

Originalarbeiten

Aufbau einer Untersuchungseinrichtung für Bilche in freier Wildbahn und Erheben von Felddaten durch Sammeln von Urinproben

Thomas Haalboom, Stefan Bosch, Christian Schmidt
und Jonas Schwab

Einführung

Siebenschläfer (*Glis glis*) sind Nagetiere aus der Familie der Schläfer oder Bilche (Gliridae). Sie bewohnen im Sommer Lebensräume mit Baumbeständen, wie Laub- und Mischwälder, Gärten, Parks, Obstbaumwiesen und Weinberge, und halten über die kalte Jahreszeit von September/Oktober bis Mai/Juni Winterschlaf in frostfreien Erdhöhlen, Felsspalten oder Gebäudenischen (GRIMMBERGER 2017).

Bei Winterschläfern wie Fledermäusen, Schläfern oder Murmeltieren spielt Stress während der aktiven Periode eine wesentliche Rolle und beeinflusst maßgeblich die individuelle körperliche Leistungsfähigkeit, die Immunabwehr, den Fortpflanzungserfolg, die Ernährung und letztendlich die Überlebenschancen des Individuums (REEDER & KRAMER 2005). Die Folgen von Stress sind sowohl im Blutbild (HAVENSTEIN & FIETZ 2014) als auch im Basisspiegel des Stresshormons Kortisol nachweis- und messbar (REEDER 2004). Dazu ist die Bestimmung des Kortisols und seiner Metaboliten im Kot oder Urin ein etabliertes und valides Verfahren (DANTZER et al. 2010; PALME 2005).

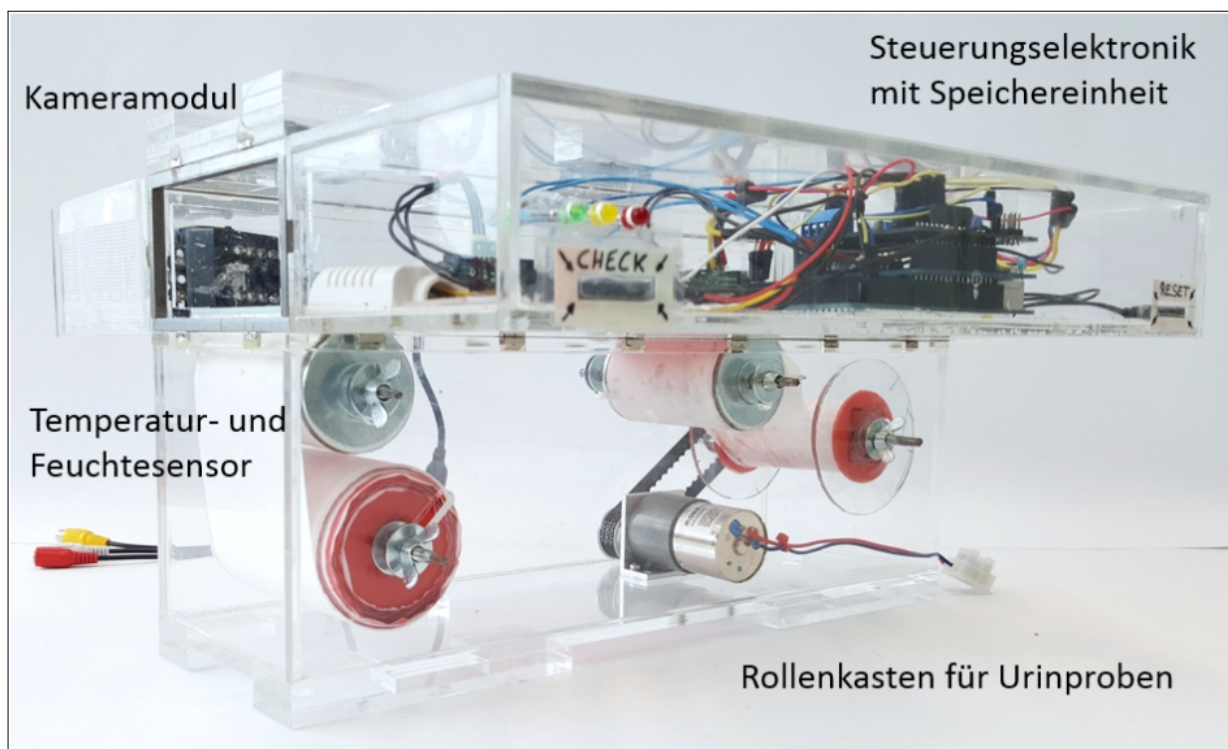


Abb. 1: Prototyp der GG-MU – „Glis Glis Monitoring Unit“. (Foto DHBW Karlsruhe)

Ausgehend von einer im Studiengang Mechatronik an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg, Standort Karlsruhe (DHBW), realisierten automatisierten Monitoring-Einheit für Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*), die unter anderem Aktivitäts- und Gewichtsmessungen, Haarprobenentnahme und eine Wildkamera vereint (BOSCH et al. 2015), war die Überlegung, eine automatisierte Einheit zur Gewinnung von Kot- und Urinproben von Siebenschläfern zu entwickeln.

Bisheriges Monitoring-System

Im Wintersemester 2014/15 und anschließend im Sommersemester 2015 wurde an der DHBW Karlsruhe das Projekt „Glis Glis Monitoring Unit – Entwicklung und Anwendung einer modularen Untersuchungseinrichtung für Bilche“ gestartet (kurz: GG-MU). Im Rahmen dieser Studienarbeit entwickelten und bauten die Studenten Roman Schopphoff und Emmanuel Harder eine modulare Überwachungseinheit für Siebenschläfer auf. Das Monitoring-System lockt die Tiere mittels eines Köders an, hält sie kurzzeitig gefangen und sammelt den von ihnen abgegebenen Kot und Urin auf einem Filterpapier. Zusätzlich werden Foto- bzw. Videoaufnahmen angefertigt. Das Gerät (Abb. 1) muss dazu in Bäumen angebracht und stromnetzunabhängig betrieben werden können, unempfindlich gegen Witterungseinflüsse und sicher vor Nageschäden sein (HARDER & SCHOPPHOFF 2015). Die aufwendige Elektronik ist abgestimmt auf den mechanischen Aufbau.

Neuentwickeltes „low-cost“ Monitoring-System

Christian Schmidt und Jonas Schwab aus dem Studiengang Maschinenbau überarbeiteten im Sommersemester 2017 das mechanische Konzept mit dem Ziel, eine „low-cost-Variante“ zu entwickeln. Die bereits bestehende Elektronikeinheit wurde belassen. Die räumliche Anordnung der Schaltungskomponenten musste den Gegebenheiten der neuen Version angepasst werden.

Funktionsprinzip und Idee

Das Gehirn der Überwachungseinheit bildet der Einplatinen-Computer Arduino, der die GG-MU steuert und die Daten der Module zusammenführt. Dazu gehören

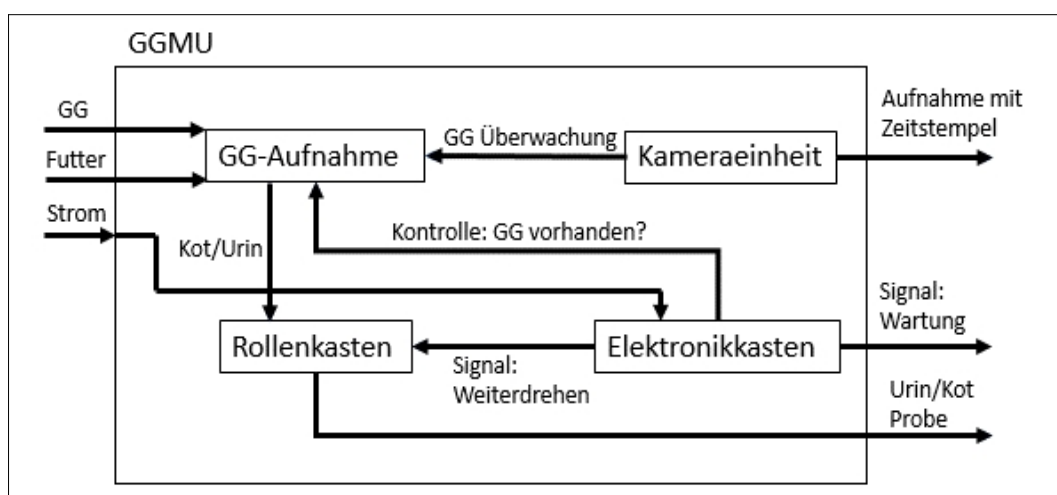


Abb. 2: Systemanalyse der Subsysteme.

eine Kameraeinheit, Temperatur- und Luftfeuchte-Sensoren sowie eine vollautomatische Urinproben-Sammeleinheit und eine Datenspeichereinheit. Die Module werden mit Hilfe eines magnetischen Stecksystems an einem zentralen Rahmen befestigt. Die gesamte Einheit ist batteriebetrieben und besteht aus einem transparenten Kunststoff. Die Vor- und Nachteile der bisherigen Konstruktion sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tab. 1: Bewertung der bestehenden GG-MU

Vorteile	Nachteile
Modularer Aufbau ermöglicht den Austausch der verschiedenen Funktionseinheiten	Hohe Anschaffungskosten, da es sich um eine Einzelanfertigung handelt (ca. 1.500 €)
Einfache Einsetzbarkeit vor Ort, da mobil und transportabel	Gehäuse nicht witterungsbeständig; Feuchteansammlungen im Gehäuse und Korrosionsspuren an Metallen (Haltemagnete) sind möglich
Mit Akku betriebene Stromversorgung	Tiere können am „Probenband“ (Aufnahmeband für Urin und Kot) nagen und Schaden anrichten
Einfache Bedienung – Daten werden auf USB-Stick gespeichert und können weiterverarbeitet werden	Keine Fallenfunktion; daher ist die Wahrscheinlichkeit, dass Tiere Kot und Urin in der Einheit lassen, gering
Zusammenhängende Datensätze liegen je Tier vor und können individuell zugeordnet werden	Klimawerte liegen nur für das Innere des GG-MU-Gehäuses vor und geben nicht die Außentemperatur und Luftfeuchte an (Glashauseffekt)

Systemanalyse

Zunächst erfolgt die Unterteilung der GG-MU in die vier Subsysteme Aufenthaltsbereich der Tiere (GG-Aufnahme), Rollenkasten (Mechanik für den Transport der Papierrolle), Elektronikkasten und Kameraeinheit (Abb. 2). Die Subsysteme mit dem größten Verbesserungspotential sind die GG-Aufnahme und der Rollenkasten. Der schematische Aufbau dieser Subsysteme ist in Abb. 3 beschrieben.

Konstruktion des Prototyps

Aus den zahlreichen Ideen lassen sich verschiedene Gesamtkonzepte mit Hilfe des „Morphologischen Kastens“ entwickeln. Die von Fritz Zwicky erarbeitete Methode versucht, aus einer Ideensammlung konkrete Produkte zu generieren (ZWICKY 1966). Die Menge an Ideen wird in Produktmerkmale kategorisiert (z. B. Futteraufbewahrung) und für ein Produkt jeweils eine Idee aus jeder der Kategorien Futterbeutel, Futterbehälter, Köderpaste ... ausgewählt (ZEC 2011).

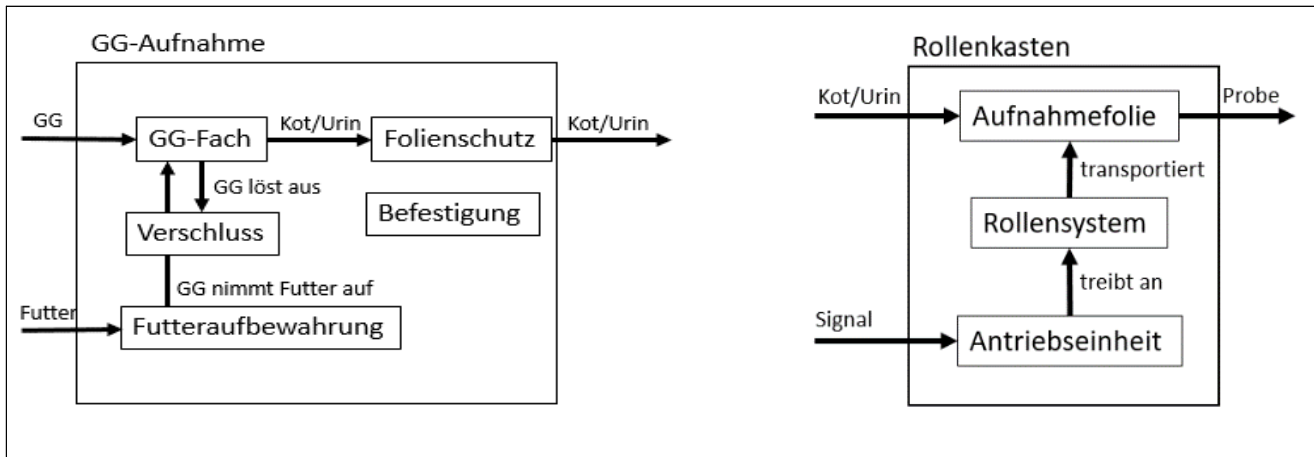


Abb. 3: Subsysteme GG-Aufnahme und Rollenkasten mit größtem Verbesserungspotenzial.

Im Falle der GG-MU sind Produktmerkmale als Systemgruppen dargestellt. Dies ermöglicht es, eine konkretere Lösung zu generieren, da nicht die oberflächlichen Produktmerkmale, sondern die exakten Umsetzungen ausgewählt werden können. Ideen, die dem morphologischen Kasten hinzugefügt werden, sind zuvor hinsichtlich der Realisierung geprüft. Sie sind mit einfachen Mitteln und geringen Budget umsetzbar.

Merkmale	Varianten			
	1	2	3	4
GG-Aufnahme	Kunststoffgrundrohr (KG-Rohr)	Fallenkorpus	Stapelbox (Kunststoff)	Holzbox
Verschluss	Haustierklappe (einseitiger Zugang)	Fallklappe mit Auslöser	Fallgatter mit Auslöser	
Folienschutz	Zwischenboden (mit Bohrungen)	Gitter	Zwischenboden (mit Gitter)	Boden GG-Fach (mit Bohrungen)
Befestigung	Spanngurt	Schraubösen	Seil (hängend)	
Futteraufbewahrung	Futterbeutel (hängend)	Futterbehälter	Köderpaste	Köderstein (verschraubt)
Rollenkasten (Korpus)	Munitionskiste	Stapelbox	Kunststoffplatten (verklebt)	
Anbringung Elektronikasten	Separater Kunststoffkasten	Integriert in GG-Aufnahme (Rohr-abzweigung)		
Anbringung Kameraeinheit	Separater Kunststoffkasten	Integriert in GG-Fach (Rohr-abzweigung)	Integriert in Futterkasten	

Abb. 4: Morphologischer Kasten mit 2 Lösungsvarianten: Lösung 1 – Rot, Lösung 2 – Gelb.

Zwei Lösungsansätze konnten für unseren „low-cost-Ansatz“ identifiziert werden. Zur Veranschaulichung wurden für beide Lösungen – in Abb. 4 ist Lösung 1 rot und Lösung 2 gelb hinterlegt – Grobkonstruktionen erstellt, die die ausgewählten Ideen verdeutlichen.

Das wichtigste Merkmal der Lösung 1 in Abb. 5 ist das abgezwigte Kunststoffgrundrohr (KG-Rohr). Zum einen bietet es genügend Platz für die Tiere und zum anderen liefert es durch die Abzweigung einen separaten Raum für die Elektronik und die Kamera. Das KG-Rohr und die Verschlussmuffen an den Enden bringen eine gute Dichtheit mit sich.

Zwischen Abzweigung und dem eigentlichen Rohr ist eine Zwischenplatte aus Plexiglas integriert. Diese schützt die Elektronik und bietet eine gute Transparenz, damit die Kamera den Siebenschläfer aufnehmen kann. Zudem sind auf der Platte Sensoren befestigt, die detektieren, ob sich ein Tier im Gerät befindet.

Der Verschluss wurde durch eine sich nach innen öffnende Klappe realisiert. Am anderen Ende des Rohres ist ein Haken vorgesehen, der einen Futterbeutel aufnehmen kann. Beide Rohrenden sind mit gebohrten Plexiglaseinfassungen versehen, damit das Futter sichtbar und riechbar ist.

Zwischen Rollenkasten und KG-Rohr befindet sich eine Zwischenplatte, welche die Urin- und Kotaufnahmefolie schützt. In dieser Platte ist ein Gitter eingebracht, welches durchlässig für die Tierausscheidungen ist. Es hindert das Tier, an der Folie zu nagen.

Der Rollenkasten erfährt nur geringe Änderungen. Das Grundprinzip der Plexiglasplatten bleibt erhalten. Für die großen seitlichen Flächen sind Anschläge vorgesehen, damit die Durchbiegung vermindert wird.

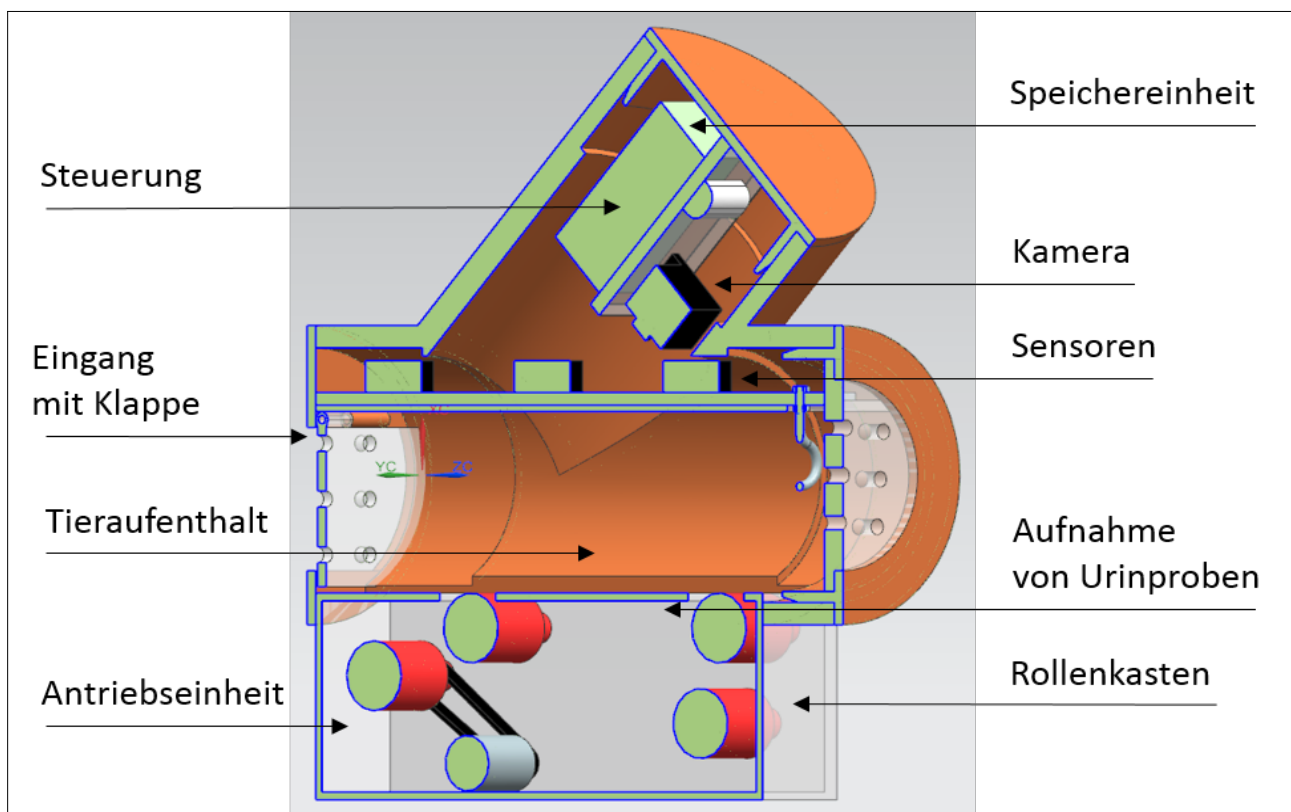


Abb. 5: Lösungsansatz mit Kunststoffgrundrohr (KG-Rohr) und Haustierklappe.

Die Lösung 2 in Abb. 6 zeichnet sich durch die Verwendung einer Lebendtierfalle aus. Die Grundplatte der Falle ist mit Bohrungen versehen, die einen Durchfluss der Ausscheidungen auf die Aufnahmefolie gewährleisten. An der Grundplatte wird der Rollenkasten angebracht, welcher durch einen Munitionskasten ersetzt wird. Dieser erfordert, abgesehen von den Bohrungen für die Gewindestangen, keine weitere Bearbeitung und lässt sich durch seinen Verschluss schnell an- und abmontieren.

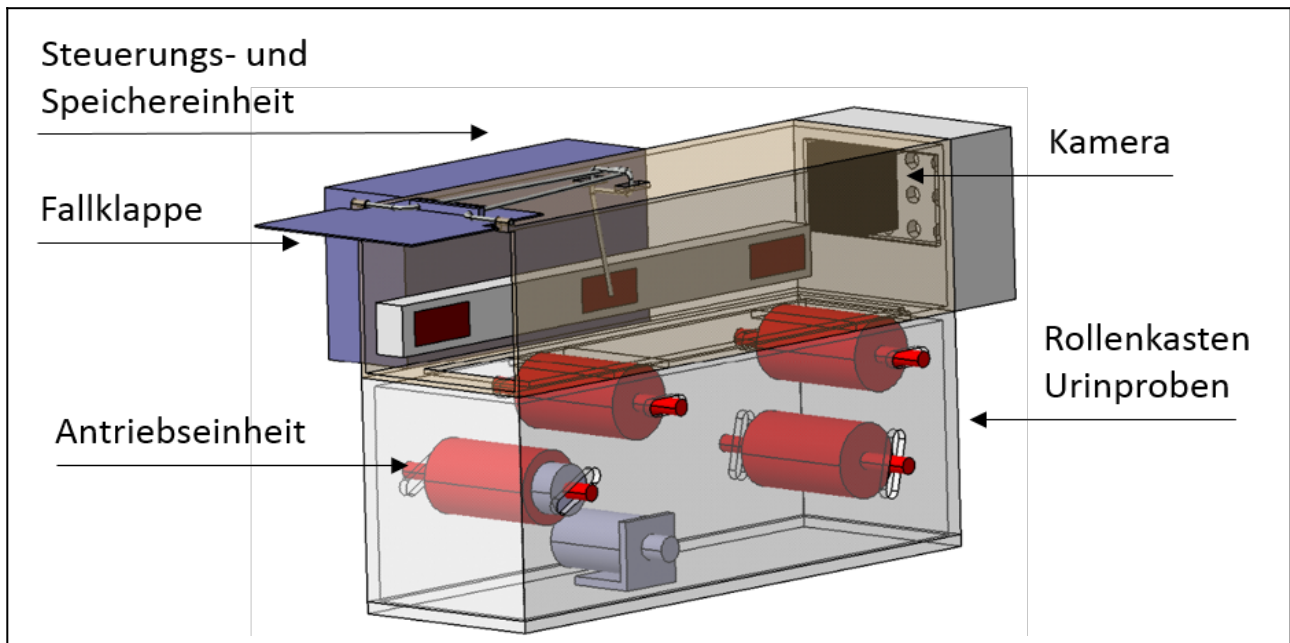


Abb. 6: Lösungsansatz mit Fallenkorpus und Fallklappe mit Auslöser.

Das Innenleben des Rollenkastens bleibt unverändert. Die Elektronik ist in einem separaten Behälter untergebracht. Hierzu werden Verteilerkästen verwendet, welche sich wegen ihrer Dichtheit und Kabelführung besonders eignen. Für das Lockmittel ist ein Futterbehälter aus Plexiglas vorgesehen, der an der Stirnseite der Tierfalle angebracht wird. Dieser enthält zudem die Kamera. Das Futtermodul ist mit Bohrungen versehen, damit eine Geruchsausbreitung des Futters möglich ist.

Aufgrund einer Nutzwertanalyse favorisieren wir den Lösungsansatz mit dem Kanalgrundrohr. Die Feinkonstruktion (als Explosionszeichnung in Abb. 7) ist geprägt durch die Verwendung von Normteilen, die in Baumärkten verfügbar sind. Die Herausforderung ist es, diese sinnvoll miteinander zu verbinden.

Der Rollenkasten ist mit dem KG-Rohr über Spannbügel verbunden. Dies lässt eine schnelle An- und Abnahme des Rollenkastens zu. Eine Dichtung aus Moosgummi ist zwischen den Elementen vorgesehen, um die Aufnahmefolie vor Feuchtigkeit zu schützen. Dahingehend wurde auch der Rollenkasten mit Silikon ausgefugt, um eine erhöhte Dichtheit zu gewährleisten.

Die Konstruktion ermöglicht die Befestigung an einem Gegenstand, zum Beispiel an einen Baum mittels einer Ösenschraube und einer weiteren Schraube, die durch das Grundrohr und die Abzweigung verläuft.

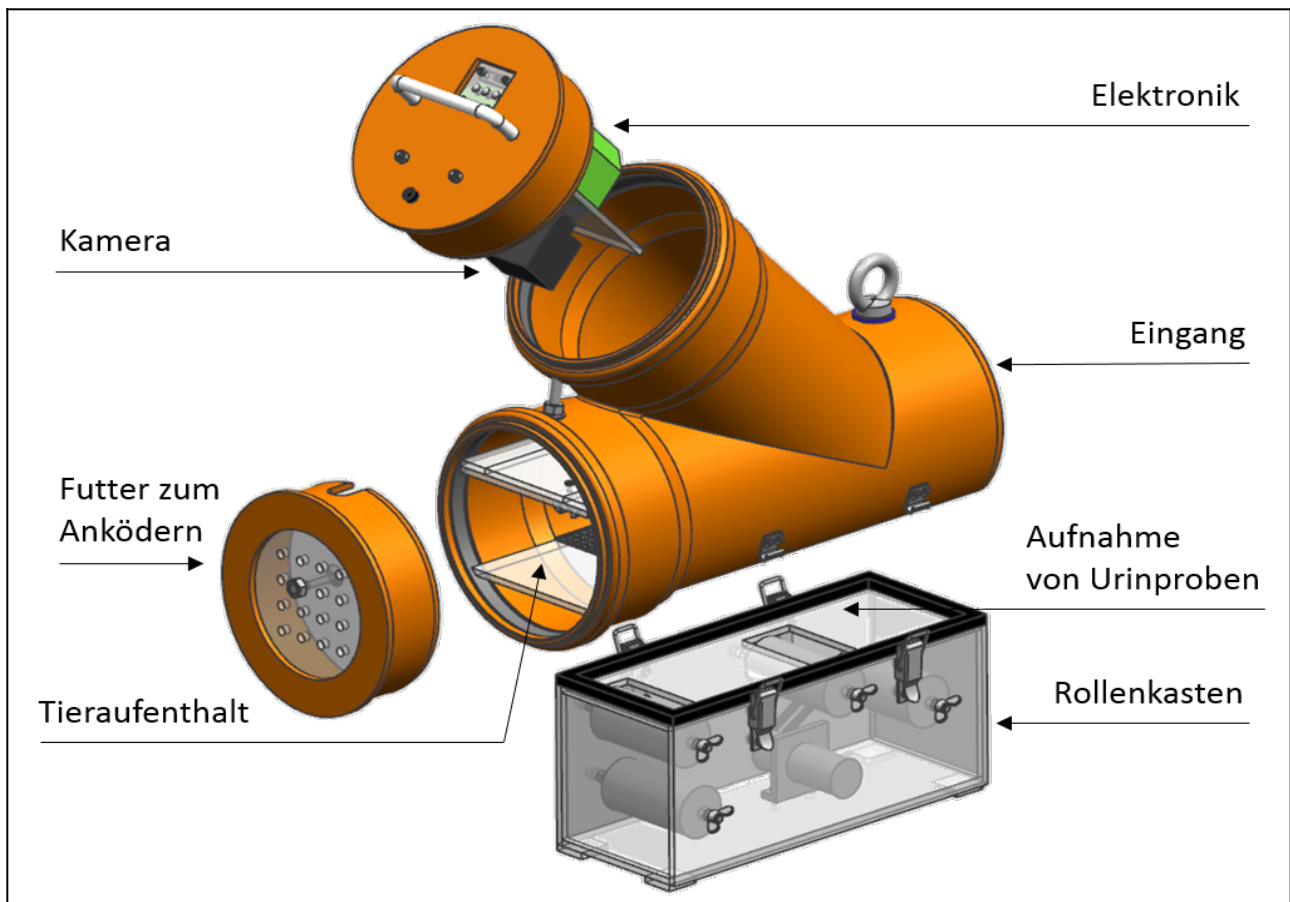


Abb. 7: Explosionsdarstellung der detaillierten Konstruktion.

Die Zwischenplatten im Innenbereich sind geklebt. Die meisten anderen Bauteile sind mit Schrauben montiert. Damit ist eine Wartung oder ein Austausch von verschiedenen Komponenten möglich. Der aufgebaute Prototyp ist in Abb. 8 dargestellt.

Der Aufbau der KG-Variante bezog sich nur auf die mechanischen Komponenten. Zu einem vollständigen Nachbau gehört auch die Elektronik mit zugehörigem

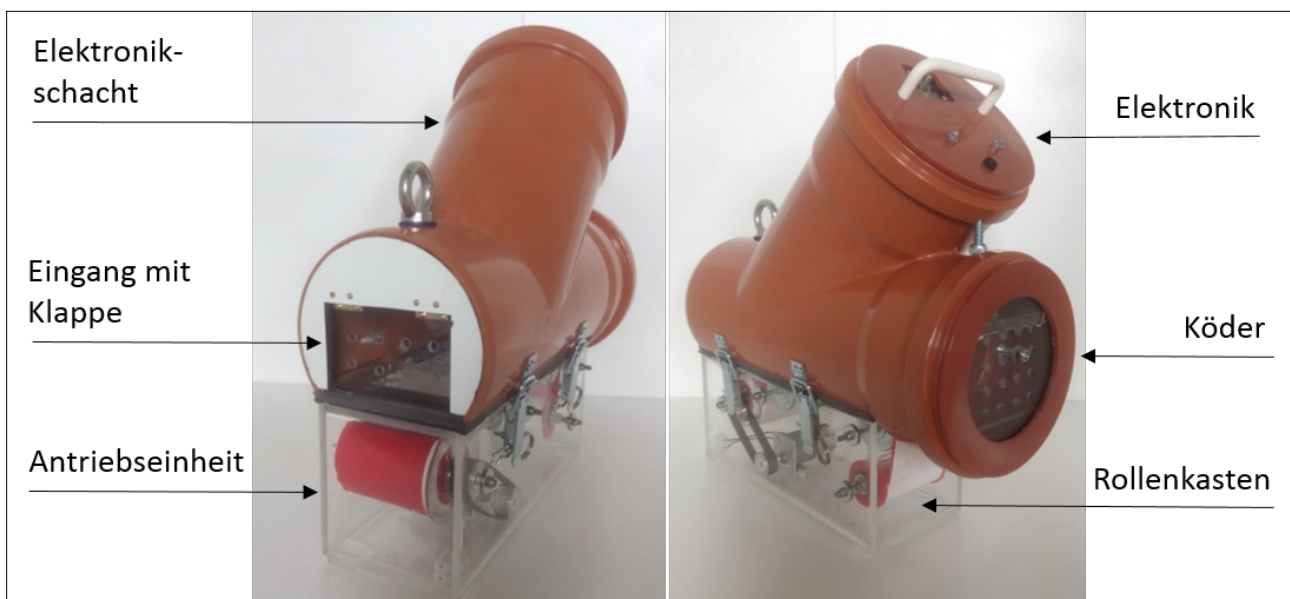


Abb. 8: Prototyp in zwei Ansichten. (Fotos DHBW Karlsruhe)

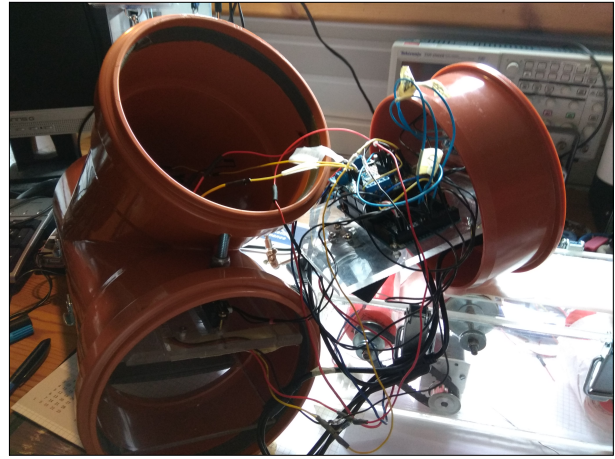
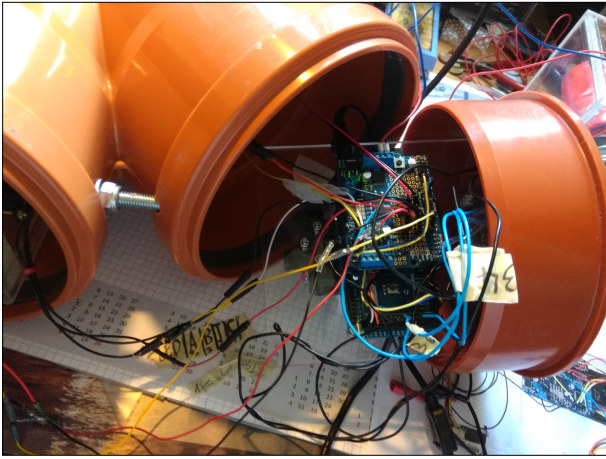


Abb. 9: Einblicke in die Verkabelung des Elektronikkastens. Eine Überarbeitung der Elektronik ist erforderlich. (Fotos DHBW Karlsruhe)

Kasten. Dieser Teil lag bereits aus der eingangs genannten früheren Studienarbeit vor. Die Verkabelung gestaltet sich jedoch komplex, wie die Abb. 9 erahnen lässt.

Kostenkalkulation

Die Gesamtmaterialekosten der GG-MU betragen ca. 650 €. Sie setzen sich aus den Kosten der elektrischen und mechanischen Komponenten zusammen und beinhalten die Antriebseinheit und diverse Verbindungselemente. Fertigungs- und Entwicklungskosten sind nicht enthalten. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Kosten der wichtigsten Komponenten.

Tests

Erste Tests wurden im Kraichgau-Stromberg-Gebiet bei Sternenfels-Diefenbach durchgeführt (Abb. 10). Dazu gehörten Versuche zur mechanischen Stabilität und Dichtigkeit der Vorrichtung.

Die Ausbringung der Untersuchungseinrichtung kann durch eine einzelne Person erledigt werden. In mechanischen Belastungs- und Befestigungstests zeigte sich, dass die einzelnen Komponenten bei hängender Belastung unbeschadet bleiben. Zusätzlich wird deutlich, dass die Windanfälligkeit gering ist. Der Köder kann leicht gewechselt werden. Der Tausch des Urin-Probenpapiers auf der Rolle gestaltet sich schwieriger. Dazu muss der Rollenkasten abgenommen werden. Ein Feuchteintritt in das Innere konnte nicht festgestellt werden. Die Dichtheit des Elektronikteils wurde durch Ausfüllen der gesamten Schnittstellen mittels einer transparenten Silikonfuge sichergestellt.

Feldversuche

Bei allen Tests war einer der wichtigsten Aspekte, ob die GG-MU von Bilchen überhaupt angenommen wird. Dazu beobachteten wir die Monitoring-Unit mit einer externen Wildkamera. Der Erfolg ließ nicht lange auf sich warten. In der Abb. 11 konnte ein Bilch-Besuch des Futterkastens der GG-MU festgehalten werden.

Tab. 2: Aufstellung der Materialkosten (ohne Fertigungskosten).

Bauteil	Preis/Stück	Stück	Gesamtpreis
Elektrische Komponenten			
Colour 700 line mini Sony CCD	100 €	1	100 €
Arduino Mega ADK Rev3	60 €	1	60 €
Erweitertes Bauteilset für Arduino	40 €	1	40 €
Adafruit Motor Shield v2 Kit	20 €	2	40 €
Samtec TSW Stiftleiste, 2,54 mm	2 €	20	40 €
Leiterplatten-Stecksockel, 2,54 mm	2 €	10	20 €
Distanz-Sensor Sharp	15 €	2	30 €
Feuchte-Temperatur-Sensor AM2302	15 €	1	15 €
Seeed Studio SD Card Shield V4.0	15 €	1	15 €
Kleinteile wie Schalter, Magnet ...			20 €
Zwischensumme			≈ 380 €
Antriebseinheit			
Getriebemotor	25 €	1	25 €
Zahnriemenscheibe 15	15 €	2	30 €
Kleinteile wie Zahnriemenscheiben ...			20 €
Zwischensumme			≈ 75 €
Mechanische Komponenten			
KG-Rohr 160 x 160 mm	10 €	1	10 €
Rollen (d = 40 mm)	2 €	4	8 €
Moravia Absperrband 500 m x 80 mm	15 €	1	15 €
Filterpapierrolle Krepp	10 €	3	30 €
Kistenspannverschluss-Set	3 €	4	12 €
Kleinteile wie Plexiglas, ...			70 €
Kleinteile wie Muttern, Schrauben ...			50 €
Zwischensumme			≈ 195 €
Gesamtsumme			≈ 650 €



Abb. 10: Prototyp der GG-MU am Baum hängend und mit alternativer Befestigungsmöglichkeit durch Gurte. (Fotos T. Haalboom)

Vergleich mit anderen Systemen

Die Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) führt unter dem Titel „Integrative Ökologie – Wildtiermanagement“ ein Referenzprojekt namens „TubeCam“ durch (ZHAW 2016). Die Projektgruppe befasst sich mit einer Nachweismethodik für Kleinsäugetiere, da viele Tierarten der Schweizer Fauna einen starken Populationsrückgang erleben mussten. Neben dem Siedlungsausbau stellt auch die stetige Intensivierung der Landwirtschaft große Probleme in Bezug auf den Lebensraum und somit auch auf den Bestand von Kleinsäugetieren (RATNAWEERA et al. 2017).

Aus diesem Grund hat die ZHAW ein Projekt aufgelegt, welches Informationen über den momentanen Tierbestand im Schweizer Mittelland erfasst und analysiert. Das Ziel der Projektgruppe „TubeCam“ ist es, eine günstige Einheit zu konstruieren, die es Laien ermöglicht, eine einfache Erfassung von Tierbeständen durchzuführen und somit eine großflächige Analyse in diesem Bereich zu generieren.

Die Gemeinsamkeiten der beiden Projekte „TubeCam“ und „GG-MU“ sind zum einen die Erfassung von Informationen zu den Tierbeständen von Kleinsäugetieren mittels einer Kamera mit Zeitstempel. Zum anderen steht die Erzeugung einer „Low-Budget“-Variante zum Nachbauen der Einheit im Mittelpunkt, damit eine großflächige Untersuchung ermöglicht werden kann.

Hierzu wird in beiden Projekten ein Kunststoffrohr als Grundkörper verwendet. Die Kamera zur Tiererfassung befindet sich in einer Abzweigung des Rohres, damit sie bei der Benutzung der Einheit nicht beschädigt wird. Die Kamera erzeugt neben dem Bildmaterial zugleich auch einen Zeitstempel, der eine genauere Analyse der Daten ermöglicht. Die Grundidee der beiden Projekte wurde aus bereits vorhandenen Systemen abgeleitet, welche aber zu aufwendig und kostspielig für eine großflächige Datenerfassung waren. Aus diesem Grund wurde jeweils eine einfachere und kostengünstigere Variante zur Datenerfassung konzipiert.

Die konstruktiven Unterschiede der Projekte spiegeln sich vor allem in der Datenübertragung wieder. Das Schweizer Projekt sendet die aufgezeigten Daten

drahtlos zu einer externen Verarbeitungseinheit, wohingegen die Einheit der DHBW eine lokale Datensammlung über eine Speicherkarte ermöglicht. Weil das Schweizer Projektteam nur die Anzahl der Kleinsäuger erfassen möchte, wurde auf eine „Falle“ verzichtet, so dass die Tiere nicht eingesperrt werden.

Weitere Unterschiede zeigen sich unter anderem beim Aufbau der Einheiten, denn die Schweizer Übertragungseinheit besitzt keine Aufhängelemente, da vor allem bodenbewohnende Kleinsäuger untersucht werden sollen. Unsere Einheit hingegen enthält Befestigungselemente, welche die Montage an einen Baum oder ähnlichem ermöglichen.

Wir interessieren uns nicht nur für die Bestandserfassung, sondern wollen es ermöglichen, durch eine Urinprobenaufnahme die Lebensweise dieser Kleinsäuger besser zu analysieren.



Abb. 11: Der Holzbeton-Nistkasten wird von Siebenschläfern bewohnt. Diese besuchen auch die GG-MU. Nachweis mit Hilfe einer Wildkamera. (Foto S. Bosch)

Zusammenfassende Bewertung und Ausblick

Die Studienarbeit „Entwicklung eines outdoor-fähigen Gehäuses mit Mechanik zur Urin-Probennahme für Kleinsäugetiere“ wurde erfolgreich abgeschlossen. Alle zu Beginn gestellten Soll-Forderungen, konnten erreicht werden.

Im Laufe des Projektes haben wir in den Subsystemen verschiedene Ansätze mittels Kreativitätstechniken konzipiert. Die Subsysteme wurden so einfach wie möglich gehalten, da stets das Erzeugen einer „Low-Budget-Variante“ im Vor-

dergrund stand. Durch Erwerb der Bauteile in Baumärkten und Vereinfachen der Elektronik sowie die Eigeninitiative beim Gehäusebau (ohne externe Firma) konnte der Preis der Überwachungseinheit um ca. 1.000 € gesenkt werden. Wegen der Eigenfertigung des Gehäuses werden aber grundlegende handwerkliche Fähigkeiten sowie eine Werkstatt benötigt. Das Problem bezüglich der Dichtheit des Elektronikkastens gegen Wasser und Feuchte wurde bewältigt.

Für weitere Studien könnte in Betracht gezogen werden, dass eine Gewichtserkennung in den Eingangsbereich des Rohres integriert wird. Mit diesem Zusatzmodul wird die Identifikation der einzelnen Tiere verbessert und dadurch kann ein artspezifisches Profil der Siebenschläfer-Individuen erstellt werden.

Als nächstes ist geplant, den gesamten Elektronikteil und die Verkabelung zu vereinfachen. Die Zuverlässigkeit der Elektronik, die unter harschen Umweltbedingungen arbeitet, ist zudem zu verbessern. Untersuchungen zum Stromverbrauch stehen noch aus. Dabei stellt sich die Frage, ob eine Powerbank oder anderweitig integrierbare Batterie ausreichen, um eine autarke Stromversorgung sicherzustellen.

Eine drahtlose Datenübertragung und -speicherung ist wünschenswert. Die Visualisierung und ggf. Auswertung auf einer web-basierten Applikation wäre anwenderfreundlich. Dazu gehören auch Informationen, die über SMS versendet werden können, sobald beispielsweise ein Tier gefangen bzw. eine Probe gewonnen wurde. Dann könnte man gezielt das Tier befreien, zeitnah die Probe entnehmen etc.

Dank

Unser Dank gilt insbesondere der Arbeitsgruppe Wildlebende Säugetiere Baden-Württemberg (AGWS) für die finanzielle Unterstützung dieses Projektes.

Literatur

- BOSCH, S.; SPIESSL, M.; MÜLLER, M.; LURZ, P. W. W. & HAALBOOM, T. (2015): Mechatronics meets biology: experiences and first results with a multipurpose small mammal monitoring unit used in red squirrel habitats. – *Hystrix, The Italian Journal of Mammalogy*, Vol. 24 (2), p. 169-172, 8 fig.; Roma.
< doi:10.4404/hystrix-26.2-11475 >
- CAVE, CH. (2007): Mind Maps [Online]. – (Eingesehen am 28. 05 2017).
<http://members.optusnet.com.au/~charles57/Creative/Mindmap/index.html>
- DANTZER, B. et al. (2010): Fecal cortisol metabolite levels in free-ranging North American red squirrels: Assay validation and the effects of reproductive condition. – *General and Comparative Endocrinology*, 167: 279–286
- GRIMMBERGER, E. (2017): Die Säugetiere Mitteleuropas. – Wiebelsheim (Quelle & Meyer).

- HARDER, E. & SCHOPPHOFF, R. (2015): G²-MU – Entwicklung & Anwendung einer modularen Überwachungseinheit. Bericht DHBW Karlsruhe.
- HAVENSTEIN, N. & FIETZ, J. (2014): Life histories written in blood. – Abstracts 9th International Dormouse Conference, Svenborg/Denmark.
- PALME, R. (2005): Measuring Fecal Steroids. – Annals of the New York Academy of Sciences 1046: 75–80.
- RATNAWEERA N., RATNAWEERA, R. & FRÜH, D. (2017): Developing a new method to detect small mustelids. – 32nd European Mustelid Colloquium, Lyon.
- REEDER, D. (2004): Changes in baseline and stress-induced glucocorticoid levels during the active period in free-ranging male and female little brown myotis, *Myotis lucifugus*. – General and Comparative Endocrinology, 136: 260-269.
- REEDER, D. & KRAMER, K. (2005): Stress in Free-Ranging Mammals: Integrating Physiology, Ecology, and Natural History. – Journal of Mammalogy, 86: 225-235.
- ZEC, M. (2011): kreativtechniken.info [Online]. – (Eingesehen am 28. 05 2017).
<https://xn--kreativittstechniken-jzb.info/morphologischer-kasten-bzw-morphologische-analyse/>
- ZHAW (2016): www.zhaw.ch [Online]. – (Eingesehen am 26. 06 2017).
<https://www.zhaw.ch/en/lsvm/institutes-centres/iunr/integrative-oekologie/wild-animal-management/referenzprojekte/project-tubecam/>
- ZWICKY, F. (1966): Entdecken, Erfinden, Forschen im morphologischen Weltbild. – München u. Zürich (Droemer Knaur).

Anschriften der Verfasser

Prof. Dr. Thomas Haalboom, Duale Hochschule Baden-Württemberg,
Standort Karlsruhe, Studiengang Mechatronik, Erzbergerstr. 121,
76133 Karlsruhe
(E-Mail: haalboom@dhbw-karlsruhe.de)

Dr. Stefan Bosch, Metterstraße 16, 75447 Sterrenfels
Christian Schmidt (B. Eng.), Koblenzer Straße 11, 54411 Hermeskeil
Jonas Schwab (B. Eng.), Hauptstraße 30, 77796 Mühlenbach