11-13
3.4. Verteilung der Bruthöhlen	S.13-14
4. Diskussion	S.15-18
4.1. Tageszeitliche Verteilung der Aktivität	S.15
4.2. Entwicklung und Zeitmuster der Grabeaktivitäten	S.16-17
4.3. Beteiligung von Männchen und Weibchen am Röhrenbau	S.17
4.4. Verteilung der Bruthöhlen	S.17-18
5. Literatur	S.19-20
6. Anhang	S.21-26
6.1. Zusammenfassung	S.21-22
6.2. Summary	S.23-24
6.3. Curriculum vitae	S.25
6.4. Danksagung	S.26

1. Einleitung

Bienenfresser *Merops apiaster* graben ihre Brutröhren in Sandhorizonten von Kiesablagerungen, in äolischen Löß- und fluviatilen Sandwänden.

Meist brütet *Merops apiaster* in lockeren Kolonien mit Abständen von (2-) 5-10 m zwischen den besetzten Höhlen. Bei neubesiedelten Brutwänden werden Bruthöhlen zuerst 20-30 cm unterhalb der Oberkante angelegt, erst später werden auch tiefer liegende Bereiche besiedelt (GLUTZ et al. 1980; URSPRUNG 1984).

Die Bruthöhlen bestehen aus einer leicht ansteigenden Röhre mit querovalen Querschnitt, die zuerst gerade und dann seitlich abgebogen verläuft, und einer daran anschließenden, meist abgesenkten und seitwärts verschobenen, Nestkammer (GLUTZ et al. l.c.).

Nach HENEGER (2008). werden für jede Brut neue Bruthöhlen angelegt, GLUTZ et al. l.c. räumen ein, dass vorhandene Höhlenanfänge weitergebaut werden können, schließen aber eine Wiederverwendung schon einmal benutzter Höhlen aus. HANDL (2009) beobachtete die Brut in einer Höhle, in der bereits im Vorjahr erfolgreich gebrütet worden war.

Nach GLUTZ et al. l.c., PETRESCU (1998) und HENEGER l.c. spielt die Substratbeschaffenheit sowohl bei der Wahl des Neststandortes als auch bei den Maßen der Bruthöhlen eine entscheidende Rolle.

GLUTZ et al. l.c. geben Tunnellängen von (70-)100-160 (-210) cm bei einem Röhrendurchmesser von 5-7 x 6-9 cm, sowie Maße der Nestkammer von $h = 8-15$ cm, $l = 25-30$ cm und $b = 15-20$ cm an. PETRESCU l.c. gibt für die Nestkammer Längen von 40-56 cm und Breiten von 23-25 cm an.

HENEGER l.c. für den Tunnelquerschnitt 9.3 ± 4.1 cm für die Höhe und 8.4 ± 1.6 cm für die Breite.

Die Luftfeuchte nimmt nach WHITE et al. (1977) mit zunehmender Tiefe in der Brutröhre zu und ist in der Nestkammer gesättigt. Die Temperatur in der Röhre und in der Kammer schwankt mit dem Temperaturgang im Boden. Die Substrattemperatur ist niedriger als die der Luft in Kammer und Tunnel. In der Nestkammer beträgt die

Lufttemperatur $25,1^{\circ}\text{C} \pm 2,06^{\circ}\text{C}$ und ist somit um etwa $3,5^{\circ}\text{C}$ höher als die Substrattemperatur.

Wenn Steine oder die im Löß häufigen Kalkkonkretionen beim Stollenvortrieb im Weg sind, wird der Weiterbau eingestellt. Ist der Tunnel weiter als 70 cm vorgetrieben, kann ein Hindernis umgangen werden (URSPRUNG l.c.).

Das Männchen beginnt mit dem Röhrenbau, in der Folge ist dann auch das Weibchen beteiligt (GLUTZ et al. l.c.).

Nach KOENIG (1951) wird der Bau der Brutröhre durch Hackbewegungen mit dem Schnabel begonnen. Die einzelnen Grabeaktivitäten dauern eine oder mehrere Minuten, dazwischen liegen kurze Pausen. Die beiden Partner wechseln einander beim Graben ab. Mit fortschreitender Bautätigkeit kommt es zum Ausscharren des gelockerten Materials. Das Scharren dauert etwa 3-6 Sekunden.

KOENIG l.c. gibt für die Dauer des Nestbaues, an einer künstlich errichteten Lehmwand, 10 Tage an, wobei die Grabedauer von der Festigkeit des Substrats abhängt.

Die dem Beutemachen dienenden Pausen zwischen den einzelnen Grabungen können nach MOUNTFORT (1957) bis zu $2\frac{1}{2}$ Stunden dauern.

Nach INGLISA & GALEOTTI, 1993 sind Bienenfresser in der Toskana zwischen 21:00 und 5:00 Uhr MEZ nicht aktiv. Die Grabungsaktivität soll vor allem in den Morgenstunden hoch sein. MOUNTFORT l.c. beobachtet Aktivitätsmaxima am späten Vormittag und nachmittags. Bei Schönwetter ist die Aktivität höher als an bewölkten und regnerischen Tagen (INGLISA & GALEOTTI l.c.).

1.1.Fragestellung

Dem zeitlichen Muster des Bruthöhlenbaues wird in der Literatur wenig Aufmerksamkeit gewidmet.

Fragen wie nach dem Zeitmuster, der Beteiligung von Männchen und Weibchen, nach Faktoren bei der Nistplatzwahl an der Brutwand und den Gründen warum die Röhre so weit vorgetrieben wird, werden kaum gestellt.

Gerade die Substratfeuchtigkeit sollte ein Kriterium für die Substratstabilität sein.

Das „Stallklima“ in der Bruthöhle mit konstanter Temperatur und hoher Luftfeuchte sollte sich günstig auf die Energiekosten für den brütenden Vogel sowie für die heranwachsenden Jungen auswirken und den Wasserverlust der Eier durch Evaporation verringern.

2. Material und Methode

2.1. Standortbeschreibung

Bei Weiden am See (Burgenland) befindet sich am Ungerberg (16°53'09``E und 47°55'04``N) eine etwa 14 Brutpaare (Frühling 2009) umfassende Bienenfresserkolonie in einer südwestexponierten Lösswand.

An der höchsten Stelle ist sie etwa 13 m hoch.

Die Kuppe der Wand ist mit Trockenrasen bewachsen. In einiger Entfernung von der Wandkante gibt es Busch- und Baumbestand, umliegend befinden sich Weingärten.

Vegetation und Humusschicht auf der Brutwand halten Regenwasser zurück und verhindern so ein rasches Ab- und Austrocknen des Lösskörpers.

Wie schon URSPRUNG l.c. schreibt, befinden sich die Bruthöhlen auch am Ungerberg vorwiegend entlang der Oberkante der Wand (Abb.1).

Die untersuchte Bruthöhle (Abb.1, rote Markierung) wurde an einer Stelle gegraben an der sich bereits geringe Grabungsspuren aus dem Vorjahr befanden.

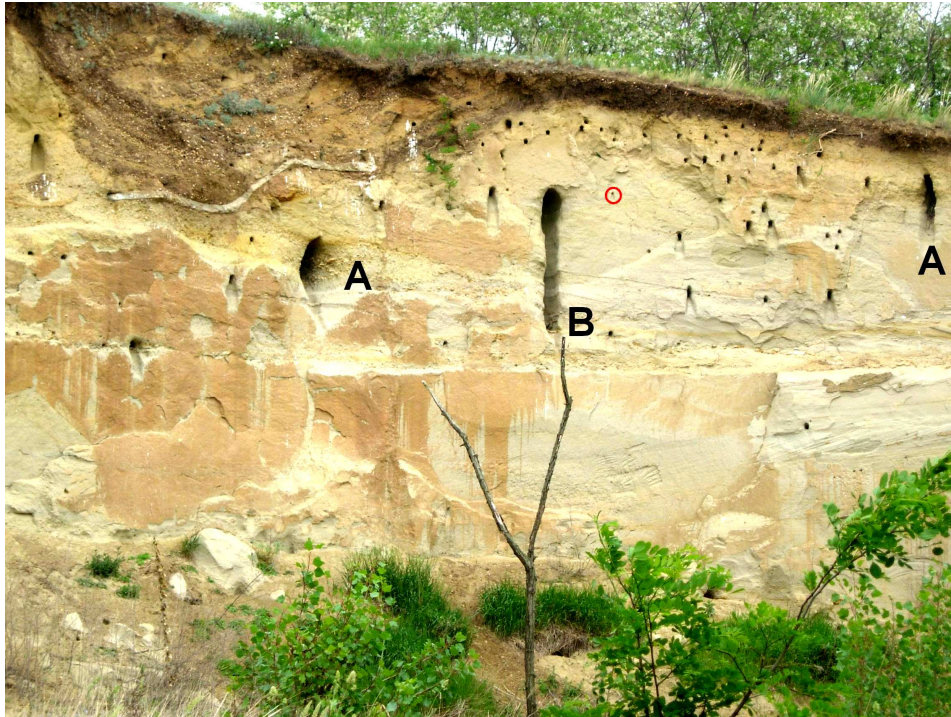


Abb. 1: Brutwand am Ungerberg bei Weiden am See (Bgld.) mit untersuchter Bruthöhle (rote Markierung), (Foto: Mai 2009). A: von Dohlen (*Corvus monedula*) besetzte Höhlen; B: Brutplatz von Turmfalken (*Falco tinnunculus*)

2.2. Datenerhebung

Zwischen 13. Mai und 4. Juni 2009 wurde der Bruthöhlenbau in der Bienenfresserkolonie am Ungerberg gefilmt. Nur bei einem Paar konnte der Höhlenbau von Beginn an erfasst und der Bauverlauf somit auch von Anfang an verfolgt werden.

Für dieses Paar stehen Aufnahmesequenzen von Tag 1 (20. Mai 2009, 05:52:10 – 12:02:26), Tag 2 (21. Mai 2009, 11:19:40 – 14:35:46), Tag 4 (23. Mai 2009, 15:14:44 – 16:56:46) und Tag 7 (26. Mai 2009, 09:30:26 – 11:19:22) zur Verfügung. Das Wetter an den vier Tagen war weitgehend sonnig und windstill.

2.2.1. Parameter der Grabeaktivitäten

Aus den Videoaufzeichnungen wurden folgende Parameter der Grabeaktivität erhoben:

- Anflugszeit an die Bruthöhle
- Abflugszeit von der Bruthöhle
- Anwesenheitsdauer
- Abwesenheitsdauer
- Anzahl der Sandauswürfe pro Anflug
- Dauer der Sandauswürfe
- Intervalle zwischen Sandauswürfen
- Anzahl der Anflüge beider Geschlechter
- Anwesenheitsdauer von Männchen und Weibchen

Die zeitliche Zuordnung erfolgte auf Sekunden bzw. 2/100-Sekunden (Sandauswürfe) genau. Sämtliche Zeitangaben sind in wahrer Ortszeit (rlt – real local time) angegeben.

2.3. Material

Für die Videoaufzeichnungen wurden drei Videokameras (Typ: Casio Exilim E-FX1 mit Raynox Zoomkonverter 2,2x; Sony HDR-XR520 bzw. Samsung) verwendet. Für die Beobachtung stand ein Fernglas der Marke Minox (BV 10 x 42 BR) zur Verfügung.

2.4. Statistische Auswertungen

Bei statistischen Auswertungen wurde die Signifikanzschranke bei $p = 0,05$ festgelegt.

3. Analysen und Ergebnisse

3.1. Tageszeitliche Verteilung der Aktivität

Die tageszeitlichen Grabeaktivitäten finden, nach meinen Beobachtungen, im Mai/Juni 2009, zwischen 05:00 und längstens 17:00 rlt statt, wobei die Grabeintensität zwischen 09:00 und 15:00 rlt am größten ist. Nach 17:00 rlt finden keinerlei Grabungsaktivitäten statt. Die Bienenfresser sitzen dann an der Brutwand bzw. auf Ästen umliegender Bäume oder fliegen umher.

An windigen, bewölkten Tagen wird kaum bis nicht gegraben. Die Bienenfresser sitzen auf Bäumen in der Nähe der Brutwand. Bei Regen lassen sich keine Bienenfresser sehen.

3.2. Entwicklung und Zeitmuster der Grabeaktivitäten

An Tag 1 überwiegen bis 11:00 rlt kurze Anwesenheiten an der begonnenen Röhre im Vergleich zu den Aufenthalten zwischen 11:00 rlt und etwa 12:00 rlt (Tab.1). Die Aufenthaltsdauern des ersten Tages vom Morgen bis etwa 11:00 rlt stehen in einem reziproken Verhältnis zu den dazwischen liegenden Absenzzzeiten (Abb.2)

Tab.1: Aufenthaltsdauern an und in der Brutröhre an Tag 1 in der Zeit von etwa 6:00 bis 11:00 und 11.00 bis 12:00 rlt.

Dauer^{Uhrzeit}	bis 11:00 rlt	nach 11:00 rlt	Σ
-20 s	55	8	63
21-40 s	27	4	31
41-80 s	12	4	16
>80 s	6	5	11
Σ	100	21	121

(df = 3; $X^2 = 8,088$; p = 0,05)

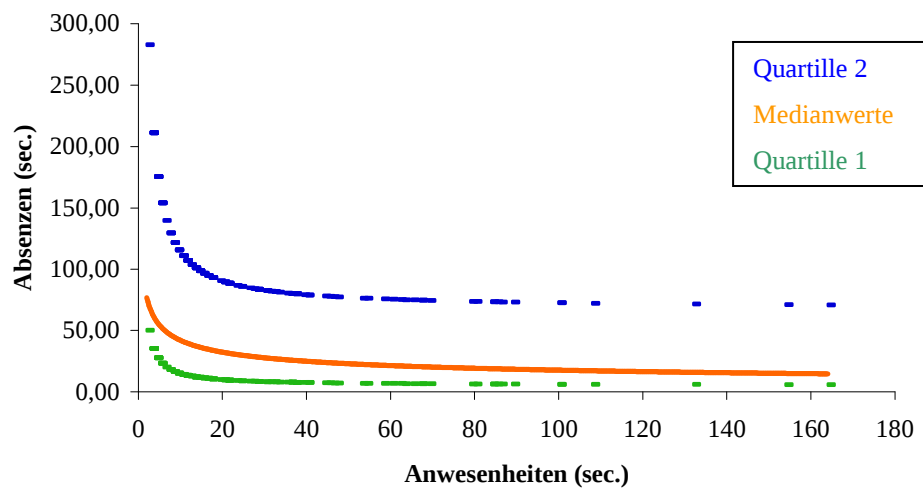


Abb.2: Beziehung der Medianwerte zwischen Anwesenheiten im Brutloch und dazwischen liegenden Absenzen ($df = 8$; $y = 18,7 + 198,1 \cdot 1/x$; $r = 0,619$; $p < 0,05$).

Die Aufenthalte dauern mit Fortschreiten der Bautätigkeiten länger (Tab.2).

Tab.2: Häufigkeit von Aufenthaltsdauern an den Grabetagen 1, 2, 4 und 7 (D1, D2, D4, D7).

Grabetage ^{Dauer}	1-60 s	61-120 s	121-240s	>240 s	Σ
D1 (ab 11h)	13	6	2	0	21
D2	17	2	7	1	27
D4+D7	4	1	4	5	14
Σ	34	9	13	6	62

($df = 6$; $X^2 = 21,480$; $p < 0,01$)

Am Nachmittag erfolgen signifikant mehr Sandauswürfe als am Vormittag (Tab.3).

Tab.3: Sandauswürfe innerhalb von 30-Minuten-Einheiten an Vormittagen und Nachmittagen.

Uhrzeit ^{Stöße}	1-25 Stöße	>25 Stöße	Σ
7:00-12:00 rlt	9	2	11
12:00-17:00 rlt	2	5	7
Σ	11	7	18

($df = 1$; $X^2 = 5,099$; $p < 0,03$)

Anzahl $n_{\text{Stöße}}$ und Dauer t der einzelnen Ausstoßereignisse korrelieren miteinander (Abb.3).

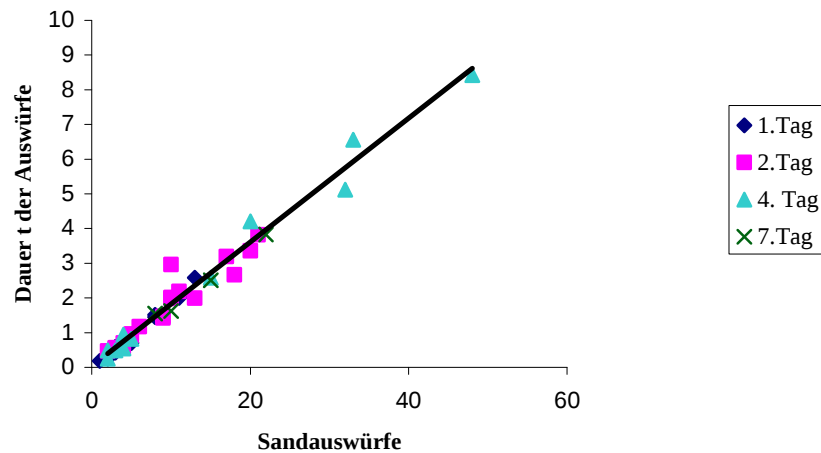


Abb. 3: Beziehung zwischen Anzahl der Sandauswürfe und Sandauswurfdauer ($df = 54$; $t = 0,179 n_{\text{Stöße}} + 0,036$; $r = 0,992$; $p < 0,001$).

Die Intervalle zwischen Sandausstoßphasen werden mit Fortschreiten des Röhrenvortriebs länger (Abb. 4).

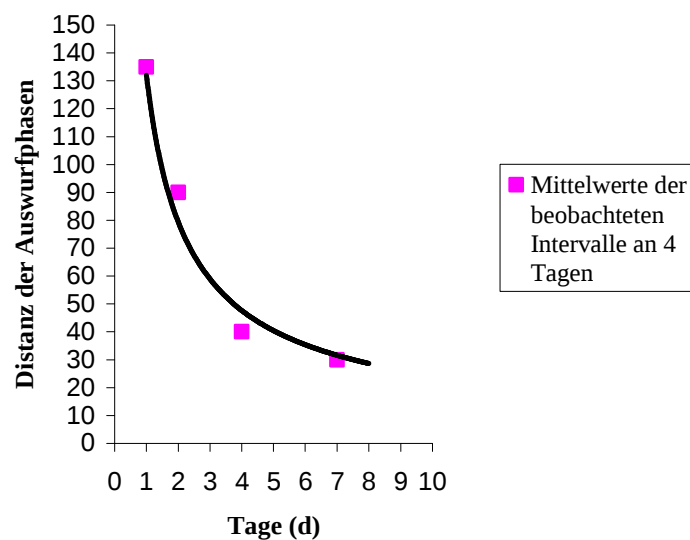


Abb. 4: Entwicklung der Intervalle zwischen Sandausstoßphasen über die Dauer des Röhrenbaues ($df = 2$; $y = 14,56 + 125,1 \cdot x^{-1/4}$; $r = 0,984$; $p < 0,01$).

3.3. Beteiligung von Männchen und Weibchen am Röhrenbau

Die Anzahl der Anflüge an das Brutloch unterscheiden sich bei Männchen und Weibchen an den vier Bautagen nicht signifikant (Abb.5).

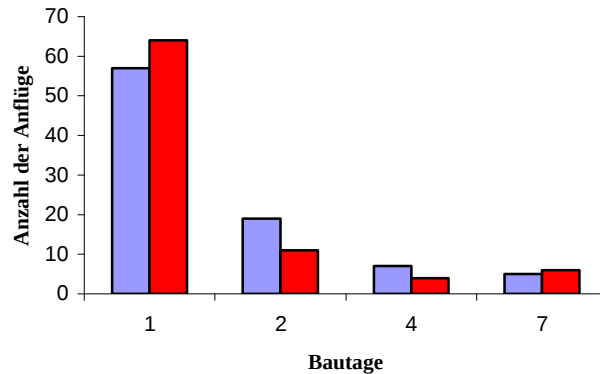


Abb.5: Anzahl der Anflüge an die Bruthöhle von Männchen (blauer Balken) und Weibchen (roter Balken) an den einzelnen Tagen. Die Unterschiede sind zwischen Männchen und Weibchen nicht signifikant ($df = 3$; $X^2 = 3,397$; n.s.).

Abbildung 6 und Tabelle 4 zeigen die beobachteten Aufenthaltsdauern zu den jeweilig erfassten Beobachtungszeiten getrennt für beide Geschlechter. Die beobachteten Aufenthaltszeiten ($b_{\text{♀}}$) beim Weibchen werden mit den Erwartungswerten ($e_{\text{♀}}$) verglichen. An Tag 1 und 4 unterscheiden sich die beobachteten Werte nur gering von den zu erwartenden, an Tag 2 liegt $b_{\text{♀}}$ weit unter $e_{\text{♀}}$, an Tag 7 darüber.

Insgesamt ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Aufenthaltsdauern von Männchen und Weibchen: das Männchen hält sich länger in der Bruthöhle auf (Abb.6, Tab.4).

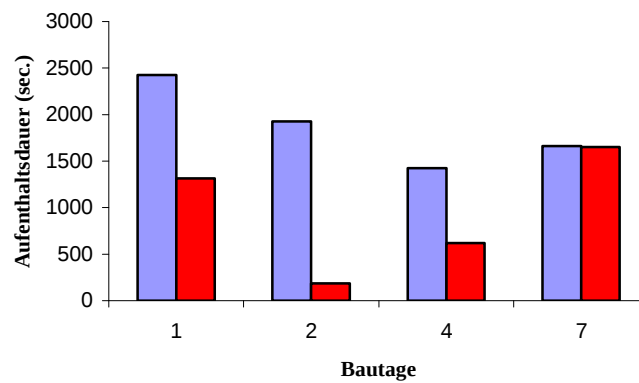


Abb.6: Aufenthaltsdauer von Männchen und Weibchen in der Bruthöhle an den vier Bautagen. Das Männchen hält sich signifikant länger in der Bruthöhle auf ($df = 3$; $X^2 = 1432,478$; $p < 0,001$), nur an Tag 7 sind beide Partner etwa gleich lange in der Höhle.

Tab 4: Aufenthaltsdauer b in der Bruthöhle gezeigt für Männchen (σ) und Weibchen (φ) an den vier Grabungstagen (D1-D7). Verglichen werden für das Weibchen die beobachteten Aufenthaltszeiten (b_{φ}) mit den zu erwartenden (e_{φ}), wenn das Weibchen die gleichen relativen Aufenthalte wie das Männchen hätte. Insgesamt befindet sich das Weibchen signifikant kürzer in der Brutröhre als das Männchen.

Dauer (s) Tag	b_{σ}	b_{φ}	e_{φ}	X^2_{φ}
D1	2426	1313	1229,297	5,6993
D2	1925	187	975,455	637,304
D4	1425	619	722,065	14,711
D7	1662	1650	842,183	774,853
Σ	7438	3769	3769	1432,478

($df = 3$, $X^2_{\varphi} = 1432,478$, $p < 0,001$)

Der abgegrabene Sand wird fast ausschließlich vom Männchen ausgeworfen, nur an Tag 4 ist das Weibchen etwas stärker beteiligt als sonst (Abb.7).

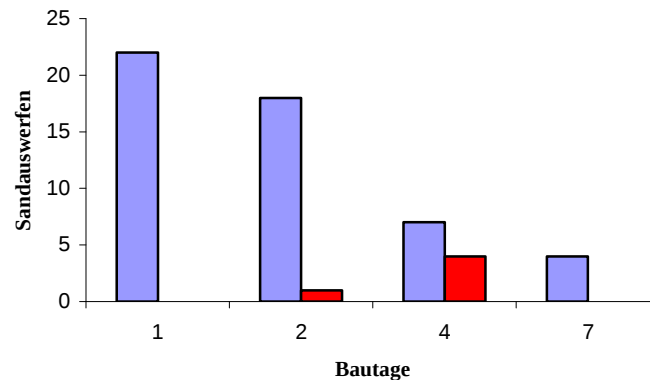


Abb.7: Beteiligung von Männchen und Weibchen am Sandauswerfen am 4 Bautagen. Das Männchen wirft signifikant häufiger Sand aus als das Weibchen ($df = 3$; $X^2 = 13,082$; $p < 0,01$).

3.4. Verteilung der Bruthöhlen

Die Bruthöhlen befinden sich zum Großteil im obersten Abschnitt der Lösswand (Horizont A), knapp unter der Humusschicht (Abb.8). Für Horizont A und die darunter liegenden Horizonte (B-F) werden die Anteile intakter und defekter, d.h. abrutschender Röhreneingänge, erfasst. Röhrenanfänge sowie die Humusschicht (H) werden nicht berücksichtigt.

Der Anteil defekter Röhreneingänge ist im Horizont A signifikant geringer als erwartet, in den unteren Wandhorizonten dagegen höher (Tab.5)

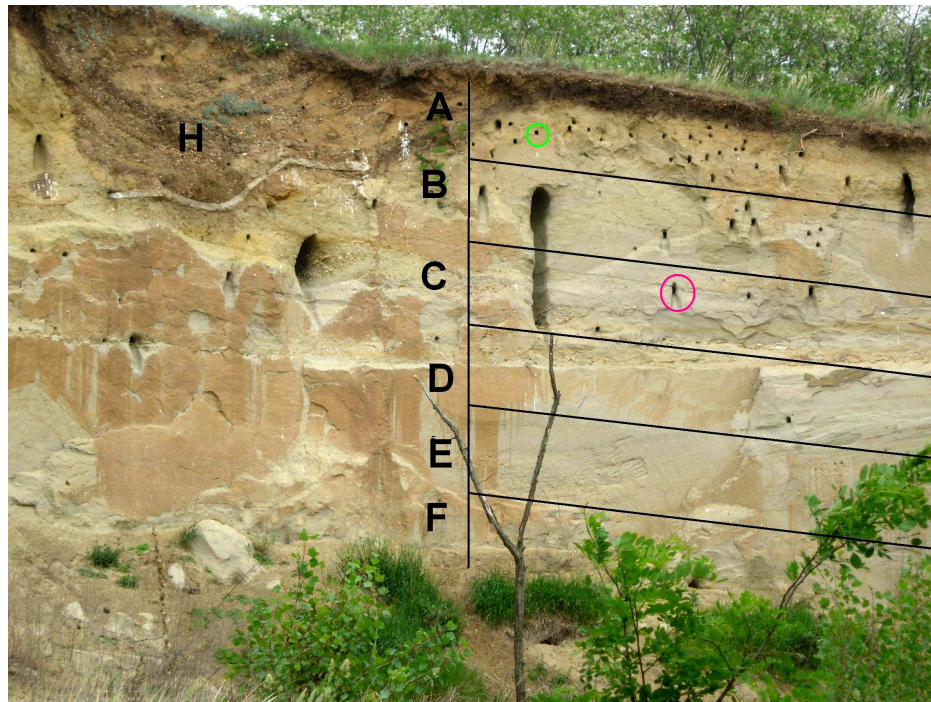


Abb.8: Brutwand unterteilt in Horizonte (A-F). Die Bienenfresserröhren werden in solche mit abrutschendem (z.B.: rosa markierte Röhre) und solche mit intaktem Eingang (z.B: grün markierte Röhre) unterschieden. Nicht berücksichtigt werden Röhrenanfänge, sowie die Humusschicht (H).

Tab.5: Verteilung von intakten und defekten Brutröhreneingängen in Horizont A und der Horizonte B-F

Röhren	b_A	b_{B-F}	Σ
intakt	25	8	33
defekt	4	7	11
Σ	29	15	44

(df = 1; $\chi^2 = 5,699$; $p < 0,05$)

4. Diskussion

Eine Interpretation der Unterschiede der Grabaktivitäten in Abhängigkeit von der Tageszeit bzw. des Röhrenvortriebes, der Beteiligung von Männchen und Weibchen und des Zustandes der Röhreneingänge in verschiedenen Wandhöhen lässt sich in der Literatur nicht finden. Eine Erklärung könnte der Einfluss von Stabilität und Beschaffenheit des Lösses sein, die in engem Zusammenhang mit der Feuchte stehen.

Löss setzt sich, nach SCHEFFER et al. 2010, aus 10-15 % Sand, 65-80% Schluff und 10-25% Ton (nach abnehmender Korngröße gereiht) zusammen.

Die Primärpartikel von Sand sind kugelförmig, die von Schluff und Ton weichen von der Kugelform ab, Tonpartikel sind blättchenförmig. Zwischen den Partikeln sind auch bei dichtester Packung Hohlräume, deren Volumen mit abnehmender Korngröße größer werden. Diese Zwischenräume enthalten Luft und Wasser, Wasser vielfach in Form eines Films auf den Substratpartikeln.

Dieses adhäsiv angelagerte Wasser bewirkt eine Kohäsion zwischen den Bodenpartikeln. Bei Abtrocknung des Wasserfilms nimmt die kohäsive Wirkung ab.

Böden mit großen Porenvolumina sind instabiler als solche mit kleinen. Abtrocknen führt zu größerer Instabilität des Substrats, das dann zerrieselt.

Die Instabilität wird in großvolumigen Sekundärporensystemen wie Tierhöhlen durch Drainage, noch größer, da die Partikel an deren Wänden nur einseitig an andere anhaften (SCHEFFER et al. l.c.).

4.1. Tageszeitliche Verteilung der Aktivität

Nach meinen Beobachtungen könnte das Einstellen der Grabeaktivitäten nach 17:00 rlt und die verminderte bis fehlende Aktivität bei Wind und Regen auf ein verzögertes Abtrocknen des abgearbeiteten Sandes bei geringerer Sonneneinstrahlung und hoher Luftfeuchte zurückzuführen sein. Der Abbau von feuchtem, klumpendem Sand ist aufwendig. An windigen Tagen wäre ein rasches Trocknen des Lösssandess gewährleistet, denn die Luft die von außen in die Kammer einströmt, strömt auch wieder in Schüben bestimmter Frequenz, nach dem Prinzip eines Helmholtz-Resonators (WHITE l.c.) heraus. Die verminderte Aktivität der Vögel ist hier also eher durch ein geringeres Insektenangebot bzw. verringerte Fangeffizienz bedingt. Die Zeit von 17:00 rlt bis Einbruch der Dunkelheit wird großteils zum Beutemachen genutzt.

4.2. Entwicklung und Zeitmuster der Grabeaktivitäten

Am ersten Grabungstag sind die Aufenthalte in der Brutröhre am Morgen bis 11:00 kurz mit darauf folgenden längeren Absenzen. Nach 11:00 befinden sich die Vögel länger in der Röhre. Je länger gegraben wird desto länger sind auch die Abwesenheiten (Tab.1, Abb.2). Das Substrat wird zunächst an der ausgewählten Stelle auf seine Stabilität geprüft. Erst nach Erreichen stabiler Substratbereiche beginnt intensives Graben. Das könnte auch die eingestellten Grabungsversuche vor Fertigstellung einer Bruthöhle an einer anderen Stelle erklären.

Die Aufenthaltsdauer in der Brutröhre wird umso länger je weiter der Bau fortschreitet (Tab.2). Der längere Aufenthalt ist auf die Mehrarbeit die die Vögel zu leisten haben zurückzuführen. Einerseits wird der zurückzulegende Weg zum Abbaubereich länger und andererseits der Kraftaufwand größer um den Sand, der nach WHITE l.c. mit zunehmender Tiefe in der Brutröhre feuchter wird, zu lockern. Hinzu kommt noch als weitere Tätigkeit das Sandauswerfen.

Schon KOENIG l.c. schreibt, dass Bienenfresser den abgegrabenen Sand erst unmittelbar nach dem folgenden Einstieg in die Brutröhre beim Röhreneingang auswerfen.

Die Zahl der Sandauswürfe ist nachmittags häufiger als am Vormittag (Tab.3). Die Intervalle zwischen den Sandauswürfen werden mit der Zeit länger (Abb.4).

Eine Erklärung könnte sein, dass das mit der Tiefe immer feuchtere Grabematerial während der Abwesenheitszeit antrocknen muss um es dann leichter im Rückwärtsgang mit den Füßen Richtung Ausgang schleudern zu können.

Das Lagern des Sandes nahe der Röhrenöffnung würde der schnelleren Abtrocknung des abgegrabenen Materials dienen.

Das würde auch das vermehrte Sandauswerfen am Nachmittag erklären. Die Sonneneinstrahlung auf die südwestexponierte Brutwand ist nachmittags am stärksten. Auch ist die Erwärmung schon tiefer in die Wand vorgedrungen, wodurch der Sand schneller abtrocknet.

Auch die länger werdenden Intervalle zwischen den Sandauswurfereignissen in späteren Bauphasen passen dazu. Der zurückzulegende Transportweg wird länger und das Abtrocknen des abgearbeiteten Sandes ist in tieferen und feuchteren Röhrenbereichen langsamer.

Nach KOENIG dauert das Sandauswerfen in einer Lehmwand jeweils 3-6 Sekunden. Trockener Lösssand wird jedoch wesentlich rascher, in wenigen Hundertstelsekunden, ausgeworfen (Abb.3).

4.3. Beteiligung von Männchen und Weibchen am Röhrenbau

Die Häufigkeit der Anflüge von Männchen und Weibchen an das Brutloch ist etwa gleich (Abb.5). Das Männchen hält sich jedoch an den Tagen 1, 2, und 4 etwa doppelt so lang wie das Weibchen in der Bruthöhle auf (Abb.6, Tab.4). An Tag 7 waren beide Vögel etwa gleich lang in der Höhle. Möglicherweise war das Weibchen knapp vor Legebeginn oder hat das erste Ei schon gelegt.

Auch das Sandauswerfen ist weitgehend die Aufgabe des Männchens (Abb.7).

Eine höhere Beteiligung würde für das Weibchen eine zusätzliche Belastung bei gleichzeitiger Eibildung bedeuten. Arbeitsteilung bringt für beide Partner Fitnessgewinn. Das Weibchen kann mehr Energie in die Eiproduktion investieren, das Männchen schafft eine optimale Umwelt für Brutgeschehen und Aufzucht.

4.4. Verteilung der Bruthöhlen

Geringerer Prädationsdruck und besserer Gasaustausch werden als Gründe für die Besiedelung höher liegender Bereiche der Brutwand genannt (PETRESCU l.c., WHITE l.c.). URSPRUNG l.c. bezweifelt dagegen Prädationsdruck als Grund für Bevorzugung höher gelegener Stellen, da Füchse oder Dachse von oben her die knapp unter der Oberfläche liegenden Brutkammern leicht erreichen könnten. HENEBERG l.c. führt die Nichtwiederverwendung von Bruthöhlen auf die Kontamination durch Parasiten zurück. Dem steht die Beobachtung von HANDL l.c. gegenüber, die eine erfolgreiche Brut in einer Bruthöhle beschreibt, in der bereits im Vorjahr erfolgreich gebrütet worden war.

Veränderungen der Brutwand im Bereich von Brutröhren über das Jahr wie Abtrocknen durch Drainagewirkung und dadurch bedingtes Einstürzen der Röhren (vgl. Abb.8 mit abrieselnden Eingangsbereichen) sind plausiblere Erklärungen.

In den oberen Bereichen der Brutwand bleibt der Löss durch die verzögernde Feuchtedotation aus der Humusdecke längerfristig feucht und dadurch stabil. Ohne Dotation von aufsteigendem Kapillarwasser aus tiefer liegenden Schichten nimmt die Feuchtigkeit in der Lösswand nach unten hin ab, wie die Verteilung von defekten und intakten Brutröhreneingängen zeigt (Tab.5).

Eine Wiedernutzung von Brutröhren wäre nur bei entsprechender Substratstabilität möglich.

Die gesättigte Luftfeuchte von $rF = 100\%$ bei sehr konstanter Temperatur von $25,1 \pm 2,06 \text{ }^{\circ}\text{C}$ in der Nestkammer (WHITE l.c.) muss eine wichtige Rolle im Brutgeschehen spielen, da der Evaporationsverlust an Wasser des Eies während der Embryonalentwicklung durch den hohen Dampfdruck in der Bruthöhle vermindert wird.

5. Literatur

GLUTZ U. N. & BAUER K. (1980): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Akad. Verl. Ges. Wiesbaden, 9: 789-824.

HANDL B. (2009): Vergleichende Studie an freilebenden und im Zoo gehaltenen Bienenfressern (*Merops apiaster*), 3-49.

HENEBERG P. (2008): Soil penetrability as a key factor affecting the nesting of burrowing birds. Ecol. Res. (2009) 24:453-459.

INGLISA M. & GALEOTTI P. (1993): Daily activity at nests of the European bee-eaters (*Merops apiaster*). Ethology, Ecology & Evolution 5, 107-114.

KOENIG L. (1951): Beiträge zum Aktionssystem des Bienenfressers (*Merops apiaster*). Z. Tierpsychol. 8, 193-195, 199.

PETRESCU A. (1998): Study on the Placement and architecture of the nests of *Merops apiaster* L. (Aves Coraciiformes) in colonies from southern Romania. Trav. Mus. natl. Hist. nat. "Grigore Antipa" XL, 383-401.

MOUNTFORT G. (1957): Nest-hole excavation by the Bee-eater. Brit. Birds 50, 263-267.

SACHS L., HEDDERICH J. (2006): Angewandte Statistik- Methodensammlung mit R. Springer-Berlin Heidelberg New York, 12.

SCHEFFER F., SCHACHTSCHABEL P. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, 16.

URSPRUNG J. (1984): Zur Brutbiologie und Nistökologie des ostösterreichischen Bienenfressers (*Merops apiaster*). Egretta 27/2/1984, 68-79.

WHITE F.N., BARTHOLOMEW G.A., KINNEY J.L. (1977) : Physiological and ecological correlates of tunnel nesting in the European Bee-eater, *Merops apiaster*. *Physiol. Zool.* 51, 140-154.

Zusammenfassung

Sommer K.: Verlauf und zeitliches Investmentmuster beim Bruthöhlenbau des Bienenfressers (*Merops apiaster*)

Schlagworte: *Merops apiaster* – Grabeaktivität – Zeitliches Investment – Substrat - Substratfeuchte

Im Mai 2009 wurden in der etwa 14 Brutpaare umfassenden Bienenfresserkolonie, bei Weiden am See (Burgenland), Verlauf und zeitliches Investment des Bruthöhlenbaues an einem Brutpaar untersucht. Es standen Videosequenzen vom ersten (20. Mai, 2009), zweiten (21. Mai, 2009), vierten (23. Mai, 2009) und siebenten (26. Mai, 2009) Tag der Grabtätigkeit für die Auswertung zur Verfügung. Die Ergebnisse weisen auf einen gravierenden Einfluss der Substratbeschaffenheit und –stabilität im Zusammenhang mit der Substratfeuchte hin.

1. Die Aufenthaltsdauer an und in der Brutröhre steht am 1. Tag vom Morgen bis etwa 11:00 in einem reziproken Verhältnis zu den dazwischen liegenden Absenzzzeiten. In dieser Phase wird das Substrat offensichtlich auf seine Feuchte abhängige Stabilität geprüft bevor mit intensivem Röhrenvortrieb begonnen wird.
2. Mit Fortschreiten des Röhrenvortriebs werden die Aufenthalte länger, da der Zeitaufwand aufgrund des länger werdenden Transportweges zum Röhrenaufgang und des höheren Kraftaufwandes zum Lockern des mit der Tiefe in die Brutröhre feuchter werdenden Sandes zunimmt.
3. Die Zahl der Sandauswürfe ist an Nachmittagen höher als an Vormittagen.

Die Sonneneinstrahlung ist nachmittags an der südwestexponierten Brutwand am stärksten. Das sollte ein schnelleres Abtrocknen und energiesparendes Entfernen des gelockerten Lösssand bewirken. Trockener Lösssand kann rascher ausgeworfen werden. Die Dauer der Sandauswürfe korreliert mit der Anzahl der Schübe.

4. Die Intervalle zwischen den Sandauswürfen werden mit Fortschreiten der Bautätigkeiten länger, da einerseits der Weg länger wird und andererseits der mit weiterem Vortrieb feuchter werdende Sand langsamer abtrocknet.
5. Die Anzahl der Anflüge an die Bruthöhlen unterscheiden sich nicht zwischen Männchen und Weibchen. Jedoch besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Aufenthaltsdauern in der Brutröhre: das Männchen befindet sich länger in der Röhre als das Weibchen. Das Männchen wirft auch signifikant häufiger Sand aus als das Weibchen. Diese Arbeitsteilung bringt offenbar für beide Partner Fitnessgewinn.
6. Brutröhren in verschiedenen Höhen der Brutwand unterscheiden sich signifikant in ihrer Stabilität. Der Anteil an abrieselnden Röhreneingängen ist in tiefer liegenden Bereichen der Wand höher als in den oberen Bereichen, was auf eine Abnahme der Substratfeuchte zurückzuführen ist.

Summary

Sommer K.: course and temporal investment during the burrow excavation of the European bee-eater (*Merops apiaster*)

Key-words: *Merops apiaster*-activity-digging-temporal investment-soil-humidity

In a breeding colony in Weiden am See, Austria, of about 14 pairs of bee-eaters, the course and temporal investment of the burrow excavation of one pair were investigated. Video recordings from the first (May 20th, 2009;), second (May 21st, 2009), fourth (May 23rd, 2009) and seventh (May 27th, 2009) digging - day were analyzed.

The results seem to indicate a deep impact of soil property and stability connected with soil humidity.

- 1.) On the first day, from the morning until about 11 am, the bee-eaters stay at/in the tunnel for a very short period of time. The presence and the absence at this time are reciprocally related. Before starting with intense digging, the bee-eaters obviously test the soil on its humidity- dependent stability.
- 2.) The duration of the sojourn rises with the progress of construction work. This is because the time involved increases due to the increasing tunnel length and the work, which is getting more difficult with higher soil humidity.
- 3.) The amount of backward kicks with which the birds eject the loosened soil during excavation is higher in the afternoon than in the morning. The solar radiation at the bank facing southwards is highest in the afternoon. This should accelerate the desiccation of the soil and thus facilitate the loosening of the loess.
- 4.) The intervals between the ejections are getting longer with the progress of digging because the tunnel length increases and the soil, which is getting more humid with the depth, dries more slowly.
- 5.) There is no difference in the amount of visits at the nest hole between the male and the female. However there is a significant difference between both sexes in the duration of the sojourn inside the tunnel. The male stays longer in the tunnel. The ejection of the loosened soil is the male's job as well.

This division of work increases the fitness of both sexes.

- 6.) At different altitudes the burrows in the bank differ significantly from each other in their stability. The rate of collapsing entrance holes is higher in lower areas of the bank than in higher ones, which is due to the decrease of soil humidity.

6. Curriculum vitae

Name: Kathrin Sommer

Geburtsdatum: 5.11.1983

Geburtsort: Wien

Eltern: Gerda Sommer, geb. Kirnbauer, Vertragsbedienstete,
Michael Sommer, Beamter i.R.

Ausbildung: 1990-1994 Besuch der VS Ruckergasse, 1120 Wien
1994-2002 Besuch des BG/BRG Draschestraße, 1230 Wien
Matura dort im Juni 2002
Seit 2002 Biologie/Zoologie - Studium an der Universität Wien

7. Danksagung

Univ.-Prof. Dr. Gerhard Spitzer stand mir geduldig mit Rat und Tat zur Seite.

Meine Studienkollegin Trixi stellte mir die technische Ausrüstung für die Datenaufnahme zur Verfügung.

Sabine und Michael ermöglichten mir, durch ihre Hilfsbereitschaft eine unkomplizierte Auswertung meines Videomaterials. Besonders aber schätze ich ihre Freundschaft.

Mein Vater, auf den ich immer zählen kann, und Ulli machten die Arbeit während meiner Datenaufnahme durch ihre Hilfe und Gesellschaft wesentlich einfacher und angenehmer.

Meine Mutter bringt immer Verständnis auf und unterstützt mich in jeder Lebenslage.

Markus steht immer zu mir und schafft es mir auch in schwierigen Zeiten Mut zu machen.

Ich widme meine Abschlussarbeit den besten Biologen, meinen lieben Großeltern.