

SÄVERFAHREN, SAATGUT, AUSSAAT UND BESTANDESAUFBAU

Die Wahl einer geeigneten Sorte trägt zum Betriebserfolg bei. Aber erst eine sorgfältige Saattechnik und Kulturführung lassen das Ertragspotenzial und die Qualitätsanlagen entsprechend zur Geltung kommen. Für die nachfolgende tabellarische Aufstellung wurden eigene Versuchsergebnisse herangezogen, über 400 Publikationen gesichtet sowie Erkenntnisse aus der guten fachlichen Praxis verwertet. Sie bietet eine Orientierung über Saattechnik und Bestandesaufbau landwirtschaftlicher Pflanzenarten mit deren wesentlichsten Nutzungsformen und enthält auch einige Spezialkulturen oder wenig gebräuchliche Arten. Die Zahlenangaben stellen keine für sämtliche Fälle gültige Norm dar, sind aber für die überwiegende Mehrheit der Anbaubedingungen geeignet. Saatstärke, Saattermin und die Verteilung der Pflanzen auf der Fläche beeinflussen die Ausbildung der Ertragskomponenten.

Wenn auch der alte bäuerliche Ausspruch „Wie die Saat, so die Ernte“ in dieser Absolutheit nicht zutrifft, so ist doch mit vielfältigen quantitativen und qualitativen Einflüssen auf das Ernteergebnis zu rechnen. Die Kenntnis der anzusteuernenden Optimalbereiche und Korrekturmöglichkeiten ist ein wesentlicher Aspekt pflanzlicher Produktion.

Die notwendige Saatstärke, die Saatmenge, der Feldaufgang, der Kornablageabstand in der Reihe und die Bestandesdichte, können aus unterschiedlichen Parametern errechnet werden, die wichtigsten Formeln sind nachstehend angegeben.

Säverfahren, Sätechnik: Ein Pflanzenbestand wird durch den Abstand der Körner zueinander und die Saattiefe begründet. In Abhängigkeit von der jeweiligen Pflanzenart zielt die Sätechnik auf eine möglichst gleichmäßige Verteilung und Tiefenablage des Saatgutes ab, um so den Samenkörnern günstige Bedingungen für die Keimung und das Auflaufen zu schaffen. Vielfältige technische Lösungen versuchen pflanzenbauliche und arbeitswirtschaftliche Erfordernisse in Einklang zu bringen: Drillsaat, Bandsaat mittels Säscharen, Breitsaat mittels Säscharen oder Säschiene, Bandsaat oder Breitsaat in den abfließenden Erdstrom von Fräsen oder Zinkenrotoren und Einzelkornsaat. Für manche Arten sind in der Praxis sowohl Drill- als auch Einzelkornsaat gebräuchlich. Je mehr Körner auf der Flächeneinheit abzulegen sind, desto schwieriger wird der Einzelkornanbau. Saatgut von Gründungspflanzen wird mitunter auch in Breitsaat auf die Bodenoberfläche ausgebracht, für Kartoffelpflanzgut werden Legemaschinen eingesetzt.

Technische Saatgutereinheit (Gew.-%): Für die Saatmengenberechnung kann der Prozentsatz der Reinheit unberücksichtigt bleiben, eine Ausnahme wäre allenfalls bei manchen Gräsern zu machen. Die gesetzlich vorgeschriebene technische Mindestreinheit von Originalsaatgut (Zertifiziertem Saatgut) beträgt bei den Getreidearten, Mais, Erbse, Ackerbohne, Sojabohne, Sonnenblume, Raps 98 %, bei Lein 99 %, bei Gräsern zwischen 75-97 % und bei kleinsamigen Leguminosen 95-97 %. Diese Mindestnormen werden von Originalsaatgut meist deutlich überschritten. Weiters bestehen für bestimmte Unkrautarten und gefährliche Verunreinigungen (Mutterkorn) Grenzen des höchstzulässigen Besatzes. Bei wirtschaftseigenem Saatgut (Eigennachbau) ist mit erhöhter Kontamination durch Unkrautsamen und andere Verunreinigungen zu rechnen (AGES – Institut für Saatgut).

Keimfähigkeit (Zähl-%): Die Keimfähigkeit wird in einem standardisierten Labortest als Prozentsatz normal gekeimter Körner an der Gesamtzahl der untersuchten reinen Samenkörner ausgedrückt. Die gesetzlich vorgeschriebene Mindestkeimfähigkeit von Originalsaatgut beträgt bei den Getreidearten 85 % (ausgenommen Triticale: 80 %), bei Mais 90 %, bei Gräsern 70-80 %, bei Sonnenblume, Raps und Öllein 85 %, bei Hirsen, Ackerbohne, Erbse und Sojabohne 80 %, bei kleinsamigen Leguminosen 75-80 % und bei genetisch monogermen Beta-Rüben 80 %. Zumeist werden diese Werte deutlich überschritten. Bei wirtschaftseigenem Saatgut (Eigennachbau) ist je nach Produktionsbedingungen wie z.B. Krankheitsbefall, Ausmaß der Lagerung, Abreifewitterung, Erntetechnik, Aufbewahrung mit zu hohen Feuchtigkeitswerten, überhöhte Trocknungstemperaturen häufig mit signifikant niedrigerer Keimfähigkeit zu rechnen (AGES – Institut für Saatgut). Bei bespelzten Getreidearten, deren Vesen mehr als ein Korn enthält (Dinkel, Emmer), beträgt die Keimfähigkeit (keimfähige Körner/100 Vesen) rechnerisch mehr als 100 %.

Triebkraft (Zähl-%): Unter Triebkraft versteht man die Keimfähigkeit unter suboptimalen Keimbedingungen (z.B. kühle Temperaturen), wie sie in der Praxis oftmals auftreten. Die Triebkraft gibt eine präzisere Information über den Saatgutwert als die Keimfähigkeit. Wegen des höheren Aufwandes werden Triebkraftanalysen aber nicht regelmäßig vorgenommen. Meist steht der Feldaufgang mit der Triebkraft in einem engeren Zusammenhang als mit der Keimfähigkeit. Druschverletzungen und andere mechanische Schädigungen, zu hohe Trocknungstemperaturen und eine Überlagerung des Saatgutes können die Triebkraft stärker mindern als die Keimfähigkeit. Großfallendes Getreidesaatgut, insbesondere dann, wenn

es auch überdurchschnittliche Eiweißgehalte aufweist, ist triebkräftiger als schlecht ausgebildete Kümmerkörner.

Gesundheitszustand (Zähl-%, Sporen/Korn): Darunter versteht man das Ausmaß der Kontamination mit samenbürtigen Erregern wie beispielsweise Flugbrand, Steinbrand, Roggenstängelbrand, Schneeschimmel, *Fusarium* sp., Streifenkrankheit der Gerste, *Septoria*-Spelzenbräune des Weizens oder Brennfleckenkrankheit der Erbse. Sofern der Grenzwert nicht überschritten wird, ist eine Sanierung infizierter Saatgutproben mittels geeigneter chemischer Behandlung (Beizung) möglich. Allerdings weisen auch die Beizmittel einen begrenzten Wirkungsgrad auf. Die ökologisch günstigste Maßnahme ist die Verwendung von gesundem Saatgut. Eigennachbau von Weizen und Gerste ist insbesondere mit Flug- und Steinbrand sowie Streifenkrankheit signifikant stärker verseucht (AGES – Institut für Saatgut).

Tausendkorngewicht (g): Das Tausendkorngewicht der landwirtschaftlichen Pflanzenarten variiert zwischen 0,08-0,15 g bei Straußgräsern und 250-570 g bei Ackerbohne. Das Tausendkorngewicht ist als Mittelwert eine sortentypische Größe, einen erheblichen Einfluss üben aber weitere Faktoren wie Nährstoffversorgung, Witterung, zeitliche Dauer der Einkörnungsphase, Bestandesdichte, Lagerung, Krankheitsbelastung usw. aus. Die in der Übersicht aufgezeigten Spannweiten beziehen sich auf das in Österreich zugelassene bzw. verbreitete Sortiment – selten auftretende Extremwerte wurden ignoriert – und berücksichtigen übliche Feuchtigkeitsgehalte des Saatgutes. Aber auch die Körner innerhalb einer Saatgutpartie zeigen in Abhängigkeit vom mitunter inhomogenen Boden des Vermehrungsbestandes sowie der eingenommenen Position am Fruchtstand (z.B. Ährenspitze oder Ährenmitte bei Getreide) ein variables Einzelgewicht. Insbesondere bei Körnerleguminosen ist der Aspekt der Saatgutkosten durch unterschiedliches Korngewicht beachtenswert. Vielfach wird das Tausendkorngewicht bereits am Saatgutsack oder sonstigen Behältnis vermerkt, ansonsten ist für Drillsaaten eine eigene Feststellung empfehlenswert. Bei einigen bespelzten Getreidearten (Dinkel, Emmer, Einkorn) ist anstelle des Tausendkorn- mit dem Tausendvesengewicht zu rechnen.

Saatstärke, Saatlänge, Saatlänge, Saatlänge (Keimfähige Körner/m²): Die Saatstärke wird ausgedrückt als Zahl keimfähiger Körner/m², diese ist von der Saatmenge zu unterscheiden. Die Saatstärke variiert von weniger als 2 (Ölkürbis) bis über 1.000 Körner/m² (Gräser, kleinsamige Leguminosen, Faserlein). In den vergangenen Jahrzehnten wurden die empfohlenen Saatstärken und Saatmengen aufgrund veränderter Anbautechnik, verbesserter Triebkraft des Saatgutes und aus Kostengründen je nach Pflanzenart um 10 bis über 40 % abgesenkt. Die optimale Aussaatstärke unterliegt einer mehr oder minder größeren Spannweite und hängt beispielsweise von der Bodenart, der Vorfrucht, dem Anbautermin, der Güte des Keimbettes, dem Säverfahren und der Gefährdung durch Vogel- und Hasenfraß ab. Auch genetische Einflüsse infolge unterschiedlicher Bestockungsfähigkeit (Getreide), Verzweigungsfähigkeit (Ackerbohne, Lupine usw.) oder variabler Ertragsstruktur sind nachgewiesen. Die notwendige Zielpflanzenzahl, der erwartete Feldaufgang, die Pflanzenverluste über den Winter bzw. während der Vegetationszeit (z.B. durch Striegeln) sind die Hauptpunkte der Überlegungen, auch die örtlichen Erfahrungen sind wertvoll. Unter sehr günstigen bzw. ungünstigen Verhältnissen können die angegebenen Bereiche noch unter- bzw. überschritten werden. Eine allzu starke Reduktion der Saatlänge ist aber wegen der Tendenz zu vermehrtem Unkrautdruck und inhomogener Bestandesabreife nicht empfehlenswert. Überhöhte Saatstärken sind andererseits mit dem Risiko der zunehmenden Lagerbelastung und des vermehrten Auftretens pilzlicher Schaderreger behaftet. Allgemein gilt die Grundregel: Je günstiger die Aufgangsbedingungen, umso niedriger ist die Saatlänge zu bemessen. Problematisch ist es, auf Bodentrockenheit mit einer zu hohen Saatlänge zu reagieren; infolge verstärkter Konkurrenz um das Keimwasser kann die Aufgangsrate sinken. Für Breitsaaten auf die Bodenoberfläche mit anschließendem Eggenstrich sind Zuschläge von 20-30 % gegenüber der Drillsaatlänge einzuplanen. Von der Saatlänge ergeben sich Beziehungen zur Ausprägung der Ertragskomponenten. Bei Getreide ist die Saatlänge in Kombination mit der N-Düngung ein wesentliches Instrument der Bestandesführung. In Abhängigkeit von der genotypischen Ausprägung der Ertragsstruktur (z.B. Bestandesdichtetyp bzw. Einzelährentyp bei Getreide), der Standfestigkeit usw. werden mitunter sortenspezifisch variable Saatstärken empfohlen, breit abgesicherte Versuchsergebnisse liegen dazu aber nicht vor. Wo es sich um unterschiedliche Sortentypen handelt wie z.B. bei Mais (frühreife bzw. spätreife Sorten), Ackerbohne (indeterminierte und determinierte Sorten), Wintergerste (zweizeilige und mehrzeilige Sorten) ist dies jedenfalls zweckmäßig. Insbesondere bei Gräsern und manchen Kleearten sind Reinsaaten teilweise unüblich oder beschränken sich auf die Saatgutvermehrung; der Anbau in Gemengen erfordert naturgemäß davon abweichende Saatstärken und Saatmengen. Die Reinsaatmengen können jedoch für die Zusammenstellung individueller Mischungen herangezogen werden. Zur Ermittlung der optimalen Saatlänge sind verschiedene Modelle möglich.

$$\text{Saatstärke (keimfähige Körner/m}^2\text{)} = \frac{\text{erwünschte Pflanzenzahl im Frühjahr / m}^2 \times 10.000}{\text{erwarteter Feldaufgang (\%)} \times \text{Überwinterungsquote (\%)}}$$

z. B. Winterweizen: $\frac{250 \times 10.000}{85 \times 90} = 327$ keimfähige Körner/m²

$$\text{Saatstärke bei Endabstand (Samenpillen/ha)} = \frac{\text{erwünschte Pflanzenzahl / ha bei Ernte} \times 100}{\text{erwarteter Feldaufgang (\%)} - \text{Abschlag (Pflanzenverluste bis zur Ernte)}}$$

z. B. Zuckerrübe: $\frac{80.000 \times 100}{90 - 10} = 100.000$ Pillen/ha

$$\text{Saatstärke (keimfähige Körner/m}^2\text{)} = \frac{\text{erwünschte Keimdichte} \times 100}{\text{erwarteter Feldaufgang (\%)}}$$

z. B. Sommergerste: $\frac{285 \times 100}{85} = 335$ keimfähige Körner/m²

$$\text{Saatstärke (keimfähige Körner/m}^2\text{)} = \frac{\text{angestrebte Bestandesdichte (Ähren / m}^2\text{)} \times 10.000}{\text{Feldaufgang (\%)} \times \text{Überwinterungsquote (\%)} \times \text{Beährungsfaktor}}$$

z. B. Winterweizen: $\frac{500 \times 10.000}{85 \times 90 \times 1,9} = 344$ keimfähige Körner/m²

$$\text{Ist - Saatstärke (Ausgesäte keimfähige Körner/m}^2\text{)} = \frac{\text{verbrauchte Saatmenge (kg)} \times \text{Keimfähigkeit (\%)}}{\text{gesäte Fläche (ha)} \times \text{TKG (g)}}$$

z. B. Körnererbse: $\frac{1450 \times 90}{6,0 \times 260} = 84$ keimfähige Körner/m²

Saatmenge (kg/ha): Die Saatmenge differiert zwischen 0,3-0,5 kg/ha bei Amaranth bis über 3.000 kg/ha bei Kartoffel. Sie richtet sich nach der Saatzeit, der Qualität (Keimfähigkeit) und der Korngröße des auszubringenden Saatgutes, dem Anbauverfahren, den Keimbedingungen sowie nach art- und sortenspezifischen Einflüssen wie der zu realisierenden Bestandesdichte, der Nutzungsform usw. Berechnet wird die Saatmenge bei den einzelnen Pflanzenarten in unterschiedlicher Weise, jedenfalls berücksichtigt wird das Tausendkorngewicht. Den Übersichtsangaben zur Saatmenge wurden durchschnittliche Keimfähigkeitswerte von Originalsaatgut und Feldaufgänge bei mittleren bis guten Bodenverhältnissen zugrunde gelegt. Sehr ungünstige Aufgangsbedingungen können auch deutlich höhere Saatmengen erforderlich machen.

$$\text{Saatmenge (kg/ha)} = \frac{\text{erwünschte Zahl keimfähiger Körner / m}^2 \times \text{TKG (g)}}{\text{Keimfähigkeit (\%)}}$$

z. B. Winterweizen: $\frac{330 \times 45}{90} = 165$ kg/ha

z. B. Winterdinkel (Vesensaatgut): $\frac{330 \times 110}{165} = 220$ kg/ha

$$\text{Saatmenge (kg/ha)} = \frac{\text{erwünschte Keimpflanzenzahl / m}^2 \times \text{TKG (g)}}{\text{erwarteter Feldaufgang (\%)}}$$

$$\text{Saatmenge (kg/ha)} = \frac{\text{erwünschte Pflanzenzahl / m}^2 \text{ im Frühjahr} \times \text{TKG (g)} \times 100}{\text{erwarteter Feldaufgang (\%)} \times \text{Überwinterungsquote (\%)}}$$

z. B. Winterkörnererbsen: $\frac{60 \times 4,6 \times 100}{80 \times 85} = 4,1$ kg/ha

Feldaufgang, Aufgangsrate (%): Der Feldaufgang wird im Allgemeinen in Prozent der gesäten Körner ausgedrückt. Manchmal wird auch auf die keimfähigen Körner (Keimpflanzen in % der ausgesäten keimfähigen Körner) bezogen, in diesem Fall wären mehrere Formeln anzupassen. Wegen der vielfältigen Einflussgrößen ist die Abschätzung der erwarteten Aufgangsrate stärker fehlerbehaftet. Bei günstigen Bodenverhältnissen, entsprechender Saatgutqualität und optimaler Sätechnik liegt der Feldaufgang meist zwischen 80-90 % und nähert sich der in der Laboruntersuchung festgestellten Keimfähigkeit. Bei wenig triebkräftigem Saatgut, ausgeprägter Trockenheit, Vernässung, Verschlämmung, niedriger Bodentemperatur (verspäteter Herbstanbau), mangelhaftem Bodenschluss, grobscholligem Saatbett, hohem Anteil an schlecht verteilten Ernterückständen, übermäßig tiefer oder zu seichter Ablage oder bei Breitsaat mit starker Streuung der Ablagetiefe kann der Feldaufgang im Extremfall unter 50 % absinken. Eine gravierende Lückigkeit im Gefolge von Aufgangsproblemen wird ertraglich von den Lückennachbarn nicht mehr gänzlich kompensiert. Im Biolandbau wird das Saatgut im Allgemeinen nicht mit Beizmitteln versehen, hier ist insbesondere bei Herbstsaat häufig mit etwas verminderten Feldaufgängen zu rechnen. Bei Feinsämereien wie beispielsweise Gräsern liegt der Feldaufgang auch bei günstigen Keimbedingungen meist wesentlich unter den Keimfähigkeitswerten. Bei verschlammtem Boden ist die Aufgangsrate dichter gesäeter Bestände höher.

$$\text{Feldaufgang (\%)} = \frac{\text{Anzahl aufgelaufener Pflanzen / m}^2 \text{ (Keimdichte)} \times 100}{\text{Anzahl gesäter Körner / m}^2}$$

z. B. Winterkörnerraps: $\frac{79 \times 100}{95} = 83 \%$ Feldaufgang

$$\text{Feldaufgang (\%)} = \frac{\text{Pflanzen der Zählstrecke} \times 10.000}{\text{Länge der Zählstrecke (m)} \times \text{Reihenweite (cm)} \times \text{Zahl gesäter Körner/m}^2}$$

z. B. Winterkörnerraps: $\frac{32 \times 10.000}{3,0 \times 13,5 \times 95} = 83 \%$ Feldaufgang

Keimdichte (Pflanzenzahl / m² nach dem Aufgang): Eine ausreichende Wasser- und Sauerstoffversorgung und eine bestimmte Mindesttemperatur des Bodens sind Voraussetzung für die Keimung. Für die Keimung sind Wasseraufnahmen (bezogen auf die Korntrockenmasse) von 40-60 % bei Getreide bis über 100 % bei Erbse und Ackerbohne nötig. Die Ertragskomponente Keimdichte resultiert aus der Anzahl ausgesäter keimfähiger Körner / m² (Saatstärke) und dem Feldaufgang. Mit ihr wird die spätere Bestandesdichte als primäre Ertragskomponente in mehr (nicht bestockende Arten) oder minder (Getreide) hohem Ausmaß vorgeprägt. Ein hinsichtlich Pflanzenzahl, -verteilung und Vitalität optimaler Ausgangsbestand stellt die Basis für die Ausschöpfung des standörtlichen Leistungspotenzials dar.

$$\text{Keimdichte (Pflanzen/m}^2\text{)} = \frac{\text{Anzahl gesäter Körner / m}^2 \times \text{Feldaufgang (\%)}}{100}$$

z. B. Sommergerste: $\frac{335 \times 85}{100} = 285$ aufgelaufene Pflanzen/m²

Überwinterungsquote (%): Bei Kulturen, die im Herbst angebaut werden, ist auch die erfahrungsgemäße Überwinterungsquote in die Kalkulation der Saatstärke oder Saatmenge einzubeziehen. Die Sortimente zeigen wesentliche Unterschiede hinsichtlich Frost- und Schneefestigkeit. Auch ohne augenfällige Auswinterungsschäden verlieren die Bestände bis in das Frühjahr meist 10-20 % der Pflanzen. In Umbruchüberlegungen fließt nicht allein die Pflanzenzahl im Frühjahr, sondern ebenso deren Vitalität, die Gleichmäßigkeit der Verteilung und die Kosten einer neuerlichen Bodenvorbereitung und Saat ein. Auch während der Vegetationsperiode sterben durch Krankheits- und Schädlingsbefall oder als Folge von Maßnahmen der mechanischen Unkrautbekämpfung noch Pflanzen in einem Ausmaß von 3-20 % und mehr ab.

$$\text{Überwinterungsquote (\%)} = \frac{\text{Pflanzenzahl der Zählstrecke im Frühjahr} \times 100}{\text{Pflanzenzahl der Zählstrecke im Herbst}}$$

z. B. Winterkörnerraps: $\frac{25 \times 100}{32} = 78 \%$ Überwinterungsquote

Triebdichte, Gesamtbestockung (Zahl der Bestockungstriebe / m² zu Schossbeginn): Unter Bestockung versteht man die Ausbildung von Verzweigungen aus basalen Seitenknospen, diese Fähigkeit ist typisch für Getreide und die meisten Gräserarten. Zu einem Gutteil beruht die Kompensationsfähigkeit eines Getreidebestandes darauf. Der Zusammenhang zwischen Triebdichte und Kornertrag ist allerdings nur lose, übermäßig üppige Bestände sind ebenso zu vermeiden wie eine schwache Bestockung. Mit dem Ende der Bestockungsphase (BBCH 29) ist die Anzahl der Triebe (Haupt- und Nebenachsen) einer Getreidepflanze oder eines -bestandes im Wesentlichen festgelegt. Bei untypisch niedrigen Ähren- bzw. Rispenzahlen oder frühzeitigem Lager können Bestockungstriebe (Nachschosser, Zwiewuchs) bis zur frühen Teigreife gebildet werden. Das Bestockungspotenzial wird von der Keimdichte, der Vitalität der Pflanzen, der Saatzeit (Tageslänge), der Temperatur sowie der Bodenfeuchte und dem Stickstoffangebot (N-Startgabe) bestimmt. Standortlich optimale Triebdichten variieren zwischen 600-800 bei Hafer und Durumweizen auf geringwertigeren Böden und 1.400-2.000 bei zweizeiliger Wintergerste auf Böden bester Bonität. Auch genotypische Unterschiede sind nachweisbar: Mehrzeilige Wintergersten bestocken weniger als zweizeilige Sorten. Bei Winterweizen zeigen beispielsweise Antonius, Astaro, Atrium, Capo, Estevan, Fulvio, Pannonikus, Pegassos, Philipp und Renan höhere Triebzahlen als Edison, Furore, Ludwig und Midas. Innerhalb einer Sorte sind bei hohen Triebdichten die einzelnen Halme tendenziell dünner und länger, enthalten weniger Festigungsgewebe und sind somit instabiler und stärker lagergefährdet. Die Triebdichte nimmt eine bedeutende Stellung im Rahmen der Bestandesführung von Getreide ein, errechnet wird sie in gleicher Weise wie die Pflanzenzahl. Wesentlich ist neben der Gesamtbestockung aber auch der Anteil an starken Halmen zu Schossbeginn, bei mitteldichten Weizenbeständen variiert er zwischen 40-50 %. Bei Mais ist die Ausbildung von Seitentrieben (Geiztrieben) unerwünscht.

$$\text{Triebdichte (Bestockungstriebe / m}^2\text{)} = \frac{\text{Bestockungstriebe der Zählstrecke} \times 100}{\text{Länge der Zählstrecke (m)} \times \text{Reihenabstand (cm)}}$$

$$\text{z. B. Winterweizen: } \frac{170 \times 100}{1,0 \times 13,5} = 1.259 \text{ Triebe/m}^2$$

Bestockungsfaktor, Bestockungskoeffizient (Bestockungstriebe / Getreidepflanze): Der Bestockungsfaktor ist als Zahl der Triebe / Pflanze definiert. Als Pflanzenzahl wird im Allgemeinen die Keimdichte oder die Zahl der überwinterten Pflanzen eingesetzt, weil die Zahl der Getreidepflanzen zu Schossbeginn nicht mehr eruiert werden kann. Der Bestockungsfaktor variiert je nach Getreideart, -sorte und Umweltbedingungen (z.B. Temperatur, Wasser- und Nährstoffversorgung, Tageslichtlänge) zwischen 1,2-7,0, eine deutliche Variation ist ebenso innerhalb eines Bestandes entsprechend der Vitalität der Einzelpflanzen möglich. Wegen diverser Nachteile (z.B. ungleiche Abreife, höherer Proteingehalt von Braugerste) ist eine übermäßige Nutzung des Bestockungspotenzials nicht sinnvoll. Sich stärker bestockende Sorten bilden zumeist auch höhere Ährenzahlen aus, die Beziehung ist aber keineswegs straff.

$$\text{Bestockungsfaktor (Triebe / Pflanze)} = \frac{\text{Zahl der Bestockungstriebe / m}^2 \text{ (Triebdichte)}}{\text{Pflanzenzahl / m}^2 \text{ nach dem Aufgang (Keimdichte)}}$$

$$\text{z. B. Sommergerste: } \frac{1200}{315} = 3,8 \text{ Triebe/Pflanze}$$

Triebreduktionsrate (%): Während des Schossens bis zum Blühbeginn (BBCH 30-61) des Getreides werden je nach Bedingungen 20-70 % der Triebe reduziert („unproduktive“ Bestockung), weil das verfügbare Wasser-, Nährstoff- und Lichtangebot nur für eine begrenzte Zahl an Fruchtständen ausreicht. Die Triebdichte sollte nicht so hoch sein, dass die Reduktionsrate bei normalen Witterungsbedingungen wesentlich über 50 % ansteigt.

$$\text{Triebreduktionsrate (\%)} = \frac{(\text{Triebdichte} - \text{Bestandesdichte}) \times 100}{\text{Triebdichte}}$$

$$\text{z. B. Winterweizen: } \frac{(1259 - 570) \times 100}{1259} = 55\% \text{ Triebreduktionsrate}$$

Beährungsfaktor, Beährungskoeffizient (Ähren bzw. Rispen / Getreidepflanze): Der Beährungsfaktor bzw. die „produktive“ Bestockung ist definiert als Zahl fruchttragender Halme / Pflanze, sie hängt von der Pflanzenzahl und dem Ausmaß der Triebreduktion ab. Als Pflanzenzahl wird im Allgemeinen die Keimdichte oder bei Winterweizen auch die Zahl der überwinterten Pflanzen eingesetzt, weil die Zahl der Getreidepflanzen nach dem Ährenschieben nicht mehr eruiert werden kann. Der Beährungsfaktor variiert je nach Getreideart und -sorte sowie weiteren Bedingungen wie Sätechnik, Saatstärke, Dauer der Bestockungsphase und Höhe bzw. Verteilung der N-Düngung zwischen 1,0-3,0, eine deutliche Variation ist ebenso innerhalb eines Bestandes möglich. Der Beährungsfaktor kann auch unter 1,0 fallen, wenn infolge von Trockenstress während der Schossphase oder Krankheitsbefall (Viröse Gelbverzwergung) ein Teil der gekeimten Pflanzen keine fruchttragenden Halme ausbildet. Bei Sommerdurum ist mit durchschnittlichen Beährungsfaktoren von 1,1-1,5 und bei Winterweizen mit 1,4-2,1 zu rechnen. Bei zweizeiliger Wintergerste liegen sie meist zwischen 2,2-3,0.

$$\text{Beährungsfaktor (Ähren / Pflanze)} = \frac{\text{Ähren der Zählstrecke}}{\text{Keimpflanzen der Zählstrecke}} \text{ bzw. } \frac{\text{Bestandesdichte}}{\text{Keimdichte}}$$

z. B. Sommergerste: $\frac{750}{315} = 2,4$ Ähren/Pflanze

Bestandesdichte, anzustrebende Pflanzenzahl / m² (oder Zahl ähren- bzw. rispentragender Halme / m²) zur Ernte: Die Keimdichte führt über die Überwinterungsquote bzw. den Pflanzenverlusten in der Vegetationszeit zur Bestandesdichte. Letztere liegt zwischen 1,0-1,4 / m² bei Ölkürbis bis über 1.500 / m² bei Faserlein. Bei Getreidekulturen ist die Bestandesdichte als Zahl fruchttragender Halme / m² definiert, sie wird über die Bestockungsleistung und das Ausmaß der Triebrückbildung realisiert. Ziel ist es, auf den jeweiligen Standort abgestimmte, optimale Pflanzenzahlen bzw. Ähren- oder Rispenzahlen zu etablieren. Die erstrebenswerte Bestandesdichte hängt unter anderem vom örtlichen Leistungspotenzial (Wasser- und Nährstoffversorgung), der Niederschlagsverteilung und den Temperaturverhältnissen, aber auch von der Verwertungsrichtung (z.B. Körner- oder Silomais, großfallende oder kleinfallende Kartoffel) ab. Je nach Standorteigenschaften und Kompensationsfähigkeit der Pflanzenart und Sorte wird der Optimalbereich der Bestandesdichte mehr oder minder breit sein. Werden Obergrenzen überschritten, ist aber jedenfalls mit Ertragseinbußen zu rechnen, weil die anderen Ertragskomponenten im Übermaß konkurrenziert wurden. Unterhalb bestimmter Bestandesdichte-Untergrenzen sind die Pflanzen nicht mehr in der Lage, den Ertragsausfall über die Erhöhung ihrer Einzelleistung wettzumachen. Höhere Bestandesdichten anzustreben, ist auf mittleren und schwächeren Böden der pannonischen Klimaregion problematisch. Bei extremer Trockenheit kann die Zahl fertiler Ähren (Rispen) unter der Zahl ausgesäter Körner oder der Keimdichte zu liegen kommen. Bei zu geringer Bestandesdichte ist mit verstärktem Unkrautwuchs zu rechnen. Eine optimale Bestandesdichte ist aber auch in Hinblick auf die Qualität (z.B. Gewicht und Zuckergehalt des Rübenkörpers) und Gleichmäßigkeit der Ernteprodukte wesentlich. Bei mehrjährigen Gräser- und Kleearten gelten die angeführten Bestandesdichten nur für das erste Jahr, in der Folge reduzieren sich die Pflanzenzahlen. Ein Bestand sollte hinsichtlich seiner Pflanzendichte überprüft werden.

$$\text{Bestandesdichte (Pflanzenzahl / m}^2\text{)} = \frac{\text{Pflanzen der Zählstrecke} \times 100}{\text{Länge der Zählstrecke (m)} \times \text{Reihenabstand (cm)}}$$

z. B. Körnermais: $\frac{25 \times 100}{4 \times 70} = 8,9$ Pflanzen/m²

$$\text{Bestandesdichte (ährentragende Halme / m}^2\text{)} = \frac{\text{Ähren der Zählstrecke} \times 100}{\text{Länge der Zählstrecke (m)} \times \text{Reihenabstand (cm)}}$$

z. B. Zweizeilige Wintergerste: $\frac{180 \times 100}{1,5 \times 13,5} = 889$ Ähren/m²

Reihenweite (cm): Reihenweite und Kornablage (bzw. Knollenablage) in der Reihe bedingen die Standraumbemessung und beeinflussen die Konkurrenz- und Kompensationsverhältnisse der Pflanzen. In Hinblick auf die Konkurrenzbeziehungen wären oftmals geringere Reihenabstände wünschenswert, häufig stehen dem aber technische Hindernisse wie beispielsweise vorgegebene Traktorspurweiten, eine zunehmende Verstopfungsgefahr bei der Saat und Erfordernisse durch die Erntetechnik entgegen. Bei

Kulturen, deren Bestände von hohen Pflanzenzahlen aufgebaut werden (z.B. Getreide), ermöglichen enge Drillreihenabstände eine gleichmäßigere Verteilung und damit günstigere Lichtverhältnisse für die Einzelpflanzen sowie eine raschere Beschattung des Bodens und eine bessere Konkurrenz Wirkung gegenüber Unkräutern. Bei Getreide ermöglicht die Engsaat von 8-9 cm (gegenüber 13,5-15 cm Reihenweite) geringfügig höhere Feldaufgänge, dichtere Bestände und tendenziell etwas höhere Kornerträge. Im Biolandbau werden beim „System Weite Reihe bei Getreide“ Abstände von 27-50 cm, welche in der Folge eine Hacke zulassen, angewandt. Im „System Weite Reihe“ wird Getreide teilweise in Doppelreihen gesät. Auch Mais wird gelegentlich in Doppelreihen angebaut. Bei der Bandsaat wird das Saatgut nicht in einer Reihe ausgebracht, sondern in einem 3-8 cm breiten Band verteilt.

Kornablageabstand (bzw. Knollenablageabstand) in der Reihe (cm): Dieser ist nur bei Einzelkornsaat in den Tabellen angeführt. Die Ablage in der Reihe differiert von weniger als 1 cm bei Faserlein bis 25-40 cm bei Kartoffel.

$$\text{Kornablageabstand in der Reihe (cm)} = \frac{10.000}{\text{Reihenweite (cm)} \times \text{erwünschte Pflanzenzahl / m}^2}$$

$$\text{Kornablageabstand in der Reihe (cm)} = \frac{\text{Feldaufgang (\%)} \times 100}{\text{Reihenweite (cm)} \times \text{erwünschte Pflanzenzahl / m}^2}$$

z. B. Körnermais: $\frac{80 \times 100}{70 \times 9} = 12,7 \text{ cm}$

Pflanzenabstand in der Reihe (cm): Aus dem Kornablageabstand, dem Feldaufgang und den späteren Pflanzenverlusten resultiert der endgültige Abstand. Die Forderung nach weitgehend einheitlichen Pflanzenabständen in der Reihe ist nur von der Einzelkornsaat erfüllbar.

Standraumfläche (cm², m²): Die Keimdichte bzw. die endgültige Pflanzenzahl bestimmt den mittleren Standraum der Einzelpflanze, er variiert zwischen 5-7 cm² bei Faserlein bis über 1,0 m² bei Ölkürbis. Mit zunehmend geringerem Standraum sinkt der Ertrag der Einzelpflanzen, entscheidend ist allerdings der aus Bestandesdichte und Einzelpflanzenenertrag resultierende Gesamtertrag.

Standraumverteilung, Standraumform (Längen-Breiten-Verhältnis): Meist umschreibt der Standraum ein Rechteck, dessen Längsseite von der Reihenweite und dessen Querseite vom Abstand in der Reihe gebildet wird. Aus pflanzenbaulichen Gründen wäre ein weitgehend gleicher Abstand der Einzelpflanze zu ihren Nachbarn anzustreben (Quadratverband, Dreiecksverband). Mit steigender Reihenweite wird – bei gleicher Keimdichte – der Standraum ein zunehmend schmäleres Rechteck. Für Getreide ist die Engdrillsaat mit 8-9 cm Reihenweite, die Bandsaat sowie die Breitsaat hinsichtlich Standraumverteilung günstiger zu bewerten als die normale Drillsaat. Bei gleicher Saatmenge vermindert sich das Längen-Breiten-Verhältnis dieses Rechtecks bei Reduktion der Reihenweite von 13,5 cm bei normaler Drillsaat auf 8,5 cm bei Engsaat von 6,9 : 1 auf 2,7 : 1. Engsämaschinen haben wegen ihrer Empfindlichkeit gegenüber Ernterückständen aber wenig praktische Bedeutung.

$$\text{Längen-Breiten-Verhältnis} = \frac{\text{Reihenweite (cm)}^2 \times \text{Saatmenge (kg/ha)}}{\text{TKG (g)} \times 100} : 1$$

z. B. Winterweizen: $\frac{13,5^2 \times 190}{50 \times 100} = 6,9$ d. h. das Längen-Breiten-Verhältnis beträgt 6,9 : 1

Saattiefe (cm): Bei kleinsamigen Arten wie dem Mohn beträgt die Saattiefe etwa 0,5 cm, Ackerbohne wird hingegen 6-10 cm tief gesät. Die Ablage soll das Saatgut in engen Kontakt mit der feuchtigkeitsführenden, abgesetzten bzw. ausreichend rückverfestigten Bodenschicht bringen und hat weiters die Keimbologie der jeweiligen Art (z.B. Licht- oder Dunkelkeimer, epigäische oder hypogäische Keimung, niedriger oder höherer Keimwasserbedarf) zu berücksichtigen. Die darüberliegende Deckschicht sollte möglichst locker sein. Zur Austrocknung neigende Böden erfordern eine etwas tiefere Saat als bindige Bodenarten. Getreide muss bei zu tiefer Saat ein unterirdisches Stängelglied (Halmheber) ausbilden, um den Bestockungsknoten richtig (1,5-2,5 cm unter der Erdoberfläche) zu positionieren. Die Folgen einer zu tiefen Saat sind ein übermäßiger Verbrauch der Korn-Reservestoffe, eine vermehrte Beeinträchtigung durch Schadorganismen, ein

verzögerter Aufgang, eine Vitalitätsminderung der Pflanze, eine schlechtere Bestockung, sowie bei nicht ausreichender Triebkraft auch zunehmend Pflanzenverluste. Seicht liegende Körner werden andererseits eher durch Austrocknung des Bodens beeinträchtigt, auch sind die Probleme durch Vogelfraß tendenziell größer. Bei zu flacher Getreidesaat sind die Pflanzen zudem weniger gut verankert und lagern eher, über freiliegende Kronenwurzeln können verstärkt Wirkstoffe von Herbiziden und Wachstumsreglern aufgenommen werden und schädigen. Ein geringer Feldaufgang und ein inhomogener Pflanzenbestand haben ihre Ursache mitunter in mangelhafter Bodenvorbereitung und ungleicher Tiefenablage des Saatgutes. Die Fahrgeschwindigkeit bei der Saat beeinflusst die Gleichmäßigkeit der Saattiefe.

Saatzeit (Datum): Im Pannonikum beginnt die Anbauzeit mitunter bereits im Jänner (Sommerdurum), sie endet Anfang Dezember (Winterweizen). Wesentlich für die Aussaatzeit sind die für die Keimung nötigen Minimumtemperaturen. So beginnt Roggen bereits bei 1-2 °C zu keimen, Weizen, Gerste und Erbse verlangen 2-4 °C, Hafer 3-5 °C, Beta-Rüben benötigen mindestens 4-7 °C, Mais und Sojabohne verlangen wenigstens 8-10 °C und für Ölkürbis sind 10-15 °C minimale Bodentemperatur nötig. Die Saatzeit bestimmt die auf die Pflanzen einwirkenden Temperaturen sowie photoperiodische Effekte (z.B. Abbau der Schoss- und Blühhemmung). Je früher der Saattermin, umso niedriger kann bei vielen Arten die Saatstärke gewählt werden, weil sich durch die verlängerte Vegetationsperiode leistungsfähigere Einzelpflanzen entwickeln. Bei Zuckerrübe, Mais, Ölkürbis und anderen empfindlicheren Arten, kann eine zu frühe Saat allerdings den Feldaufgang wesentlich reduzieren. Verspätete Anbautermine können durch eine Erhöhung der Saatstärke nur bedingt ausgeglichen werden. Sortenunterschiede in der Saateittoleranz bzw. Spätsaatverträglichkeit existieren, sind wegen des hohen Versuchsaufwandes aber nur wenig bekannt. Auch die Winterfestigkeit einzelner Arten (z.B. Winterraps) wird vom Entwicklungszustand der Pflanzen und damit vom Anbautermin mitgeprägt. Weiters stehen der Krankheitsbefall, die Ausnutzung der Winterfeuchte und das Unkrautauftreten in Zusammenhang mit der Saatzeit. Sehr früh gesäte Wintergersten, Winterhafer, Winterweizen, Winterdurum und Winterdinkel sind durch Pseudocercospora-Halmbruch, Mehltau oder viröse Gelbverzweigung gefährdeter. In einem bestimmten Entwicklungsstadium können Winterweizen, Winterdinkel und Wintertriticale eher von Zwergsteinbrand infiziert werden. Mastige Wintergetreidebestände leiden tendenziell stärker unter Schneeschimmel. Andererseits werden spät angebaute Winterweizen mehr von der Brachfliege parasitiert als Saaten in der ersten Oktoberdekade. In zeitig gesätem Wintergetreide, Sommergetreide und Zuckerrüben ist ein erhöhtes Auftreten von Samenunkräutern wahrscheinlich. Spät gedüllte Sommergetreidebestände werden von der Fritfliege bedroht, bei Sommerweizen und Sommertriticale ist zusätzlich eine Gefährdung durch die Halmfliege gegeben. Bei gegenüber niedrigen Temperaturen empfindlichen Pflanzenarten ist die Wahrscheinlichkeit von Spätfrösten zu kalkulieren. Die einzelnen Pflanzenarten zeigen sehr verschiedene Saateitspannen. Winterweizen kann über mehr als 2 Monate hinweg angebaut werden, für Wintergerste stehen nur 2-3 Wochen zur Verfügung, Ölkürbis wird meist während einer Dekade gesät. Innerhalb einer Pflanzenart wird der optimale Saattermin in Abhängigkeit von klimatischen Gegebenheiten und der aktuellen Witterung variieren. Bei vielen Frühjahrskulturen spiegeln die weiten Saateitbereiche die unterschiedliche Seehöhe wider. Extrem schneereiche Lagen im oberen Mühl- und Waldviertel oder im Alpengebiet sind in der Tabelle ausgenommen (Frühjahrsaussaat). Grünbrachepflanzen werden vielfach in weiten Saateitbereichen, die ebenso nicht vollständig Berücksichtigung fanden, angelegt.

**Einfluss der Saateitvariation auf Kornertrag und Qualität von Winterweizen
(Mittel aus jeweils 3 Sorten, 20 Versuche von 2005-2010)**

Variante	Anbau- datum	Saat- stärke, Körner/ m ²	Trocken- gebiet, Rel. %	Alpen- vorland, Rel. %	Wald- viertel, Rel. %	HL- Gewicht, kg	Roh- protein, %
Versuche			6	8	6	20	19
Frühsaat	16.9.-29.9.	200-250	58	97	85	75,9	13,9
Normalsaat	5.10.-16.10.	300-350	100	100	100	77,6	13,5
Spätsaat	31.10.-18.11.	450-500	90	83	82	76,2	14,0
Mittel, 100 = ... dt/ha			80,2	73,4	71,8		

Sorten Trockengebiet: Capo, Edison, Estevan, Philipp, Saturnus

Sorten Alpenvorland: Belmondo, Dekan, Globus*, Kerubino, Ludwig, Mulan

Sorten Waldviertel: Belmondo, Dekan, Globus*, Kerubino, Ludwig, Mulan

* Globus wurde mittlerweile von der Sortenliste gelöscht