

## Kontakt

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Fachbereich Pflanzliche Erzeugung

Referat Pflanzenbau

Autoren: Dr. Hartmut Kolbe  
Martina Schuster  
Martin Hänsel  
Anka Grünbeck  
Ingeborg Schließer  
Annegret Köhler  
Dr. Wolfgang Karalus  
Bernd Krellig  
Fachbereich Pflanzliche Erzeugung  
René Pommer  
Britta Arp  
Fachbereich Agrarökonomie, Ländlicher Raum

Tel.: 0341 / 91 74-194

Fax: 0341 / 91 74-111

E-Mail: [Martina.Schuster@leipzig.lfl.smul.sachsen.de](mailto:Martina.Schuster@leipzig.lfl.smul.sachsen.de)

Bildnachweis/-titel: LfL

Redaktionsschluss: August 2004

Schutzgebühr: 6,00 €

Internet: <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/LfL>

# Zwischenfrüchte im Ökologischen Landbau



Fachmaterial  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Gliederung

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b> .....  | <b>4</b> |
| <b>2</b> | <b>Allgemeine Grundlagen</b> .....                             | <b>5</b> |
| 2.1      | Ziele des Zwischenfruchtanbaus .....                           | 5        |
|          | Nährstoffkonservierung über Winter .....                       | 6        |
|          | Nährstoffbindung durch Zwischenfrüchte .....                   | 8        |
|          | Stickstofffixierung von Leguminosenzwischenfrüchten .....      | 10       |
|          | Nährstoffbereitstellung für die Nachfrüchte .....              | 10       |
|          | Einfluss auf den Ertrag und die Qualität der Nachfrüchte ..... | 13       |
|          | Biotische Aktivität und Humuswirkung .....                     | 16       |
|          | Bodenstruktur und Erosionsschutz .....                         | 17       |
|          | Unkraut- und Schaderregerunterdrückung .....                   | 19       |
|          | Futternutzung .....  | 20       |
|          | Bienenweide und Wildäsung .....                                | 24       |
| 2.2      | Formen des Zwischenfruchtanbaus .....                          | 25       |
|          | Sommerzwischenfruchtanbau .....                                | 25       |
|          | Untersaaten .....  | 25       |
|          | Stoppelsaaten .....  | 30       |
|          | Winterzwischenfruchtanbau .....                                | 35       |
| 2.3      | Ansprüche an Klima und Boden .....                             | 36       |
| 2.4      | Einordnung in die Fruchtfolge .....                            | 40       |
| 2.5      | Aspekte der Düngung und Nährstoffversorgung .....              | 45       |
| 2.6      | Bodenbearbeitung, Bestellung und Pflege .....                  | 49       |
|          | Bodenbearbeitung .....   | 49       |
|          | Bestellung .....   | 54       |
|          | Pflege .....   | 56       |
|          | Einarbeitung der Grünmasse .....                               | 56       |
| 2.7      | Saatgutvermehrung und Sortenwahl .....                         | 57       |
|          | Vermehrungsanbau .....   | 57       |
|          | Sortenwahl .....   | 65       |
| 2.8      | Wirtschaftliche Bewertung des Anbaus .....                     | 68       |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>3 Pflanzenarten für den Zwischenfruchtanbau .....</b>   | <b>74</b> |
| 3.1 Großkörnige Leguminosen .....  | 74        |
| Ackerbohne ( <i>Vicia vaba</i> ) .....   | 75        |
| Erbsen ( <i>Pisum sativum</i> ) .....  | 75        |
| Peluschke, Futtererbse ( <i>Pisum sativum</i> convar. <i>speciosum</i> ) .....                         | 76        |
| Körnererbse ( <i>Pisum sativum</i> convar. <i>sativum</i> ) .....                                      | 76        |
| Sommerwicke, Saatwicke ( <i>Vicia sativa</i> ) .....   | 77        |
| Winterwicke, Zottelwicke ( <i>Vicia villosa</i> ) .....  | 77        |
| Lupinen .....  | 78        |
| Blaue Lupine ( <i>Lupinus angustifolius</i> ) .....  | 79        |
| Gelbe Süßlupine ( <i>L. luteus</i> ) .....   | 80        |
| Weiße Lupine ( <i>L. albus</i> ) .....   | 80        |
| Platterbse ( <i>Lathyrus sativus</i> , <i>L. cicera</i> , <i>L. tingitanus</i> ) .....                 | 80        |
| 3.2 Kleinkörnige Leguminosen .....   | 81        |
| Alexandrinischer Klee ( <i>Trifolium alexandrinum</i> ) .....  | 82        |
| Erdklee, Bodenfrüchtiger Klee ( <i>Trifolium subterraneum</i> ) .....                                  | 82        |
| Gelbklee, Hopfenklee ( <i>Medicago lupulina</i> ) .....  | 83        |
| Inkarnatklee, Blutklee ( <i>Trifolium incarnatum</i> ) .....   | 84        |
| Luzerne ( <i>Medicago sativa</i> ) .....   | 85        |
| Perserklee ( <i>Trifolium resupinatum</i> ) .....  | 86        |
| Rotklee ( <i>Trifolium pratense</i> ) .....  | 87        |
| Serradella ( <i>Ornithopus sativus</i> ) .....   | 88        |
| Weißklee ( <i>Trifolium repens</i> ) .....   | 88        |
| 3.3 Gräser .....   | 89        |
| Welsches Weidelgras ( <i>Lolium multiflorum</i> ) .....  | 90        |
| Einjähriges Weidelgras, Westerwoldisches Weidelgras ( <i>Lolium multiflorum westerwoldicum</i> ) ..... | 91        |
| Deutsches Weidelgras ( <i>Lolium perenne</i> ) .....   | 93        |
| Bastardweidelgras ( <i>Lolium x boucheanum</i> ) .....   | 94        |
| Knäulgras ( <i>Dactylis glomerata</i> ) .....  | 95        |
| 3.4 Kruziferen .....   | 96        |
| Futterkohl, Markstammkohl ( <i>Brassica oleracea</i> ssp.) .....                                       | 96        |
| Ölrettich ( <i>Raphanus sativus</i> ) .....  | 97        |
| Weißer Senf/Gelber Senf ( <i>Sinapis alba</i> ) .....  | 98        |
| Sommerfutterraps, Stoppelraps ( <i>Brassica napus</i> ) .....  | 99        |
| Sommerrübsen ( <i>Brassica rapa</i> ) .....  | 100       |
| Stoppelrübe, Herbstrübe ( <i>Brassica rapa</i> var. <i>rapifera</i> ) .....                            | 100       |
| Winterfutterraps ( <i>Brassica napus</i> ) .....   | 101       |
| Winterrübsen ( <i>Brassica rapa</i> ) .....  | 102       |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 3.5      | Arten aus weiteren Pflanzenfamilien.....  | 103        |
|          | Grünmais ( <i>Zea mays</i> L).....  | 103        |
|          | Kornrade ( <i>Agrostemma githago</i> ).....   | 104        |
|          | Kulturmalve ( <i>Malva sylvestris</i> ).....  | 105        |
|          | Buchweizen ( <i>Fagopyrum esculentum</i> ).....   | 105        |
|          | Futterroggen, Johannisroggen ( <i>Secale cereale</i> , <i>S. cereale</i> Var. <i>multicaule</i> ).... | 106        |
|          | Phacelia, Büschelschön ( <i>Phacelia tanacetifolia</i> ).....   | 107        |
|          | Sonnenblume ( <i>Helianthus annuus</i> ).....   | 108        |
| 3.6      | Anbau von Artengemischen.....   | 109        |
|          | Sommerwicke + Winterfutterraps .....  | 109        |
|          | Perserklee + Phacelia .....   | 110        |
|          | Leguminosengemenge: Ackerbohne + Erbse + Sommerwicke .....  | 110        |
|          | Landsberger Gemenge .....   | 110        |
|          | Wickroggen .....  | 111        |
|          | Gräser + Kleearten .....  | 111        |
| <b>4</b> | <b>Literatur .....</b>  | <b>113</b> |

## 1 Einleitung

Mit dem Anbau von Zwischenfrüchten können viele positive Wirkungen erzielt werden, die nur schwer in einer Kosten – Nutzen – Rechnung auszudrücken sind. Auf der einen Seite stehen die Kosten des Anbaus und auf der anderen Seite die zumeist komplexen Wirkungen.

Mit Zwischenfrüchten wird vor allem eine hohe Stickstofffixierung in Verbindung mit einer Nährstoffkonservierung über den Winter sowie einer guten Unkrautunterdrückung angestrebt. Die Stickstofffixierung ist dabei von besonderer Bedeutung, weil damit dem Boden eine stickstoffreiche organische Masse zugeführt wird. Durch die "Fütterung" der Mikroorganismen wird der Stickstoff- und Humusumsatz gesteigert und eine bessere Nährstoffversorgung der Folgefrüchte kann erreicht werden. Das ist vor allem in viehlos wirtschaftenden Betrieben wichtig und ein maximal möglicher Anteil von Zwischenfrüchten zur Gründüngung in der Fruchtfolge ist anzustreben.

Für den Anbau von Zwischenfrüchten steht ein breites Spektrum an Pflanzenarten zur Verfügung. Entsprechend den Bedingungen des Betriebes (klimatische Bedingungen, Fruchtfolge, zur Verfügung stehende Vegetationszeit, vorrangiges Anbauziel, Bestelltechnik) kann die Auswahl getroffen werden. Als Zwischenfrüchte werden in dieser Broschüre über 40 Pflanzenarten bzw. –gemenge behandelt, die als Stoppelsaaten oder Winterzwischenfrüchte zwischen zwei Hauptfrüchten oder als Untersaat in eine Deckfrucht genutzt werden können. Schematische Übersichten sowie kurze Beschreibungen der einzelnen Pflanzenarten sollen bei der Auswahl von geeigneten Arten helfen.

## 2 Allgemeine Grundlagen

### 2.1 Ziele des Zwischenfruchtanbaus

Mit dem Anbau von Zwischenfrüchten wird ein ganzes Bündel von Wirkungen auf den Betriebsorganismus erwartet (Abb. 1).

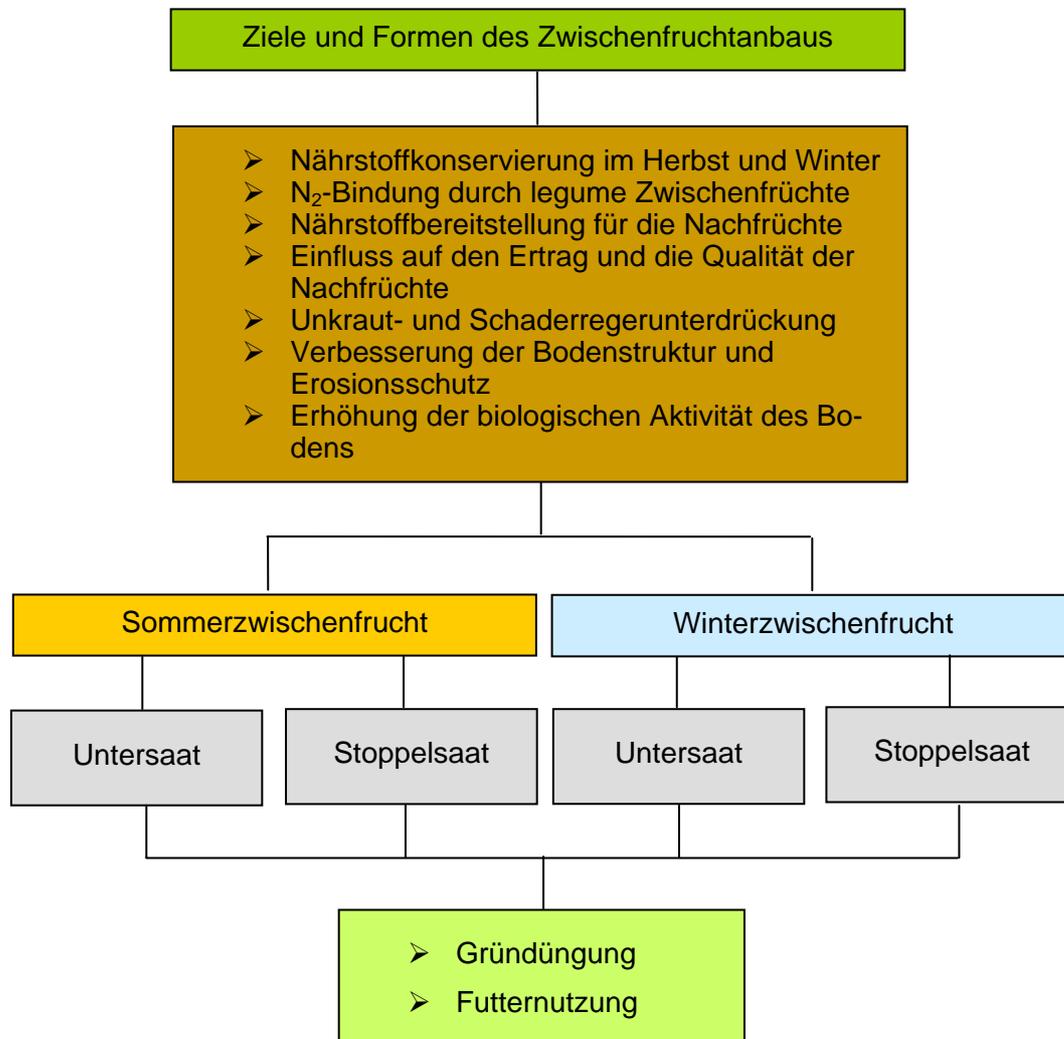


Abbildung 1: Ziele und Nutzungsformen des Zwischenfruchtanbaus

Viele Einflussgrößen sind unter dem Begriff Zwischenfruchtanbau zusammenzufassen, die kaum getrennt betrachtet werden können. So ist die Wirkung des Zwischenfruchtanbaus entscheidend abhängig von Einflussgrößen wie dem Verholungsgrad der Pflanzenmasse oder auch von der Art der Einarbeitung zur Folgekultur. Gerade bei der Bodenbearbeitung können auch noch massive negative Auswirkungen auf die Folgekultur eintreten, falls ein Abbau der Pflanzenmasse unter Luftzutritt nicht mehr gewährleistet ist. Insgesamt gesehen ist deswegen für den ökologischen Landbau die Frage zu stellen und zu beantworten, ob die angestrebten Ziele mit dem Zwischenfruchtanbau erreicht werden können, wie groß oder wie sicher die Wirkungen sind und welche Verfahren geeignet erscheinen.

## Nährstoffkonservierung über Winter

Eine hohe Nährstoffkonservierung ist aus der Sicht des Umweltschutzes und für den Betrieb zur Verhinderung von Verlusten aus dem Betriebssystem unbedingt notwendig. Die Intensität der Mineralisierung der organischen Substanz durch die Mikroorganismen wird von vielen Faktoren beeinflusst. Von maßgeblicher Bedeutung ist die Jahreswitterung. Nach STADELMANN et. al. (1983) werden hohe Mineralisationswerte bei 8 - 15 °C gemessen, so dass im Frühsommer und Herbst günstige Bedingungen herrschen. Untersuchungen von SCHELLER (1993) ergaben ebenfalls, dass die mikrobielle Biomasse des Bodens zwischen April und Mai und zwischen September und Oktober maximale Werte sowie zwischen Juli und August und in den Wintermonaten minimale Werte aufweist.

Im Herbst können Zwischenfrüchte dazu genutzt werden, den frei werdenden Stickstoff aufzunehmen. Dadurch ist eine Reduzierung der Nitratgehalte des Bodens in Abhängigkeit von der Trockenmassebildung möglich. Bei Nichtleguminosen können das 75 % und bei Leguminosen ca. 50 % des Bodenausgangsgehaltes an Nitrat betragen (ILGEN, 1990; KÖNIG, 1996). In eigenen Versuchen auf dem Öko-Feld in Roda auf Löß war die Absenkung der  $N_{\min}$ -Gehalte des Bodens um 65 % besonders stark durch den Anbau von Gräsern als Zwischenfrüchte (Abb. 1). Es folgten die Kruziferen und die Leguminosengemenge mit ca. 40 % und die Leguminosen-Reinsaaten mit durchschnittlich 25 – 30 % Absenkung der Herbst- $N_{\min}$ -Werte im Vergleich zu Varianten ohne Zwischenfruchtanbau.

Aus dem Verlauf der  $N_{\min}$ -Werte im Boden kann zunächst der Nährstoff konservierende Effekt der Zwischenfrucht im Herbst und dann die Nährstofffreisetzung im darauf folgenden Frühjahr gut demonstriert werden (siehe Abb. 2). Nach dem Umbruch im Spätherbst erfolgt im Vergleich zur Brache im Verlauf des Frühjahres durch alle Zwischenfrucht-Varianten eine stärkere Mineralisation und N-Freisetzung. Vor Ansaat der Nachkulturen im April (in diesem Fall Mais oder Kartoffeln) sind bereits wieder ähnlich hohe  $N_{\min}$ -Werte nach Gräser- und Kruziferen-Gründung vorhanden. Nach Leguminosen-Gründung werden demgegenüber zwischen 10 – 30 kg/ha höhere  $N_{\min}$ -Mengen als ohne Zwischenfruchtanbau gemessen. Diese erhöhten Umsetzungs- und Mineralisierungsprozesse setzen sich im Verlauf des Wachstums der Nachkulturen fort und erreichen meistens zu Zeiten des höchsten Bedarfs der Kulturen ihren Höhepunkt. Die höhere Nährstofffreisetzung durch bestimmte Gründungspflanzen kann dann zu einer verbesserten Nährstoffversorgung und Ertragsleistung der Nachkulturen beitragen.

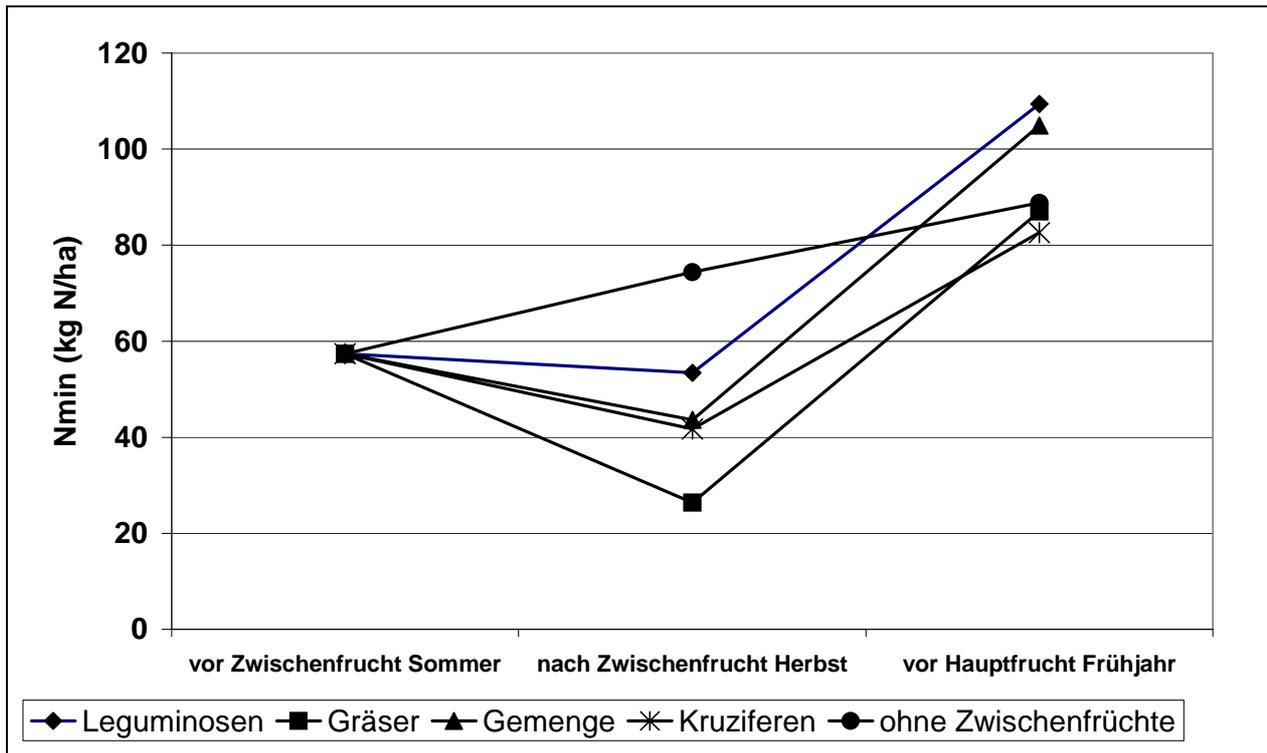


Abbildung 2: Einfluss des Anbaus verschiedener Zwischenfruchtarten nach Getreidevorkulturen auf den Verlauf der  $N_{\min}$ -Gehalte (0 - 90 cm Tiefe) im Boden (Öko-Feld Roda, Löß, 5jähriger Durchschnitt, Zwischenfrucht-Umbruch im Spätherbst)

Die Wahl des Umbruchtermins der Zwischenfrucht muss in Abhängigkeit von der Bodenart und den durchschnittlichen Witterungsbedingungen erfolgen. Auf schweren Böden kann der Umbruch im Herbst vorgenommen werden, damit die Nährstofffreisetzung im nächsten Jahr zur Hauptkultur rechtzeitig gewährleistet wird. Auf leichteren Böden sollte möglichst erst im Frühjahr gepflügt werden und ein Anbau von winterharten Arten ist empfehlenswert. Verbleiben abfrierende Pflanzen bis zum Frühjahr auf dem Feld, können in milden Wintern wasserlösliche N-Verbindungen (z.B. Nitrat, Amine, Amide) aus dem Pflanzenmaterial ausgewaschen werden. Die Verluste bewegen sich in der Höhe von 30 bis 80 kg N/ha. Bei winterharten Pflanzen treten dagegen kaum Stickstoffverluste bis zum Frühjahr auf (SCHLIEPHAKE, 2002).

Die Verringerung von N-Verlusten durch den Zwischenfruchtanbau wird aber nicht nur durch die N-Aufnahme und -Bindung der Pflanzen und die Herabsetzung der  $N_{\min}$ -Gehalte im Boden bewirkt, sondern auch über einen veränderten Wasserhaushalt. Durch den Anbau der Zwischenfrucht wird für deren Substanzaufbau Wasser verbraucht, welches dann nicht mehr zur Versickerung anstehen kann. So können z.B. die Wassergehalte des Bodens im Winter im Vergleich zur Brache um 10 – 30 % herabgesetzt und damit auch die Versickerungsmenge an

Wasser deutlich reduziert werden (nach Angaben von KAHNT, 1983; SCHULTE, 1981). Diese Prozesse können so effizient sein, dass Nährstoffverluste annähernd vollständig verhindert werden. Hierdurch kann es aber auch in manchen Jahren zu einer zu geringen Wasserversorgung der Nachkulturen kommen.

### Nährstoffbindung durch Zwischenfrüchte

Die in den Zwischenfrüchten gebundene Stickstoffmenge kann in Abhängigkeit von der gebildeten Pflanzenmasse und dem Stickstoffgehalt stark schwanken (Tab. 1). Untersuchungen von 1998 – 2003 in Roda zeigen deutlich, wie sich die Trockenmassebildung der einzelnen Pflanzenarten unterscheidet. Die großkörnigen Leguminosen und die Kruziferen weisen eine durchschnittlich hohe Trockenmassebildung und eine hohe N-Bindung auf. Die feinkörnigen Leguminosen bilden dagegen in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen z. T. nur sehr geringe Aufwüchse und die N-Bindung ist daher auch geringer als die der anderen Pflanzenarten.

Die Bindungsleistung in der oberirdischen Masse der Stoppelsaaten schwankt zwischen 9 kg N/ha und 89 kg N/ha (Tab. 2). Durch die längere Vegetationsdauer von Untersaaten und Winterzwischenfrüchten kann die Bindungsleistung noch höher liegen. So ermittelte LABER (2002) im Landsberger Gemeinde N-Mengen im Aufwuchs von 130 - 185 kg N/ha im Frühjahr vor dem Einarbeiten. Beim Perseklee (nicht abgefroren) bewegen sich die N-Mengen im Frühjahr zwischen 41 - 87 kg und bei Phacelia (abgefroren) zwischen 15 - 41 kg N/ha (Vegetationsende 82 - 154 kg).

Tabelle 1: Durchschnittliche Stickstoffaufnahme in der ober- und unterirdischen Pflanzenmasse von Zwischenfrüchten

|                             | <b>Oberirdischer Aufwuchs</b> | <b>Ernte- und Wurzelrückstände</b> |
|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Frischmasse (dt/ha)         | 150 – 350                     | 35 – 130                           |
| Trockenmasse (dt/ha)        | 20 – 50                       | 5 – 20                             |
| Stickstoffgehalt (% der TM) | 1,5 – 3,5                     | 2                                  |
| Stickstoffmenge (kg N/ha)   | 30 – 75                       | 10 – 40                            |

Quellen: Daten nach von BOUGUSLAWSKI (1953), EHRENPFORDT (1962), KAHNT (1986), KLIMANEK (1987), KÖNIG (1996)

Tabelle 2: Durchschnittliche Trockenmassebildung und Stickstoffaufnahme von Stoppelsaaten bei Einarbeitung im Herbst (Öko-Feld Roda, Mittelwerte der Jahre 1998-2003, Bodenart Lehm, AZ 68, langjähriges Niederschlagsmittel: 711 mm)

| Pflanzenart<br>oder<br>-gemenge     | Frischmasse<br>(dt/ha) | Trockenmasse            |                    | N-Gehalt<br>(% i. d. TM) | Gebund. N-Menge<br>im Spross<br>(kg N/ha) | C/N-Verhältnis<br>(2-jährig) |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|---|------------------------------|
|                                     |                        | Durchschnitt<br>(dt/ha) | Bereich<br>(dt/ha) |                          |   |                              |
| Platterbse                          | 85,0                   | 11,7                    | 3,1 - 24,2         | 5,5                      | 64,4                                      | 7,2                          |
| Perserklee*                         | 43,8                   | 4,6                     | 0 - 11,8           | 3,4                      | 15,4                                      | 8,7                          |
| Weiße/Blaue<br>Lupine               | 194,7                  | 23,6                    | 3,5 - 41,7         | 3,8                      | 89,0                                      | 11,2                         |
| Zottelwicke                         | 95,2                   | 12,6                    | 4,9 - 24,1         | 5,5                      | 68,9                                      | 7,4                          |
| Inkarnatklee*                       | 20,4                   | 2,8                     | 0 - 9,9            | 3,2                      | 9,0                                       | 9,0                          |
| Welsch. Weidelgras                  | 74,3                   | 12,5                    | 10,1 - 25,1        | 3,3                      | 41,6                                      | 11,2                         |
| Landsberger<br>Gemenge <sup>1</sup> | 80,8                   | 12,4                    | 6,7 - 17,3         | 4,4                      | 55,0                                      | 8,8                          |
| Meliorationsgemenge <sup>2</sup>    | 147,3                  | 25,0                    | 2,9 - 46,9         | 2,8                      | 70,6                                      | 12,5                         |
| Phacelia                            | 193,7                  | 17,8                    | 11,2 - 31,7        | 3,6                      | 64,4                                      | 10,3                         |
| Buchweizen                          | 142,4                  | 26,1                    | 9,5 - 48,2         | 2,3                      | 58,8                                      | 19,8                         |
| Weißer Senf                         | 205,4                  | 30,6                    | 20,9 - 55,1        | 2,8                      | 84,2                                      | 12,9                         |
| So.Raps                             | 169,1                  | 19,2                    | 8,8 - 55,4         | 3,9                      | 74,2                                      | 9,9                          |
| Weißklee**                          | 32,7                   | 6,6                     | 4,6 - 8,5          | 2,0                      | 13,4                                      |                              |
| Futtererbse**                       | 49,4                   | 8,5                     | 7,3 - 9,4          | 4,3                      | 36,6                                      | 10,4                         |

<sup>1</sup> Landsberger Gemenge (20 kg/ha Zottelwicke, 20 kg/ha Welsches Weidelgras, 20 kg/ha Inkarnatklee),

<sup>2</sup> Meliorationsgemenge (20 kg/ha Platterbse, 10 kg/ha Perserklee, 15 kg/ha Buchweizen, 2 kg/ha Phacelia)

\* Aufwüchse waren in den Jahren 1998, 2002, 2003 so gering, dass keine Beerntung erfolgen konnte

\*\* 3-jährige Ergebnisse

Neben dem Stickstoff hat auch die Aufnahme weiterer Nährstoffe Bedeutung. So können tief wurzelnde Arten den Unterboden erschließen und Nährstoffe aus dem Unterboden in die Krume verlagern (siehe MARTIN, 1926). Durch einen häufigen Zwischenfruchtanbau können so schwer verfügbare Nährstoffreserven durch die pflanzliche Aufnahme und den anschließenden Mineralisationsprozess in eine leichter verfügbare Form überführt werden, so dass Nachkulturen besser auf diese Reserven zurück greifen können. Hierbei ist vor allem an den Nährstoff Phosphor zu denken, der auf untätigen Gebirgsböden und auf Böden mit sehr hohen pH-Werten oft einer Festlegung unterliegt. Intensiver Zwischenfruchtanbau kann so zu einer verbesserten Versorgung dieser oft limitierenden Nährstoffe bei-

tragen und die Ertragsleistungen auf diesen Böden sichern, wie erste Versuchsergebnisse aus Nordostdeutschland gezeigt haben (EICHLER, 1997).

### Stickstofffixierung von Leguminosenzwischenfrüchten

Die Leguminosen sind als Gründüngungspflanzen sehr wertvoll, da sie dem Boden nicht nur organische Masse zuführen, sondern mit Hilfe der Knöllchenbakterien Luftstickstoff binden. Damit wird dem Boden eine stickstoffreiche organische Masse zugeführt. Die N-Fixierungsleistung ist in starkem Maße von den Wachstumsbedingungen während der Vegetationsperiode abhängig. Die in Tabelle 3 angegebenen Werte für Klee gras sind unter sehr guten Bedingungen (Nieder schläge) in Schleswig-Holstein ermittelt worden.

Tabelle 3: Oberirdischer Aufwuchs, N-Gehalte und N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung verschiedener Zwischenfrüchte

| Anbauform  | Oberirdischer Aufwuchs (dt TM/ha) | N-Gehalt im Herbst (% d. TM) | N <sub>2</sub> -Fixierung (kg N/ha) |
|--|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Kleeuntersaat in Getreide                                  | 5 – 20                            | 1,9 – 3,0                    | 20 – 70                             |
| überjährige Klee gras-Grünbrache                           | 70 – 100                          | 1,4 – 2,6                    | 65 – 200                            |
| überjährig futterbaulich genutztes Klee gras aus Untersaat | 80 – 120                          | 1,5 – 2,4                    | 150 – 300                           |
| Erbsen   | 20 – 30                           | 2,0 – 3,5                    | 28 – 46                             |
| Perserklee   | 10 – 20                           | 2,5 – 3,5                    | 1,8 – 10                            |
| Winterwicke  | 20 – 30                           | 2,5 – 3,5                    | 25 – 50                             |

Quellen: Daten nach KÖNIG (1996), LOGES et. al. (2002), MÖLLER & REENTS (1999), LABER (2002)

### Nährstoffbereitstellung für die Nachfrüchte

Die Stickstoffwirkung für die Nachfrucht resultiert daraus, ob der in den Zwischenfrüchten gebundene Stickstoff zum für die Nachfrucht optimalen Zeitpunkt in mineralisierter und damit in pflanzenaufnehmbarer Form zur Verfügung steht. Die Bedingungen sind günstig, wenn die Jugendentwicklung der folgenden Sommerung mit der Nettomineralisierungsphase im Frühjahr zusammentrifft. Eine verbesserte Stickstoffversorgung der Nachfrüchte erfolgt aber nicht allein nur durch die Mineralisierung der organischen Masse der Zwischenfrüchte, sondern auch über die insgesamt intensivierte Stickstofffreisetzung durch die erhöhte Menge und Aktivität der Mikroorganismen.

Nach dem Umbruch und der Einarbeitung von Zwischenfruchtbeständen kommt es in Abhängigkeit von den Boden- und Wetterverhältnissen zu einer deutlichen

Zunahme der mikrobiellen Biomasse. Die Zunahme kann explosionsartig erfolgen und ein Vielfaches der Werte ohne Zwischenfruchteinbringung annehmen und über mehrere Wochen bis Monate andauern. In Anbauverfahren mit häufiger Gründüngung und organischer Düngung werden dann permanent erhöhte Werte in der mikrobiellen Biomasse festgestellt. Höhere Aktivitäten der Mikroorganismen und Freisetzungsraten an Kohlenstoff zwischen 10 – 40 % werden genannt (MARTIN, 1926; BECK, 1974). Die vielen Bodenlebewesen verwenden die Kohlenstoffgerüste zur Energiegewinnung und die Nährstoffe zum Aufbau eigener Organismenstruktur. Im Zuge der mikrobiellen Tätigkeiten erfolgt dann eine Freisetzung von Kohlenstoff in Form von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) durch die Veratmung sowie eine Freisetzung von Nährstoffen. Hiervon sind vor allen Dingen der Stickstoff, aber auch Phosphor und Schwefel betroffen, die in Folge dieser Mineralisation den nachfolgenden Pflanzen verfügbar werden. Neben den klimatischen Einflüssen ist dieser Prozess auch von der Menge und Zusammensetzung der Gründüngung abhängig. Besonders rasch werden Materialien umgesetzt, die reich an leicht verfügbaren N-Ressourcen und an Kohlenstoffverbindungen sind. Hierbei können die Umsetzungsprozesse so stark werden, dass sogar die Bodenreserven an Humus angegriffen werden können (Priming Effect, siehe negative Werte in der jährlichen Kohlenstoffbilanz des Bodens in Abb. 3). Schwer umsetzbar sind Materialien mit geringen Gehalten an (leicht verfügbaren) Nährstoffen, besonders N aber auch z.B. an P, sowie Pflanzensubstanz mit hohen Werten an verholzten Kohlenstoffverbindungen (z.B. Lignin). Hierbei werden dann nicht alle Materialien um- bzw. abgebaut, so dass eine geringe Zunahme an Dauerhumus erfolgen kann (siehe positive Werte in Abb. 2).

Auf die Umsetzung der Pflanzensubstanz haben folgende Faktoren Einfluss:

- Pflanzenart (Menge an gebildeter Frischmasse, N-Gehalt, C/N-Verhältnis)
- Behandlung der Pflanzenmasse (als Futter abgefahren, gemulcht, gehäckselt)
- Bodenart und Einarbeitung der Pflanzenmasse (Bearbeitungszeitpunkt, -tiefe)
- Witterungsbedingungen für das Wachstum der Pflanzen und nach der Einarbeitung.

Die Stickstoffwirkung wird im Wesentlichen vom N-Gehalt, dem C/N-Verhältnis und vom Gehalt an Lignin bestimmt. Nach der Einarbeitung der Pflanzenmasse tritt keine Netto-Mineralisierung von Stickstoff auf, wenn das C/N-Verhältnis weiter als 25 und der N-Gehalt weniger als 1,6 % beträgt. Für Lignin wird ein Schwellenwert von 15 % angegeben. Bei höheren Werten wird die Zersetzung durch die Lignifizierung der Zellwände gehemmt (PAUL & CLARK, 1988).

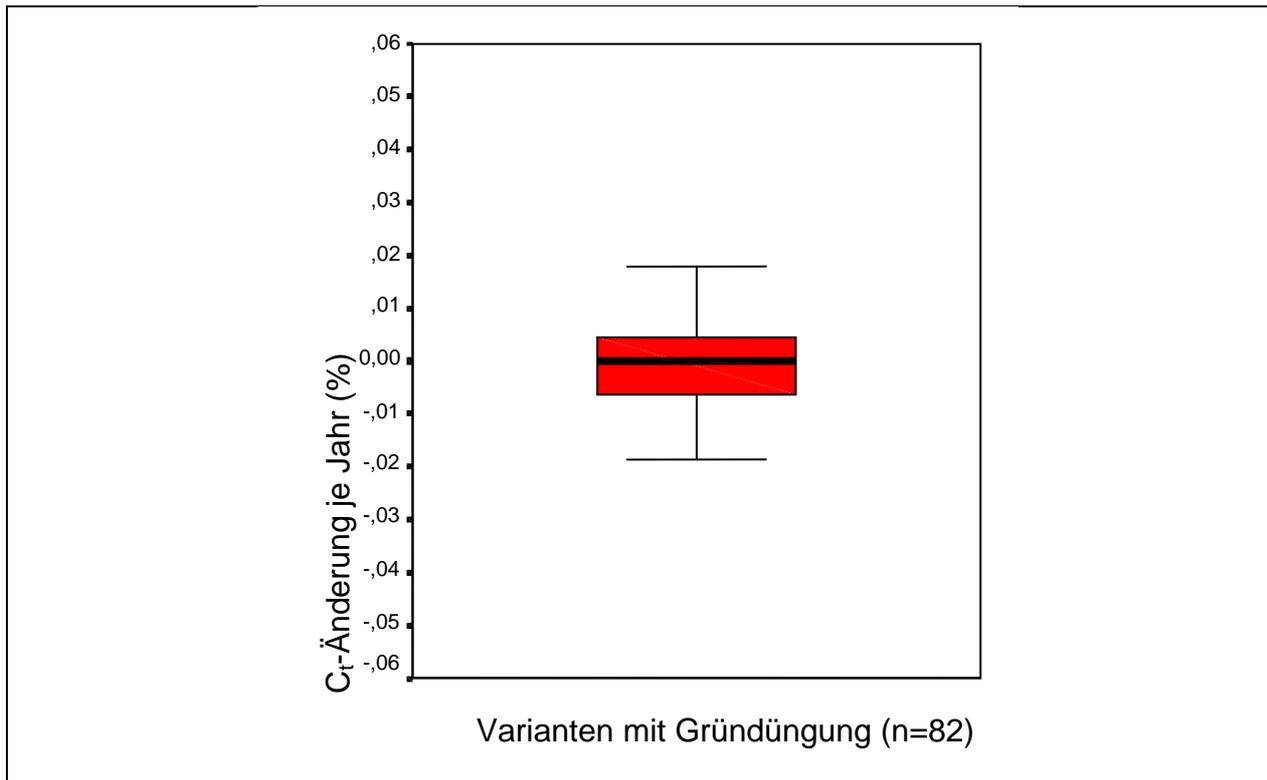


Abbildung 3: Einfluss des Zwischenfruchtanbaus zur Gründüngung auf den Humusgehalt des Bodens (konventionelle Dauerversuche, KOLBE, 2003)

Ältere Bestände z.B. von Rotklee weisen auf Grund hoher Anteile verholzter schlecht mineralisierbarer Strukturelemente eine N-Freisetzung im ersten Jahr von lediglich 15 – 30 % auf, während sehr junges, blattreiches oder feingliedriges Material z.B. von Wicken eine 50 – 80 %ige Freisetzung kennzeichnet. Für den Nährstoff Phosphor (P) können ähnlich hohe Freisetzungsanteile wie für Stickstoff angenommen werden, während für Kalium (K) in der Regel eine Verfügbarkeit von annähernd 100 % im Folgejahr besteht.

MERBACH (1987) konnte ermitteln, dass Silomais nach Winterrüben 32 % des in der Zwischenfrucht gebundenen N nutzen konnte. Der restliche Stickstoff war zur Maisernte noch im Boden vorhanden. GUTSER & VILSMEIER (1988) stellten eine mittlere Verwertung des in der Gründüngung enthaltenen Stickstoffs durch die Folgefrucht von 35 % (31 % nach Herbstfurche, 39 % nach Frühjahrsfurche) fest. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommt LADD (1981), der nach 32 Wochen von 10 cm tief eingearbeiteter Leguminosensubstanz (C/N-Verhältnis von 15) noch 60 – 65 % des zugeführten Stickstoffs im Boden fand. Danach verringerte sich der Abbau und nach 4 Jahren wurde noch ungefähr die Hälfte an Stickstoff im Boden gefunden. Aus diesen Ergebnissen wird deutlich, dass neben einer direkten Wirkung auf die Folgefrucht auch eine längerfristige Wirkung auf die

Fruchtfolge besteht und diese positiven Wirkungen vor allem bei häufigem Zwischenfruchtanbau genutzt werden können.

### **Einfluss auf den Ertrag und die Qualität der Nachfrüchte**

Die direkte Wirkung auf den Ertrag der Nachfrucht ist Gegenstand mehrjähriger Untersuchungen auf dem Öko-Feld in Roda (Sachsen). 13 Zwischenfruchtarten werden als Stoppelsaaten vor Silomais und Kartoffeln angebaut. Es zeigt sich, dass die oberirdische Trockenmassebildung für die Wirkung auf den Ertrag der Nachfrucht Mais nicht immer entscheidend ist. Von den kleinkörnigen Leguminosen erzielte Perserklee auch in Jahren mit einer sehr geringen Massebildung Ertragszuwächse. Im Durchschnitt der Jahre 1998 - 2001 wurden mit den Leguminosenzwischenfrüchten Platterbse, Perserklee, Mischung aus Weißer und Blauer Lupine und Zottelwicke Ertragssteigerungen erzielt. Die größte Ertragssteigerung von fast 10 % wurde mit Zottelwicke erreicht (Tab. 4). Der Anbau von Gräsern, Kruziferen und anderen Nichtleguminosen sowie von Leguminosengemengen war unter diesem Gesichtspunkt nicht erfolgreich, da hiermit keine Ertragsvorteile erzielt werden konnten.

Die Wirkung der Zwischenfrüchte weicht in den einzelnen Jahren z. T. stark voneinander ab. Im Anbaujahr 1998/99 wurden mit Weißem Senf, Sommerraps, Lupine, Zottelwicke und Inkarnatklée Ertragssteigerungen in Höhe von 1 – 6 % erzielt. Dagegen konnten 1999/2000 bei allen Leguminosen Mehrerträge von 5 – 20 % erreicht werden. Im Anbaujahr 2000/2001 führte dagegen der Anbau von allen Zwischenfrüchten zu leichten Ertragsdepressionen.

Aus der 3-jährigen weiterführenden Untersuchung zu Kartoffeln zeigt sich, dass im Durchschnitt der Jahre mit allen Zwischenfrüchten außer mit Buchweizen Mehrerträge erzielt werden konnten (Tab. 5). Der Anbau von Buchweizen führte dagegen bei Mais und Kartoffeln gleichermaßen zu Ertragsdepressionen. Der größte Ertragszuwachs wurde mit Zottelwicke, der Mischung aus Weißer und Blauer Lupine, Sommerraps, Welschem Weidelgras und Phacelia erreicht.

Aus den Untersuchungen wird deutlich, dass sich die Leguminosenzwischenfrüchte im Durchschnitt positiver auf den Ertrag auswirkten als die Kruziferen und die anderen Pflanzenarten.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen MÖLLER & REENTS (1999), die in dreijährigen Untersuchungen in Bayern die höchsten Kartoffelerträge nach Winterwicke erzielten. Als weitere günstige Vorfrucht erwiesen sich Futtererbsen. Untersuchungen im Kartoffelanbau in Schleswig-Holstein brachten durch Bodenseparierung in Verbindung mit Zwischenfruchtanbau (Ölrettich, Weißer Senf) deutliche Mehrerträge um bis zu 31 dt/ha (BÖHM, 2001).

Tabelle 4: Silomaiserträge nach Stoppelsaaten mit Einarbeitung im Herbst (Öko-Feld Roda, Mittelwerte der Jahre 1998-2001, Bodenart Lehm, AZ: 68, langjähriges Niederschlagsmittel: 711 mm)

| Pflanzenart oder -gemenge        | Trockenmasse Zwischenfrucht (dt/ha) | Ertrag Mais (dt/ha) | Ertrag Mais relativ (%) |
|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| ohne Zwischenfrucht              | -                                   | 143,9               | 100,0                   |
| Platterbse                       | 19,0                                | 150,2               | 104,4                   |
| Perserklee*                      | 12,2                                | 155,0               | 107,7                   |
| Weiße/Blaue Lupine               | 34,3                                | 150,2               | 104,4                   |
| Zottelwicke                      | 19,0                                | 157,2               | 109,2                   |
| Inkarnatklee*                    | 8,2                                 | 141,0               | 98,0                    |
| Weißklee*                        | 7,2                                 | 147,0               | 102,2                   |
| Welsches Weidelgras              | 8,5                                 | 140,1               | 97,4                    |
| Landsberger Gemenge <sup>1</sup> | 15,2                                | 141,6               | 98,4                    |
| Meliorationsgemenge <sup>2</sup> | 28,9                                | 131,2               | 91,2                    |
| Phacelia                         | 17,5                                | 139,1               | 96,7                    |
| Buchweizen                       | 27,2                                | 135,0               | 93,8                    |
| W.Senf                           | 30,2                                | 141,7               | 98,5                    |
| So.Raps                          | 14,1                                | 137,9               | 95,8                    |

<sup>1</sup> Landsberger Gemenge (20 kg/ha Zottelwicke, 20 kg/ha Welsches Weidelgras, 20 kg/ha Inkarnatklee)

<sup>2</sup> Meliorationsgemenge (20 kg/ha Platterbse, 10 kg/ha Perserklee, 15 kg/ha Buchweizen, 2 kg/ha Phacelia)

\* Aufwüchse waren im Jahr 1998 so gering, dass keine Ermittlung erfolgen konnte

Die Ertragseffekte kommen im Wesentlichen durch eine verbesserte Bereitstellung von Nährstoffen, insbesondere an Stickstoff zustande. Daneben sind aber auch noch andere direkte und indirekte Wirkungen der Gründüngung bekannt. Da die pflanzlichen Materialien auch andere Nährstoffe enthalten, können auch diese zur Verbesserung der Ernährungsbedingungen beitragen. Eine weitere Komponente ist der Bodenzustand. Durch die ständige Beschattung und die Zufuhr von Strukturelementen ist der Boden oft in einem guten Garezustand. Auch die Einarbeitung der Gründüngungsmasse trägt zur Lockerung des Bodens bei, so dass günstige Wachstumsbedingungen für die Nachkulturen geschaffen werden.

Durch die sich zersetzenden Gründüngungspflanzen werden auch pflanzeneigene organische Verbindungen frei, die ebenfalls eine Ertragswirkung haben können. Diese sogenannten allelopatischen Wirkungen, aber auch andere spezifische Wirkungen von bestimmten Gründüngungspflanzen z.B. auf die Bodenlebewesen, können sowohl fördernde als auch hemmende Wirkungen auf die Erträge der Nachkulturen haben (FYSON & OAKS, 1990; JANZEN & SCHAALJE, 1992). Praktische Auswirkungen dieser beschriebenen Mechanismen sind allerdings im mitteleuropäischen Raum bisher nicht bekannt geworden.

Tabelle 5: Kartoffelerträge nach Stoppelsaaten mit Einarbeitung im Herbst (Öko-Feld Roda, Mittelwerte der Jahre 2002-2004, Bodenart Lehm, AZ: 68, langjähriges Niederschlagsmittel: 711 mm)

| Pflanzenart oder -gemenge         | Trockenmasse Zwischenfrucht (dt/ha) | Ertrag Kartoffelknollen (dt/ha) | Ertrag Kartoffelknollen relativ (%) |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Ohne Zwischenfrucht               | -                                   | 166,2                           | 100                                 |
| Platterbse                        | 5,8                                 | 180,0                           | 108                                 |
| Perserklee*                       | 0,4                                 | 180,7                           | 109                                 |
| Weiße/Blaue Lupine                | 15,1                                | 186,5                           | 112                                 |
| Zottelwicke                       | 8,1                                 | 187,0                           | 112                                 |
| Inkarnatklee*                     | 0,3                                 | 170,8                           | 102                                 |
| Futtererbse                       | 8,5                                 | 181,5                           | 109                                 |
| Welsches Weidelgras               | 17,1                                | 188,7                           | 113                                 |
| Landsberger Gemenge <sup>1</sup>  | 11,1                                | 180,0                           | 108                                 |
| Meliorationsngemenge <sup>2</sup> | 21,3                                | 182,2                           | 110                                 |
| Phacelia                          | 19,8                                | 188,8                           | 114                                 |
| Buchweizen                        | 26,1                                | 156,5                           | 94                                  |
| W.Senf                            | 32,6                                | 181,1                           | 109                                 |
| So.Raps                           | 25,5                                | 187,3                           | 113                                 |

<sup>1</sup> Landsberger Gemenge (20 kg/ha Zottelwicke, 20 kg/ha Welsches Weidelgras, 20 kg/ha Inkarnatklee)

<sup>2</sup> Meliorationsngemenge (20 kg/ha Platterbse, 10 kg/ha Perserklee, 15 kg/ha Buchweizen, 2 kg/ha Phacelia)

\* Angaben von 2002

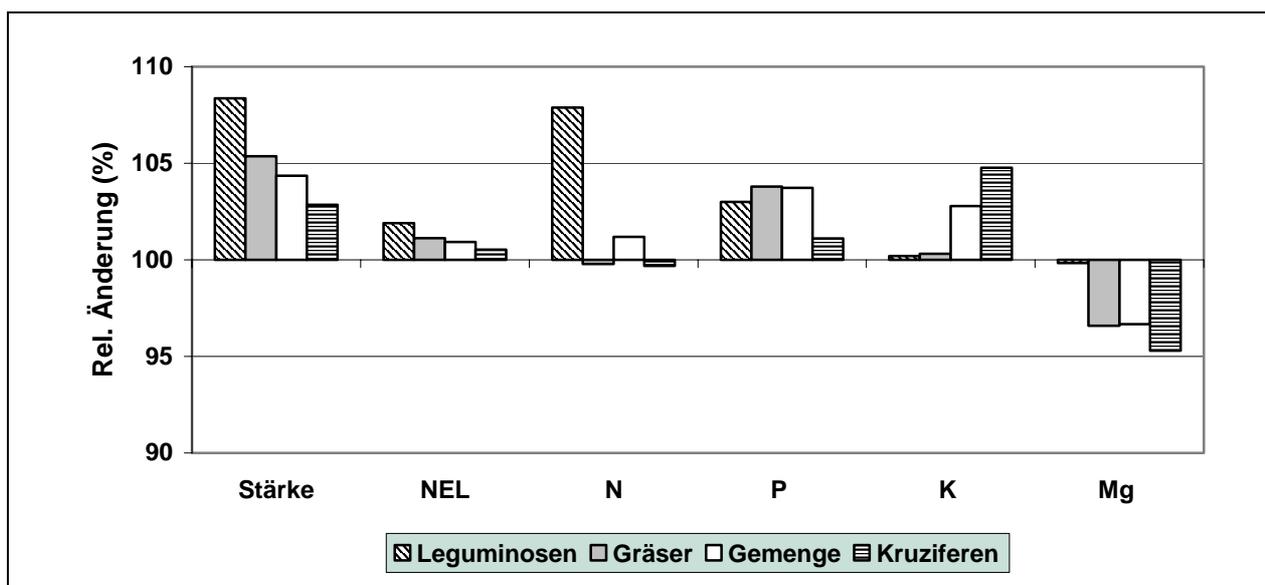


Abbildung 4: Einfluss von Zwischenfrüchten auf die Nährstoffgehalte und Qualität (ohne Zwischenfrucht = 100 %) von Silo-Mais (Öko-Feld Roda, 1998-2001)

Über den Einfluss von Zwischenfrüchten auf die Qualität der angebauten Nachfrüchte liegen nur wenige Ergebnisse vor (Abb. 4). Beim Nachbau von Silomais kommt es zu höheren Gehalten an Stärke und an Energie, besonders nach Leguminosen und Gräsern. Leguminosen in Reinsaat sowie auch als Gemenge führt zu einer höheren N-Versorgung, die N-Gehalte und P-Gehalte in der Trockenmasse können dadurch angehoben werden. Durch den Anbau von Kruziferen wird dem gegenüber besonders der K-Gehalt im Mais angehoben, während dann der Mg-Gehalt abnimmt. Zur Nachfrucht Kartoffeln liegen bisher nur einjährige Ergebnisse vor. Auch bei dieser Nachfrucht kann durch Anbau von Kruziferen-Zwischenfrüchten der K-Gehalt der Knollen offenbar angehoben werden, dagegen nimmt der Gehalt an Stärke etwas ab.

### **Biotische Aktivität und Humuswirkung**

Einander gegenläufige Wirkungen steuern die Humusentwicklung beim Anbau von Zwischenfrüchten. Förderlich wirkt die Pflanzenmasse, einschließlich der Wurzelrückstände. Humuszehrend wirkt dagegen die Bodenbearbeitung mit steigender Intensität. Die Menge und Zusammensetzung der eingebrachten Pflanzensubstanz sowie die Intensität der Bodenbearbeitung sind außerdem positiv verbunden mit der mikrobiellen Aktivität des Bodens. Eine erhöhte biotische Aktivität des Bodens in der Folgekultur nach einer Zwischenfrucht wird nur bei großen Gründüngungspflanzenmengen messbar sein (NIKLAS 1975). In der Summe dieser z.T. gegenläufigen Prozesse wirkt sich der Zwischenfruchtanbau allenfalls gering auf die Humusgehalte aus.

Die höchste Bewertung für den Humusaufbau erhält der Leguminosenanbau in Verbindung mit langer Bodenruhe. So lässt sich eine Untersaat mit Leguminosen im Getreide mit anschließender Überwinterung gemessen an der Humusproduktion mit einer Stallmistausbringung von ca. 10 dt je ha vergleichen. Legume Stoppelfrüchte mit Herbstumbruch erreichen dagegen nur ein Äquivalent von 3 dt Stallmist je ha (nach LEITHOLD & HÜLSBERGEN, 1998). Schlechter als Leguminosen schneiden Kruziferen ab und die Futternutzung von Zwischenfrüchten kann bei Getreidearten wie Winterroggen oder Hafer sogar zum Abbau von Humus beitragen. Beim Verfüttern von Zwischenfrüchten darf innerbetrieblich die entsprechende Stallmistproduktion nicht vergessen werden. Sie führt mittelfristig eher wieder zu einem ausgeglichenen Saldo auf der Fläche. Diese Einschätzung der Humuswirkung der Zwischenfrüchte basiert auf der Annahme von relativ hohen Grünmasseerträgen. In der Praxis sind auf Grund von Trockenheit häufig schwach entwickelte Bestände zu beobachten, so dass entsprechende Abschläge in Anrechnung zu bringen sind (siehe auch Abb. 3, Abschnitt Nährstoffbereitstellung für die Nachfrüchte).

## Bodenstruktur und Erosionsschutz

Es sind keine Untersuchungen zur Wirkung des Zwischenfruchtanbaus auf Kennwerte der Bodenstruktur im ökologischen Landbau bekannt. Untersuchungen im konventionellen Anbau verweisen auf eine neutrale bis leicht positive Wirkung auf die Bodenstruktur, die sich u.a. in einer geringfügig besseren Wasserführung ausdrücken kann.

## Bodenstruktur

Mit Hilfe der verschiedenen Pflanzenarten lassen sich über die Ausprägung der Wurzeln weitere Effekte für den Bodenzustand erzielen. Während flachwurzeln Arten, im Zwischenfruchtanbau insbesondere Weidelgräser, strukturstabilisierend auf die oberen Bodenschichten wirken, sind tiefreichende Wurzeln in der Lage eine stärkere Verbindung zwischen Pflughorizont und Unterboden mit der Bildung und Stabilisierung von Poren aufzubauen (s. Tab. 6). Außerdem kann ein vertikaler Stofftransport durch die Wurzeln zur Anreicherung von Nährstoffen in der Oberkrume führen. Dies führt allerdings zu einer Abreicherung im Untergrund (ROEMER & SCHEIBE, 1953).

Tabelle 6: Wurzeltiefgang einiger Gründüngungspflanzen

| 150 bis 200 cm und mehr        | 80 bis 150 cm  | bis 80 cm  |
|--------------------------------|--|--|
| Lupine<br>Steinklee<br>Rotklee | Serradella<br>Ackerbohne<br>Erbse<br>Gelbklee<br>Saatwicke, Stoppelrübe<br>Senf, Raps, Rübsen<br>Buchweizen<br>Phacelia, Ökrettich | Weißklee<br>Inkarnatklee<br>Zottelwicke<br>Peluschke |

Quelle: SCHEFFER (1941) zit. in ROEMER et al. (1952)

Nicht nur die Wurzeln sondern auch die in den Boden eingearbeitete Sprossmasse stellt Nahrung für das Bodenleben dar, so dass über diesen Weg ebenso eine Strukturstabilisierung eintritt, weil die Stoffwechselprodukte der Mikroorganismen (Schleimstoffe) teilweise verklebend auf anorganische Bodenpartikel wirken. Da ein Teil dieser Verbindungen von den Mikroorganismen selbst wieder abgebaut werden, ist ihre Wirkung nur von kurzer Dauer. Ein anderer Teil führt allerdings zu recht stabilen Verbindungen zwischen mineralischen und organischen Bodenbestandteilen, den Ton-Humus-Komplexen und Bodenkrümeln. Zu dauerhaften Strukturen trägt auch die Arbeit der Regenwürmer bei. Sie ernähren sich von abgestorbenem Pflanzenmaterial und profitieren letztlich ebenfalls von einem zusätzlichen Anbau von Zwischenfrüchten. Die Röhren der Regenwürmer stellen ein stabiles tiefreichendes Grobporensystem dar, welches sowohl die Wasserin-

filtration fördert als auch den Pflanzenwurzeln bei der Erschließung des Unterbodens dient. Eine lange Bodenruhe z.B. durch mehrjährigen Futterbau sowie eine geringe Intensität der Bodenbearbeitung fördert die Anzahl der Regenwürmer und erhält deren Bodenröhren erheblich.

### **Verringerung der Erosion**

Bodenerosion durch Niederschlagswasser ist ein Prozess der Bodenzerstörung, der sich in zwei Teilschritten darstellt. Im ersten Teilschritt werden die Bodenaggregate durch die kinetische Energie der Regentropfen zerschlagen. Es bildet sich hierdurch transportierbares feinkörniges Bodenmaterial, das im zweiten Schritt mit dem Oberflächenabfluss abgetragen werden kann. Dieser Vorgang erhält bei völlig unbedeckten Bodenoberflächen seine größte Bedeutung. Insofern muss die Pflugarbeit zur Bodenvorbereitung für den Zwischenfruchtanbau in erosionsgefährdeten Lagen kritisch beurteilt werden. Besser geeignet ist dagegen die flach mischende Arbeit mit dem Grubber, die genügend Strohanteile an der Bodenoberfläche belässt und so ein kontinuierlicher Erosionsschutz bis zur Entwicklung der neuen Pflanzendecke besteht.

Mit dem Auflaufen der Zwischenfrüchte entwickelt sich ein neuer Schutzschirm für die Bodenoberfläche. Unabhängig vom Bodentyp und von der Bedeckungsart nimmt mit zunehmendem Bedeckungsgrad die Abflussbildung von Niederschlagswasser durch Verschlämmung ab, und zwar in exponentieller Form. Eine bodennahe Blattetage wirkt sich durch die Reduktion der Aufprallenergie der Wassertropfen besonders günstig aus. Die Beschattung verbessert zudem die Aggregatstabilität des Bodens (BLUME et al., 2002).

Mit Abschluss der Vegetationsphase, nach dem Zerkleinern von Zwischenfruchtbeständen auf der Fläche, ändern sich die physikalischen Verhältnisse wieder, es wird aber ein insgesamt günstiger Zustand aufrecht erhalten, der weitere Faktoren einbezieht. Eine Mulchauflage minimiert effektiv die Übertragung der kinetischen Energie von Wassertropfen auf Bodenpartikel, so dass ein hoher Schutzfaktor gegen eine Abschwemmung von Boden bestehen bleibt. Darüber hinaus wird der Wasserentzug durch die Pflanzen nahezu gestoppt, sogar die Wasserdampfverluste des Bodens an die Atmosphäre werden verringert. Dagegen können leichte Niederschläge von einer dicken Mulchschicht auch absorbiert werden und gelangen nicht mehr in den Boden. Es findet unter einer Auflage aus Pflanzenmaterial eine temperaturbedingte Isolierung des Bodens statt. Frost dringt z.B. später in den Boden ein, dagegen verzögert sich die Erwärmung im Frühjahr leicht. Vorteilhaft ist zugleich die andauernde Unkrautunterdrückung von dicken Mulchschichten. Die verrottende Pflanzensubstanz bietet dem Bodenleben, insbesondere den Regenwürmern, eine üppige Nahrungsgrundlage, so dass weitere Vorteile für die Bodenentwicklung entstehen.

Für die Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau ergibt sich zunächst ein Widerspruch zwischen erhöhter biologischer Aktivität, Humusaufbau, höherer Wasserinfiltration des Bodens und anderen positiven Aspekten bei geringer Intensität der Bodenbearbeitung einerseits und den damit verbundenen deutlich niedrigeren Erträgen der Zwischenfrüchte andererseits. Aber die Förderung der Wurzelentwicklung und Nährstoffaufnahme durch die Zwischenfrüchte sowie die Unkrautregulierung durch den Pflug sind für den Ertrag wichtiger als die fördernden Effekte auf den Boden durch eine reduzierte Bodenbearbeitung (VAKALI & KÖPKE, 2001). An dieser Stelle muss im ökologischen Landbau individuell an Hand der angestrebten Ziele, die mit einer Zwischenfrucht erreicht werden sollen, über die richtige Intensität der Bodenbearbeitung entschieden werden.

### **Unkraut- und Schaderregerunterdrückung**

Viele Stoppelsaaten sind sehr schnellwüchsig und entziehen dem aufkeimenden Unkraut das Licht und damit den Lebensraum. Nach Untersuchungen von SCHULTE (1980) zeigen Kruziferen schon nach kurzer Vegetationsdauer eine gute bodendeckende Wirkung. Schnell schließende Bestände von Senf, Buchweizen, Raps oder Ölrettich werden bei guter Nährstoffversorgung als starke Konkurrenten eingestuft und sind z. B. auch für die Queckenbekämpfung zu empfehlen. Phacelia hat eine zögerliche Anfangsentwicklung, bildet aber nach dem 3. Blattpaar ebenfalls schnell einen dichten Bestand. Gramineen schließen dagegen erst spät den Bestand und auch die Leguminosen (Perserklee, Inkarnatklee, Weiße Lupine) zeigen eine unbefriedigende Unkrautunterdrückung aufgrund ihrer zögerlichen Anfangsentwicklung. Daher wird der Anbau von Zwischenfruchtgemengen empfohlen, um verschiedene Eigenschaften wie Bodendeckung und Stickstofffixierung zu verbinden.

AULER & HURLE (1996) prüften die unkrautunterdrückende Wirkung von Gelbsenf, der im Direktsaatverfahren gesät wurde. Dabei lagen die Unkrautdeckungsgrade im März des Folgejahres unter 5 %, während in der Kontrolle die Deckungsgrade über 30 % erreichten. Die Überlebensraten der Unkräuter wurden stark vermindert und die Unkrautsamen, die der Beschattung von Gelbsenf ausgesetzt waren, zeigten im Vergleich zur Kontrolle eine verringerte Keimfähigkeit.

Durch Untersaaten können Unkräuter ebenfalls über die Konkurrenz um die Wachstumsfaktoren Nährstoffe, Wasser und Licht in der Entwicklung gehemmt werden. Die unkrautunterdrückende Wirkung ist abhängig vom Aussattermin und der Art der verwendeten Untersaat. Besonders während der Keimung sind die Unkräuter sehr konkurrenzempfindlich. Es genügen schon geringe Deckungsgrade, wenn diese zum Zeitpunkt der Keimung der Unkräuter vorliegen. Wachsen die Unkräuter über dieses konkurrenzempfindliche Stadium hinaus, so nimmt der Bekämpfungserfolg rapide ab. Daher sind frühe Aussaaten der Unter-

saat erfolgreicher in der Unterdrückung von Unkräutern als späte Aussaaten. Ein Vergleich von reinen Kleeuntersaaten mit Grasuntersaaten zeigte, dass die Kleeuntersaaten eine stärkere unkrautunterdrückende Wirkung hatten. Weißklee erzeugt seine unterdrückende Wirkung in erster Linie über Beschattung und mechanische Verdrängung. Grasuntersaaten entwickelten sich langsamer. Der später einsetzende Beschattungseffekt wird durch Nährstoff- und Wurzelraumkonkurrenz ergänzt (MERKELBACH, 1990).

Eine Bekämpfung von Unkräutern kann auch über das Mulchen bzw. Schneiden von Klee- oder Klee grasbeständen erfolgen. Hierbei sollten die Unkräuter vor der Samenbildung geschnitten werden. Die Schnitttiefe ist so zu wählen, dass die Gründüngungspflanzen geschont werden und schnell wieder austreiben können. Vor allem Wurzelunkräuter sind über eine regelmäßige Mahd von Klee grasbeständen bekämpfbar.

Demgegenüber können die Zwischenfruchtarten selbst zu Unkräutern in nachfolgenden Kulturbeständen werden. So können winterharte Arten wie Winterraps, Winterrüben und Gräser aus dem alten Wurzelstock austreiben und in der Nachfrucht durchwachsen. Um dies zu verhindern sind die Gründüngungsbestände sorgfältig einzumulchen und tief einzupflügen. Bei Ölrettich sind Sorten auszuwählen, die eine geringe Rettichbildung aufweisen. Diese Eigenschaft wird in der beschreibenden Sortenliste aufgeführt. Von den im Jahr 2003 aufgeführten Sorten weisen z.B. Arena und Charakter eine geringe Neigung auf. Erreichen die Pflanzen die Samenreife (früh gesäter Gelbsenf, Klee in fortgeschrittener Blüte) so führt ein Aussamen ebenfalls zu Problemen in den Folgekulturen. Dies sollte verhindert werden.

Zur Unterdrückung von Krankheiten und Schädlingen ist besonders auf die Einhaltung der Anbaupausen zu achten. Auch eine zu starke Konzentration des Leguminosenanbaus ist zu vermeiden. Prinzipiell sind bei Zwischenfrüchten Nachbauprobleme wegen der kürzeren Vegetationszeit deutlich geringer. Trotzdem können bei empfindlichen Arten über Zwischenfrüchte Infektionsbrücken zu den Hauptfrüchten entstehen. Daraus lässt sich die allgemeine Regel ableiten, dass in Zwischenfruchtgemengen solche Pflanzenarten vermieden werden, die in der Fruchtfolge auch als Hauptfrucht angebaut werden und die gegen Wurzelerkrankungen oder bodenbürtig übertragene Krankheiten empfindlich sind (siehe Kap. Fruchtfolge).

### **Futternutzung**

Der Umfang der Futternutzung von Zwischenfrüchten wird im ökologischen Landbau in Sachsen nur als gering eingeschätzt. Ursachen hierfür sind der niedrige Viehbesatz je Flächeneinheit, die umfangreiche Grünlandverfügbarkeit sowie der obligatorische Klee- oder Luzernehauptfruchtanbau auf dem Ackerland in Grö-

Benordnungen zwischen 10 % und 20 %. Außerdem ergeben mangelnde Niederschläge in vielen Gebieten keine zuverlässige, berechenbare Ertragsbildung und die schlechte Konservierbarkeit der Zwischenfrüchte im Herbst harmoniert nicht mit den Fütterungskonzepten, die auf umfangreicher Silagefütterung basieren.

Grundsätzlich ist die Futternutzung zahlreicher Pflanzenarten als Zwischenfrüchte jedoch möglich, insbesondere die Grünfutternutzung als Weide ist ab ca. 50 dt/ha Aufwuchs eine Variante. Die energetische Bewertung der Grünfuttermittel liegt mit 6,5 MJ NEL/kg TM im hohen Bereich. Dabei handelt es sich durchweg um rohproteinreiche Futtermittel mit Werten von 18 – 22 % Rohprotein. Leguminosen weisen höhere Werte auf als andere Zwischenfruchtarten (Tab. 7).

Die Schmackhaftigkeit von bitterstofffreien Leguminosen ist insgesamt gesehen als sehr hoch einzustufen. Diese Eigenschaft lässt sich für einige Kreuzblütler über die Menge der Weidereste differenziert darstellen. Die Schmackhaftigkeit fällt danach in der folgenden Rangfolge ab: Stoppelrüben, Winterrüben, Winter-raps, Markstammkohl, Sommerraps, Ölrettich, Weißer Senf. Dabei ist schon Ölrettich kaum noch zur Beweidung geeignet. Blattreiche Rapsorten sind allgemein günstiger in Bezug auf die Weidenutzung. Der Einfluss des Glucosinolatgehaltes der Rapsorten ist dem gegenüber als gering einzustufen (BERENDONK, 1985).

Einige wichtige Einschränkungen bei der Konservierung und Fütterung von Zwischenfrüchten müssen beachtet werden. So ist die wasserreiche Grünmasse der Zwischenfrüchte schwer silierbar. Bei TM-Gehalten von häufig nur 9 – 10 % und mit meistens zu niedrigen Rohfasergehalten für die wiederkäuergerechte Ration ist mit Fehlgärungen und massiven Sickersaftverlusten zu rechnen. Lange Liegezeiten zum Anwelken verschlechtern im Herbst die Aussichten auf eine gute Futterqualität. Darüber hinaus weisen Leguminosen eine hohe Pufferkapazität auf, die eine schnelle pH-Wert-Absenkung beim Silieren verhindert.

Erst längere Aufwuchszeiten von z. B. Sommerkleearten führen zu TM-Gehalten von 16 %, so dass dann auch angemessene Rohfasergehalte erreicht werden können. Meistens benötigt das strukturarme Futter jedoch einen Ausgleich mit rohfaserreichen Futtermitteln, z.B. mit Stroh. TM-Gehalte von 25 – 30 % bei Rohfaseranteilen von 16 – 30 % können vorwiegend noch von der Sonnenblume im Herbst erreicht werden (BERENDONK, 1995). Je nach Rohfaseranteil können nach einer Eingewöhnungszeit 30 – 40 kg Frischmasse von Zwischenfrüchten verfüttert werden (JILG, 2003). Bei Kruziferen und Leguminosen besteht vor allem bei strahlungsarmer Witterung die Gefahr von Nitratvergiftungen. Partien mit mehr als 3 % Nitrat sind zur Fütterung nicht mehr geeignet. Bei Senf ist mit dem Einsetzen der Blüte auch eine starke Bildung von Senföl verbunden, das den Futterwert herabsetzt.

Tabelle 7: Futterwert von Zwischenfrüchten

| Grünfutter, frisch  | Trockenmasse | Rohasche | Rohprotein | Rohfett | Rohfaser | Nutzbares Rohprotein | Ruminale Stickstoffbilanz (RNB) | Umsetzbare Energie | Nettoenergie Laktation |
|---|--------------|----------|------------|---------|----------|----------------------|---------------------------------|--------------------|------------------------|
|   | g            | g        | g          | g       | g        | g                    | g                               | MJ                 | MJ                     |
| je kg Trockenmasse  |              |          |            |         |          |                      |                                 |                    |                        |
| <b>Ackerbohne</b> <i>Vicia faba</i>                                 |              |          |            |         |          |                      |                                 |                    |                        |
| - vor der Blüte   | <b>150</b>   | 110      | 259        | 34      | 173      | 150                  | +17                             | 10,99*             | 6,70*                  |
| <b>Alexandrinerklee</b> <i>Trifolium alexandrinum</i> , 1. Aufwuchs |              |          |            |         |          |                      |                                 |                    |                        |
| - vor der Knospe  | <b>130</b>   | 142      | 200        | 47      | 147      | 156                  | +7                              | 10,87*             | 6,64*                  |
| - in der Knospe   | <b>160</b>   | 140      | 213        | 36      | 212      | 146                  | +11                             | 9,78               | 5,82                   |
| - Beginn der Blüte  | <b>190</b>   | 120      | 187        | 34      | 257      | 146                  | +6                              | 9,72*              | 5,77*                  |
| - Mitte bis Ende d. B.  | <b>230</b>   | 103      | 177        | 39      | 285      | 145                  | +5                              | 9,53*              | 5,62*                  |
| <b>Klee, Persischer</b> <i>Trifolium resupinatum</i> , 1. Aufwuchs  |              |          |            |         |          |                      |                                 |                    |                        |
| - vor der Knospe  | <b>110</b>   | 145      | 290        | 25      | 151      | 180                  | +18                             | 11,38*             | 6,97*                  |
| - in der Knospe   | <b>150</b>   | 134      | 222        | 21      | 176      | 159                  | +10                             | 10,76*             | 6,54*                  |
| - Beginn der Blüte  | <b>190</b>   | 135      | 208        | 30      | 207      | 148                  | +10                             | 9,86               | 5,89                   |
| - Mitte bis Ende d. B.  | <b>230</b>   | 135      | 191        | 34      | 234      | 150                  | +7                              | 9,84*              | 5,88*                  |
| <b>Knautgras</b> <i>Dactylis glomerata</i> , 1. Aufwuchs            |              |          |            |         |          |                      |                                 |                    |                        |
| - Beginn Rispen-schieben  | <b>190</b>   | 97       | 195        | 44      | 219      | 143                  | +8                              | 10,90              | 6,59                   |
| - volles Rispenssch.  | <b>220</b>   | 98       | 171        | 43      | 252      | 143                  | +4                              | 10,66              | 6,42                   |
| <b>Landsberger Gemenge</b>  |              |          |            |         |          |                      |                                 |                    |                        |
| - vor der Blüte   | <b>150</b>   | 110      | 181        | 28      | 197      | 142                  | +6                              | 10,72*             | 6,50*                  |
| - in der Blüte  | <b>160</b>   | 97       | 148        | 28      | 269      | 133                  | +2                              | 9,86               | 5,86                   |
| <b>Lupine, süß</b> <i>Lupinus</i> spp.                              |              |          |            |         |          |                      |                                 |                    |                        |
| - vor der Blüte   | <b>110</b>   | 162      | 218        | 34      | 178      | 140                  | +13                             | 10,49              | 6,39                   |
| - in der Blüte  | <b>140</b>   | 139      | 202        | 32      | 222      | 125                  | +12                             | 9,62*              | 5,75*                  |
| <b>Ölrettich</b> <i>Raphanus sativus</i> var. <i>oleiformis</i>     |              |          |            |         |          |                      |                                 |                    |                        |
| - vor bis in der Blüte  | <b>130</b>   | 216      | 184        | 30      | 232      | 139                  | +7                              | 9,20*              | 5,52*                  |
| <b>Raps (Futerraps)</b> <i>Brassica napus</i>                       |              |          |            |         |          |                      |                                 |                    |                        |
| - vor der Blüte   | <b>110</b>   | 147      | 194        | 37      | 133      | 157                  | +6                              | 11,30              | 7,00                   |
| - in der Blüte  | <b>120</b>   | 152      | 194        | 38      | 184      | 146                  | +8                              | 10,66*             | 6,53*                  |
| <b>Roggen</b> <i>Secale cereale</i>                                 |              |          |            |         |          |                      |                                 |                    |                        |
| - Beginn Ährenschieb.   | <b>150</b>   | 99       | 182        | 41      | 225      | 154                  | +5                              | 11,54              | 7,08                   |
| - volles Ährenschieben  | <b>170</b>   | 88       | 147        | 35      | 288      | 142                  | +1                              | 10,79              | 6,51                   |
| - Beginn der Blüte  | <b>200</b>   | 85       | 131        | 31      | 331      | 130                  | 0                               | 9,87               | 5,84                   |

Tabelle 7: (Fortsetzung)

| Grünfutter, frisch  | Trockenmasse | Rohasche | Rohprotein | Rohfett | Rohfaser | Nutzbare Rohprotein | Ruminale Stickstoffbilanz (RNB) | Umsetzbare Energie | Nettoenergie Laktation |
|---|--------------|----------|------------|---------|----------|---------------------|---------------------------------|--------------------|------------------------|
|   | g            | g        | g          | g       | g        | g                   | g                               | MJ                 | MJ                     |
| je kg Trockenmasse  |              |          |            |         |          |                     |                                 |                    |                        |
| <b>Rübsen</b> <i>Brassica rapa</i> var. <i>silvestris</i>           |              |          |            |         |          |                     |                                 |                    |                        |
| - vor der Blüte   | <b>110</b>   | 155      | 201        | 41      | 145      | 152                 | +8                              | 11,15              | 6,88                   |
| - in der Blüte  | <b>120</b>   | 154      | 208        | 39      | 183      | 145                 | +10                             | 10,42              | 6,32                   |
| - Ende der Blüte  | <b>130</b>   | 138      | 174        | 36      | 244      | 132                 | +7                              | 10,24*             | 6,16*                  |
| <b>Weidelgras, Deutsches</b> <i>Lolium perenne</i> , 1. Aufwuchs    |              |          |            |         |          |                     |                                 |                    |                        |
| - im Schossen   | <b>160</b>   | 117      | 240        | 44      | 177      | 162                 | +12                             | 11,56              | 7,10                   |
| - Beginn Ährenschieb.   | <b>170</b>   | 109      | 197        | 51      | 197      | 156                 | +7                              | 11,60              | 7,12                   |
| - volles Ährenschieben  | <b>180</b>   | 115      | 191        | 43      | 221      | 151                 | +6                              | 11,16              | 6,81                   |
| - Beginn der Blüte  | <b>210</b>   | 107      | 157        | 40      | 256      | 142                 | +3                              | 10,56              | 6,36                   |
| <b>Weidelgras, Welsches</b> <i>Lolium multiflorum</i> , 1. Aufwuchs |              |          |            |         |          |                     |                                 |                    |                        |
| - im Schossen   | <b>160</b>   | 104      | 211        | 36      | 174      | 162                 | +8                              | 11,75              | 7,25                   |
| - Beginn Ährenschieb.   | <b>170</b>   | 111      | 181        | 34      | 198      | 152                 | +5                              | 11,17              | 6,84                   |
| - volles Ährenschieben  | <b>180</b>   | 113      | 168        | 36      | 219      | 145                 | +4                              | 10,60              | 6,41                   |
| - Beginn der Blüte  | <b>210</b>   | 108      | 147        | 33      | 260      | 136                 | +2                              | 10,22              | 6,13                   |
| - Mitte b. Ende d. Blüte  | <b>250</b>   | 97       | 142        | 27      | 302      | 135                 | +1                              | 9,71               | 5,75                   |
| <b>Weißklee</b> <i>Trifolium repens</i> , 1. Aufwuchs               |              |          |            |         |          |                     |                                 |                    |                        |
| - vor der Blüte   | <b>120</b>   | 111      | 256        | 39      | 148      | 172                 | +13                             | 11,55              | 7,08                   |
| - in der Blüte  | <b>130</b>   | 117      | 229        | 32      | 188      | 163                 | +11                             | 11,05              | 6,74                   |
| - Ende der Blüte  | <b>140</b>   | 133      | 196        | 37      | 209      | 155                 | +7                              | 10,20*             | 6,14*                  |
| <b>Wicke (Saatwicke)</b> <i>Vicia sativa</i>                        |              |          |            |         |          |                     |                                 |                    |                        |
| - vor der Blüte   | <b>130</b>   | 126      | 291        | 33      | 188      | 148                 | +23                             | 10,45*             | 6,33*                  |
| - in der Blüte  | <b>150</b>   | 128      | 221        | 40      | 235      | 130                 | +14                             | 9,56*              | 5,69*                  |

\* mit Hilfe von Regressionsgleichungen berechnet

Quelle: DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer (1997)

Gräser im Zwischenfruchtanbau lassen sich am besten Silieren und sie ermöglichen allgemein eine wenig problematische und gehaltvolle Fütterung. Besonders Einjähriges Weidelgras ist geeignet. Für die Ertragsbildung ist allerdings eine entsprechende Stickstoffversorgung erforderlich, die über eine Güllegabe oder eine gute Vorfruchtwirkung realisiert werden muss. Kombinationen von Weidelgras mit Sommerwicke oder Sommerkleearten sind gerade im ökologischen Landbau günstig. Zu beachten ist die schnelle Zunahme der Rohfaser, die eine rechtzeitige Ernte erfordert und eine längere Grünfütterung einschränkt (AIGNER, 1994).

Für die Nutzungszeitpunkte der Zwischenfrüchte gelten die allgemeinen Richtwerte in Abhängigkeit von der Pflanzenentwicklung. Demnach liegen günstige Nutzungszeiträume von vor der Blüte bis zur Knospenbildung, bei Gräsern und Getreide im Schossen der Bestände. Den optimalen Schnittzeitpunkt erreichen die Körnerleguminosen mit Beginn der Blüte.

Serradella ist aufgrund der geringen Wuchshöhe nur zur Beweidung geeignet. Häufig wird Phacelia angebaut. Das Wasserblattgewächs ist relativ trockenheitsverträglich und findet als Grünfutter allerdings keine Verwendung, obwohl über Fütterungsmöglichkeiten bis zum Blühbeginn der Bestände berichtet wird. Vor allem die dichte Behaarung der Pflanze dürfte als schlechte Futtereigenschaft ausschlaggebend sein.

Sommerroggen eignet sich pflanzenbaulich auch für trockene D-Standorte. Eine Nutzung in der Fütterung erfolgt vom Schossen bis zum Ährenschieben nach ca. 50 bis 64 Tagen ab Aussaat. Mais als Reinsaat wird in der Grünreife bei 12 – 14 % TM genutzt (RÖTSCHKE & MÄRTIN, 1980). Die Silierung ist durch den hohen Gäräftenfall eher ungünstig.

### **Zwischenfruchtanbau zur Bienenweide und Wildäsung**

In bestimmten Regionen können Nebenwirkungen des Anbaus von Zwischenfrüchten Bedeutung gewinnen, auch ein Anbau zur Hauptnutzung ist hierfür möglich (PROBST & PROBST, 1982). Besonders im Herbst sind Blütenträger für die Bienenweide oft selten. So kann auch in Absprache mit Bienenhaltern ein Anbau bestimmter Zwischenfrüchte von Nutzen sein. Wichtig ist eine rechtzeitige Aussaat, damit die Blüte noch im Herbst erreicht wird und der Pollen den Bienen zwischen September und November zur Verfügung steht. Je nach Pflanzenart muss eine Aussaat Anfang bis Mitte August erfolgen, damit die Blüte 6 – 8 Wochen später eintreten kann. Als Bienenweide sind folgende Arten geeignet. Phacelia, Senf, So.-Raps, So.-Rüben sowie bei früher Aussaat Sonnenblumen, Ackerbohnen, Perserklee, Weißklee.

In waldreichen Gebieten kann ein gezielter Anbau von Zwischenfrüchten zur Wildäsung über den Winter vorgenommen werden. Diese Maßnahme dient auch dazu, um die übrigen genutzten Flächen von einem übermäßigen Verbiss zu bewahren. Für die Wildäsung geeignete Arten sollten den Tieren zusprechen, gut verdaulich und im Winter über Schnee erreichbar sein sowie über den Winter nicht abfrieren oder zumindest über eine gewisse Frosthärte aufweisen. Geeignete nicht abfrierende Arten für die Wildäsung sind: Grünroggen, Winterraps, Kleearten, Gemenge mit Zottelwicke. Bei den winterharten Arten besteht die Gefahr des Durchwuchses in der Folgekultur. Geeignete abfrierende Arten sind: Markstammkohl, So.-Raps, einjähriger Weidelgras, Perserklee.

## 2.2. Formen des Zwischenfruchtanbaus

### Sommerzwischenfruchtanbau

#### Untersaaten

Untersaaten sind eine Form des Mischanbaus. In eine aufwachsende Hauptfrucht werden geeignete Zwischenfruchtarten als Untersaaten eingesät. Nach der Ernte der Hauptfrucht wachsen die Untersaaten dann weiter.

Die Konkurrenz um Wasser, Nährstoffe und Licht zwischen den Arten ist von den Standortbedingungen und den beteiligten Pflanzenarten abhängig. Die Vorbehalte gegenüber den Untersaaten liegen vor allem in der Sorge begründet, dass die Deckfrucht in der Entwicklung und Abreife beeinträchtigt wird. In sehr wüchsigen Jahren kann es zur Behinderung bei der Ernte kommen und in sehr trockenen Jahren können negative Ertragseffekte durch die Konkurrenz um das vorhandene Wasser auftreten. Aber auch die eingesäten Pflanzen können entweder gar nicht aufgehen oder durch Lichtmangel verkümmern. Die Auswahl der Deckfrucht, der Sorten- und Wuchstyp, die Aussaatstärke sowie eine an die Deckfrucht angepasste Untersaat können das Anbaurisiko minimieren.

Für den Anbau von Untersaaten sind vor allem Standorte mit hohen Niederschlagsmengen und einer guten Niederschlagsverteilung geeignet. Ein Anbau ist auch auf schwereren Böden (Tonböden) möglich. Vorgebirgsstandorte sind daher prädestinierte Anbaugelände. Regionen mit Jahresniederschlägen von unter 450 mm sind für den Anbau nicht geeignet. Ein starker Besatz der Flächen mit Wurzelunkräutern schließt den Anbau ebenfalls aus. Gegenüber den Stoppelsaaten liegen die Vorteile gelungener Untersaaten darin, dass in Jahren mit trockenen Sommern die Etablierung sicherer und die Begrünung bereits unmittelbar nach der Ernte der Vorfrucht gewährleistet ist und die Periode der Bodenruhe wesentlich länger andauern kann.

In viehlos wirtschaftenden Betrieben kann eine Klee gras untersaat als Bodenfruchtbarkeit aufbauende Grünbrache genutzt werden. Im Vergleich zu schnittgenutzten Beständen hinterlassen mit Klee gras angesäte Grünbrachen größere Mengen an Ernte- und Wurzelrückständen, die Stickstoff fixierung ist aber weitaus geringer. Um größere Auswaschungsverluste über Winter zu vermeiden, sollte der letzte Aufwuchs im Herbst nach Möglichkeit nicht mehr gemulcht werden. So bleibt ein leicht verholzter Aufwuchs stehen, der den gesammelten Stickstoff über Winter konserviert. Eine Einarbeitung erfolgt dann erst im Frühjahr. In Vieh haltenden Betrieben erbringen gelungene Untersaaten gegenüber Blanksaaten im ersten Hauptnutzungsjahr höhere Erträge. Der Grund dafür sind die deutlich höheren Kleeanteile. Dagegen sind die Erträge im zweiten Hauptnutzungsjahr tendenziell geringer (LOGES et al., 2002).

Untersaaten lassen sich unter verschiedenen Kulturenartengruppen etablieren:

- Untersaaten in Getreide,
- Untersaaten in Körnerleguminosen,
- Untersaaten in Hackfrüchten.

### Untersaaten in Getreide

Als Deckfrüchte für Untersaaten sind grundsätzlich alle Getreidearten geeignet, wobei Hafer zur Körnernutzung aufgrund seiner starken Beschattung nur bedingt empfehlenswert ist. Von den Wintergetreidearten ist der Winterroggen als Deckfrucht zu bevorzugen. Er stellt die geringste Konkurrenz um das vorhandene Bodenwasser dar und gestattet früh im Vegetationsverlauf eine Belichtung der Untersaat. Aufgrund seiner Wuchshöhe eignet sich der Winterroggen auch für die Einsaat von Rotklee.

Geeignete Untersaatmischungen in Getreide bestehen in der Regel aus Klee und Gräsern. Die Zusammensetzung richtet sich nach der Nutzungsart (Gründüngung, Futter, Vermehrung). Weißklee und Gelbklee besitzen eine relativ große Selbstverträglichkeit mit Anbaupausen von 2 - 3 Jahren. Rotklee verfügt dagegen nur eine geringe Selbstverträglichkeit und im Hauptfruchtfutterbau sind Anbaupausen von 6 Jahren einzuhalten. Die Massenwüchsigkeit und Konkurrenzkraft des Rotklees ist gegenüber den anderen Kleearten wesentlich stärker ausgeprägt (Tab. 8).

Tabelle 8: Geeignete Pflanzenarten für Untersaaten

| Pflanzenart          | Konkurrenzkraft                               | Ansprüche                         | Hinweise   |
|----------------------|---|-----------------------------------|--|
| Rotklee              | stark   | hoher Wasserbedarf                | Risiko des Überwachsens                                |
| Weißklee             | schwach                                       | frische Standorte                 | Frühjahrsansaat, trittfest                             |
| Gelbklee             | schwach                                       | gute Kalkversorgung               | Frühjahrsansaat  |
| Erdklee              | schwach                                       | mittlere, leichte Böden           | Frühjahrsansaat  |
| Serradella           | schwach                                       | leichte Böden                     | Frühjahrsansaat, spät                                  |
| Welsches Weidelgras  | stark   | hoher Wasser- und Nährstoffbedarf | Frühjahrsaussaat                                       |
| Deutsches Weidelgras | mittel – stark                                | hoher Wasserbedarf, schwere Böden | Herbstaussaat m. späten u. mittelspäten Sorten möglich |
| Wiesenschwingel      | schwach                                       | frische und feuchte Standorte     | Herbsteinsaat bis Oktober möglich                      |
| Wiesenslieschgras    | schwach                                       |                                   |  |
| Knautgras            | in der Jugendphase schwach, danach sehr stark | trockenheitsverträglich           | Herbsteinsaat bis Ende September möglich               |

Als Deckfrucht sind vor allem Getreidesorten zu verwenden, die ihren Ertrag vorwiegend über die Kornzahl/Ähre aufbauen, weniger Halmtriebe aufweisen und durch die aufrechte Blattstellung und Wuchshöhe mehr Lichteinfall für die Untersaat ermöglichen.

Die Aussaat in Winterungen kann:

- als sehr frühe Aussaat mit pneumatischem Düngerstreuer oder mit der Drillmaschine auf gefrorenen Boden oder sobald der Boden befahrbar ist (Februar/März) erfolgen,
- als frühe Aussaat mit Drillmaschine (März/April) nach 1- oder 2-maligem Striegeln oder
- als Kombination zwischen Herbstsaat von Gras und Frühjahrseinsaat von Klee vorgenommen werden.

Frühe Ansaaten sind oft sicherer in der Anlage und erreichen eine bessere Unkrautunterdrückung, erhöhen aber das Risiko des Überwachsens und können dann zu Problemen bei der Ernte der Hauptkultur führen.

Werden Klee- und Grasarten gemeinsam als Gemenge-Untersaaten im Frühjahr ausgesät, so sind die Ertragsanteile an Klee meistens sehr hoch (>80 %), was von Seiten der Tierernährung und eventuell auch aus Sicht des Grundwasserschutzes nicht optimal ist. Aus diesem Grund werden in der Literatur getrennte Ansaaten von Gräsern im Herbst und Nachsaaten von Klee im Frühjahr empfohlen. Untersuchungen von WUNDERLICH et al. (1992) zeigen, dass die Ertragsanteile der Gräser dann um durchschnittlich 10 % zunehmen können. Außerdem wurde eine bessere Unkrautunterdrückung erzielt. Klee-Grasmischungen sind besonders für die Futternutzung zu empfehlen, reine Kleemischungen besitzen dagegen als Gründüngung einen guten Vorfruchtwert.

Die Etablierung von Untersaaten in Sommerungen kann gemeinsam mit der Aussaat der Hauptfrucht oder im 3- bis 4-Blattstadium nach einem vorherigen Striegeln erfolgen. In die Sommergerste sollten nur konkurrenzschwache Untersaaten im 3- bis 4-Blattstadium eingesät werden.

Nach dem Räumen der Deckfrucht können sich die dünnen Untersaaten dann flächendeckend entwickeln. Bei einer Nutzung zur Gründüngung kann das Getreidestroh kurz gehäckselt und gleichmäßig verteilt zur Anrotte auf der Fläche liegen bleiben. Für eine Futternutzung muss das Stroh geräumt werden. Die N-Bindungsleistung ist abhängig von der Trockenmassebildung des Bestandes und kann Werte zwischen 50 - 100 kg N/ha erreichen (SCHMITT et al., 1995). Tabelle 9 gibt einen Überblick über Untersaatmöglichkeiten im Getreideanbau.

Tabelle 9: Untersaatmöglichkeiten in Getreide

| Pflanzenart/Gemenge   | Deckfrucht  | Saatzeit              | Saatstärke (kg/ha)         | Verwendung*                           |
|---|---|-----------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| <b>Herbstuntersaaten</b>  |   |                       |                            |                                       |
| Deutsches Weidelgras, diploid**<br>+ Wiesenschwingel                                      | Wintergetreide (Kleenachsaat im Frühjahr)                         | November              | 10<br>+10                  | G, W, S, GD                           |
| Knautgras<br>+ Dtsch. Weidelgras  |   | Oktober/<br>November  | 5<br>+10                   | G, W, S, GD                           |
| Rotschwingel  |   | Zur Deckfrucht-Ansaat | 8                          | GD                                    |
| <b>Frühjahrsuntersaaten</b>   |   |                       |                            |                                       |
| <b>für trockene Standorte</b>   |   |                       |                            |                                       |
| Serradella<br>+ Gelbklees<br>+ Weißklees  | Winter- u. So.-getreide, bei So.-Getreide ab 3-Bl.-Stad.          | März-April            | 8-10<br>+ 3<br>+ 2         | GD                                    |
| <b>für frische Standorte</b>  |   |                       |                            |                                       |
| Weißklees   | Winter- und So.-Getreide  | Februar/März          | 6-8                        | GD                                    |
| Weißklees<br>+ Gelbklees  | Winter- und So.-Getreide  | Februar/März          | 4<br>+8                    | GD                                    |
| Weißklees<br>+ Welsches Weidelgras  | Winter- und Sommergetreide, bei Sommergetreide ab 3-Blatt-Stadium | März                  | 4<br>+ 12                  | W, S, GD (f. ein- o. überjähr. Anbau) |
| Weißklees<br>+ Deutsches Weidelgras   |   |                       | 4<br>+ 12                  | W, GD (für überjährigen Anbau)        |
| <b>für frische bis feuchte Standorte</b>  |   |                       |                            |                                       |
| Rotklees<br>+ Welsches Weidelgras<br>+ Einjährig. Weidelgras                              | Wintergetreide (vor allem Winterroggen)                           | März                  | 10<br>+15<br>+5            | G, GD (f. ein- o. überjähr. Anbau)    |
| Rotklees<br>+ Dtsch. Weidelgras   |   |                       | 6<br>+ 12                  | G, GD (für überjährigen Anbau)        |
| Rotklees<br>+ Weißklees<br>+ Dtsch. Weidelgras  |   |                       | 6<br>+4<br>+15             | W, G, GD (für zweijährigen Anbau)     |
| Rotklees<br>+ Weißklees<br>+ Dtsch. Weidelgras<br>+ Wiesenschwingel<br>+ Wiesenlieschgras |   |                       | 6<br>+4<br>+5<br>+10<br>+5 | W, G, GD (für zweijährigen Anbau)     |

\* G = Grünfütter, S = Silage, W = Weide, GD = Gründüngung

\*\* bei tetraploiden Sorten 25 % höhere Aussaatmenge

Quelle: v. FISCHER (1992), PICKERT (1992), LÜTKE ENTRUP (2001)

### Untersaaten in Ackerbohnen

Nach der Ernte von Ackerbohnen sind meistens hohe Stickstoffgehalte im Boden vorhanden. So betragen die Nitratgehalte nach Ackerbohnen (vor Winter) bis 60 cm Bodentiefe, auf dem Öko-Feld Roda in den Jahren 1995 – 2000 im Durchschnitt 87 kg N/ha. In der Regel können im Herbst keine Haupt- oder Zwischenfrüchte mehr nachgebaut werden, die noch genügend mineralischen Stickstoff aufnehmen könnten. Es besteht daher die Möglichkeit, mit Untersaaten die Stickstoffverluste zu reduzieren. Diese bilden bereits in der Abreifephase und nach der Ernte einen dichte Bestand und können erhebliche Mengen Stickstoff aus dem Boden aufnehmen. Während der Vegetation der Leguminosen werden überschüssige Nitratmengen, die die N-Fixierung beeinträchtigen können, abgeschöpft.

Anbauvergleichsuntersuchungen von 6 Grasarten in Seehausen bei Leipzig (551 mm durchschnittlicher Jahresniederschlag, 9 °C Jahresmitteltemperatur) zeigen, dass in Jahren mit durchschnittlichem Wasserangebot im Frühjahr und Sommer die Grasuntersaaten die Ackerbohnenenerträge nicht beeinträchtigen, aber unter trockenen Bedingungen können Ertragsdepressionen von 10 – 20 % auftreten. Aufgrund des hohen Stickstoffaneignungsvermögens wird das Deutsche Weidelgras empfohlen. Knautgras und Wiesenschwingel sowie Rotschwingel sind ebenfalls zur Untersaat geeignet (Tab. 10).

Tabelle 10: Untersaatmöglichkeiten in Ackerbohnen

| Art bzw. Artengemische                               | Aussaatstärke (kg/ha) | Einsaat-Zeitpunkt               |
|--|-----------------------|---------------------------------|
| Rotschwingel   | 6 - 8                 | Von Aussaat bis 10 cm Wuchshöhe |
| Deutsches Weidelgras                                 | 5 - 12                |                                 |
| Deutsches Weidelgras + Weißklee (ohne Herbstumbruch) | 10 +3                 |                                 |
| Knautgras  | 5 - 10                |                                 |
| Welsches Weidelgras                                  | 15 - 20               | Ab 10 cm Wuchshöhe              |
| Ölrettich  | 15 - 18               | Ab 20 cm Wuchshöhe              |
| Gelbsenf   | 15 - 18               |                                 |

Quelle: LÜTKE ENTRUP (1992); KÖPKE (1990)

### Untersaaten in Kartoffeln

Auch im Kartoffelanbau werden nach der Ernte relativ hohe Nitratgehalte im Boden vorgefunden. Im Durchschnitt der Jahre 1995 – 2002 lagen die Nitratgehalte auf dem Öko-Feld Roda bei 102 kg N/ha in 0 – 60 cm Bodentiefe. Da der Kartoffelanbau auch auf leichteren Standorten erfolgt, ist die Nitrat auswaschungsgefahr nicht zu unterschätzen.

Vor diesem Hintergrund wurden in Nordrhein-Westfalen Tastversuche mit Untersaaten durchgeführt. Die Einsaat von Sonnenblume und Mais erfolgte mit dem letzten Häufelgang. Gelbsenf wurde nach dem Absterben des Kartoffelkrautes gesät. An der technischen und pflanzenbaulichen Ausführung des Verfahrens (Sätechnik, Sätermin Untersaat, Dammanstand, Rodetermin) muss noch gearbeitet werden (HAAS, 2001).

## Stoppelsaaten

Stoppelsaaten werden nach der Ernte der Hauptkultur angebaut. Damit sie in die Fruchtfolge integriert werden können, müssen mindestens 45 Vegetationstage und ausreichend Technik und Arbeitskraft zur Verfügung stehen. Für ein Gelingen der Ansaat sind vor allem die Niederschläge im Zeitraum Juli – Oktober ausschlaggebend. In Regionen mit weniger als 600 mm Jahresniederschlägen und in Gebieten mit ausgeprägter Sommertrockenheit bestehen für Stoppelsaaten hohe Anbauersrisiken.

Hinsichtlich der Vegetationstage herrschen im nördlichen Teil Sachsens die günstigsten Voraussetzungen (Tab. 11), aber aus Sicht der zur Verfügung stehenden Niederschläge verschlechtern sich die Bedingungen wieder. In den Vorgebirgslagen begrenzt der zeitige Wintereinbruch die Vegetationszeit. Die Frostempfindlichkeit ist daher zu beachten, die je nach Entwicklungsstadium der Kulturen unterschiedlich sein kann.

Tabelle 11: Zur Verfügung stehende Vegetationstage für den Stoppelfruchtanbau

| Gebiet                            | Vorfrüchte                                      |   |  |
|-----------------------------------|---|---|--|
|                                   | Früh räumend:<br>Wintergerste<br>Frühkartoffeln | Mittelspät räum.:<br>Winterroggen<br>Sommergerste<br>Winterraps | Spät räumend:<br>Hafer<br>Winterweizen<br>Sommerweizen |
| Nördliches Sachsen                | 95  | 80  | 75   |
| Sachsen<br>(ohne Vorgebirgslagen) | 90  | 75  | 70   |
| Sächsische Vorgebirgslagen        | < 70  | < 60  | < 50   |

Quelle: PICKERT (1992)

Je nach Verwendungszweck steht eine Vielzahl an Pflanzenarten zur Verfügung. Für die Auswahl geeigneter Pflanzen ist vor allem die Saatzeit ausschlaggebend, die von der Erntezeit der Hauptfrucht abhängig ist (Tab. 12).

Tabelle 12: Anbauhinweise und Verwendungszweck für ausgewählte Stoppelsaaten

| Pflanzenart            | Spätest mögliche Saatzeit | Saatstärke (kg/ha) | Verwendung *** | besondere Merkmale   | Hinweise zum Gemengeanbau, Saatmengen in kg/ha                  |
|------------------------|---------------------------|--------------------|----------------|--|---|
| Markstammkohl          | 20. Juli                  | 4**                | G, S           | sehr feiner Samen, frostverträglich bis ca. -10 °C                 |   |
| Grünmais               | 25. Juli                  | 35 – 45            | G              | wärmebedürftig, frostepfindlich                                    |   |
| Ackerbohne             | 01. August                | 180 – 210          | GD             | kräftige Pfahlwurzel   | Ackerbohne: 30, Futtererbse: 50, Saatwicke: 50;                 |
| Futtererbse            | 01. August                | 120 – 160          | G, GD          | kurze Pfahlwurzel, kräftige Seitenwurzeln                          | Futtererbse: 50, Saatwicke: 40, Winterraps: 2;                  |
| Lupine (Blaue)         | 01. August                | 120 – 170          | GD             | kräftige Pfahlwurzel   | Lupine: 60, Futtererbse: 50, Sonnenblume 3;                     |
| Lupine (Weiße)         | 01. August                | 210                | G, S, GD       | kräftige Pfahlwurzel   | Hafer: 80, Futtererbse: 60, Saatwicke:40                        |
| Sommerwicke            | 05. August                | 90 – 125           | G, GD          | gute Durchwurzelung des Bodens                                     |   |
| Perserklee             | 10. August                | 15 – 20            | G, W, S, GD    | übersteht leichte Fröste, braucht Wärme, viel Feuchtigkeit         | Perserklee: 10, Einjähriges oder Welsches Weidelgras: 20;       |
| Alexandrinerklee       | 10. August                | 30 – 35            | G, W, S, GD    |  | Alexandrinerklee: 15, Einjähriges oder Welsches Weidelgras: 20; |
| Inkarnatklee           | 10. August                | 25 – 30            | G, W, S, GD    | gute Kalkversorgung nötig, frostverträglich bis ca. -10 °C         | Inkarnatklee: 10, Einjähriges od. Welsches Weidelgras: 20       |
| Einjähriges Weidelgras | 10. August                | 40*                | G, W, S, GD    | für einjährigen Anbau, nach 6-8 Wochen ist die Weidereife erreicht |   |

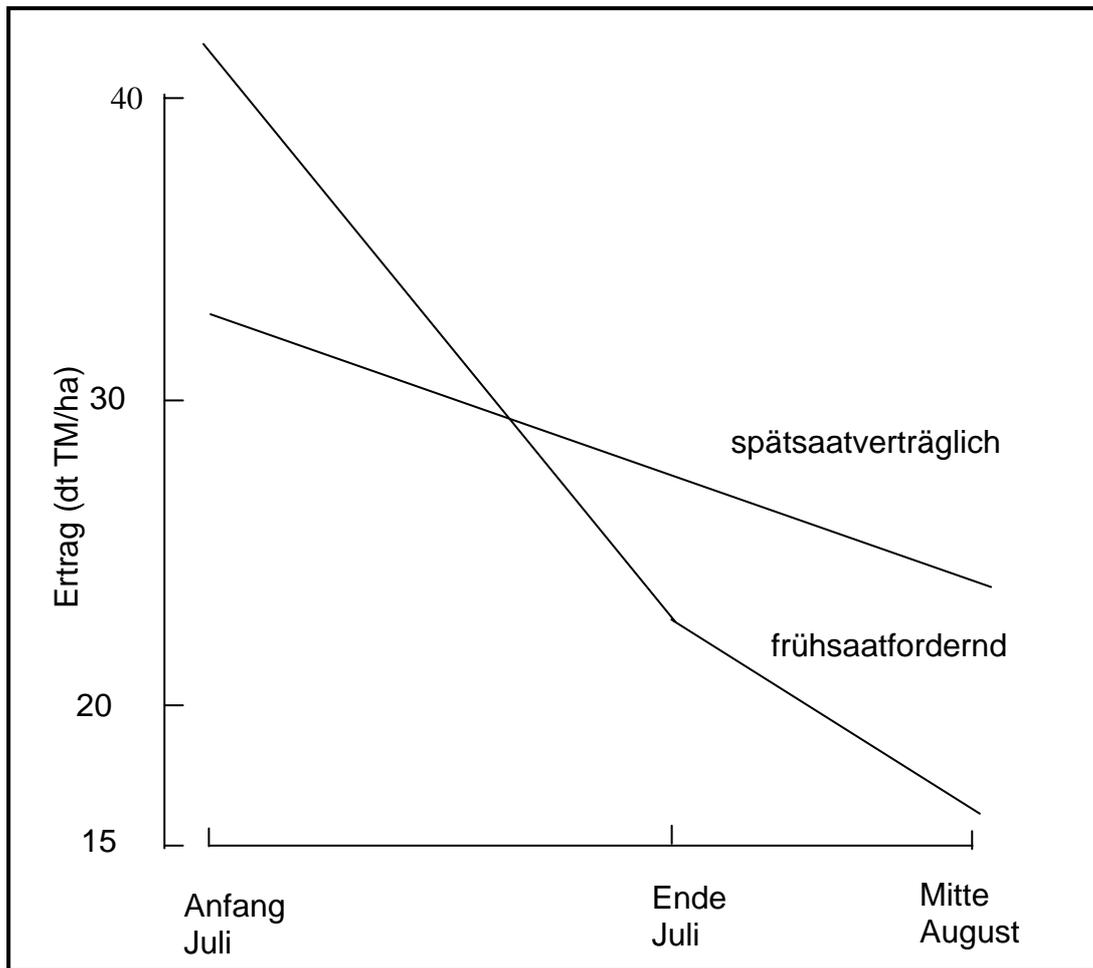
Tabelle 12: (Fortsetzung)

| <b>Pflanzenart</b>  | <b>Spätest mögliche Saatzeit</b> | <b>Saatstärke (kg/ha)</b> | <b>Verwendung ***</b> | <b>besondere Merkmale</b>                                       | <b>Hinweise zum Gemengeanbau, Saatmengen in kg/ha</b> |
|---------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|---|---|
| Welsches Weidelgras | 10. August                       | 40*                       | G, W, S, GD           | für überjährigen Anbau  |   |
| Sonnenblume         | 10. August                       | 25 – 30                   | GD                    | gut als Mischungspartner für trockene Standorte, wärmebedürftig | Sonnenblume: 2-3 zu Grobleguminosengemenge            |
| Stoppelrübe         | 10. August                       | 1**                       | G, W, S               | hoher Futterwert, frostverträglich bis ca. -5 °C                |   |
| Serradella          | 15. August                       | 30 – 50                   | G, W, GD              | für leichte Böden   |   |
| Winterraps          | 20. August                       | 10                        | G, W, S, GD           | treibt nach Schnitt nicht wieder aus                            |   |
| Sommerraps          | 20. August                       | 10                        | G, W, S, GD           | geringerer Blattanteil als Winterform                           |   |
| Winterrübsen        | 20. August                       | 10                        | G, W, S, GD           | treibt nach Schnitt wieder aus                                  |   |
| Sommerrübsen        | 30. August                       | 10                        | G, W, S, GD           | geringerer Blattanteil als Winterform                           |   |
| Phacelia            | 30. August                       | 8 – 10                    | GD                    | Pfahlwurzel, Bienenweide  |   |
| Ölrettich           | 05. Sept.                        | 18 – 20                   | GD                    | kräftige Pfahlwurzel  | Ölrettich: 10, Sommerwicke: 60                        |
| Weißer Senf         | 10. Sept.                        | 15 – 20                   | GD                    | Pfahlwurzel   |   |

\* bei tetraploiden Sorten 50 kg/ha, \*\* normales Saatgut, \*\*\* G=Grünfutter, W=Weide, S=Silage, GD=Gründüngung

Quelle: KAHNT (1983), v. FISCHER (1990), PICKERT (1992), LABER (2001), LÜTKE ENTRUP (2001)

Die Abhängigkeit des Trockenmasseertrages von der Saatzeit der frühsaatfordern- den und spätsaatverträglichen Arten zeigt Abbildung 5.



Quelle: Breunig et al. (1986)

Abbildung 5: Ertrag von frühsaatfordernden und spätsaatverträglichen Stoppel- früchten bei verschiedenen Saatzeiten

Die Leguminosenzwischenfrüchte gehören zu den frühsaatfordernden Pflanzen. Die Aussaat sollte möglichst Mitte – Ende Juli erfolgen. Spätere Aussaattermine sind mit winterharten Arten wie Wickroggen und Landsberger Gemenge bis An- fang September möglich (siehe Winterzwischenfrüchte). Für den ökologischen Landbau sind die Leguminosen durch die Stickstofffixierung besonders interes- sant. Tiefwurzelnde Arten wie Lupine, Ackerbohne und Wicke lockern außerdem den Unterboden und verbessern damit die Bodenstruktur. Zu den Anbaunachtei- len gehört die z. T. zögerliche Anfangsentwicklung mit der damit verbundenen unzureichenden Unkrautunterdrückung besonders bei den kleinkörnigen Legumi- nosen. Die Trockenmassebildung ist gegenüber den Kruziferen in der Regel ebenfalls geringer, dafür sind die Stickstoffgehalte meistens höher.

Die Kruziferen, außer Markstammkohl, sind spätsaatverträglich und lassen sich besser in die Fruchtfolge einordnen. Zur Futternutzung geeignet sind Winter- und Sommerfutterraps, Winter- und Sommerrüben, Futterkohl und Stoppelrüben. Zur Stickstoffkonservierung und zum Erosionsschutz können Gelbsenf und Ölrettich genutzt werden. Sie sind spätsaatverträglich und frieren über Winter in der Regel ab.

Die Anbauvorteile von Kruziferen liegen in ihrer Schnellwüchsigkeit, der guten Unkrautunterdrückung und einer hohen N-Aufnahme aus dem Boden. Ebenfalls als Gründüngungspflanzen eignen sich Phacelia und Buchweizen. Sonnenblumen können als Bestandteil von großkörnigen Leguminosengemengen genutzt werden.

Für das Gelingen von Stoppelsaaten ist eine zügige, wassersparende Saatbettbereitung mit der unmittelbar anschließenden Aussaat sehr wichtig. Dabei müssen die Anforderungen der einzelnen Pflanzenarten an das Saatbett beachtet werden. Feinkörnige Samen wie Gräser, Klee, Phacelia und Markstammkohl erfordern ein feines, gut rückverfestigtes Saatbett. Die Ansprüche von Raps, Rüben, Ölrettich und Senf sind nicht so hoch, so dass auch Verfahren der minimalen Bodenbearbeitung genutzt werden können. Grobleguminosen erfordern aufgrund der tieferen Saatgutablage eine tiefere Bodenbearbeitung und ein sauberes Saatbett, da ihre Anfangsentwicklung langsam ist. Eine flache Saatfurche ist für feinkörnige Samen und Grobleguminosen günstig (siehe Kapitel Bodenbearbeitung).

Die Verfahrenskosten (Bearbeitung, Saatgut) für die Grobleguminosen sind vergleichsweise sehr teuer (siehe Kapitel Betriebswirtschaft). Demgegenüber steht aber ihr sehr hoher Vorfruchtwert durch den Stickstoffgewinn und die strukturverbessernde Wirkung als tiefwurzelnnde Arten.

Die Konservierung des aufgenommenen und fixierten Stickstoffs über den Winter ist bei den abfrierenden Arten nicht immer gegeben. Auch in milden Wintern bei Temperaturen über 0 °C kann Stickstoff mineralisiert werden und es besteht die Gefahr der Auswaschung.

Beim Anbau von Zwischenfrüchten ist daher folgendes zu beachten:

- bei abfrierenden Zwischenfrüchten ist die Pflanzenmasse vor dem Abfrieren in den Boden einzuarbeiten (einzupflügen), um Auswaschungsverluste zu vermeiden
- auf leichten Standorten sollte auf eine ausreichende Winterhärte der Gemengepartner geachtet werden und der Umbruch sollte möglichst im Frühjahr erfolgen

- bei Herbstumbruch auf auswaschungsgefährdeten Standorten sollte vorher wenigstens eine Schnittnutzung des Zwischenfruchtbestandes (Abfuhr) durchgeführt werden (KÖNIG, 1996; SCHLIEPHAKE, 2002).

### **Winterzwischenfruchtanbau**

Als Winterzwischenfrüchte werden solche Arten bzw. Gemenge bezeichnet, die über Winter nicht oder nur teilweise abfrieren. In der Tabelle 13 sind ausgewählte Arten aufgeführt worden. Im Vergleich zu den Stoppelsaaten können sie noch wesentlich später angebaut werden. Ein Anbau nach spät räumenden Getreidearten, wie Weizen und Hafer, ist mit Erfolg möglich. Gegenüber den Stoppelsaaten und Untersaaten ist der Winterzwischenfruchtanbau die sicherste Form des Zwischenfruchtanbaus, da die Winterniederschläge für die Pflanzenentwicklung stets ausreichen.

Da der termingerechte Anbau der folgenden Hauptfrüchte Probleme bereiten kann, haben Winterzwischenfrüchte zur Futternutzung nur in begrenztem Umfang Bedeutung. Der Anbau zur Gründüngung stellt eine wichtige Möglichkeit zur Nährstoffkonservierung über den Winter dar. Die Behandlung und Art der Einarbeitung der Pflanzenmasse im Frühjahr entscheidet mit über die Nährstoffbereitstellung für die Nachfrüchte (siehe Kapitel Bodenbearbeitung). Typische Folgekulturen nach winterharten Zwischenfrüchten sind Spätkartoffeln, Mais, spät gesätes oder gepflanztes Gemüse.

Die Winterwicke als winterharte Leguminose eignet sich besonders zur Gründüngung und Bodenentwicklung (siehe Kapitel Nährstoffbindung). Sie bildet ein tiefgehendes Wurzelsystem mit einer Pfahlwurzel und vielen Feinwurzeln aus. Der Anbau kann in Reinsaat oder mit Mischungspartnern wie Winterrapen, Winterroggen und Welsches Weidelgras erfolgen. Inkarnatklie (Frosthärte bis  $-10^{\circ}\text{C}$ ) kann ebenfalls in Reinsaat und in Gemengen mit Welschem Weidelgras und Winterwicke angesät werden. In Untersuchungen von HAAS (2003) in Nordrhein-Westfalen zum Anbau von Winterwicke und Inkarnatklie wurden Trockenmasseerträge von 64 – 84 dt/ha und Stickstoffgehalte von 150 – 215 kg N/ha erreicht. Der maximale Anteil des symbiontisch fixierten Stickstoffs betrug ca. 100 kg N/ha.

Tabelle 13: Anbauhinweise und Verwendungszweck von ausgewählten Winterzwischenfrüchten

| <b>Pflanzenart/<br/>Gemenge</b>   | <b>Spätest mögliche<br/>Saatzeit</b> | <b>Saatstärke<br/>(kg/ha)</b> | <b>Verwendung*</b> | <b>Erntezeit des<br/>Futters</b> |
|---|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Winterroggen  | 30. Sept.                            | 160 – 200                     | G, GD              | Mitte Mai                        |
| Winterwicke   | 15. Sept.                            | 80 – 120                      | GD                 |                                  |
| Winterroggen**<br>+ Winterwicke   | 15. Sept.                            | 80<br>+50                     | G, GD              | Mitte Mai                        |
| Winterraps<br>+ Winterwicke   | 15. Sept.                            | 7<br>+50                      | GD, G              | Anfang Mai                       |
| Welsches Weidelgras** + Winterwicke   | 15. Sept.                            | 20<br>+50                     | G                  | Mitte Mai                        |
| Welsches Weidelgras** + Inkarnatklée  | 10. Sept.                            | 20<br>+12                     | G                  | Mitte Mai                        |
| Landsberger Gemenge<br>(Winterwicke,<br>Inkarnatklée,<br>Welsches Weidelgras) | 15. Sept.                            | 25<br>+15<br>+15              | G                  | Mitte Mai                        |
| Winterrübsen  | 15. Sept.                            | 10 – 12                       | G, GD              | Mitte-Ende April                 |
| Winterraps  | 10. Sept.                            | 10 – 12                       | G, GD              | Ende April b.<br>Anfang Mai      |

\* G=Grünfutter, GD=Gründüngung; \*\* die Aussaatstärken von Winterroggen und W. Weidelgras können für Gründüngungszwecke weiter reduziert und von Winterwicke und Inkarnatklée erhöht werden

Quelle: KAHNT (1983), v. FISCHER (1990), PICKERT (1992), LÜTKE ENTRUP (2001)

## 2.3 Ansprüche an Klima und Boden

Die Standortbedingungen haben großen Einfluss auf die Auswahl der Form des Zwischenfruchtanbaus, insbesondere die Niederschlagshöhe und -verteilung ist ein entscheidendes Kriterium. Für die Auswahl der Pflanzenarten sind darüber hinaus die Temperaturverhältnisse und die Bodenart zu beachten.

### Temperatur und Vegetationszeit

Der Anbau von Zwischenfrüchten wird entscheidend von der Wachstumszeit nach Aberntung der Vorfrüchte begrenzt. Der tägliche Massenzuwachs beträgt im Juli 6 – 7 dt und Mitte September nur noch 1,5 – 4 dt/ha Frischmasse (vgl. Abb. 5).

Für die Entwicklungszeit sind die Temperaturen über dem Wachstumsminimum (von 5 °C) entscheidend. Die Durchschnittstemperatur nimmt in Abhängigkeit von der Höhenlage ab und damit verringert sich auch die Dauer der Vegetationszeit. In klimatisch günstigen Lagen wie der Lommatzscher Pflege beträgt die Zahl der

Tage > 5 °C ca. 225, in den höheren Lagen des Erzgebirges nur noch ca. 180 Tage (Tab. 14). Dem entsprechend unterscheidet sich die Vegetationszeit für den Zwischenfruchtanbau in den einzelnen Regionen deutlich.

Tabelle 14: Kennwerte für Naturräume Sachsens sowie Vegetationsdauer für den Zwischenfruchtanbau

| Naturraum                     | Höhenlage (m ü. NN) | Jahresmittel Lufttemperatur (°C) | Vegetationsdauer (Tage >5°C) |                   | Jahresmittel Niederschlag (mm) | Anteil (%) nasser Monate (>80 mm) | Anteil (%) trockener Monate (<40 mm) |
|-------------------------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
|                               |                     |                                  | Insgesamt                    | Für Stoppelsaaten |                                |                                   |                                      |
| Flachland                     | 100 - 180           | 8,5 – 8,7                        | 226                          | 75 – 95           | 550 – 650                      | 15                                | 44                                   |
| unteres Hügelland             | 145 - 200           | 8,3 – 9,0                        | 225                          | 75 – 90           | 560 – 650                      | 15                                | 49                                   |
| Oberes Hügelland              | 250 - 350           | 7,7 – 8,4                        | 220                          | 70 – 90           | 640 – 780                      | 22                                | 36                                   |
| Bergland (unteres, mittleres) | 450 - 750           | 5,5 – 7,5                        | 195 – 200                    | 50 – 70           | 700 – 950                      | 30                                | 30                                   |
| Bergland (oberes)             | 900 - 1200          | 3,0 – 4,5                        | 165 - 180                    | < 50              | 950 – 1200                     | 50                                | 12                                   |

Quelle: MANNSFELD (1992), PICKERT (1992)

Für Stoppelsaaten sind bis zum Vegetationsende 42 – 50 Tage Wachstumszeit erforderlich. Bei Winterzwischenfrüchten werden im Herbst noch 30 – 40 Tage und im Frühjahr 20 – 50 Tage Wachstumszeit benötigt. Sie können daher noch nach spätreifendem Getreide angesät werden. Bei kurzen Vegetationszeiten kann eine Untersaat Vorteile gegenüber der Stoppelsaat bieten.

Einige Arten zeigen eine deutliche photoperiodische Reaktion, d.h. sie kommen noch zur Blüte und zeigen dann nur eine geringe Massenentwicklung, wenn sie sehr früh ausgesät werden. Daher sollte der Aussattermin von photoperiodisch empfindlichem So.-Raps z.B. nicht vor dem 10 August erfolgen oder es sollte eine unsensible Sorte ausgesät werden.

Die Vorgebirgs- und Gebirgslagen sind für den Stoppelsaatanbau kaum von Bedeutung. Nur schnellwachsende und frostverträgliche Arten sind geeignet. Hierzu zählen vor allem der Senf sowie Winterrübsen und Phacelia. Der Winterzwischenfruchtanbau wird durch die Winterhärte der Region begrenzt. Mit steigender

Höhe nehmen die Erträge an nichtlegumen Winterzwischenfrüchten um 2,8 dt/ha TM und bei Leguminosen um 7,5 dt/ha TM je 100 m Höhenzunahme ab (nach BOMMER, 1955).

### **Niederschläge und Wasserversorgung**

Die Niederschlagsverhältnisse unterscheiden sich in den einzelnen Gebieten Sachsens sehr stark. So ist die Leipziger Bucht und das nördliche Elbtal noch vom Mitteldeutschen Trockengebiet geprägt, im Durchschnitt fallen nur ca. 550 mm je Jahr an Niederschlag. In den Lößlehmgebieten, die Sachsen in einem breiten Streifen von Ost nach West durchziehen, steigen die Niederschläge auf 600 – 800 mm. In den Mittelgebirgslagen sind durchschnittlich 800 – 900 mm je Jahr zu verzeichnen (siehe Tab. 14).

Neben dem Niederschlagswasser hat eine Nutzung des Grundwassers durch die Pflanzen örtliche Bedeutung und sollte beachtet werden. Dabei spielt die Tiefe des anstehenden Grundwassers in Verbindung mit der Bodenart eine entscheidende Rolle. In Sandböden steigt das Wasser relativ schnell, aber nicht sehr hoch an (0,2 – 0,4 m). In Lehm- und Lößböden kann der Aufstieg mehrere Meter betragen (1 – 3 m) und in Tonböden noch darüber hinaus liegen.

In den mitteldeutschen Trockengebieten ist der Zwischenfruchtanbau stark begrenzt. Es ist allerdings zu bedenken, dass auch offene Bodenflächen viel Wasser unproduktiv verdunsten. Daher sollte in Gebieten mit wenigen Niederschlägen nicht gleich auf den Zwischenfruchtanbau verzichtet werden. Trockenheitsverträgliche Arten, wie vor allem die Sonnenblume, können hier noch angebaut werden. Mit zunehmenden Niederschlägen können andere Arten zugemengt werden. Auf den ausgesprochen leichten Böden haben die Arten Serradella, Lupinen, Sonnenblumen, aber auch Sommerroggen, Senf, Phacelia, Winterraps und Winterrüben als Spätsaaten Bedeutung. Bei Ackerzahlen von unter 25 können Sommerwicken und Felderbsen nicht mehr empfohlen werden (SEIFFERT, 1968). Die Stoppelsaaten sollten in Trockengebieten rechtzeitig gemulcht werden, damit die Herbstniederschläge für den Anbau einer nachfolgenden Winterung nicht aufgebraucht werden.

Gründungspflanzen benötigen in etwa 300 – 700 l Wasser für die Bildung von 1 kg Trockenmasse. Bei Erträgen zwischen 20 – 40 dt/ha TM sind das 75 – 150 mm Wassermehrentzug im Vergleich zu einer Brache. Hierdurch wird die Sickerwasserbildung um ca. 1 Monat verzögert und um 20 % reduziert. Der N-Gehalt des Wassers kann um 50 % und der N-Austrag um 50 – 70 % vermindert werden (VETTER & STEFFENS, 1983).

Bei den Winterzwischenfrüchten ist der Wasserverbrauch im Winter bis Ende März nicht höher als bei Brache. Bei rechtzeitigem Unterpflügen ist somit kein

höherer Wasserverbrauch festzustellen. Durch das starke Wachstum der Zwischenfrüchte im April ist der Wasserverbrauch erheblich. Der Verbrauch an Wasser kann dann um ca. 100 mm höher liegen als im Vergleich zur Brache. Hierdurch kann die Winterfeuchtigkeit besonders der leichteren Böden aufgebraucht werden und es kommt dann bei der folgenden Hauptfrucht zu Mindererträgen auf Grund von Wasserknappheit. Außerdem können schwerere Böden stark austrocknen und verhärten, so dass eine ordnungsgemäße Bodenbearbeitung und Bestellung der nachfolgenden Frucht erschwert wird. Daher sind dem Winterzwischenfruchtbau sowohl auf den sehr leichten als auch auf den schweren Böden Grenzen gesetzt.

### **Bodenarten**

Prinzipiell sind alle Bodenarten für den Zwischenfruchtbau geeignet. Auf den schweren Böden ist die Bodenbearbeitung und sachgerechte Saatbettbereitung auf Grund der oft gegebenen starken Austrocknung und Verhärtung des Bodens im Sommer schwieriger. Hier könnte auf die Untersaaten ausgewichen werden. Die mittleren und leichten Böden sind dagegen meistens befahr- und bearbeitbar und begünstigen im Frühjahr und Herbst stärker das vegetative Wachstum.

Sachsen ist durch einen hohen Anteil von Lößstandorten gekennzeichnet, die ca. 50 % der Ackerfläche ausmachen. Dieses Gebiet bildet vom Osten her gesehen die Fortsetzung der Steppenschwarzerden. Es haben sich hier jedoch Lößlehm Böden verschiedener Bleichungsgrade (Parabraunerde-Pseudogley) herausgebildet. Diese Böden weisen ein mittleres bis hohes Speichervermögen für pflanzenverfügbares Wasser, eine mittlere Wasserdurchlässigkeit und ein hohes Nährstoffpotential auf. Stärker geneigte Flächen sind aber sehr stark erosionsgefährdet, da die Lößböden von Natur aus zur Erosion neigen. Außerdem werden Lößböden rasch verschlämmt, wodurch Abflusswasser entsteht, das den nur schwach aggregierten, feinkörnigen Boden abführt. Aus diesem Grund ist der Zwischenfruchtanbau auf diesen Standorten von großer Wichtigkeit.

D-Standorte treten im nördlichen Landesgebiet mit einem Anteil von ca. 20 % der Ackerfläche auf. Rund 25 % der Ackerfläche sind V-Standorte. Das sind vorwiegend lehmig-grusige und lehmig-sandige Böden des sächsischen Bergvorlandes und Berglandes. Al-Standorte haben nur eine geringe Bedeutung mit ca. 2 % der Ackerfläche (BRÄUTIGAM et al., 1997).

### **Einschätzung des Zwischenfruchtanbaus für Sachsen**

#### Leipziger Bucht, Gebiete um Delitzsch, Eilenburg, Torgau, Riesa:

- vom Mitteldeutschen Trockengebiet geprägt (hohe Temperaturen, geringe Niederschläge)
- Risiko für den Zwischenfruchtanbau hoch, besonders für Untersaaten und Stoppelsaaten

- eventuell Anbau von Winterzwischenfrüchten bzw. Stoppelsaaten aus einem Gemenge von abfrierenden und winterharten Arten.

#### Döbelner und Lommatzcher Pflege:

- Übergangsklima zwischen ostdeutschem Binnenland- und mitteldeutschem Hügel- und Berglandklima
- Charakteristisch ist die lange Vegetationsdauer mit einer trockenen und warmen Herbstwitterung
- bevorzugt Winterzwischenfrüchte und Untersaaten
- Aufgrund der Erosionsgefährdung der Löss-Standorte ist Zwischenfruchtanbau notwendig.

#### Mittelsächsisches Lösslehmgebiet:

- Landschaft besitzt Gebirgsvorlandcharakter
- bevorzugt Winterzwischenfrüchte und Untersaaten
- Aufgrund der Erosionsgefährdung der Löss-Standorte ist Zwischenfruchtanbau notwendig.

#### Oberlausitzer Bergland, nördliches Erzgebirge, Erzgebirgisches Becken, Vogtland:

- Mitteldeutsches Berg- und Hügellandklima, kürzere Vegetationszeit
- Ende September/Anfang Oktober ist mit Frühfrösten zu rechnen
- eventuell Anbau von Untersaaten.

## **2.4 Einordnung in die Fruchtfolge**

Je rauher das Klima, je schlechter der Boden, um so günstiger muss die Vorfrucht und Fruchtfolge gestaltet werden. Bei günstigeren Voraussetzungen besteht eine größere Bewegungsfreiheit bei der Wahl der anzubauenden Arten.

Aus konventionellen Versuchen ist bekannt, dass durch den Zwischenfruchtanbau Fruchtfolgeprobleme der Hauptkulturen z.B. durch zu engen Anbau von W.-Weizen abgemildert werden, aber nicht gänzlich aufgehoben werden können. Der Nutzen einer Zwischenfrucht zur Verhinderung von Ertragsausfällen bei den Hauptfrüchten ist aber um so größer, je mehr Fehler bei den Hauptkulturen (z.B. Monokultur) gemacht werden. In Systemen mit bereits weitgehend optimalen Fruchtfolgen ist somit der Nutzeffekt geringer (aus RENIUS & LÜTKE ENTRUP, 1992).

Die Selbstunverträglichkeit der Kulturarten ist unterschiedlich hoch. Sie beruht auf eigenen Stoffwechselprodukten und Ernterückständen der Pflanzen. Bei zu engen Fruchtfolgen erfolgt eine Anhäufung von bestimmten pflanzlichen Resten und Stoffwechselprodukten, die hemmend auf nachfolgende Arten wirken können. So

wird bei Vorhandensein von z.B. Kleerückständen aus der Vorkultur die Keimung und das Auswachsen von Kleesamen bei erneutem direktem Nachbau gehemmt.

Als unverträglich gelten folgende direkte Vorfrucht-Nachfrucht-Kombinationen:

- Rotklee – Luzerne
- Gelbe Lupine – Serradella
- Gelbe Lupine – Schmalblättrige Lupine.

Einseitig unverträglich sind folgende direkte Abfolgen:

- Luzerne – Ackerbohne
- Luzerne – Erbse
- Rotklee – Ackerbohne
- Erbse – Serradella
- Schmalblättrige Lupine – Serradella.

Einseitig verträglich sind:

- Ackerbohne – Erbse
- Ackerbohne – Luzerne
- Buschbohne – Rotklee
- Sommerwicke – Erbse.

Gegenseitig verträglich sind:

- Buschbohne – Ackerbohne
- Buschbohne – Luzerne
- Gelbe Lupine – Erbse
- Gelbe Lupine – Sommerwicke.

Bei zu engen Folgen treten bestimmte Krankheiten verstärkt auf, auch können negative Auswirkungen auf Bodenmerkmale, wie z.B. die Bodenstruktur entstehen. Aus diesen Gründen sind für Leguminosen sowie für Nichtleguminosen die in Tabelle 15 angegebenen Anbauabstände einzuhalten. Zur Verhinderung des Auftretens von Kleekrebs sollte z.B. zwischen Rotklee als Hauptfrucht und Inkar-natklee als Zwischenfrucht ein Abstand von 5 Jahren eingehalten werden.

Tabelle 15: Anbaupausen der Kulturarten im Haupt- und Zwischenfruchtbau

| Fruchtart  | Anbaupausen (Jahre) | Wichtige Ursachen  |
|--|---------------------|--|
| Erbse  | 4 – 8               | Fusariumwelke, Blattfleckenkrankheit                                     |
| Rotklee, Inkarnatklee, Luzerne, Esparsette       | 4 – 7               | Kleekrebs, Fusariumwelke, Klappenschorf, Blattfleckenkrankheit, u. a.    |
| Ackerbohne, Lupine, Buschbohne, Peluschke, Wicke | 3 – 5               | Brennfleckenkrankheit, Fußkrankheiten, Stängelälchen, Lupinenwelke       |
| Kleegras   | 3 – 4               | Kleekrebs, Kleeälchen, Kleewürger, Fusariumwelke u. a. pilzliche Erreger |
| Weißklee, Gelbklee, Schwedenklee, Serradella     | 1 – 3               | s.o., Weißklee weitgehend selbstverträglich                              |
| Raps, Rübsen                                     | 3 – 4               | Rübenzystenälchen, pilzliche Erreger (Kohlhernie),                       |
| Kohlarten  | 3 – 4               | Kohlhernie, Rübenzystenälchen  |

Quellen: MÜLLER (1986), POMMER (2003) u.a.

Bei einem hohen Anteil an Hauptfruchtleguminosen in der Fruchtfolge sind vornehmlich Nichtleguminosen als Zwischenfrüchte einzuplanen. Nach dem Anbau von Körnererbsen und Ackerbohnen als Hauptfrüchte soll daher auf den Anbau nachfolgender Leguminosen-Zwischenfrüchte verzichtet werden.

Auch in Gemengen sollten möglichst keine Leguminosenarten als Zwischenfrüchte folgen, die auch als Hauptfrucht angebaut werden. Durch empfindliche Arten könnten sonst Infektionsbrücken über den Zwischenfruchtanbau auf die nachfolgenden Hauptfrüchte entstehen. Mehrjährige Leguminosen-Hauptfrüchte wiegen schwerer als einjährige ohne Überwinterung, Zwischenfrüchte mit Überwinterung wiegen schwerer als ohne Überwinterung. Gras-Leguminosengemische können enger gestellt werden als Reinbestände an Leguminosen. In die gleiche Richtung wirkt eine organische Düngung mit Stallmist oder Kompost.

Am besten wird der Zwischenfruchtanbau so eingerichtet, dass ein und dieselbe Pflanzenart nicht öfter als alle drei Jahre auf der gleichen Fläche zum Anbau gelangt. Beispiele zur Eingliederung von Zwischenfrüchten in die Fruchtfolge eines Futterbau- und Marktfruchtbetriebes gibt Tabelle 16.

Zu bedenken ist auch, dass bei weitgehender Abwesenheit von Leguminosen in den konventionellen Fruchtfolgen es bei Umstellung auf ökologischen Landbau dazu kommen kann, dass zunächst alle Leguminosen sehr gut gedeihen. Werden dann aber zu dichte Abfolgen ins Feld gestellt, so können sich nach einigen Rota-

tionen negative Auswirkungen auf die Erträge einstellen, die nach Korrektur und Auflockerung der Fruchtfolge erst nach einiger Zeit wieder abklingen.

Zur Vermeidung von Fruchtfolgeschäden ist vor allem auf die in der Fruchtfolge angebauten Hauptfrüchte Rücksicht zu nehmen (siehe Abb. 6). Hieraus können sich Anbaubeschränkungen ergeben. Bei einem hohen Getreideanteil in der Fruchtfolge ist eine Beschränkung von Gräsern und anderen Getreidearten als Zwischenfrüchte vorzunehmen. Insbesondere Fusarium-Krankheiten können sich in Fruchtfolgen mit zu hohem Getreideanteil häufen.

Bei einem höheren Anteil als 20 % an Rüben, Raps und bestimmten Arten des Feldgemüseanbaus in der Fruchtfolge sollten die Arten Raps, Ölrettich, Rübsen, Kohl- und Stoppelrüben, Markstammkohl sowie Senf nicht als Zwischenfrüchte angebaut werden bzw. sind nematodenresistente Sorten auszuwählen (siehe Kapitel Sortenwahl).

Das Tabak-Rattle-Virus wird über Nematoden auf Kartoffeln übertragen und führt zur Eisenfleckigkeit der geernteten Knollen. Auch hier ist eine Übertragung durch Zwischenfrüchte möglich. Besonders Gelbsenf, aber auch Phacelia, Rübsen und Raps zählen hierzu. In diesem Fall sollten die kaum übertragenden Arten wie Ölrettich, Lupine sowie Weidelgräser als Zwischenfrüchte vor Kartoffeln gewählt werden.

| Nachfrucht<br>Vorfrucht             | Vorfrucht                          |                                     |   |              |                 |                              |                                     |  |                       |            |            |            |                            |                            |                          |               |                     |               |               |                                 | Eignung der Vorfrüchte für die Nachfrüchte |   |  |              |              |  |
|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|--------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------------|--|-----------------------|------------|------------|------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------|---------------------------------|--|---|--|--------------|--------------|--|
|                                     | Luzerne, Klee, Gräser (mehrjährig) | Luzerne, Klee (ein- bis überjährig) | Lupinen, Serradella, Wicken, Sojabohnen | Ackerbohnen  | Erbesen, Linsen | Gräser (ein- bis überjährig) | W.-Weizen (Back- u. Futterqualität) | S.-Weizen, Durum (Back- u. Futterqualität) | Weizen (Brauqualität) | Dinkel     | Triticale  | W.-Roggen  | W.-Gerste (Futterqualität) | S.-Gerste (Futterqualität) | S.-Gerste (Brauqualität) | Hafer         | Silo- u. Körnermais | Futterrüben   | Zuckerrüben   | Frühkartoffeln (Speisequalität) |  | Mittelfrühe Kartoffeln (Speisequalität) | Späte Kartoffeln (Verarbeitungsqualität) | W.-Raps      | Sonnenblumen |  |
| Luzerne, Klee, Gräser (mehrjährig)  |                                    |                                     |   |              |                 |                              |                                     |  |                       |            |            |            |                            |                            |                          |               | (S)<br>(W)          | (S)<br>(W)    |               | (S)                             | (S)<br>(W)                                 | (S)<br>W                                |  |              |              |  |
| Luzerne, Klee (ein- bis überjährig) |                                    |                                     |   |              |                 |                              |                                     |  |                       |            |            |            |                            |                            |                          |               |                     |               |               |                                 |  |   |  |              |              |  |
| Ackerbohne                          |                                    |                                     |   |              |                 | (U)                          | (U)                                 | (U) S                                      | (U)                   | (U)        | (U)        |            |                            | (U) S                      | (U) S                    | (U) S         | (U) S               | (U) S         | (U) S         | (U) S                           | (U) S                                      | (U) S                                   | (U) S                                    | (U) S        | (U) S        |  |
| Erbse, Linse                        |                                    |                                     |   |              |                 | (S)                          | S                                   | S W  | S                     | S          | S          | (S)        | (S)                        | S<br>(W)                   | S<br>(W)                 | S<br>(W)      | S W                 | S W           | S W           | S W                             | S<br>(W)                                   | S W                                     | S W                                      | S W          | S W          |  |
| Lupine, weiß                        |                                    |                                     |   |              |                 |                              |                                     |  |                       |            |            |            |                            |                            |                          |               |                     |               |               |                                 |  |   |  |              |              |  |
| Lupine, gelb                        |                                    |                                     |   |              |                 |                              |                                     |  |                       |            |            |            |                            |                            |                          |               |                     |               |               |                                 |  |   |  |              |              |  |
| Lupine, blau                        |                                    |                                     |   |              |                 |                              |                                     | S<br>(W)                                   |                       |            |            |            |                            | S<br>(W)                   | S<br>(W)                 | S<br>(W)      | S<br>(W)            | S<br>(W)      | S<br>(W)      | S<br>(W)                        | S<br>(W)                                   | S<br>(W)                                | S<br>(W)                                 | S<br>(W)     | S<br>(W)     |  |
| Gräser (ein- bis überjährig)        |                                    |                                     |   |              |                 |                              |                                     | S<br>(W)<br>L                              |                       |            |            |            |                            | S<br>(W)<br>L              | S<br>(W)<br>L            | S<br>(W)<br>L | S W<br>L            | S<br>(W)<br>L | S<br>(W)<br>L | S L                             | S W<br>L                                   | S W<br>L                                | S W<br>L                                 |              |              |  |
| W.-Weizen, Dinkel                   |                                    |                                     | U S<br>(W)                              | U S<br>(W)   | U S<br>(W)      | U S<br>(W) L                 |                                     |  |                       |            | U (S)<br>L | U (S)<br>L | U L                        | U S<br>(W) L               | U S<br>(W) L             | U S<br>(W) L  | U S<br>(W) L        | U S<br>(W) L  | U S<br>(W) L  | U S<br>(W) L                    | U S<br>(W) L                               | U S<br>(W) L                            | U S<br>(W) L                             | U S<br>(W) L | U S<br>(W) L |  |
| S.-Weizen, Durum                    |                                    |                                     | U S<br>(W)                              | U S<br>(W)   | U S<br>(W)      | U S<br>(W) L                 |                                     | U S<br>(W) L                               |                       | U S<br>(L) | U S<br>L   | U S<br>L   | U L                        | U S<br>(W) L               | U S<br>(W) L             | U S<br>(W) L  | U S<br>(W) L        | U S<br>(W) L  | U S<br>(W) L  | U S<br>L                        | U S<br>L                                   | U S<br>L                                | U S<br>L                                 | U S<br>L     | U S<br>L     |  |
| W.-Roggen, Triticale                | U S                                | U S                                 | U S<br>(W)                              | U S<br>(W)   | U S<br>(W)      | U S<br>(W) L                 | U S<br>L                            | U S<br>(W) L                               | U S<br>(L)            | U S<br>L   | U S<br>L   | U S<br>L   | U L                        | U S<br>(W) L               | U S<br>(W) L             | U S<br>(W) L  | U S<br>(W) L        | U S<br>(W) L  | U S<br>(W) L  | U S<br>L                        | U S<br>L                                   | U S<br>L                                | U S<br>L                                 | U S<br>L     | U S<br>L     |  |
| W.-Gerste                           | (U) S                              | (U) S                               | (U) S<br>W                              | (U) S<br>W   | (U) S<br>W      | (U) S<br>W L                 |                                     | (U) S<br>W L                               |                       | (U) S<br>L | (U) S<br>L | (U) S<br>L |                            |                            |                          | (U) S<br>W L  | (U) S<br>W L        | (U) S<br>W L  | (U) S<br>W L  | (U) S<br>W L                    | (U) S<br>W L                               | (U) S<br>W L                            | (U) S<br>W L                             | (U) S<br>W L | (U) S<br>W L |  |
| S.-Gerste                           | (U) S                              | (U) S                               | (U) S<br>W                              | (U) S<br>W   | (U) S<br>W      | (U) S<br>W L                 |                                     |  |                       |            |            |            |                            |                            |                          |               | (U) S<br>W L        | (U) S<br>W L  | (U) S<br>W L  | (U) S<br>W L                    | (U) S<br>W L                               | (U) S<br>W L                            | (U) S<br>W L                             | (U) S<br>W L | (U) S<br>W L |  |
| Hafer                               | (U) S                              | (U) S                               | (U) S<br>(W)                            | (U) S<br>(W) | (U) S<br>(W)    | (U) S<br>(W) L               | (U) S<br>L                          | (U) S<br>(W) L                             | (U) S<br>(L)          | (U) S<br>L | (U) S<br>L | (U) S<br>L | U (L)                      |                            |                          | (U) S<br>W L  | (U) S<br>W L        | (U) S<br>W L  | (U) S<br>W L  | (U) S<br>L                      | (U) S<br>W L                               | (U) S<br>W L                            | (U) S<br>W L                             | (U) S<br>W L | (U) S<br>W L |  |
| Silo-Mais                           | (U)                                | (U)                                 | (U)                                     | (U)          | (U)             | (U)                          | (U)                                 | (U)  | (U)                   | (U)        | (U)        | (U)        |                            | (U)                        | (U)                      | (U)           | (U)                 | (U)           | (U)           | (U)                             | (U)  | (U)                                     | (U)                                      | (U)          | (U)          |  |
| Körner-Mais                         | (U)                                | (U)                                 | (U)                                     | (U)          | (U)             | (U)                          | (U)                                 | (U)  | (U)                   | (U)        | (U)        | (U)        |                            | (U)                        | (U)                      | (U)           | (U)                 | (U)           | (U)           | (U)                             | (U)  | (U)                                     | (U)                                      | (U)          | (U)          |  |
| Zucker- u. Futterrüben              |                                    |                                     |   |              |                 |                              |                                     |  |                       |            |            |            |                            |                            |                          |               |                     |               |               |                                 |  |   |  |              |              |  |
| Frühkartoffeln                      | S                                  | S                                   | S W                                     | S W          | S W             |                              | S L                                 | S W<br>L                                   | S                     | S (L)      | S L        | S L        | S L                        | S W<br>(L)                 | S W<br>L                 | S W<br>L      | S W<br>L            | S W<br>L      | S W<br>L      | S W<br>L                        |  |   |  | S L          | S W<br>(L)   |  |
| Mittelfrühe Kartoffeln              | S                                  | S                                   | S<br>(W)                                | S<br>(W)     | S<br>(W)        | S<br>(W) L                   | S (L)                               | S<br>(W) L                                 | S                     | S (L)      | S (L)      | (S)        |                            | S (W)<br>(L)               | S (W)<br>L               | S<br>(W) L    | S W<br>L            | S<br>(W) L    | S<br>(W)      |                                 |  |   |  | S W<br>(L)   |              |  |
| Späte Kartoffeln                    | (S)                                | (S)                                 | (S)                                     | (S)          | (S)             | (S)                          |                                     | (S)  |                       |            |            |            |                            | (S)                        | (S)                      | (S)           | (S)                 | (S)           | (S)           |                                 |  |   |  | (S)          | (S)          |  |
| W.-Raps                             | S                                  | S                                   | S W<br>(U)                              | S W<br>(U)   | S W<br>(U)      | S W<br>L (U)                 | (U) S<br>L                          | (U) S<br>W L                               | (U) S<br>(L)          | (U) S<br>L | (U) S<br>L | (U) S<br>L | (U) L                      | (U) S<br>W (L)             |                          | (U) S<br>W L  | (U) S<br>W L        |               |               | (U) S<br>(W) L                  | (U) S<br>W L                               | (U) S<br>W L                            |  | (U) S<br>W   |              |  |
| Sonnenblumen                        | U                                  | U                                   | (U)                                     | (U)          | (U)             | (U) L                        | (U)                                 | (U) L                                      | (U)                   | (U)        | (U)        |            |                            | (U)<br>(L)                 | (U)                      | (U) L         | (U) L               | (U) L         | (U)           |                                 | (U) L                                      | (U) L                                   | (U) L                                    |              |              |  |

Ertrags- u. Qualitätsleistung (x̄ = 100 %)

Einstufung der Hauptfrüchte:

sehr günstig 110 - 120 %

günstig 100 - 110 %

ungünstig 90 - 100 %

sehr ungünstig, unmöglich 80 - 90 %

Eingliederung der Zwischenfrüchte:

S = Stoppelsaat  
 U = Untersaat  
 W = Winterzwischenfrucht  
 L = Leguminosen als S, U oder W  
 ( ) = bedingt möglich

Abbildung 6: Eingliederung von Formen des Zwischenfruchtanbaus in die Fruchtfolge

Tabelle 16: Fruchtfolgebeispiele für die Nutzung von Untersaaten und Stoppelsaaten in Futterbau- und Marktfruchtbetrieben

| <b>Futterbaubetrieb</b>            |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Fruchtfolge</b>                 | <b>Erweiterung</b>   |
| 1. Ackerfutter                     |  |
| 2. Ackerfutter                     |  |
| 3. W.-Weizen                       | Untersaat möglich (Weißklee)                                     |
| 4. W.-Roggen                       | Untersaat möglich  |
| 5. Körnererbse/Ackerbohne          | Gras-Untersaat zu Ackerbohne, Stoppelsaat zu Körnererbse         |
| 6. Triticale                       |  |
| 7. So.-Gerste                      | Untersaat als Ansaat des Ackerfutters bedingt möglich            |
| Leguminosenanteil (%): 43          | 29   |
| <b>Marktfruchtbetrieb</b>          |  |
| <b>Fruchtfolge</b>                 | <b>Erweiterung</b>   |
| 1. Weißklee als Grünbrache genutzt |  |
| 2. Körnermais                      | Untersaat (Gemenge mit Leguminosen)                              |
| 3. Kartoffeln                      |  |
| 4. W.-Roggen                       | Untersaat oder Stoppelsaat                                       |
| 5. Körnerleguminosen               | Gras-Untersaat zu Ackerbohne, Stoppelsaat zu Körnererbse         |
| 6. W.-Weizen                       |  |
| 7. Hafer                           | Untersaat als Ansaat des Ackerfutters bedingt möglich (Weißklee) |
| Leguminosenanteil (%) 29           | 29   |

## 2.5 Aspekte der Düngung und Nährstoffversorgung

Zur Verbesserung der Aufwuchsleistung ist eine Düngung der nichtlegumen Zwischenfrüchte in Erwägung zu ziehen. Hierbei steht besonders die Verbesserung der N-Ernährung im Vordergrund, damit ein Aufwuchs mit rel. engem C/N-Verhältnis entsteht. Hierdurch wird eine rechtzeitige Mineralisation der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor für die termingerechte Versorgung der nachzubauenden Kulturen gewährleistet. Dies ist auch besonders zu bedenken, wenn das Stroh der Getreidevorkultur mit einem sehr weiten C/N-Verhältnis auf dem Feld verbleibt.

Winterzwischenfrüchte, die zur Futtergewinnung angebaut werden, benötigen eine gute Nährstoffgrundlage. Besonders stark grasbetonte Ansaaten sollten eine organische Düngung z.B. mit Gülle erhalten. Auf Grund des Nährstoffbedarfs von

ca. 40 – 50 kg N/ha ist daher eine Gülledüngung mit ca. 20 m<sup>3</sup>/ha auf die Stoppel der Vorfrucht ausreichend, um bei ca. 50 % Nährstoffverfügbarkeit in der Gülle, den direkten Bedarf der Zwischenfrucht abzudecken. Auf bindigen Böden und in Gebieten mit geringen Winterniederschlägen kann auch eine höhere Gabe sinnvoll sein. Hierbei steht dann die Versorgung der nachgebauten Hauptkultur im Vordergrund. Auch eine Düngung mit Stallmist kann in gewöhnlichen Aufwandmengen zur Saatzfurche der Zwischenfrüchte oder auch in Häckselform im zeitigen Frühjahr gegeben werden. Wegen ungünstiger Wirkung auf die Futteraufnahme (Geruchsnachwirkung) sind Güllegaben im Frühjahr bei Weidenutzung oder Stallfütterung zu unterlassen.

Eine zu späte Aussaat kann nicht durch eine erhöhte Düngung ausgeglichen werden, da bei Spätsaat vor allem klimatische Ursachen das Wachstum begrenzen. Bei Futternutzung könnte es nach einer zu hohen Düngung zu einer gesundheitlichen Gefährdung der Tiere kommen auf Grund der Aufnahme von zu hohen Nitratmengen aus dem Grünfutter. Bei später Aussaat sollte demzufolge von einer Düngung abgesehen werden.

Tabelle 17: Nährstoffgehalte sowie Ernteindices für Zwischenfrüchte

| Artengruppe                              | TM (%) | N (kg/dt) | P (kg/dt) | K (kg/dt) | Mg (kg/dt) | C/N (N = 1) | C/P (P = 1) | Ernte-Index (Gesamt-TM = 1)                      | Nährstoff-Ernte-Index (Gesamtaufnahme = 1) | N-Symb.-Index             |
|--|--------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|--|--|---------------------------|
| Grobkörnige Leguminosen                  | 14,4   | 0,52      | 0,055     | 0,40      | 0,045      | 12,5        | 119         | 0,64<br>0,55 <sup>1)</sup><br>0,69 <sup>2)</sup> | 0,74                                       | 0,60                      |
| Feinkörnige Leguminosen                  | 16,3   | 0,53      | 0,057     | 0,45      | 0,055      | 13,4        | 124         | 0,45   | 0,56                                       | 0,60                      |
| Grobkörnige Legum.-Nichtlegum.-Gemenge   | 15,5   | 0,45      | 0,054     | 0,49      | 0,043      | 15,2        | 125         | 0,60   | 0,70                                       | 0,75<br>x Legumin.-Anteil |
| Feinkörn. Legumin.-Nichtlegumin.-Gemenge | 18,3   | 0,47      | 0,051     | 0,50      | 0,045      |             |             | 0,60   | 0,70                                       | 0,75<br>x Legumin.-Anteil |
| Kruziferen, Phacelia                     | 12,2   | 0,37      | 0,053     | 0,38      | 0,033      | 14,0        | 99          | 0,62<br>0,95 <sup>3)</sup>                       | 0,72                                       | -                         |
| So.-Blume, Buchweizen                    | 13,2   | 0,30      | 0,048     | 0,36      | 0,059      | 19,6        | 122         | 0,62   | 0,72                                       | -                         |
| Weidelgräser                             | 17,0   | 0,43      | 0,060     | 0,47      | 0,041      | 17,1        | 122         | 0,49   | 0,60                                       | -                         |
| Getreide (Roggen)                        | 16,3   | 0,38      | 0,057     | 0,45      | 0,039      |             |             | 0,64   | 0,73                                       | -                         |
| Mais                                     | 16,0   | 0,25      | 0,056     | 0,45      | 0,038      |             |             | 0,64   | 0,73                                       | -                         |

Quellen: u.a. HASELHOFF et al. (1930); KÖNEKAMP (1948); KÖHNLEIN & VETTER (1953); BOMMER, (1955); VETTER (1955); SCHULTE (1981); KLIMANEK (1987); RENIUS et al. (1992)

<sup>1)</sup>: Lupine, Ackerbohne, Landsberger Gemenge; <sup>2)</sup>: Erbse, Wicke, Leguminosen-Gemenge; <sup>3)</sup>: Stoppelrüben

Die Tabelle 17 informiert über die Zusammensetzung der Zwischenfrüchte. Die höchsten TM-Gehalte weisen Gramineen und feinkörnige Leguminosen auf, die geringsten Gehalte werden bei Kruziferen vorgefunden. Die N-Gehalte sind bei den Leguminosen am höchsten und insbesondere bei Buchweizen und Mais am niedrigsten. Die C/N-Verhältnisse zeigen die N-Verfügbarkeit auf, d.h. die Mineralisation ist bei den Leguminosen am schnellsten und bei Gräsern und Buchweizen am langsamsten. Der Ernteindex gibt den relativen oberirdischen Anteil an der gesamten gebildeten TM-Menge (Spross sowie Ernte- u. Wurzelreste) an. Er hat Bedeutung zur Berechnung der TM-Produktion des Gesamtbestandes und ist der Anteil, der bei Bergung und Ernte des Aufwuchses vom Feld abgefahren wird. Feinkörnige Leguminosen, wie Kleearten und Luzerne weisen einen Index von unter 0,5 auf. Diese Pflanzenarten verfügen daher über eine höhere Produktion an Ernte- und Wurzelresten (EWR) als an oberirdischer Substanz. Getreidearten, Erbsen, Wicken und besonders Stoppelrüben weisen eine deutlich höhere oberirdische Ertragsleistung auf, so dass bei Aberntung eine geringere Menge an Ernte- und Wurzelresten auf dem Acker verbleiben.

Die Nährstoffgehalte des Sprosses sind z.T. deutlich höher als in den Ernte- und Wurzelresten. Der Nährstoff-Ernteindex hat daher Bedeutung zur Berechnung der (unter- und oberirdischen) Aufnahme der Gesamtpflanzen an Nährstoffen. Er kann für den Nährstoff Stickstoff, aber auch für andere Nährstoffe verwendet werden und hat z.B. Bedeutung zur Kalkulation der Nährstoffbereitstellung für die Nachkultur oder zur Berechnung der N-Bindung durch die Leguminosen. Der N-Symbiose-Index ist der Anteil an der Gesamtaufnahme an Stickstoff, der durch die  $N_2$ -Bindung der Knöllchenbakterien erklärt werden kann (Beispiele siehe Tab. 18).

Ein Aufwuchs von ca. 100 dt/ha Frischmasse enthält einen Nährstoffentzug von ca. 25 - 45 kg N, 5 - 6 kg P und 35 - 50 kg K/ha bei Nichtleguminosen. Bei Leguminosen ist der N-Entzug mit bis zu 55 kg N/ha entsprechend höher. Bei gut gelungenen Zwischenfrüchten können die Nährstoffentzüge auch 3 – 4fach höhere Werte annehmen. Besonders in marktfruchtorientierten Anbausystemen ist bei einem hohen Anteil an abgeernteten und außerbetrieblich verwerteten Zwischenfrüchten in der Fruchtfolge auf den hohen Nährstoffexport vor allem an Stickstoff und Kalium zu achten. Bei Gründüngung entsteht dagegen kein Nährstoffentzug, da die Aufwüchse dem Boden wieder zugeführt werden.

Tabelle 18: Berechnungsbeispiele für die Nährstoffaufnahme und Schlagbilanz eines Gemenges aus grobkörnigen Leguminosen und Nichtleguminosen (50/50, 150 dt/ha Frischmasseertrag)

|   |   |                       |  |
|---|---|-----------------------|--|
| <b>Berechnung der TM-Gesamt-Leistung:</b>                                     |   |                       |  |
| Frischmasseertrag (dt/ha)   | x | TM-Gehalt (%) / 100   | = TM-Ertrag Spross (dt/ha)                     |
| 150   | x | 15,5 / 100            | = 23   |
| TM-Ertrag (dt/ha)   | / | Ernte-Index           | = TM-Leistung Gesamtpflanze (dt/ha)            |
| 23  | / | 0,60                  | = 38   |
| TM-Leistung (dt/ha)   | - | TM-Ertrag (dt/ha)     | = Ernte u. Wurzelrückstände (dt/ha)            |
| 38  | - | 23                    | = 15   |
| <b>Berechnung des Nährstoffentzuges</b>                                       |   |                       |  |
| Frischmasseertrag (dt/ha)   | x | N-Gehalt (kg/dt)      | = N-Entzug (kg/ha)                             |
| 150   | x | 0,45                  | = 68   |
| <b>Berechnung der Nährstoffaufnahme durch den Gesamtbestand:</b>              |   |                       |  |
| N-Entzug (kg/ha)  | / | Nährstoff-Ernte-Index | = Nährstoffaufnahme (kg/ha)                    |
| 68  | / | 0,70                  | = 97   |
| <b>Berechnung der N<sub>2</sub>-Bindung bzw. N-Schlagbilanz bei Gründung:</b> |   |                       |  |
| Nährstoffaufnahme (kg/ha)   | x | Legumn.-Anteil        | x N-Symb.-I. = N <sub>2</sub> -Bindung (kg/ha) |
| 97  | x | 0,50                  | x 0,75 = 36                                    |
| <b>Berechnung der N-Schlagbilanz bei Aberntung bzw. Futternutzung:</b>        |   |                       |  |
| N <sub>2</sub> -Bindung (kg/ha)   | - | N-Entzug (kg/ha)      | = N-Saldo (kg/ha)                              |
| 36  | - | 68                    | = -32  |

## 2.6 Bodenbearbeitung, Bestellung und Pflege

### Bodenbearbeitung

Eine Bodenbearbeitung zur Bestellung von Stoppelsaaten ist im Allgemeinen im ökologischen Landbau erforderlich. Neben der Einarbeitung von Stroh und Stopeln in den Boden zur Beschleunigung der Rotte erfordert auch die verbleibende Unkrautflora nach der Ernte der Vorkulturen eine mehr oder minder intensive Bodenbearbeitung. Gleichzeitig wird damit die technische Umsetzung der Aussaat durch Einsatz von Drillmaschinen mit Schleppscharen möglich. Ebenso entscheidend wie die technischen Aspekte ist die Verminderung der Wasserverdunstung aus dem Boden. Zur Unterbrechung von wasserführenden Kapillaren ist zumindest die Auflockerung einer flachen Bodenschicht unumgänglich. Gerade dieser Aspekt verlangt eine schnelle erste Bearbeitung des Bodens nach dem Erntevorgang. Ein weiterer wichtiger Grund für eine Bodenbearbeitung ergibt sich aus dem Bedarf der Regulierung von Wurzelunkräutern, insbesondere von Quecke und Acker-Kratzdistel. Deren Wurzeln bilden einen Reservestoffspeicher, der möglichst früh, am besten noch im Sommer zerstört werden muss. Die Intensität der Bodenbearbeitung lässt sich je nach Ziel der Zwischenfruchtbestellung varia-

bel gestalten, es können wendende oder nicht wendende Geräte zum Einsatz kommen.

Ein schneller Masseaufbau der Zwischenfrüchte zur Futtergewinnung, Stickstofffixierung oder Unterdrückung von Wurzelunkräutern gelingt eher in Verbindung mit einer tiefen und intensiv lockernden Bodenbearbeitung am besten mit dem Pflug. Das ergibt eine geringe Lagerungsdichte des gesamten Oberbodens und ermöglicht ein umfangreiches Wurzelwachstum. Als Folge der Bodenlockerung erhöht sich die Stickstoffmineralisation aus der organischer Substanz des Bodens wodurch eine zügige Gesamtentwicklung der Zwischenfrüchte möglich wird.

Steht die Massebildung der Zwischenfrüchte im Aussaatjahr jedoch nicht im Vordergrund, kann eine extensivere Form der Bodenbearbeitung zweckvoll sein. Empfehlenswert ist dann eine kostengünstige nicht wendende Bodenbearbeitung zum Beispiel mit dem Flügelschargrubber. Nach diesem Geräteeinsatz bleiben genug Strohreste an der Bodenoberfläche um sofort die Funktion der Erosionsminderung zu übernehmen, so dass eine langsamere Zwischenfruchtentwicklung unter diesem Gesichtspunkt nicht nachteilig ist. Auch hinsichtlich des Schutzes vor Stickstoffauswaschung über die Wintermonate bietet eine geringe Bearbeitungsintensität im Sommer Vorteile.

Ohne zusätzliche Bodenbearbeitung kommen lediglich Untersaaten aus, die sich aber nur bei geringem Unkrautbesatz erfolgreich darstellen. Nachteilig sind die verbleibenden meistens hoch geschnittenen Stoppeln bei einer nachfolgenden Futternutzung.

Die Bodenbearbeitung zu Zwischenfrüchten ist in Sachsen immer bewusst im Zusammenhang mit der Wasserversorgung zu gestalten. Mit einer einfachen Spaltenanalyse lässt sich dafür der aktuelle Wasservorrat im Boden abschätzen und lokalisieren, so dass mit der Beabreitung auch feuchter Boden in den Saathorizont eingebracht werden kann, um die Keimung der Zwischenfrüchte zu optimieren.

## **Geräte zur Stoppelbearbeitung**

### **➤ Pflug**

Eine enorme ertragssteigernde Wirkung der Pflugarbeit wurde auf die Zwischenfrüchte in zahlreichen Versuchen auf unterschiedlichen Standorten nachgewiesen. Wenn auch diese Ergebnisse unter konventionellen Bedingungen gewonnen wurden, so lassen jedoch die durchweg einheitlichen Resultate kaum andere Zusammenhänge im ökologischen Landbau erwarten. Mit der Erhöhung der Sprossmasse ist dabei gleichermaßen auch eine Zunahme der Wurzelrückstände verbunden.

Eine ausreichend tiefe Bodenlockerung mit dem Pflug und ein abgesetztes Saatbett ergibt Mehrerträge bei Zwischenfrüchten von 30 – 50 % gegenüber einer flachen Bearbeitung mit Scheibenegge, Schälfurche oder Grubber (LÜDDECKE, 1960; PETELKAU 1978; Tab. 19). In einzelnen Jahren konnten Mehrerträge von 50 % nach tiefer Pflugfurche (30 cm) gegenüber 8 cm flachem Fräsen nachgewiesen werden. Auch ein nur 16 cm tiefes Schälern ergab in diesem Vergleich einen Ertragszuwachs von 16 % gegenüber dem Fräsen (DEBRUCK, 1979). Während EBERT (1958) eine positive Wirkung der mitteltiefen Pflugarbeit gegenüber dem Schälern vor allem bei niedrigen Zwischenfrüchtermträgen feststellt, findet RAUHE (1959) generell Vorteile der Pflugarbeit vor allem in trockenen Jahren. Weniger empfindlich auf eine flachere Pflugarbeit reagieren die Kulturen Felderbse, Senf und Hirse (Tab. 20).

Eine Bestellung mit Pflug, Packer und Saatbettbereitung ist zwar die kostenintensivste Variante der Aussaatvorbereitung, jedoch müssen die Ertragsvorteile, die bessere Unkrautregulierung der wendenden Bodenbearbeitung sowie die erhöhte Ansaatsicherheit speziell im ökologischen Landbau hoch bewertet werden.

Tabelle 19: Stoppelfrüchtermtrag nach Einsatz verschiedener Bodenbearbeitungsgeräte (Anzahl der Versuche >70)

| Bearbeitungsart                        | Ertrag      |                          |
|--|-------------|--------------------------|
|  | (dt FM/ ha) | (relativ, Pflug = 100 %) |
| Pflugfurche I                          | 114         | 100                      |
| Schälfurche I                          | 96          | 84                       |
| Pflugfurche II                         | 106         | 100                      |
| Grubberarbeit II                       | 53          | 50                       |
| mitteltiefe Pflugfurche (16-22 cm) III | 115         | 100                      |
| Grubber oder Scheibenegge III          | 76          | 66                       |

Quelle: LÜDDECKE (1960); EBERT (1958)

Tabelle 20: Erträge verschiedener Stoppelfrüchte bei unterschiedlicher Pflugarbeit

| Stoppelfrucht       | Zahl der Vergleiche | Pflugarbeit (16-22 cm tief) |           | Schälffurche |           |
|---------------------|---------------------|-----------------------------|-----------|--------------|-----------|
|                     |                     | (dt/ha)                     | (relativ) | (dt/ha)      | (relativ) |
| Sonnenblumen        | 18                  | 154                         | 100       | 131          | 85        |
| Sonnenblumengemenge | 14                  | 114                         | 100       | 93           | 82        |
| Felderbsen          | 10                  | 96                          | 100       | 90           | 94        |
| Mais                | 9                   | 92                          | 100       | 66           | 72        |
| Senf                | 3                   | 107                         | 100       | 97           | 91        |
| Hirse               | 3                   | 79                          | 100       | 71           | 90        |

Quelle: EBERT (1958)

Die Vorteile des Pfluges zur Aussaatvorbereitung von Zwischenfrüchten lassen sich folgendermaßen darstellen:

- intensive und ganzflächige Bearbeitung zur Regulierung von Wurzelunkräutern
- starkes Verringern des Konkurrenzdrucks durch Unkraut und ausgefallene Kulturpflanzen
- intensive Bodenlockerung als Grundlage einer schnellen und sicheren Durchwurzelung der Krume mit entsprechender Massebildung der Zwischenfrüchte
- störungsfreie Aussaat durch reinen Tisch
- häufig schnellere Keimung der Zwischenfrucht durch nach oben gepflügten feuchten Boden
- keine Strohreste bei Futterbergung
- geringe Anfälligkeit für das Zusammenschieben von Stroh bei längeren Stoppeln.

Die Nachteile des Pflugeinsatzes sind (GRIEBEL, 1983):

- geringe Schlagkraft bei hohen Kosten
- hoher Energieverbrauch
- geringe Mischintensität
- konstruktionsbedingt eher tiefe Bodenbearbeitung mit hoher Disposition für Erosionsvorgänge
- zusätzliche Nährstoffmobilisierung und Humusabbau durch intensive Bodenlockerung
- geringere Abbauraten von Ernterückständen gegenüber flacher Einmischung.

Alternativ kann der Zweischichtpflug eingesetzt werden, der den Energieverbrauch um 20 % gegenüber den herkömmlichen Pflügen senken kann (RAM-

HARTER et al., 2001) sowie ebenfalls ein sauberes Saatbett hinterlässt und eine krumentiefe Lockerung zulässt. Ertragsnachteile bei flacher Anwendung sind jedoch auch hier zu erwarten (SCHEIBE, 1953).

### ➤ **Grubber**

Der Grubber ist dann eine Alternative zum Pflug wenn der Zwischenfruchtanbau vorwiegend der Stickstoffkonservierung oder der Erosionsminderung dienen soll. Mit den aktuellen Bauformen durch Kombinationen von Doppelherz- und Flügelscharen ist auch die Arbeitsqualität in vielen Fällen akzeptabel. Das schnelle Auflaufen von ausgefallenem Druschgut kann allerdings eine starke Konkurrenz für die Zwischenfrüchte darstellen. Deswegen bietet sich ein zweiter Arbeitsgang mit dem Grubber zur Bodenvorbereitung nach etwa 14 Tagen an, der die aufgelaufenen Pflanzen beseitigt, Wurzelunkräuter zusätzlich schwächt und eine gleichmäßige Bodenlockerung sichert. Der damit verbundene Mehraufwand relativiert jedoch viele Vorteile gegenüber dem Pflug.

Als günstige Eigenschaften des Grubbers gegenüber dem Pflug gelten:

- die gute Mischleistung
- geringere Disposition der bearbeiteten Ackerflächen für Bodenerosion
- der geringere Arbeitszeitbedarf bei einmaliger Anwendung
- die einfache Handhabung bei geringem Einstellbedarf
- variable Bearbeitungsintensität durch mehrfache Arbeitsgänge.

Als ungünstige Eigenschaften können genannt werden:

- Strohreste behindern das Aussaatverfahren sowie die Saatgutkeimung
- Bindung an eine geringe bis mittlere Arbeitstiefe
- zusätzliche Investitionskosten zum Pflug
- Zeitverzug für die Aussaat bei mehrfacher Bearbeitung
- Konkurrenzwirkung für die Kulturen durch auflaufendes Druschgut.

### ➤ **Scheibenegge**

Scheibeneggen arbeiten absolut verstopfungsfrei, das gilt auch für langes Stroh bei Lagergetreide. Langes Stroh kann jedoch das Erreichen der angestrebten Arbeitstiefe verhindern. Das Vermischen von Boden und Pflanzenmaterial ist darüber hinaus nicht immer ausreichend. Für eine gute Arbeitsqualität sind meistens zwei Arbeitsgänge (kreuzweise) erforderlich und es besteht die Gefahr der Vermehrung von ausläufertreibenden Unkräutern. Darüber hinaus sind die Geräteanschaffungskosten vergleichsweise hoch.

### ➤ **Spatenrollegge**

Die Spatenrollegge und andere Geräte mit stärker begrenzten Arbeitstiefen und fehlender flächendeckender Bearbeitung dürften im ökologischen Landbau eher als ergänzende Ausrüstungen zur Stoppelbearbeitung bewertet werden. Diesen

Geräten fehlt das Potenzial zur Regulierung von Wurzelunkräutern. Besondere Nachteile der Spatenrollegge ergeben sich auch bei verhärtetem Boden, dann wird die erforderliche Bearbeitungstiefe nicht erreicht. Vorteilhaft stellen sich dagegen die hohen Flächenleistungen bei niedrigem Zugkraftbedarf dar. Allerdings müssen häufig zwei Überfahrten kalkuliert werden, so dass die Kostenvorteile gegenüber aufwändigeren Verfahren deutlich schrumpfen.

#### ➤ **Zapfwellengeräte und Zinkenrotoren mit Bodenantrieb**

Fräsen, Zinkenrotoren, Kreiselegge und Kreiselgrubber werden in der Praxis wegen mangelnder Schlagkraft, hohem Verschleiß und hohen Investitionen kaum eingesetzt. In Verbindung mit Kurzgrubbern können mit den Zapfwellengeräten jedoch alle Bearbeitungstiefen erreicht und vor allem gut mischende Bearbeitungseffekte erzielt werden.

Bodenangetriebene Zinkenrotoren arbeiten auf steinfreien Böden sowie auch bei langen Strohresten störungsfrei und mit hoher Flächenleistung, die vor allem über die Fahrgeschwindigkeit erzielt wird. Der Zugkraftbedarf ist zwar sehr gering, doch wird nur eine äußerst begrenzte Arbeitstiefe erreicht, die keine ausreichende Wirkung gegenüber Wurzelunkräutern erwarten lässt.

#### **Bestellung**

Die Bestellung von Zwischenfrüchten muss sich in Sachsen allgemein an trockenen Bedingungen ausrichten. Meistens ist im Flachland mit geringem Wassergehalt im Saathorizont und nur geringen Niederschlägen zu rechnen. Gleichzeitig stehen Pflanzenarten zur Aussaat an, die eine niedrige Tausendkornmasse aufweisen (Kleearten, Gräser, Kruziferen), flach abgelegt werden müssen und dadurch höchste Ansprüche an das Aussaatverfahren stellen. Der Saathorizont muss in diesem Fall feinkrümelig und mit gutem Wasseranschluss an tiefere Bodenschichten ausgerichtet sein. Großkörnige Leguminosen außer Lupinen vertragen dagegen größere Saattiefen, die aber mit Schleppscharsaattechnik nur bei reinem Saatbett erreicht werden können. Damit ergeben sich häufig höhere Anforderungen als bei der Frühjahrsbestellung, die einen hohen Bestellaufwand nach sich ziehen.

#### ▼ **Säen mit Drillmaschine oder Schleuderstreuer**

Drillmaschinen mit Scheibenschartechnik sind universell einsetzbar, selbst Ernterückstände im Saatbettbereich stören nicht. Dagegen neigen Schleppschare vor allem bei größerer Saattiefe zum Zusammenschieben von groben Pflanzenteilen, so dass in diesen Situationen vielfach der Pflugeinsatz unumgänglich ist. Der Durchgang der Drillmaschine kann verbessert werden, indem nur jedes zweite Schar zur Saat genutzt wird und die restlichen Schare entlastet oder hochgehängt werden. Diese Maßnahme verdoppelt allerdings den Reihenabstand. Des Weiteren sind so genannte Räumspinnen erhältlich, die angestautes Material an

den Scharen beseitigen. Durch die Drilltechnik wird ein effizienter Einsatz des Saatgutes sichergestellt. Dieser Vorteil muss vor allem im ökologischen Landbau bei hohen Saatgutpreisen in Wirtschaftlichkeitsüberlegungen einbezogen werden. Zudem erhöht die Drillsaat die Auflaufgeschwindigkeit (KÄNKÄNEN, 2001).

Wird alternativ mit Schleuderstreuern breitwürfig gesät, so lassen sich mit weiteren Arbeitsgängen durch Striegeln und Walzen die Etablierungschancen zwar steigern, aber die Arbeitszeit- und Kostenvorteile verringern sich durch jeden zusätzlichen Arbeitsgang deutlich. Zur Etablierung von Untersaaten in Winterroggen ist die Drillsaat bei nicht optimalen Saatbedingungen (Verschlämmungen, zu hohe Bodenfeuchte) einer Breitsaat in Kombination mit einem Striegeleinsatz in der Ertragsbildung nur geringfügig überlegen (LÜDDECKE, 1960).

Die Arbeit mit Schleuderstreuern hinterlässt in der Praxis erfahrungsgemäß häufig Saatlücken, die geräteunabhängig durch Windeinfluss oder durch verfehlte Anschlüsse entstehen. Breitwürfige Saat verlangt zudem einen Saatmengenzuschlag vor allem bei Trockenheit, da nicht alle Körner in Keimposition gelangen und eine sichere Überlappung der Anschlüsse erreicht werden muss. Gerade die hohen Kosten für Ökosaatgut sprechen auch deswegen für die Nutzung der Drillmaschine.

### ▼ **Walzen**

Mit Walzen der verschiedenen Bauarten lässt sich die Beschaffenheit des Saathorizontes entscheidend verbessern. Der Einsatz dieser nahezu verschleißfrei arbeitenden Geräte erfordert jedoch viel Fingerspitzengefühl wenn positive Ergebnisse erzielt werden sollen. Insbesondere ein geeigneter Feuchtezustand des Bodens oder der Bodenaggregate muss vorliegen. Zur Verfeinerung des Saattetes lassen sich dann die durchfeuchteten Kluten während der Abtrocknung leicht mit allen Walzentypen zerdrücken. Die Zeitspannen dafür sind aber im Sommer meistens sehr kurz, so dass nur wenige Stunden zur Bearbeitung geeignet sind. Eine besondere Gefahr besteht beim Walzen dahingehend, dass die Bodenoberfläche zu feinkörnig strukturiert und verdichtet wird. Die Gefahr einer hohen Verdunstung und Verschlämmung sowie auch eine erhöhte Keimrate von Unkräutern können dann den Arbeitserfolg gefährden. Wenn möglich sollte deshalb der Boden nach dem letzten Walzengang zumindest flach aufgelockert werden.

Mit der Ringelwalze kann insbesondere der kapillare Wasseraufstieg in die obere Bodenschicht gefördert werden. Für feinkörnige Saaten kann daher das Walzen vor und nach der Aussaat förderlich sein. Nachteilig ist allerdings die feinkörnige Oberfläche, so dass es durch Verschlämmung und Krustenbildung zu Auflaufproblemen kommen kann. Stabilisierend auf die Oberfläche wirkt eine Strohmulchauflage. Durch den Einsatz der Cambridgewalze können Krusten gebrochen werden. Eine Schädigung oberflächennaher Saaten kann hierdurch aber nicht

ausgeschlossen werden. Mit dem Walzen können ebenso Kluten zerdrückt und Steine angedrückt werden, um der Verschmutzung von Mähgut zu begegnen bzw. um Erntevorgänge und Pflegearbeiten technikschonend zu gestalten. Überschätzt wird häufig die Flächenleistung beim Walzen, sie findet an der notwendigen geringen Fahrgeschwindigkeit ihre Grenze. Eine gleichmäßige Wirkung wird bei einer Geschwindigkeit von etwa 4 km/h erreicht.

## **Pflege**

Die geringe Verunkrautung ist in Zwischenfruchtbeständen meistens sicher zu erreichen. Eine gute Grundlage wird mit einer intensiven Stoppelbearbeitung erzielt, da im ökologischen Landbau auch mit einer deutlichen Restverunkrautung auf der Erntefläche gerechnet werden muss. Ebenso kann Getreidedurchwuchs die keimende Zwischenfrucht stark behindern. Mit einer zweiten Bodenbearbeitung mit dem Grubber oder der Saatbettkombination lässt sich das aufkeimende Getreide beseitigen. Nach einer gründlichen Bodenvorbereitung erübrigen sich in den meisten Fällen die Durchführung von direkten Regulierungsmaßnahmen. Die hohen Temperaturen führen zu einer schnellen und damit konkurrenzkräftigen Jugendentwicklung der Zwischenfrüchte. Selbst Grünmais lässt sich im Sommer ohne Einsatz von Hackgeräten kultivieren. Auch wird ein Schröpfschnitt bei Klee- und Grasarten nicht immer erforderlich sein. Für die überwinterten Bestände von Raps und Rüben kann ein Einsatz der Hacke im Herbst und des Striegels im Frühjahr förderlich wirken. Eine besonders hohe Konkurrenzkraft weist der Ölrettich auf.

## **Einarbeitung der Grünmasse**

Die Art der Einarbeitung der Grünmasse bestimmt maßgeblich über den Ertragszuwachs der Folgekultur. Allgemein sollten die folgenden Grundsätze beachtet werden:

- rechtzeitiges Zerkleinern von hohen Beständen (bei blühenden Beständen Insekten schonen, indem abends, morgens oder allgemein bei kühler Witterung gemulcht wird)
- die anschließende Vorrotte vermindert die Gefahr von anaerobem Abbau
- Aufwuchs nicht verholzen lassen, da sonst die Stickstofffreisetzung nur langsam erfolgt und Mindererträge eintreten
- frische Grünmasse daher nicht tief in schweren Boden einpflügen
- nicht zu spät vor Winterungen auf leichten Böden einarbeiten sonst kann der Aufgang der Hauptkultur behindert werden.

## 2.7 Saatgutvermehrung und Sortenwahl

### Vermehrungsanbau

#### Allgemeine Rechtslage und Ausgangssituation

Die Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 sieht vor, dass ab dem 31.12.2003 für die Erzeugung von pflanzlichen Öko-Produkten nur noch Saatgut und vegetatives Vermehrungsmaterial aus ökologischer Erzeugung eingesetzt wird. Mit der neuen Verordnung (EG) Nr. 1452/2003 sind die Verfahrensweisen und gegebenenfalls die Ausnahmeregelungen für den Einsatz von Saatgut, das nicht nach dem Verfahren des ökologischen Landbaus gewonnen wurde, für den Zeitraum nach dem 31.12.2003 konkretisiert worden. Die restriktiven Bedingungen für eventuelle Genehmigungserteilungen zum Einsatz von nicht ökologisch erzeugtem Saatgut sind mit dieser Verordnung verschärft worden. Es muss davon ausgegangen werden, dass für eine Vielzahl von Arten (z. B. Getreide) keine Ausnahmeregelungen mehr möglich sein werden. Es scheint dringend geboten, zumindest bei den dominierenden Fruchtarten einen territorial abgestimmten Vermehrungsanbau vorzunehmen.

Die Saatguterzeugung im ökologischem Landbau unterliegt denselben gesetzlichen Regelungen wie im konventionellen Bereich, d. h. es gibt im Saatgutverkehrsgesetz im Rahmen der Feld- und Beschaffenheitsprüfung keine besonderen Ausnahmeregelungen. Auf Grund der erhöhten Übertragungsgefahr von samenbürtigen Krankheiten beim Einsatz von Öko-Saatgut werden diese bedeutsamen Erreger am Saatgut sehr häufig mittels zusätzlicher Privatuntersuchungen bestimmt. Gesetzliche Grenzwerte sind dafür nicht vorhanden. Jedem Saatgutkäufer kann nur empfohlen werden, sich über die Ergebnisse eventuell vorhandener Zusatzuntersuchungen zu informieren.

#### Besondere Anforderungen und Hinweise bei der ökologischen Vermehrung einzelner Fruchtartengruppen

Allgemein gültige technologische Hinweise für eine erfolgreiche Saatgutvermehrung sind insbesondere im „Handbuch Saatgutvermehrung“ (Herausgeber G. Erbe, Verlag Agrimedia) in ausführlicher Form dargestellt worden. An dieser Stelle werden nur einige spezielle Hinweise für einen ökologischen Vermehrungsanbau gegeben.

Die Grundlage einer jeglichen Saatgutvermehrungsplanung sollte für den Landwirt ein Vertrag mit einem Züchter bzw. einer VO-Firma sein, um vor der Anlage einige Details wie Abnahmegarantie, Varianten der Trocknung und den Preis verbindlich zu klären. Auf Grund der fehlenden bzw. nur sehr eingeschränkten Möglichkeit der Behandlung der Vermehrungsbestände mit Pflanzenschutzmitteln kommt einer gezielten Anbau- und Fruchtfolgeplanung sowie dem eigenem

Kenntnisstand über die Ackerflächen bezüglich des vorhandenen Unkraut- bzw. Ungräserbesatzes eine entscheidende Bedeutung zu.

### **Gräser:**

- ◆ Einhaltung einer Anbaupause von mindestens 5 Jahren, Gräser sollten weder zur Vermehrung noch zur Futternutzung angebaut worden sein
- ◆ bei mehrjährigen Gräserarten Vermeidung von mäuseanfälligen Anbaulagen, als Vorsorgemaßnahme sollten grundsätzlich Sitzkrücken aufgestellt und die entsprechenden Feldränder gemäht werden
- ◆ die vorgesehene Fläche sollte weitestgehend frei von Problemunkräutern bzw. Ungräsern sein, dies betrifft insbesondere die Quecke, Fuchschwanzarten, Flughafer, Trespen- und Ampferarten
- ◆ fast alle Gräser sind Fremdbefruchter, daher Beachtung der Mindestentfernung (siehe Tab. 21), eventuell notwendige Absprachen mit Nachbarbetrieben führen sowie mögliche Stilllegungsflächen beachten
- ◆ Aussaat vorzugsweise im Frühjahr unter einer Deckfrucht um Verunkrautungsdruck zu minimieren
- ◆ gezielte Nutzung des Schröpfschnittes bei Grasarten, die dies im Jahr der Samennutzung zulassen (z. B. Welsches und Einjähriges Weidelgras)
- ◆ eventuelle Einsaaten von Weißklee (außer bei Wiesenlieschgras wegen fehlender Trennmöglichkeit) als Stickstofflieferer für die Gräser
- ◆ Einsatz von organischem Dünger oder eine entsprechende Vorfrucht steht für eine Stickstoffversorgung des Vermehrungsbestandes zur Verfügung.

### **Kleinkörnige Leguminosen:**

- ◆ die vorgesehene Fläche sollte weitestgehend frei von Knötericharten, Lichtnelken und Ampferarten sein
- ◆ Weißklee nur auf Standorten mit häufiger Frühsommertrockenheit, ansonsten ist die Ernte auf Grund laufender Neutriebbildung oft sehr erschwert
- ◆ Kombination von Futter- und Saatgutnutzung um durch Zwischenschaltung von Schröpfschnitten eine Unkrautregulierung zu erreichen
- ◆ vorzugsweise als Frühjahrsuntersaat um den Unkrautdruck zu reduzieren
- ◆ auf Grund fehlender Defolationsmöglichkeiten ist ein notwendiger Schwad- drusch mit einzuplanen.

### **Großkörnige Leguminosen**

Bei einigen großkörnigen Leguminosenarten wie Erbsen (Normalblatttyp) und Wicken ist auch eine Vermehrung in Kombination (z. B. mit Getreide) denkbar. Aus saatgutrechtlicher Sicht ist es möglich, dass alle Gemengekomponenten der Saatgutgewinnung dienen. Damit sind auch in finanzieller Hinsicht Synergieeffekte zu erzielen. Wichtig ist dabei je nach Standort die richtige Wahl des Mischungsverhältnisses:

- ◆ Vermeidung des Vermehrungsanbaus von Futtererbsen in Gebieten mit starkem Erbsenwicklerbefall (z. B. Leipziger Tieflandsbucht)
- ◆ die Wahl des optimalen Aussaattermins bei Ackerbohnen und Futtererbsen ist immer ein Kompromiss zwischen:
  - so zeitig wie möglich zur Erzielung eines Vegetationsvorsprunges wegen Schadensdruck durch Blattläuse
  - Verhinderung von Strukturschäden, vor allem die Erbsen reagieren sehr empfindlich auf Bodenverdichtung
- ◆ gezielte Strategie zur mechanischen Unkrautbekämpfung: starker Fremdbesatz (Kultur- bzw. Unkräuter) in großkörnigen Leguminosen stellen zwar im Aufbereitungsprozess weitestgehend kein Problem dar, sie führen aber oft zu Minderträgen und erhöhten Aufwendungen im Ernte- und Lagerungsprozess
- ◆ Verhinderung von Anthraknosebefall bei Lupinen, folgende Grundsätze sollten vorbeugend beachtet werden:
  - Ausgangssaatgut sollte befallsfrei sein (mittels SNA- oder PDA-Methode mindestens an 400 Samen geprüft)
  - vorteilhaft ist Einsatz von überlagertem Saatgut, vorhandene Pilzsporen konnten nach einjähriger Überlagerung in Versuchen nicht mehr nachgewiesen werden
  - mindestens 5 Jahre Anbaupause
  - mechanische Unkrautbekämpfung auf ein Mindestmass reduzieren - Bearbeitung nur in abgetrockneten Beständen.

### **Öl - und Faserpflanzen, sonstige Futterpflanzen**

Unter dem Oberbegriff „Öl - und Faserpflanzen“ werden mehrere Fruchtarten verschiedener Gattungen zusammengefasst. Einige Arten wie Sojabohne, Sonnenblume und Hanf, aber auch Ölrettich als sonstige Futterpflanze haben auf Grund der natürlichen Gegebenheiten in Deutschland einen unbedeutenden Vermehrungsumfang:

- ◆ Anbaupausen bei Raps und Rüben einer anderen Sorte der gleichen Art von mindestens 8 - 10 Jahren
- ◆ vorgesehene Flächen sollten bei den Öl- und Faserpflanzen weitestgehend frei von Klettenlabkraut und Ackersenf sein
- ◆ vorgesehene Fläche für Leinvermehrung sollte weitestgehend frei von Hirsearten und Kornblumen sein, ein erhöhter Besatz an Melde und Gänsefuß ist mit entsprechender Aufbereitungstechnik selektierbar.

### **Gesetzliche Anforderungen an die Feldbestände nach Fruchtartgruppen**

Alle Gräser (außer die Weidelgräser), Leguminosen, Öl- und Faserpflanzen sowie sonstige Futterpflanzen werden im Jahr der Saatguterzeugung mindestens zweimal feldbesichtigt. Dabei sind maximal die in der Tabellen 21 - 23 angegebenen

Besätze und Krankheiten im Durchschnitt der Auszählungen zulässig, sowie die angegebenen Mindestentfernungen einzuhalten.

Tabelle 21: Maximal zulässige Besätze und Krankheiten sowie Mindestentfernungen für die Vermehrung von Gräsern

|   | Kategorie <sup>2)</sup> |      |
|---|-------------------------|------|
|   | V/B                     | Z1   |
| Der Feldbestand darf im Durchschnitt der Auszählungen auf 150 m <sup>2</sup> Fläche (entsprechen ca. 83 m Länge x 1,80 m Breite) höchstens aufweisen:   |                         |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fremdbesatz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pflanzen, die nicht hinreichend sortenecht sind oder einer anderen Sorte derselben Art angehören (sog. „abweichende Typen“) oder einer anderen, zur Fremdbefruchtung befähigten Art angehören oder deren Samen sich vom Saatgut des Vermehrungsbestandes schwer unterscheiden lassen.<sup>1)</sup></li> <li>- Pflanzen anderer Arten, deren Samen sich aus dem Saatgut nur schwer herausreinigen lassen</li> </ul> </li> </ul>   | 5                       | 15   |
| <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-left: 20px;"> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <span>Ackerfuchsschwanz</span> <span>Flughafer</span> <span>Flughaferbastarde</span> <span>Großblättriger Ampfer</span> </div> <div style="font-size: 2em; margin: 0 10px;">}</div> <div style="margin: 0 10px;">in</div> <div style="font-size: 2em; margin: 0 10px;">{</div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <span>Weidelgräsern</span> <span>Schwingelarten</span> <span>Festulolium</span> <span>Glatthafer</span> <span>Goldhafer</span> </div> </div> | je 3                    | je 5 |
| Weidelgräser anderer Arten bei Weidelgräsern  | 3                       | 10   |
| Weidelgräser u. a. Sorten von Festulolium in Festulolium  | 3                       | 10   |
| Seide im Feldbestand  | 0                       | 0    |
| Der Feldbestand darf im Durchschnitt der Auszählungen auf 150 m <sup>2</sup> Fläche (entsprechen ca. 83 m Länge x 1,80 m Breite) höchstens aufweisen:   |                         |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gesundheitszustand</b></li> </ul>   | 3                       | 15   |
| Brandkrankheiten  |                         |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mindestentfernungen</b></li> </ul>  |                         |      |
| Folgende Mindestentfernungen in Metern sind einzuhalten:  |                         |      |
| - bei Fremdbefruchtern  |                         |      |
| - zu Feldbeständen anderer Sorten derselben Art oder derselben Sorte mit starker Unausgeglichenheit oder anderer Arten, deren Pollen zur Fremdbefruchtung führen können   |                         |      |
| - bei Vermehrungsflächen bis 2 ha Größe   | 200                     | 100  |
| - bei größeren Vermehrungsflächen   | 100                     | 50   |
| - außerdem zu allen Nachbarbeständen von Mähdruschfrüchten  | Trennstreifen           |      |

Tabelle 21: (Fortsetzung)

|  |
|--|
| <p><b>Sonstige Hinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alle Gräserarten (ausgenommen die Rispenarten) sind Fremdbefruchter.</li> <li>- Die Abgrenzung zu Schlagrändern, Feldrainen, Böschungen o. a. ist im Vermehrungsbestand herzustellen.</li> <li>- Über Besonderheiten bezüglich Kreuzungsmöglichkeiten bei Weidelgräsern und Schwingelarten kann die Anerkennungsstelle Auskunft erteilen.</li> </ul> <p>1) <u>Verordnungstext</u>: Pflanzen, die nicht hinreichend sortenecht sind, einer anderen Sorte derselben Art oder einer anderen Art, deren Pollen zur Fremdbefruchtung führen können oder deren Samen sich von dem Saatgut bei der Beschaffenheitsprüfung nur schwer unterscheiden lassen, zugehören.</p> <p>2) V = Vorstufensaatgut, B = Basissaatgut,<br/>         Z1 = Zertifiziertes Saatgut 1. Generation,<br/>         Z2 = Zertifiziertes Saatgut 2. Generation</p> |
|--|

Tabelle 22: Maximal zulässige Besätze und Krankheiten sowie Mindestentfernungen für die Vermehrung von landwirtschaftlichen Leguminosen

|   | Kategorie <sup>2)</sup> |    |    |
|---|-------------------------|----|----|
|   | V/B                     | Z1 | Z2 |
| Der Feldbestand darf im Durchschnitt der Auszählungen auf 150 m <sup>2</sup> Fläche (entsprechen ca. 83 m Länge x 1,80 m Breite) höchstens aufweisen:   |                         |    |    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fremdbesatz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pflanzen, die nicht hinreichend sortenecht sind oder einer anderen Sorte derselben Art angehören (sog. „abweichende Typen“) oder einer anderen, zur Fremdbefruchtung befähigten Art angehören oder deren Samen sich vom Saatgut des Vermehrungsbestandes schwer unterscheiden lassen<sup>1)</sup></li> <li>- bei Lupinen, Futtererbse, Ackerbohne, Pannonischer Wicke, Saatwicke und Zottelwicke</li> <li>- bei allen anderen Arten                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pflanzen anderer Arten, deren Samen sich aus dem Saatgut nur schwer herausreinigen lassen</li> <li>- Klee und Luzerne</li> <li>- alle anderen Arten</li> <li>- Ampfer (außer Kleiner Sauerampfer und Strandampfer) in Rotklee Vermehrungen</li> <li>- Seide im Feldbestand</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |                         |    |    |
|   | 5                       | 15 | 30 |
|   | 5                       | 15 | -  |
|   | 10                      | 30 | 30 |
|   | 10                      | 30 | 30 |
|   | 3                       | 5  | -  |
|   | 0                       | 0  | 0  |

Tabelle 22: (Fortsetzung)

|  | Kategorie <sup>2)</sup> |     |     |
|--|-------------------------|-----|-----|
|  | V/B                     | Z1  | Z2  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gesundheitszustand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Samenübertragbare Viruskrankheiten</li> <li>- Brennfleckenkrankheiten bei Erbsen, Wicken und Ackerbohnen</li> </ul> </li> </ul> <p>Feldbestände von Klee und Luzerne mit einem Stengelbrennerbefall in größerem Ausmaß sind zur Anerkennung nicht geeignet.</p> <p>Feldbestände von Lupinen mit Anthraknosebefall in größerem Ausmaß sind nicht zur Anerkennung geeignet.</p>  | 10                      | 30  | 30  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mindestentfernungen</b></li> </ul> <p>Folgende Mindestentfernungen in Metern sind einzuhalten:<br/>bei Fremdbefruchtern zu Feldbeständen anderer Sorten derselben Art oder derselben Sorte mit starker Unausgeglichenheit oder anderer Arten, deren Pollen zur Fremdbefruchtung führen können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bei Vermehrungsflächen bis 2 ha Größe</li> <li>- bei größeren Vermehrungsflächen</li> <li>- außerdem zu allen Nachbarbeständen von Mähdruschfrüchten</li> </ul> | 10                      | 30  | 30  |
|  | 200                     | 100 | 100 |
|  | 100                     | 50  | 50  |
|  | Trennstreifen           |     |     |
| <b>Sonstige Hinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Futtererbsen sowie alle Wicken- und Lupinenarten sind Selbstbefruchter.</li> <li>- Alle übrigen landwirtschaftlichen Leguminosen sind Fremdbefruchter.</li> </ul>  |                         |     |     |
| <sup>1)</sup> <u>Verordnungstext:</u> Pflanzen, die nicht hinreichend sortenecht sind, einer anderen Sorte derselben Art oder einer anderen Art, deren Pollen zur Fremdbefruchtung führen können oder deren Samen sich von dem Saatgut bei der Beschaffenheitsprüfung nur schwer unterscheiden lassen, zugehören.  |                         |     |     |
| <sup>2)</sup> V = Vorstufensaatgut, B = Basissaatgut,<br>Z1 = Zertifiziertes Saatgut 1. Generation,<br>Z2 = Zertifiziertes Saatgut 2. Generation   |                         |     |     |



## Gesetzliche Anforderungen an die Beschaffenheit für ausgewählte Fruchtarten

Nach der Saatgutaufbereitung erfolgt partiebezogen (max. 25 t) die amtliche Probenziehung. An diesen Saatgutproben werden die inneren Werteigenschaften und der Gesundheitszustand geprüft. Die Mindestanforderungen sind in Tabelle 24 dargestellt worden.

Tabelle 24: Mindestanforderungen an die Beschaffenheit bei zertifiziertem Saatgut der wichtigsten Gräser-, Leguminosen-, Öl-, und Faserpflanzen und sonstigen Futterpflanzenarten

| Fruchtart             | Mindestreinheit % | Mindestkeimfähigkeit % | Höchstgehalt an Feuchtigkeit % |
|-----------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------|
| Deutsches Weidelgras  | 96                | 80                     | 14                             |
| sonstige Weidelgräser | 96                | 75                     | 14                             |
| Wiesenschwingel       | 95                | 80                     | 14                             |
| Lieschgras            | 96                | 80                     | 14                             |
| Rotschwingel          | 90                | 75                     | 14                             |
| Knautgras             | 90                | 80                     | 14                             |
| Gelbe + Weiße Lupinen | 98                | 80                     | 15                             |
| Blaue Lupinen         | 98                | 75                     | 15                             |
| Futtererbse           | 98                | 80                     | 15                             |
| Ackerbohne            | 98                | 85                     | 15                             |
| Wickenarten           | 98                | 85                     | 15                             |
| Rotklee               | 97                | 80                     | 12                             |
| Weißklee              | 97                | 80                     | 12                             |
| Raps, Rübsen          | 98                | 85                     | 9                              |
| Lein                  | 99                | 92                     | 13                             |
| Weißer Senf           | 98                | 85                     | 10                             |
| Phacelia              | 96                | 80                     | 13                             |
| Ölrettich             | 97                | 80                     | 10                             |

Die Darstellung der umfangreichen Anforderungen an die Höchstbesätze mit anderen Pflanzenarten auf der Basis der vorgeschriebenen Untersuchungsmengen und die jeweiligen Gesundheitsvorschriften sind in der Broschüre „Sorten- und Saatgutrecht“ (Verlag Agrimedia, 9. Auflage, Abschnitt Saatgutverordnung, Seiten 184 – 193) ersichtlich. Bei Bedarf erteilt auch die Anerkennungsstelle des Freistaates Sachsen in Nossen (Tel.: 035242/63205) die erforderlichen Auskünfte.

## **Sortenwahl**

Eine spezielle Sortenprüfung bei Zwischenfrüchten unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus hat bisher nicht stattgefunden. Wichtigste Kriterien bei der Auswahl der Sorten sind die Massenbildung im Jugendstadium und der Trockenmasseertrag. In Abhängigkeit von den Standortbedingungen sind aber auch weitere Merkmale wie z. B. die Lagerneigung und die Winterfestigkeit zu berücksichtigen. Darüber hinaus können bei der Sortenwahl der Zwischenfrüchte weitere pflanzenbauliche und nutzungsrelevante Aspekte eine wichtige Rolle spielen.

## **Hauptfrüchte**

Da der Zwischenfruchtanbau integraler Bestandteil der Fruchtfolge ist, können spezielle Eigenschaften der Zwischenfruchtsorten eine hohe Relevanz für die angebauten Hauptfrüchte erlangen. Dies trifft z. B. auf die Resistenz von Ölrettich- und Senfsorten gegen Rübennematoden zu, sofern auf dem Betrieb Zuckerrüben angebaut werden. Bei resistenten Sorten werden die Larven der Rübennematoden zum Schlüpfen angeregt. Diese dringen in die Wurzeln ein, die Zystenbildung unterbleibt aber weitgehend. Die Dichte der Nematodenpopulation geht dadurch mehr oder weniger stark zurück.

In Betrieben mit Körnerrapsanbau sollte bei den Kruziferen-Zwischenfrüchten auf erucasäure- und glucosinolfreie Sorten geachtet werden, um bei einem unerwünschten Aussamen der Zwischenfrucht und späteren Durchwuchs in der Hauptfrucht keine Qualitätsprobleme zu verursachen. Werden Süßlupinen zur Körnernutzung angebaut, so sind bitterstoffreiche Lupinensorten als Zwischenfrucht möglichst zu vermeiden.

## **Nutzungsform und Saatzeit**

Bei Frischverfütterung und Silierung von Winterraps sind blattreiche Sorten im Vorteil. Je früher bei Ölrettich und Senf gesät wird, desto wichtiger wird die Wahl von Sorten mit geringer Blühneigung, um die Gefahr der Samenbildung möglichst gering zu halten. Bei späteren Saatterminen hat die Massenwüchsigkeit vorrangige Bedeutung.

## **Saatgutkosten**

Bei den großkörnigen Leguminosen lassen sich durch die Auswahl von Sorten mit geringerer Tausendkornmasse – sofern nicht andere ungünstige Eigenschaften vorliegen – die Kosten für den Zwischenfruchtanbau verringern. Teure nematodenresistente Ölrettich- und Senfsorten rentieren sich nur, wenn tatsächlich eine Notwendigkeit zur biologischen Nematodenbekämpfung vorliegt. In Tabelle 25 sind die in der Beschreibenden Sortenliste gelisteten Eigenschaften der zur Zeit zugelassenen Sorten und die Anzahl der Sorten bei den verschiedenen zum Zwischenfruchtanbau genutzten Arten (außer Gräser und kleinkörnige Leguminosen)

aufgeführt. Entsprechend ihrer Bedeutung in der Praxis besteht bei Senf und Ölrettich mit Abstand die größte Sortenvielfalt. Bei Raps und Phacelia kann ebenfalls zwischen etlichen Sorten gewählt werden, dagegen sind bei den anderen Arten nur wenige Sorten zugelassen.

### **Aktuelle Sortenbeschreibungen**

Die Sortenbeschreibungen zugelassener Sorten werden vom Bundessortenamt ([www.bundessortenamt.de](http://www.bundessortenamt.de)) herausgegeben und sind vom Deutschen Landwirtschaftsverlag im Hannover zu beziehen. Für den Zwischenfruchtanbau sind folgende Titel von Bedeutung:

- Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig) und Hackfrüchte (außer Kartoffeln)
- Gräser, Klee, Luzerne

### **Bezugsquellen und Verfügbarkeit von Öko-Saatgut**

Eine umfassende und kostenfreie Übersicht zum aktuellen Angebot von Saatgut aus ökologischem Landbau bietet die Internet-Datenbank [www.organicXseeds.com/de](http://www.organicXseeds.com/de) für Deutschland. Trägerin dieser Datenbank ist eine neutrale Fachgruppe von europäischen Institutionen des ökologischen Landbaus. Diese Datenbank übernimmt ab 2004 auch eine offizielle Funktion in der Umsetzung der EU-Öko-Verordnung 2092/91 im Bereich der Regelung zur Verwendung von Öko-Saatgut.

### **Begleitende Internetseiten unabhängiger Institutionen zum Thema Zwischenfrucht**

[www.aid.de/landwirtschaft/zwischenfrucht](http://www.aid.de/landwirtschaft/zwischenfrucht)

[www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de)

Tabelle 25: Anzahl zugelassener Sorten und Angaben zu Sorteneigenschaften bei Zwischenfrüchten

|                                      | Anzahl Sorten | Massebildung im Anfang | Trockenmasseertrag | Rohproteinertrag | Blattanteil | Pflanzenlänge | Bestandeshöhe | Ährenschieben | Neigung zum Blühen | Blühbeginn     | Neigung zu Auswinterung | Neigung zu Lager | Anfällig für Rübenematoden | Neigung zu Rettichbildung |
|--------------------------------------|---------------|------------------------|--------------------|------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|----------------|-------------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|
| Winterroggen für Grünnutzung         | 4             | x                      | x                  |                  |             | x             |               | x             |                    |                | x                       | x                |                            |                           |
| Weißer Senf                          |               |                        |                    |                  |             |               |               |               |                    |                |                         |                  |                            |                           |
| - Erucasäurehaltige Sorten           | 37            | x                      | x                  |                  |             | x             |               |               | x                  |                |                         | x                | x                          |                           |
| - Erucasäurefreie Sorten             | 3             | x                      | x                  |                  |             | x             |               |               | x                  |                |                         | x                | x                          |                           |
| Sareptasenf                          | 1             | x                      | x                  |                  |             | x             |               |               | x                  |                |                         | x                |                            |                           |
| Ölrettich                            | 31            | x                      | x                  |                  |             | x             |               |               | x                  |                |                         |                  | x                          | x                         |
| Winterraps für Grünnutzung           |               |                        |                    |                  |             |               |               |               |                    |                |                         |                  |                            |                           |
| - Erucasäure- u. glucosinolathaltig  | 4             | x                      | x                  | x                | x           | x             |               |               | x <sup>1</sup>     | x <sup>2</sup> | x <sup>2</sup>          |                  |                            |                           |
| - Erucasäure- u. glucosinolatifrei   | 9             | x                      | x                  | x                | x           | x             |               |               | x <sup>1</sup>     | x <sup>2</sup> | x <sup>2</sup>          |                  |                            |                           |
| Sommerraps für Grünnutzung           |               |                        |                    |                  |             |               |               |               |                    |                |                         |                  |                            |                           |
| - Erucasäure- u. glucosinolathaltig  | 1             | x                      | x                  | x                | x           | x             |               |               | x                  |                |                         |                  |                            |                           |
| - Erucasäure- u. glucosinolatifrei   | 9             | x                      | x                  | x                | x           | x             |               |               | x                  |                |                         |                  |                            |                           |
| Winterrüben für Grünnutzung          |               |                        |                    |                  |             |               |               |               |                    |                |                         |                  |                            |                           |
| - Erucasäure- u. glucosinolathaltig  | 4             | x                      | x                  | x                |             | x             |               |               | x <sup>1</sup>     | x <sup>2</sup> | x <sup>2</sup>          |                  |                            |                           |
| - Erucasäurefrei, glucosinolathaltig | 1             | x                      | x                  | x                |             | x             |               |               | x <sup>1</sup>     | x <sup>2</sup> | x <sup>2</sup>          |                  |                            |                           |
| Sommerrüben für Grünnutzung          |               |                        |                    |                  |             |               |               |               |                    |                |                         |                  |                            |                           |
| - Erucasäure- u. glucosinolathaltig  | 1             | x                      | x                  | x                |             | x             |               |               | x                  |                |                         |                  |                            |                           |
| Phacelia                             | 11            | x                      | x                  |                  |             |               | x             |               | x                  |                |                         | x                |                            |                           |
| Sonnenblume                          | 1             | x                      | x                  | x                |             | x             |               |               | x                  |                |                         | x                |                            |                           |
| Futtererbse                          |               | x                      | x                  | x                |             | x             |               |               |                    | x              |                         | x                |                            |                           |
| Blaue Lupine (Süß)                   | 1             | x                      | x                  | x                |             | x             |               |               | x                  |                |                         | x                |                            |                           |
| Blaue Lupine (Bitter)                | 2             | x                      | x                  |                  |             | x             |               |               | x                  |                |                         | x                |                            |                           |
| Gelbe Lupine (Süß)                   | 4             | x                      | x                  | x                |             | x             |               |               | x                  |                |                         | x                |                            |                           |
| Gelbe Lupine (Bitter)                | 1             | x                      | x                  |                  |             | x             |               |               | x                  |                |                         | x                |                            |                           |
| Saatwicke                            | 5             | x                      | x                  | x                |             | x             |               |               |                    | x              |                         | x                |                            |                           |
| Futterkohl                           | 5             | x                      | x                  | x                | x           |               | x             |               |                    |                |                         | x                |                            |                           |

<sup>1</sup> im Sommerzwischenfruchtanbau; <sup>2</sup> im Winterzwischenfruchtanbau

Quelle: BUNDESSORTENAMT (2003)

## 2.8 Wirtschaftliche Bewertung des Anbaus

Die vielfältige Wirkung der Zwischenfrüchte im Betriebsorganismus lässt sich wirtschaftlich meistens nur unter Verwendung unsicherer Annahmen darstellen. Ein unmittelbarer „Ertragswert“ könnte der Zwischenfrucht dann zuerkannt werden, wenn eine handelbare Ware im Ergebnis des Anbaues entstünde. Wenn Grundfuttermittel (Grünfutter, Silage, Heu) im eigenen Betrieb eingesetzt werden, können Richtwerte oder betriebliche Verrechnungssätze zur Ertragsbewertung herangezogen werden. Auch die Berechnung des Vorfruchtwertes ist möglich, allerdings kann eine direkte positive Ertragswirkung auf die Nachfrucht nicht immer angenommen werden. Selbst viele langfristige Wirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit sind anhand der Literatur schwer vorher zu sagen. Deutlicher hervor treten die Funktionen der Erosionsminderung sowie der Verminderung von Nährstoffverlusten durch Auswaschung, diese sind auch aus wirtschaftlicher Sicht von hervorragender Bedeutung.

Da der Zwischenfruchtanbau gerade beim Ökolandbau nie ausschließlich einem Zweck dient, sondern der Nutzen immer komplexer Natur ist, soll im Folgenden ausschließlich auf dessen Kosten eingegangen werden.

Als Kosten des Zwischenfruchtanbaues werden nur die dafür anfallenden zusätzlichen Aufwendungen betrachtet. Diese setzen sich im Allgemeinen aus den Arbeitserledigungs- und den Saatgutkosten zusammen. Alle weiteren Kostenarten, die je Flächeneinheit umzulegen sind - wie Pacht oder Betriebsleitungskosten - werden der Hauptfrucht zugeordnet. Tabelle 26 enthält Saatgutkosten ausgewählter Fruchtarten, die für einen Zwischenfruchtanbau in Frage kommen.

Tabelle 26: Ausgewählte Kosten für Ökosaatgut

| <b>Fruchtart</b>     | <b>Saatstärke<br/>(kg/ha)</b> | <b>Saatgutpreise*<br/>(EUR/kg)</b> | <b>Saatgutkosten<br/>bei Reinsaat<br/>(EUR/ha)</b> |
|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|
| Ackerbohne           | 250                           | 0,78                               | 195,00   |
| Grünfuttererbse      | 120                           | 0,70                               | 84,00  |
| Gelbe Lupine         | 150                           | 0,71                               | 106,50   |
| Blaue Lupine         | 150                           | 0,78                               | 117,00   |
| Zottelwicke          | 100                           | 3,35                               | 335,00   |
| Sommerwicke          | 120                           | 0,70                               | 84,00  |
| Perserklee           | 20                            | 4,40                               | 88,00  |
| Alexandrinerklee     | 25                            | 3,63                               | 90,75  |
| Inkarnatklee         | 30                            | 3,44                               | 103,20   |
| Weißklee             | 10                            | 9,48                               | 94,80  |
| Rotklee, diploid     | 15                            | 5,28                               | 79,20  |
| Rotklee, tetraploid  | 18                            | 6,13                               | 110,34   |
| Raps                 | 10                            | 8,75                               | 87,50  |
| Ölrettich            | 20                            | 2,50                               | 50,00  |
| Gelbsenf             | 18                            | 2,34                               | 42,12  |
| Einj. Weidelgras     | 40                            | 2,55                               | 102,00   |
| Welsches Weidelgras  | 40                            | 2,68                               | 107,20   |
| Deutsches Weidelgras | 30                            | 3,41                               | 102,30   |
| Phacelia             | 12                            | 7,56                               | 90,72  |
| Serradella           | 40                            | 2,15                               | 86,00  |
| Buchweizen           | 40                            | 1,36                               | 54,40  |
| Futterroggen         | 180                           | 0,55                               | 99,00  |

\* eigene Erhebungen 2003 und Literaturangaben

Zu den angegebenen Saatgutkosten muss angemerkt werden, dass zum Teil nur eine geringe Datenbasis zur Verfügung stand, Ursache dafür ist die geringe Öko-Erzeugung von Zwischenfruchtsaaten. Anbieterunterschiede, Sortenunterschiede und jährliche Preisschwankungen in den Angebotspreisen sind allgemein gegeben. Bei der Anbauplanung sollten deshalb immer aktuelle Angebote eingeholt werden. Einen bedeutenden Einfluss auf die Saatgutkosten hat auch die Tausendkornmasse. Eine Aussaatmengenbestimmung nach Anzahl Pflanzen je Flächeneinheit (m<sup>2</sup>) ist demnach unbedingt empfehlenswert. Die Tausendkornmasse ist insbesondere sortenabhängig, sie variiert auch in Abhängigkeit von Jahr, Klima und weiteren Standortbedingungen. Zu den kostengünstigen Arten sind mit

etwa 50 €/ha, Gelbsenf, Ölrettich und Buchweizen zu zählen. Dagegen müssen für feinkörnige Leguminosen, z.B. für den häufig genutzten Perserklee schon 88 €/ha kalkuliert werden. In dieser Preiskategorie werden auch Wicken und Grünfuttererbsen gehandelt. Während Lupinen und Gräser preislich noch etwas höher bewertet sind, fallen die extrem hohen Saatgutkosten von 335 €/ha für Winterwicken auf, auch überwinterte Gemengesaaten mit Roggen oder anderen Komponenten verteuern sich durch die Wicken drastisch.

Als zweiter wesentlicher Kostenfaktor sollte das Bestellverfahren an die Ziele des Zwischenfruchtanbaus angepasst werden. Vor allem der Pflugeinsatz treibt die Kosten nach oben (Tab. 27). Die Kostenvorteile des Grubbers bei der Bestellung von Stoppelsaaten gelten vor allem bei Kombinationen von Bodenbearbeitung und Aussaat in einem Arbeitsgang. Ist keine Regulierung der Wurzelunkräuter durch eine Bodenbearbeitung erforderlich, so bietet sich auch eine kostengünstige Weißkleeuntersaat in Getreide an. Die Grubber/Breitsaatvariante stellt sich ebenso günstig dar, falls ein Walzen nicht erforderlich ist.

Tabelle 27 zeigt eine Auswahl typischer Arbeitsgänge für den Zwischenfruchtanbau und macht die wesentlichen Kennzahlen für individuelle Kalkulationen transparent.

Tabelle 27: Maschinenkombinationen, Zeitbedarf und Kosten für typische Arbeitsgänge beim Zwischenfruchtanbau

| <b>Arbeitsgang</b>             | <b>Schlepper und Geräte</b>                             | <b>Zeitaufwand (h/ha)</b> | <b>Maschinenkosten pro Arbeitsgang (EUR/ha)</b> |
|--------------------------------|---|---------------------------|---|
| Stoppelbearbeitung             | Schlepper 85 kW<br>Scheibenegge 4 m                     | 0,39                      | 21,29   |
| Stoppelbearbeitung             | Schlepper 85 kW<br>Schwergrubber 3 m                    | 0,83                      | 23,82   |
| Pflügen mit Packer             | Schlepper 67 kW<br>Drehpflug 4 Schare<br>Packer         | 1,64                      | 45,51   |
| Mulchsaat                      | Schlepper 85 kW<br>Direktsämaschine 4 m                 | 0,46                      | 42,51   |
| Drillsaat Kombination          | Schlepper 67 kW<br>Kreiselegge 3 m<br>Drillmaschine 3 m | 0,93                      | 29,54   |
| Stoppelbearbeitung + Breitsaat | Schlepper 85 kW<br>Schwergrubber 3 m<br>Breitstreuer    | 0,84                      | 25,04   |
| Untersaat, Drillen solo        | Schlepper 67 kW<br>Drillmaschine 3 m                    | 0,75                      | 17,32   |
| Saatbettbereitung              | Schlepper 67 kW Saatbettkombination 4m                  | 0,43                      | 14,14   |
| Saatbettbereitung              | Schlepper 83 kW Saatbettkombination 5m                  | 0,35                      | 14,02   |
| Striegeln                      | Schlepper 67 kW<br>Hackstriegel 12 m                    | 0,23                      | 9,17  |
| Walzen                         | Schlepper 54 kW<br>Cambridgewalze 5 m                   | 0,45                      | 10,08   |
| Mulchen                        | Schlepper 67 kW<br>Schlegelmulcher 3,5 m                | 0,50                      | 20,01   |

Quelle: Berechnung nach KTBL Taschenbuch Landwirtschaft (2002/03)

Die Maschinenkosten in Tabelle 27 ergeben sich aus den variablen und festen Kosten der Gerätekombination und des Schleppers nach KTBL-Vorgaben. Die Gerätekombination ihrerseits erfordert einen Mindestzugkraftbedarf und ist damit verantwortlich für die Auswahl des Schleppers. Zur Festlegung der Dauer eines Arbeitsganges wurde eine durchschnittliche Schlaggröße von 5 ha unterstellt. Bei betrieblich abweichenden Bedingungen (Anschaffungskosten, Auslastungen) können sich die angegebenen Kosten empfindlich ändern.

Die Tabellen 28 bis 30 enthalten Kalkulationsbeispiele für einige Varianten des Zwischenfruchtanbaues.

Tabelle 28: Kalkulationsbeispiel für den Anbau von Weißklee als Untersaat

| <b>1. Saatgutkosten</b>            |                      |                      |          |               |
|------------------------------------|----------------------|----------------------|----------|---------------|
| Fruchtart                          | (kg/ha)              | (EUR/kg)             | (EUR/ha) |               |
| Weißklee                           | 10                   | 9,48                 | 94,80    |               |
| <b>2. Arbeitserledigungskosten</b> |                      |                      |          |               |
| 2.1 Maschinenkosten                |                      | (Akh/ha)             | (MK/ha)  | (EUR/ha)      |
| Striegeln                          | 12 m                 | 0,23                 | 9,17     | 37,12         |
| Untersaat                          | Drillmaschine 3m     | 0,75                 | 14,20    |               |
| Mulchen                            | Schlegelmulcher 3,5m | 0,5                  | 13,75    |               |
| 2.2 Personalkosten                 |                      | (Lohnansatz EUR/Akh) | (Akh/ha) | (EUR/ha)      |
|                                    |                      | 10,20                | 1,48     | 15,10         |
| <b>Gesamtkosten (EUR/ha)</b>       |                      |                      |          | <b>147,02</b> |

Tabelle 29 Kalkulationsbeispiel für den Anbau von Phacelia in Breitsaat mit Grubber in Kombination

| <b>1. Saatgutkosten</b>            |                               |                       |          |               |          |
|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------|---------------|----------|
| Fruchtart                          | (kg/ha)                       | (EUR/kg)              | (EUR/ha) |               |          |
| Phacelia                           | 12                            | 7,56                  | 90,72    |               |          |
| <b>2. Arbeitserledigungskosten</b> |                               |                       |          |               |          |
| 2.1 Maschinenkosten                |                               | Geräte, Arbeitsbreite | (Akh/ha) | (tMK/ha)      | (EUR/ha) |
| Stoppelbearbeitung<br>+ Breitsaat  | Schwergrubber<br>+ Streuer 3m |                       | 0,84     | 25,04         | 48,88    |
| Walzen                             | Cambridgewalze 5m             |                       | 0,45     | 10,08         |          |
| Mulchen                            | Schlegelmulcher 3,5m          |                       | 0,5      | 13,75         |          |
| 2.2 Personalkosten                 |                               | Lohnansatz (EUR/Akh)  | (Akh/ha) | (EUR/ha)      |          |
|                                    |                               | 10,20                 | 1,79     | 18,26         |          |
| <b>Gesamtkosten (EUR/ha)</b>       |                               |                       |          | <b>157,86</b> |          |

Tabelle 30: Kalkulationsbeispiel für den Anbau von Sommerwicken mit Drillsaat nach Pflug

| <b>1. Saatgutkosten</b>            |                                |                      |          |               |
|------------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------|---------------|
| Fruchtart                          | (kg/ha)                        | (EUR/kg)             |          | (EUR/ha)      |
| Sommerwicken                       | 120                            | 0,70                 |          | 84            |
| <b>2. Arbeitserledigungskosten</b> |                                |                      |          |               |
| 2.1 Maschinenkosten                |                                | (Akh/ha)             | (EUR/ha) | (EUR/ha)      |
| Pflügen mit Packer                 | Drehpflug 4 Schare<br>+ Packer | 1,64                 | 45,51    |               |
| Saatbettbereitung                  | Saatbettkombi, 4m              | 0,43                 | 18,05    |               |
| Drillsaat                          | Drillmaschine, 3m              | 0,93                 | 29,54    |               |
| Mulchen                            | Schlegelmulcher, 3,5m          | 0,5                  | 13,75    | 106,85        |
| 2.2 Personalkosten                 |                                | Lohnansatz (EUR/Akh) | (Akh/ha) | (EUR/ha)      |
|                                    |                                | 10,20                | 3,50     | 35,70         |
| <b>Gesamtkosten (EUR/ha)</b>       |                                |                      |          | <b>226,55</b> |

## **3 Pflanzenarten für den Zwischenfruchtanbau**

### **3.1 Großkörnige Leguminosen**

Leguminosen sind als Zwischenfrüchte auf Grund der Eigenversorgung mit Stickstoff aus der Luft von größtem Wert im ökologischen Landbau. Für die großkörnigen Arten besteht eine reichhaltige Wuchstypenauswahl von rankenden bis standfesten Formen.

In der Kälteresistenz reicht das Spektrum von frostempfindlichen bis hin zu einer extrem frostharten Art, der Winterwicke. Die Frosthärte der sommeranuellen Arten im Herbst ist mit -3 bis -5°C soweit ausreichend, dass Nachtfröste überstanden werden und die warmen Tage z. B. im Oktober zu weiterem Wachstum beitragen können. Erst mit einsetzenden kräftigen Dauerfrösten sterben diese Pflanzen ab.

Die Spannweite der Trockentoleranz erstreckt sich von den Lupinen mit ausgeprägter Trockenheitsverträglichkeit über die Erbsen und Wicken bis hin zur Ackerbohne, die höchste Anforderungen an die Wasserversorgung stellt. Ackerbohnen sind somit für die schwereren Standorte geeignet. Auf sauren Böden finden Lupinen und Wicken noch ausreichende Wachstumsbedingungen.

Die Konkurrenzkraft der einzelnen Leguminosenarten gegenüber Unkräutern ist vor allem in der Hauptwachstumsphase bei ausreichender Wasserversorgung durch große Pflanzlängen und hohe Bodenbedeckungsgrade relativ hoch. Die Selbstversorgung mit Stickstoff bedingt insbesondere im ökologischen Landbau weitere Entwicklungsvorteile gegenüber Unkräutern, so dass eine direkte mechanische Unkrautregulierung meistens nicht notwendig ist. Alle großkörnigen Leguminosen lassen sich auch als Futterpflanzen nutzen insoweit bitterstoffarme Typen ausgesät werden.

Trotzdem lassen sich nicht alle positiven Eigenschaften auf einer Pflanzenart vereinen, so dass meistens Gemenge mit anderen Körnerleguminosen, Kruziferen, Gräsern oder Getreide ausgebracht werden sollten. Nur über eine lange Wachstumsphase lässt sich der angestrebte Nutzen der großkörnigen Leguminosen wie Stickstofffixierung, Unkrautunterdrückung und Futtergewinnung voll ausschöpfen. Demgegenüber stehen hohe Saatgutkosten und die Notwendigkeit einer aufwändigen, frühzeitigen Bestellung meistens mit Pflug und Drillmaschine. Hackfrüchte dürften die besten Verwerter der Erntereste von stickstoffsammelnden Zwischenfrüchten sein. Aber auch Getreidearten sind als Nachfrüchte günstig.

Die Impfung mit im Handel erhältlichen Knöllchenbakterienpräparaten zur Initiierung der biologischen Stickstofffixierung ist nur bei Lupinen und Serradella mit der Bakterienart *Rhizobium lupini* notwendig, falls nach langer Zeit von etwa 10 Jahren, zum ersten Mal wieder diese Kulturen angebaut werden.

### **Ackerbohne (*Vicia vaba*)**

Die Ackerbohne wird als Zwischenfrucht nur in Gemengen z.B. als Stützfrucht für andere Leguminosen ausgesät. In Ergänzung zu anderen Kulturpflanzen wird auch ihre tiefwachsende Pfahlwurzel zur Bodenverbesserung genutzt. Weitere Gründe für eine Gemengesaat sind die weniger gute Schmackhaftigkeit des Grünfutters, der späte Bestandesschluss sowie die hohen Saatgutkosten.

#### **Botanik**

Stickstoffsammler, einjährig (sommerannuell), Stängel vierkantig bis 1,5 m hoch, Blätter paarig gegliedert, breit, abgerundet, in regelmäßigen Abständen, Blüten in 2-9-blütigen Trauben, starke Pfahlwurzel ausgebildet bis 1,5 m Tiefe

#### **Klima**

Feucht-warme Witterung, gute Wasserversorgung, Frostverträglichkeit bis -4 °C

#### **Boden**

Auf allen Böden mit gutem Kulturzustand, bevorzugt schwere Böden

#### **Anbauform**

Stoppelsaat

#### **Aussaat**

Juli bis Mitte August, Saatmenge: 35 – 50 Körner/m<sup>2</sup> bei Reinsaat von hochwachsenden Sorten, TKM aus Versuchen in Sachsen 360 – 640 g, Saattiefe 6 – 10 cm (hoher Keimwasserbedarf)

#### **Nutzung**

Gründüngung zur Stickstoffanreicherung, Grünfutter.

### **Erbsen (*Pisum sativum*)**

Bei der Aussaat sollte der geordnete lange Fruchtfolgeabstand vor allem zum Hauptfruchtanbau von Erbsen eingehalten werden. Für den Anbau ist zwischen der Trockenerbse zur Körnergewinnung und der Peluschke zu unterscheiden, die mit großer Wuchslänge des Sprosses, violetten Blüten, dunklen Körnern und geringer TKM ausschließlich der Grünmassennutzung dient. Die Trockenerbse weist durch das schwächere Sprosswachstum, die reduzierte Entwicklung der Blätter und die hohe TKM eine schlechtere Eignung als Zwischenfrucht auf. Wird jedoch z. B. ein Zwischenfruchtanbau unter Verwendung von eigenem Nachbaussaatgut im Gemenge mit der blattreichen Sommerwicke angestrebt, dann können durch

die niedrigeren Saatgutkosten der Erbsen sowie die hohe Standfestigkeit der Semileafless-Typen Anbauvorteile entstehen.

### **Peluschke, Futtererbse (*Pisum sativum* convar. *speciosum*)**

#### **Botanik**

Sprosslänge bis 150 cm, blattreich, dunkle Blüten, rankend, Pfahlwurzel 1 – 2 m tief, wenig Nebenwurzeln

#### **Klima**

Geringe Ansprüche, feucht-warme Witterung, trockene Lagen, höhere Feuchtigkeitsansprüche als Lupinen, geringer als Körnererbsen, kurze Trockenzeiten werden gut überstanden, Frosthärte bis -5 °C

#### **Boden**

Leichtere Böden, pH-Wert über 5,5

#### **Anbauform**

Stoppelsaat

#### **Aussaat**

Bis Anfang August Saatmenge in Reinsaat 70 – 90 Körner/m<sup>2</sup> (80 – 100 kg/ha), TKM 80 – 200 g, Entwicklungszeit bis zur Schnittreife 70 – 80 Tage

#### **Nutzung**

Grünfütter, Gründüngung

#### **Gemengeanbau**

Geeignete Stützfrüchte: Mais, Raps, Ackerbohnen, Senf, Lupinen, Hafer, Sonnenblumen

### **Körnererbse (*Pisum sativum* convar. *sativum*)**

#### **Botanik**

Ca. 100 cm Sprosslänge, blattarm (zu Ranken umgebildete Blätter), weiße Blüten

#### **Klima, Boden**

Höhere Wasseransprüche als Peluschke, sonst wie Peluschke

#### **Anbauform**

Stoppelsaat

#### **Aussaat**

Saatmenge 60 – 90 Körner/m<sup>2</sup>, TKM stark schwankend, Versuche in Sachsen 200 - 400 g

### **Sommerwicke, Saatwicke (*Vicia sativa*)**

Als Gründüngungspflanze birgt die Sommerwicke aufgrund ihrer anspruchslosigkeit in Bezug auf Boden und Klima sowie des üppigen vegetativen Wachstums ein interessantes Potential für den Ökolandbau. Auch als Grünfutter ist die Sommerwicke wertvoll.

#### **Botanik**

Einjährig, sommerannuell, sieben paarig gefiederte Blätter rankend bis 100 cm Länge, verzweigtes Wurzelwerk, dunkle Blüten rotviolette Färbung, höhere Ansprüche an die Bodenqualität als Futtererbse

#### **Klima**

Feuchtkühle Lagen, geringe Anforderungen, gegen Frühfröste unempfindlich

#### **Boden**

Geringe Anforderungen, am besten auf mittleren bis schweren kalkhaltigen Böden, säuretolerant bis pH-Wert 4,5

#### **Anbauform**

Stoppelsaat

#### **Aussaat**

Saatzeit Juli-Mitte August, Saatmenge: ca. 120 Körner/m<sup>2</sup> (80 – 100 kg/ha) bei Reinsaat, TKM 40 – 80 g, Saattiefe: 3 – 5 cm, Entwicklungszeit 70 – 80 Tage

#### **Nutzung**

Beweidung, Futternutzung, Gründüngung mit hohem Vorfruchtwert

#### **Gemengeanbau**

Geeignete Gemengepartner: Körnerleguminosen, Gräser einschl. Getreide; Senf, Raps, Sonnenblumen, Mais.

### **Winterwicke, Zottelwicke (*Vicia villosa*)**

Ihre Ansprüche an Boden und Klima sind geringer als die der Sommerwicke, so dass auch leichte Böden für den Anbau in Frage kommen. Eine gute Phosphorversorgung und pH-Werte über 6 sind für die Pflanzenentwicklung günstig. Für eine bessere Standfestigkeit wird die Winterwicke meistens mit Winterroggen gemischt. Auf Grund eines frühen Saattermins im Herbst sowie der schnellen Frühjahrsentwicklung (mit dem Roggen) nutzt die Winterwicke die Winterfeuchte gut aus, darüber hinaus gilt sie als dürrer tolerant. Die Frosthärte der Pflanze ist groß und wird durch den Gemengeanbau noch erhöht. Zusätzlich spricht die geringe Unkrautunterdrückung der Winterwicke im Jugendstadium für den Gemengeanbau. Ein Sommeranbau ist ebenso möglich.

## Botanik

Einjährig, winterannuell, vielpaarige Blätter zottig behaart mit verzweigten Endranken mit großen Nebenblättern, Sprosslänge bis 150 cm, Stängel zart und rankend ohne Standfestigkeit, blaurot bis violette Blüten, Wurzel stark verzweigt

## Klima

Geringe Ansprüche, hohe Winterhärte

## Boden

Geeignet für alle Ackerbaustandorte, auch sandige Böden

## Anbauform

Winterzwischenfrucht

## Aussaat

Saatmenge 80 Körner/m<sup>2</sup> (60 – 140 kg/ha), TKM 20 – 40 g

Saattiefe 2 – 5 cm (Keimung hypogäisch), Saatzeit als Sommerfrucht: Juli bis Anfang August, überwinternd: Anfang September

## Nutzung

Grünfutter, Silage, Gründüngung

## Gemengeanbau

Gemengepartner: Welsches Weidelgras, Inkarnatklée (Landsberger-Gemenge), Roggen (Wickroggen), Winterraps, Winterrübsen, Knaulgras (Tab. 31).

Tabelle 31: Gemengevariationen mit Winterwicken nach verschiedenen Autoren (Aussaatmengen in kg/ha)

| Winter-Wicke | Welsch. Weidelgras | Inkarnatklée | Roggen    | W.- Raps od. W.- Rübsen | Knaulgras | Winterweizen |
|--------------|--------------------|--------------|-----------|-------------------------|-----------|--------------|
| 20           | 30                 | 10 - 21      |           |                         |           |              |
| 10 - 20      |                    |              | 100 - 120 |                         |           |              |
| 30           |                    | 15           |           |                         |           |              |
| 40 - 60      | 20 - 25            |              |           |                         |           |              |
| 40           | 10 - 25            |              |           | 10                      |           |              |
| 40           |                    |              |           | 12                      | 12        |              |
| 70           |                    |              |           |                         |           | 130          |
|              |                    |              |           |                         |           |              |

## Lupinen

Lupinen zeichnen sich auch durch Stickstoffselbstversorgung aus (Leguminosen). Dazu muss eine Infektion der Wurzeln mit spezifischen Bodenbakterien (*Rhizobium lupini*) erfolgen, die nicht in jedem Boden vorhanden sind. Nach Anbaupausen von über 10 Jahren sollte eine Impfung des Saatgutes mit Bakterienpräparaten

erfolgen. Auf Standorten in Sachsen konnten nur auf den V-Standorten durch die Impfung mit dem Präparat „HiStick“ 13 – 26 % Kornmehrerträge im Hauptfruchtanbau bei Präparatekosten von 15 Euro/ha erreicht werden.

Die Eiweißgehalte sind nicht nur im Korn sondern auch in der Sprossmasse hoch, damit kommt auch die Grünmasseverwertung als Grundfuttermittel in Frage. Heute stehen von allen drei Lupinenarten überwiegend bitterstoffarme Sorten (Süßlupinen) zur Verfügung, so dass keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen beim Vieh zu erwarten sind. Allerdings reduziert sich das angebaute Sortenspektrum auf die Blaue Lupine, da Gelbe und Weiße Lupinen empfindlicher für die aggressive Pilzkrankheit Anthracnose sind. Nur für reine Gründüngungszwecke eignen sich die bitterstoffhaltigen Sorten, die vor Wildverbiss geschützt sind und eine schnelle Jugendentwicklung aufweisen.

Bei einem Anbau der Lupinen als Zwischenfrucht ist jedoch speziell der hohe Saatgutpreis, der hohe Anspruch an das Saatbett sowie der frühe Aussattermin zu beachten. Eine flache Aussaat ist auf Grund der besonderen Keimentwicklung (epigäische Keimung) obligatorisch.

### **Botanik**

Einjährig, sommerannuell, handförmig gespaltene behaarte Blätter schmal bei der Blauen L. und breiter bei der Gelben L., Sprosslänge 60 – 80 cm, Blüte als aufrechte Traube, Pfahlwurzel tiefreichendbitterstoffarme Sorten zu 90% im Körneranbau

### **Klima**

Ursprung aus dem Mittelmeerraum, übersteht Trockenzeiten, Frosthärte -4 bis -6 °C.

### **Blaue Lupine (*Lupinus angustifolius*)**

#### **Boden**

Vor allem leichte Standorte bei guter Wasserversorgung, pH-Wert bis 6,8, Vegetationszeit 120 – 150 Tage

#### **Anbauform**

Stoppelsaat

#### **Aussaat**

Frühe Aussaat erforderlich bis Anfang August, Saatmenge 80 – 100 Körner/m<sup>2</sup> (Verzeigungstyp), 100 – 120 Körner/m<sup>2</sup> (endständiger Typ) (160 – 180 kg/ha bei 160 – 200 g TKM), Impfung mit *Rhizobium lupini* nach Anbaupausen über 10 Jahren, Saattiefe 2 – 5 cm (Sandböden), Reihenabstand wie bei Getreide, Saatgutkosten lassen sich durch die Nutzung kleinkörniger (und bitterstoffhaltiger) Sorten reduzieren (Tab. 32).

Tabelle 32: Sorten der Blauen und Gelben Lupine zur Gründüngung (Boniturnoten: 1 = geringe Ausprägung bzw. früh bis 9 = starke Ausprägung bzw. spät)

| Sorte        | Zu-<br>lassung | Blüh-<br>beginn | Lagernei-<br>gung | Länge | Masse-<br>bildung | TM-<br>Ertrag |
|--------------|----------------|-----------------|-------------------|-------|-------------------|---------------|
| Rubine       | 1992           | 6               | 3                 | 8     | 8                 | 7             |
| Azuro        | 1993           | 3               | 2                 | 8     | 8                 | 7             |
| Gelbe Lupine |                |                 |                   |       |                   |               |
| Trebisa      | 1997           | 6               | ~                 | 6     | 6                 | 5             |

### Nutzung

Gründüngung, Futternutzung (bitterstoffarme Sorten).

### Gelbe Süßlupine (*L. luteus*)

#### Boden

Besondere Eignung auf D1/D2-Standorten, Sandböden, mit pH-Werten unter 6 (darüber Gefahr von Kalkchlorosen), Anbau durch Anthracnoseinfektionen nicht mehr zu empfehlen, Sorten siehe Tab. 32.

### Weißer Lupine (*L. albus*)

#### Boden

Für bessere Böden ab sandiger Lehm, pH-Wert bis 7,0, Anbau durch Anthracnoseinfektionen nicht mehr zu empfehlen.

### Platterbse (*Lathyrus sativus*, *L. cicera*, *L. tingitanus*)

Die Bezeichnung Platterbse vereinigt drei Unterarten für die landwirtschaftliche Nutzung in Deutschland, wobei *Lathyrus sativus* im Vordergrund steht:

- *Lathyrus sativus*, Gewöhnliche Platterbse
- *Lathyrus cicera*; Rotblühende Platterbse
- *Lathyrus tingitanus*, Purpurblühende Platterbse.

Es besteht eine enge Verwandtschaft mit den Wicken und Erbsen, so dass auch hier Fruchtfolgeabstände zu beachten sind. Außerdem spricht die eher geringe Konkurrenzkraft der Platterbse gegenüber Unkräutern gegen eine Aussaat als Zwischenfrucht. Alternativ ist die Sommerwicke zu empfehlen.

### Botanik

Sommerjährig, kurze bis lange Sprossentwicklung 30 – 120 cm (sortentypisch), ohne eigene Standfestigkeit, blattreich, rankend, Jugendentwicklung zögernd, Konkurrenzkraft niedrig, Hauptwurzel mit kräftigen Nebenwurzeln

**Klima**

Geringe Ansprüche, wärmeliebend, trockentolerant und frühfrostverträglich

**Boden**

Mittlere bis schwere kalkreiche Böden

**Anbauformen**

Stoppelsaat

**Aussaat**

Saatmenge 90 – 140 kg/ha, TKM 60 – 120 g, TKM 250 – 400 g weiße großkörnige Formen, Saattiefe 5 cm (hypogäische Keimung)

**Nutzung**

Gründüngung, Fütterung, Futterwert hoch, aber Hinweise auf giftige Inhaltsstoffe bei dunkelsamigen Sorten, daher Gemengeanbau mit anderen Arten empfehlenswert

**Gemengeanbau**

Geeignete Mischungspartner: Wicken, Buchweizen, Sommerklee, Sonnenblumen, Weidelgräser, Phacelia, Ölrettich

### 3.2 Kleinkörnige Leguminosen

Kleearten und Luzerne sind gekennzeichnet durch geringe Samengrößen (TKM 0,6 – 2,2 g). Damit verbunden ist ein kleiner Keimling, eine relativ langsame Jugendentwicklung und eine schwächere Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern in der frühen Entwicklungsphase. Die erforderliche flache Aussaat bedingt einen hohen Aufwand bei der Bodenvorbereitung, um gerade unter den sommerlichen, vorwiegend trockenen Bodenzuständen einen gleichmäßigen Aufgang zu erzielen. Der Nutzen der kleinkörnigen Leguminosen stellt sich über die Luftstickstoffbindung und die Schnittverträglichkeit dar.

Die Schnittverträglichkeit ist bei Inkarnatklee oder Gelbklee gering ausgeprägt, so dass hier meistens nur ein ertragreicher Schnitt zu erwarten ist, für den Zwischenfruchtanbau kann dies jedoch ausreichend sein. Die anderen Kleearten und Luzerne sind dagegen durch bessere Nachwuchseigenschaften gekennzeichnet. Daher werden besonders Rotklee und Luzerne für den mehrjährigen Futterbau genutzt. Der Futterwert ist bei diesen Arten vor allem im frischen Zustand hoch.

Betriebswirtschaftlich stellen sich besonders die Untersaatverfahren z.B. mit Weißklee günstig dar. Für frühe Stoppelsaaten eignen sich auf Grund der schnelleren Masseentwicklung insbesondere der Perserklee. Rotklee und Luzerne werden kaum als reine Zwischenfrüchte kultiviert. Ihre Ansaatverfahren gleichen jedoch vielfach denen der Zwischenfrüchte und sie erfüllen im Ansaatjahr ebenfalls deren Funktionen bevor sie in die Hauptnutzungszeit gelangen. Daher werden sie im Folgenden ebenfalls beschrieben.

### **Alexandrinischer Klee (*Trifolium alexandrinum*)**

Eine frühzeitige Nutzung ist wegen leicht verholzenden Stängeln notwendig. Als Frischfutter guter Futterwert für alle Tiere. Erhöhter Vorfruchtwert. Bei Ansaat ohne Deckfrucht wird zur Unkrautunterdrückung evtl. ein Schröpfschnitt nötig.

#### **Botanik**

Einjährige Pflanze, aufrecht wachsend bis 1,5 m hoch, leicht behaart, Blatt- und Stängelform ähnlich Luzerne, Blüte weißgelb an der Spitze der Triebe, gute Bestockung, jedoch geringer Nachwuchs, spindelförmige Pfahlwurzel bis 30 cm Tiefe, wenige Seitenwurzeln

#### **Klima**

Im Mittelmeerraum beheimatet, benötigt Wärme und viel Feuchtigkeit, besonders für eine rasche Jugendentwicklung, ist gegen Trockenheit empfindlich, verträgt leichte Fröste

#### **Boden**

Relativ anspruchslos, nicht für leichte sandige und sehr feuchte Standorte geeignet

#### **Anbauform**

Stoppelsaat, Untersaat

#### **Aussaat**

Je nach Sorte bei Stoppelsaat Ende Juli bis max. 10. August, bei Gründüngung bis 15. August, Reinsaatmenge 30 – 35 kg/ha (Breitsaat 20 – 30 % höher), Reihenabstand 10 – 20 (25) cm, Saattiefe in festem Saatbett 1 - 2 cm, TKM 2,7 – 3,2 g

#### **Nutzung**

Grünfutter evtl. mit Nachweide, Gründüngung, Bienenweide, Wildäsung, Erosionsschutz

#### **Gemengebau**

Benötigt ein Gras als Stützfrucht: z.B. zur Schnittnutzung bis Anfang August Aussaat von Alexandrinerklee 25 kg/ha + Einjähriges Weidelgras 5 –10 kg/ha, auf Stilllegungsflächen als Bienenweide Aussaat von Phacelia + Alexandrinerklee.

### **Erdklee, Bodenfrüchtiger Klee (*Trifolium subterraneum*)**

Erdklee ist gegenüber Unkräutern und höher wachsende Arten nur schwach konkurrenzfähig. Guter Futterwert, aber Fruchtbarkeitsstörungen sind bei Verfütterung über längeren Zeitraum möglich.

#### **Botanik**

Einjährige Pflanze im Mittelmeerraum beheimatet, niedrigwachsend mit typischen Kleeblättern ähnlich dem Weißklee, Blütenstände weiß – blassrosa, Stängel 20 – 30 cm lang aufsteigend, neigen sich während der Samenbildung dem Boden zu,

Eindringen der Blütenkelche mit Samen in den Boden, eine Überjährickeit der Pflanzen ist möglich, fadendicke Hauptwurzel mit feinen, später dickeren Seitenwurzeln, Hauptwurzelmasse bis in 25 cm Tiefe, nach langsamem Aufgang schnelle Bestandesentwicklung

### **Klima**

Gedeiht am besten in wärmeren Lagen, mäßig frostempfindlich, trockenheitsverträglich

### **Boden**

Mittlere bis leichten Böden, ungeeignet sind alkalische und vernässte Böden

### **Anbauform**

Wegen niedrigem Wuchs besonders als Untersaat, auch als Stoppelsaat geeignet

### **Aussaat**

Reinsaatmenge 25 – 30 kg/ha, Reihenabstand 15 cm, Saattiefe 1 – 2 cm, je nach Sorte ab Mitte Mai, als Untersaat in Mais wenn dieser ca. 20 cm hoch ist, TKM 5 – 12 g, dadurch geringere Ansprüche an das Saatbett als andere feinsamige Leguminosen

### **Nutzung**

Gründüngung, östrogenärmere Sorten können an nicht trächtige Tiere bevorzugt durch Weidenutzung verfüttert werden.

## **Gelbklec, Hopfenklec (*Medicago lupulina*)**

Guter Mischungspartner für kurzlebige Klee-Gras-Gemenge mit hohem Futterwert. Gelbklec ist selbstverträglichcr als Rotklec und Luzerne und hat einen hohen Vorfruchtwert für alle Nichtleguminosen.

### **Botanik**

Ein- bis zweijährige oder ausdauernde Pflanze, in Europa beheimatet, Stängel 10 – 60 cm lang, in lockeren Beständen liegend bis aufsteigend, horstbildend, Stängel und Blätter behaart, Laubblätter dreiteilig, Fiederblättchen verkehrt eiförmig bis rundlich und im oberen Drittel gezähnt, Blütentrauben anfangs kugelig, aus 10 – 50 Einzelblüten, spindelförmige dünne Pfahlwurzel mit mäßigem Tiefgang, schnelle Jugendentwicklung im Ansaatjahr

### **Klima**

Anspruchslos, kommt mit weniger Wärme aus als Rotklec und Luzerne, mäßig feuchte bis trockene Lagen, kann überwintern

### **Boden**

Nährstoff- und kalkreiche Mergelböden, anspruchslos daher auch auf flachgründigen, ärmeren Böden bei ausreichender Kalkversorgung, saure und nasse Böden nicht geeignet

### **Anbauform**

Untersaat, Stoppelsaat meistens im Getreideanbau

### **Aussaat**

Im Frühjahr als Untersaat z.B. Ende März bis Mitte April in spitzende Sommergeste oder Hafer, Reinsaatmenge 20 – 25 kg/ha (Breitsaat 20 – 30 % höher), Saattiefe 1 – 2 cm, 15 – 20 cm Drillweite, TKM 1,8 g, Reinsaat zur Samennutzung 16 – 20 kg/ha, Gründüngung in Feldgemüse bis 30 kg/ha, Aussaat Juni – Juli, so früh wie möglich

### **Nutzung**

Reinsaaten als Schafweide oder Samennutzung, Untersaat für Gründüngung oder Schnittnutzung, Futternutzung, Gründüngung in Obst- und Weinbau, Bienenweide

### **Gemengeanbau**

Gelbklee 6 kg/ha + Weißklee 2 kg/ha + 12 kg/ha Welsches Weidelgras als Untersaat in Wintergetreide.

### **Inkarnatklee, Blutklee (*Trifolium incarnatum*)**

Inkarnatklee ist selbstunverträglich auch gegenüber Rotklee, lange Anbaupausen müssen eingehalten werden. Bei Reinsaat ist der Futterwert geringer als bei Rotklee und Luzerne, geringes Nachtriebsvermögen, größere Bedeutung nur im Gemengeanbau.

### **Botanik**

Einjährige bzw. einjährig überwintende Pflanze bis 50 cm hoch, Stängel und Blätter zottig behaart, Blatt bestehend aus drei Teilblättern, Blüten leuchtend purpurrot als Ähre, starke Pfahlwurzel mit einigen Seitenwurzeln, mäßige Bewurzelung

### **Klima**

Milde Winter, vor allem im Frühjahr feucht warme Witterung, relativ frostverträglich bis –10 °C

### **Boden**

Bevorzugt kleefähige, mittlere bis leichtere Böden mit genügend Kalkgehalt, schwere Tonböden sowie nasse saure und arme Sandböden nicht geeignet, als Landsberger Gemenge auch für raure Lagen

### **Anbauform**

Stoppelsaat, Winterzwischenfrucht besonders im Gemenge

### **Aussaat**

Reinsaatmenge 25 – 35 kg (Breitsaat 20 – 30 % höher), Reihenabstand bis 25 cm, Saattiefe in festem Saatbett 1 - 2 cm, Aussaat Juli bis 20. August, als Winterzwischenfrucht bis 10. September, TKM 3,0 – 4,0 g

## **Nutzung**

Gründüngung, Grünfutter auch als Weide, Heu, Bienenweide, Wildäsung

## **Gemengebau**

Verwendung im Landsberger Gemenge: Inkarnatklee 10 – 20 kg/ha + Zottelwicke 20 – 40 kg/ha + Welsches Weidelgras 15 – 30 kg/ha, Anteil in Gemischen ist je nach Standort unterschiedlich (siehe Tab. 31, Abschnitt Wintergetreide), zur Schnittnutzung: Inkarnatklee 20 kg/ha + Sommerraps 30 kg/ha, Aussaat bis Anfang August.

## **Luzerne (*Medicago sativa*)**

Luzerne besitzt einen hohen Vorrucht- und Futterwert, sollte aber vor der Blüte geschnitten werden, da sie später zu stark verholzt. Sie ist mit sich selbst unvertäglich, Anbauabstand 4 – 7 Jahre. Sollte nicht bei Queckenverunkrautung angebaut werden, unterdrückt aber Disteln, Lattich und Melden. Luzerne ist für Rotations- und Dauerbrachen sowie für den mehrjährigen Futterbau auch in Trockengebieten geeignet, Anbau als reine Zwischenfrucht ist nicht zu empfehlen.

## **Botanik**

Langjährig ausdauernd, entstammt den Steppenlandschaften Persiens, aufrechtstehender Hauptspross, bis zu 1,2 m hoch, Blätter dreiteilig mit deutlich gestieltem Mittelblättchen, typische Schmetterlingsblüte, Blütenfarbe artenabhängig von blau, violett, weißgelb bis grüngelb, tiefes leistungsfähiges Wurzelsystem das den Unterboden aufschließt, langsame Jugendentwicklung, wächst zuerst in die Tiefe, hohe Grünmassebildung erst im 2. Anbaujahr

## **Klima**

Ertragssichere Pflanze in trockenen warmen Gebieten, geringere Ansprüche an die Niederschlagsmengen, Deckung des Wasserbedarfes aus tieferen Bodenschichten, relativ gute Frosthärte bis -20 °C, aber abhängig von der Luzerneart, junge Pflanzen sind frostempfindlicher

## **Boden**

Alle Böden mit gutem Kulturzustand, bevorzugt tiefgründige kalkreiche Böden, wächst auch auf flachgründigen Böden, schwere Ton- und Moorböden sind ungeeignet

## **Anbauform**

Untersaat, Stoppelsaat nur bei ausreichender Niederschlagserwartung bis Ende Juli möglich

## **Aussaat**

Erfordert ein unkrautfreies feines und festes Saatbett, Reinsaatmenge 20 – 35 kg/ha, Drillweite 10 – 20 cm, Saattiefe 1 – 2 cm, TKM 1,9 – 2,2 g

## **Nutzung**

Grünfutter, Gründüngung im Acker-, Wein- und Obstbau, Eignung zur Weidenutzung ist sortenabhängig

## **Gemengeanbau**

In typischen Luzernegebieten Anbau als Reinsaat, Gemenge mit 90 % Luzerneanteil + z.B. Wiesenschwingel oder Knaulgras.

## **Perserklee (*Trifolium resupinatum*)**

Perserklee hat im Vergleich zu anderen Kleearten eine verhältnismäßig rasche Jugendentwicklung, einen hohen Blattanteil und geringe Krankheitsanfälligkeit. Ein Schröpfungsschnitt ist erforderlich bei Unkrautdurchwuchs. Durch geringe Verholzung der Stängel besteht eine hohe Verdaulichkeit für alle Tierarten.

## **Botanik**

Einjährige buschige Pflanze, bis zu 1m hoch, kleine rosa- bis purpurfarbige Blütenköpfchen, nach Honig duftend, spindelförmige Pfahlwurzel mit wenigen Seitenwurzeln, relativ schnelle Jugendentwicklung und Bestandesschluss

## **Klima**

Verbreitung im Mittelmeerraum, benötigt Wärme und Feuchtigkeit, kann leichte Fröste überstehen, sonst abfrierend

## **Boden**

Keine hohen Ansprüche, gedeiht auf allen kleefähigen leichten bis guten Böden, nicht auf grundwasserfernen und sauren Böden, Gründüngungseignung auch auf schlechteren und trockeneren Lagen

## **Anbauform**

Als Untersaat nicht geeignet, gute Erträge als Stoppelsaat allein oder im Gemenge

## **Aussaat**

Je nach Sorte, Standort und Nutzung bis Ende Juli bzw. Mitte August, Reinsaat 10 – 20 kg (bei Breitsaat 20 – 30 % höher), Saattiefe 1 – 2 cm, festes Saatbett, 10 – 15 cm Drillweite, 100 Tage Aufwuchszeit, TKM 1,2 – 1,4 g

## **Nutzung**

Besonders gut als Grünfutter geeignet auch als Weide bis zum Frosteintritt, Gründüngung, auch für Garten-, Wein- und Obstbau, Bienenweide, Wildäsung

## **Gemengebau**

Gemenge mit Einjährigem Weidelgras: 15 kg/ha Perserklee + 20 kg/ha Weidelgras, auf Böden mit guter Wasserversorgung + Alexandrinerklee möglich; Auf Stilllegungsflächen zur Bienenweide: Phacelia + Perserklee oder Ölrettich + Senf + Perserklee, oder Ölrettich + Inkarnatkle + Perserklee

## **Rotklee (*Trifolium pratense*)**

Rotklee ist gegen Auffrieren und hohen Grundwasserstand empfindlich. Er ist mit sich selbst unverträglich, anfällig gegen Kleekrebs, Anbaupausen von 4 – 7 Jahren sind einzuhalten. Wegen starker Konkurrenz sollte Rotklee als Untersaat erst spät in gut entwickelte Getreidebestände eingesät werden, entsprechende Sortenwahl ist angebracht. Rotklee wird vorwiegend als mehrjährige sehr gute Futterpflanze oder zur Gründüngung bzw. als einjährige Zwischenfrucht bei Aussaat als Untersaat genutzt. Er liefert bei einjähriger Nutzung einen hohen Herbstaufwuchs mit gutem Futterwert.

### **Botanik**

Pflanze zweijährig bis ausdauernd, dreizählig gefiederte Blätter, Fiederblättchen eiförmig ganzrandig, fast ungestielt und weich behaart, meistens mit heller Blattzeichnung, Blütenkopf von Blättern umhüllt mit 80 – 120 roten bis hellrot violetten Blüten, kräftige Pfahlwurzel mit starken Nebentrieben, Hauptentwicklung erst im 2. Jahr, Triebe sind einjährig, die Pflanzen überwintern mit Blattrosette

### **Klima**

Bevorzugt kühle feuchte Lagen mit ausreichend Niederschlägen, übersteht Trockenheit, jedoch mit Ertragseinbußen, je nach Sorte unterschiedlich auswinterungsgefährdet

### **Boden**

Ungeeignet sind alle leichten, sauren, trockenen und humusarmen Böden, optimal sind humose tiefgründige Lehmböden mit mäßigem Kalkgehalt, gedeiht auch auf lehmigem Sand und schweren Tonböden

### **Anbauform**

Vorwiegend als Untersaat im Frühjahr in Getreide

### **Aussaat**

Reinsaatmenge 10 – 20 kg/ha (Breitsaat 20 – 30 % höher), 10 – 20 cm Drillweite, Saattiefe 1 – 2 cm, Aussaatzeit für Reinsaat und Klee-Gras von Ende Februar bis Juli, Untersaat im März/April in Wintergetreide oder gleichzeitig in Sommergetreide, TKM 1,8 – 2,3 g, Aussaat bei +7° C möglich

### **Nutzung**

Hauptsächlich in Klee-Gras-Gemischen, Reinanbau zur Saatgutvermehrung und Futternutzung, Gründüngung, Bienenweide, Wildäsung

### **Gemengeanbau**

Saatmengen für den Kleegrasanbau je nach Grasart, Anbaudauer und Standort verschieden, als Untersaat z.B. mit Welschem Weidelgras: 3 kg /ha Rotklee + 2 kg /ha Weißklee + 12 kg/ha Welsches Weidelgras.

## **Serradella (*Ornithopus sativus*)**

Serradella ist für den ökologischen Landbau auf leichten Böden als Stickstoff- und Eiweißlieferant von besonderer Bedeutung. Es wird eine gute Bodenbedeckung erreicht. Serradella gilt als „Klee des Sandes“. In der Fruchtfolge ist Serradella selbstverträglich, mit anderen Kleearten weniger verträglich, jedoch ist Gemengeanbau möglich. Eine Reinsaat ist wegen geringer Wuchshöhe nur zur Beweidung geeignet.

### **Botanik**

Einjährige Pflanze, krautig, nicht sehr hoch mit feinen Stängeln und Fiederblättern, Blüte als rosarote endständige Dolde, Stängel und Blüten leicht behaart, lange kräftige spindelförmige Pfahlwurzel mit zahlreichen weitverzweigten Neben- und Faserwurzeln

### **Klima**

Bevorzugt feuchtes maritimes Klima, aber geringe Wärmeansprüche, geringe Frosthärte besonders im Spätherbst bis  $-8^{\circ}\text{C}$

### **Boden**

Bevorzugt mäßig saure, humose bis lehmige Sande sowie Niedermoorböden, verträgt keine Staunässe oder zu hohen Grundwasserstand

### **Anbauform**

Stoppelsaat auch im Gemenge, Untersaat z.B. in Hafer, Sommergerste oder Winterroggen, besonders auf leichten Böden nach Winterroggen

### **Aussaat**

Reinsaatmenge 30 – 50 kg/ha, 15 – 20 cm Drillweite, Saattiefe 1 – 3 cm, Stoppelsaat Ende Juli bis 15. August, als Untersaat z.B. in Winterroggen bis Mitte Mai mit 35 – 40 kg/ha Saatmenge, TKM 2,7 – 4,6 g

### **Nutzung**

Ausgesprochene Grünfutter- und Weidepflanze, Heu besser im Gemenge, Gründüngung auch in Wein- und Obstbau, Erosionsschutz, Bienenweide

### **Gemengeanbau**

Auf besseren, nicht kleesicheren Böden mit Klee oder Weidelgras, Anteil von Serradella im Gemenge 70 – 80 %: z.B. Serradella 30 kg/ha + Winterrops/Winterrübsen 4 kg/ha oder Serradella 30 kg/ha + Senf 10 kg/ha bzw. Ölrettich 13 kg/ha, lagert leicht, deshalb besser Anbau mit Stützfrucht: z.B. Lupinen, Futtererbsen, Wicken, Sonnenblumen, Phacelia, Mais.

## **Weißklee (*Trifolium repens*)**

Weißklee ist gut selbstverträglich und deshalb häufiger in der Fruchtfolge einsetzbar. Er ist ein wichtiger Partner für Klee-Gras-Gemische zum ein- und mehrjährigen Anbau. Als Zwischenfrucht gut für Untersaat aber auch als Stoppelsaat

bei früher Aussaat geeignet. Als Reinsaat hat Weißklee kaum Bedeutung, da bei Schnittnutzung eine geringere Ertragsleistung als bei anderen Kleearten zu erwarten ist. Weißklee kennzeichnet einen hohen Futterwert durch geringen Rohfaser- und hohen Eiweißgehalt und einen sehr guten Vorfruchtwert.

### **Botanik**

Mehrjährige Pflanze, ausdauernd, kriechende Verbreitung der Stängel, Ausläufer sind im Bestand schnell lückenfüllend, meistens niedriger Wuchs, je nach Typ unterschiedliche Blattgrößen, dreizählig gefiedert, meistens mit heller Dreieckzeichnung, gestielte weiße Blütenköpfchen, dünne Pfahlwurzel mit vielen Seitenwurzeln, durchwurzelt die Krume sehr intensiv

### **Klima**

Mittlere Feuchtigkeitsansprüche, gegenüber langanhaltender Trockenheit empfindlich, gute Winterfestigkeit, aber nicht gegen Kahlfröste, Keimmindesttemperatur bei 3 °C

### **Boden**

Passt sich allen Standorten gut an, ausgenommen schwere nasskalte und besonders trockene und saure Böden, kalkliebend

### **Anbauform**

Hauptsächlich als Dauergrünland, Zwischenfruchtanbau durch Untersaat unter Wintergetreide oder Sommergetreide bzw. als Stoppelsaat

### **Aussaat**

Auswahl geeigneter Sorten mit kleinen oder mittelgroßen Blättern, Reinsaatmenge 8 – 14 kg/ha, Saattiefe bis 1 cm, Reihenabstand 15 – 20 cm, Aussaat Juni bis Mitte August, Untersaat unter Getreide als Breitsaat mit 20 – 30 % höherer Aussaatmenge, TKM 0,8 – 1,2 g

### **Nutzungsform**

Bevorzugt in ein- und mehrjährigen Futter- und Gründüngungsgemischen, wertvoller Partner in Gemengen für Wiesen und Weiden, Gründüngung auch in Wein- und Obstbau, Erosionsschutz, Bienenweide, Wildäsung

### **Gemengeanbau**

Mischung als Untersaat z.B. Weißklee 6 kg/ha + Welsches Weidelgras 14 kg/ha, oder Weißklee 6 kg/ha + Deutsches Weidelgras 12 kg/ha, (Tab. 35), Begrünung von Rotationsbrache: z.B. Weißklee + Senf, oder Weißklee + Phacelia.

## **3.3 Gräser**

Gräser weisen einen hohen Futterwert auf. Pflanzenbaulich zeigen sie allerdings einige Nachteile: langsame Entwicklung, hoher Nährstoffbedarf und hohe Saattansprüche. Eine Düngung z.B. mit Gülle ist in Erwägung zu ziehen. Auf Grund des hohen Stickstoffbedarfs werden sie auch überwiegend in Futtergemengen mit Kleearten als Zwischenfrüchte genutzt. Vor allem mit Mischungen

von Weidelgräsern und Kleearten werden gute Kompromisse hinsichtlich der Ertragssicherheit, der Futterqualität, der Bestandesregeneration bei Schnittnutzung und des Vorfruchtwertes im ökologischen Landbau erreicht. In diesen Gemengen erhöhen die Gräser zudem den Feinwurzelanteil in der oberen Bodenschicht bis etwa 15 cm Tiefe. Die anteiligen Saatgutkosten bewegen sich in einem vergleichsweise gehobenen Bereich. Der Saatgutanteil der Gräser sollte auf Grund des starken Verdrängungsvermögens im Gemenge 20 kg/ha nicht überschreiten.

### **Welsches Weidelgras (*Lolium multiflorum*)**

Das Welsche Weidelgras ist die wichtigste Grasart im kurzfristigen Feldfutterbau. Bei guter Stickstoffverfügbarkeit und ausreichender Wasserversorgung zeigt sich ein starkes Verdrängungsverhalten gegenüber z.B. Klee oder Luzerne, eine Eigenschaft die von der Saatstärke unabhängig ist (KÄMPF et al., 1985). Auf die Auswahl geeigneter Partner in Pflanzengemengen ist zu achten. Wegen der Gefahr der Auswinterung durch lange Frostperioden und Schneeschimmelbefall sollte vor dem Winter der Aufwuchs eine max. Höhe von 8 – 10 cm aufweisen. Tetraploide Sorten zeichnen sich durch einen schnelleren Aufgang und etwas größerer Winterhärte aus.

Als vernalisationsbedürftige Pflanze kommt es vor dem Winter nicht zum Schossen und Ährenbildung, was sich günstig auf den Energiegehalt auswirkt. Mit der generativen Triebbildung im anschließenden Frühjahr nimmt dann der Energiegehalt ab und der Rohfasergehalt zu (Tab. 33).

Tabelle 33: Entwicklung der Futterqualität des Welschen Weidelgrases (1. Schnitt) in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt

| <b>Schnittzeitpunkt</b> | <b>Grünfutter (in TM)</b> |                 |                       |                |     |
|-------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|-----|
|                         | Rohprotein<br>(%)         | Rohfaser<br>(%) | Verdaulichkeit<br>(%) | NEL<br>(MJ/kg) | STE |
| Vor dem Ährenschieben   | 19,9                      | 18,1            | 84                    | 7,33           | 714 |
| Im Ährenschieben        | 16,5                      | 21,5            | 80                    | 6,70           | 651 |
| Beginn der Blüte        | 14,2                      | 26,3            | 75                    | 6,23           | 596 |
| Ende der Blüte          | 10,6                      | 31,0            | 69                    | 5,56           | 510 |

Quelle: HEYLAND (1996), nach DLG Futterwerttabelle für Wiederkäuer

### **Botanik**

Obergras (Anteil Halmtriebe größer als Anteil Blatttriebe), kurzlebig, winterannuell und überjährig anbaubar, bildet lockere Horste, Wuchshöhe 30 – 90 cm, große Wurzelmasse mit vielen Feinwurzeln bis in 10 cm Bodentiefe

## **Klima**

Bevorzugt klimatisch niederschlagsreiche luftfeuchte Gebiete mit milden Wintern, lichtbedürftig, hinsichtlich der Temperaturen als genügsam einzuschätzen, schneereiche frostgeprägte Lagen scheiden auf Grund mäßiger Frosthärte aus

## **Boden**

Lehmig-sandige bis tonige Standorte, optimal sind warme durchlässige nährstoff- und kalkreiche Böden, saure trockene Sandböden und vernässte Standorte sind nicht zu empfehlen

## **Anbauform**

Als Untersaat in Getreide, Ackerbohnen und Mais, Stoppel-(Blank)saat, so früh wie möglich im Juli/August

## **Aussaat**

Als Untersaat: von März bis Ende April, Aussaatmenge ca. 20 kg/ha, Entwicklungszeit 80 – 100 Tage, als Winterzwischenfrucht: zwischen Ende August und Anfang September, winterharte Sorten, Reinsaatmenge für diploide Sorten zwischen 30 – 40 kg/ha, bei tetraploiden Sorten 50 kg/ha, in Gemengen Saatstärkeanteil nicht höher als 20 kg/ha, Saattiefe 1 – 2 cm, Reihenabstand 10 – 15 cm, TKM: diploide Sorten 2,0 – 3,0 g, tetraploide Sorten 50 % höher, Sortenempfehlung (nach BERENDONK, 2003): diploide Sorten: Zorro, Zarastro, Ligrande, Lemtal, tetraploide Sorten: Gemini, Fabio, Taurus, Jeanne, Mondora, Tarandus

## **Nutzung**

Futterbau und als Gründüngung

## **Gemengeanbau**

Siehe Tabelle 36

## **Einjähriges Weidelgras, Westerwoldisches Weidelgras (*Lolium multiflorum westerwoldicum*)**

Durch die Schnellwüchsigkeit des Einjährigen Weidelgrases steht schon nach 6 – 8 Wochen schnittreifes Futter zur Verfügung. In Verbindung mit einer frühen Aussaat und einer ausreichenden Stickstoffversorgung können sogar zwei Aufwüchse erzielt werden. Im Gegensatz zum Welschen Weidelgras kommt es schon wenige Wochen nach der Aussaat zum Ährenschieben. Daraus resultiert eine höhere Rohfaserbildung bei geringerem Energiegehalt, was in der Futter- und Rationsplanung berücksichtigt werden muss. Diploide Sorten eignen sich besser zur Silierung und Heubereitung, tetraploide Sorten zur Grünfütterung, sie sind energetisch günstiger einzuschätzen (BERENDONK, 2003).

## **Botanik**

Botanisch dem Welschen Weidelgras sehr ähnlich, schnellwüchsigstes und kurzlebigstes blattreiches Gras, sommerannuell, überjähriger Anbau unsicher, Bewurzelung im Vergleich zum Welschen Weidelgras etwas schwächer

## Klima

Günstig in feucht-warmen und niederschlagsreichen Gebieten, lange Sommer vorteilhaft für Wachstum und Entwicklung<sup>5</sup>

## Boden

Nährstoffreiche bindige Böden sind günstig, staunässegefährdete Böden (z. B. Verwitterungsböden, Moorböden) sind auszuschließen

## Anbauform

Sommerzwischenfrucht als Stoppelsaat, als Untersaat nur bedingt geeignet, bei Deckfrüchten mit langsamer Jugendentwicklung starkes Verdrängungsverhalten

## Aussaat

Bei Futternutzung: Mitte Juli, zur Gründüngung: bis Mitte August in gut abgesetztes und feinkrümeliges Saatbett, 1 - 2 cm Tiefe, Reihenabstand 12 – 15 cm, Saatstärke als Reinsaat 30 – 60 kg/ha, TKM 2,0 g (diploide Sorten) – 4,5 g (tetraploide Sorten), Sortenwahl ist abhängig von der Nutzungsrichtung (Tab. 34)

Tabelle 34: Sortenbeispiele des Einjährigen Weidelgrases und ihr Leistungsvermögen

| Sorte                     | Ährenschieben    | Ertragsklasse    |
|---------------------------|------------------|------------------|
| <b>diploide Sorten</b>    |                  |                  |
| Grazer                    | sehr früh        | hoch             |
| Lifloria                  | sehr früh – früh | hoch             |
| Licherry                  | sehr früh – früh | hoch             |
| Andrea                    | früh             | hoch – sehr hoch |
| Ducado                    | früh             | hoch             |
| Limella                   | früh – mittel    | mittel – hoch    |
| Imperio                   | mittel           | hoch             |
| <b>tetraploide Sorten</b> |                  |                  |
| Libonus                   | sehr früh – früh | mittel – hoch    |
| Liquattro                 | früh             | hoch             |
| Billiken                  | früh             | mittel – hoch    |
| Lemnos                    | früh             | mittel – hoch    |
| Pollanum                  | früh – mittel    | mittel – hoch    |
| Wesley                    | mittel – spät    | mittel – hoch    |
| Alisca                    | spät             | mittel – hoch    |
| Andy                      | spät             | mittel – hoch    |

Quelle: BERENDONK (2003)

## Nutzung

Als Futterpflanze zur Grünfütterung, Silagebereitung und Heugewinnung, zur Gründüngung gut geeignet da keine Durchwuchsfahr

## **Gemengeanbau**

Einjähriges Weidelgras im Mischanbau mit kurzlebigen Kleearten, wie Perserklee oder Alexandrinerklee (siehe Tab. 36, Kapitel Anbau von Artengemischen)

## **Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*)**

Auch das Deutsche Weidelgras verfügt über ein starkes Verdrängungsvermögen, dies ist zu beachten bei der Wahl des Aussaattermins, der Aussaatstärke und beim Einsatz im Gemengeanbau. Die im Vergleich zum Welschen Weidelgras langsamere Jugendentwicklung und der damit verbundene mäßige Massenzuwachs begünstigen seine Eignung zur Untersaat. Deutsches Weidelgras ist eine wertvolle Futterpflanze und am besten für Daueransaaten geeignet.

## **Botanik**

Bedeutendste Art unter den Gräsern, ausdauerndes vernalisationsbedürftiges Untergras mit niedrigem bis aufrechtem Habitus, bildet dichte Horste, dichtes Wurzelsystem

## **Klima**

Gebiete mit gut verteilten Niederschlägen und höherer Luftfeuchte sind besonders geeignet, vom Anbau in trockenen kahlfröst-gefährdeten Gebieten mit langer Schneelage ist abzusehen, tetraploide Sorten sind gegenüber Trockenheit verträglicher (HEGNER et al., 2001)

## **Boden**

Nährstoffreiche sowie frische mittlere bis bessere Böden sind gut geeignet, leichte trockene Sandböden sind auszuschließen

## **Anbauform**

Sommerzwischenfrucht als Untersaat bei Getreide, Mais und Ackerbohne, als Stoppelsaat

## **Aussaat**

Aussaat in feinkrümeliges gut abgesetztes Saatbett (Walzen ist zu empfehlen), 1 – 2 cm Tiefe, Aussaatmenge bei Untersaat in Ackerbohne und Mais: 4 – 6 kg/ha, in Getreide: 10 – 15 kg/ha im Herbst oder Frühjahr, Aussaat bei Stoppelsaat so zeitig wie möglich im Juli nach frühräumenden Vorfrüchten, Saatstärke als Reinsaat 30 kg/ha, TKM bei diploiden Sorten 2,0 – 2,5 g bei tetraploiden Sorten um 50 % höher, für Zwischenfruchtanbau eignen sich frühe Sorten (Tab. 35)

Tabelle 35: Frühe Sorten des Deutschen Weidelgrases

| Diploide Sorten | Tetraploide Sorten |
|-----------------|--------------------|
| Barlano         | Anton              |
| Belramo         | Lacerta            |
| Limona          | Litempo            |
| Pimpernel       | Tetramax           |
| Sambin          |                    |
| Talpa           |                    |
| Telstar         |                    |

Quelle: SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2001)

### **Nutzung**

Fütterung durch Schnittnutzung und Beweidung, blattreicher Bestand mit guter Trittfestigkeit, Gründüngung

### **Gemengeanbau**

Siehe Tabelle 36, Kapitel Anbau von Artengemischen

### **Bastardweidelgras (*Lolium x boucheanum*)**

Als Bastard vereint das Gras wertvolle Eigenschaften seiner Kreuzungseltern und bietet somit eine Alternative zum Anbau von Welschem und Deutschem Weidelgras.

### **Botanik**

Kreuzung aus Deutschem und Welschem Weidelgras, gegenüber Welschen Weidelgras ausdauernder

### **Klima**

Luftfeuchte und niederschlagsreiche Gebiete günstig, im Vergleich zu Welschem Weidelgras Anbau in auswinterungsgefährdeten Gebieten möglich, da höhere Kälteverträglichkeit

### **Boden**

Mittlere bis bessere Böden mit guter Wasserhaltefähigkeit

### **Anbauform**

Sommerzwischenfrucht als Untersaat in Getreide, als Stoppelsaat nicht zu empfehlen, Winterzwischenfruchtanbau als Alternative oder in Mischung mit Welschem Weidelgras

### **Aussaat**

Untersaat in Getreide im Frühjahr, 1 – 2 cm Tiefe, Aussaatmenge 10 – 15 kg/ha, als Winterzwischenfrucht 25 – 35 kg/ha, Reihenabstand 15 – 20 cm, TKM für diploide Sorten 2,5 – 3,5 g, tetraploide Sorten 3,8 – 5,3 g, Sortenempfehlung diploide Sorten: Ligunda, Pilot, Pirol; tetraploide Sorten: Granit, Antilope, Ibex, Polly, Recunda, Sherpa, Tapirus, Tine

## **Nutzung**

Futtergewinnung zur Grünfütterung, Heubereitung, Silierung und Beweidung, Ackerbegrünung zur Gründüngung

## **Gemengeanbau**

Wie Welsches und Deutsches Weidelgras (siehe Tab. 36, Kapitel Anbau von Artengemischen))

## **Knaulgras (*Dactylis glomerata*)**

Das Knaulgras gehört nach der Etablierungsphase zu den konkurrenzstärksten Gräsern. Auf Grund seiner hohen Verträglichkeit gegen Trockenheit und Beschattung bietet sich eine Verwendung als Untersaat insbesondere auf trockenen Standorten an. Als nicht wärmeliebende Pflanze tritt das Knaulgras bis in die Hochgebirgslagen auf. Bei der Futternutzung ist zu beachten, dass es bereits vor der Blütenbildung zu einer Abnahme des Futterwertes durch Anstieg der Gehalte an Rohfaser und Verhärtung der Blätter kommt. Deshalb sollte für eine gute Futterqualität der Schnitt vor dem Schossen erfolgen. Spät schossende Sorten stehen zur Auswahl.

## **Botanik**

Stammt aus den gemäßigten Zonen Europas und Asiens, massewüchsiges Obergras bildet dichte und große hell bis blaugrüne Horste ohne Ausläufer, starkes Verdrängungsverhalten, vernalisationsbedürftig, Rispe mit geknauten Ährchen, langsame Anfangsentwicklung, befriedigende Wurzelbildung

## **Klima**

In trockenen bis mäßig feuchten Lagen, trockenheitsverträglich, verträgt Beschattung, nicht wärmebedürftig daher geeignet für Gebirgslagen

## **Boden**

Mittlere bis gute Mineralböden und flachgründige Verwitterungsböden, auch auf leichten Standorten möglich, nicht auf armen und sauren Sandböden

## **Anbauform**

Als Untersaat in Getreide, Mais und Ackerbohnen, in Reinsaat und als Gemenge, als Stoppelsaat nicht geeignet

## **Aussaat**

Als Untersaat im Herbst oder Frühjahr in gut abgesetztes feinkrümeliges Saatsbett, 1 – 2 cm Tiefe, Aussaat im Maisbestand: 4 – 6 kg/ha, im Getreidebestand: 8 – 12 kg/ha, TKM 0,9 – 1,3 g, benötigt 6 Wochen Wachstumszeit im Herbst

## **Nutzung**

Gründüngung und Futtergewinnung

## **Gemengeanbau**

Mischung mit Leguminosen

### 3.4 Kruziferen

Die Gruppe der Kreuzblütler (Kruziferen) beinhaltet mit Gelbsef und Ölrettich zwei häufig genutzte Zwischenfruchtarten. Herausragende Eigenschaft in dieser Pflanzenfamilie ist die schnelle und konkurrenzkräftige Entwicklung, die aber nur bei entsprechender Stickstoffversorgung über Boden oder Düngung voll verwirklicht werden kann. Die schnelle Stickstoffaufnahme der Bestände auch bei später Saat kann zu einer Konservierung von auswaschungsgefährdetem Stickstoff über den Winter genutzt werden. Dazu stehen auch vollständig winterharte Arten zur Verfügung. Zu beachten ist jedoch die enge Verwandtschaft dieser Kreuzblütler untereinander, z.B. auch mit vielen Hauptfrüchten (z.B. Raps, Kohlarten), so dass Anbaueinschränkungen zu beachten sind. Wegen der niedrigen Saatgutkosten sowie einer wenig aufwändigen Bodenbearbeitung ist der Anbau von Kreuzblütlern gerade bei späten Saatterminen aus betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten interessant. In der Fütterung können Restriktionen im Zusammenhang mit geringen Rohfasergehalten, hohen Nitratgehalten und sekundären Inhaltsstoffen auftreten. Winterharte Pfahlwurzeln oder Rübenkörper können als Durchwuchs in Folgekulturen auftreten.

#### **Futterkohl, Markstammkohl (*Brassica oleracea* ssp.)**

Futterkohl ist eine hocheertragreiche Futterpflanze für feuchtere und wärmere Lagen mit einem guten Vorfruchtwert für Getreide, Hülsenfrüchte und Kartoffeln. Für hohe Erträge ist eine organische Düngung erforderlich. Die Kultur ist nicht mit sich selbst und anderen Kohlarten verträglich. Anbaupause von mindestens 5 Jahren zu anderen Kruziferen sind einzuhalten. In der Fütterung eignen sich niedrig wachsende Sorten des Markstammkohls durch ihre höheren Gehalte an Trockenmasse besser als die stängeligen Sorten.

#### **Botanik**

Stellt eine Zwischenform zwischen blattreichem Kuh- oder Blattkohl und dem stängelreichen Dickstrunk- oder Strunkkohlrabi dar, es gibt blattarme und blattreiche Typen, besitzt eine kräftige Hauptwurzel, die wenig in die Tiefe geht und in der Krume verzweigt

#### **Klima**

Bringt im luftfeuchten nicht zu kühlen Klima hohe Erträge, Frostresistenz je nach Sorte bis -12° C, beste Frosthärte haben niedrig wachsende Blattkohle, überstehen milde Winter

#### **Boden**

Wasserhaltende mittlere und gute Böden, trockene Sandböden und humusarme Böden scheiden aus

**Anbauform**

Winterzwischenfrucht durch Pflanzung oder Drillsaat, begrenzt als Stoppelsaat geeignet

**Aussaat**

Mitte Juli, da sonst zu langsame Anfangsentwicklung, braucht 120 Tage Wachstum, Saatmenge 3 – 6 kg/ha, Saattiefe 1 – 2 cm, 25 – 30 cm Reihenabstand, Pflanzung wie bei Kartoffeln 40.000 Pflanzen/ha

**Nutzung**

Gründüngung, Erosionsschutz, Futter, vor allem im Spätherbst oder als Silage, Winterweide für Wild.

**Ölrettich (*Raphanus sativus*)**

Ölrettich gehört zu den häufig genutzten Zwischenfruchtarten. Seine besondere Eignung liegt in der starken Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern und Ungräsern. Durch die rasche Sprossentwicklung bietet diese Pflanze auch für den Erosionsschutz Vorteile. Ölrettich hat von den Kreuzblütlern die stärkste Wurzelentwicklung und bewirkt hierdurch eine sehr gute Unterbodenlockerung. Allerdings kann die rettichartige Speicherwurzel zu Durchwuchs in der folgenden Kultur führen.

Hohe Ertragsansprüche werden gerade im ökologischen Landbau mit einer Gülledüngung oder nach einer Leguminosenvorfrucht erfüllt. Bei knapper Stickstoffversorgung bietet sich ein Gemengeanbau mit Leguminosen an. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass durch den Ölrettich-Anbau eine Verminderung von Rattle-Virus-Infektionen im Kartoffelanbau erreicht werden kann. Die Futternutzung des Ölrettichs erfolgt am besten im frischen Zustand vor der Blüte, die Futterqualität ist jedoch nur als mittel einzustufen (hoher Stängelanteil, hohe Senfölgelalte).

**Botanik**

Einjährige Pflanze mit schnellem Aufgang und rascher Jugendentwicklung, stark verästelte behaarte Stängel, erreicht 50 – 100 cm Höhe, kräftige fiedrig eingeschnittene Blätter, Blüte weißlich bis violett, kräftige Pfahlwurzel die sich zum Rettich verdickt, starke Seitenwurzeln, Wurzeltiefgang 80 – 150 cm

**Klima**

Sehr anpassungsfähig, geringe Frostempfindlichkeit bis -6 °C, hoher Anspruch an die Wasserversorgung

**Boden**

Gute Anpassungsfähigkeit, Anbau auch auf leichten, trockeneren Böden und bei unbefriedigender Nährstoffversorgung möglich

**Anbauform**

Spätsaatverträgliche Stoppelsaat

### **Aussaat**

Ende Juli bis Ende September, spätsaatverträglich, auf Stilllegungsflächen Mitte April bis Mitte Mai, Saatmenge 20 – 30 kg/ha, Saattiefe 1 – 2 cm, Reihenabstand wie bei Getreide, TKM 10 –15 g, für Gründüngung Sorten mit tiefreichenden Pfahlwurzeln vorhanden, 6 – 8 Wochen Entwicklungsdauer

### **Nutzung**

Gründüngung auch im Weinbau, Grünbrache, Erosionsschutz, Frischfutter auch zur Weidenutzung für Kühe und Schafe sowie als Silagepartner für schweinegerechte Silagen

### **Gemengeanbau**

Gemenge mit Kruziferen dienen der Aufwertung des Futterwertes, Aussaat auf leichten Böden mit Serradella und auf mittleren Böden mit Futtererbsen.

### **Weißer Senf/Gelber Senf (*Sinapis alba*)**

In der Praxis wird der Zwischenfruchtsenf auf Grund der leuchtend gelben Blüten meistens als Gelbsenf bezeichnet. Die Bezeichnung Weißer Senf ist aus dem wissenschaftlichen Artnamen abgeleitet. Markant ist die besonders kurze Entwicklungszeit bei einem hohen Aneignungsvermögen für Stickstoff aus den Bodenvorräten. Eine ausreichende Bodendeckung wird sogar noch nach späträumenden Hauptfrüchten erreicht. Bei früher Aussaat verkürzt sich jedoch die vegetative Entwicklung soweit, dass keine ausreichende Grünmasse mehr gebildet wird und die Ziele des Anbaus verfehlt werden. In der Fütterung hat der Senf nur geringen Wert, er sollte vor der Blüte hochstopplig geschnitten werden, da Blüte und Stoppeln viel Senföl enthalten.

### **Botanik**

Einjährige Pflanze, schnellwüchsig, behaarte Stängel, kantig und standfest, nicht sehr große gefiederte behaarte Blätter, gelbe Blüten, traubenförmig angeordnet, kräftige Pfahlwurzel, die bei größerem Widerstand abknickt, in lockeren Bodenschichten Bildung zahlreicher Nebenwurzeln, Wurzeltiefgang 80 – 150 cm, bei früher Ansaat Blüten bildend

### **Klima**

Sehr anspruchslos, braucht gemäßigtes Klima, Hitze und Trockenheit führen zu schnellem Aufblühen, kann bei Temperaturen um den Gefrierpunkt noch wachsen, frostempfindlich ab –6 °C, friert daher im Winter ab

### **Boden**

Gedeiht auf fast allen Böden, die gut mit Kalk versorgt sind und den Wasserbedarf befriedigen

### **Anbauform**

Spätsaatverträgliche Stoppelfrucht, als Reinsaat oder als Mischungspartner

### **Aussaat**

Juni bis Anfang September, z.T. bis Oktober, 6 Wochen Wachstumszeit, Saatstärke 15 – 25 kg/ha, Saattiefe bis 3 cm, Reihenabstand 15 – 20 cm, TKM 6 – 8 g, Nematoden resistente Sorten sind verfügbar

### **Nutzung**

Gründüngung auch im Wein- und Obstbau und in höheren Lagen, Bienenweide, Nematodenbekämpfung, Erosionsschutz, Futternutzung bedingt geeignet

### **Gemengeanbau**

Bewährt haben sich Gemenge aus Senf, Sommerraps und Ölrettich, als Stütz- pflanze in Erbsen-Wicken-Gemenge, auf schlechteren Böden: 10 – 15 kg/ha Senf + 15 – 30 kg/ha Serradella oder 10 – 15 kg/ha Senf + 7 – 12,5 kg/ ha Ölrettich.

### **Sommerfutterraps, Stoppelraps (*Brassica napus*)**

Stoppelraps liefert Futter im Herbst bei kurzer Vegetationszeit und guter Unkraut- unterdrückung. Die Verwertung von Reststickstoff im Herbst ist beachtlich. Bei hohen Ertragszielen wird eine Güllegabe vor der Saat erforderlich. Als Auflauf- schutz für andere Kulturen ist der Sommerraps empfehlenswert da er im Winter abfriert. In der Fütterung wirkt der höhere Stängelanteil gegenüber Winterraps nachteilig.

### **Botanik**

Einjährige Pflanze, entstand durch Auslese schoßfreudiger Winterrapstypen, kür- zere Wachstumszeit und schwächere Einzelpflanzenentwicklung als bei Winter- raps, kräftige Pfahlwurzel, die bei Verdichtungen abknickt, in lockeren Böden gute Feinwurzelbildung, neigt bei früher Aussaat zu Blüten- und Stängelbildung

### **Klima**

Gedeiht auch in trockeneren Gebieten mit ausreichend Niederschlägen und lan- gem mildem Herbst, keine Frosthärte, friert bei normaler Winterwitterung ab

### **Boden**

Nicht auf Sandböden, bevorzugt lehmige Sande bis sandige Lehmböden, geringe Ansprüche bei Anbau als Gründüngung

### **Anbauform**

Stoppelsaat

### **Aussaat**

Je nach Standort und Sorte Juli bis Anfang September, optimal 10. – 20. August, Saatstärke 8 – 16 kg/ha, 15 – 20 cm Reihenabstand, Saattiefe 1 – 2 cm, TKM 2,4 – 4,4 g

### **Nutzung**

Frischfutter, auch zur Beweidung, Gründüngung, Erosionsschutz

## **Gemengeanbau**

Mit folgenden Gemengen möglich: Sommerraps 3 kg/ha + Einjähriges Weidelgras 25 kg/ha: Aussaat bis Anfang September, Nutzung als Schnitt, Weide, Gründüngung, Sommerraps 5 – 6 kg/ha + Ölrettich 10 – 12 kg/ha: Aussaat bis Ende August, Schnitt, Gründüngung, Sommerraps 8 kg/ha + Sommerwicken 30 – 40 kg/ha: bis Anfang August, Schnittnutzung.

## **Sommerrübsen (*Brassica rapa*)**

Wie bei anderen Brassica-Arten empfiehlt sich beim Anbau von Sommerrübsen nach Getreide und bei hohen Ertragsansprüchen eine Stickstoffdüngung mit Jauche oder Gülle. Der Vorfruchtwert dieser Zwischenfrucht wird zum größten Teil von den Wurzel- und Stoppelrückständen bestimmt.

### **Botanik**

Sommerform der Zwischenfrucht Rübsen, Spross nicht so kräftig wie beim Raps, Rosettenblätter grasgrün und stark behaart, Stängelblätter schwach bläulich bereift und stängelumfassend, Blüte etwas kleiner, doldentraubig und weniger gelb als bei Raps, spindelförmige tiefgehende Pfahlwurzel mit unterschiedlich stark verzweigten Nebenwurzeln, Kreuzungen mit Chinakohl sind sehr ertragreich

### **Klima**

Passt sich wegen kürzerer Wachstumszeit kontinentalen Bedingungen besser an als der Raps, keine Frosthärte, stirbt im Winter ab

### **Boden**

Auch auf leichten Böden, ertragreicher aber auf mittleren und besseren Böden, keine humusarmen, sauren Böden und bei Verdichtungen im Untergrund

### **Anbauform**

Stoppelsaat

### **Aussaat**

Juli bis August, Saatstärke 6 – 12 kg/ha, Saattiefe 1 – 2 cm, Reihenabstand 18 – 25 cm, TKM 2 – 3,5 g

### **Nutzung**

Frischfutter, Gründüngung.

## **Stoppelrübe, Herbstrübe ( *Brassica rapa* var. *rapifera* )**

Die Stoppelrübe ist eine Futterpflanze mit sehr hohem Futterwert (Tagesration < 45 kg, da senföhlhaltig). Sie ist insgesamt anspruchslos und in einem bestimmten Rahmen spätsaatverträglich. Entscheidend für die Rodbarkeit und Ernte der Rüben ist eine geringe Ausbildung von Seitenwurzeln sowie die Frosthärte. Beide Eigenschaften sind sortentypisch. Auf leichten Böden bleibt die Verschmutzung

des Rübenkörpers und damit der Reinigungsaufwand gering. Der Nachbauwert ist auf Grund geringer Ernterückstände niedrig.

### **Botanik**

Entstammt dem Rübsen, ist eine 1,5 – 2-jährige Pflanze, blüht erst nach der Überwinterung, Blätter behaart, geringer Wachsüberzug und je nach Sorte mehr oder weniger gelappt, wächst z. gr. Teil über dem Boden, lange kugelige oder plattrunde Rübenformen mit meistens weißem Fleisch und grünlichem, rotem oder violetterem Kopf

### **Klima**

Verträgt ein relativ nasses, rauhes und kühles Klima, geringe Frostempfindlichkeit

### **Boden**

Gedeiht auf allen Böden, bevorzugt lockeren, humosen und nährstoffreichen sandigen Boden

### **Anbauform**

Stoppelsaat

### **Aussaat**

Mitte Juli bis Anfang August, Saatstärke 1 – 3 kg/ha, 25 – 30 cm Reihenabstand, 35 – 40 cm Abstand erleichtert Maschinenhacke, 1 – 2 cm Ablagetiefe

### **Nutzung**

Futter (liefert Grünmasse mit Wurzelknolle), auch als Silage oder Herbstweide, Wildäsung.

## **Winterfutterraps (*Brassica napus*)**

Winterfutterraps bewährt sich bei kurzer Vegetationszeit im Herbst. Er liefert ein früh schnittreifes und eiweißreiches Futter. Die größere Blattmasse als bei Sommerraps ergibt deutlich weniger Weidereste. Eine unerwünschte Blütenbildung ist durch Köpfen oder Abmähen zu unterdrücken. Eine schnelle Keimung des Saatgutes bietet einen Auflaufschutz für die langsamer keimenden Arten in Gründüngungsgemischen. Hervorzuheben ist auch die sehr gute Stickstoffverwertung und Unkrautunterdrückung. Die Durchwuchsfahr in nachgebauten Kulturen muss beachtet werden.

### **Botanik**

Überwinternde Pflanze, Kreuzung aus Winterraps und Blattkohl, bildet im Herbst Blattrosette, Hauptzuwachs erfolgt im März und April, kräftiger Stängel bis 2 m hoch, Pfahl- und Büschelwurzel dringt nur in gut gelockertem Boden in die Tiefe, knickt bei Verdichtungen ab

### **Klima**

Wenig Ansprüche, ist aber dürreempfindlich, wächst auch noch bei tieferen Temperaturen, Frosthärte bis –15 °C

## **Boden**

Keine besonderen Ansprüche, leichte Böden sind bei Tiefgründigkeit und ausreichender Nährstoffversorgung geeignet

## **Anbauform**

Stoppelsaat, Winterzwischenfrucht

## **Aussaat**

Als spätsaatverträgliche Stoppelsaat: Juli bis Ende August/Anfang September, als Winterzwischenfrucht: Mitte August bis Mitte September, Saatstärke bei Stoppelsaat 8 – 15 kg/ha, bei Winterzwischenfrucht 10 – 20 kg/ha, Reihenabstand 15 – 20 cm, Saattiefe 1 – 2 cm, TKM 4 – 6 g, senfölfreie Sorten sind vorhanden

## **Nutzung**

Frischfutter besonders zur Beweidung, Gründüngung auch im Wein- und Obstbau, Erosionsschutz, Wildäsung

## **Gemengeanbau**

Winterraps und einschnittiger Alexandrinerklee ergänzen sich gut, Winterraps 12 kg/ha und Welsches Weidelgras 10 kg/ha haben sich auf Sandböden bewährt.

## **Winterrübsen (*Brassica rapa*)**

Winterrübsen unterscheidet sich vom Raps durch eine frühere Schnittreife, bessere Futterqualität und höhere Erträge. Der Anbau nach Getreide bei hohem Ertragsanspruch erfordert meistens eine Stickstoffgabe durch Jauche oder Gülle. Nach der Futternutzung im Herbst ergibt sich noch eine gute Winterbegrünung die im Frühjahr aber untergepflügt werden muss (Durchwuchsgefahr).

## **Botanik**

Überwinternde Pflanze, nicht so kräftig wie Rapspflanzen, Rosettenblätter grasgrün und stark behaart, Stängelblätter schwach bläulich bereift und stängelumfassend, Blüte etwas kleiner, doldentraubig und weniger gelb als bei Raps, tiefgehende Pfahlwurzel mit unterschiedlich stark verzweigten Nebenwurzeln

## **Klima**

Anspruchslos, warmer langer Herbst fördert die Bestandesentwicklung, stärkere Kahlfröste im Winter führen zu Pflanzenschäden

## **Boden**

Auch auf leichten Böden, ertragreicher aber auf mittleren und besseren Böden, keine humusarmen sauren Böden und bei Verdichtungen im Untergrund

## **Anbauform**

Stoppelsaat, Winterzwischenfrucht

### **Aussaat**

Stoppelsaat: Juli bis Anfang September, Winterzwischenfrucht: Anfang bis Mitte September, Saatstärke bei Stoppelsaat 8 – 12 kg/ha, bei Winterzwischenfrucht 13 – 20 kg/ha, Saattiefe 1 – 2 cm, Reihenabstand 10 – 20 cm, TKM 2 – 4 g

### **Nutzung**

Frischfutter, Wildäsung, Winterweide für Schafe, Gründüngung.

## **3.5 Arten aus weiteren Pflanzenfamilien**

Im Folgenden werden Arten verschiedener Pflanzenfamilien beschrieben, die im Zwischenfruchtanbau eine Bedeutung haben. Darunter befinden sich auch Arten, die in keiner engeren Verwandtschaft zu unseren verbreiteten Kulturpflanzen stehen. Hierzu gehören die Nelken-, Wasserblatt und Malvengewächse. Durch ihren Anbau können enge Fruchtfolgen aufgelockert werden. Die Vermehrung bestimmter Pflanzenkrankheiten und Schädlinge der Hauptkulturen kann mit der Nutzung dieser Arten verringert werden. Phytosanitär ebenso günstig ist der Buchweizen aus der Familie der Knöterichgewächse einzustufen, obwohl er auch zur Körnernutzung angebaut wird und mit dem Rhabarber verwandt ist.

### **Grünmais (*Zea mays* L).**

Grünmais wird nur zur Futtergewinnung kultiviert. Der Anbau unterscheidet sich kaum vom Silomaisanbau in Hauptfruchtstellung und ist somit besonders aufwändig. Wenn auch im Vergleich zu den Unkräutern die Jugendentwicklung des Maises im Sommer zügig verläuft, so ist trotzdem eine Unkrautregulierung mit Striegel und Hacke einzuplanen. Auch der hohe Stickstoffbedarf muss für die aus wirtschaftlicher Sicht notwendige hohe Ertragsentwicklung gesichert sein. Dieser lässt sich über eine organische Düngung oder die Nachwirkung von Vorfrüchten sicherstellen. Aussaat und Unkrautregulierung verlangen zudem eine intensive und präzise Saatbettbereitung. Der Anbau ist nur in günstigen Klimlagen als Stoppelfrucht empfehlenswert. Die Ernte kann mit dem Fahnenschieben beginnen, der optimaler Schnitzeitpunkt liegt jedoch zwischen Blüte und Milchreife der Kolben. Mit zunehmender Reife steigen die wertgebenden Inhaltsstoffe an. Die niedrigen Gehalte an Trockenmasse führen bei der Silierung zu hohen Gärstoffverlusten.

### **Botanik**

Grünmais unterscheidet sich botanisch nicht von den Silo- oder Körnermaissorten, Ernte bereits in einem physiologisch unreifen Zustand, Wurzelsystem von flach streichend bis tiefreichend hauptsächlich im Oberboden

**Klima**

Als C4-Pflanze hohe Anforderungen an die Wärme, unter Bedingungen über 18 °C äußerst wuchskräftig, trockenheitstolerant, stark kälte- und frostempfindlich (-1 °C)

**Boden**

Relativ geringe Ansprüche, günstig auf humosen garen Böden mit guter Krümelstruktur

**Anbauform**

Stoppelfrucht

**Aussaat**

Möglichst früh, spätestens Mitte Juli, Saatstärke 20 – 30 Körner/m<sup>2</sup> (60 – 80 kg/ha), 30 – 40 cm Reihenabstand, 4 – 8 cm Tiefe, TKM 250 – 350 g

**Nutzung**

Grünfutter

**Gemengeanbau**

Mit anderen Futterpflanzen als Frischfutter oder Silage, Resele-Gemenge: 15 kg/ha Mais + 20 kg/ha Ackerbohnen + 15 kg/ha Hafer + 12 kg/ha Erbsen + 12 kg/ha Sonnenblumen.

**Kornrade (*Agrostemma githago*)**

Die Wildpflanze war früher verbreitet in Wintergetreidebeständen, heute ist die Art gefährdet und nur vereinzelt an Wegrändern und Schuttplätzen anzutreffen. Als Gründüngung ist sie eine Gesundheitsfrucht wegen fehlender Verwandtschaftsverhältnisse zu anderen Nutzpflanzen (Familie Nelkengewächse). Insbesondere Nematoden sollen wirksam unterdrückt werden. Auch die Bodenbedeckung soll zügig verlaufen.

**Botanik**

Einjährige Pflanze aus der Familie der Nelkengewächse, wird 50 – 100 cm hoch, aufrechter Stängel, pilzig behaart, wenig oder keine Seitentriebe, Blätter ganzrandig schmal und graufilzig, stehen sich paarweise gegenüber, purpurfarbene Blüten sind endständig und einzeln, Samen 3 – 4 mm groß, nierenförmig, warzig, schwarz und giftig, Hauptwurzel ist spindelförmig bis zu 90 cm Tiefe

**Klima**

Samen sind auf tiefe Keimtemperaturen angewiesen, braucht deshalb die Herbstaussaat, ist als Wildpflanze bis in 1200 m Höhe anzutreffen

**Boden**

Bevorzugt sandige Böden

**Anbauform**

Sommerzwischenfrucht

**Aussaat**

Herbst oder zeitiges Frühjahr, Saatstärke bei Reinsaat 30 – 35 kg/ha

**Nutzung**

Begrünung von Stilllegungsflächen, Zwischenfrucht nach früh räumenden Kulturen, Gründüngung.

**Kulturmalve (*Malva sylvestris*)**

Durch eine verzögerte Keimung des Saatgutes weist die Kulturmalve noch deutliche Eigenschaften einer Wildpflanze auf. Durchwuchs in der Folgekultur wird dadurch möglich. Geeignet als Zwischenfrucht ist sie durch ihre gute Bodendeckung und ihre Pfahlwurzel, die zur biologischen Lockerung des Bodens beitragen kann. Günstig sind die fehlenden Verwandtschaftsverhältnisse zu den Hauptfruchtarten.

**Botanik**

Familie der Malvengewächse, Wildbestand 2 – 3-jährig, Wuchshöhe bis 100 cm, Stängel unterseitig verholzt, ästig und behaart, Blätter handförmig groß und gelappt, rote Blüten mit dunklen Streifen, Bildung scheibenförmiger Früchte

**Klima**

Mittlerer Wasseranspruch

**Boden**

Gedeiht auf allen lockeren Böden

**Anbauform**

Stoppelsaat

**Aussaat**

Bis Anfang August, Saatstärke 8 – 15 kg/ha, TKM 6 – 7 g

**Nutzung**

Gründüngung, bedingt als Erosionsschutz, Wildäsung.

**Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*)**

Buchweizen zeigt den Charakter einer anspruchslosen schnellwachsenden Pionierpflanze mit geringem Stickstoffbedarf. Unter günstigen Bedingungen kann mit einem beträchtlichen Grünmasseertrag nach 6 Wochen gerechnet werden. Buchweizen gilt als Nematodenfeindpflanze und hat selbst kaum Schädlinge. Spezielle Sorten zum Zwischenfruchtanbau stehen zur Verfügung. Bestände sollten nicht zu alt werden, da wegen der dann weiten C/N-Verhältnisse Mindererträge bei den Nachkulturen auftreten können.

### **Botanik**

Einjährige Pflanze aus der Familie der Knöterichgewächse (*Polygonaceae*), sehr schnellwüchsig, aufrechter rötlicher Stängel, 30 – 80 cm hoch, Blätter sind länglich bis herzförmig, Blüten bilden sich schnell, weiß bis rosa gefärbt, Blüte und Abblüte oft gleichzeitig etwa 6 Wochen lang, 5 – 7 mm lange einsamige Nüsse, Samen dreikantig, Hauptwurzel nicht erkennbar, Bildung vieler mittelfeiner Fadenwurzeln im Oberboden

### **Klima**

Sehr frostempfindlich und wärmebedürftig, bevorzugt während der Blüte trockene und windstille Lagen

### **Boden**

Bevorzugt leichte und warme Böden ohne extreme Trockenheit (Sand- und anlehmige Sandböden), ungeeignet für schwere kaltnasse und verdichtete Böden, niedrige pH-Werte werden toleriert, günstig ist der schwach saure Bereich

### **Anbauform**

Sommerzwischenfrucht, als Auflaufschutz, Mischungspartner in Dauerkulturbegrünungen

### **Aussaat**

Juli bis Anfang August, Reinsaat 50 – 70 kg/ha, TKM 15 – 25 g, Dunkelkeimer, 3 – 4 cm Tiefe

### **Nutzung**

Gründüngung, Bienenweide, Wildäsung, mäßiger Futterwert, früher als Pionierpflanze neu kultivierter Heide- und Moorböden

### **Gemengeanbau**

Buchweizen 10 kg/ha bei allen Gemengen als Auflaufschutz in trockenen Lagen.

### **Futterroggen, Johannisroggen (*Secale cereale*, *S. cereale* Var. *multicaule*)**

Futterroggen ist eine anspruchslose, schnellwachsende Zwischenfruchtart mit bestem Durchwurzelungsvermögen. Die Futternutzung sollte bis zum Ährenschieben erfolgen, danach sinkt der Futterwert durch starken Anstieg der Rohfasergehalte. Nach einem Schnitt treiben die Pflanzen wieder aus.

### **Botanik**

Winterharte, überjährige Getreideart, Pflanzen können höher als 2 m werden, bestocken stark in vegetativer Phase, Ährenbildung erst nach Kälteeinwirkung im nächsten Frühjahr, Wurzelsystem ist kräftig und fein, es durchdringt das gesamte Ackerprofil

### **Klima**

Anspruchlos und widerstandsfähig, geringe Frostgefährdung (ab -20 °C)

**Boden**

Gedeiht noch auf leichten, sandigen Böden, auf allen Standorten gute Leistungen, wenig empfindlich auf nassen und sauren Böden

**Anbauform**

Winterzwischenfrucht, Winterbegrünung

**Aussaat**

Juni bis Oktober möglich, Reinsaat 120 – 160 kg/ha, TKM 30 – 35 g, Ablage gleichmäßig bei 1 – 3 cm Tiefe

**Nutzung**

Zweifache Futternutzung möglich (Herbst und nächstes Frühjahr), Gründüngung, Johannisroggen: Wildäsung

**Gemengeanbau**

Futterroggen 120 kg/ha + Welsches Weidelgras.

**Phacelia, Büschelschön (*Phacelia tanacetifolia*)**

Phacelia ist neutral gegenüber Rübennematoden und selbst schädlingfrei. Die auffallend trockentolerante Pflanze ist in der Lage erhebliche Mengen organischer Masse in 8 Wochen zu erzeugen. Dabei findet eine umfangreiche Bindung von Nährstoffen statt. Durchwuchs ist nach dem Winter nicht zu erwarten, allerdings kann es zu einer Selbstaussaat noch abblühender Bestände kommen. Trockenes Pflanzenmaterial zerbricht leicht.

**Botanik**

Einjährige Pflanze aus der Familie der Wasserblattgewächse (*Hydrophyllaceae*), schnelle Jugendentwicklung und aufrechter Trieb bis 70 cm hoch, alle Pflanzenteile sind behaart, die Blätter weich und reich gefiedert, Blüten bilden sich nach 6 – 8 Wochen als ährenförmige Traube (hellblau, duftend, langlebig), dicke Pfahlwurzel mit mäßiger Seiten- und Feinwurzelbildung bis 60 – 80 cm Tiefe

**Klima**

Relativ anspruchslos, etwas wärmebedürftig, erträgt gut Trockenheit und Frühfröste (bis -9 °C), abfrierend

**Boden**

Gedeiht auf allen Bodentypen, bevorzugt gut durchlüftete und nicht zur Verschlammung neigende Böden

**Anbauform**

Sommerzwischenfrucht

**Aussaat**

Juli bis Ende August, Reinsaat 8 – 12 kg/ha, TKM 2 g, Dunkelkeimer aber Ablage nicht tiefer als 1 – 2 cm wegen Verkrustungsgefahr

## **Nutzung**

Gründüngung, Bienenweide, mäßig bis schlechte Futterpflanze

## **Gemengeanbau**

Phacelia 1 – 2 kg/ha + verschiedene Gemengepartner möglich, auch für Gemenge mit langer Wachstumszeit, bietet guten Auflaufschutz.

## **Sonnenblume (*Helianthus annuus*)**

Die Sonnenblume ist eine bekannte Pflanze aus dem Hauptfruchtanbau (Ölpflanze, Schnittblume). Für den Zwischenfruchtanbau steht eine spezielle Sorte zur Verfügung. Mit zunehmendem Alter werden die Blätter derber und der Verholungsgrad steigt, damit nimmt der Futterwert ab. Das Aneignungsvermögen von Wasser und Nährstoffen ist hoch.

## **Botanik**

Einjährige Pflanze aus der Familie der Korbblütler (*Compositae*), erreicht 1 – 5 m Höhe, mehr oder wenig behaarte Stängel von mindestens 1 cm Durchmesser, trägt große Blätter, 10 – 40 cm lang, Blütenanlage nach dem 11-Blatt-Stadium (80 Tage nach Aufgang), Blütenboden mit Röhrenblüten, am Rand Zungenblüten, Pfahlwurzel bis 3 m Tiefe bei hindernisfreiem Wuchs, ausgeprägte Büschelwurzeln im Oberboden

## **Klima**

Bevorzugt sonnige warme und windgeschützte Lagen, keine nassen und kalten Lagen, stark frostempfindlich (-1 °C), Temperaturoptimum der Photosynthese 25 °C, hoher Wasserbedarf

## **Boden**

Ansprüche sind nicht hoch, bevorzugt mittelschwere warme und gutdurchlüftete Böden, Tonböden bedingt geeignet, Boden muss tief gelockert sein, ohne Verdichtungen

## **Anbauform**

Sommerzwischenfrucht

## **Aussaat**

Juli bis Anfang August, Reinsaat 20 – 30 kg/ha, TKM 30 – 50 g, Ablagetiefe 3 – 4 cm, gepflühtes Saatbett erforderlich

## **Nutzung**

Gründüngung, Beweidung im jungen Stadium (optimal 6 – 7 Wochen nach Aufgang), Futternutzung bis zur Blütenknospenbildung möglich (1,0 – 1,2 m Höhe)

## **Gemengeanbau**

Gute Stützfrucht für Gemengepartner z.B. Leguminosen, dazu 2 Pflanzen/m<sup>2</sup> anstreben

### **3.6 Anbau von Artengemischen**

Mit Saatmischungen wird versucht, die breitgefächerten pflanzenbaulichen Ziele besser als mit einer einzelnen Pflanzenart zu erreichen. Anders ausgedrückt lässt sich auch formulieren, dass spezifische Nachteile einzelner Pflanzenarten durch geeignete Mischungspartner ausgeglichen werden sollen. Aus den zahlreichen Ansprüchen an die Leistungsfähigkeit der Mischungen wurden unübersehbar viele Mischungsrezepte entwickelt. Für die wenigsten Gemenge liegen allerdings Leistungsvergleiche vor und vielfach ist deren Bedeutung stark zurückgegangen, weil eine Futternutzung nicht mehr in Betracht kommt. Einige Leitlinien lassen sich für Mischungen aufstellen und wenige bewährte Gemenge sollen an dieser Stelle näher charakterisiert werden. Einzelne Pflanzenarten werden sogar ausschließlich in Gemengen angebaut, damit z.T. gravierende Nachteile wie fehlende Standfestigkeit, schleppende Jugendentwicklung oder einseitiger Futterwert ausgeglichen werden können.

Derzeit hat die Futternutzung von Zwischenfrüchten in Sachsen allenfalls eine geringe Bedeutung. Ursprünglich bekannte Gemenge, wie das Landsberger Gemenge oder der Wickroggen werden deswegen selten angebaut. Beide Gemenge stellen nach wie vor eine gute Lösung für den überwinternden Zwischenfruchtanbau dar. Das Potential zur Stickstofffixierung und Grünmassebildung ist hoch. Allerdings leiden die nachfolgenden Marktfrüchte unter den späten Ernteterminen oder den hohen Wasserentzügen dieser Zwischenfrüchte bei vollständiger Frühjahrsnutzung erheblich.

Die angestrebten Wirkungskombinationen im ökologischen Landbau lauten häufig: hohe Stickstofffixierung bei frühzeitiger und dauerhafter Unkrautunterdrückung sowie Nährstoffkonservierung über den Herbst und Winter. Somit werden einerseits Aussaatgemische von Pflanzen mit schneller Jugendentwicklung wie beispielsweise Raps oder Phacelia zusammen mit Leguminosen sowie Gemische verschiedener frohwüchsiger (überwinternder) Nichtleguminosen interessant. Senf ist auf Grund der Blühneigung bei Saaten im Juli oder August weniger geeignet. Die Nichtleguminosen sollen hierbei die frühe Bodenbedeckung übernehmen und gleichzeitig den Leguminosen genügend Entwicklungschancen überlassen. Für die Saattiefe, bei meistens großen Unterschieden in der TKM der Mischungspartner, müssen Kompromisse eingegangen werden. Die Gewährleistung einer ausreichenden Bodenfeuchte steht hier im Vordergrund. Weitere Hinweise zum Anbau von Gemengen geben HOF & RAUBER (2003).

#### **Sommerwicke + Winterfutterraps**

##### **Aussaat**

Je 60 kg/ha Sommerwickensaatgut + maximal 1,5 kg/ha Winterfutterraps, Saatzeit Mitte Juli bis Mitte August, Saattiefe: 2 – 3 cm.

### **Perserklee + Phacelia**

Das Gemenge ist relativ trockenheitsverträglich. Die Phacelia übernimmt die Funktion einer Deckfrucht und kann nach einer Anfangsentwicklung des Kleebestandes gemulcht werden, wobei mit einem Nachtreiben auch der Phacelia zu rechnen ist. Geringe Anteile von Phacelia im Grünfutter stellen kein Problem dar.

#### **Aussaat**

15 – 20 kg/ha Perserklee + 3 – 6 kg/ha Phacelia, Saatzeit bis Ende Juli, Saattiefe 2 cm.

### **Leguminosengemenge: Ackerbohne + Erbse + Sommerwicke**

Die drei Leguminosen stellen ein Standardgemenge für die Grünfutternutzung dar. Die Ackerbohne hat innerhalb der Mischung vorwiegend die Funktion einer Stützfrucht. Kritisch zu bewerten ist die Mischung im Hinblick auf die Anbauabstände insbesondere der Erbse in Hauptfruchtposition sowie die hohen Saatgutkosten. Auf Grund der Ertragsziele sind die Ansprüche an Bodenbearbeitung, Aussaat und Wasserversorgung hoch.

#### **Klima**

Abnehmende Trockentoleranz in der Reihe: > Bohne > Wicke, Erbse

#### **Boden**

Höhere Bodenansprüche: gute und beste Standorte im Flachland

#### **Aussaat**

Saatmengen 60 – 80 kg/ha Sommerwicken + 80 – 100 kg/ha Futtererbsen + 30 – 40 kg/ha Ackerbohnen (in trockenen Lagen Ackerbohnen und Wicken reduzieren), Saatzeitpunkt vor dem 20. Juli optimal bis Ende Juli möglich, Saattiefe: 3 – 4 cm

#### **Nutzung**

Futterernte: bei 50 % Blüte der Leguminosen, gutes Grünfutter.

### **Landsberger Gemenge**

Das Landsberger Gemenge besteht aus Inkarnatklee, Welschem Weidelgras und Winterwicke. Es nutzt als überwinterndes Zwischenfruchtgemenge die Herbst- und Winterniederschläge gut aus. Der späte Nutzungszeitpunkt zur Futtergewinnung im Frühjahr dürfte jedoch nur noch mit einem späten Gemüseanbau harmonisieren. Der Futterwert ist hoch. Die Nachnutzung des Weidelgrases in weiteren Schnitten ist nur mit einer kräftigen Stickstoffversorgung erfolgversprechend. In Abwandlung der Gemengezusammensetzung kann auf den Inkarnatklee verzichtet werden, was die Winterfestigkeit des Gemenges verbessert. Dabei sollte die Aussaatmenge der Winterwicke verdoppelt werden.

## Boden

Bodenansprüche sind mäßig

## Aussaat

Saatmenge Inkarnatklee 20 kg/ha + Welsches Weidelgras 20 kg/ha + Winterwicken 20 kg/ha, Saatzeit Mitte August bis Anfang September

## Nutzung

Schnitt später als Grünroggen.

## Wickroggen

Das Gemenge aus Winterroggen und Winterwicken eignet sich für leichte Böden. Der Futterwert ist (Beginn Blüte der Wicken) etwas niedriger einzustufen als bei reinen Roggenbeständen, die früher geerntet werden. Die Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern ist hoch. Die Nachnutzung des Schlages auf Grund der späten Bestellmöglichkeiten jedoch schwierig.

## Aussaat

Saatmenge 60 kg/ha Winterwicke + 120 kg/ha Roggen, Aussaat Anfang bis Mitte September, Saattiefe 3 cm (Ansprüche der Wicke: 3 – 5 cm, Roggen: 1 – 2 cm).

## Gräser + Kleearten

Beispiele für Gemenge aus Gräsern und Kleearten können der Tabelle 36 entnommen werden.

Tabelle 36: Klee und Gräser im Gemenge für den Sommer- und Winterzwischenfruchtbau

| Form                                 | Mischung             | Saatmenge (kg/ha)                            | Aussaat                                  | Anmerkung   |  |
|--------------------------------------|----------------------|--|--|---|--|
| Sommerzwischenfruchtbau              | Stoppelsaat          | Einjähr. Weidelgras                          | 15                                       | <u>für Futternutzung:</u><br>bis Anfang August  | Herbstnutzung und überjährigen Anbau, große Wurzelmasse, dichte Bodenbedeckg., silierfähiger Aufwuchs, Beweidung möglich |
|                                      |                      | + Welsches Weidelgras                        | 30                                       | <u>für Gründüngung:</u><br>Ende August  |  |
|                                      |                      | Einjähr. Weidelgras oder Welsches Weidelgras | 20                                       | <u>für Futternutzung und Gründüngung:</u><br>August                                   | hochwachsend, mehrschnittig, gutes Futter für Beweidung und Frischfuttermittelbereitstellung                             |
|                                      |                      | + Perserklee                                 | 15                                       |   |  |
|                                      |                      | Einjähr. Weidelgras                          | 20                                       | <u>für Futternutzung:</u><br>Anfang August<br><u>für Gründüngung:</u><br>Mitte August | 1. Schnitt nach ca. 8 Wochen, guter Grasnachwuchs, Bodenbedeckung  |
| + Futtererbse oder<br>+ Sommerwicken | 80<br>40             |  |  |   |  |
|                                      | Deutsches Weidelgras | 20   | <u>für Gründüngung:</u><br>Anfang August | gute Durchwurzelung, wenig Aufwuchs   |  |
|                                      | + Inkarnatklee       | 10   |  |   |  |

Fortsetzung Tabelle 36

| Form                    | Mischung  | Saatmenge (kg/ha) | Aussaat   | Anmerkung  |
|-------------------------|---|-------------------|---|--|
| Untersaat               | Welsches Weidelgras<br>+ Weißklee   | 12<br>4           | Aussaat so früh wie möglich, bei Sommergerste etwas verzögert | geringer Aufwand, preiswert, Eignung für alle Getreidearten, Nutzung als Grünfutter, Silage, zur Beweidung und als Gründüngung, Starker Massezuwachs unt. Deckfrucht   |
|                         | Deutsches Weidelgras (mittelspät)<br>+ Weißklee   | 12<br>4           | Aussaat so früh wie möglich, bei Sommergerste etwas verzögert | gute Durchwurzelung, Eignung für alle Getreidearten, Nutzung zur Gründüngung, schwacher Massezuwachs unter Deckfrucht  |
|                         | Welsches Weidelgras<br>+ Weißklee<br>+ Rotklee  | 12<br>2<br>3      | mit Ausnahme der Sommergerste für alle Getreidearten          | starker Massezuwachs unter Deckfrucht, Nutzung als Futter durch Beweidung und Silierung, Nutzung als Gründüngung   |
|                         | Welsches Weidelgras<br>+ Weißklee<br>+ Gelbklee   | 12<br>2<br>6      | Aussaat so früh wie möglich, bei Sommergerste etwas verzögert | Starker Massezuwachs unter Deckfrucht, Eignung bes. für kalkreiche Böden (pH 7)  |
| Winterzwischenfruchtbau | <u>Landsberger Gemenge:</u><br>+ Welsches Weidelgras<br>+ Zottelwicke<br>+ Inkarnatklee | 30<br>20<br>20    | Mitte August bis Anfang September                             | <u>Vorteile:</u><br>sichere und sehr hohe Erträge, gute Futterqualität für Wiederkäuer,<br><u>Nachteile:</u><br>relativ späte Ernte ab Mitte Mai, somit eingeschränkte Auswahl an Nachfrüchten, hoher Wasserbedarf |

Quelle: nach NEUERBURG & PADEL (1992), RENIUS et al. (1992)

## 4 Literatur

- ADVANTA GERMANY (2003): Zwischenfrüchte. Internetpräsentation: [www.advantaseeds.de](http://www.advantaseeds.de)
- AID (Hrsg.) (2003): Zwischenfrüchte im umweltgerechten Pflanzenbau. Internetpräsentation: [www.aid.de](http://www.aid.de)
- AIGNER, A. (1994a): Arten- und Sortenwahl für den Zwischenfruchtanbau. SuB Nr. 06-07, IV-1 – 8
- AIGNER, A. (1994b): Gräser und Mischungen mit Klee ertragreich und wertvoll. Zwischenfrüchte erzeugen zusätzliches Grundfutter. DLZ 45, 28-31
- ANONYMUS (2002): Roggen. Grundlagen Pflanzenbau. Internetpräsentation: [www.nrw.oekolandbau.de](http://www.nrw.oekolandbau.de)
- AZAM, F., HAIDER, K. & K. A. MALIK (1985): Transformation of  $^{14}\text{C}$ -labelled plant components in soil in relation to immobilization and remineralisation of  $^{15}\text{N}$ -fertilizers. Plant and Soil 86, 15-25
- BACHTHALER, G. u.a. (1987): Pflanzliche Erzeugung. Landwirtschaftsverlag, München
- BAEUMER, K. (1981): Tillage effects on root growth and crop yield. Agricultural Yield Potentials in Continental Climates; Proceedings of the 16<sup>th</sup> Coll. of the International Potash Institute, Warsaw/Poland, 57-75
- BAUMANN, H. (1954): Anbau und Erfolgswirkung der Gründüngung auf Sandböden. Dt. Landwirtschaft 5, 354-358
- BECK, Th. (1974): Der Einfluß langjähriger Monokultur auf die Bodenbelebung im Vergleich zur Fruchtfolge. Landwirtschaftliche Forschung, SH 31/2, 268 – 277
- BERENDONK, C. (1985): Beweidungsversuche mit Ölrettich sowie mehreren Rapssorten unterschiedlichen Blatt/Stengel-Verhältnisses und Glucosinolatgehaltes. Das Wirtschaftseigene Futter 31, 165-173
- BERENDONK, C. (1995): Umweltfreundliche und qualitätsorientierte Futterproduktion: Zwischenfrüchte sind nicht nur Lückenbüßer. Rinderwelt 20, 26-27
- BERENDONK, C. (2003a): Zwischenfruchtanbau - Allgemeine Anbauhinweise. Zwischenfrüchte für die Gründüngung. Landwirtschaftszentrum Haus Riswick. Internetpräsentation: [www.riswick.de](http://www.riswick.de)
- BERENDONK, C. (2003b): Zwischenfruchtanbau – Sortentyp bestimmt Futterqualität. Landwirtschaftskammer Rheinland, FB Grünland und Futterbau, Kleve, Internetpräsentation: [www.riswick.de](http://www.riswick.de)

- BERGER, G. & H. KRETSCHMER (1991): Zwischenfruchtanbau – immer eine Maßnahme zur Verringerung der Nitratauswaschung? *Feldwirtschaft* 32, 462-464
- BESTE, A. & U. HAMPL (1999): Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung, Forschung für ein Leben aus gesunder Erde. Stiftung Ökologie und Landbau, Bad Dürkheim (Hrsg.)
- BLUME, H.-P. (Hrsg.) (2002): Handbuch der Bodenkunde. Loseblattsammlung, Verlag ecomed, Landsberg
- BOGUSLAVSKI, E. v. (1954): Zwischenfruchtbau und Bodenfruchtbarkeit. *DLG Archiv* 13, Frankfurt/M., 129-143
- BÖHM, H. (2001): Bodenseparierung mit integriertem Zwischenfruchtanbau und variiertes organischer Düngung im ökologischen Kartoffelanbau. In: H. J. REENTS: Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Verlag Dr. Köster, Berlin, 269-272
- BOMMER, D. (1955): Untersuchungen über die Ernterückstände von Feldfutterpflanzen in verschiedenen Höhenlagen. *Z. f. Acker- u. Pflanzenbau* 99, 239 – 258
- BREUNIG, W., B. MÄRTIN & E. WOJAHN (1986): Futterproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin
- BREUNIG, W., B. MÄRTIN & E. WOJAHN (1988): Pflanzenproduktion. Futterproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin
- BURKHARDT, H.(1956): Über den Einfluss der Futternutzung auf die Gründüngungswirkung verschiedener Zwischenfrüchte. *Z. f. Acker- u. Pflanzenbau* 100, 67-76
- BURKHARDT, H.(1957): Über die Gründüngungswirkung verschiedener Untersaaten. *Z. f. Acker- u. Pflanzenbau* 104, 315-326
- DACHLER, M. & A. KÖCHL (1994): Die Wirkung verschiedener Gründüngungspflanzen auf Ertrag und Erlös der Folgekultur. *Bodenkultur* 45, H. 2, 139-146
- DEBRUCK, J. (1979): Die Bedeutung des Zwischenfruchtanbaues für das Nährstoffangebot und die Bewertung organischer Ernterückstände hinsichtlich ihrer Nährstoffwirkung. *Kali-Briefe* 14 (7), 495-508
- DEMMLER, D. (2003): Gezielte Auswahl von Zwischenfrüchten. *Kartoffelbau* 54, 270-273
- DIE WISSENSBRÜCKE: Die Kornrade – Blume des Jahres 2003. Internetpräsentation: [www.wissensbruecke.de](http://www.wissensbruecke.de)
- DIERAUER, H. (2000): Sonnenblumen. Merkblatt, FiBL: Internetpräsentation: [www.fibl.ch](http://www.fibl.ch)

- DSV – DEUTSCHE SAATVEREDLUNG (2003): Zwischenfrüchte. Internetpräsentation: [www.dsv-saaten.de](http://www.dsv-saaten.de)
- EBERT, D. (1958): Zur Bodenbearbeitung im Stoppelfruchtanbau. Die Deutsche Landwirtschaft 8, 376-378
- EHRENDPFORDT, V. (1962): Wert und rentable Ausnutzung einer Gründüngung zu Kartoffeln. Tag.-Ber. Dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin Nr.44, 125-133
- EICHLER, B. (1997): Phosphataufnahme von Zwischenfrüchten und deren Beitrag zur Nutzung akkumulierter Phosphate im Boden unter Low-Input-Bedingungen. Diss., Rostock
- ENTRUP, N. & J. OEHMICHEN (2000): Lehrbuch des Pflanzenbaus, Bd. 2: Kulturpflanzen. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen
- ESTLER, M. & H. KNITTEL (1996): Praktische Bodenbearbeitung. DLG-Verlag, Frankfurt
- FAßBENDER, K. (1998): Strategien zur Reduzierung der Nitratverlagerung auf ökologisch bewirtschafteten Betrieben im ersten und zweiten Jahr nach Klee grasumbruch. Diss., Univ. Bonn, Verlag M. Wehle, Witterschlick/Bonn
- FISCHER, D. v. (1990): Hinweise für den Feldfutterbau sowie den Zwischenfruchtbau zur Futternutzung und Gründüngung. Landwirtschaftskammer Rheinland, 13. Auflage
- FREYER, B. (2003): Fruchtfolgen. Verlag E. Ulmer, Stuttgart
- FYSON, A. & A. OAKS (1990): Growth promotion of maize by legume soils. Plant and Soil 122, 259 – 266
- GEISLER, G. (1988): Pflanzenbau – Lehrbuch Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion. Verlag Paul Parey, Berlin
- GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER LUPINE e. V. (Hrsg.) (2003): Lupinen - Verwertung und Anbau. Rastatt, 32 S.
- GRIEBEL, J. (1983): Landtechnische Aspekte bei variiert er Bodenbearbeitung. Tagungsbericht zum Symposium am 12. und 13. April 1983, Justus-Liebig- Univ., Gießen, 64-78
- GRUBER, W. (1996): Geräte zur Stoppelbearbeitung. Getreide Magazin 3, 8-10
- GUTSER, R., & K. VILSMEIER (1988): Mineralisation verschiedener Zwischenfrüchte und N-Verwertung durch Pflanzen. Kali-Briefe 19 (3), 199-211
- HAAS, G. (2001): Organischer Landbau in Wasserschutzgebieten: Leistungsfähigkeit und Optimierung des pflanzenbaulichen Stickstoffmanagements. Habil., Univ. Bonn, Verlag Dr. Köster, Berlin

- HAAS, G. (2003): Leistungsfähigkeit von Winter-Zwischenfrucht-Leguminosen. In: B. FREYER: Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Universität f. Bodenkultur, Wien, 515-516
- HAMPEL, U. (1996): Gründüngung. Leopold Stocker Verlag, Graz
- HASELHOFF, E., F. HAUN & W. ELBERT (1930): Versuche der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Harleshausen. Die Landwirtschaftlichen Versuchstationen CX, 247 – 289
- HEYLAND, K. U. (1996): Spezieller Pflanzenbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- HOF, C. & R. RAUBER (2003): Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau. BLE, Bonn
- HOFFMANN, B. (1995): Vor Hauptfruchtmais eine abfrierende Zwischenfrucht. Bauernzeitung Nr. 15, 20-21
- HUGGER, H. (1989): Sonnenblumen: Züchtung, Anbau, Verarbeitung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- HYDRO AGRI (Hrsg.) (1993): Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup
- I.G. PFLANZENZUCHT GMBH (2003): Sorteninfo 2003. Internetpräsentation: <http://igpflanzenzucht.de>
- JANZEN, H. H. & G. B. SCHAALJE (1992): Barley response to nitrogen and non-nutritional benefits of legume green manure. Soil and Plant 142, 19 – 30
- JUSTUS, M. & U. KÖPKE (1990): Drei Strategien zur Minderung von Nitratverlusten beim Anbau von Ackerbohnen. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 3, 187-190
- KAHNT, G. (1983): Gründüngung. DLG-Verlag, Frankfurt (Main)
- KAHNT, G. (1986): Biologischer Pflanzenbau. Möglichkeiten und Grenzen biologischer Anbausysteme. Stuttgart
- KAINZ, M., S. KIMMELMANN & H.-J. REENTS (2003): Bodenbearbeitung im Ökolandbau - Ergebnisse und Erfahrungen aus einem langjährigen Feldversuch. In: FREYER, B. (Hrsg.): Beiträge 7. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau: Ökologischer Landbau der Zukunft. Univ. für Bodenkultur, Institut für Ökologischen Landbau, Wien, 33-36
- KÄMPF, R., E. NOHE, K. PETZOLD & J. SNEYD, (1985): Feldfutterbau. DLG-Verlag, Frankfurt (Main)
- KÄNKÄNEN, H. J., H. J. MIKKOLA & C. I. ERIKSSON (2001): Effect of sowing technique on growth of undersown crop and yield of spring barley. J. Agronomy & Crop Science 187, 127-136

- KLIMANEK, E.-M. (1987): Ernte- und Wurzelrückstände landwirtschaftlich genutzter Fruchtarten. Wissenschaftliche Einzelveröffentlichung, Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit, Müncheberg
- KLITSCH, C. (1960): Der Futterbau. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
- KÖHNLEIN, J. & H. VETTER (1953): Ernterückstände und Wurzelbild. Verlag Paul Parey, Hamburg
- KOLBE, H. (2003): Aufnahme und Auswertung von Dauerversuchen. Datenbasis. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Pflanzliche Erzeugung, Leipzig
- KÖNEKAMP, A. (1948): Der Zwischenfruchtbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- KÖNIG, U. J. (1996): Zwischenfruchtbau von Leguminosen. Verfahren zur Minimierung der Nitratausträge und Optimierung des N-Transfers in die Folgefrüchte. Schriftenreihe des Instituts für biologisch-dynamische Forschung 6, Darmstadt
- LABER, H. (2001): Fruchtfolge und Gründüngung im ökologischen Gemüsebau. Infodienst für Beratung und Schulung der Sächsischen Agrarverwaltung Nr. 8, 53-63
- LABER, H. (2002): Kalkulation der N-Düngung im ökologischen Gemüsebau. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 7, Heft 6
- LEITHOLD, G. & J. HÜLSBERGEN (1998): Humusbilanzierung im ökologischen Landbau. Ökologie & Landbau 105, 32-35
- LICHTENHAHN, M. & H. DIERAUER (2000): Buchweizen. Merkblatt, FiBL: Internetpräsentation: [www.fibl.ch](http://www.fibl.ch)
- LOGES, R., DREYMAN, S. & St. WICHMANN (2002): Leguminosenanbau richtig machen. Bioland Nr. 1, 14-15
- LÜDDECKE, F. (1960): Der Anbau von Winterzwischenfrüchten. Versuchs- und Untersuchungsergebnisse 1954-1957. Institut für landwirtschaftliches Versuchs- und Untersuchungswesen, Rostock, 377-447
- LÜDDECKE, F. (Hrsg.) (1976): Ackerfutter. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin
- MANNSFELD, K. (1992): Naturräumliche Gliederung Sachsens. In: Sächs. Heimatblätter, Nr. 3, Sächsisches Druck- und Verlagshaus, Dresden, 176-182
- MARTIN, F. (1926): Analytische Studien über Gründüngung. Kühn-Archiv 12, 146 – 204
- MERKELBACH, H. (1990): Die Möglichkeiten des Einsatzes von Untersaaten zur Unkrautunterdrückung sowie Konkurrenzwirkungen von Unkraut und Untersaat auf die Ertragsbildung des Winterweizens. Diss., Univ. Bonn

- MITSCHERLICH, E. A. & N. ATANASIU (1951): Zur Wirkung der Gründüngung. Z. f. Acker- u. Pflanzenbau 94, 326-344
- MÖLLER, K. & H. J. REENTS (1999): Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte nach Körnererbsen auf die Nitratdynamik im Boden und das Wachstum der Folgefrüchte Kartoffeln und Weizen im ökologischen Landbau. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 12, 119-120
- MÜLLER, P. (1986): Pflanzenproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin
- NEUERBURG, W. & S. PADEL (1992): Organisch-biologischer Landbau in der Praxis. BLV Verlagsgesellschaft, München
- NIKLAS, W. (1975): Untersuchungen über den Einfluss der Strohbeseitigung, Gründüngung und Bodenbearbeitung bei Weizen-Monokultur. Diss. Univ. Hohenheim
- NITZSCHE, O. (2002): Stoffaustragsmindernde Bestellverfahren im sächsischen Einzugsgebiet der Elbe. Abschlussbericht, BMBF-Vorhaben, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig
- NORDDEUTSCHE SAAT-UND PFLANZGUT AG (2003): Sortenratgeber 2003/04: Saatgut aus Ökologischem Landbau. Norddeutsche Saat- u. Pflanzgut AG, Neubrandenburg
- PAUL, E.A. & E.F. CLARK (1988): Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press, San Diego, USA.
- PFEIL, J. D. (2000): Sonnenblumen sind gute Zwischenfrüchte. Landwirtschaft ohne Pflug Nr. 4, 10-12
- PICKERT, J. (1992): Zwischenfrüchte: Was sie leisten, was sie kosten. Top agrar Spezial Nr. 7, 20-22
- POMMER, G., TH. BECK, T. BOCHERT & U. HEGE (1982): Auswirkungen von Zwischenfruchtanbau und Strohdüngung auf Ertragsleistung, Bodenstruktur und Bodenmikroorganismenaktivität in einseitigen Getreidefruchtfolgen. Bayr. Landw. Jahrb. 59, 718-734
- PREUSCHEN, G. & K. BERNATH (1983): Die Kunst der Gründüngung. Leopold Stocker Verlag, Graz
- PROBST, G. & M. PROBST (1982): Praktische Gründüngung für Landwirtschaft, Gartenbau, Sonderkulturen. Edition Siebeneicher, Volkswirtschaftlicher Verlag, München
- RAMHARTER, R., G. BESENHOFER & J. BOXBERGER (2001): Vergleich konventioneller Pflug mit Zweischichtpflug im Hinblick auf Zugkraft- und Energiebedarf. In: REENTS, H. J. (Hrsg.): Von Leit-Bildern zu Leit-Linien. Bei-

- träge zur 6. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin, 361-363
- RAUHE, K. (1959): Über die Bedeutung einer ordnungsgemäßen Stoppelbearbeitung. Die Deutsche Landwirtschaft 7, 351-353
- RENIUS, W., E. LÜTKE ENTRUP & N. LÜTKE ENTRUP (1992): Zwischenfrucht-  
bau zur Gründüngung und Futtergewinnung. DLG-Verlag, Frankfurt (Main)
- ROEMER, T. & A. SCHEIBE (1952): Ackerbaulehre. Verlag Paul Parey, Berlin
- RUDLOFF-FELDSAATEN GmbH (2003): Grünfutter- und Gründüngungssaaten.  
Internetpräsentation: [www.rudloff.de](http://www.rudloff.de)
- RUNGE, M. (1993). Anbau von Buchweizen für die Körnerproduktion. Neue  
Landwirtschaft Nr. 5, 41-42
- SAATEN UNION (1992): Zwischenfrüchte mit vielfältigem Nutzen. Saaten Union,  
Hannover
- SAATEN-UNION (1994): Leguminosen - Neue Chancen durch Züchtungsfort-  
schritt. Saaten Union, Hannover
- SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2003): Sor-  
teninformation 2003. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dres-  
den
- SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2000): Manage-  
mentunterlagen Sommerzwischenfrüchte: Ölrettich, Senf, Phacelia. Säch-  
sische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- SCHEFFER, F. (1941): Agrikulturchemie, Teil C: Humus und Humusdüngung.  
Verlag Enke, Stuttgart
- SCHEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1989): Lehrbuch der Bodenkunde.  
Verlag Enke, Stuttgart
- SCHEIBE, A. (Hrsg.) (1953): Pflanzenbaulehre, Handbuch der Landwirtschaft.  
Bd. 1 u. 2, Verlag Paul Parey, Berlin
- SHELLER, E. (1994): Die Stickstoffversorgung der Pflanzen aus dem Stickstoff-  
stoffwechsel des Bodens. Margraf Verlag, Weikersheim
- SCHLIEPHAKE, W. (2002): Vermeidung von Stickstoffverlusten durch effiziente  
Nährstoffverwertung, Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für  
Landwirtschaft 7, H. 11, 52-62
- SCHMIDT, H. (1997): Viehlose Fruchtfolge im ökologischen Landbau. Diss., Univ.  
Kassel, Witzenhausen
- SCHMIDT, W. & M. PETRERHÄNSEL (1993): Als Futterpflanze viele Wenn und  
Aber. Neue Landwirtschaft Nr. 9, 68-69

- SCHMITT, L., K. TRINKS, U. OVERMEYER & T. DEWES (1995): Einfluss von Leguminosen-Untersaaten auf die Leistung von Winterweizenbeständen des Ökologischen Landbaus. In: H. HOFFMANN & S. MÜLLER: Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin, 105-108
- SCHÖBERLEIN, W., H. MATTHIES & E. BETTAC, (1994): Untersuchungen zum reduzierten N-Austrag von Ackerbohnenbeständen. Mitt. Ges. Pflanzenbauwissenschaften 7, 41-44
- SCHULTE, D. (1981): Die Entwicklung der unter- und oberirdischen Pflanzenmasse bei Zwischenfrüchten in Abhängigkeit von Standort und Saatzeit. Diss., Bonn
- SEIFFERT, M. (Hrsg.) (1968): Landwirtschaftlicher Pflanzenbau. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin
- SIEBENEICHER, G. E. (Hrsg.) (1993): Handbuch für den biologischen Landbau: Das Standardwerk für alle Richtungen und Gebiete. Naturbuch – Verlag, Augsburg
- SIMON, W. (1977): Zwischenfruchtanbau – eine wichtige futterbauliche Maßnahme. agra-buch, Markkleeberg
- STADELMANN, F. X., O. J. FURRER, S. K. GUPTA & P. LISCHER (1983): Einfluss von Bodenart, Bodennutzung und Bodentemperatur auf die N-Mobilisierung von Kulturböden. Z. Pflanzenernährung, Bodenkunde 146, 228-242
- STIFTUNG NATURSCHUTZ HAMBURG UND STIFTUNG ZUM SCHUTZE GEFÄHRDETER PFLANZEN: Blume des Jahres – Kornrade. Internetpräsentation: [www.stiftung-naturschutz-hh.de](http://www.stiftung-naturschutz-hh.de)
- SYNGENTA (2002): Syngenta Agro Kulturen Arznei- und Gewürzpflanzen – Buchweizen. Internetpräsentation: [www.syngenta.de](http://www.syngenta.de)
- TORNAU, J. (1999): Zwischenfrüchte: Unverzichtbar für die Fruchtfolge. H G Post Nr. 6, 14 - 16
- TORNAU, J. (2000): Nach Getreide Zwischenfrüchte anbauen. H G Post Nr. 7, 18 – 20
- VETTER, H. (1955): Die Ernterückstände der wichtigsten Kulturpflanzen. Die Dt. Landwirtschaft 6, 68 – 72
- VOIGTLÄNDER, G. & H. JACOB, (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- WEBER, A., R. GUTSER, U. SCHMIDHALTER & G. HENKELMANN (2000): Unvermeidbare NH<sub>3</sub>-Emissionen aus mineralischer Düngung (Harnstoff) und

Pflanzenmulch unter Verwendung einer modifizierten Messtechnik. VDLU-FA-Schriftenreihe 55, Teil 2, 175 – 182

WUNDERLICH, B., K. SCHMIDTKE & R. RAUBER (1992): Differenzierte Klee-grasuntersaaten in Winterroggen – Wirkungen auf Ackerbegleitflora und Stickstoffhaushalt. Mitt. Ges. f. Pflanzenbauwissenschaften 5, 51-54