

Sachbericht Projekt Digitale Wildvergrämung

Tilman Leune, Prof. Dr. Carsten Koch

Sachbericht zur Projektförderung durch das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aus Mitteln der Jagdabgabe im Förderzeitraum 01.2021-08.2023.



**Niedersächsisches Ministerium
für Ernährung, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz**



1 Einleitung

Mit dem Zuwendungsbescheid vom 02.12.2021 wurde durch eine Zuwendung des Landes Niedersachsen aus Mitteln der Jagdabgabe die Fortführung des an der Hochschule Emden/Leer in Kooperation mit der Jägerschaft Aurich durchgeführten Projekts „Digitale Wildvergrämung“ bewilligt. Die beteiligten Projektteilnehmer möchten sich an dieser Stelle zunächst für die erneute Förderung bedanken. Durch die Förderung konnten wertvolle Erkenntnisse im Bereich Wildvergrämung und Digitalisierung in der Landwirtschaft gewonnen werden, die in dem folgenden Sachbericht diskutiert werden. Zunächst werden die Projektziele genannt und die hinter dem Projekt stehende Motivation aufgezeigt. In den Kapiteln 2 und 3 wird auf den neuartigen Lösungsansatz zur Vermeidung des Mähtods und die in der Förderperiode durchgeführten technischen Maßnahmen zur Verbesserung der digitalen Kitzretter (KR) eingegangen.

Kapitel 4 beschreibt die Erkenntnisse der in den Jahren 2022 und 2023 durchgeführten Feldtests zur Erprobung der weiterentwickelten KR. Der Sachbericht schließt mit einer Beurteilung der Erfolge und Auswirkungen der Maßnahmen in Kapitel 5 und einem Ausblick mit Verbesserungsvorschlägen in Kapitel 6.

1.1 Projektziele

Die generellen Projektziele können dem Sachbericht zur ersten Förderung vom 14.07.2022 entnommen werden. Die Ziele der erneuten Förderung des Projekts in 2022/2023 waren

1. die Durchführung einer technischen Studie zur Untersuchung der Performanz des in Kooperation mit der Jägerschaft Aurich entwickelten Systems „Digitale Wildvergrämung“ zur Verminderung des Tierleids durch den Mähtod und
2. die Weiterentwicklung des Systems zur digitalen Wildtiervergrämung mit Hilfe der IoT-Technologie LoRaWAN. Die Weiterentwicklung zielt sowohl auf eine signifikante Reduzierung der Größe und des Energieverbrauchs als auch der Herstellkosten der KR.

1.2 Motivation

Neu gesetzte Rehkitze haben keinen Fluchtreflex: Es droht der Mähtod! Bei Gefahr drückt sich das Kitz fest auf den Boden und bleibt bewegungslos liegen (Drückinstinkt). Erst nach der zweiten Lebenswoche setzt der Fluchinstinkt ein. In der Natur ist dies eine gute Strategie, gegen eine moderne Mähmaschine ist dieses Verhalten jedoch sinnlos.

Die Deutsche Wildtier Stiftung geht auf den 2,3 Millionen Hektar Grünland in Deutschland von jährlich 92.000 vom Mähtod bedrohten Kitzen aus.

Die Hauptsetzzeit in Mai und Juni fällt mit dem ersten Grünlandschnitt zusammen, so dass Landwirte vor der Mahd Maßnahmen zur Rettung der Kitze ergreifen müssen. Diese sind jedoch sehr personal- und zeitintensiv, was gerade bei großen Flächen eine Herausforderung darstellt.

2 Lösungsansatz: Wildvergrämung mit digitalen Feldgeräten

Der Ansatz des Systems „digitale Kitzretter“ (KR), entwickelt seit 2019 von der Hochschule Emden/Leer in Kooperation mit der Jägerschaft Aurich, ist der Einsatz von IoT-Geräten, die basierend auf der Funktechnologie LoRaWAN durch einen zentralen Computer (Server) individuell steuer- und konfigurierbar sind.

LoRa ist eine Funktechnologie, entworfen für Anwendungen im Bereich des Internet der Dinge (IoT): Es können lediglich sehr kleine Datenmengen übertragen werden, diese jedoch kostengünstig mit geringem Energieverbrauch und hoher Reichweite, im ländlichen Raum von mehreren Kilometern.

Die batteriebetriebenen Geräte der digitalen Kitzretter (KR), auch allgemeiner Feldeffektoren (FE) genannt, werden vor der ersten Mahd am Rand oder in der Wiese aufgestellt und mittels Smartphone registriert und einer Wiese zugeordnet. Erst zu einem Zeitpunkt unmittelbar vor der Mahd erfolgt die Aktivierung des Vergrämprogramms mit Hilfe einer Web-Anwendung aus der Ferne (siehe Abbildung 3). Dieses Vorgehen soll die Gewöhnung der Tiere an die Vergrämung mit Licht- und Akustiksignalen vermeiden.

Im Gegensatz zum etablierten Verfahren mit Drohnen, setzt der vorgeschlagene Lösungsansatz auf eine zyklischer Vergrämung mit Licht- und Akustiksignalen in der Nacht vor der Mahd - in der Erwartung, dass die Ricke ihr Kitz in Vergrämpausen selbständig aus der unruhigen Wiese führt und in Sicherheit bringt.

Um die Wirksamkeit einer Vergrämung zu ermitteln, werden vor und nach einem Testzyklus unbemannte Luftfahrzeuge (UAV, „Drohnen“) mit Wärmebildkamera eingesetzt, um Kitze auf den Wiesen zu suchen, wobei die Abwesenheit von Kitzen nach einem Vergrämungszyklus als erfolgreicher Versuch gewertet wird.

In einer ersten Projektförderung von 01.2020 bis 12.2021 wurde die generelle Wirksamkeit des Verfahrens demonstriert, siehe Sachbericht vom 14.07.2022. Dieser Sachbericht konzentriert sich auf die Weiterentwicklung des Systems und die in 2022 und 2023 durchgeführten Feldtests.



Abbildung 1: Feldeffektor, Modell 2022, im Feld

3 Aufbau von verbesserten Feldeffektoren

Das Design der Kleinserienversion der KR wurde geleitet durch die Erfahrungen der Feldtests aus dem Jahren 2021. Im folgenden werden die Verbesserungen im Vergleich zur Ausgangsversion dargestellt.

3.1 Elektronik und Wirksystem

Die Wahrnehmbarkeit der KR und damit die auch Reichweite wirken sich direkt auf die Anzahl der für eine gegebene Fläche benötigten Geräte aus. Daher wurden der Schallgenerator und die Lichtsignalanlage überarbeitet. Die neue Verstärkerschaltung erhöht den Schalldruck der akustischen Signale von 95dB auf 102 dB in einem Meter Abstand, was einer Steigerung um einen Faktor von mehr als vier bedeutet.

Des Weiteren wurde die LED-Auswahl angepasst, um für Rehwild besser sichtbare Farben zu verwenden. Das Rehwild hat eine ähnliches Sehvermögen wie ein Mensch, kann jedoch Rottöne nicht wahrnehmen¹. Als Lichtquellen werden daher LED in gelb, grün, blau und weiß verwendet, um eine gute Sichtbarkeit für Rehaugen zu ermöglichen.

Um die Handhabung der KR zu vereinfachen, wurde zudem die Position des Hauptschalters verändert. Durch eine Platzierung an der Unterseite des Gerätes, direkt oberhalb des Schraubdeckels, lässt sich der Schalter nun betätigen, ohne den FE komplett aus seinem Gehäuse herauszunehmen.

¹Junker, E.: *Sehvermögen von Wildtieren*, Wildbiologie: 9, Physiologie, Wildtier Schweiz (2004)

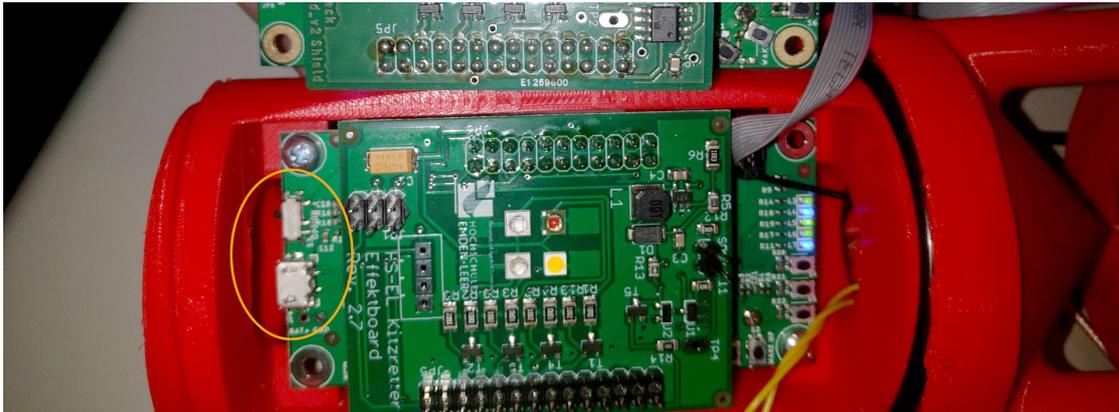


Abbildung 2: Schalter und Ladebuchse an der Unterseite des FE-Gehäuses

3.2 Firmware

Um die Betriebsdauer der KR auf die gesamte Mahd- und Satzsaason zu verlängern wurde in der Software der KR (Firmware) ein Energiesparmodus implementiert: Die Geräte melden sich nach der Inbetriebnahme im Feld zunächst bei der Zentrale und wechseln danach in einen Tiefschlafmodus, in dem nur sehr wenig Strom verbraucht wird.

Periodisch, typischerweise zweimal pro Stunde, erwachen die Geräte und fragen bei der Zentrale nach, ob Aufträge zum Vergrämen vorliegen. Auf diese Art und Weise können die Geräte mit einer Akkuladung wochenlang im Feld stehen, ohne dass die Energie zur Neige geht und die Bereitschaftszeit durch eine Ladepause unterbrochen werden muss.

Eine große Schwachstelle bei den Geräten aus 2021 war die Unzuverlässigkeit der Kommunikation bei schlechter Funkabdeckung. Dies konnte in der neuen Modellgeneration durch ein überarbeitetes Kommunikationsprotokoll signifikant verbessert werden, so dass verlorengegangene Datenpakete erkannt und ggf. erneut zugestellt werden können.

3.3 Webapplikation

Um den Einsatz des Kitzretter-Netzwerkes in größerem Massstab zu ermöglichen, wurde die Applikation um die Handhabung von mehreren von einander isolierten Nutzern (Jäger, Kitzretter oder Landwirte mit mehreren Wiesen) erweitert, die jeweils die eigenen KR verwalten können.

Um die Einstiegshürde so niedrig wie möglich zu gestalten, wurde die Oberfläche der Webapplikation in ein reaktives Design überarbeitet, so dass die Anwendung unabhängig von der Bildschirmgröße des Endgerätes sowohl auf Mobilgeräten als auch auf stationären Computern benutzbar ist.

Im Zuge dieses Refactorings der Applikation wurde diese zur Erhöhung der Wartbarkeit von der prototypischen Implementation in der relativ neuen Programmiersprache Rust in die sehr viel stärker verbreitete Programmiersprache Java portiert.

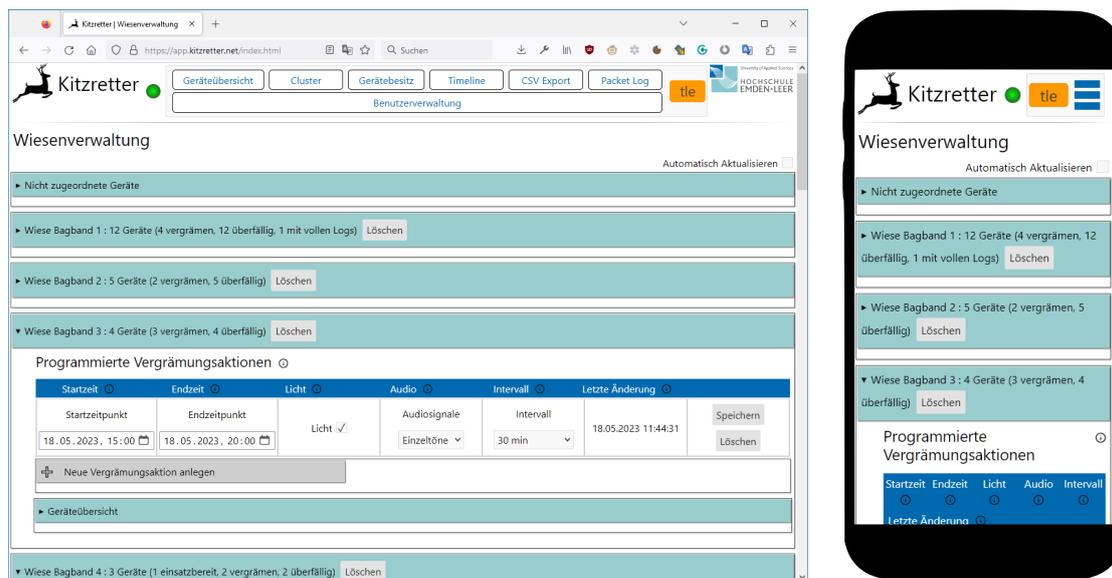


Abbildung 3: Kitzretter WebApp auf PC und Mobilgerät

4 Feldtests

4.1 Versuche und Erkenntnisse im Jahr 2022

Wie im Sachbericht vom 14.07.2022 beschrieben, wurden im April und Mai 2021 Feldtests und Wildbeobachtungen mit der zweiten Prototypversion der KR durchgeführt, um die Wirksamkeit des Systems nachzuweisen. Nach einer automatisierten Vergrämung hatten alle Rehkitze die beunruhigte Wiese verlassen. Diese Ergebnisse wurden von der Presse aufgegriffen und führten zu großem Interesse bei Jägern, Rehkitzrettungsgruppen und Biogasanlagenbetreibern.

Bei den Feldtests wurde jedoch deutlich, dass die Versuchsanordnung von vielen Parametern abhängt, die nur bedingt planbar sind, wie z.B. Wittereinflüsse, Verfügbarkeit von Drohnen zur Erfolgskontrolle und das wechselnde Verhalten des Rehwildes. Aufgrund des Corona-Lockdowns im Frühjahr 2021 konnten nicht ausreichend Untersuchungen durchgeführt werden, um eine belastbare Aussage über die verursachenden Reize der Vergrämung zu treffen. Es ist auch unklar, welche minimale Intensität der Reize für eine erfolgreiche Vergrämung ausreicht. Daher konnte der Erfolg und die Effektivität des Systems zur Kitzrettung nicht abschließend bewertet werden.

Um die Effizienz der Vergrämung weiter zu untersuchen, wurde im Dezember 2021 eine weitere Förderung des Projektes beantragt. Es wurde eine größere Anzahl an KR-Geräten hergestellt, um damit ausgedehntere Feldtests auf größeren Flächen durchzuführen. Die Herstellung der in Abschnitt 3 beschriebenen Verbesserungen war jedoch durch die coronabedingten Lieferschwierigkeiten bei elektronischen Bauteilen von starken Verzögerungen betroffen, so dass wir entgegen unserer ursprünglichen Planung mit dem Aufbau der neuen Feldgeräte nicht im Februar, sondern erst Ende April beginnen konnten. Somit verzögerte sich auch der Anfang der Testphase und die erste Teststellung konnte erst Mitte Mai aufgebaut werden - nachdem die Setzzeit der Rehe bereits begonnen hatte. Entsprechend waren die Feldtests am 17.05.2022 in Georgsheil und am 28.05.2022 in Autrich-Oldendorf ohne belastbares Ergebnis, da in den betreffenden Grünflächen keine Rehkitze oder Ricken aufzufinden waren.

Auch die Feldtests in Westgroßefehn (24.05.2022) und Timmel (01.06.2022) waren nicht erfolgreich, da die aufgefundenen Rehkitze bereits mehrwöchig waren und sich von dem Vergrämprogramm nicht haben verschrecken lassen. Statt dessen zeigten sie bei dem Versuch der Sicherung mittels Wäschekorb Fluchtverhalten.

In Anbetracht dieser Ergebnisse haben die Projektnehmer um eine kostenneutrale Verlängerung der Projektförderung bis August 2023 beantragt, um im Frühjahr 2023 die großräumigen Tests durchführen zu können.

4.2 Versuchumgebung im Jahr 2023

Die Versuchsreihe fand auf Wiesen im Umkreis der Ortschaft Bagband in der Gemeinde Großefehn statt (53.36857N; 7.59720E). Es wurden am 13.04.2023 und 14.04.2023 insgesamt 43 digitale Kitzretter (KR) in sechs Wiesen aufgestellt.

Die KR wurden in Abständen von ca. 50 m platziert, so dass pro Hektar Fläche etwa zwei Geräte benötigt wurden. Dieser Abstand wurde gewählt, um eine Wahrnehmbarkeit der akustischen Vergrämreize zu ermöglichen².

In vielen Gegenden Ostfrieslands ist bereits eine LoRaWAN-Funkabdeckung vorhanden. Zusätzlich wurde zur besseren Funkabdeckung im Testareal auf dem Glockenturm der Kirche in Bagband ein öffentliches LoRa-Gateway installiert, das die Konnektivität zwischen dem "Feldfunk" und der WebApp auf dem Internetserver der Hochschule Emden herstellt.

Verwendet wurde der LoRaWAN-Dienst von The Things Network (TTN³), das als öffentliches und kostenloses Netz für eine Vielzahl von IoT-Anwendungen - auch in der Land- und Forstwirtschaft - verwendet wird, zum Beispiel Nutztvieh-GPS-Tracker und Umweltsensoren.



Abbildung 4: Lageplan der initialen Aufstellung vom 13.04.2023 in der Gemeinde Großefehn

²Der gewählte Abstand deckt sich mit Erfahrungswerten, gesammelt bei der Verwendung mechanischer Kitzscheuchen aus Plastiksäcken, die durch Wind Bewegungs- und Geräuschreize aussenden.

³<https://www.thethingsnetwork.org/>



Abbildung 5: Inbetriebnahme der FE im Zielgebiet

4.3 Durchführung von Vergrämungen

Am 18.04.2023 wurde bei zwei der KR eine technische Störung festgestellt, so dass ein Austausch der betreffenden Geräten erforderlich war. Dies waren die einzigen Ausfälle in dieser Testkampagne.

Am 02.05.2023 wurde eine erfolgreiche Generalprobe der Vergrämungseffekte in allen Wiesen durchgeführt, um die Funktionalität zu verifizieren und den beteiligten Flächenpächtern sowie der zuständigen Jägerschaft das Kitzretter-System zu demonstrieren.

Eine Woche Später wurde mit der Aufklärung von Rehkitzen durch einen Drohnenflug begonnen. Es wurden keine Rehkitze entdeckt, jedoch zwei hochtrachtige Ricken.

Zur Absicherung der Mitte Mai durchgeführten Mahd der Flächen BB1 - BB6 wurden zwischen dem 18. Mai 2023 und dem 19. Mai 2023 Vergämaktionen durchgeführt, jedoch ohne Beflug, da die Drohnenabteilung der zuständigen Jägerschaft durch das Abfliegen anderer Flächen nicht zur Verfügung stand.

Auf einer weitere Fläche nahe der Ortschaft Strackhold wurde am 19. Mia 2023 ein vierstündiges Vergrämprogramm durchgeführt und unmittelbar danach ohne Ausmähungen gemäht.

5 Erfolg und Auswirkung der Maßnahme

5.1 Vergrämung

Bei den Vergrämaktionen in 2023 konnte kein Beflug zur Kontrolle durchgeführt werden. Die Vergrämung scheint effektiv zu sein, da in keiner der ausgestatteten Flächen Ausmähungen gemeldet wurden.

Auf anderen Flächen des Reviers mit einer Gesamtfläche von 750ha, von dem die mit KR ausgerüsteten Flächen nur ein kleiner Teil sind, wurden von den lokalen Wildtierrettern mehrere Rehkitze gefunden und gerettet. Nach Ende der Vergrämaktionen wurden in der Nähe der

gemähten Flächen ebenfalls Rehkitze beobachtet, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Vergrämung in den Flächen wirksam war.

Ein wissenschaftlicher Nachweis in Form einer konkret dokumentierten Menge an vergrämten Kitze konnte jedoch aufgrund der ausgefallenen Kontrollflüge erneut nicht erbracht werden. Um die Abhängigkeit von stark beschäftigten Drohnen-Fliegern zu verringern, plant die Hochschule für weitere Feldtest für die Saison 2024 eine eigene geeignete Drohne anzuschaffen und die Kontrollflüge zukünftig selber durchzuführen, siehe Abschnitt 6.

5.2 Energieverbrauch

Die Kitzretter wurden vom 14.04.2023 bis zum 18.05.2023 in Betrieb im Testgebiet aufgestellt. Durch die verbesserte Energieverwaltung war ein zwischenzeitliches Abbauen und Nachladen der Akkus, im Gegensatz zum Vorgängermodell, nicht mehr erforderlich.

In der nachfolgenden Grafik ist das Entladeverhalten aller Kitzretter in allen Wiesen dargestellt. Bei voll aufgeladenen Akkus beträgt die Spannung 4,2 Volt. Diese Spannung nimmt bei Entladung des Akkus immer weiter ab, wobei die Entladekurve nicht linear ist (vergleiche Abbildung 7). Die verwendeten Lithium-Polymer-Akkuzellen können bis zu einer Spannung von 3,3 Volt entladen werden. Bei darunterhinaus gehender Entladung drohen dauerhafte Beschädigung der Akkuzelle bis hin zum Totalausfall. Der Bereich von 4,2 Volt bis 3,3 Volt entspricht also einer Restkapazität von 100% - 0%.

Anhand des Spannungsverlaufs über die Betriebszeit zeigt sich, dass die Sollarforderung eines Betriebes über die gesamte Mähseason (Mitte April bis Mitte Mai) problemlos möglich ist. Abbildung 6 zeigt die Verteilung der Betriebstage bis zu einer Entladung auf 75%, 50% und 25% Restspannung, wobei die rote Markierung den Median zeigt, die Box die Spreizung vom zweiten und dritten Quartil und die Ausleger den Maximal- und Minimalwert.

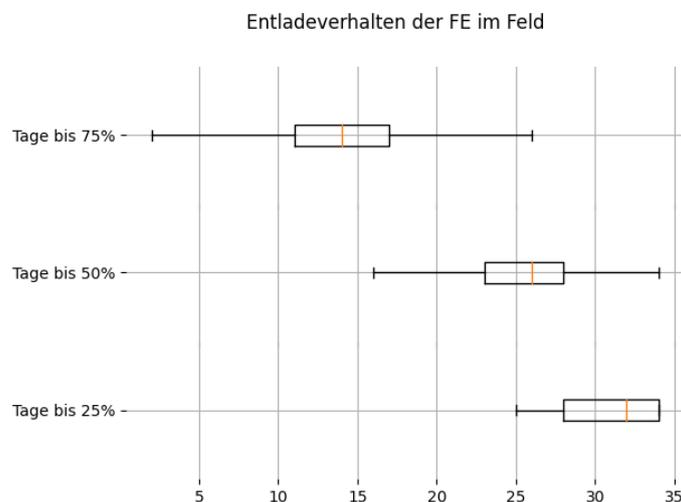


Abbildung 6: Verteilung der Betriebstage bis Erreichen von 75%, 50% und 25% Restladung

Die praktischen Erprobungen im Rahmen der Feldtests haben gezeigt, dass die Hälfte der Kitzretter (auch allgemein Feldeffektoren (FE) genannt) nach etwa 26 Tagen immer noch die Hälfte der

Batteriespannung aufweist, womit die Ziellaufzeit von etwa fünf bis sechs Wochen im Feld (35 - 42 Tage) erreicht werden kann.

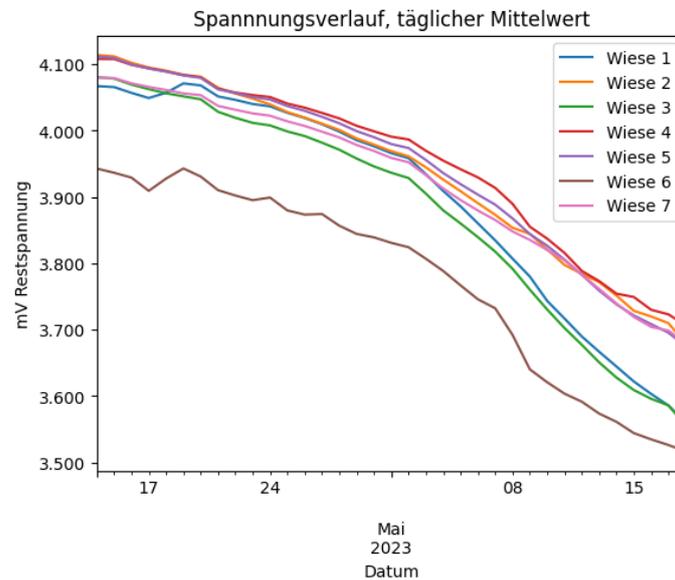


Abbildung 7: Entladekurve, täglich gemittelt über alle Wiesen. Das unterschiedliche entladeverhalten zwischen den Wiesen ergibt sich aus unterschiedlichen Distanzen zum Gateway sowie ein niedrigerer Startladezustand bei Wiese 7.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend kann bezogen auf die in Abschnitt 1.1 aufgeführten Projektziele formuliert werden, dass das Projektziel zur Weiterentwicklung der digitalen Kitzretter durch signifikante Reduzierung des Stromverbrauchs und einer verbesserten Systemstabilität und Erreichbarkeit auf den Testwiesen vollumfänglich erreicht wurde. Die digitalen Kitzretter sind offenbar effektiv, da in keiner der ausgestatteten Flächen Ausmähungen gemeldet wurden. Ein wissenschaftlicher Nachweis der Effektivität des Systems in Form einer konkret dokumentierten Menge an vergrämten Kitze konnte jedoch aufgrund der ausgefallenen Kontrollflüge erneut nicht erbracht werden. Um diese Abhängigkeit von stark beschäftigten Drohnen-Fliegern zu verringern, wurde für weitere Feldtest von der Hochschule Emden/Leer eine eigene Drohne angeschafft, um die Kontrollflüge zukünftig selber durchzuführen.

Darüber hinaus gibt es mehrere technische Verbesserungsideen für das digitale System zur Wildvergrämung, die während der Durchführung der Feldtests erarbeitet wurden und in ein zukünftiges Design einfließen werden:

Eine Möglichkeit besteht darin, die Vergrämungsaktionen stärker zu randomisieren. Anstatt alle KR zeitsynchron zu aktivieren, könnten sie innerhalb der geplanten Vergrämaktion zufällig mal der eine und mal der andere aktiv Licht- und Tonsignale aussenden. Dadurch würde die Mustererkennung durch die Rehe erschwert. Ein größere Variabilität des Geräuschgenerators ist ebenfalls sinnvoll. Dies könnte durch die Verwendung von Hochtönen, Tieftönen, Stakkato

oder Sweeps erreicht werden. Durch unterschiedliche Geräusche könnte eine größere Abwechslung erzeugt werden, um die Aufmerksamkeit der Rehe aufrechtzuerhalten.

Eine weitere Idee besteht darin, die Gesamtlautstärke des Systems zu erhöhen. Durch eine höhere Lautstärke könnte die Reichweite der Vergrämungseffekte verstärkt werden - dies steht jedoch im Konflikt mit einer maximal zulässigen Geräuschbelastung von möglichen Anwohnern.

Zusätzlich könnte die Implementierung eines Rundumlichts in das System erwogen werden, das besonders im Tagesbetrieb heller leuchtet. Die bisherigen KR sind durch den einseitigen Aufbau der LED nur von einer Seite aus zu sehen. Rehwild auf der 'Rückseite' kann das grelle direkte Licht der LED entsprechend nicht wahrnehmen.

Die Montage der Kitzretter an Weidezaunpfählen mit Flügelmuttern kann recht zeitaufwendig sein, etwa 2-3 Minuten pro Gerät. Es wäre von Vorteil, zukünftig ein schneller montierbares Befestigungssystem zu entwickeln, um die Montagezeit zu verkürzen.

Durch die Umsetzung dieser Verbesserungsideen könnte das digitale System zur Wildvergrämung effektiver und effizienter gestaltet werden, um eine noch bessere Wirkung bei der Abwehr von Rehwild zu erzielen.

Tilman Leune (tilman.leune@hs-empden-leer.de)
Carsten Koch (carsten.koch@hs-empden-leer.de)
Hochschule Emden/Leer | Fachbereich Technik
Labor Technische Informatik (www.hs-empden-leer.de/sl/ti)
20.12.2023