

AP 11 Projektbaustein Luzerne in der Landwirtschaft

1. Ziel und Einordnung

Im Projekt MicroGrow wird untersucht, wie kleinkörnige Futterleguminosen – mit Schwerpunkt auf der Luzerne – so angebaut, geerntet und aufbereitet werden können, dass sie sowohl als hochwertiges Grundfutter als auch als pflanzlicher Rohstoff für stoffliche Verwertungswege dienen. Der landwirtschaftliche Teil dieses Arbeitspaketes bildet dabei die agronomische Grundlage und beschreibt, unter welchen Standort-, Bewirtschaftungs- und Erntebedingungen Luzernequalitäten entstehen, die sich für eine technische Weiterverarbeitung eignen.

Im Mittelpunkt steht die Frage, wie die klassischen Ziele des Futterbaus – hohe Futterqualität, stabile Erträge, pflanzenbauliche Vorteile in der Fruchtfolge – mit neuen stofflichen Nutzungspfaden verbunden werden können. Die Luzerne übernimmt dabei eine Leitfunktion, da sie durch ihre hohe Trockenheitstoleranz, ihren Eiweißgehalt und ihre ausgeprägte Biomassebildung sowohl im Futterbau als auch in technischen Prozessen besondere Eignung zeigt.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Betrachtung veränderter agronomischer Rahmenbedingungen. Klimatische Veränderungen führen zunehmend zu instabileren Erntefenstern und größerer Qualitätsstreuung in der Heuwerbung. Dies macht deutlich, dass landwirtschaftliche Betriebe neue, flexible Verwertungswege benötigen, um Qualitätsschwankungen abzufedern – insbesondere in Regionen mit reiner Feldtrocknung. Die im Projekt betrachtete Fraktionierung eröffnet hier neue Optionen, da sie Blatt- und Stängelanteile gezielt trennt und so sowohl hochwertiges Eiweißfutter als auch einen technisch nutzbaren Faserrohstoff liefern kann.

Damit schafft dieses Arbeitspaket die Verbindung zwischen agronomischem Fachwissen, klima- und standortabhängigen Produktionsbedingungen und den technischen Anforderungen des späteren Verarbeitungsprozesses. Es zeigt, wie sich Luzerne in verschiedenen Betriebstypen – von viehhaltend bis viehlos – nachhaltig integrieren lässt und welche Rolle sie in zukünftigen regionalen Wertschöpfungsketten einnehmen kann.

2. Bedeutung kleinkörniger Futterleguminosen im landwirtschaftlichen Gesamtkontext

Kleinkörnige Futterleguminosen nehmen im Pflanzenbau eine besondere Rolle ein, weil sie sowohl ökonomische als auch ökologische Funktionen erfüllen. Sie liefern eiweißreiche Biomasse für die Tierfütterung, binden Luftstickstoff durch Symbiose mit Knöllchenbakterien und verbessern über ihre tiefreichende Durchwurzelung die Bodenstruktur. Dadurch können sie mineralische Düngung einsparen, den Humusaufbau fördern und Erosion vorbeugen. Diese Eigenschaften machen sie zu einem wichtigen Baustein einer ressourcenschonenden Landwirtschaft, die sich zunehmend an den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft orientiert.

Darüber hinaus leisten kleinkörnige Futterleguminosen einen Beitrag zu aktuellen agrar- und umweltpolitischen Zielsetzungen. Im Rahmen der nationalen Eiweißpflanzenstrategie sollen sie helfen, die Importabhängigkeit von Sojaprodukten zu verringern und die heimische Eiweißproduktion auszubauen. Gleichzeitig fördern sie die Biodiversität in der Agrarlandschaft, da ihre Blüten ein wichtiges Trachtangebot für Bestäuber darstellen und ihre mehrjährige Nutzung die Habitatstruktur bereichert. Auch in der Fruchtfolge wirken sie positiv: Als Vorfrucht verbessern sie die Stickstoffversorgung und unterbrechen Krankheitszyklen von Getreide und Hackfrüchten.

Die wichtigsten Vertreter der kleinkörnigen Futterleguminosen sind Luzerne (*Medicago sativa* L.), Rotklee (*Trifolium pratense* L.), Weißklee (*Trifolium repens* L.), Inkarnatklee (*Trifolium incarnatum* L.) und Esparsette (*Onobrychis viciifolia* L.). Diese Arten unterscheiden sich hinsichtlich Standortansprüchen, Nutzungsdauer und Futterwert, ergänzen sich jedoch in ihren agronomischen Eigenschaften. Luzerne zeigt die höchste Trockenheitstoleranz und erzielt die größten Eiweißerträge, während Rotklee feuchtere Standorte bevorzugt und rasch hohe Massenleistungen bringt. Weißklee eignet sich besonders für Dauergrünland und Weidewirtschaft, Inkarnatklee als kurzlebige Zwischenfrucht und Esparsette durch ihren Tanningehalt für spezialisierte Fütterungssysteme. Diese Vielfalt eröffnet Möglichkeiten, den Anbau an unterschiedliche Betriebsformen und Standorte anzupassen.

Neben der klassischen Futterverwertung gewinnen Futterleguminosen zunehmend auch für stoffliche Nutzungspfade an Bedeutung. Dabei geht es nicht ausschließlich um Alternativen für viehlose Betriebe, sondern ebenso um ergänzende Nutzungsmöglichkeiten in viehhaltenden Betrieben. Überschüsse aus der Futterproduktion oder gezielt erzeugte Luzernebiomasse können pelletiert, getrocknet oder technisch aufbereitet werden und als pflanzlicher Rohstoff in biobasierten Produkten – etwa Verpackungsschalen – Verwendung finden. Im Projekt MicroGrow wird dieser Ansatz exemplarisch erprobt: Die Luzerne dient hier als Kultur, die sowohl futterbaulich genutzt als auch stofflich verwertet werden kann. Damit wird gezeigt, dass eine stoffliche Nutzung der Luzerne nicht im Widerspruch zur Tierhaltung steht, sondern als zusätzlicher Verwertungsweg neue Perspektiven für landwirtschaftliche Betriebe eröffnet.

3. Luzerne als Leitkultur im Projekt MicroGrow

3.1 Allgemeines und pflanzenbauliche Grundlagen

Die Luzerne (*Medicago sativa* L.) gehört zu den ältesten und zugleich leistungsfähigsten Futterleguminosen der gemäßigten Breiten. Ursprünglich aus Vorderasien stammend, ist sie heute weltweit verbreitet und zählt zu den ertragreichsten Eiweißpflanzen des Futterbaus. In Deutschland wird sie überwiegend in trockenen und kontinental geprägten Regionen angebaut, wo sie durch ihre hohe Toleranz gegenüber Trockenheit und Hitze Vorteile gegenüber anderen kleinkörnigen Futterleguminosen besitzt. Die Pflanze bildet ein stark ausgeprägtes Pfahlwurzelsystem aus, das je nach Bodenbeschaffenheit bis über zwei Meter tief reichen kann. Dadurch erschließt sie tieferliegende Wasser- und Nährstoffreserven und übersteht auch längere Trockenphasen mit geringen Ertragseinbußen.



Abbildung 1: Luzernebestand von Vorwerk Podemus

Luzerne ist eine ausdauernde, mehrjährige Pflanze, die über drei bis vier Nutzungsjahre hohe und stabile Erträge liefert. Sie bevorzugt tiefgründige, kalkhaltige und gut durchlüftete Lehm Böden mit einem pH-Wert über 6,2. Auf flachgründigen, sauren oder staunassen Böden kommt es zu Wurzel- und Knöllschäden, die die Ertragsfähigkeit deutlich verringern. Aufgrund ihres hohen Sauerstoffbedarfs reagiert sie empfindlich auf Verdichtungen, weshalb die Bodenbearbeitung möglichst schonend erfolgen sollte. Eine gute Bodengare und ein feinkrümeliges, gut abgesetztes Saatbett sind entscheidende Voraussetzungen für einen gleichmäßigen Feldaufgang.

Die Kultur ist ausgesprochen licht- und wärmeliebend. Optimale Erträge werden bei Jahresniederschlägen zwischen 500 und 750 mm erzielt, wenn die Niederschläge gleichmäßig über die Vegetationsperiode verteilt sind. Bei ausreichender Feuchte und Nährstoffversorgung erreicht die Luzerne Trockenmasseerträge zwischen 100 und 130 dt/ha, mit Rohproteingehalten von durchschnittlich 18 bis 22 % XP in der Trockenmasse. Neben der Futterproduktion bietet die großvolumige Biomasse auch Potenzial für die technische Nutzung. Im Projekt MicroGrow wird diese Eigenschaft gezielt aufgegriffen, da die Kultur durch ihr günstiges Verhältnis von Blatt- zu Stängelmasse und ihre homogene Faserstruktur eine geeignete Grundlage für die Herstellung biobasierter Verpackungsschalen bildet.

Die Luzerne reagiert empfindlich auf Konkurrenzdruck in der Jugendentwicklung, weshalb die Aussaat auf unkrautfreien, feinkrümeligen Böden erfolgen sollte. Empfohlen wird eine Reinsaat von 25 – 30 kg/ha mit einer Saattiefe von 1 – 2 cm. Eine flache Ablage und anschließendes Walzen sichern den Bodenschluss und fördern den gleichmäßigen Auflauf. In der Regel werden Reinsaaten bevorzugt, da Luzerne in Gemengen schnell von konkurrenzstärkeren Arten verdrängt werden kann. In Regionen mit erhöhter Unkrautgefahr können allerdings Begleitgräser (z. B. Lieschgras oder Wiesenfuchsschwanz) zur Bestandesstabilisierung beitragen.

Die Aussaatzeit liegt im Frühjahr (ab Mitte April) oder als Spätsommersaat bis Mitte August. Frühljahrsaaten profitieren von günstiger Bodenfeuchte und moderaten Temperaturen, während Spätsommersaaten einen schnellen Auflauf bei ausreichender Niederschlagsmenge erfordern. Späte

Saaten ab Ende August sind nur in klimatisch begünstigten Lagen empfehlenswert, da junge Pflanzen vor Wintereinbruch eine Mindesthöhe von 10 cm erreichen sollten, um ausreichend Reservestoffe einzulagern.

Durch die Fähigkeit zur Symbiose mit *Rhizobium meliloti* kann Luzerne jährlich 80 – 150 kg N/ha binden und sich weitgehend selbst mit Stickstoff versorgen. Eine Düngung mit Stickstoff ist daher nicht erforderlich und kann die Knöllchenbildung sogar hemmen. Entscheidend ist hingegen die ausreichende Versorgung mit Phosphor, Kalium und Kalk, da diese Nährstoffe mit jeder Nutzung stark entzogen werden. Typische Entzüge liegen bei rund 85 kg P₂O₅ und 390 kg K₂O pro Hektar und Jahr.

3.2 Nutzung und Konservierung

Die Nutzung der Luzerne erfolgt in landwirtschaftlichen Betrieben auf unterschiedliche Weise, abhängig von Betriebsstruktur, Standort und technischer Ausstattung. In viehhaltenden Betrieben wird sie überwiegend als Heu oder Silage konserviert und bildet einen zentralen Bestandteil der Grundfütteration. Ziel der Konservierung ist, den hohen Eiweißgehalt, den Blattanteil und die gute Schmackhaftigkeit möglichst verlustfrei zu erhalten. Die Qualität des Erntegutes wird dabei maßgeblich vom Schnitzeitpunkt und von der angewendeten Trocknungstechnik bestimmt.

Optimal ist eine Mahd im Knospenstadium bis maximal zum Beginn der Blüte. In dieser Phase liegt das Verhältnis von Energie- zu Strukturgehalt besonders günstig, und die Blätter haften noch fest an den Stängeln. Eine schonende Trocknung ist entscheidend, um Blattverluste zu vermeiden und die Eiweißqualität zu erhalten. Zu langsame Feldtrocknung birgt Risiken durch mikrobielle Aktivität, während zu intensive Sonneneinstrahlung Farb- und Strukturverluste verursacht. Deshalb werden zunehmend technische Trocknungsverfahren eingesetzt, um eine schnelle und kontrollierte Entfeuchtung sicherzustellen.

Ernte und Bergung des Luzerneheus bei Vorwerk Podemus

Für die spätere Nutzung als hochwertiges Futter und als technischer Rohstoff ist eine möglichst schonende Ernte der Luzerne entscheidend. Besonders die blattrreichen Pflanzenteile enthalten einen hohen Anteil der wertgebenden Inhaltsstoffe und sollen während der Feldtrocknung möglichst erhalten bleiben. Gleichzeitig muss das Erntegut ausreichend angetrocknet werden, bevor es zur abschließenden Trocknung in die Heuhalle eingebracht werden kann.

Die Erntekette bei Vorwerk Podemus umfasst die Arbeitsschritte Mähen, Zetten beziehungsweise Wenden, Schwaden und Bergen. Die eingesetzte Technik und der Zeitpunkt der einzelnen Arbeitsgänge werden so gewählt, dass das Luzerneheu gleichmäßig abtrocknet und Blattverluste sowie Verschmutzungen möglichst gering bleiben.

Mähen

Die Luzerne wird bei Vorwerk Podemus mit einem Scheibenmähwerk als Front-Heck-Kombination gemäht. Ein Aufbereiter wird dabei nicht eingesetzt. Ziel ist ein zügiger und sauberer Schnitt, bei dem das Erntegut möglichst verlustarm abgelegt wird. Durch die große Arbeitsbreite kann der Bestand innerhalb eines kurzen Zeitraums gemäht und anschließend gleichmäßig weiterbearbeitet werden.



Abbildung 2: Mähen mit Frontmähwerk links und Front-Heck-Kombination rechts

Zetten und Wenden

Nach der Mahd wird das Erntegut mit einem Kreiselzettwender aufgelockert und gewendet. Durch die rotierenden Zinken wird das Luzerneheu aufgenommen und locker über die Fläche verteilt. Dadurch vergrößert sich die der Luft und Sonne ausgesetzte Oberfläche und das Material kann gleichmäßiger abtrocknen.

Bei Vorwerk Podemus wird möglichst bereits am ersten Tag nach der Mahd gewendet, um die Trocknung frühzeitig zu unterstützen. Abhängig von Witterung, Bestandsdichte und Feuchte wird das Material im Durchschnitt etwa eineinhalbmals gewendet. Dabei ist eine schonende Einstellung besonders wichtig, da die Blätter mit zunehmender Trocknung empfindlicher werden und bei zu intensiver Bearbeitung leichter abbrechen können.



Abbildung 3: Zetten und Wenden mit Kreiselzettwender

Schwaden

Nach ausreichender Feldtrocknung wird das Luzerneheu mit einem gezogenen Bandschwader zu Schwaden zusammengeführt. Das Material wird über eine Pickup aufgenommen, auf einem Förderband seitlich transportiert und anschließend locker als Schwad abgelegt.

Der Bandschwader eignet sich besonders für die schonende Behandlung des bereits angetrockneten Luzerneheus. Das Material wird nicht stark über den Boden bewegt oder zusammengepresst. Dadurch können Blattverluste und Verschmutzungen begrenzt werden. Gleichzeitig entsteht ein gleichmäßiger Schwad, der vom Ladewagen vollständig aufgenommen werden kann.



Abbildung 4: Bandschwader von Vorwerk Podemus

Bergen und Einlagern

Die Bergung erfolgt bei Vorwerk Podemus mit einem Ladewagen. Das Luzerneheu wird bereits bei einem Trockensubstanzgehalt von etwa 60 % vom Feld aufgenommen und anschließend in der betrieblichen Heutrocknung vollständig getrocknet. Dadurch muss das Material nicht bis zur vollständigen Lagerfähigkeit auf dem Feld verbleiben und das Risiko durch Niederschläge und weitere Blattverluste wird reduziert.

Der eingesetzte Ladewagen verfügt über eine Förderschwinge, durch die das Material vergleichsweise locker aufgenommen und im Laderaum nur gering verdichtet wird. Dies ist für die anschließende Boxentrocknung von Vorteil, da eine lockere Materialstruktur die gleichmäßige Durchströmung mit Trocknungsluft unterstützt.



Abbildung 5: Aufnahme des Schwads mit Ladewagen

Nach der Anlieferung wird das Luzerneheu in der Heuhalle entladen. Von dort wird es mit dem Heukran aufgenommen, gleichmäßig in die Trocknungsboxen eingebracht und anschließend technisch auf die erforderliche Lagerfeuchte getrocknet.



Abbildung 6: Abladen des Heus vor der Heuhalle und Aufnahme Heukran

Durch die aufeinander abgestimmten Arbeitsschritte wird ein ausreichend vorgetrocknetes und gleichzeitig möglichst blattreiches Erntegut bereitgestellt. Die vollständige Trocknung erfolgt anschließend in der betrieblichen Belüftungsheuanlage. Dadurch werden die Feldliegezeit begrenzt, witterungsbedingte Risiken reduziert und ein trockener, lagerfähiger Rohstoff für die Fütterung sowie die technische Weiterverarbeitung erzeugt.

Praxisbeispiel VWP – Belüftungsheutrocknung unter Photovoltaik-Dach

Auf dem Betrieb VWP wird Luzerne seit mehreren Jahren in einem technisch gestützten Heutrocknungsverfahren konserviert.



Abbildung 7: Links die Heuhalle mit Heukran und Verbindung über Schiene zum Futtertisch rechts

Das System nutzt eine Unterdachabsaugung unter einer Photovoltaikanlage (PV), bei der die sich unter den Modulen stauende, erwärmte Luft aktiv abgesaugt und durch das eingelagerte Erntegut geleitet wird. Damit wird die vorhandene Sonnenenergie doppelt genutzt: zur Stromproduktion und gleichzeitig als Wärmequelle für die Trocknung. Die Temperatur unter den PV-Modulen erreicht an sonnigen Tagen 35–45 °C und liefert damit ausreichend thermische Energie für eine kontinuierliche Entfeuchtung des Heus.



Abbildung 8: Photovoltaik mit Unterdachabsaugung auf dem Dach der Heuhalle

Das Trocknungssystem besteht aus drei Heuboxen mit Rostböden, unter denen Radialventilatoren den Luftstrom von unten nach oben durch das Schüttgut führen. Die erwärmte Luft wird durch die PV-Fläche abgesaugt und über Kanäle in die Boxen geleitet. Eine zusätzliche Wärmezufuhr erfolgt bei Bedarf über eine Fußbodenheizung, die an die betriebliche Hackschnitzelanlage gekoppelt ist. Feuchte- und Temperaturfühler steuern die Luftmenge in Abhängigkeit von der Restfeuchte und der Außentemperatur. In der Regel wird das Heu innerhalb von 24 bis 48 Stunden auf einen Feuchtegehalt von unter 12 % getrocknet.



Abbildung 9: Rostboden in einer der Heuboxen bei Vorwerk Podemus

Die Kombination aus solargestützter Unterdachabsaugung und regelbarer Warmluftführung bietet mehrere Vorteile:

- verkürzte Feldliegezeit und damit geringeres Witterungsrisiko,
- reduzierter Blattverlust durch schonende Luftströmung,
- geringeres Risiko von Selbstentzündung und Schimmelbildung,
- hohe Futterqualität durch Erhalt der Struktur, Farbe und des Nährwerts,
- Nutzung überschüssiger Heizleistung im Sommer,
- positive Nebenwirkung: Kühlung der PV-Module und damit Effizienzsteigerung der Stromproduktion.

Das so erzeugte Belüftungsheu erfüllt im Betrieb VWP sowohl die Anforderungen an hochwertiges Futterheu für die Milchviehfütterung als auch an trockenes, lagerstabiles Ausgangsmaterial für die technische Weiterverarbeitung im Projekt *MicroGrow*. Durch die gleichmäßige Trocknung bleibt die Biomasse strukturstabil und hygienisch einwandfrei, wodurch sie sich direkt nach der Trocknung für die stoffliche Nutzung – etwa Zerkleinerung, Fraktionierung oder Pressung – eignet.



Abbildung 10: Heukran über der großen Box, rechts die Trennwand zur nächsten Box

Aktuell wird die gesamte Luzerneproduktion als Heu eingelagert. Perspektivisch soll jedoch ein Teil gezielt oder situationsabhängig (etwa bei witterungsbedingt veränderter Qualität) für die stoffliche Nutzung vorgesehen werden. Denkbar ist, dass späte oder strukturreichere Schnitte, die für die Hochleistungsfütterung weniger geeignet sind, künftig bevorzugt für die Herstellung biobasierter Verpackungsschalen eingesetzt werden. Diese Überlegung wird im Kapitel *Technisches Anlagenkonzept* detailliert aufgegriffen, wo die Integration der Trocknung und der stofflichen Verarbeitung in den betrieblichen Ablauf beschrieben wird.

3.3 Fruchtfolgebedeutung und agronomische Effekte

Der Anbau von Luzerne wirkt sich in mehrfacher Hinsicht positiv auf den Boden und die Fruchtfolge aus. Durch die Symbiose mit Knöllchenbakterien bindet die Pflanze jährlich zwischen 80 und 150 kg Stickstoff pro Hektar, der zum Teil in der organischen Masse und den Wurzeln gespeichert wird. Nach dem Umbruch steht ein erheblicher Teil dieses Stickstoffs den Folgekulturen mineralisiert zur Verfügung, was den Mineraldüngereinsatz deutlich verringert. Besonders Getreide profitiert von dieser N-Nachlieferung: In Praxisversuchen konnten bei Winterweizen Ertragssteigerungen von bis zu 10 % und Rohproteinzunahmen von 0,5 Prozentpunkten festgestellt werden.

Neben der N-Versorgung trägt die Luzerne durch ihr tiefreichendes Pfahlwurzelsystem erheblich zur Verbesserung der Bodenstruktur bei. Die Wurzeln erschließen tiefere Bodenschichten, erhöhen das Porenvolumen und verbessern die Wasserinfiltration. Nach dem Umbruch verbleibt ein weit verzweigtes Wurzelgeflecht im Boden, das den Humusaufbau fördert und die Aggregatstabilität verbessert. Dadurch wird der Boden widerstandsfähiger gegen Verschlammung und Austrocknung – ein wichtiger Aspekt im Hinblick auf die zunehmenden Trockenphasen der Vegetationsperioden.

Auch phytosanitäre Vorteile sind belegt: Luzerne unterbricht Krankheitszyklen vieler Getreide- und Hackfruchtkrankheiten und kann als Gesundungsfrucht zur Reduktion bodenbürtiger Schaderreger beitragen. Ihr Anbau mindert beispielsweise den Befall mit Halmbruch oder Ährenfusariosen in der Folgekultur. Allerdings ist auf die sogenannte Leguminosenmüdigkeit zu achten – eine Ansammlung spezifischer Bodenpathogene, die bei zu enger Fruchtfolge auftreten kann. Zwischen zwei Luzerne- oder Kleeanbauphasen sollten daher mindestens fünf Jahre Anbaupause eingehalten werden, um eine stabile Bodengesundheit zu gewährleisten.

Auf Lössstandorten mit mittlerer bis hoher Wasserspeicherfähigkeit, wie sie in der Region des Betriebs VWP typisch sind, fügt sich Luzerne gut in vier- bis fünfgliedrige Fruchtfolgen ein. Sie wird häufig nach Wintergetreide oder Ackergras etabliert und dient selbst wiederum als wertvolle Vorfrucht für Weizen oder Mais. Nach zwei bis drei Nutzungsjahren erfolgt meist eine Umbruchphase mit anschließender Getreidesaat. Der durchwurzelte Boden und die hohe organische Substanz schaffen dabei optimale Bedingungen für die Saatbettbereitung und die Nährstoffverfügbarkeit der Folgekultur.

Neben diesen agronomischen Effekten bietet die Luzerne ökologische Zusatznutzen: Ihre Blüte stellt eine bedeutende Nahrungsquelle für Bienen und Wildinsekten dar, und ihre mehrjährige Nutzung fördert die Biodiversität auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Die Reduktion von Bodenbearbeitung und Düngung während der Nutzungsdauer trägt zusätzlich zur Energieeinsparung und zur Minderung von Treibhausgasemissionen bei. Damit besitzt die Luzerne nicht nur eine hohe Wertschöpfungsleistung im Futterbau, sondern auch einen wichtigen Beitrag zur Umwelt- und Klimabilanz landwirtschaftlicher Betriebe.

3.4 Klimawandel, Heuwerbung und witterungsbedingte Qualitätsrisiken

Die Heuwerbung ist ein zentraler Faktor für die Qualität von Luzernebeständen und bestimmt maßgeblich, ob die Ernte futterbaulich oder technisch optimal genutzt werden kann. In den vergangenen Jahren hat sich gezeigt, dass klimatische Veränderungen die Rahmenbedingungen der Feldtrocknung zunehmend erschweren. Der Deutsche Wetterdienst (DWD, Klimareport Landwirtschaft 2021/2023) beschreibt, dass stabile Trockenphasen seltener werden, während Niederschlagsereignisse während der Heuwochen häufiger auftreten. Gleichzeitig beschleunigen höhere Temperaturen die Pflanzenentwicklung, was dazu führt, dass Luzernebestände früher überständig werden und der Blattanteil abnimmt.

Diese Veränderungen werden durch Beobachtungen der LfL Bayern, des Thünen-Instituts sowie verschiedener Landesforschungsanstalten bestätigt. In Trockenjahren steigt die Variabilität der Futterwerte deutlich an; in Jahren mit wechselhaften Bedingungen erhöhen sich Bröckelverluste und Schmutzeintrag. Besonders Leguminosen reagieren aufgrund ihres hohen Blattanteils sensibel auf mechanische Belastung und Witterungsstress während der Trocknung. Betriebe, die ausschließlich auf Feldtrocknung angewiesen sind, sind hiervon stärker betroffen als Betriebe mit technischer Trocknung.

Für die stoffliche Nutzung der Luzerne entsteht daraus ein relevanter Vorteil: Während witterungsbedingte Qualitätsverluste den Futterwert mindern, beeinträchtigen sie den technischen

Wert der Biomasse in deutlich geringerem Maße. Struktureiche, reifere oder weniger blattreiche Partien sind weiterhin gut für die Faserverwertung geeignet. Die technische Nutzung fungiert damit als ergänzende Absicherung gegenüber Klimarisiken und schafft einen wirtschaftlichen Ausgleich für Chargen, die futterbaulich nur eingeschränkt verwertbar sind.

3.5 Fraktionierung, Aufkonzentrierung des Rohproteins und Bedeutung der Blattpellets

Durch die technische Fraktionierung der Luzerne werden die Stängel- und Blattanteile gezielt voneinander getrennt. Dies führt zu einer systematischen Aufkonzentrierung des Rohproteins in der Blattfraktion, da der pflanzliche Eiweißgehalt überwiegend in den Blättern gebunden ist. Untersuchungen der LfL Bayern und weiterer deutscher Forschungsprojekte zeigen, dass die separierten Blattanteile deutlich höhere Rohprotein- und Mineralstoffgehalte aufweisen als das Gesamtheu. Die Pelletierung dieser Fraktion erzeugt somit ein hochwertiges, lagerstabilisiertes Eiweißfuttermittel, das im Betrieb oder überregional eingesetzt werden kann.

Aus fütterungsphysiologischer Sicht ist jedoch zu berücksichtigen, dass pelletierte Blattfraktionen nicht mehr strukturwirksam sind. Die für Wiederkäuer essenzielle physikalisch effektive Faser (peNDF) entsteht ausschließlich durch längere Faserstrukturen, die im Pelletierungsprozess verloren gehen. Die Blattpellets sind daher primär als proteinreiche Ergänzungsfuttermittel zu verstehen und ersetzen nicht die strukturwirksamen Komponenten der Ration. Die Stängelfraktion verbleibt in diesem System in der technischen Nutzung und stellt den pflanzlichen Faserrohstoff für biobasierte Verpackungen dar.

Die Fraktionierung führt somit zu einer doppelten Aufwertung des Ausgangsmaterials: Die Blätter liefern ein hofeigenes oder regional produziertes Eiweißfuttermittel, während die Stängel als Faserrohstoff stofflich verwertet werden können. Gerade in Jahren mit wechselhaften Erntebedingungen oder Qualitätsstreuungen entsteht dadurch ein robustes und flexibles Nutzungskonzept.

3.6 Heimisches Eiweißfutter und Fütterungspotenziale – Ergebnisse des Projekts NovaLuz

Das Projekt „NovaLuz“ der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf untersuchte in den Jahren 2022 und 2023, wie durch ein gezieltes Hochschnittverfahren hochwertige Luzernespitzen gewonnen und als heimisches Eiweißfuttermittel genutzt werden können. Die Blatt- und Spitzenfraktion weist im Vergleich zur Gesamtpflanze deutlich erhöhte Proteinwerte auf und wurde im Rahmen von Fütterungsversuchen bei Milchkühen und Mastschweinen erfolgreich eingesetzt. Bei Milchkühen konnten bis zu rund 30 % der Kraftfütterration durch getrocknete Luzernespitzen ersetzt werden, ohne dass negative Auswirkungen auf Leistung oder Tiergesundheit festgestellt wurden.

Diese Ergebnisse zeigen, dass heimische Blattfraktionen einen realistischen Beitrag zur Reduzierung der Abhängigkeit von importierten Eiweißfuttermitteln leisten können. Die im Projekt MicroGrow verfolgte technische Fraktionierung verfolgt einen ähnlichen Ansatz, nutzt jedoch das gesamte Erntegut und trennt Blatt- und Stängelkomponenten erst im nachgelagerten technischen Prozess. Dadurch ist die Nutzung nicht auf spezielle Mähtechniken angewiesen und kann in bestehende Ernteketten integriert werden.

Die übertragenen Erkenntnisse belegen, dass die Blattpellets aus der Fraktionierung ein hochwertiges Eiweißfutter darstellen können, während die Stängel als Rohstoff in die Verarbeitung zu biobasierten Verpackungsschalen einfließen. Die technische Nutzung wird somit nicht als Ersatz, sondern als Ergänzung zur Fütterung verstanden und trägt dazu bei, den Wert des Erntegutes unabhängig von Witterung und Marktbedingungen zu stabilisieren.

3.7 Landschaftspflegeflächen, Zwischenfrucht-Leguminosen und ökologische Mahdflächen als zusätzliche Rohstoffquelle

Neben klassischen Futterflächen spielen in vielen Regionen Deutschlands auch extensiv genutzte Wiesen, Landschaftspflegeflächen und Leguminosen-haltige Zwischenfrüchte eine zunehmend wichtige Rolle. Diese Flächen werden aus naturschutzfachlichen oder agrarstrukturellen Gründen bewirtschaftet, liefern aber häufig Biomasse, die futterbaulich nur eingeschränkt nutzbar ist. Für die stoffliche Nutzung, wie sie im Projekt MicroGrow betrachtet wird, können diese Aufwüchse jedoch ein relevantes zusätzliches Rohstoffpotenzial darstellen.

Landschaftspflegeflächen und Naturschutzwiesen

Viele landwirtschaftliche Betriebe übernehmen heute Pflegearbeiten auf extensiv bewirtschafteten Wiesen, die im Rahmen von Vertragsnaturschutzprogrammen oder regionalen Arten- und Biotopschutzprojekten gepflegt werden. Dazu gehören etwa spät gemähte Wiesen, Streuobstwiesen, Habitatflächen für Bodenbrüter oder Kleinsäuger sowie Flächen, deren Bewirtschaftung an besondere zeitliche Vorgaben gebunden ist.

Diese Aufwüchse erfüllen in erster Linie ökologische Funktionen – wie die Förderung der Biodiversität, den Erhalt charakteristischer Vegetationstypen oder die Pflege wertvoller Kulturlandschaften. Gleichzeitig kommt es durch späte Schnittzeitpunkte oder witterungsbedingte Verzögerungen häufig dazu, dass das geerntete Material futterbaulich nur eingeschränkt verwertbar ist.

Aus technischer Sicht bedeutet dies jedoch keine Einschränkung: Auch überständiges, strukturreiches oder blattarmes Material kann nach entsprechender Trocknung und Aufbereitung als pflanzlicher Faserrohstoff eingesetzt werden. In der Praxis entsteht damit eine sinnvolle Ergänzung zur Futterwerbung, indem Biomasse aus Naturschutzflächen einen stofflichen Verwertungsweg erhält, der sowohl die Pflegepraxis als auch die Wirtschaftlichkeit unterstützt.

Zwischenfrucht-Leguminosen

Zwischenfrüchte mit Leguminosenanteil – beispielsweise Alexandrinerklee, persischer Klee, Wicken oder Mischungen mit Luzerne- oder Kleeanteilen – werden zunehmend in der konservierenden Bodenbearbeitung und zur Bodenverbesserung eingesetzt. Diese Bestände dienen primär der Stickstofffixierung, der Verbesserung der Bodenstruktur und dem Schutz vor Erosion.

Wenn Zwischenfruchtbestände ausreichend aufgewachsen sind und trocken gemäht werden können, fällt eine pflanzliche Biomasse an, die nur selten in die Fütterung eingeht. Gründe dafür sind unter anderem:

- geringe Homogenität der Bestände,
- späte Schnittzeitpunkte,
- variable botanische Zusammensetzung,
- der oft fehlende Bedarf im eigenen Betrieb.

Für die technische Nutzung spielt diese Heterogenität dagegen eine geringere Rolle, sofern die Biomasse ausreichend trocken und frei von groben Verunreinigungen ist. Zwischenfrucht-Leguminosen können daher in begrenztem Umfang als zusätzliche Rohstoffquelle genutzt werden – insbesondere dort, wo hohe Leguminosenanteile oder klar erkennbare Faserstrukturen vorliegen.

Ökologische Mahdflächen in der betrieblichen Praxis

In vielen Regionen kommen landwirtschaftliche Betriebe mit Flächen in Kontakt, die aus ökologischen Gründen gemäht werden müssen, jedoch keine klassische landwirtschaftliche Verwertung ermöglichen. Beispiele sind:

- Pflege von Ausgleichs- und Ersatzflächen,
- Biotoppflege für Naturschutzbehörden,
- Mahd zur Offenhaltung von Landschaftselementen,
- spätsommerliche Pflegeschnitte zur Erhaltung bestimmter Artenzusammensetzungen.

Auch hier entsteht häufig ein Heumaterial, das futterbaulich nur eingeschränkt einsetzbar ist, aber technisch verwertbar bleibt. Die stoffliche Nutzung kann somit als sinnvolle Ergänzung zur ökologisch motivierten Pflege dienen.

Relevanz für das Projekt

Für das Projekt MicroGrow bieten diese Flächenarten mehrere Vorteile:

- Sie erhöhen die potenziell verfügbare Biomasse, ohne mit der klassischen Futterwerbung in Konkurrenz zu treten.
- Sie eröffnen landwirtschaftlichen Betrieben einen zusätzlichen Verwertungsweg für Aufwüchse, die sonst nur entsorgt oder am Feld belassen würden.
- Sie stärken die ökologische Argumentation des Projekts, indem sie zeigen, dass die technische Nutzung auch in extensiven, naturschutzorientierten Systemen sinnvoll eingebunden werden kann.
- Sie unterstützen die Flexibilität der Rohstoffbeschaffung, insbesondere in Jahren mit witterungsbedingten Futterengpässen oder stark schwankender Futterqualität.

Insgesamt tragen Landschaftspflegeflächen, Zwischenfrucht-Leguminosen und ökologische Mahdflächen dazu bei, die Biomassebasis für die technische Verarbeitung zu erweitern, ohne in Konkurrenz zur tierischen Fütterung zu treten. Sie stellen damit eine agronomisch und ökologisch sinnvolle Ergänzung zu den klassischen Luzerneanbauflächen dar und können langfristig zur Stabilität der Rohstoffversorgung beitragen.

4. Relevanz und Potenziale für verschiedene Betriebstypen

4.1 Ausgangslage in den Betrieben

Der Anbau von Luzerne und anderen kleinkörnigen Futterleguminosen findet in sehr unterschiedlichen Betriebsstrukturen statt. Während in viehhaltenden Betrieben die innerbetriebliche Futterverwertung im Vordergrund steht, bewirtschaften zunehmend mehr Ackerbaubetriebe Flächen ohne Tierhaltung. Dort fehlt der direkte Absatzweg über den Stall, die agronomischen Vorteile der Luzerne (Stickstoffbindung, Bodenstruktur, Fruchtfolge) bleiben aber trotzdem interessant. Für diese Betriebe stellt sich die Frage, ob und wie sich die erzeugte Biomasse technisch aufbereiten oder in regionale Wertschöpfungsketten einbinden lässt. Die im Projekt MicroGrow verfolgte stoffliche Nutzung der Luzerne soll genau diese Lücke schließen und zeigen, dass Feldfutterbau auch dort sinnvoll ist, wo keine Tiere mehr zu versorgen sind.

Gleichzeitig gibt es Betriebe, die – wie im Projekt – Tierhaltung mit einer weitergehenden Nutzung landwirtschaftlicher Biomasse kombinieren. In solchen Betrieben muss die Futtermittelversorgung der Tiere gesichert bleiben, gleichzeitig sollen aber Teilmengen der Ernte für technische oder stoffliche Zwecke

zur Verfügung stehen. Daraus ergibt sich ein höherer Anspruch an Ernteplanung, Trocknungskapazitäten und Lagerorganisation, als er in einem reinen Futterbaubetrieb notwendig wäre.

4.2 Viehhaltende Betriebe

In viehhaltenden Betrieben spielt die Luzerne traditionell eine zentrale Rolle als hochwertiges Grundfutter. Durch ihren hohen Rohproteingehalt, den günstigen Strukturwert und die gute Schmackhaftigkeit eignet sie sich hervorragend zur Versorgung von Milchvieh, Jungvieh und Mastrindern. In vielen ökologisch wirtschaftenden Betrieben ist sie ein fester Bestandteil der Futterration und bildet zusammen mit Klee gras die Grundlage der Eiweißversorgung. Besonders in Regionen mit längeren Trockenphasen oder leichten Böden hat sich die Luzerne gegenüber Rotklee als zuverlässiger und ertragsstabiler erwiesen. Ihre mehrjährige Nutzung spart Saatgut- und Bodenbearbeitungskosten und trägt durch den geringen Düngebedarf zur Nährstoffeffizienz des Betriebes bei.

Für diese Betriebe steht die Futterqualität an erster Stelle. Der Schnittzeitpunkt wird daher so gewählt, dass der Eiweiß- und Energiegehalt optimal auf den Fütterungsbedarf abgestimmt ist. Die gesamte Bewirtschaftung – von der Mahd über das Wenden bis hin zur Trocknung – zielt darauf ab, Blattverluste zu minimieren und hygienisch einwandfreies Futter zu erzeugen. Die erzeugte Luzerne wird in der Regel als Belüftungsheu oder Silage eingelagert, um eine ganzjährige Versorgung sicherzustellen.

Trotz des klaren Futterfokus bieten viehhaltende Betriebe Potenziale für eine ergänzende stoffliche Nutzung. In Jahren mit günstigen Witterungsbedingungen oder besonders hohen Erträgen entsteht häufig ein Überschuss an Heu, der über den Eigenbedarf hinausgeht. Ebenso können Partien, die aufgrund ihrer Struktur oder eines geringeren Eiweißgehaltes nur eingeschränkt für Hochleistungsphasen geeignet sind, technisch genutzt werden. Hier eröffnet sich die Möglichkeit, einen Teil der Ernte gezielt für eine stoffliche Verwertung – etwa in der Verpackungsproduktion – zu verwenden, ohne die Futtergrundlage des Betriebes zu beeinträchtigen.

Ein Ansatz, wie er im Projekt MicroGrow verfolgt wird, kann somit gerade für viehhaltende Betriebe neue Perspektiven schaffen. Durch die technische Trocknung und gezielte Separierung einzelner Partien kann die Luzerne doppelt genutzt werden: als hochwertiges Futter und als Rohstoff für biobasierte Produkte. Damit entsteht ein zusätzlicher Wertschöpfungsweig innerhalb bestehender Produktionsstrukturen. Der Futterzweck bleibt prioritär, doch Überschüsse oder bestimmte Schnitte können ohne zusätzliche Erntegänge oder Flächenverluste in eine stoffliche Verwertung überführt werden.

4.3 Viehlose bzw. vieharme Ackerbaubetriebe

In viehlosen oder vieharmen Ackerbaubetrieben ist der Anbau von Futterleguminosen bislang weniger verbreitet, da die direkte Verwertung über die Tierfütterung fehlt. Dennoch gewinnen Kulturen wie Luzerne oder Klee zunehmend an Bedeutung, da sie agronomische und ökologische Vorteile bieten. Ihre Fähigkeit zur Stickstofffixierung, zur Verbesserung der Bodenstruktur und zur Förderung des Bodenlebens macht sie zu wertvollen Gliedern in der Fruchtfolge, insbesondere auf Standorten mit hohem Getreideanteil. Auch wirtschaftlich können sie durch Einsparungen bei Düngemitteln und eine bessere Humusbilanz positive Effekte erzielen.

Die Herausforderung in viehlosen Betrieben liegt in der fehlenden innerbetrieblichen Nutzungskette. Die erzeugte Luzernebiomasse kann dort nur sinnvoll angebaut werden, wenn sie nach der Ernte einer externen oder technischen Verwertung zugeführt wird. Möglichkeiten bestehen in der

Trocknung und Pelletierung, wodurch eine marktgängige, lagerfähige Ware entsteht. Über Trocknungswerke, Mischfutterwerke oder spezialisierte Dienstleister kann so eine wirtschaftliche Abnahme organisiert werden. Die Nationale Eiweißpflanzenstrategie zielt grundsätzlich auf eine Ausweitung des Leguminosenanbaus in allen Regionen Deutschlands. Ein besonderer Schwerpunkt liegt jedoch auf dem Aufbau von Verwertungsstrukturen in Ackerbauregionen mit geringer Viehdichte, um dort ökonomisch tragfähige Nutzungsketten zu etablieren. Damit sollen auch Betriebe ohne Tierhaltung in die Lage versetzt werden, Leguminosen als Fruchtfolgeglied und Rohstoffpflanze wirtschaftlich zu integrieren.

In den letzten Jahren wurden verschiedene Forschungsprojekte gestartet, die sich mit der technischen Nutzung von Luzerne und anderen kleinkörnigen Futterleguminosen befassen. Dabei stehen unterschiedliche Ansätze im Mittelpunkt – von der Trocknung und Pelletierung bis zur Fraktionierung und stofflichen Weiterverarbeitung. Ziel ist es, neue Absatzwege für Leguminosenbiomasse zu schaffen und deren Potenzial über die Fütterung hinaus nutzbar zu machen.

Im Projekt MicroGrow wird dieser Ansatz weiterentwickelt und gezielt auf die stoffliche Nutzung von Luzernebiomasse ausgerichtet. Dabei steht die technische Aufbereitung der Ernte im Mittelpunkt, um unterschiedliche Fraktionen der Pflanze nutzbar zu machen. Die stängelreiche Fraktion dient als Fasergrundlage für die Herstellung von biologisch abbaubaren Verpackungsschalen, während die blattreiche, eiweißhaltige Fraktion zu Pellets verarbeitet und als hochwertiges Futtermittel genutzt werden soll. Auf diese Weise entsteht ein integriertes Doppelnutzungskonzept, das Futter- und Rohstoffproduktion miteinander verbindet und neue Wege zur regionalen Wertschöpfung aus Futterleguminosen eröffnet.

4.4 Betriebe mit kombinierter oder diversifizierter Nutzung

Betriebe, die Tierhaltung mit einer erweiterten stofflichen Nutzung landwirtschaftlicher Biomasse verbinden, nehmen eine besondere Rolle ein. Sie verfügen über etablierte Anbausysteme und Technik für die Futterproduktion, können aber durch gezielte Prozessanpassungen zusätzliche Wertschöpfung generieren. Die Luzerne eignet sich dafür in besonderem Maße, da sie gleichzeitig eine stabile Futtergrundlage und einen technisch gut nutzbaren Rohstoff liefert. Dieses Prinzip der Doppelnutzung steht im Zentrum des Projekts MicroGrow: Die Kultur bleibt ein Bestandteil des betrieblichen Futterbaus, liefert aber zusätzlich Material für die Verarbeitung zu biobasierten Verpackungsschalen.

Die Idee besteht darin, den bestehenden Produktionsablauf nicht grundlegend zu verändern, sondern zu erweitern. Die Luzerne wird weiterhin als Heu konserviert und zunächst vollständig in der Heuhalle eingelagert. Erst danach erfolgt die Auswahl, welche Partien als Futterheu und welche als technischer Rohstoff genutzt werden. Dabei kommen insbesondere strukturreiche, späte oder qualitativ nicht optimale Schnitte infrage, die in der Hochleistungsfütterung nur eingeschränkt einsetzbar sind. Dieses Konzept ermöglicht es, auch in viehhaltenden Betrieben eine stoffliche Nutzung zu integrieren, ohne die Futtergrundlage zu gefährden.

Praxisbeispiel VWP – Flexible Nutzung des Luzerneheus

Das Konzept einer kombinierten Nutzung wurde für Betriebe mit Futtererzeugung und eigener Heutrocknung entwickelt – wie im Fall des Betriebs VWP, der als Beispielbetrieb im Projekt MicroGrow eingebunden ist. Ziel ist es, die ohnehin vorhandene Luzernefläche optimal zu nutzen und auf Witterung, Ertragslage und betrieblichen Futterbedarf flexibel reagieren zu können. Die betrieblichen Abläufe sind dabei so gestaltet, dass die Futterproduktion Priorität hat, eine stoffliche Nutzung jedoch ohne zusätzlichen Ernteaufwand möglich bleibt.

Die Entscheidung, welche Luzernepartien für die Verpackungsproduktion genutzt werden, erfolgt situationsabhängig. Neben der Futterqualität spielen Witterungsverlauf und Erntemengen eine entscheidende Rolle. Grundsätzlich kommen drei Nutzungsszenarien in Betracht:

- Späte Schnitte (z. B. Schröpschnitte): strukturreich, faserbetont, für Futterzwecke nur bedingt geeignet – technisch sehr gut verwertbar.
- Witterungsgeschädigte Bestände: z. B. durch Trocknungsverzögerung oder Strukturveränderung – in der Fütterung eingeschränkt, für die Verpackung jedoch gut nutzbar.
- Überschüsse in Gunstjahren: wenn die Erntemengen den Eigenbedarf übersteigen – Entlastung der Futterlager und zusätzliche Rohstoffquelle.

Ein zentrales Thema stellt dabei die logistische Trennung von Futter- und Verpackungsheu dar. Sie erfordert eine klare Organisation der Ernte-, Lager- und Entnahmeströme, ohne die Futterversorgung zu beeinträchtigen. Unterschiedliche Lösungsansätze – etwa separate Lagerbereiche, flexible Boxenstrukturen oder chargenweise Trocknung – werden im Projekt erprobt und sollen in einem eigenen Kapitel zum technischen Anlagenkonzept detailliert beleuchtet werden.

Durch die zusätzliche stoffliche Verwertungsmöglichkeit ergibt sich für viehhaltende Betriebe eine neue Perspektive: Überschüsse können sinnvoll genutzt werden, und die Kultur Luzerne gewinnt dadurch auch wirtschaftlich an Attraktivität. Langfristig kann dies dazu beitragen, den Anteil an Luzerneflächen in der Fruchtfolge zu erhöhen, was sich zugleich positiv auf Bodenstruktur, Humusaufbau und Nährstoffhaushalt auswirkt. So entsteht ein Ansatz, der sowohl betriebswirtschaftliche als auch agronomische Vorteile miteinander verbindet.

4.5 Bewertung der Nutzungspfade

Die Analyse der unterschiedlichen Betriebstypen zeigt, dass der Anbau und die Nutzung von Luzerne und anderen kleinkörnigen Futterleguminosen in sehr unterschiedlichen Systemen sinnvoll sein kann – vorausgesetzt, es existieren passende Verwertungsstrukturen. Die größten Unterschiede ergeben sich weniger aus den pflanzenbaulichen Voraussetzungen als aus der Verfügbarkeit technischer Aufbereitungsmöglichkeiten und der betrieblichen Zielrichtung.

In viehhaltenden Betrieben ist die Luzerne ein bewährtes Element der Futterbasis. Sie bietet durch ihre hohe Eiweißleistung, Trockenheitstoleranz und die mehrjährige Nutzung erhebliche Vorteile im Grundfutterbau. Für diese Betriebe steht die Fütterung im Vordergrund, doch entstehen durch gute Ertragsjahre oder witterungsbedingte Qualitätsunterschiede regelmäßig Mengen, die nicht vollständig verfüttert werden. Hier eröffnet die stoffliche Nutzung einen zusätzlichen Verwertungsweg, ohne den Futterzweck zu beeinträchtigen. Die technische Trocknung – wie sie beispielsweise im Betrieb VWP erfolgt – schafft die notwendige Qualität und Lagerstabilität, um diese Partien auch außerhalb der Futterverwertung nutzen zu können. Die Integration einer stofflichen Nutzung kann so zur besseren Auslastung vorhandener Trocknungskapazitäten beitragen und den Luzerneanbau wirtschaftlich attraktiver machen.

In viehlosen Ackerbaubetrieben liegen die agronomischen Vorteile des Luzerneanbaus klar auf der Hand – insbesondere die Stickstofffixierung, der Humusaufbau und die Bodenverbesserung. Ökonomisch wird der Anbau jedoch erst dann interessant, wenn es gelingt, die Biomasse technisch aufzubereiten und in marktfähige Produkte zu überführen. Hier kommen Trocknung, Pelletierung oder Fraktionierung ins Spiel. Der Aufbau solcher Strukturen erfordert Investitionen und Kooperationen, kann aber langfristig stabile Wertschöpfung in Regionen mit geringer Viehdichte schaffen. In diesen Fällen hängt die Wirtschaftlichkeit stark von der Absatzmöglichkeit ab – sei es über

überbetriebliche Trocknungsanlagen, Dienstleister oder Partnerschaften mit der verarbeitenden Industrie.

Für kombinierte oder diversifizierte Betriebe – also Betriebe mit Tierhaltung und technischer Aufbereitung – bietet der Luzerneanbau die größten Synergieeffekte. Hier können agronomische, ökologische und wirtschaftliche Vorteile miteinander verbunden werden. Die Futterversorgung bleibt gesichert, während überschüssige oder strukturreiche Partien als Rohstoff für Verpackungsschalen oder pelletierte Futtermittel genutzt werden können. Durch diese Doppelnutzung entstehen zusätzliche Wertschöpfungspotenziale und eine höhere Flexibilität in der Flächenplanung. Insbesondere in Jahren mit variabler Witterung oder schwankender Futterqualität kann der Betrieb so flexibel reagieren und unterschiedliche Absatzwege bedienen.

Insgesamt zeigt sich, dass die stoffliche Nutzung der Luzerne kein Ersatz, sondern eine Erweiterung klassischer Futterbausysteme darstellen kann. Sie stärkt die ökonomische Stabilität der Betriebe, trägt zur regionalen Eiweißversorgung bei und unterstützt die Ziele der Eiweißpflanzenstrategie, indem sie neue Märkte für Leguminosenbiomasse erschließt. Für eine breite Umsetzung sind jedoch angepasste technische Verfahren, geeignete Lagerkonzepte und wirtschaftliche Verwertungspartner entscheidend.

5. Bedeutung im Kontext der stofflichen Nutzung und Eiweißpflanzenstrategie

Der Anbau von Futterleguminosen wie Luzerne, Klee und Esparsette wird in Deutschland politisch und fachlich zunehmend als wichtiger Bestandteil einer nachhaltigen Landwirtschaft gesehen. Mit der Nationalen Eiweißpflanzenstrategie verfolgt das BMEL das Ziel, den heimischen Anbau von Eiweißpflanzen auszuweiten, die Importabhängigkeit – insbesondere von Soja – zu reduzieren und gleichzeitig die Umweltwirkungen der Landwirtschaft zu verbessern. Leguminosen sollen damit eine zentrale Rolle in einer ressourceneffizienten, klimafreundlichen und regional ausgerichteten Eiweißproduktion übernehmen.

Trotz dieser Zielrichtung zeigen sich in der landwirtschaftlichen Praxis nach wie vor strukturelle und wirtschaftliche Hemmnisse. In viehhaltenden Betrieben steht die Luzerne vor allem als Futterpflanze im Fokus, während in viehlosen Regionen häufig die Verwertungsstrukturen fehlen, um Leguminosenbiomasse wirtschaftlich zu nutzen. Hinzu kommen hohe Ernte- und Trocknungskosten, die in Jahren mit schwankenden Erträgen oder ungünstiger Witterung die Rentabilität mindern können. Diese Situation verdeutlicht, dass politische Programme allein nicht ausreichen – entscheidend ist die Entwicklung praxisnaher, technischer und organisatorischer Konzepte, die den Anbau und die Nutzung von Leguminosen ökonomisch tragfähig machen.

Das Projekt MicroGrow greift diesen Bedarf auf und entwickelt einen Ansatz, der über die reine Futterproduktion hinausgeht. Die Luzerne wird hier als Kulturpflanze betrachtet, die sowohl futterbaulich als auch stofflich genutzt werden kann. Im Mittelpunkt steht die technische Aufbereitung der Luzernebiomasse, bei der die unterschiedlichen Pflanzenteile gezielt getrennt und nutzbar gemacht werden:

- die stängelreiche Fraktion bildet die Grundlage für biologisch abbaubare Verpackungsschalen,
- die blattreiche Fraktion wird pelletiert und dient als eiweißreiches Futtermittel.

Damit entsteht ein integriertes Doppelnutzungskonzept, das landwirtschaftliche Produktion, Tierhaltung und stoffliche Nutzung miteinander verbindet.

Der Projektansatz zeigt, wie sich agronomische, technische und wirtschaftliche Aspekte zu einem ganzheitlichen System verbinden lassen. Durch die Nutzung vorhandener Trocknungsanlagen und die

gezielte Prozessorganisation entsteht eine zusätzliche Wertschöpfung, ohne die Futtergrundlage zu gefährden. Gleichzeitig stärkt der Ansatz die Position der Landwirtschaft innerhalb der Bioökonomie, indem pflanzliche Reststoffe oder Überschüsse in marktfähige Produkte überführt werden. Damit trägt MicroGrow unmittelbar zu den Zielen der Eiweißpflanzenstrategie bei – nicht über politische Programme, sondern über praxisnahe technische Lösungen.

Um das Potenzial solcher Systeme voll auszuschöpfen, sind künftig jedoch gezielte Fördermaßnahmen und Investitionsanreize erforderlich. Insbesondere in der Kombination von Tierhaltung, Trocknungstechnik und stofflicher Nutzung besteht ein erheblicher Entwicklungsbedarf. Projekte wie MicroGrow liefern die Grundlage, um zu zeigen, wie sich der Luzerneanbau in bestehende Produktionsstrukturen integrieren und durch technische Innovationen wirtschaftlich erweitern lässt. Die im weiteren Verlauf dargestellten Kapitel zu Technischem Anlagenkonzept, Wirtschaftlichkeitsanalyse und Vermarktungsstrategie vertiefen diese Aspekte und zeigen, wie sich das Konzept konkret in der landwirtschaftlichen Praxis umsetzen lässt.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse dieses Arbeitspaketes zeigen, dass kleinkörnige Futterleguminosen – insbesondere die Luzerne – ein vielseitiges Potenzial für die Kombination von Futterbau, Bodenverbesserung und stofflicher Verwertung besitzen. Neben ihren agronomischen Vorteilen gewinnt die Luzerne im Kontext des Klimawandels zunehmend an Bedeutung, da ihre Trockenheitstoleranz und ihr mehrjähriger Aufwuchs stabile Biomasseerträge ermöglichen. Gleichzeitig wird deutlich, dass die Heuwerbung unter veränderten klimatischen Bedingungen stärker schwankt und qualitativ heterogene Chargen häufiger auftreten. Diese Partien lassen sich jedoch technisch gut nutzen und eröffnen zusätzliche Verwertungswege.

Durch die technische Fraktionierung entsteht ein duales Nutzungssystem:

Die blattrreiche Fraktion liefert ein heimisches, proteinreiches Futtermittel, das die Fütterung ergänzen und die Abhängigkeit von Importeierweiß reduzieren kann. Die stängelreiche Fraktion dient als Rohstoff für die Herstellung biobasierter Verpackungsschalen und ermöglicht damit einen stofflichen Nutzungspfad, der unabhängig von futterbaulichen Qualitätskriterien funktioniert. Diese Doppelnutzung steigert den Gesamtwert des Erntegutes und erhöht die Resilienz landwirtschaftlicher Betriebe gegenüber Witterungsrisiken und Marktschwankungen.

Für viehhaltende Betriebe entsteht ein zusätzlicher Absatzweg für strukturreiche oder überschüssige Schnitte, während viehlose Betriebe die agronomischen Vorteile der Luzerne mit einer wirtschaftlich tragfähigen Verwertung kombinieren können. In beiden Fällen trägt das Projekt dazu bei, neue regionale Wertschöpfungsketten aufzubauen und die Ziele der Eiweißpflanzenstrategie praxisnah umzusetzen.

Die folgenden Arbeitspakete – das Technische Anlagenkonzept, die Wirtschaftlichkeitsanalyse und die Vermarktungsstrategie – vertiefen diese Aspekte und zeigen, wie sich die gewonnenen Erkenntnisse in konkrete betriebliche und überbetriebliche Lösungen überführen lassen. Langfristig kann das im Projekt MicroGrow entwickelte Konzept dazu beitragen, nachhaltige Rohstoffströme im ländlichen Raum aufzubauen und die Landwirtschaft sowohl ökologisch als auch ökonomisch weiterzuentwickeln.