

# **Alte und moderne Weizensorten im historischen, genetischen und ökonomischen Vergleich**

Marina Grandits

8B

Betreuer: Mag. Rudolf Rozanek



BG/BRG Wolkersdorf

Withalmstraße 14, 2120 Wolkersdorf

## Abstract

In den letzten Jahrzehnten sind alte Weizensorten verstärkt in den Fokus gerückt, in der breiten Öffentlichkeit eher von der ernährungswissenschaftlichen Seite, im Hintergrund, aber umso wichtiger, von der agrarwissenschaftlichen. Die vorliegende Arbeit gibt einen kurzen Abriss über die historische Bedeutung von Weizen im Allgemeinen sowie die pflanzen genetische Entwicklung aus diploidem über tetraploiden bis zu hexaploidem Weizen im Besonderen. Weiters werden die Sorten Einkorn, Emmer, Dinkel und Weizen aus botanischer und ökonomischer Sicht verglichen, bevor näher auf die eigentliche Performance nach Bodenanforderungen, landwirtschaftlichem Aufwand und Ernteertrag eingegangen wird. Jedoch birgt der Klimawandel die eigentliche Herausforderung für die Zukunft: Können alte Sorten die Ernährungssicherheit langfristig sicherstellen?

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	5
2	Historischer Abriss des Getreideanbaus mit Schwerpunkt Weizen .....	6
3	Systematik der Gattung Weizen .....	8
3.1	Botanische Grundlagen.....	8
3.2	Sortenreihen des Weizens .....	8
3.2.1	Einkornreihe.....	9
3.2.2	Emmerreihe .....	10
3.2.3	Dinkelreihe.....	10
3.3	Gruppeneinteilung nach Morphologie der Ähre .....	10
4	Genetik alter und moderner Weizensorten .....	12
4.1	Prozesse der Polyploidie .....	12
4.1.1	Diploide Arten.....	12
4.1.2	Tetraploide Arten.....	12
4.1.3	Hexaploide Arten .....	13
5	Überblick ausgewählter alter und moderner Weizensorten.....	14
5.1	Einkorn .....	14
5.2	Emmer.....	15
5.3	Dinkel .....	17
5.4	Weichweizen.....	18
6	Performancevergleich alter und moderner Weizensorten .....	21
6.1	Boden .....	21
6.2	Krankheiten.....	22
6.2.1	Pilzkrankungen .....	23
6.2.2	Viruserkrankungen.....	25

6.2.3	Schädlinge und Nematoden.....	25
6.3	Aufwand.....	26
6.3.1	Aussaat.....	26
6.3.2	Wachstum und Reife.....	27
6.3.3	Ernte und Lagerung.....	29
6.4	Ertrag.....	29
7	Alte Sorten – die Zukunft des Getreideanbaus?.....	30
8	Fazit.....	33
9	Literaturverzeichnis .....	35

# 1 Einleitung

Verschiedene Arten von Weizen der Gattung *Triticum* haben sich in der jüngeren Geschichte der Menschheit als das globale Hauptnahrungsmittel etabliert. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit den Unterschieden ausgewählter Weizensorten, warum diese historisch bevorzugt wurden bzw. warum man sich von ihnen abgewandt hat. Die zentrale Frage widmet sich der Veränderung des Genotyps und Phänotyps dieser Pflanzengattung und den daraus resultierenden Auswirkungen auf die Agrarwirtschaft. Zielsetzung der Arbeit ist eine möglichst breite Abbildung der verschiedenen Kriterien, nach denen Sorten agrartechnisch beurteilt werden. Die Grundlage der Untersuchung bilden historische und botanische Fachliteratur, entlang der die Sorten analysiert und verglichen werden. Ausgehend von der historischen Entwicklung des Getreideanbaus wird die Erfolgsgeschichte des Weizens nachgezeichnet. Die Systematik des Weizens wird anhand des Genoms einzelner Arten erarbeitet. In einer tabellarischen Darstellung der Ploidiestufen werden die drei genetischen Reihen von Weizen (Einkorn-, Emmer- und Dinkelreihe) gegenübergestellt. Aus jeder der genannten Reihen wird ein Hauptvertreter alter Sorten ausgewählt, dessen Eigenschaften überblicksmäßig aufgelistet werden. Es folgt ein agrartechnischer Performancevergleich hinsichtlich der Anforderungen an Bodenbeschaffenheit und klimatische Bedingungen, der Notwendigkeit von Düngung und Schädlingsbekämpfung, des Aufwands von Aussaat bis hin zur Ernte sowie des Ertrags. Darauf aufbauend schließt ein kurzer Ausblick, inwiefern der Klimawandel künftig den gesamten Weizenanbau beeinflussen könnte.

## 2 Historischer Abriss des Getreideanbaus mit Schwerpunkt Weizen

„Der Weizen ist, noch vor dem Reis, die bedeutendste Kulturpflanze der Welt.“<sup>1</sup> Global gesehen spielen diese beiden Nutzpflanzen zusammen mit dem Mais eine existenzielle Rolle für die Welternährung.<sup>2</sup> Doch im Lauf der Zeit hat sich Getreide, und im speziellen Weizen, als wichtigste Nahrungsquelle etabliert. 19% des menschlichen Kalorienbedarfs wird allein mit Weizen gedeckt.<sup>3</sup> Nachverfolgen lässt sich die Geschichte des Getreideanbaus bis ca. 10 000 v. Chr. im vorderasiatischen Raum.<sup>4</sup>

Bereits in frühgeschichtlichen Epochen steht der Weizen für kulturelle Entwicklung, Sesshaftigkeit<sup>5</sup> und Wohlstand, leider oft verbunden mit Leid oder kriegerischen Auseinandersetzungen.<sup>6</sup> Schon im Alten Testament finden sich Hinweise auf Hungersnöte, die agrarhistorisch auf eine langanhaltende Dürreperiode schließen lassen. Im alten Ägypten verschafften sich die Pharaonen mit ihrer Weizenpolitik eine Vormachtstellung über die Israeliten, die getrieben von Hungersnöten und in der Hoffnung auf Ernährungssicherheit nach Ägypten flohen, wo sie jedoch auf Zwangsarbeit und Unterdrückung stießen. Grund dafür war die Abhängigkeit der Israeliten gegenüber den Ägyptern, denn diese hatten erkannt, was Weizen zur bedeutendsten Kulturpflanze machen würde. Sie optimierten mit technisch weitentwickelten Einrichtungen die Lagerung des Getreides.<sup>7</sup> Die Lagerung wurde in staatlichen Kornspeichern nahezu verlustfrei (z.B. von Feuchtigkeit und Schimmel) gestaltet und verschaffte Ägypten noch viele Jahrhunderte lang eine bedeutende Rolle am Getreidemarkt.

---

<sup>1</sup> Cramer, Hans-Hermann: Ernten machen Geschichte, 2., Bonn: AgroConcept GmbH, 2012, S.92

<sup>2</sup> vgl. Kaul, Hans-Peter; Kautz, Timo; León, Jens: „Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung“, 2022, S. 143

<sup>3</sup> vgl. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00122-021-04013-8>

<sup>4</sup> vgl. Kaul/Kautz/León, 2022, S. 141

<sup>5</sup> vgl. [https://www.historisches-lexikon-bayerns.de/Lexikon/Getreidebau\\_\(bis\\_1800\)](https://www.historisches-lexikon-bayerns.de/Lexikon/Getreidebau_(bis_1800))

<sup>6</sup> vgl. <https://www.bpb.de/themen/globalisierung/welternahrung/181643/die-geschichte-der-welternahrung/>

<sup>7</sup> vgl. Cramer, 2012, S. 98

Auch das alte Rom war vom Weizenanbau abhängig. Brei und Brot standen bei der niederen Bevölkerung als Grundnahrungsmittel an oberster Stelle. Etwa musste dort von der Regierung für einen „leistbaren“ Weizenpreis gesorgt werden, der von der breiten Bevölkerung bezahlt werden konnte. Augustus führte sogar eine kostenlose Getreideverteilung für die verarmte Bevölkerung ein, um Hungersnöte zu verhindern.<sup>8</sup>

Über Jahrtausende hinweg wurde Weizen vom Lebensmittel immer mehr auch zum Machtmittel. Mit der Auswanderung nach Amerika brachten Europäer erstmals den Weizen auf den von ihnen neu entdeckten Kontinent. Dass Weizen dort bis zur europäischen Besiedelung unbekannt war, hinderte die rasante Aufholjagd Nordamerikas nicht, einer der wichtigsten Lieferanten der Weltweizenproduktion zu werden. Dieser Aufstieg begann in den 1820er Jahren, als der Markt und nicht mehr die Eigenproduktion das Ziel der Siedler wurde. „Es ist ein Phänomen von welthistorischer Größenordnung, dass der prosperierende amerikanische Weizenbau es im 19. Jahrhundert in einer Zeitspanne von nur fünfzig bis sechzig Jahren vermocht hat, allen Widrigkeiten zum Trotz auf dem Weltmarkt beherrschend zu werden.“<sup>9</sup> Der wesentliche Faktor dafür war Platz, denn wenn es an einem auf dem nordamerikanischen Kontinent nicht mangelte, dann war es Platz. Die nomadisch lebenden indigenen Stämme wurden von den Europäern zurückgedrängt und gewaltsam ausgelöscht. Die größtenteils flachen Präriegebiete eigneten sich ausgezeichnet zum Ackerbau im großen Stil. Dennoch ist auch die amerikanische Geschichte immer wieder von extremen Dürreperioden gezeichnet. Heute stammt etwa ein Viertel des am Weltmarkt angebotenen Weizens aus Nordamerika.<sup>10</sup> Dem gegenüber steht nur etwa ein Fünftel mit europäischer Herkunft.

Der Erfolg des Weizens lässt sich auf die biologischen Eigenschaften der Getreidearten zurückführen, die bei optimalen Bedingungen eine jahrelange Lagerung der Trockenmasse ermöglichen. Außerdem bieten die leichte Verwertbarkeit sowie die vielfältige Verwendung eine große Zahl an Vorteilen gegenüber anderen Kohlenhydrat- und Eiweißlieferanten.<sup>11</sup>

---

<sup>8</sup> vgl. [https://www.historisches-lexikon-bayerns.de/Lexikon/Getreidebau\\_\(bis\\_1800\)](https://www.historisches-lexikon-bayerns.de/Lexikon/Getreidebau_(bis_1800))

<sup>9</sup> Cramer, 2012, S. 101

<sup>10</sup> vgl. ebd., S. 101

<sup>11</sup> vgl. Kaul/Kautz/León, 2022, S. 140f

## 3 Systematik der Gattung Weizen

### 3.1 Botanische Grundlagen

Der Weizen gehört zur Familie der Süßgräser (Poaceae) in der Ordnung der Grasartigen (Poales). Alle Getreidearten haben einen büschelförmigen Wurzelbau. „Die Sprossverzweigung erfolgt in Form der Bestockung, die ausschließlich im basalen, extrem gestauchten Sprosssteil, dem dicht unter der Erdoberfläche liegenden Bestockungsknoten, stattfindet.“<sup>12</sup> Aus dem Bestockungsknoten heraus wachsen Einzelhalme, von deren Zwischengliedern aus die Halmstreckung, das Pflanzenwachstum erfolgt. Aus dem Halmknoten wachsen die Blätter (Blattscheide und Blattspreite). Charakteristisch für Getreide ist die Blüte in Ährenform endständig angeordnet. Ährchen und Blütchen bilden zusammen die Blütenstände, bei Weizen sind es zwei bis drei fruchtbare Blütchen pro Ähre. Die Blüte beginnt wenige Tage nach Hervortreten der Ähre. Die Befruchtung von Weizen findet durch Platzen der reifen Staubbeutel (Antheren) noch vor Öffnung der Blüten statt, dadurch ergibt sich eine ständige Selbstbefruchtung. Frucht- und Samenschale sind schließlich zum Getreidekorn, der Karyopse verwachsen.

Die Wachstumsphase des Getreidekorns unterscheidet verschiedene Stufen, die Milchreife, in der die Körner bereits ihr maximales Volumen erreichen, die Teigreife, ab der wetterunabhängig eine Volumensminderung stattfindet, die Gelbreife, in der die Stoffeinlagerung endet, die Vollreife, in der die Feuchtigkeit passiv abhängig von der umgebenden Luftfeuchtigkeit erfolgt (Wassergehalt des Korns unter 20%) und zuletzt die Totreife, in der das Korn hart wird und der Wassergehalt unter 15% fällt.<sup>13</sup>

### 3.2 Sortenreihen des Weizens

„Beim Weizen werden, abgesehen von Wildformen, Kulturformen diploider, tetraploider und hexaploider Arten unterschieden“.<sup>14</sup> Die Gattung *Triticum* (Weizen)

---

<sup>12</sup> Kaul/Kautz/León, 2022, S. 101

<sup>13</sup> vgl. Kaul/Kautz/León, S. 142f

<sup>14</sup> Aufhammer, Walter: „Getreide- und andere Körnerfruchtarten, Bedeutung, Nutzung und Anbau“ 1998, S.158

lässt sich entlang der jeweiligen Anzahl an Chromosomensätzen im Zellkern in drei Weizenreihen unterteilen.<sup>15</sup> So weisen Einkornreihe, Emmerreihe und Dinkelreihe abgesehen vom Ploidiegrad auch divergente Eigenschaften in Bezug auf Anbau, Ernte und Verarbeitung auf.<sup>16</sup>

Ausgewählte Arten der Gattung *Triticum* (in der Tabelle mit T. abgekürzt)<sup>17, 18</sup>

	(diploide) <b>Einkornreihe</b>	(tetraploide) <b>Emmerreihe</b>	(hexaploide) <b>Dinkelreihe</b>
<b>Wildformen</b>	T. boeoticum T. urartu	T. dicoccoides T. timopheevii	
<b>Kulturformen</b>	T. monococcum	T. dicoccum T. durum T. turgidum T. polonicum	T. spelta T. aestivum T. compactum T. sphaerococcum

### 3.2.1 Einkornreihe

Getreide der Einkornreihe zählen zu den ältesten bekannten Weizensorten. Weizen dieser Reihe wurden vor etwa 10 000 Jahren erstmals vom Menschen kultiviert, die bespelzte Wildform<sup>19</sup> des Einkorns *Triticum boeoticum* und die unbespelzte Kulturform *Triticum monococcum*. Bis zur frühen Bronzezeit war diese eine der ersten gängigen landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. *Triticum monococcum*, die älteste kultivierte Weizensorte, wird jedoch heute kaum mehr angebaut.<sup>20</sup>

<sup>15</sup> vgl. Aufhammer, 1998, S.159

<sup>16</sup> vgl. Kaul/Kautz/León, 2022, S. 142f

<sup>17</sup> vgl. Schilperoord, Peer; Schmidt, Dorian; Schmidt Antje: Sieben Getreide, 2020, S. 74

<sup>18</sup> vgl. Aufhammer, 1998, S.159

<sup>19</sup> vgl. Kaul/Kautz/León, 2022, S. 147

<sup>20</sup> vgl. Zencirci, Nusret; Ulukan, Hakan; Baloch, Faheem Shehzad; Mansoor, Shahid; Rasheed, Awais: "Ancient Wheat", 2022, S. 15

### 3.2.2 Emmerreihe

Auch in der Emmerreihe war eine Wildform, der Wildemmer (*Triticum dicoccoides*), lange vor seiner Kultivierung im vorderasiatischen Raum zu finden. Dort galt er zwar als Unkraut, zählt jedoch bis heute zu einer der ältesten Sammelpflanzen. Bekannte Vertreter der Emmerreihe sind Khorasan (*Triticum polonicum*) und Hartweizen (*Triticum durum*). Die Kultivierung der Wildform (*Triticum dicoccoides*) führte schließlich zum Aufstieg des domestizierten *Triticum dicoccum* und später *Triticum durum*.<sup>21</sup>

### 3.2.3 Dinkelreihe

Innerhalb der Dinkelreihe sind hingegen keine Wildformen bekannt. Als hexaploide Weizensorte liegen innerhalb dieser Reihe sechs Chromosomensätze vor. Diese entstand durch Kreuzung des tetraploiden Emmers mit einem Wildgras (*Aegilops tauschii*). Der Anbau des bespelzten *Triticum spelta* (Dinkel) ging in den letzten Jahren drastisch zurück. *Triticum spelta* zählt zwar zu den anspruchslosesten Getreidearten, enttäuscht jedoch durch Ertragsschwäche. Ebenfalls zur Dinkelreihe gehören die Nacktformen (unbespelzte Formen) des Dinkels. Die heute bedeutendste Weizensorte, der Weich- oder Saatweizen (*Triticum aestivum*), zeichnet sich durch Ertragsreichtum aus, zählt jedoch aufgrund ihrer hohen Ansprüche etwa an Bodenbeschaffenheit und klimatische Umgebung zu einer der forderndsten für den Anbau.<sup>22</sup>

## 3.3 Gruppeneinteilung nach Morphologie der Ähre

Die Weizenreihen lassen sich anhand der Ährenmorphologie nochmals in drei Gruppen teilen. Der Wildweizen besitzt eine sehr brüchige Ährenspindel und einen Spelzschutz. Weizen in dieser Gruppe gelten als Wildformen und „Unkraut“. Reife Körner fallen hier aus der Ähre heraus, was einer planbaren Verarbeitung im großen Rahmen hinderlich ist.<sup>23</sup>

---

<sup>21</sup> vgl. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00122-021-04013-8>

<sup>22</sup> vgl. Kaul/Kautz/León, 2022, S. 151

<sup>23</sup> vgl. <http://grain-gallery.com/de/geschichte-des-getreides>

Spelzweizen gehören überwiegend zu historisch früher angebauten Kulturformen, finden sich aber auch heute in Zuchtformen wieder. Ihre Ährenspindel neigt zur Brüchigkeit, ist aber zäher als Wildweizen und verfügt über einen Spelzschutz.

Heute zählen Nacktweizensorten zu den am häufigsten angebauten Weizen. Hier ist die Ährenspindel auch zäh, doch gereifte Körner sind nicht von einem Spelzschutz umgeben, sondern werden bei der Reife frei.<sup>24</sup> Dadurch ist kein weiterer Verarbeitungsschritt, wie etwa das Gerben nötig.

---

<sup>24</sup> vgl. <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/weizen/70571>

## 4 Genetik alter und moderner Weizensorten

### 4.1 Prozesse der Polyploidie

Innerhalb der Gattung *Triticum* kann man Arten anhand ihrer Chromosomensätze in die drei oben erwähnten Gruppen, Einkornreihe, Emmerreihe und Dinkelreihe teilen. Diese weisen entweder zwei, drei oder sechs Chromosomensätze auf. Sobald ein Organismus über mehr als zwei Chromosomensätze verfügt, gilt er als polyploid. Die Polyploidie kann durch zwei verschiedene Abläufe entstehen, durch eine Allopolyploidie, eine Hybridisierung zweier Arten mit anschließender Verdopplung gewisser Chromosomensätze oder infolge einer vollständigen Genomduplizierung (Autopolyploidie): hierbei ist der Organismus mit drei oder mehr Kopien des (nahezu) gleichen Genoms ausgestattet. Das dabei auch minimal veränderte Erbgut der Organismen ermöglicht eine Weiterentwicklung und Anpassung an äußere, sich wandelnde Umwelteinflüsse.<sup>25</sup>

#### 4.1.1 Diploide Arten

Aus der Divergenz einer Stammform (es wird von einem diploiden Prototyp ausgegangen) entwickelten sich zunächst die Gattungen *Triticum* und *Aegilops*. Auf Seite des *Triticums* verfügt *Triticum monococcum* ( $2n = 2x = 14$ , AA) über das Genom A, das in jeder Zelle paarweise zu je sieben vorkommt.

#### 4.1.2 Tetraploide Arten

Aus den diploiden Wildgräsern *Triticum urartu* ( $2n = 2x = 14$ , A<sup>u</sup>A<sup>u</sup>) und *Aegilops speltoides* ( $2n = 2x = 14$ , BB) entwickelten sich erstmals die tetraploiden Weizenarten. Über Allopolyploidie entstanden zwei wilde Formen der Emmerreihe: *Triticum dicoccoides* ( $2n = 4x = 28$ , BBA<sup>u</sup>A<sup>u</sup>), *Triticum timopheevii* ( $2n = 4x = 28$ , AAGG). Durch eine weitere Mutation von *Triticum dicoccoides* verschwand dessen Spelzschutz und

---

<sup>25</sup> vgl. Zencirci/Ulukan e.a., 2022, S. 18

Nacktweizenarten wie *Triticum durum* (Hartweizen) oder *Triticum polonicum* (Khorasan) entstanden. <sup>26</sup>

#### 4.1.3 Hexaploide Arten

Auch die Gattung *Aegilops* weist eine diploide Divergenz auf, hieraus entwickeln sich die diploiden Arten *Aegilops speltoides* ( $2n = 2x = 14$ , BB) und *Aegilops tauschii* ( $2n = 2x = 14$ , DD). Während erstere an der Entwicklung tetraploider Arten beteiligt ist, trägt letztere zur Progression hexaploider Arten bei. Durch eine spontane Mutation in Form von Allopolyploidie mit Emmer (*Triticum dicoccoides* ( $2n = 4x = 28$ , BBA<sup>u</sup>A<sup>u</sup>)) entsteht erstmals eine hexaploide noch bespelzte Weizenart, *Triticum spelta* ( $2n = 6x = 42$ , AABBDD), die wir heute als Dinkel kennen. <sup>27</sup> *Triticum aestivum*, der herkömmliche Saat- oder Weichweizen, zählt zu den Nacktweizenarten der hexaploiden Reihe. Der Weichweizen verfügt ebenfalls über sechs Chromosomensätze, entwickelte sich unbespelzt und ist daher freidreschend. <sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> vgl. <https://naturportal-suedwest.de/de/graeser/systematik/gattung/poales-grasartige/poaceae/Triticum/>

<sup>27</sup> vgl. Zencirci/Ulukan e.a., 2022, S. 19f

<sup>28</sup> vgl. Miedaner, Thomas; Longin, Friedrich: Unterschätzte Getreidearten Einkorn, Emmer, Dinkel, 2012, S. 12

## 5 Überblick ausgewählter alter und moderner Weizensorten

### 5.1 Einkorn

Triticum monococcum zählt zu den widerstandsfähigsten Getreiden. Durch die Herkunft seines wilden und unkultivierten Vorfahren, die sich vom oberen Euphrattal bis hin zur Hochebene Anatoliens erstreckt, ist Einkorn seit Anbeginn gut an extreme Bedingungen gewöhnt.<sup>29</sup> Die extrem kalten Winter gefolgt von in einigen Regionen feucht-warmen bis sehr trockenen Sommern verliehen der Wildform des Einkorns starke Resistenz gegenüber schwankenden klimatischen Verhältnissen. Auch im Zuge der Verbreitung des kultivierten Einkorns in Europa entpuppte er sich als wahrer Anpassungskünstler. Die kultivierte Form Triticum monococcum zeichnet noch immer ihre enorme Widerstandsfähigkeit aus, auch wenn man von der zierlichen Ähre nicht darauf schließen würde.<sup>30</sup>

Die Ähre des Einkorns weist Begrannung auf, diese ist aber im Gegensatz zu anderen Getreidesorten nur sehr zart ausgebildet. Die Halme sind gleichermaßen zart und geschmeidig und eignen sich daher hervorragend für das Flechten von Hüten und Körben.<sup>31</sup> An den 60 bis 140 cm hohen Halmen besitzt das Einkorn eine etwa 5 cm lange immer aufrechtstehende Ähre, die mit ihrer einzigartigen leuchtend grünen Farbe hervorsticht. Von der Seite gesehen ist sie deutlich abgeflacht. Durch seine durchschnittliche Halmhöhe von 120 cm fällt die Lagerneigung (Umkippen der Halme am Acker) des Einkorns nur gering bis mittel aus. „Jedes Ährchen ist von der Anlage her zweiblütig, doch entwickelt sich davon nur eine Blüte (somit Einkorn).“<sup>32</sup> Jede Ähre bildet ca. 29 Einkorn-Körner aus. Bei vollständiger Reife zerfallen die Ähren auch schon unter minimalem Druck zu sogenannten Vesen. Diese sind etwas bauchig, weich und zeichnen sich durch ihren gelben Mehlkörper aus. Im Vergleich zu anderen Sorten sind die Körner mit einer geringen Trockenmasse jedoch verhältnismäßig klein und leicht.<sup>33</sup>

---

<sup>29</sup> vgl. Schilperoord/Schmidt/Schmidt, 2020, S. 74

<sup>30</sup> vgl. Miedaner/Longin, 2012, S. 18

<sup>31</sup> vgl. Schilperoord/Schmidt/Schmidt, 2020, S. 75

<sup>32</sup> Lembacher, Ferdinand; Schally, Harald: Einkorn & Emmer, 2009, S. 2

<sup>33</sup> vgl. Miedaner/Longin, 2012, S. 24

Das Korn selbst weist im Vergleich zum Weichweizen (*Triticum aestivum*) einen sehr hohen Proteingehalt auf. Größter Bestandteil dieser Proteine ist Gluten, der sogenannte Weizenkleber. Dieser sorgt in der Verarbeitung für die zentralen Backeigenschaften und ist so von großer Bedeutung. Der Kleber des Einkorns besteht überwiegend aus Gliadinen. Diese sind Teil einer Protein-Untergruppe, die in Bezug auf Teig- und Backeigenschaften enttäuscht. Das geringe Gashaltvermögen eines Einkornsteigs führt zu einem verminderten Backvolumen. Darüber hinaus verfügt Einkorn über einen sehr weichen Kleber, der für sehr geringe Teigstabilität verantwortlich ist, infolgedessen sind frei geschobene Einkorn-Brote nahezu unmöglich und es muss auf Backformen zurückgegriffen werden. Auch wenn Einkorn nicht mit seinen Qualitätsmerkmalen in der Verarbeitung glänzen kann, ist es in punkto Inhaltsstoffe ganz vorne dabei. Mit seinem Gehalt an Mineralstoffen und Spurenelementen wie Calcium, Mangan, Schwefel, Zink und Selen ist Einkorn Spitzenreiter unter den Weizensorten. Weitere Inhaltsstoffe wie zum Beispiel Carotinoide wirken aufgrund ihrer antioxidativen Eigenschaften gesundheitsfördernd. Das intensive nussige Aroma von Einkorn hebt es vom vergleichsweise neutralen Geschmack konventionellen Weichweizens ab.

## 5.2 Emmer

*Triticum dicoccum*, der Kulturemmer, stammt als Wildform *Triticum turgidum* subsp. *Dicoccoides* ursprünglich aus dem alten Orient. In kultivierter Form begann seine Ausbreitung nach Europa um 8300 bis 7600 v. Chr. ausgehend von Ostanatolien. In großen Teilen Europas blieb Emmer vor Einkorn, Hartweizen oder Rauweizen lange die vorherrschende Getreidesorte. Noch heute spielt Emmer in einigen Regionen wie etwa Äthiopien und Indien eine bedeutende Rolle. Abgesehen von Italien hat die Anbauintensität in Mitteleuropa stark abgenommen. Aus unterschiedlichen Ländern wurden jedoch in den letzten Jahrzehnten verschiedene „Varianten“ von alten Sorten – und besonders Emmer – gesammelt, von denen knapp 1000 „Restposten“ als Akzessionen in Genbanken aufbewahrt werden.

Im Gegensatz zu Einkorn bildet Emmer kräftigere Halme und Ähren aus. Sie sind in verschiedensten Farbvariationen, vom weißen über den braunen bis zum schwarzen

Emmer zu finden. Die meist über 5 cm langen Ähren weisen zudem eine kompakte und dichte Struktur auf, die während der Blüte noch aufrecht stehen, jedoch zum Ende des Wachstumszyklus bei Reife leicht hinunterneigen.<sup>34</sup> Die Halme des Emmers, mit einer beachtlichen Höhe von 140 bis 180 cm, werden während der Kornreifung vom Gewicht der Ähren oftmals nach unten gezogen und weisen somit eine stärkere Lagerneigung als beispielweise Einkorn auf. Auch in der stabilen, dafür aber sehr starren Struktur des Halmes kann man die Tendenz zur Lagerneigung erkennen. Dies macht es Landwirt\*innen häufig schwer, aus von Wind und Wetter lagergeschädigten Feldern optimale Erträge zu erzielen.<sup>35</sup>

In jedem Knoten der Ährenspindel bildet Emmer zwei Blütchen pro Ährchen, die beide ein Korn ausbilden. Deshalb wird er oft Zweikorn genannt. Auch die Spindelbrüchigkeit zeichnet die Sorte aus. Emmer zerfällt wie Einkorn und auch Dinkel bei vollständiger Reife schon unter leichtem Druck in Vesen. Das muss unbedingt bei der Ernte berücksichtigt werden, da aufgrund der Brüchigkeit der perfekte Zeitpunkt abgepasst werden muss, an dem die Granne schon völlig trocken ist, aber die Spindel noch nicht zu zerfallen beginnt.<sup>36</sup> Die geernteten Vesen sind es auch, die bei der Aussaat ins Feld eingebracht werden. Der Spelz schützt das Korn vor dem Auskeimen und sollte demnach nicht durch Entspelzung abgetragen werden.<sup>37</sup> Mit einer hohen Tausendkornmasse (der Masse von 1000 Körnern, angegeben in TKM) heben sich Emmer-Körner von den leichten und kleinen Körnern des Einkorns ab. Die TKM des Einkorns kommt der des Saatweizens sehr nahe.

Während manche Getreidesorten als Wechseltypen den Anbau als Winter- wie auch Sommergetreide anbieten, wird bei Emmer zwischen Winter- und Sommergenotypen unterschieden. Wird Emmer des Sommergenotyps als Wintergetreide ausgesät, muss nach kalten Wintern mit Blattschäden bis zum Ausfall der gesamten Pflanze gerechnet werden. Somit bietet sich der Wintergenotyp mit seiner Resistenz gegen große Kälte deutlich besser zur Herbstaussaat an.

---

<sup>34</sup> vgl. Lembacher/Schally, 2009, S. 2

<sup>35</sup> vgl. Miedaner/Longin, 2012, S. 24

<sup>36</sup> vgl. Schilperoord/Schmidt/Schmidt, 2020, S. 77

<sup>37</sup> vgl. Miedaner/Longin, 2012, S. 25

Ein Teil des Klebers von Emmer-Körnern gehört ebenfalls zu den Gliadinen. Demnach müssen auch bei diesem Mehl die eher schlechten Backeigenschaften berücksichtigt werden. Der im Vergleich zu Weichweizen recht niedrige Sedimentationswert (in Hinblick auf Proteinqualität und Quellfähigkeit) deutet ebenfalls auf eher geringes Backvolumen hin.

### 5.3 Dinkel

Erste Funde von *Triticum spelta* stammen aus der Zeit um 4000 v. Chr. aus Westeuropa. Da keine Wildform von Dinkel bekannt ist, wird von einer Kreuzung zweier schon in Westeuropa angebaute Sorten ausgegangen. Höchstwahrscheinlich ist der europäische Dinkel aus einer zufälligen Kreuzung von Nacktweizen und Emmer in der Region der heutigen Schweiz hervorgegangen. Doch nicht immer wurde von dieser Entstehungsgeschichte ausgegangen, lange Zeit waren Forscher\*innen unschlüssig, ob nicht auch die Entwicklung aus dem iranischen Dinkel in Betracht gezogen werden sollte. Die Möglichkeit dieser Entstehung des europäischen Dinkels wurde jedoch weitgehend verworfen. Elisabeth Schieman stellte bereits in den 1930er Jahren die Hypothese der Kreuzung von Emmer und Nacktweizen auf, da gewisse Merkmale wie eine brüchige Spindel und ein fest umschlossenes Korn auf Einkreuzung von Emmer hinweisen.

Bis zum Beginn der Bronzezeit erfuhr Dinkel nie große Popularität, da Einkorn, Emmer und Gerste im europäischen Anbau dominierten. Erst ab 2100 v. Chr. gewann Dinkel an Bedeutung und wurde in der Bronze- und Eisenzeit zusammen mit Emmer die vorherrschende Getreidesorte in Europa.<sup>38</sup> Lange Zeit blieb Dinkel zusammen mit anderen Getreidesorten an der Spitze. Erst vor dem zweiten Weltkrieg verschwand Dinkel nach und nach von den Feldern Europas<sup>39</sup>, da der Saatweizenanbau mit weitaus höheren Erträgen punkten konnte. Auch durch die Brüchigkeit der Dinkelähre mussten Bauern/Bäuerinnen hohe Ernteverluste hinnehmen.<sup>40</sup>

---

<sup>38</sup> vgl. Schilperoord/Schmidt/Schmidt, 2020, S. 81

<sup>39</sup> vgl. Messer, Hans: Dinkel + seine Geschichte, 2010, S. 1

<sup>40</sup> vgl. Miedaner/Longin, 2012, S. 34

„Auf der Suche nach Anbaualternativen Mitte der 1970er, Anfang der 1980er Jahre und mit dem wachsenden Bewusstsein ökologischer Landwirtschaft besann man sich wieder auf den Dinkel.“<sup>41</sup> Langsam aber stetig findet der Dinkel zurück auf europäische Felder. In Österreich wird Dinkel auf etwa 10 000 Hektar angebaut, davon 90% nach ökologischen Anbaubedingungen. Niederösterreich, Oberösterreich und das Burgenland zählen zu den österreichischen Hauptanbauregionen.

Je nach Anbaubedingung und Sorte variiert die Halmhöhe der Dinkelpflanze, bewegt sich aber üblicherweise im Rahmen von 70 bis 130 cm. Im Gegensatz zu den Nacktgetreidearten erfordert auch Dinkel als Spelzgetreide den zusätzlichen Verarbeitungsschritt des Gerbens, um das Korn von der Vese zu trennen.<sup>42</sup> Zudem ist beim Dinkel wie bei keiner anderen Weizenart die Sortenwahl ausschlaggebend. Vor allem in der Verarbeitung müssen die Eigenschaften verschiedener Dinkelsorten berücksichtigt werden. Ausschlaggebend sind hier die Wunschcharakteristiken des Produkts. Dinkel verfügt grundsätzlich über einen beachtlichen Rohproteingehalt. Jedoch setzt sich auch im Dinkel der Großteil des Glutens aus Gliadinen zusammen, die für eher mangelhafte Backeigenschaften bekannt sind. Infolgedessen sollte der Rohproteingehalt nicht die einzige Komponente zur Bestimmung der Verarbeitungsqualität sein. Dinkelsorten lassen sich anhand ihrer Klebermenge und Klebereigenschaften grob in drei Gruppen einteilen, die nach Elastizität, Konsistenz und Menge geordnet sind. Somit steht eine ganze Palette von Dinkelsorten mit unterschiedlichen Eigenschaften je nach Backanforderung zur Auswahl.<sup>43</sup>

## 5.4 Weichweizen

Obwohl erste Anbaunachweise von Weichweizen (*Triticum aestivum*) aus Pfahldörfern der Bronzezeit stammen, verschwindet er wieder, und es dauert über tausend Jahre, bis der Weichweizenanbau eine Renaissance erfährt. Mit dem Aufstieg des römischen Reichs verbreitet er sich schnell bis in entlegene Provinzen. „Aufgrund seiner höheren Leistungsfähigkeit brachte er auf guten Böden höhere Erträge als Emmer.“<sup>44</sup> Dennoch

---

<sup>41</sup> Miedaner/Longin, Dinkel, 2012, S. 34

<sup>42</sup> vgl. Christen, Olaf: Winterweizen das Handbuch für Profis, 2009, S. 12

<sup>43</sup> vgl. Miedaner/Longin, 2012, S. 42ff

<sup>44</sup> Christen, 2009, S. 9

stürzte dessen Popularität zusammen mit dem römischen Imperium besonders im Raum nördlich der Alpen ein. Zuerst von Emmer, dann Roggen über Dinkel abgelöst schafft es der Weichweizen erst in den 1950er Jahren mit zunehmender Winterfestigkeit und steigendem Ertrag wieder an die Spitze. Über die gezielte Einzüchtung des englischen Dickkopfweizens konnte zunächst der Ertrag aber noch nicht die Backfähigkeit verbessert werden. Erst im Laufe der 1940er Jahre konnten durch weiter Selektion und Züchtungen auch Weichweizen die gewünschten Backeigenschaften erhalten.

So wie Einkorn kann auch Weichweizen als Winter- und Sommergetreide angebaut werden, wobei die Sommerform nur eine untergeordnete Rolle spielt. Als besonders anspruchsvolle Art schließt der Weichweizen seine Wachstumsphase vergleichsweise früh ab. Nur unter besten Wetterbedingungen durchbrechen die Pflanzen die Ein-Meter-Marke, so ist bei durchschnittlichen Bedingungen eine Höhe zwischen 50 bis 100 cm zu erwarten. Einzelne Halme sind sehr dünnwandig und hohl und sind deswegen für Brüche anfälliger. Die Ähren sind ohne Granne zwischen 8 und 16 cm lang, dicht mit Ährchen besetzt und im Querschnitt betrachtet nahezu quadratisch. Jedes Ährchen ist mit drei bis sechs Blütchen ausgestattet, wobei nur drei bis maximal fünf fertil sind. Durchschnittlich bringt jedes Ährchen drei Körner hervor. Die Ährenachse ist nicht brüchig, und bei der Totreife ist das Korn nur noch von einer Deckspelze bedeckt und lässt sich leicht aus dieser lösen. Im Gegensatz zu Spelzgetreiden ist beim Weichweizen als Nacktgetreide kein Gerbgang nötig.

Weichweizen kann anhand seiner Qualitätsmerkmale grob in vier Qualitätsstufen eingeteilt werden: E-, A-, B- und C-Weizen. An unterster Stelle steht der C-Weizen oder Futterweizen. Weizen dieser Stufe erfüllt nur die niedrigsten Qualitätsanforderungen und wird häufig als Futtermittel für die Viehfütterung eingesetzt. B-Weizen oder Brotweizen macht den größten Anteil aus, er wird für die Brotherstellung verwendet. A-Weizen/Qualitätsweizen und E-Weizen/Eliteweizen unterscheiden sich kaum, wobei A-Weizen zwar über einen hohen Proteingehalt verfügt, aber nur der E-Weizen erreicht die allerhöchsten Qualitätskriterien. Bei der Qualitätsbestimmung spielen neben Proteingehalt auch die Volumenausbeute, die Fallzahl und die Backfähigkeit eine Rolle.

Weichweizen wird aufgrund seiner hervorragenden Backeigenschaften, die auf den hohen Anteil von Gluteninen im Kleber zurückzuführen sind, breit eingesetzt. Diese sorgen auch für vergleichbar hohe Sedimentationswerte.<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup> vgl. Miedaner/Longin, 2012, S.27

## 6 Performancevergleich alter und moderner Weizensorten

### 6.1 Boden

„Der Boden gehört zu den wichtigsten Existenzgrundlagen der Menschheit. Der weitaus überwiegende Anteil der Nahrungsmittel wird auf terrestrischen Böden erzeugt.“<sup>46</sup> Eine Pflanze kann nur unter geeigneten Bedingungen gedeihen. Das Medium, aus dem die Pflanze Wasser und Nährstoffe erhält, spielt also in der Landwirtschaft eine signifikante Rolle: „für gesundes Pflanzenwachstum, unter anderem indem sie Nährstoffe für Pflanzen verfügbar machen, Schaderreger kontrollieren, die Bodenstruktur beeinflussen und in vielfältiger Weise mit Pflanzenwurzeln interagieren.“<sup>47</sup> Verschiedene Parameter geben Auskunft über ackerbaulich relevante Eigenschaften des Bodens. Die Textur des Bodens, die in grob-, mittel- und feinputig unterschieden wird, bedingt die Durchwurzelbarkeit aber auch die Sauerstoffdurchlässigkeit. Zudem hängt von ihr die Versickerung in tiefere Bodenschichten und wiederum der kapillare Wasseraufstieg ab. Neben der Bodenbeschaffenheit ist auch der Nährstoffgehalt für optimales Pflanzenwachstum und Ertrag ausschlaggebend.<sup>48</sup> Als nahezu weltweit angebaute Pflanze muss Getreide jedoch auf Böden unterschiedlichster Art wachsen, wobei die Sortenauswahl bei verschiedenen Böden von großer Bedeutung ist. Innerhalb der Gattung *Triticum* gibt es Arten mit unterschiedlichen Ansprüchen an ihre Umgebung, die es in der Landwirtschaft klug auszunützen gilt.

Hierbei zeichnen sich sowohl Einkorn als auch Emmer als besonders anspruchslos aus. Beide gedeihen auch unter harscheren Bedingungen. So akzeptieren sie Böden mit geringerem Stickstoffgehalt besser als Weichweizen, wobei bei Emmer eine zu hohe Stickstoffdüngung die Wahrscheinlichkeit zur Lagerung erhöht. Auch in Regionen, die häufige Trockenperioden erfahren, können beide Urgetreide angebaut werden. Beide Sorten sind eine willkommene Alternative in Regionen mit flachgründigen, durchlässigeren und nährstoffarmen Böden.

---

<sup>46</sup> Kaul/Kautz/León, 2022, S. 11

<sup>47</sup> ebd., S. 15

<sup>48</sup> vgl. ebd., S. 14

Dinkel liegt mit seinen Ansprüchen ebenfalls unter denen des Weizens. Dinkel verlangt keinen hohen Stickstoffgehalt im Boden und benötigt daher geringere Stickstoffdüngung, was ihn optimal für den Anbau in Trinkwasserschutzgebieten macht. „Die sichersten Erträge liefern homogene, mittelschwere bis schwere, genügend tiefgründige Böden mit guter Wasserversorgung. Höhenlagen bis 900 m sind möglich.“<sup>49</sup> Für Dinkel sind lehmige Böden mit konsistenter Zusammensetzung und dadurch höherer Wasserspeicherkapazität optimal.

Unter den Getreidearten zeigt Weichweizen die höchsten Ansprüche an die Bodenverhältnisse.<sup>50</sup> Optimale Weichweizenböden sind Löß-Lehmböden, die einen hohen Nährstoffgehalt aufweisen. Geeignete Böden müssen zudem über ausreichend Wasserspeichervermögen verfügen, um den Wasserverbrauch der vergleichsweise langen Vegetationsperiode zu decken.<sup>51</sup> Deshalb wirken sich tiefgründige Böden, die es den Weizenpflanzen ermöglichen, etwa 1,5 m tief zu wurzeln, positiv auf die Weizenqualität aus. Der Wurzeltiefgang des Weichweizens findet verhältnismäßig früh statt und ermöglicht es der Pflanze, zusammen mit einer hohen Wurzelbildung, Feuchtigkeit aus tiefliegenden Bodenschichten aufzunehmen. Besonders während der Kornfüllungsphase Ende Juni muss darauf geachtet werden, dass den Pflanzen genügend Wasser zur Verfügung steht, um Ertragsverluste zu vermeiden.<sup>52</sup>

Gemessen an seinen Bodenansprüchen und vor allem wegen seines hohen Wasserbedarfs wird der Weizen stark abgeschlagen; hier können Einkorn und Emmer als anpassungsfähigste Pflanzen, aber auch Dinkel mit genügsameren Anforderungen punkten.

## 6.2 Krankheiten

Im Laufe ihrer Entwicklungsphasen sind Kulturpflanzenbestände einer Vielzahl von Schadenserregern ausgesetzt. Von der Aussaat bis zur Reife sind sie Zielscheibe für

---

<sup>49</sup> [https://www.tllr.de/www/daten/publikationen/anbautelegramm/at\\_dinkel\\_conv.pdf](https://www.tllr.de/www/daten/publikationen/anbautelegramm/at_dinkel_conv.pdf)

<sup>50</sup> vgl. <https://www.kws.com/de/de/beratung/aussaat/standortansprueche/getreide/>

<sup>51</sup> vgl. <https://www.studocu.com/de/document/hochschule-anhalt/pflanzenproduktion-ii/weizen-steckbrief-weizen-steckbrief/69166469>

<sup>52</sup> vgl. <https://www.kws.com/de/de/beratung/aussaat/standortansprueche/getreide/>

diverse Krankheiten, da durch Monokulturen und besonders durch die Vergrößerung von Anbauflächen die Verbreitung jener unterstützt wird. So können sich Erreger nahezu ungehindert von einer zur nächsten Pflanze vermehren.

Innerhalb der Krankheiten lassen sich anhand des befallenen Teils der Pflanze zwei Krankheitsgruppen unterscheiden: Ährenkrankheiten und Fußkrankheiten. Erreger, die am Halmgrund oder an den Wurzeln angreifen, zählen zu den Fußkrankheiten.

Ährenkrankheiten umfassen sowohl Fruchtstandskrankheiten als auch Blattkrankheiten.<sup>53</sup> Über das gesamte Entwicklungsstadium der Weizenpflanze ist sie sehr anfällig, Schaden zu nehmen. „Bereits die Keim- und Auflaufphase, ein hinsichtlich der Erstellung von Ausgangsbeständen generell höchst kritischer Abschnitt, wird durch Schaderreger erheblich gefährdet.“<sup>54</sup>

### 6.2.1 Pilzerkrankungen

In Mitteleuropa zählen neben Ährenfusariose vor allem Mehltau, Gelbrost und Braunrost zu den häufigsten Pilzerkrankungen.<sup>55</sup> Grundsätzlich lässt sich ein Befall auf die ebenfalls befallene Getreidevorart zurückführen. Von Ernteresten ausgehend, kann die Folgeaussaat, von vor allem Winter- aber auch Sommergetreiden infiziert werden. Um den Befall zu verhindern, ist die Entfernung des infizierten Materials von den Feldern unabdingbar. Meist erfolgt die Infektion unter feuchten und milden Bedingungen im Herbst und Frühjahr.<sup>56</sup>

*Fusarium graminearum* und *Fusarium culmorum* sind die Haupterreger der Ährenfusariose. Infektionsquelle sind meist Erntereste von Maisfeldern. Die Infektion kann von der Hälfte des Ährenschiebens bis Ende der Blüte stattfinden. Gelangen Pilzsporen über den Wind aus den Ernteresten in die Weizenähren, zeigen sich nach zwei bis drei Wochen die ersten Symptome: Befallene Ährchen bleichen vorzeitig aus und können im weiteren Laufe einer Erkrankung zu partieller Weiß- oder Taubährigkeit führen. Speziell feuchtwarme Witterung kann intensiven Befall nach sich ziehen.

---

<sup>53</sup> vgl. Aufhammer, 1998, S. 300

<sup>54</sup> ebd., S. 300

<sup>55</sup> vgl. <https://stmk.lko.at/die-wichtigsten-krankheiten-im-getreide-und-neue-fungizide+2400+3085131>

<sup>56</sup> vgl. Aufhammer, 1998, S. 300

Der Mehltau verursachende Pilz *Blumeria graminis* gehört zu jenen mit den fatalsten Folgen. So ist schon bei durchschnittlichem Befall mit Ernteaufgängen von 25% zu rechnen. Bei einer Infektion bildet die Pflanze ein bis zwei Millimeter große weiße Pusteln aus. Später verbinden sie sich zu größeren Fruchtkörpern und verfärben sich graubraun.<sup>57</sup> Bei erheblichem Befall ist auch ein Vergilben und Absterben betroffener Regionen zu befürchten.<sup>58</sup>

Die beste Bekämpfung dieser Pilzkrankheiten ist es, die Infektion zu verhindern. Das Eindringen und im Weiteren die Ausbreitung in pflanzliches Gewebe muss unterbunden werden. Hierbei haben Spelzgetreide einen deutlichen Vorteil, denn sie haben um den Fruchtkörper eine zusätzliche Schutzschicht, die sie von Erregern abschirmt. Deshalb haben Einkorn, Emmer und auch Dinkel bezüglich Krankheiten einen grundlegenden Vorteil gegenüber Weichweizen und anderen Nacktweizenarten.

Neben Bespelzung spielen noch andere morphologische Merkmale eine Rolle beim Pilzbefall. Zwischen Halmlänge und Befall wurde eine positive Korrelation von  $r=0,33$  festgestellt. So gelten besonders Halme unter 75 cm als anfällig. Ebenso ist der Abstand zwischen Ähre zum Fahnenblatt der Pflanze zu beachten. Hierbei steigert ein Abstand von unter 10 cm das Befallsrisiko bereits um 50%. Aufrechte Fahnenblätter erfahren wohlmöglich aufgrund des kürzeren Weges zur Ähre stärkeren Befall als Blätter, die horizontal stehen.<sup>59</sup>

Einkorn und Emmer weisen eine starke allgemeine Krankheitsresistenz auf. Mit einer partiellen Pilzresistenz hebt sich Einkorn von den anderen behandelten Weizenarten ab. Obwohl Emmer nicht mit der Pilzresistenz von Einkorn mithalten kann, übertrifft er jene von Dinkel und besonders die von Weizen.<sup>60</sup> Im Dinkelanbau besteht in feuchten Jahren und bei üppigen Beständen ein erhöhtes Risiko für Mehltau- und Rostbefälle. Speziell mit Gelbrost haben viele Landwirt\*innen auf Dinkelfeldern zu kämpfen.<sup>61</sup>

---

<sup>57</sup> vgl. Christen, 2009, S. 197

<sup>58</sup> vgl. <https://www.lfl.bayern.de/ips/getreide/118001/index.php>

<sup>59</sup> vgl. Lembacher/Schally, 2009, S. 99

<sup>60</sup> vgl. FiBL: Emmer, Einkorn und Dinkel: Technische Angaben zum Anbau und zur Verwertung, S. 3

<sup>61</sup> vgl. Schwabe, Ines: Dinkel Anbau- und Verarbeitungsweise, 2021, S. 2

Ährenfusariose tritt überwiegend bei Dinkel und Weizen auf. Die Gefahr eines Fusariosebefalls steigt mit Regenfällen um die Blütezeit enorm, da sich die Pilze *Fusarium graminearum* und *Fusarium culmorum* in der Ähre einnisten können.

### 6.2.2 Viruserkrankungen

Neben den Pilzerkrankungen ist Getreide auch von Virose betroffen. Es würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, hier detailliert auf alle einzugehen bzw. die Unterschiede einzelner Sorten aufzuzeigen. Weizenpflanzen generell werden unter anderem vom Weizenverzweigungsvirus oder dem Weizenmosaikvirus heimgesucht. Das Verzweigungsvirus wird durch Zikaden verbreitet und äußert sich in leuchtend gelber Verfärbung der Blätter, Wuchshemmung, Absterben der Blätter und schließlich der Pflanze. Vorbeugende Maßnahmen gibt es keine, Aufhammer verweist auf die Züchtung resistenter Sorten als Ausweg. Das Mosaikvirus wird bei hoher Bodenfeuchte nach der Aussaat im Herbst durch einen Bodenpilz übertragen. Es kommt zu einer Rotverfärbung und Einrollung der Blätter, Wuchshemmung, Absterben der Blätter und schließlich der gesamten Pflanze. Zur Vorbeugung wird eine späte Aussaat bzw. eine entsprechende Sortenauswahl empfohlen.<sup>62</sup>

### 6.2.3 Schädlinge und Nematoden

So vielfältig wie Getreide sind auch die tierischen Interessenten daran, aber auch hier kann nur ein grober Überblick über Weizenschädlinge im Allgemeinen gegeben werden. Während Feldmäuse oder Schnecken für Weizenpflanzen keine große Bedrohung darstellen, sind es eher die Brachfliege (*Delia coarctata*), der Getreidelaufkäfer (*Zabrus tenebroides*) und Getreideblattläuse (*Sitobion avenae*), die zum Problem werden. Die Brachfliege tritt vermehrt auf spät- oder unbestellten Flächen auf, dem Befall kann durch Zwischenfruchtanbau vorgebeugt werden. Der Larvenfraß führt zu Vergilben der Herzblätter und zum Absterben der Pflanze. Der Getreidelaufkäfer wandert bei trocken-warmer Herbstwitterung vom Grünland auf das Feld, seine Larven befallen die gesamte Pflanze, den Keimling, die Blätter, die Triebe und die Körner. Die Stoppelbearbeitung (zur Reduzierung des Samenbestandes im

---

<sup>62</sup> vgl. Aufhammer, 1998, S. 310

Boden) unmittelbar nach der Ernte kann hier vorbeugen. Getreideblattläuse lieben ebenfalls die trocken-warmen Witterungsverhältnisse im Herbst sowie hohe Nitratdüngung. Das Schadbild zeigt sich an Saugschäden, Vergilben und Rollen der Blätter sowie Beeinträchtigung der Kornausbildung. Vorgebeugt kann durch verringerte Nitratdüngung sowie Beseitigung von Zwischenwirten in Feldgehölzen werden.<sup>63</sup>

## 6.3 Aufwand

Wird der notwendige Input betrachtet, der von den Landwirt\*innen von der Wahl der Saat bis zur Ernte erbracht werden muss, eröffnet sich das weite Spektrum der Agrarwissenschaft. Denn schon die Saat bedingt unterschiedliche Aufwendungen, sei es mechanische bei der Unkrautbekämpfung, sei es die chemische bei der Düngung und Schädlingsbekämpfung, sei es die zusätzliche Wässerung, um nur einige wenige zu nennen. Genauso gibt es je nach Sorte teilweise signifikante Unterschiede bei der Ernte und Lagerung.

### 6.3.1 Aussaat

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über verschiedene Faktoren der Aussaat.<sup>64, 65, 66, 67</sup>

	<b>Aussaatfenster</b> Winterform	<b>Spätsaat</b> Winterform	<b>Aussaatform</b>	<b>Saadichte</b> kg/ha
<b>Einkorn</b>	Mitte Sept. – Mitte Okt.	abzuraten	Vese	100-130
<b>Emmer</b>	Mitte Sept. – Mitte Okt.	möglich -> wirkt ertragsschmälernd (Ende Okt. – Nov.)	Vese	150-200
<b>Dinkel</b>	Mitte Sept. – Mitte Okt.	bis Mitte Nov.	Vese	160-220

<sup>63</sup> vgl. Aufhammer, 1998, S. 315ff

<sup>64</sup> vgl. <https://ooe.lko.at/bio-wintereinkorn-Triticum-monococcum+2400+3413508>

<sup>65</sup> vgl. Schwabe, Ines: Einkorn Anbau- und Verarbeitungsweise, 2021, S. 1f

<sup>66</sup> vgl. Schwabe, Ines: Emmer Anbau- und Verarbeitungsweise, 2021, S. 1f

<sup>67</sup> vgl. Schwabe, Dinkel, 2021, S. 1f

<b>Weichweizen</b>	Ende Sept. – Ende Okt.	Ende Okt., Nov.	nackt	160-200
--------------------	---------------------------	-----------------	-------	---------

Bereits bei der Aussaat stechen besonders Unterschiede von Einkorn zu den anderen erwähnten Weizensorten hervor. Im Vergleich zu Dinkel, der mit 160 bis 220 kg/ha knapp 120 bis 200 Vesen/m<sup>2</sup> auf das Feld bringt, ist die Saattiefe (in Bezug auf Körneranzahl) des Einkorns mit etwa 290 bis 350 Vesen/m<sup>2</sup> deutlich höher. So lässt sich leicht erkennen, dass, obwohl sowohl Einkorn als auch Dinkel als Vese angebaut werden, die Einkornvesen signifikant leichter sind als die des Dinkels.

### 6.3.2 Wachstum und Reife

Welche Möglichkeiten haben nun die Landwirt\*innen, um Wachstum und Reife der Saat in ihrem Sinn zu beeinflussen? Auf der einen Seite stehen die mechanischen Maßnahmen, die vor allem im ökologischen Landbau im Vordergrund stehen.

Die erste Wachstumsbremse der jungen Getreidepflanze stellt das Unkraut dar, das je nach Wachstumstempo eine ernste Erntebefrohung ist, wenn der Kampf um Licht, Wasser und Platz nicht gewonnen wird. Unkrautregulation hängt stark von der Jugendentwicklung der Weizenpflanzen ab. Haben sie eine schnelle Jugendentwicklung, fällt es den Pflänzchen leichter, sich über Unkraut hinwegzusetzen. Findet die Jugendentwicklung hingegen langsam statt, wie es bei Einkorn der Fall ist, besteht die Gefahr von Verunkrautung.<sup>68</sup> Um Verunkrautung von Feldern von Beginn an zu vermeiden, wird die landwirtschaftliche Praktik des Blindstriegelns angewandt. Hierbei wird der Boden mechanisch von einem Striegel bearbeitet. Dieser wird, nachdem das Getreide ausgesät wurde, noch vor dem Auskeimen über das Feld gezogen, lockert es auf und befreit das Feld von Unkrautkeimlingen. Dieser Prozess findet bei allen beschriebenen Sorten statt. Weiteres Striegeln findet oftmals ab dem 3-Blattstadium statt. Aufgrund des späten Schiebens der Ähren ist besonders bei Einkorn auf die Unkrautregulation zu achten. Emmer hat eine langsame Jugendentwicklung, wobei dieser im Gegensatz zu Einkorn und Dinkel eine geringere

<sup>68</sup> vgl. <https://ooe.lko.at/bio-wintereinkorn-Triticum-monococcum+2400+3413508>

Bestockung aufweist, was ihn längerfristig anfälliger für Unkraut macht.<sup>69</sup> Dinkel präsentiert eine hohe Konkurrenzfähigkeit, wodurch ein zweiter Striegeldurchgang zur Bestockung meist ausreicht. Weichweizen zeichnet sich ebenfalls als konkurrenzfähig aus. Grundsätzlich reicht hier zweimaliges Striegeln (Blindstriegeln, im 3-4-Blattstadium) aus, dennoch wirkt sich wiederholtes Striegeln zur Bestockung und vor dem Schossen positiv auf das Pflanzenwachstum aus.<sup>70</sup>

Die ökologische Landwirtschaft spricht zunehmend statt von Unkraut von Beikraut oder Ackerwildkraut, das gezielt als Untersaat eingesetzt die gesäte Pflanze vor anderen Schädlingen, Wasserverlust oder Wetterereignissen schützen kann. Zusätzlich wird ein wertvoller Beitrag zur Biodiversität geleistet.<sup>71</sup>

Da Getreidefelder Wind und Wetter nahezu ungeschützt ausgesetzt sind, ist es von hoher Wichtigkeit, Sorten zu wählen, die diesen standhalten können. So müssen Standfestigkeit und Lagerneigung beachtet werden, die meist mit Halmlänge und Struktur korrelieren. Die sehr schwache Standfestigkeit von Einkorn ist auf seine zarten Halme zurückzuführen. Aufgrund seiner nur etwa 120 cm langen Halme muss beim Einkornanbau keine große Lagerneigung befürchtet werden, sie fällt hier nur leicht bis mittel aus. Emmer hingegen bildet lange stabile, aber starre Halme aus.

Dementsprechend sind die etwa 140 bis 180 cm hohen Emmerpflanzen stärker von Lagerung betroffen. In diesem Bereich kann Dinkel aufzeigen, denn mit einer Halmlänge von 70 bis 130 cm und relativ stabilen, aber flexiblen Halmen liegt er in punkto Standfestigkeit je nach Sorte im oberen Mittelfeld. Weichweizen verfügt ebenfalls über eine mittlere bis hohe Standfestigkeit, benötigt aber optimale Bodenverhältnisse, um diese zu erreichen.

Doch nicht alle Probleme werden rein mechanisch angegangen. Auf der anderen Seite stehen mit Schädlingsbekämpfung und Düngung die chemische Regulierung. Vor allem in der konventionellen Landwirtschaft ist abgesehen von der biologischen Düngung mit Gülle der Einsatz synthetisch erzeugter Wachstumstreiber und Schädlingsmittel Standard geworden.

---

<sup>69</sup> vgl. Schwabe, Dinkel, 2021, S. 1f

<sup>70</sup> vgl. <https://ooe.lko.at/bio-winterweichweizen-Triticum+2400+3470397>

<sup>71</sup> vgl. Einböck: Das Handbuch des Bio-Ackerbaus, Eigenverlag, o.J., S. 34 f

### 6.3.3 Ernte und Lagerung

Die Getreideernte erfolgt bei Weichweizen je nach Witterung grundsätzlich ab Ende Juli bis Anfang August.<sup>72</sup> Als Nacktgetreide ist Weizen das einzige der in der vorliegenden Arbeit behandelten Sorten, das keinen zusätzlichen Schritt benötigt, um das Korn vom Spelz zu trennen. Dies bringt bei der Ernte zwar eine beträchtliche Aufwandsersparnis, macht das Korn aber sowohl in der Ähre am Feld als auch in der Lagerung anfälliger für Krankheiten und Schimmel. Der Spelz fungiert als zusätzliche Schutzschicht, die das Korn in der Lagerung vor Luftfeuchtigkeit und anderen Umwelteinflüssen schützt. Jedoch muss beachtet werden, dass aufgrund der Lagerung als Vesen platzbezogene Einbußen gemacht werden müssen.

## 6.4 Ertrag

Um die Qualität des Ertrags von Getreide zu bestimmen, sind einige Kennzahlen nötig, die die Qualität und die Quantität der Ernte abbilden. Um den Ertrag quantitativ darzustellen, ist die gängigste Einheit Dezitonnen pro Hektar (dt/ha). Erträge können je nach Standort und dessen Bedingungen variieren. Durchschnittlich ist Einkorn hinsichtlich des Ertrags mit etwa 10 bis 20 dt/ha das Schlusslicht unter den alten Weizensorten. Der Ertrag von Emmer liegt zwischen 20 und 40 dt/ha. Dinkel kann einen Ertrag von 40 bis 50 dt/ha aufweisen, liegt jedoch noch immer hinter dem ertragreichen Weichweizen, der Erträge zwischen 60 und 80 dt/ha erzielt.<sup>73</sup>

---

<sup>72</sup> vgl. Kaul/Kautz/León, 2022, S. 150

<sup>73</sup> vgl. Maschner, Fabio; Bertschi, Korinne; Fesselet Marie: Eignung von Emmer und Einkorn für den Anbau, 2017, 147

## 7 Alte Sorten – die Zukunft des Getreideanbaus?

Rein auf den Ertrag reduziert kann keine der in dieser Arbeit behandelten alten Sorten mit dem modernen Weichweizen mithalten, denn Einkorn bringt nur etwa ein Drittel, Emmer die Hälfte und Dinkel drei Viertel des Weichweizenertrags auf die Waage. Allerdings könnten andere Faktoren, wie Resistenz gegen Dürre und Schädlinge speziell durch den voranschreitenden Klimawandel in Zukunft ein zentrales Auswahlkriterium werden. Der heute am häufigsten angebaute Weichweizen bringt zwar hohe Erträge, ist aber keineswegs für längere Trockenperioden gerüstet. Zudem steht die starke Stickstoffdüngung, die diese Sorte benötigt, in der Kritik, denn der Stickstoff gelangt über die Felder vermehrt ins Grundwasser. Dort führt ein übermäßiger Nitratgehalt zu diversen ökologischen Problemen und kann – neben negativen Umweltauswirkungen – im Trinkwasser zu Gesundheitsrisiken für den Menschen führen. Aus diesem Grund stellt sich die Frage, ob der Klimawandel eine Umstellung auf den Getreidefeldern veranlassen könnte. Einkorn, Emmer und Dinkel sind über die Jahre zwar in Vergessenheit geraten, haben jedoch einige Eigenschaften, die sie als resistenter auszeichnen als herkömmlichen Weichweizen, und genau das prädestiniert sie für einen Neuanfang.

Die Erwärmung der Erde hat nicht nur länger anhaltende Dürreperioden und heftigere Witterung zur Folge, mit steigender Umgebungstemperatur ist für Schadpilze auf Weizenfeldern bereits der Grundstein für einen raschen Befall gelegt. „Viele Pilze bevorzugen warme und feuchte klimatische Bedingungen, die sich zunehmend auch in der nördlichen Hemisphäre manifestieren – auch in Europa.“<sup>74</sup> Zusätzlich stellen landwirtschaftliche Monokulturen für die anpassungsfähigen Pilze einen hervorragenden Nährboden dar. Monokulturen tragen zudem maßgeblich zu Fungizidresistenzen bei, da Bekämpfungsmittel ihre Wirkung gegen den sich anpassenden Schadpilz rasch verlieren. So ist mit immer signifikanteren Ernteeinbußen zu rechnen. Alte Sorten könnten hierbei zwar keine sofortige Rettung, aber zumindest ein erster Ansatz sein. Der sehr empfindliche Weichweizen ist anfälliger für Pilzkrankungen als ältere Sorten. Besonders Einkorn sticht mit seiner partiellen

---

<sup>74</sup> <https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/journal/schon-gewusst-extreme-pilzgefahrdurch-klimawandel>

Pilzresistenz aus der Menge der Weizensorten heraus und könnte Abhilfe gegen einige Pilzkrankheiten schaffen.<sup>75</sup> Doch wiederum stehen dessen Anbau die schlechteren Backeigenschaften und der geringere Ertrag im Weg. Die enorme Nachfrage nach Weizenprodukten könnte nicht von Einkorn allein gedeckt werden, und auch die Backeigenschaften seines Mehls können die heutigen Erwartungen nicht erfüllen.<sup>76</sup>

Wasserversorgung ist ein weiteres Thema, dem sich Landwirt\*innen sowohl jetzt als auch in Zukunft stellen müssen. Weichweizen reagiert empfindlich auf Dürre. Mit voranschreitenden Extremen von Trockenheit und Witterung wird die Bewässerung der Felder deutlich erschwert werden, und auch hier muss mit deutlichen Ernteeinbußen gerechnet werden.<sup>77</sup> Hier können alte Sorten ebenfalls Entlastung bringen, denn keine der ausgewählten Sorten zeigt dieselben hohen Ansprüche an Wasserversorgung wie der Weichweizen. Insbesondere Einkorn und Emmer gedeihen auch unter harschen Bedingungen und stehen längere Trockenperioden nahezu unbeschadet durch.<sup>78</sup>

Extreme Umweltveränderungen erfordern auch extreme Veränderungen in der Landwirtschaft, doch eine vollständige Rückbesinnung auf alte Sorten ist durch Ertragseinbußen, mit denen gerechnet werden müsste, nicht möglich. Als globales Hauptnahrungsmittel ist eine Halbierung oder gar eine Drittelung des Ertrags<sup>79</sup> undenkbar. Doch könnten durch weitere Züchtungen genetische Eigenschaften wie beispielsweise die partielle Pilzresistenz von Einkorn, die Dürresistenz von Emmer und dessen Anspruchslosigkeit in Bezug auf Düngung in neue Weizensorten implementiert werden.<sup>80</sup> Eine molekulargenetische Analyse kann Aufschluss darüber geben, welche genetischen Faktoren für diese Stressresistenzen gegenüber Umwelteinflüssen verantwortlich sind. Die Erkenntnisse daraus müssen eingesetzt

---

<sup>75</sup> vgl. FiBL: Emmer, Einkorn und Dinkel: Technische Angaben zum Anbau und zur Verwertung, S. 3

<sup>76</sup> vgl. Miedaner/Longin, 2012, S. 27

<sup>77</sup> vgl. <https://www.kws.com/de/de/beratung/aussaat/standortansprueche/getreide/>

<sup>78</sup> vgl. Schwabe, Emmer, 2021, S. 1f

<sup>79</sup> vgl. Maschner/Bertschi e.a., 2017, 147

<sup>80</sup> vgl. <https://www.spektrum.de/news/klimawandel-neue-getreidesorten-sollen-duerre-und-hitze-ueberstehen/1615410>

werden, um neue Sorten zu entwickeln, die die Nahrungssicherheit auch in kommenden Jahren und Jahrzehnten gewährleisten.<sup>81</sup>

---

<sup>81</sup> vgl. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/getreide-forschung-1656794>

## 8 Fazit

Der Getreideanbau ist seit Jahrtausenden zentraler Bestandteil zur Ernährung der Menschheit. Heute steht Weizen noch vor Mais und Reis an der Spitze der Kulturpflanzen. Mit wachsender Erfahrung in der Agrarwirtschaft und der kontinuierlichen Entwicklung in der Agrartechnik verfügt der Mensch über immer raffiniertere Methoden, um den Ertrag aus dem Getreideanbau zu steigern. Der Standort mit seinen klimatischen Verhältnissen als statische Faktoren bedingt die Sortenauswahl. Daneben spielt Düngung sowie Unkrautregulierung eine bedeutende Rolle bei der Erntemaximierung, wobei die biologische und die konventionelle Landwirtschaft unterschiedliche Lösungen bieten. Spätestens Anfang des 21. Jahrhunderts kam ein weiterer Faktor dazu, der den Ackerbau besonders in Zukunft stark beeinflussen wird: Der Klimawandel ändert das Wertesystem der Landwirtschaft maßgeblich. Umweltverschmutzung durch überdüngte Felder und immer länger anhaltende Dürreperioden aufgrund der Erderwärmung lassen Agrarwissenschaftler\*innen schon heute die Frage stellen, ob die momentane Praxis auch in Zukunft noch Erfolg bringt. Im Verlauf der Arbeit hat sich die Komplexität des Themas gezeigt und dass weitaus mehr Faktoren gleichzeitig betrachtet werden müssten, um einen wissenschaftlich aussagekräftigen Vergleich herzustellen. Das hätte den Rahmen dieser Arbeit jedoch gesprengt. Auch kann das Kapitel zu Düngung, Unkrautregulation und Schädlingsbekämpfung nur einen kurzen Überblick geben, obwohl die Thematik – wie sich mit eingehender Literaturrecherche herausgestellt hat – für eine eigene Arbeit gereicht hätte.

Die vorliegende Arbeit setzt sich mit der Frage auseinander, ob alte Weizensorten die Lösung in Bezug auf Verwertbarkeit, Ertragsmenge und veränderte klimatische Bedingungen sein können. Diese kam zu dem Schluss, dass alte Sorten momentan moderne Sorten noch nicht vollständig ersetzen können, aber durchaus das Potenzial dazu haben, wenn weitere Einzüchtungen neue und resistenterere Weizensorten hervorbringen. Die Schwierigkeit des direkten Vergleichs von Einkorn, Emmer, Dinkel und Weizen besteht darin, dass es kaum wissenschaftliche Arbeiten gibt, die alte und neue Weizensorten unter den gleichen Voraussetzungen erforschen. Auch wenn Sorte,

Menge, Wässerung und Düngung völlig gleich sind, wird eine Arbeit aus Norddeutschland nicht die gleiche Erkenntnis bringen wie eine aus dem Nahen Osten.

Durchschnittlich kann festgehalten werden, dass der moderne Weichweizen mit etwa 70 dt/ha die alten Sorten ertragsmäßig um mindestens ein Drittel hinter sich lässt. Der hohe Ertrag fordert jedoch mitunter hohe Opfer, Weizen hat unter den ausgewählten Sorten die höchsten Ansprüche an Düngung und Wasserversorgung und ist weitaus schädlinganfälliger. Im Gegensatz dazu erweisen sich alte Sorten resistenter, sowohl was Schädlinge als auch unwirtliches Umgebungsklima betrifft. Sie sind daher die Hoffnung in Zeiten klimawandelbedingter Ernteausfälle von Weichweizen. Allerdings muss mit niedrigeren Erträgen zurechtgekommen werden, mit denen derzeit die Welternährung nicht garantiert werden kann. Damit verbunden wäre wohl auch ein Umdenken, ob der Ertrag oder der Erhalt von Böden und Grundwasser zu priorisieren ist. Fazit dieser Arbeit ist, dass derzeit weder der vollständige Umstieg auf alte Sorten noch das starre Festhalten am Anbau von ertragshohem Weichweizen eine realistische Zukunft für den Getreideanbau bieten.

## 9 Literaturverzeichnis

Aufhammer, Walter: Getreide- und andere Körnerfruchtarten, Bedeutung, Nutzung und Anbau. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 1998

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft: Weizenkrankheiten  
<https://www.lfl.bayern.de/ips/getreide/118001/index.php>

Bundesregierung.de (Hrsg.): Pflanzenforschung. Getreide dem Klimawandel anpassen. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung: 13.08.2019  
<https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/getreide-forschung-1656794>

Christen, Olaf: Winterweizen das Handbuch für Profis, Frankfurt am Main: DLG-Verlags-GmbH, 2009

Cramer, Hans-Hermann: Ernten machen Geschichte, 2., Bonn: AgroConcept GmbH, 2012

Doblmaier, Petra: Bio-Wintereinkorn (Triticum Monococcum). Landwirtschaftskammer Oberösterreich: 04.11.2019 <https://ooe.lko.at/bio-wintereinkorn-Triticum-monococcum+2400+3413508>

Doblmaier, Petra: Bio-Winterweichweizen (Triticum). Landwirtschaftskammer Oberösterreich: 23.08.2021 <https://ooe.lko.at/bio-winterweichweizen-Triticum+2400+3470397>

Duell-Pfaff, Nixe; Sauermost, Rolf: Lexikon der Biologie: Weizen. Spektrum Akademischer Verlag: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/weizen/70571>

Einböck: Das Handbuch des Bio-Ackerbaus, 3., Eigenverlag, o.J.

Fadani, Andrea: Geschichte der Welternährung. Bundeszentrale für politische Bildung: 12.06.2017. <https://www.bpb.de/themen/globalisierung/welternaehrung/181643/die-geschichte-der-welternaehrung/>

FiBL.de (Hrsg.): Emmer, Einkorn und Dinkel: Technische Angaben zum Anbau und zur Verwertung. Forschungsinstitut für biologischen Landbau: 21.03.2018.  
[https://www.bioaktuell.ch/fileadmin/documents/ba/Pflanzenbau/Ackerbau/EmmerEinkornDinkel\\_TechnischeAngaben\\_2018.pdf](https://www.bioaktuell.ch/fileadmin/documents/ba/Pflanzenbau/Ackerbau/EmmerEinkornDinkel_TechnischeAngaben_2018.pdf)

Greimel, Christine: Die wichtigsten Krankheiten im Getreide und neue Fungizide. Landwirtschaftskammer Steiermark: 2020 <https://stmk.lko.at/die-wichtigsten-krankheiten-im-getreide-und-neue-fungizide+2400+3085131>

Kaul, Hans-Peter; Kautz, Timo; León, Jens: Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, 5., Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2022

Knauer, Roland: Getreide für alle Bedingungen. Spektrum.de: 31.12.2018  
<https://www.spektrum.de/news/klimawandel-neue-getreidesorten-sollen-duerre-und-hitze-ueberstehen/1615410>

KWS SAAT SE: Standortansprüche Getreide/Winterweizen (Website)  
<https://www.kws.com/de/de/beratung/aussaat/standortansprueche/getreide/>

- Landwirtschaftliches Zentrum Liebegg, Kanton Aargau: Steckbrief Weizen. Liebegg: 2022 <https://www.studocu.com/de/document/hochschule-anhalt/pflanzenproduktion-ii/weizen-steckbrief-weizen-steckbrief/6916646956>
- Lembacher, Ferdinand; Schally, Harald: Einkorn & Emmer, Niederösterreichische Landwirtschaftskammer: St. Pölten, 2009
- Maschner, Fabio; Bertschi, Korinne; Fesselet Marie; Schori, Arnold; Schierscher-Viret, Beate; Mayor, Jean-Philippe: Eignung von Emmer und Einkorn für den Anbau, Agrarforschung Schweiz Agroscope: Posieux, 2017
- Messer, Hans: Dinkel + seine Geschichte, Mühle Fraubrunnen: Fraubrunnen, 2010
- Miedaner, Thomas; Longin, Friedrich: Unterschätzte Getreidearten Einkorn, Emmer, Dinkel & Co.: Agrimedia GmbH & Co. KG, 2012
- Redaktion Pflanzenforschung.de: Extreme Pilzgefahr durch Klimawandel. Pilzkrankheiten bedrohen unsere Ernten. Pflanzenforschung.de: 09.05.2023 <https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/journal/schon-gewusst-extreme-pilzgefahr-durch-klimawandel>
- Schiemann, Elisabeth: Weizen, Roggen, Gerste. Systematik, Geschichte und Verwendung. Gustav Fischer: 1948. <http://grain-gallery.com/de/geschichte-des-getreides>
- Schilperoord, Peer; Schmidt, Dorian; Schmidt Antje: Sieben Getreide, Dürnau: Verlag der Kooperative Dürnau, 2020
- Schwabe, Ines: Dinkel Anbau- und Verarbeitungsweise, Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum: Jena, 2021
- Schwabe, Ines: Einkorn Anbau- und Verarbeitungsweise, Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum: Jena, 2021
- Schwabe, Ines: Emmer Anbau- und Verarbeitungsweise, Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum: Jena, 2021
- Seidl, Alois: Getreidebau (bis 1800). Historisches Lexikon Bayerns: 26.04.2010. <http://www.historisches-lexikon-bayerns.de/Lexikon/Getreidebau>
- Sonnberger, Markus; Thiv, Mike; Wörz, Arno: Triticum. Naturkundemuseum Stuttgart: <https://naturportal-suedwest.de/de/graeser/systematik/gattung/poales-grasartige/poaceae/Triticum/>
- Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum (Hrsg.): Dinkel (Triticum aestivum ssp. Spelta). Anbau- und Verarbeitungshinweise: 2021 [https://www.tllr.de/www/daten/publikationen/anbautelegramm/at\\_dinkel\\_conv.pdf](https://www.tllr.de/www/daten/publikationen/anbautelegramm/at_dinkel_conv.pdf)
- Zeibig, Frederike; Kilian, Benjamin; Frei, Michael: The grain quality of wheat wild relatives in the evolutionary context. Springer: 17.12.2021. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00122-021-04013-8>
- Zencirci, Nusret; Ulukan, Hakan; Baloch, Faheem Shehzad; Mansoor, Shahid; Rasheed, Awais: Ancient Wheat: Springer Nature Switzerland AG, 2022

**Anm.:** alle in der Arbeit angeführten Weblinks wurden am 21.12.2023 abgerufen.

**Name:** Marina Grandits

**Selbstständigkeitserklärung**

Ich erkläre, dass ich diese vorwissenschaftliche Arbeit eigenständig angefertigt und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Wolkersdorf, 11.02.2024

Ort, Datum



---

Unterschrift

**Zustimmung zur Aufstellung in der Schulbibliothek**

Ich gebe mein Einverständnis, dass ein Exemplar meiner vorwissenschaftlichen Arbeit in der Schulbibliothek meiner Schule aufgestellt wird.

Wolkersdorf, 11.02.2024

Ort, Datum



---

Unterschrift