



# **Berichte über Landwirtschaft**

Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft

**BAND 102 | Ausgabe 1**

**Agrarwissenschaft**  
**Forschung**  

---

**Praxis**

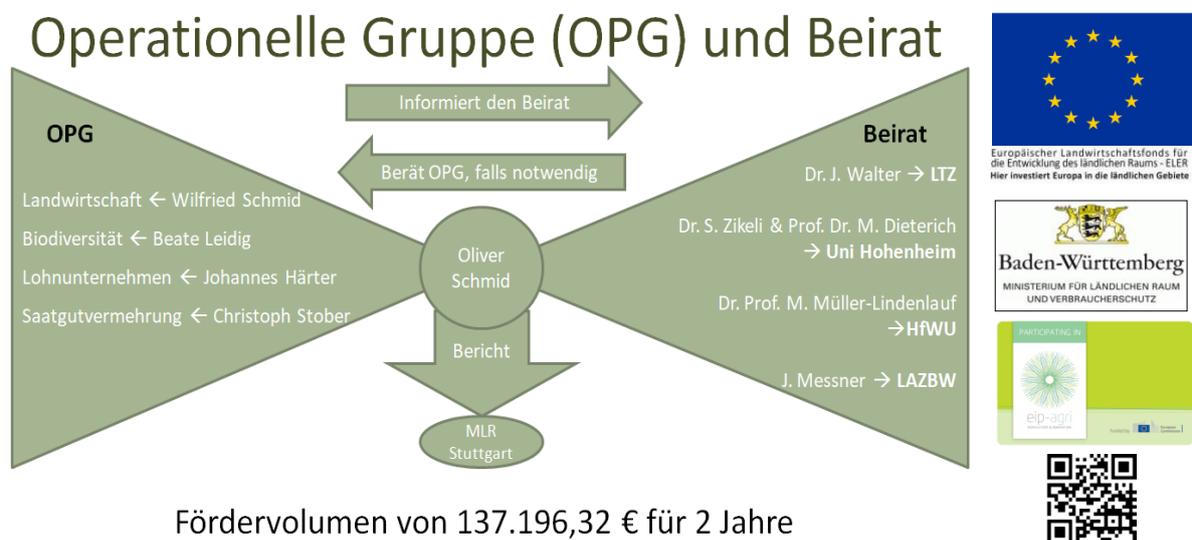
## Wandernde Wiese® - Teil II

### Pflanzenanbau auf Heuballen als Weg zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit

Oliver Schmid

#### 1 Einleitung

Im Beitrag „Wandernde Wiese® - Teil I“ wurden die Ideen und Ziele dieses Ackerbausystems vorgestellt. Dabei wurde großer Wert daraufgelegt, dass es sich um ein allgemein gültiges Vorhaben handelt, das allein mit den naturwissenschaftlichen Grundprinzipien und der Logik begründet werden kann. Ziel ist eine möglichst nachhaltige Bewirtschaftungsform, die großflächige Naturschutzmaßnahmen auf den Ackerflächen etabliert, um daraus eine gesteigerte Bodenfruchtbarkeit in den Folgejahren zu generieren. Seit dem 01. Januar 2023 hat das Ackerbausystem Wandernde Wiese® ein eigenes Forschungsprojekt bewilligt bekommen, welches im Rahmen der europäischen Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-Agri) gefördert wird. Über die zweijährige Projektlaufzeit wird nun der theoretische Ansatz in die Praxis umgesetzt und dessen Wirksamkeit überprüft. Die Versuche werden von der operationellen Gruppe durchgeführt und von einem wissenschaftlichen Beirat begleitet. Nach der Projektlaufzeit werden die Ergebnisse dem Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) zur Verfügung gestellt und im Rahmen eines Abschlussberichts veröffentlicht, siehe Abbildung 1.



**Abbildung 1: Operationelle Gruppe (OPG) und Beirat im EIP-Agri Projekt Wandernde Wiese [1]**

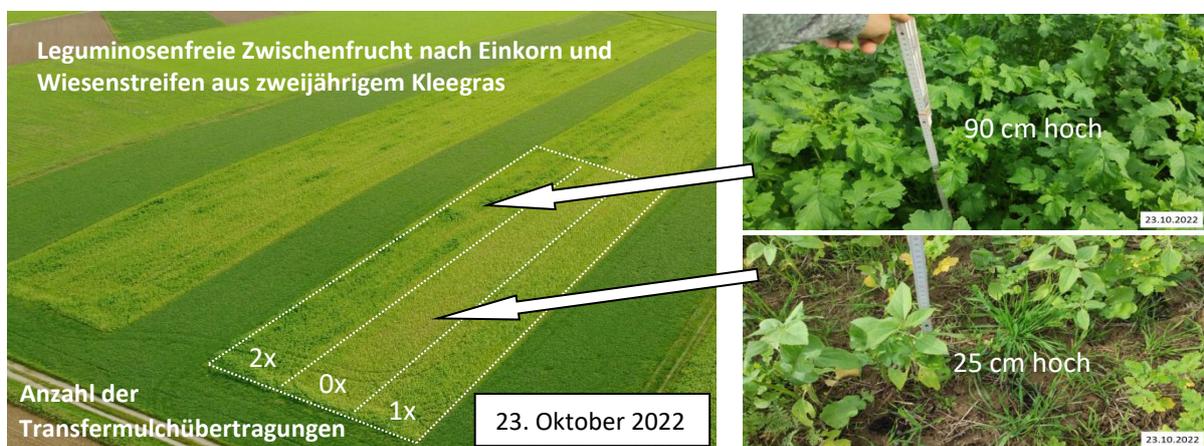
Der Schwerpunkt des EIP-Agri Projekts Wandernde Wiese liegt auf der Etablierung von Wiesenstreifen in großen Ackerflächen. Daraus ergeben sich viele Vorteile für den produktionsintegrierten Natur- bzw. Klimaschutz. Durch eine günstige Anordnung der Wiesenstreifen ist es möglich deren Aufwuchs kostengünstig in die angrenzenden Ackerstreifen zu befördern. Der damit erzielte nährstoffreiche Transfermulch wurde in einem Vorversuch flach in den Ackerboden eingearbeitet und so dem Bodenleben zur Verfügung gestellt, siehe Abbildung 2.



**Abbildung 2: Transfermulchübertragung mit Ladewagen und Bodenbearbeitung mit Scheibenegge**

Um die Wirkung des Transfermulchs festzustellen, wurde die Anzahl an Transfermulchmaßnahmen unterschiedlich oft durchgeführt und miteinander verglichen, siehe weiß markierte Bereiche in Abbildung 3. Bei dem dort ersichtlichen linken Teilstreifen wurde der abgemähte Aufwuchs von den angrenzenden Wiesenstreifen am 11. Juni 2022 mit dem Feldhäcksler und am 28. Juli 2022 mit dem Ladewagen übertragen. Bei dem rechten Teilstreifen wurde nur der abgemähte Aufwuchs vom 11. Juni 2022 mit dem Feldhäcksler transferiert. Der mittlere Teilstreifen ist die die unbehandelte Kontrollfläche, die nicht mit Transfermulch versorgt wurde.

Nach der Bodenbearbeitung wurde auf die komplette Ackerfläche eine leguminosenfreie Zwischenfrucht eingesät, die sich unterschiedlich gut entwickelt hat. Auf dem linken Streifen ist die Zwischenfrucht dicht und bis zu 90 cm hoch gewachsen, auf der angrenzenden Nullparzelle hingegen ist sie bis zum selben Vegetationszeitpunkt nur lückig und 25 cm hoch aufgegangen.



**Abbildung 3: Leguminosenfreie Zwischenfrucht nach Einkorn im System Wandernde Wiese®**

## 2 Zielsetzung und Motivation

Aus den Ergebnissen der oben beschriebenen Transfermulchübertragung entwickelte sich die Fragestellung, in wie weit sich der festgestellte wachstumsfördernde Effekt weiter verbessern lässt. So soll mit dem Transfermulch eine intensive Bewirtschaftungsweise auf kleiner Fläche entstehen, die gleichzeitig praxistauglich, umweltverträglich und wirtschaftlich ist. Als Ergebnis dieser theoretischen Überlegung ergab sich das Verfahren „biointensiver Pflanzenbau auf Heuballen“. Dazu wird der Aufwuchs der Wiesenstreifen als Heuballen gepresst und an einen anderen Ort mit genügender Wasserversorgung transportiert. Dort werden die Heuballen in Reihen aufgestellt und mit Erde bzw. reifem Kompost bedeckt werden. Diese Hochbeete sollen dann stets mit wachsenden Pflanzen belegt sein. Mehrmals im Jahr werden sie mit neuen Jungpflanzen bzw. neuem Saatgut bestellt, damit möglichst viel Ertrag pro Fläche erwirtschaftet werden kann. Die Pflanzensamen und vorgezogenen Jungpflanzen wachsen in der Erde bzw. in dem reifen Kompost heran und bilden dann tiefere Wurzeln in den Heuballen. Es muss bei dieser Anbaumethode jedoch sichergestellt werden, dass das Sickerwasser aus den Heuballen nicht in die Umwelt gelangt. Denn dort würde es den umliegenden Untergrund mit zu hohen Nährstofffrachten belasten. Weiterhin wird darauf geachtet, dass möglichst wenig Trinkwasser aus dem Wassernetz genutzt wird, da für viele Kommunen die zunehmenden Dürreperioden eine Herausforderung für die Wasserversorgung im Sommer darstellen.

Der Gemüsebau auf Rund- oder Quaderballen wird bereits im Hobby- und Heimbereich praktiziert. So kann z.B. Lisa Haidorf und Uta Reimann bereits vielversprechende Anbauergebnisse auf Wiesenheu oder auf Stroh vorweisen. Gemeinsam ist beiden Verfahren jedoch, dass sie auf zusätzliche Düngemittel in Form von z.B. Tiermist, Kompost, Brennnesseljauche, Schafwolle oder Mineraldünger angewiesen sind. So soll eine ausreichende Nährstoffversorgung für die Gemüsepflanzen bereitgestellt werden [2 und 3], siehe Abbildung 4.



**Abbildung 4: Gärtnern auf Heu- bzw. Strohballen: links Wiesenheu [2], rechts Stroh [3]**

Es stellt sich dabei die Frage, ob auf diesen zusätzlichen Dünger verzichtet werden kann, wenn die Heuballen bereits einen ausreichend hohen Anteil an proteinreichen Leguminosen enthalten. Diese Pflanzenart, wie z.B. Klee oder Luzerne, ist in der Lage durch Symbiose mit Knöllchenbakterien erhebliche Mengen an Stickstoff aus der Luft ( $N_2$ ) für das eigene Wachstum zu binden, welches dann den Pflanzen auf dem Heuballen als Nährstoffquelle dient. Über die Vegetationszeit soll dann der innere Teil des Heuballens verrotten und schließlich wieder auf den Acker als Dünger bzw. Bodenverbesserer zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit ausgebracht werden.

### 3 Versuchsdurchführung:

Für den ersten Versuch wurde am 1. April 2023 ein Heuballen aus gepresstem Luzernegras (Maße LxBxH: 2,5 m x 1,2 m x 0,7 m) ins Freie auf einen betonierten Untergrund gelegt. Da dieser Heuballen nun als Hochbeet dienen und in Quaderform erhalten bleiben soll, wurden die Ballenschnüre nicht aufgeschnitten. Anschließend wurde auf dem Heuballen eine 3-5 cm dicke Schicht Ackerboden verteilt und kräftig bewässert. Die regelmäßigen Niederschläge haben dafür gesorgt, dass der Heuballen in der Brachezeit nicht austrocknete und somit kein weiteres Bewässern notwendig war. Das überschüssige Regenwasser floss über die komplette Versuchszeit in eine Güllegrube und wurde dort gesammelt.

Am 22. April wurden dann Haferkörner ausgesät und am 06. Mai wurden auf den Heuballen die vorgezogenen Jungpflanzen (3x Tomate, 2x Kürbis, 2x Gurke, 2x Paprika) gesetzt. Hierzu wurden die Jungpflanzen ohne Pflanztopf direkt auf den Ackerboden gestellt und mit zusätzlichem Ackerboden seitlich angehäufelt, siehe Abbildung 5.



**Abbildung 5: Bepflanzter Heuballen aus Luzernegras am 11. Mai 2023**

Zu diesem Zeitpunkt hatte sich die oberste Schicht im unbepflanzten Bereich des Heuballens bereits in eine schwarz-braune Masse umgewandelt, die sich leicht mit der Hand aus dem Heuballen herausziehen lässt. Dieser Umwandlungsprozess wanderte über die Zeit tiefer in das Innere des Heuballens hinein. Dabei färbt sich das Heu schließlich tiefschwarz und nimmt dabei einen leicht erdigen Geruch an, siehe Abbildung 6.



**Abbildung 6: Oberste Heuballenschicht mit Fingern aus dem Heuballen gezogen**

Die Pflanzen konnten sich auf dem Heuballen etablieren und zeigten gutes Wachstum ohne Anzeichen von Krankheiten, siehe Abbildung 7. Anfang Juni wurden dann zusätzlich Radieschen-, Karotten- und Pflücksalatsamen in Form von Saatbändern oberflächlich in den Boden eingearbeitet



**Abbildung 7: Bepflanzter Heuballen aus einem Luzernegrasgemenge am 17. Juni 2023**

Die Pflanzen auf dem Heuballen wurden über die Versuchszeit mindestens zwei Mal pro Tag gegossen. An Regentagen wurden sie mit weniger Wasser versorgt, an Sommertagen entsprechend dem Bedarf erhöht. Der notwendige Wasserbedarf stieg mit dem Wachstum der Pflanzen über die Vegetationszeit an und wurde anhand des Turgors der Blattzellen geschätzt. Die Versorgung der Pflanzen mit Wasser wurde so gesteuert, dass eine gesunde Blattausbildung erreicht wurde. An heißen Sommertagen musste so bis zu fünf Mal pro Tag gegossen werden. Eine Tropfbewässerung sorgt für eine sparsame Wasserversorgung, die das Gießwasser optimal für die Aufnahme der Pflanzen bereitstellt. Das Gießen mit der Gießkanne führt zu großen ungenutzten Wassermengen, die entweder über den Rand des Heuballens abgelaufen oder schnell durch ihn durchsickern. Das Sickerwasser verfärbte sich zu dieser Zeit in eine schwarz-braune Flüssigkeit, die dann an heißen Tagen zu einer kohleähnlichen Schicht auf dem betonierten Untergrund eintrocknete. Beim nächsten Regen löste sich dieser feste Rückstand wieder auf und wurde in die darunterliegende Güllegrube geleitet. Über die Zeit wurden je nach Bedarf Rankhilfen für die Pflanzen aufgestellt. Die Unkrautbekämpfung erfolgte nur sporadisch, da der Unkrautdruck sehr gering war. Die wenigen Unkrautpflanzen aus dem Ackerboden stellten keine Konkurrenz für die Gemüsepflanzen dar. Weitere Pflanzensamen aus dem Heuballen sind nicht gekeimt, da die Ackerbodenschicht zu dick war. Diese Schicht hat auch als Lichtbarriere gewirkt, Sonnenstrahlen konnten damit das darunterliegende Heu nicht erreichen. Die Pflege der Pflanzen, wie zum Beispiel das Ausgeizen der Tomatenpflanzen, wurde auf ein Minimum reduziert, sodass die Pflanzen möglichst viele Blätter tragen konnten. Dies führte schließlich aber auch zu einer Verbuschung der einzelnen Pflanzen. Das starke Pflanzenwachstum und der zu enge Pflanzabstand haben dann dazu beigetragen, dass schließlich große Triebe wegen Platzmangel abgeschnitten werden mussten, siehe Abbildung 8.



**Abbildung 8: Bepflanzter Heuballen aus Luzernegras am 03. Juli 2023**

Die Beeinträchtigung durch Schadinsekten, wie z.B. Läuse und Heuschrecken war so gering, dass hier keine Maßnahmen ergriffen werden mussten. Es waren auch über die komplette Vegetationszeit keine Schnecken auf den Pflanzen vorhanden, da der Heuballen isoliert auf einem betonierten Untergrund stand. Mäusegänge wurden im Inneren des Heuballens auch nicht beobachtet, da der Sauerstoff in der Luft zu gering für die Nager war. Denn durch die hohe mikrobielle Aktivität wird dieser sofort verbraucht und so können Mäuse hier nicht überleben. Durch den hohen Proteingehalt im Heuballen infolge der Leguminose Luzerne war zu dieser Zeit auch ein leichter Geruch wahrnehmbar, der an Stalmist erinnerte. Es wird vermutet, dass die offenen Seiten des Heuballens einen Kamineffekt erzeugen so dass dort Emissionen direkt austreten können. Die Ackerbodenschicht auf dem Heuballen hingegen wirkte wie eine Barriere, die die aufsteigenden Gase zu den Wurzeln des gepflanzten Gemüses zurückhielt.

Am 11. Juli drückte dann ein heftiger Sturm die Haferpflanzen und die mittlere Tomatenpflanze im „Heuballenbeet“ nieder, da die Rankhilfen im nun verrotteten Heuballen keinen Halt mehr hatten. Ab diesem Zeitpunkt reiften die Haferpflanzen. Mehltau breitete sich allerdings auf den älteren Gurken- und Kürbisblättern aus. Im biointensiven Gemüseanbau hätte hier gleich die nächste Kultur etabliert werden müssen, aber da die anderen Pflanzen sich stetig weiter ausbreiteten, wurde dieser Schritt nicht durchgeführt. Die restlichen Pflanzen wurden nach dem Sturm mithilfe von Seilen am Eisengitter befestigt, das so auch von den Kürbissen als Rankhilfe genutzt wurde. Als die Pflanzen dann das Abreifstadium erreichten und schließlich abstarben, fiel auch der Heuballen an dieser Stelle stärker in sich zusammen, siehe Abbildung 9.



**Abbildung 9: Bepflanzter Heuballen aus Luzernegras am 31. Juli 2023**

Damit eine Aussage über den Ertrag und den Verkaufswert der jeweiligen Pflanzen zu erhalten, wurden deren Erntemengen stets gewogen und mit dem Ladenpreis multipliziert. Der theoretische Gesamterlös aus diesem ersten Vorversuch belief sich dann auf ca. 50 €, was dem eigentlichen Verkaufswert von dem Heuballen entspricht. Vorteilhaft hier ist, dass der Heuballen über die Zeit im Inneren verrottet und die Nährstoffe somit im landwirtschaftlichen Betriebskreislauf erhalten bleiben. Beim Verkauf von Luzerneheu würden die Nährstoffe komplett abgegeben werden, was langfristig zu einer Abnahme der Erträge im Ackerbau führen würde. Der Arbeitszeitbedarf für den Aufbau und die Pflege der Pflanzen wurden nicht ermittelt. Die folgenden Bilder in Abbildung 10 zeigen eine Auswahl der Pflanzen, die über den kompletten Versuchszeitraum auf einem Heuballen aus Luzernegras gewachsen sind.



**Abbildung 10: Heuballengemüse aus dem Vorversuch**

Am 05. September 2023 wurde mit der Untersuchung des Inneren des Heuballens begonnen. Dazu wurden die Ballenschnüre aufgeschnitten und das Heu von einer Seite entfernt. Am Randbereich fand sich eine Schimmelzone, welche umso ausgeprägter ist, je weniger Gießwasser auf diese Stelle traf. Im Inneren Bereich konnte der Heuballen in mehrere Schichten unterteilt werden, die sich durch Geruch und Aussehen deutlich voneinander unterschieden. Der oberste Bereich im Heuballen war mit Pflanzenwurzeln durchzogen und erinnerte an morsches Holz bzw. Pappmaché. Im mittleren Bereich befand sich eine Schicht, die nach leicht angebrannter Silage roch und im unteren Bereich verhielt sich das Heu wie nasser Stapelmist. Die abgestorbenen Kürbis- und Haferpflanzen auf der rechten und linken Seite wurden schon einige Wochen zuvor entfernt. Daraufhin sind die Seiten des Heuballens viel stärker eingefallen als in dessen mittlerem Bereich, wodurch die Bogenform unterhalb der Tomatenpflanze entstand. Aus dem Heumaterial selbst entstand mit der Zeit eine schwarze Masse, die den typischen Geruch eines humosen Gartenbodens aufwies. Mithilfe einer Raspelmaschine können die ligninhaltigen Stängel im Heu in ein lockeres und weiches Gefüge zerkleinert werden, siehe Abbildung 11.



**Abbildung 11: Heuballen aus Luzernegras am 05. September 2023 und 28. November 2023**

## 4 Interpretation der Ergebnisse

Das Heu für die Versuchsdurchführung stammte von einer Ackerfläche auf der bereits mehrjähriges Luzerne-Gras-Gemenge etabliert war. Der Bestand wurde für den Versuch erst Ende Juli gemäht, sodass die Luzerneblüten zum Schnittzeitpunkt bereits größtenteils verwelkt waren und das Heumaterial auch dementsprechend verholzt vorlag.

Damit das Heu über den Winter eingelagert werden kann, muss dessen Restwassergehalt so weit reduziert werden, dass kein Stoffwechsel von den sich im Heu befindenden Mikroorganismen mehr erfolgen konnte. Diese gehen bei Wassermangel in einen Ruhezustand über oder sterben ab. Erst durch das Bewässern des Heuballens im nächsten Frühjahr wird der Stoffwechsel der ruhenden Mikroorganismen wieder reaktiviert. Es handelt sich bei den Mikroben vorrangig um Destruenten, die Kohlenhydrate, Proteine und Fette im Heu abbauen und sich dabei exponentiell vervielfältigen. Dieses mikrobielle Wachstum und die damit einhergehende Wärmeentwicklung führen dazu, dass die Temperatur im Heuballen steigt. Die Destruenten haben aber den Nachteil, dass sie ihren Energiehaushalt nur mit dem vorhandenen Pflanzenmaterial aus dem Heuballen decken können. Die Ackerbodenschicht auf dem Heuballen und das Gießwasser im stark verdichteten Heuballen hemmen zudem auch die Zufuhr mit Sauerstoff aus der Luft ( $O_2$ ), was den aeroben Stoffwechsel zur Energiegewinnung weiter einschränkt. Die Diffusion als treibende Kraft reicht hier nicht aus, um den kompletten Sauerstoffbedarf der aeroben Destruenten im Inneren des Heuballens zu decken. Es stellt sich somit nur ein Fließgleichgewicht mit geringer Sauerstoffkonzentration ein, das die Destruenten im Inneren des Heuballens dazu zwingt auf den anaeroben Stoffwechsel umzustellen, welcher weniger Energie aus der organischen Masse bereitstellen kann. Im äußeren Bereich des Heuballens hingegen ist der Kontakt zum Sauerstoff aus der Luft gegeben, sodass die Mikroorganismen in der Ackerbodenschicht den aeroben Stoffwechsel auf dem Heuballen betreiben können. Die Pflanzen auf dem Heuballen gewinnen zusätzlich Energie aus den Sonnenstrahlen durch Photosynthese, die sie für ihr Wachstum nutzen. Es entsteht eine Konkurrenzsituation zwischen den Mikroorganismen und den Pflanzen. Einerseits benötigen die Pflanzen Energie für das Wurzelwachstum, andererseits brauchen die Destruenten Energie für den Abbau der Heuballen und Pflanzenwurzeln. Daher ist das Ziel ein motivierendes Umfeld für die Pflanzen auf dem Heuballen zu schaffen, das eine möglichst hohe Photosyntheserate in der Pflanze bewirkt, die wiederum die eigenen Mikroorganismen im Wurzelbereich durch Wurzelexsudate unterstützt. Gleichzeitig muss das mikrobielle Wachstum der Destruenten gehemmt werden, denn die Pflanzen sind mit ihrem feststehenden Wurzelwerk nicht in der Lage die Position auf dem Heuballen zu verändern und können diesem Stressfaktor nicht ausweichen. Die Pflanzen sind somit gezwungen ihren jeweiligen Standort und die feinen Wurzelspitzen durch Dominanz gegenüber den konkurrierenden

Destruenten sicherzustellen. Die Pflanze selbst wird dann als lebender Indikator für erfolgreiche Maßnahmen herangezogen. Dazu gehören die Gesundheit des Wachstums der Pflanzen, ihre Farbe und der Geruch um die Pflanzenwurzeln. So ist der Geruch im Wurzelbereich einer gesunden Pflanze angenehm und ist für jede Pflanzenart typisch. Faulige und übelriechende Bereiche im Heuballen weisen hingegen auf die Ausbreitung ungewollter Mikroorganismen hin.

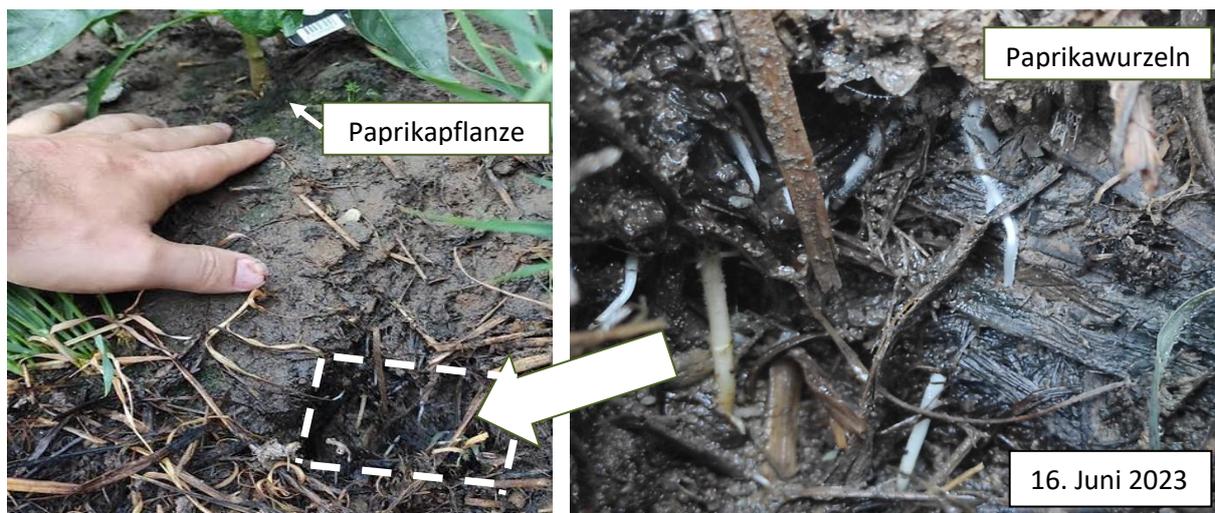
Die Abbildung 12 zeigt die Wurzelbereiche zweier verschiedenen Haferpflanzen, die zum selben Zeitpunkt untersucht wurden. Bei der linken Haferpflanze ist ein lockeres Gefüge erkennbar und die feinen weißen Wurzeln wachsen in das Heu hinein. Zum Teil passieren die Pflanzenwurzeln auch die hohlen Stängel der getrockneten Luzernepflanzen, siehe Pfeil. Die Haferpflanze konnte hier im Wurzelbereich die eigenen Mikroorganismen etablieren und gut im Heuballen weiter wachsen. Im Wurzelbereich hat sich die Farbe des Heus braun verfärbt und riecht angenehm erdig. Im Vergleich dazu sind die Wurzeln der Haferpflanze im rechten Bild nicht mehr vorhanden, da sie von den Destruenten abgebaut wurden. Selbst mit genügend Wasser, Wärme und Licht waren die Haferpflanzen in diesem Bereich nicht mehr konkurrenzfähig und der permanente Stress führte dazu, dass die Reservestoffe aus der Sprossmasse schließlich aufgebraucht wurden.



**Abbildung 12: Mikrobieller Einfluss auf den Wurzelbereich zweier Haferpflanzen**

Der Unterschied zwischen den beiden Bereichen bestand darin, dass auf der rechten Abbildung nur eine sehr dünne Schicht Ackerboden auf den Heuballen aufgebracht wurde und die Destruenten somit Zugang zum Sauerstoff aus der Luft hatten. Somit waren die Destruenten in der Lage das Heumaterial aerob abzubauen, was wiederum mehr Energie für die Destruenten bereitstellt als der mikrobielle Abbau ohne Sauerstoff. Um die mikrobielle Aktivität der Destruenten zu verlangsamen wurde dieser Bereich besonders stark bewässert. Denn das Gießwasser trägt dazu bei die hohe

Rottetemperatur stets abzukühlen und gleichzeitig wurden nützliche Mikroorganismen von den umliegenden Pflanzenwurzeln bzw. weitere feine Erdpartikel ins Innere des Heuballens befördert. Weiterhin werden die leichtlöslichen Abbauprodukte aus dem sauer riechenden Bereich ausgewaschen, sodass auch der pH-Wert im Heuballenbeet wieder neutralisiert wird. Die Abbildung 13 zeigt, dass die Bedingungen im Heuballenbeet nach zweiwöchigem Gießen so verändert wurden, dass sich hier nun feine weiße Wurzeln von der benachbarten Paprikapflanze ausbreiten können. Dieser Bereich weist zum 16. Juni auch keine übelriechende Gerüche mehr auf, sodass die Aktivität der Destruenten eingedämmt werden konnte und nun von den Paprikawurzeln dominiert wird.



**Abbildung 13: Paprikawurzeln in Bereichen, in denen die Haferpflanzen zuvor abgestorben sind**

Nachdem der Heuballen im September geöffnet wurde sind auch die Pflanzenwurzeln aus dem inneren Bereich sichtbar. Im Heuballen liegen je nach Lage unterschiedliche Bedingungen vor, die dazu führen, dass sich die Mikroorganismen an die jeweilige Situation angepasst haben oder dazu beitragen, dass die unterschiedlichen Schichten im Heuballen erst ausbilden. Die oberste Heuballenschicht zeigt, wie z.B. die Wurzeln der Tomatenpflanzen in das Heumaterial hineinwachsen können und es mithilfe der umliegenden Mikroorganismen zu einem Verbund verfestigen. So lassen sich die einzelnen Pflanzenteile aus dem Heu erst durch leichtes Brechen voneinander lösen. Der Verbund aus Heu und Wurzeln besitzt einen angenehm erdigen Geruch, siehe Abbildung 14.



**Abbildung 14: Oberste Heuballenschicht durchwurzelt von einer Tomatenpflanze**

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob die Nährstoffe aus dem Heu erst zur Verfügung stehen nachdem sie von den Mikroorganismen in einen wasserlöslichen Zustand mineralisiert wurden oder ob der Zellinhalt aus dem Heumaterial und die umliegenden Mikroorganismen schon als Ganzes von der Pflanze aufgenommen werden können. So beschreibt Dr. James White mit dem Rhizosphärenzyklus, wie Bakterien in die Pflanzenwurzeln gelangen und dort mit reaktiven Sauerstoffverbindungen zersetzt werden. Aus diesen oxidierten Bruchstücken werden dann die Nährstoffe in den Wurzelspitzen frei und für den eigenen Zellaufbau der Pflanze genutzt. Gleichzeitig werden durch diesen Vorgang Hormone in der Wurzelspitze gebildet, die die Bildung neuer Wurzelhaare stimulieren. [4] Es handelt sich hier somit um einen Mechanismus der Pflanzenwurzel, der es ihnen ermöglicht gezielter nach verwertbaren Verbindungen zu suchen und diese auch zu nutzen. Zusätzlich beschreibt diese Vorgehensweise prinzipiell eine Möglichkeit, wie die Pflanzenwurzel in der Lage ist den anaeroben Wurzelbereich mit reaktiven Sauerstoffverbindungen zu versorgen und ihn so lokal zu beeinflussen. In der durchwurzelten Schicht im Heuballen und auch weiter im Inneren sind schwarz gefärbte Bereiche erkennbar. Es wird vermutet, dass es sich dort um das Endprodukt einer enzymkatalysierten Abbaureaktion handelt und das Heumaterial von den Destruenten unter Sauerstoffmangel in kohlenstoffangereicherte Verbindungen umgewandelt wurde. Walter Witte beschreibt ein solches Zusammenspiel biochemischer Vorgänge unter dem Begriff der mikrobiellen Carbonisierung (MC) und nutzt es für eine spezielle Form der statischen Kompostierung. Laut seinen Untersuchungen handelt sich bei dem Endprodukt seiner anoxischen Kompostiervariante um stabile Kohlenstoffverbindungen in Form von Huminstoffen, die von den Mikroorganismen nicht weiter abgebaut werden können. [5] Solche schwarzbraunen Bereiche sind auch im Inneren des Heuballens erkennbar und hier lassen sich die einstigen Heupflanzen nun zu einer pastösen schwarzen Masse zerreiben, siehe Abbildung 15. Optisch ähnelt diese Masse dem von Walter Witte beschriebenen plastischen Dauerhumus stark und sie lässt sich auch erst durch Reiben im Wasser auflösen.



**Abbildung 15: Mittlere Heuballenschicht: links Originalzustand, rechts mit Fingern zerrieben**

Unter der durchwurzelten Schicht im Heuballen liegt ein Bereich, der nach leicht verbrannter Silage riecht. Die schwarze Verfärbung ist untypisch für Silage aus Luzernegras, sodass auch hier angenommen wird, dass sich neben der Bildung von Milchsäure durch die den anaeroben Abbau der Milchsäurebakterien eine mit Kohlenstoff angereicherte Masse im Heuballen gebildet hat. Da sich das Heumaterial in diesem Bereich durch die graphitähnliche Auflage auch leicht vereinzeln lässt, wird hier eine mikrobielle Torrefizierung des Heumaterials in Betracht gezogen. Dabei handelt es sich um einen Röstungsprozess, der Parallelen zu industriellen Pilotanlagen zeigt, die die Brennwertsdichte von ligninhaltigen Biomassen steigern. Dazu wird die Biomasse unter Sauerstoffabschluss einem übersättigten Wasserdampf ausgesetzt. So werden leichter flüchtige Bestandteile, wie z.B. Kohlenstoffdioxid, Kohlenstoffmonoxid und organische Säuren entfernt. Im Heuballen hingegen herrschen durch das stetige Gießen nicht Temperaturen von 250-400 °C, die für den industriellen Prozess notwendig sind. Es wird daher die längere Verweilzeit und das Vorhandensein mikrobiologischer Aktivitäten als Grund für die Entstehung dieser gerösteten Silage angenommen. Durch das wiederkehrende Bewässern des Heuballens werden die wasserlöslichen Bestandteile aus dem Heuballen gespült und nicht als Gase in die Atmosphäre entfernt. So ist es auch möglich, dass die graphitähnliche Auflage aus der obersten Schicht im Heuballen stammt und die Huminstoffe in den mittleren Bereich ausgeschwemmt wurden. Der unterste Bereich im Heuballen hingegen ist dadurch gekennzeichnet, dass sich die Pflanzenteile des Heus wie bei Stalmist verdichtet haben und sich nur schwer voneinander lösen. In diesem Milieu etablieren sich andere Mikroorganismen als in den darüber liegenden Schichten, was sich zu diesem Zeitpunkt auch in einem dementsprechend unangenehmen Geruch auswirkt. Der Grund dafür liegt vermutlich an der Staunässe, die durch zu häufiges und kräftiges Gießen über längere Zeit vorlag. Dadurch liegen hier auch niedrigere Temperaturen und hohe Konzentrationen an wasserlöslichen Nährstoffen vor, siehe Abbildung 16.



**Abbildung 16: Unterste Heuballenschicht mit unterschiedlichen Gerüchen: links nach torrefizierte Silage, rechts nach nassem Tretmist**

Die eben dargestellten Bilder zeigen, dass das Heumaterial am 20. Oktober unterschiedliche Umsetzungsstadien erreicht hat. Damit schließlich ein einheitlicheres Kompostmaterial entstünde, müsste das Heuballenbeet noch länger bestehen bleiben. Auch eine Begrünung über die Wintermonate mit Pflanzen wäre möglich, ehe im nächsten Frühjahr eine neue Vegetationsperiode und ein erneuter Anbau von Kulturpflanzen beginnen.

Die mehrjährige Bepflanzung von einmalig aufgesetzten Pflanzenkompostbeeten wird auch von Dr. Johannes Eisenbach praktiziert. Nach seinen Untersuchungen verringert sich über die Jahre hinweg der Gehalt an leichtlöslichen Nährstoffen im Pflanzenkompost, was die ungedüngten Pflanzen dazu zwingt das eigentliche Kompostmaterial aktiv zu zersetzen und die eigenen Mikroorganismen im Wurzelbereich über Wurzelexsudate zu ernähren. Dazu gehören auch freilebende Mikroorganismen, die ähnlich wie die Knöllchenbakterien der Leguminosen in der Lage sind den Stickstoff aus der Luft in eine pflanzenverfügbare Form umzuwandeln, sofern sie im Gegenzug von der Pflanze mit der notwendigen Energie in Form von Kohlenhydraten versorgt werden. Nach dem Verständnis von Dr. Eisenbach sind so auch die starkzehrenden Gemüsepflanzen in der Lage einen eigenen Stoffkreislauf ohne externe Düngung zu bilden, der dafür sorgt, dass über die Jahre hinweg eine sogenannte biozyklische Humuserde um das Wurzelwerk der Pflanzen entsteht. Hierbei handelt es sich dann nicht mehr um einen zu Erde umgewandelten Pflanzenkompost, sondern um ein Kohlenstoffgerüst, das durch hohe Photosyntheseraten bzw. durch Wurzelexsudate erst von den Pflanzen gebildet wurde. Dieses stellt dann ein ideales Habitat für die Mikroorganismen der Pflanze dar, was dazu führt, dass die Pflanzen besonders groß wachsen und gedeihen. [6]

Das Ausgangsmaterial der biozyklischen Humuserde besteht aus pflanzlichen Abfällen, die zunächst durch eine Heißrotte kompostiert werden müssen. Dieser Hygienisierungsprozess ist notwendig, um die Abtötung ungewollter Mikroorganismen sicherzustellen. Bei dem Pflanzenbau auf Heuballen hingegen kann auf diese aufwändige Kompostierung verzichtet werden, da die mikrobielle Aktivität ungewollter Mikroorganismen bereits beim Trocknen des Heus unterbunden wurde und die Pflanzenwurzeln große Bereiche im Quaderballen mit ihren eigenen Mikroorganismen dominiert. Das Heuballenbeet muss auch nicht mit einem Kompostvlies vor zu starker UV-Strahlung der Sonne geschützt werden, denn die Ackerbodenschicht und die Pflanzen sorgen selbst dafür, dass kein Lichtstrahl in das darunterliegende Heumaterial gelangen kann.

Weiterhin werden durch das stetige Gießen Tonpartikel aus der Ackerbodenschicht in den Heuballen gespült, was nach den Erkenntnissen von Helga Wagner die Voraussetzung für die Bildung von neuem Boden ist. So stellt die Zugabe von Gesteinsmehl in diesen Kompostmieten den Verdauungstrakt eines Regenwurmes nach mit dem Ziel aus pflanzlichen Abfallstoffen stabile Ton-Humus-Komplexe zu erschaffen. [7]

Im Heuballen können somit komplexe Umwandlungsprozesse stattfinden, die sich nicht immer genau voneinander trennen lassen. Damit der Humifizierungsvorgang im Heuballen sicherer gelingt sind weitere Verbesserungen bei dem Pflanzenbau auf Heuballen notwendig.

## 5 Weiterentwicklungen

Die folgenden Punkte zeigen Verbesserungsvorschläge auf, wie der erste Vorversuch verbessert werden kann. So soll eine Anbaumethode entstehen, die das volle Potential ausschöpfen kann.

### 5.1 Heuballenbeete

In dem ersten Vorversuch wurden verschiedene Pflanzenarten auf einem Heuballen gepflanzt, um eine möglichst vielfältige Ernte zu erhalten. Diese Vielfalt erschwerte jedoch die Pflegearbeiten an den Pflanzen, da jede Kultur für sich im Heuballenbeet in Augenschein genommen werden muss. In dem beschriebenen Vorversuch wurden Kürbis, Tomate, Gurke, Paprika und Hafer angebaut. Ausgesäte Radieschen- und Schnittsalatkulturen sind nur zurückhaltend gewachsen und wurden von den bereits etablierten Pflanzen überwuchert. Die Ursache dafür liegt wahrscheinlich darin, dass diese Feinsämereien nur über einen geringen Energievorrat aufgrund ihres kleinen Saatgutes verfügen und dadurch erschwerte Startbedingungen vorliegen. Denn lichtkeimende, kleine Unkrautsamen aus der Ackerbodenschicht sind auf dem Heuballenbeet auch nur in sehr seltenen Fällen gekeimt. Deswegen bietet es sich für zukünftige Versuche an bereits vorgezogene Jungpflanzen in das Heuballenbeet einzusetzen. Es stellt sich jedoch die Frage, ob tiefwurzelnde Gemüsearten, wie z.B. die Karotte auf einem Heuballen bereits im ersten Jahr wachsen können oder ob diese Anbaumethode nur bei einigen Gemüsearten sinnvollerweise möglich ist.

Für den ersten Vorversuch stand nur tonreicher Ackerboden als Pflanz Erde zur Verfügung. Das anfängliche Pflanzenwachstum könnte weiter verbessert werden, indem man reifen Kompost bzw. eine Mischung aus Ackerboden und Kompost auf die Heuballen ausbringt. Es wird vermutet, dass mit einer täglichen Tröpfchenbewässerung im Vergleich zu einer Gießbewässerung mehr nützliche Mikroorganismen aus diesem Kompost in den Heuballen geraten, Das wiederum würde eine höhere Sicherheit gegen die Ausbreitung unerwünschter Mikroorganismen bewirken. Um diesen Effekt zu Verstärken wird das Gießwasser in den weiteren Versuchen vorbehandelt indem zuvor Druckluft in den unteren Bereich eines mit Wasser gefüllten Vorratsbehälters eingeleitet wird. Der Sauerstoff aus den aufsteigenden Luftblasen löst sich dann im Gießwasser und soll den Wurzeln helfen die aerobe Zone im Heuballen in tiefere Schichten auszuweiten. Dieser Effekt kann jedoch auch nachteilig sein, wenn die Destruenten aktiv mit Sauerstoff aus der Luft versorgt würden. So konnte der Randbereich am Heuballen bisher auch noch nicht bepflanzt werden, da sich hier unter anderem eine unerwünschte Schimmelschicht ausbildete. Dies lag daran, dass die Seiten direkten Kontakt zur Umgebungsluft hatten und somit auch sehr schnell austrocknen konnten. Um hier Abhilfe zu schaffen wird für zukünftige Heuballenbeete eine wasserundurchlässige Teichfolie bis an das obere Ende angebracht. Das Sickerwasser aus den Heuballenbeeten kann so besser aufgefangen werden, indem die Teichfolie auch als große Entwässerungsrinne um die Heuballenreihe befestigt wird. Wenn die Teichfolie dann am Boden und an den Seiten mit Betonplatten befestigt wird, dienen diese

zusätzlich als UV-Lichtschutz der Sonne für die Teichfolie. Die Betonplatten speichern zudem die Tageswärme und geben diese über die Nacht wieder ab, was die Temperaturschwankungen über den Tag hinweg abmildert. Anstatt Betonplatten kommen auch Pflastersteine, Terrassenplatten, L-Steine, U-Kanäle oder Legosteine aus Beton, ... in Betracht. Gleichzeitig wirkt der Beton am Randbereich auch als Mäusebarriere, wobei der Effekt durch zusätzliche Winkel verstärkt werden kann. Zum Abdichten der Seiten kann der Heuballen auch mit einer biologisch abbaubaren Folie bedeckt werden, die z.B. durch Aufsprühen aufgebracht wird und nach kurzer Zeit aushärtet. [8]

Damit die gärtnerische Arbeit generell erleichtert wird, kann hier z.B. eine temperaturgesteuerte Tröpfchenbewässerung auf den Heuballenbeeten installiert werden. So kann mit zusätzlichem Gießwasser die Rottetemperatur in einem optimalen Bereich gehalten werden ehe sie einen kritischen Wert überschreitet. Sollte hier jedoch vermehrt Staunässe entstehen, muss das Sickerwasser durch Drainagerohre abgeleitet werden, siehe Abbildung 17.



**Abbildung 17: Schema Heuballenbeet Vorversuch und neue Variante**

Die Größe der Heuballenbeete ist frei wählbar und so ist der Pflanzenbau entweder in einer kleineren Kunststoffbox für den Privatgebrauch oder in groß angelegten Fahrhilfen denkbar. In den Fahrhilfen können die Wege zwischen den Heuballen mit Kompost bzw. anderen Materialien aufgefüllt werden oder die Heuballen werden ohne Zwischenräume angeordnet.

Das nährstoffreiche Sickerwasser muss in einem separaten Behälter aufgefangen werden und kann dann in aufbereiteter Form als Flüssigdünger für den Pflanzenbau auf nährstoffärmeren Quaderballen aus z.B. Wiesenheu oder Stroh verwendet werden. Dazu wird das Sickerwasser in einem Vorratsbehälter gesammelt und Druckluft in den unteren Teil des Vorratsbehälters eingeleitet, welche dann als feine Blasen aufsteigen und das Sickerwasser mit Sauerstoff anreichern. So werden die obligat anaeroben Mikroorganismen im Sickerwasser abgetötet und können sich nicht in der obersten Schicht im Heuballenbeet vermehren. Wichtig ist, dass die nährstoffärmeren Quaderballen auch auf einem wasserundurchlässigen Untergrund abgelegt werden und das nährstoffreiche Sickerwasser so lange im Bewässerungskreislauf verbleibt, bis alle Humin- und Nährstoffe als neue Pflanzenmasse umgewandelt wurde oder am nährstoffarmen Wiesenheu bzw. Stroh chemisch gebunden wird. Dazu sollen die wasserlöslichen Bestandteile wie Farbstoffe in Betracht gezogen werden, die sich an der Oberfläche des Wiesenheus oder des Strohs anreichern.

Alternativ kann der nährstoffärmere Quaderheuballen auch unter einem Heuballen aus Luzerneheu platziert werden. So kann das nährstoffreiche Sickerwasser aus dem Luzerneheu direkt durch den nährstoffärmeren Quaderballen fließen und dort zur Humifizierung des Pflanzenmaterials beitragen.

In künftigen Versuchen muss noch geklärt werden, ob der biointensive Pflanzenanbau auch auf ungetrockneten Quaderballen funktioniert. Vorteilhaft bei dieser Herangehensweise ist, dass die Prozesskette für die Herstellung dieser Quaderballen kostengünstiger ist und keine mehrtägigen Trockenperioden bzw. Energiekosten für die Heutrocknung benötigt werden. Nachteilig hingegen sind das zusätzliche Gewicht, die mangelnde Lagerfähigkeit und die fehlende Denaturierung der Proteine im Pflanzenmaterial. Es muss somit überprüft werden, ob auch hier die mikrobiologische Aktivität der Destruenten so weit reduziert werden kann, dass sich Pflanzenwurzeln in den inneren Bereich des feucht gepressten Quaderballens etablieren können.

## 5.2 Gewächshaus und Anordnung der Heuballen

Gewächshäuser schaffen ideale Wachstumsbedingungen für die Anzucht von Jungpflanzen bzw. für die Kultivierung spezieller Pflanzenarten. Nachteilig sind hier die hohen Energiemengen, die benötigt werden, wenn das Gewächshaus im Frühjahr beheizt werden muss. Die zusätzliche Abwärme aus den Heuballen kann dazu beitragen, ein günstiges Mikroklima für die Jungpflanzen auf den Heuballen zu schaffen.

Gleichzeitig steigen durch die Verrottung der Heuballen Gase auf, wobei das austretende Kohlenstoffdioxid die Photosyntheserate der Pflanzen beschleunigt. Da viele Pflanzenarten auch im Freiland wachsen können, soll der Großteil der Heuballenreihen ins Freie gestellt werden. Im biointensiven Gemüsebau sind die Beete üblicherweise 75 cm breit und können von den 45 cm breiten Laufwegen aus bearbeitet werden, ohne die eigentliche Beetfläche zu betreten. Die Nährstoffe für die Pflanzen werden im biointensiven Gemüsebau üblicherweise durch Kompostgaben oder Gründüngungen bereitgestellt. Bei den Heuballen aus Luzernegrass hingegen liegen die Nährstoffe bereits im Überschuss vor, sodass die eigentliche Beetfläche der Heuballen zum limitierenden Faktor wird. Dadurch sollten die Pflanzen auf den Heuballen über die eigentliche Beetfläche hinaus in die Wegfläche hineinwachsen können. So wird neben dem Platzmangel auch möglichst viel Sonnenlicht für die Pflanzen eingefangen. Zusätzlich sollten hochwachsende Pflanzen eher auf der Nordseite eines Heuballens wachsen, damit der Schattenwurf die kleineren Pflanzen möglichst wenig beeinträchtigt. Die Ausrichtung der Heuballenreihen ist somit von Ost nach West günstiger als von Nord nach Süd. Je nach Größe der Quaderballen können diese nur noch mit Maschinen bewegt werden, sodass hier die Reihenabstände in Abhängigkeit zum jeweiligen Fuhrpark gewählt werden müssen. Für Kleinballen, die von Hand getragen werden können, bieten sich dann auch andere Beet- bzw. Wegbreiten an.

### 5.3 Wasserversorgung

Damit genügend Regenwasser für den Pflanzenbau zur Verfügung steht, muss dieses aus den niederschlagsreichen Monaten gesammelt und für die Sommermonate gespeichert werden. So können z.B. ehemalige Güllebehälter aus der Rinderhaltung am Weiherhof als Wasserspeicher für das gesammelte Regenwasser der Dachflächen dienen. Weiterhin wäre es möglich das Wasser aus einem nahegelegenen Entwässerungsbach zu pumpen. Aus Sicht des hiesigen Wasser- und Bodenschutzamtes ist dies aber nicht in größeren Mengen und besonders nicht in Dürreperioden erlaubt. Fraglich ist, ob eine wasserrechtliche Erlaubnis zur Wasserentnahme bewilligt würde, wenn diese ausschließlich in den wasserreichen Monaten oder bei Hochwasser zum Einsatz käme. Auch könnte eine Zisterne in der Nähe eines Bachs errichtet werden, die sich nur bei einem hohen Pegelstand füllt. In dieser Zeit wäre es dann möglich das überschüssige Wasser aus der Zisterne abzupumpen und in größeren Becken zwischen zu speichern. In Dürreperioden bleibt der Zulauf zu der Zisterne dann automatisch verschlossen, weil der Pegelstand im Bach zu niedrig ist.

### 5.4 Vermarktung

Der Pflanzenbau auf Heuballen zeigt eine Alternativmethode, wie der leguminosenhaltige Aufwuchs der Wiesenstreifen im Ackerbausystem Wandernde Wiese® verwertet werden kann. Es fallen hier jedoch höhere Kosten für die Heubergung, Transport und Ausbringung als Kompost an, die durch die Wertsteigerung als Heuballengemüse ausgeglichen werden müssen. Um einen möglichst hohen Anteil an der Wertschöpfung zu erlangen, wird für die Ernte eine Direktvermarktung angestrebt. Es ist angedacht, dass die Personen aus dem näheren Umkreis jährlich eine bestimmte Anzahl an Heuballen anmieten können und dadurch im Vorfeld selbst entscheiden, welches Pflanzen als Mischkultur angebaut werden sollen. Die eigentliche Pflegearbeit wird dann von Gärtner\*innen übernommen und die Ernte erfolgt schließlich in Eigenregie im Rahmen der Miete des Heuballens für den Eigenverbrauch. Im Vergleich zum klassischen Ackerbau entfällt beim Pflanzenbau auf Heuballen die komplette Bodenbearbeitung für die Gärtner\*innen und es muss auch nicht auf die Nährstoffversorgung geachtet werden. Denn das Heu im Quaderballen besteht selbst schon aus Pflanzen, welche bereits alle Nährstoffe in einem ausgewogenen Gleichgewicht beinhalten. Es muss jedoch geklärt werden, welches Heumaterial sich für den Gemüseanbau eignet und welchen Mindestanteil an pflanzlichen Proteinen vorliegen muss.

Damit die Heuballen gegen Vandalismus bzw. Diebstahl geschützt werden können, wird das Gelände eingezäunt und nur zu festgelegten Zeiten geöffnet. Diese Herangehensweise bringt somit die Vorteile einer solidarischen Landwirtschaft (Solawi) mit sich und hilft die Arbeitsspitzen bei der Ernte zu verringern. Da hier auch nur so viel angebaut wird, wie im Vorfeld bestellt wurde kann eine Überproduktion ausgeschlossen werden. Vorteilhaft ist auch, dass die Heuballenbeete an Standorten aufgestellt werden können, an denen z.B. die Bodenqualität kein Gemüsebau zulässt.

## 6 Aussicht

Mit dem Pflanzenbau auf Heuballen soll eine Alternative zur derzeitigen Grünland- und Ackerfuttermittelverwertung aufgezeigt werden, die zugleich einen direkten Beitrag zur regionalen und saisonalen Nahrungsmittelproduktion leistet. Auch soll der Natur- und Klimaschutz auf den landwirtschaftlichen Flächen gefördert werden, indem wieder mehr landwirtschaftliche Flächen als Heuwiesen bewirtschaftet werden.

Dabei bringt der biointensive Pflanzenbau auf Heuballen sowohl Vorteile als auch Nachteile mit sich. Es muss somit die Gesamtheit des jeweiligen Systems betrachtet werden, damit ein Vergleich zwischen dem Pflanzenbau auf Heuballen und dem klassischen Pflanzenbau auf Ackerboden bzw. der Viehhaltung erstellt werden kann. Dazu gehört auch die Betrachtung des Arbeitsaufwands, die Kosten pro Erntemenge und der Ertrag pro Fläche. Weiterhin müssen bei der vorgestellten Alternative die Emissionen und der Ressourcenverbrauch berücksichtigt werden. Hierzu sind weitere umfassende Versuche notwendig, da sich die bisherigen Ergebnisse lediglich auf einen einzelnen Heuballen aus getrocknetem Luzernegrass in einer Saison beziehen.

Mit den Ergebnissen der weiteren Versuche wird auch der „Solid Carbon Pathway“ aus Wandernde Wiese® Teil I - Ideen und Ziele erweitert. Das Ziel dieses noch rein theoretischen Ansatzes ist es, nährstoffreiches Heumaterial unter Sauerstoffmangel in stabile Huminstoffe zu überführen. Denn unter diesen Bedingungen ist der Sauerstoff für den zellularen Aufbau der Mikroorganismen der limitierende Faktor, was die Mikroorganismen wiederum dazu zwingt den chemisch gebundenen Sauerstoff aus dem Heumaterial für das eigene Wachstum abzubauen. Die daraus entstandenen Huminstoffe enthalten auch wasserlösliche Fulvin- und Huminsäuren, welche mit dem Gießwasser aus dem nährstoffreichen Heuballen ausgewaschen werden. Die wasserlöslichen Bestandteile sollen dann wie Farbstoffe behandelt werden und an die Oberfläche eines nährstoffarmen Quaderballens angereichert werden. Dazu werden die wasserlöslichen Fulvin- und Huminsäuren so lange in einem separaten Bewässerungskreislauf geführt, bis die Aufnahmekapazität des nährstoffarmen Quaderballens erreicht ist. Idealerweise kann während diesem Prozess auch gleichzeitig Pflanzenwachstum auf dem nährstoffärmeren Quaderballen stattfinden.

Weiterhin soll auch geklärt werden, in welchem Umfang die Prozesse der Rhizophagie, der mikrobiellen Carbonisierung und der Bildung von biozyklischer Humuserde bzw. von neuem Boden im Heuballenbeet stattfinden.

## Zusammenfassung

### Wandernde Wiese® Teil II

#### Pflanzenanbau auf Heuballen als Weg zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit

Mit dem Pflanzenbau auf Heuballen soll eine Möglichkeit aufgezeigt werden, wie Lebensmittel einfach und ressourcenschonend produziert werden können. Dazu werden Heuballen in Reihen auf einen wasserundurchlässigen Untergrund aufgestellt und mit Erde bzw. Kompost bedeckt. Die Jungpflanzen wachsen in dieser Pflanz Erde heran und über die Zeit dringt deren Wurzelsystem in den obersten Bereich des Heuballens hinein. Durch das regelmäßige Gießen der Pflanzen werden die wasserlöslichen Bestandteile aus dem Heuballen ausgewaschen und dieses Sickerwasser wird in einem separaten Behälter aufgefangen. So wird der Untergrund und die Umwelt nicht durch die hohen Mengen an Humin- und Nährstoffen belastet. In einem Vorversuch ist es gelungen bereits im ersten Jahr gesundes Pflanzenwachstum auf getrocknetem Luzernegras zu etablieren und vielversprechende Erträge zu ernten. Über die Zeit verrottet das Heumaterial und dieses kann schließlich wieder auf den Acker als Bodenverbesserer ausgebracht werden. Es sind jedoch weitere Untersuchungen und Wiederholungen notwendig und vorgesehen, um das volle Potential eines biointensiven Pflanzenanbaus auf Heuballen auszuschöpfen.

## Summary

### Wandernde Wiese® - part II

#### Plant cultivation on hay bales as a way to increase soil fertility

The plant cultivation on hay bales shall show a possibility how food can be produced easily and in a resource-saving manner. For this purpose, hay bales are placed in rows on an impermeable subsoil and covered with soil or compost. The young plants grow in this potting soil and the root system penetrates into the hay bale over time. By watering the plants regularly, the water-soluble components are always washed out of the hay bale and this seepage water is collected in a separate container. Because of this the subsoil and the environment are not polluted by the high amounts of humic and nutrients. In a preliminary test, it was possible to establish healthy plant growth in the first year and to harvest promising vegetable yields from a hay bale made of alfalfa grass. However, further research and iterations are needed to realize the full potential of bio-intensive plant cultivation on hay bales.

## Literatur

- 1 Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume – für die Gemeinsame Agrarpolitik der EU (DVS), Stand 09.01.2024, URL: [https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/agrar-umwelt/eip-agri/eip-projekt-datenbank/projektsuche/?tx\\_eipagri\\_eipagri%5Baction%5D=projektDetail&tx\\_eipagri\\_eipagri%5BcomingFrom%5D=suche&tx\\_eipagri\\_eipagri%5Bcontroller%5D=EIPAgri&tx\\_eipagri\\_eipagri%5Blanguage%5D=de&tx\\_eipagri\\_eipagri%5BprojektId%5D=409&cHash=5b990a232d9955abcdd2cb79fdbc3e34](https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/agrar-umwelt/eip-agri/eip-projekt-datenbank/projektsuche/?tx_eipagri_eipagri%5Baction%5D=projektDetail&tx_eipagri_eipagri%5BcomingFrom%5D=suche&tx_eipagri_eipagri%5Bcontroller%5D=EIPAgri&tx_eipagri_eipagri%5Blanguage%5D=de&tx_eipagri_eipagri%5BprojektId%5D=409&cHash=5b990a232d9955abcdd2cb79fdbc3e34)
- 2 Rolf & Lisa Haidorf, Stand 09.01.2024, URL: <https://paradies-am-lusen.de/kuerbis-im-heuballen/>
- 3 Uta Reimann-Höhn, [www.lernfoerderung.de](http://www.lernfoerderung.de), Stand 09.01.2024, URL: <https://pflanzen-auf-stroh.de/strohballen-besorgen/gaertnern-auf-stroh>
- 4 White, J. F., Kingsley, K. L., Verma, S. K. & Kowalski, K. P. Rhizophagy Cycle: An Oxidative Process in Plants for Nutrient Extraction from Symbiotic Microbes. *Microorganisms* 6, (2018), DOI <https://doi.org/10.3390/microorganisms6030095>
- 5 Walter Witte, Witte Bio Consult, Stand 09.01.2024, <https://www.mc-bicon.de/die-fakten.php#Kompostierung>
- 6 Johannes Eisenbach, BHS Biocyclic Humus Soil GmbH, Stand 09.01.2024, <https://biocyclic-humus-soil.com/blog/natuerliche-bodenbildung-und-biozyklischer-humuserde.html>
- 7 Helga Wagner, *Der biologische Land- und Gartenbau (Teil 1: Grundlagen und Methoden)* 15-18, ÖKO.L Zeitschrift für Ökologie, Natur und Umweltschutz, 1980, Band 2, Abrufbar und Urheberrechte ZOBODAT NaturkdI. Station Stadt Linz/Austria; download unter [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at), [https://www.zobodat.at/pdf/OEKO\\_1980\\_2\\_0015-0018.pdf](https://www.zobodat.at/pdf/OEKO_1980_2_0015-0018.pdf)
- 8 Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ) Schulgasse 18, 94315 Straubing, ISSN: 1614-1008, 2008, Abrufbar unter <https://www.tfz.bayern.de/stofflichenutzung/projekte/267475/index.php>, download unter [https://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/biokraftstoffe/dateien/tfz\\_bericht\\_58\\_siloprax\\_ges.pdf](https://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/biokraftstoffe/dateien/tfz_bericht_58_siloprax_ges.pdf)

## Anschrift des Autors

Oliver Schmid

Agrarforschung Wandernde Wiese®

Weierhof 1

72401 Haigerloch-Owingen

E-Mail: [oliver.schmid@wanderndewiese.de](mailto:oliver.schmid@wanderndewiese.de)