

Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen  
in der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Institut für Tierernährung und funktionelle Pflanzenstoffe  
der Veterinärmedizinischen Universität Wien  
(Leiter: Univ.-Prof. Dr.sc.agr. Qendrim Zebeli)

**Experimentelle Analysen von Getreide und  
Getreideprodukten für Pferde zur Feststellung von  
Veränderungen der nutritiven und hygienischen  
Eigenschaften in Abhängigkeit von Lagerung und  
Umgebungsbedingungen**

Bachelorarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

Vorgelegt von Sophie Czermak

Wien, im März 2023

**Betreuer** Univ.-Prof. Dr.sc.agr. Qendrim Zebeli  
Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der  
Veterinärmedizinischen Universität Wien  
Institut für Tierernährung und funktionelle Pflanzenstoffe der  
Veterinärmedizinischen Universität Wien

**Gutachterin** Dr. Annabella Khol

Für Topenga

## Abkürzungsverzeichnis:

aNDF <sub>OM</sub>	Neutral-Detergenzien-Faser nach Amylasebehandlung und Veraschung
DEO	Deoxynivalenol
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points
HCL	Chlorwasserstoff
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Schwefelsäure
ISO	Internationale Organisation für Normung
LOD	Erfassungsgrenze <i>Limit of detection</i>
LOQ	Bestimmungsgrenze <i>Limit of quantitation</i>
MEZ	Mitteleuropäische Zeit
NaOH	Natronlauge
NFC	Nicht-Faser-Kohlenhydrate
OTA	Ochratoxin A
Ra	Rohasche
Rfa	Rohfaser
Rfe	Rohfett
Rp	Rohprotein
TS	Trockensubstanz
uS	Ursprüngliche Substanz
ZEN	Zearalenon

## Inhaltsverzeichnis:

1.	Einleitung und Fragestellung.....	6
2.	Steigender Energiebedarf des Pferdes .....	8
2.1.	Getreide in der Pferdefütterung.....	8
2.1.1.	Hafer und Haferflocken .....	10
2.1.2.	Gerste und Gerstenflocken .....	11
2.1.3.	Mais und Maisflocken .....	12
2.2.	Nährstoffe von Getreiden .....	13
2.2.1.	Eiweiße.....	13
2.2.2.	Kohlenhydrate.....	13
2.2.3.	Fette .....	14
2.2.4.	Verarbeitung des Getreides mittels hydrothermischen Aufschlusses .....	15
2.3.	Qualität und Hygiene von Futtermitteln .....	15
2.3.1.	Qualität im Allgemeinen .....	15
2.3.2.	Hygienische Qualität des Getreides für die Pferdefütterung .....	15
3.	Material und Methode .....	19
3.1.	Herkunft.....	20
3.2.	Lagerung .....	20
3.3.	Experimentelle Analysen.....	21
3.3.1.	Sensorische Beurteilung .....	21
3.3.2.	Litergewicht.....	22
3.3.3.	Trockensiebung .....	22
3.3.4.	Mikroskopische Analyse.....	22
3.3.5.	Getreideaufbereitung durch Vermahlen .....	22
3.3.6.	Weender Analyse.....	23
3.3.7.	Mykotoxine.....	23
4.	Auswertung der Ergebnisse .....	24
4.1.	Ergebnisse aus der sensorischen Analyse.....	24
4.2.	Messergebnisse für das Litergewicht .....	29
4.3.	Feststellung des Grades der Verunreinigung mittels Trockensiebung und Mikroskopieren .....	31
4.4.	Rohnährstoffanalyse .....	34

4.5. Auszüge aus den Ergebnissen der Mykotoxinbestimmung .....	37
5. Diskussion .....	39
6. Zusammenfassung .....	42
7. Abstract .....	43
8. Abbildungsverzeichnis .....	44
9. Tabellenverzeichnis .....	44
10. Formelverzeichnis.....	44
11. Literaturverzeichnis.....	45
12. Anhang .....	48

## **1. Einleitung und Fragestellung**

Die historische Entwicklung der Nutzung von Pferden bringt wachsende und wechselnde Bedürfnisse in Bezug auf deren Haltung und Fütterung. In diesem Zusammenhang haben sich die Aufgaben des Pferdes sowie der Anspruch an den Energiebedarf stark verändert. Deshalb wurde die Fütterung mit der Zeit stetig angepasst und weiterentwickelt (KARP, 2018).

Seit der Domestikation des Pferdes im Altertum und dem Einsatz für die Fortbewegung und schwere Arbeit, hat der Einsatz des Kraftfutters neben Raufutter an Bedeutung in der Fütterung des Pferdes gewonnen. Heutzutage werden die Pferde meist als Freizeitpferd oder Sportpferd eingesetzt und die Fütterung spielt eine wichtige Rolle für die Gesunderhaltung des Tieres und wirkt sich maßgeblich auf die körperliche Konstitution und die Leistungsbereitschaft aus. Um den steigenden Energiebedarf für Sport, Arbeit, Wachstum und Zucht zu decken, wird häufig zu Getreide gegriffen. Dieses ist stärkereich und dadurch hochverdaulich und energiereich. Als Getreide werden beim Pferd entweder Rohgetreide wie Hafer und Gerste oder verarbeitete Produkte wie Getreideflocken (Haferflocken, Gerstenflocken, Maisflocken), Kleien oder Kleber eingesetzt. Die Getreide und deren Produkte können entweder als Einzelfuttermittel oder im Rahmen eines Ergänzungsfutters beziehungsweise Mischfutters beim Pferd eingesetzt werden. In den letzten Jahren bevorzugen mehr und mehr Pferdehalter:innen die Fütterung von Einzelgetreiden. Sie kaufen meist das Getreide und verarbeitete Produkte von Futtermittelherstellern, die diese Produkte oft trocken, gereinigt und gegebenenfalls hydrothermisch behandelt in Säcken verkaufen. Je nach Lagerungsbedingungen in Stall oder Scheune kann sich das Getreide hinsichtlich Futterwert und Hygiene ändern, was Konsequenzen für die Fütterung und Gesundheit des Pferdes mit sich bringt. Denn veränderte wertbestimmende Nährstoffe wie geringerer Futterwert und herabgesetzte hygienische Qualität bedeuten Gesundheitsprobleme beim Pferd (KIENZLE, 2015).

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand experimenteller Analysen Veränderungen der nutritiven und hygienischen Eigenschaften des Getreides und daraus hergestellter Produkte für Pferde in Abhängigkeit von Lagerung und Umgebungsbedingungen zu untersuchen.

#### Hypothesen:

- Signifikante Veränderungen der nutritiven und hygienischen Eigenschaften sollen mit Ende der Experimentzeit (t=42 Tage) anhand der Messwerte nachgewiesen werden.
- Insbesondere bei offen gelagerten Futtermittelsäcken wird ein deutlicher Qualitätsverlust durch den Befall tierischer Verunreinigungen erwartet.
- Die Messergebnisse original verschlossener Getreidesäcke nach der sechswöchigen Lagerungszeit weisen keine relevanten Abweichungen im Vergleich zu Tag 1 gemessenen Getreideproben auf.
- Die sensorische Beurteilung offen gelagerter Futtermittelsäcke an Tag 42 wird qualitative Veränderungen im Bereich Geruch, Haptik und Optik zeigen.
- Tierische Verunreinigungen sind vorrangig in offen gelagerten Futtermittelsäcken zu erwarten.

## 2. Steigender Energiebedarf des Pferdes

Der Bedarfsanstieg an Energie, Nährstoffen und Strukturstoffen zeigt sich in der historischen Entwicklung des Pferdes und einhergegangenen veränderten Verwendungszweck der Tiere. Für den Erhalt der Körpertemperatur, Organfunktionen, Neubildung von Geweben und für die Bewegung wird Energie aus den Futtermittelinhaltsstoffen absorbiert. Zusätzliche Einflussfaktoren für einen gesteigerten Energiebedarf sind Phasen erhöhter Arbeitsintensität, Trächtigkeit und Laktation, sowie altersbedingte Gründe und diverse andere Umstände. Die Substituierung des Bedarfs erfolgt über die zusätzliche Fütterung von Kraftfutter, da die alleinige Gabe von Grundfutter den Eiweiß- und Energiebedarf nicht ausreichend deckt. Herangezogen werden unter anderem getreidehaltige und getreidefreie Kraftfuttermittel, sowie fettreiche und faserreiche Ergänzungsfuttermittel, die ausreichend Energie bereitstellen. Im Rahmen der Bachelorarbeit fällt der Fokus auf die gängigsten getreidehaltigen Kraftfuttermittel Hafer, Gerste, Mais und deren Getreideflocken. Unterschiede bei den genannten Getreiden liegen in der Struktur der Stärke und im Anteil der Rohfaser. Hierbei hat Hafer den höchsten Rohfaseranteil von rund 10%, während Mais und Gerste den Rohfaseranteil im Bereich von 2% bis 5% aufweisen (VENNER & VERVUERT, 2017).

### 2.1. Getreide in der Pferdefütterung



Abbildung 1: Das Getreidekorn (VEREINIGUNG GMF, 2004)

Der allgemeine Aufbau eines Getreidekorns setzt sich aus den Hauptbestandteilen Keimling, Mehlkörper und Kornschale zusammen. Die wesentlichen Unterschiede der Bestandteile bestehen in den Inhaltsstoffen und in ihrer Funktion. In Abbildung 1 erkennt man die sichtbare äußere Kornschale, die das gesamte Korn umhüllt und zum Schutz vor Fäulnis dient. Produkte, die aus der Schale erzeugt werden, sogenannte Kleien, finden häufig Einsatz in der

Pferdefütterung. Der Mehlkörper bildet den größten Teil des Korns und dient als hochwertige Energiequelle. Charakteristisch besitzt dieser Teil eine stark ölhaltige Struktur. Im direkten Vergleich unterscheiden sich die Getreidesorten maßgeblich in der Zusammensetzung von Eiweiß, Kohlenhydraten und im Fettanteil. Damit verbunden ergibt sich die Verdaulichkeit des Getreides und die daraus resultierende Energie (ARNOLD, 2010). Die in dieser Arbeit näher thematisierten Getreidesorten Hafer, Gerste und Mais werden in der Pferdefütterung als Vollkorn und in verarbeiteter Form als Getreideflocken eingesetzt, um den Energie- und Eiweißbedarf decken zu können. In Tabelle 1 sind der Energie- und Nährstoffgehalt dieser Getreidesorten angeführt. Auffällig ist, dass Hafer mit Abstand den größten Rohfettgehalt (Rfe [g]) aufweist.

*Tabelle 1: Energie- und Nährstoffgehalt von Getreide [Angaben pro kg uS] (KAMPHUES, et al., 2014)*

<b>Getreide</b>	<b>TS [g]</b>	<b>Stärke [g]</b>	<b>Rfe [g]</b>	<b>Rfa [g]</b>	<b>Rp [g]</b>	<b>ME<sub>Pfd</sub> [MJ]</b>
<b>Hafer</b>	880	395	47	102	110	10,4
<b>Gerste</b>	880	530	22	60	104	11,8
<b>Mais</b>	880	612	40	23	93	12,8

Für die Gewährleistung qualitativ hochwertiger Getreidefuttermittel nimmt die Lagerung einen maßgeblichen Einfluss. In der Phase der Nachreife findet der Prozess der Synärese statt. Hierbei schwitzt das Getreide um den Wassergehalt im Korn zu reduzieren. Die Feuchtigkeit wird an die Umgebung abgegeben und kann bei unzureichender Belüftung zu Verderbnisvorgängen führen. Dazu zählen vorrangig das Auftreten von Schimmel, sowie das Auskeimen des Getreides. Liegt der Wassergehalt des Getreides bei 13-14% bedarf es keiner zusätzlichen Lüftung in den Lagerräumen. Die oberste Grenze für die vorherrschende relative Luftfeuchtigkeit liegt bei 70% (KAMPHUES, et al., 2014).

### 2.1.1. Hafer und Haferflocken

Hafer (lat. *avena sativa*) ist eine häufig in der Pferdefütterung verwendete Getreideart. Es ist eine einjährige krautige Pflanze, die in Rispen wächst und eine Durchschnittslänge des bespelzten Korns von 10 mm aufweist. Der Halm ist hohl und rundlich (GÜNTHER-JORDANLAND, 2019). Die präzäkale Stärkeverdaulichkeit (Tabelle 2) von Hafer liegt bei 80-95% und macht es zu einer geeigneten Energiequelle (SÄRKJÄRVI & SAASTAMOINEN, 2006). Durch das hydrothermische Verfahren der Getreideflockung, das im weiteren Kontext näher beschrieben wird, wird unter Einfluss von Druck und Hitze die Stärke im Hafer aufgeschlossen. Der resultierende Unterschied des geflockten Hafers im Vergleich zum Vollkorn liegt in der Fähigkeit die Stärke im Dünndarm des Pferdes einfacher und schneller aufzunehmen. Die Haltbarkeit von Haferflocken liegt bei angepasster Lagerung in etwa zwischen neun Monaten bis zu einem Jahr.



Abbildung 2: Hafer und Haferflocken [eigenes Bild]

### 2.1.2. Gerste und Gerstenflocken

Gerste (lat. *hordeum vulgare*) ist eine wichtige Nutzpflanze, die sowohl in der Bierherstellung als auch als Futtermittel eingesetzt wird. Das Getreide hat eine durchschnittliche Kornlänge von 8 mm, es gibt sowohl Sommer- als auch Wintergerste, welche einen unterschiedlichen Verwendungszweck haben. Sommergerste wird häufig in der Bierherstellung verwendet, während Wintergerste für die Futtermittelherstellung genutzt wird (LUKMAN & RAZIA, 09/2022). Gerste wird als "schweres" Futter bezeichnet, da es eine harte Schale und eine niedrigere Verdaulichkeit im Vergleich zu Hafer aufweist. Die präzäkale Verdaulichkeit der Stärke liegt bei rund 22% (Tabelle 2). Gerste enthält im Vergleich zu Hafer weniger Rohfaser und wird aufgrund der geringen Stärkeverdaulichkeit hauptsächlich in verarbeiteter Form gefüttert. Gequetschte oder geflockte Gerstenprodukte weisen eine präzäkale Stärkeverdaulichkeit von bis zu 75% auf (VILIENE, SASYTE, RECEVICIUTE-STUPELIENE, & GRUZAUSKAS, 2017). Unter genormten Bedingungen kann Gerste bis zu 12 Monate problemlos gelagert werden (TIS, 2022). Für die Herstellung der Gerstenflocken wird das Getreidebehandlungsverfahren des hydrothermischen Aufschlusses angewendet, das im weiteren Kontext näher beschrieben wird. Geflockte Gerste findet große Verwendung in diversen Kraftfuttermittelmischungen. Die Haltbarkeit der Gerstenflocken verringert sich auf circa neun Monate.



Abbildung 3: Gerste und Gerstenflocken [eigenes Bild]

### 2.1.3. Mais und Maisflocken

Mais (lat. *zea mays*) ist eine einhäusige Grasart mit einer hohen Energie- und Fettkonzentration. Die wichtigsten Bestandteile des Maiskorns sind die Kornschale, der Mehlkörper und der Keimling. Der Keimling ist ölhaltig und weist im Vergleich zu Hafer oder Gerste einen größeren Anteil im Korn auf. Ein wichtiger Faktor, der die Verdaulichkeit des Maiskorns beeinflusst, ist die Stärke. Die präzäkale Stärkeverdaulichkeit liegt wie in Tabelle 2 ersichtlich bei rund 29%. Generell stellt Körnermais aufgrund der geringen Stärkeverdaulichkeit eine unbedeutende Rolle in der Pferdeernährung dar. Hingegen kommen Maisflocken zur Aufwertung der Futtermischungen häufig zum Einsatz, da sich die präzäkale Stärkeverdaulichkeit auf rund 90% erhöht. Diese stellen schnell aufnehmbare Energie für Pferde zur Verfügung. Für die Herstellung der Flocken wird der Vorgang der hydrothermischen Behandlung angewendet, der im weiteren Kontext näher erklärt wird (TIS, 2022). Die Haltbarkeit von Maisflocken reduziert sich auf sechs Monate. Das hydrothermische Verfahren zur Gewinnung von Getreideflocken wird an späterer Stelle näher erläutert.



*Abbildung 4: Mais und Maisflocken [eigenes Bild]*

## **2.2. Nährstoffe von Getreiden**

Dieses Kapitel behandelt die wertbestimmenden Hauptnährstoffe von Getreiden, die von Bedeutung für die Versorgung des Pferdes mit Energie und wichtigen Bausubstanzen sind. Die energieliefernden Nährstoffe des Getreides im Futter des Pferdes lassen sich in Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße unterteilen, die in diesem Abschnitt näher erläutert werden.

### **2.2.1. Eiweiße**

Pferde benötigen zur Aufrechterhaltung der Körperfunktionen, sowie Synthese neuer Gewebe und Substanzen täglich Eiweiß. Der Eiweißbedarf ist am höchsten bei Fohlen beziehungsweise Zuchtieren, die eine Eiweißsupplementierung in der Futterrations benötigen, da der Bedarf nicht über herkömmliche Futtermittel wie Milch oder Grundfutter gedeckt werden kann. Normalerweise zeichnet sich Getreide als rohproteinarm aus. Gerste ist ähnlich proteinarm wie Mais und weist Ähnlichkeiten im Aminosäureprofil auf. Hierbei ist Gerste ebenfalls arm an Lysin, jedoch im Unterschied dazu zeigt sich Gerste reicher an beispielsweise Isoleucin oder Tryptophan. Hafer besticht im Vergleich zu den anderen Getreidesorten durch einen hohen Anteil ungesättigter Fettsäuren und zeigt sich reich an allen Aminosäuren. Das Getreide Hafer supplementiert und substituiert als alleiniges Getreide in der Pferdefütterung den Bedarf an Aminosäuren. Beispielsweise ist Hafer reich an Lysin und besitzt hohe Mengen an weiteren Aminosäuren wie Methionin und Cystein (MEYER & COENEN, 2014).

### **2.2.2. Kohlenhydrate**

Der wichtigste energieliefernde Bestandteil im Futter sind Kohlenhydrate. Die Pferde sind in der Lage sowohl Strukturkohlenhydrate wie Cellulose, Hemicellulose, Pektine, Beta-Glukane und Pentosane, als auch Nichtfaserkohlenhydrate (NFC) wie Stärke und Fruktane zu verwerten. Die Erstgenannten werden durch die mikrobielle Verdauung, insbesondere im Dickdarm aufgeschlossen, während die Stärke hauptsächlich präzäkal verwertet wird. Die Getreide sind reich an Stärke, wobei hier auch große Unterschiede vorliegen. In der Pferdefütterung zu beachten ist neben der vom Getreide abhängigen präzäkalen Stärkeverdaulichkeit (siehe Tabelle 2), dass 1 kg Hafer genauso viel Stärke enthält wie rund 0,9 kg Gerste oder 0,85 kg Mais (MEYER & COENEN, 2014). Getreide ist im Hinblick auf Fruktane arm. Zudem ist die Menge an Strukturkohlenhydraten relativ gering, auch wenn hier große Unterschiede zwischen diversen Getreidesorten bestehen. Hierbei zeigt sich im Vergleich der Getreidesorten, die im Rahmen der Arbeit herangezogen wurden, Hafer am Reichsten an Strukturkohlenhydraten, während Mais am Ärmsten ist (LUNN & BUTTRISS,

2007). Zu den wichtigsten und stärkereichsten Futtermitteln zählen die Getreidesorten Hafer, Gerste und Mais. Der Unterschied der Getreidesorten liegt merklich im prozentualen Anteil der im Getreide vorhandenen Stärke, sowie in der Fähigkeit des Pferdes, diese Stärke im Verdauungstrakt (präzäkal) aufschließen zu können. Wie in Tabelle 2 ersichtlich, ist der Stärkeanteil von Hafer im Vergleich zu den anderen Getreiden am geringsten. Aufgrund der hohen Verdaulichkeit von Hafer kann die Stärke im Dünndarm problemlos aufgespalten werden. Getreidesorten wie Weizen und Roggen werden begrenzt in der Pferdeernährung eingesetzt, da das enthaltene Klebereiweiß zur Verkleisterung im Magen führt (KARP, 2018).

*Tabelle 2: Stärkegehalt von Getreiden und präzäkale Stärkeverdaulichkeit [%] (MEYER H., 2014)*

<b>Getreide</b>	<b>Stärkegehalt [% in TS]</b>	<b>Stärkeverdaulichkeit [%]</b>
<b>Mais ganz</b>	60	~29
<b>Mais aufgeschlossen</b>	60	<90
<b>Gerste ganz</b>	50	~22
<b>Gerste aufgeschlossen</b>	50	<75
<b>Hafer ganz/aufgeschlossen</b>	40	80-95

### **2.2.3. Fette**

Pferde benötigen essentielle Fettsäuren zur Bildung einer Reihe an biochemischen Substanzen im Körper. Fette spielen eine wichtige Rolle bei der Aufnahme fettlöslicher Vitamine im Darm des Pferdes. Fettsäuren können ebenfalls energetisch beim Pferd verwertet werden und liefern dabei fast doppelt so viel Energie wie Kohlenhydrate. Getreide sind in der Regel fettarm, haben aber mehr Rohfett als Grundfuttermittel, sodass deren Einsatz zur Versorgung des Pferdes mit essentiellen Fettsäuren, insbesondere mit Linolsäure, eine wichtige Rolle spielt. Der erhöhte Bedarf an Energie in Folge von intensiven Bewegungsprogrammen, die Phase der Trächtigkeit mit anschließender Laktation, wird mittels Fetten gedeckt. Am häufigsten zum Einsatz kommen fetthaltige Futtermittel bei Hochleistungspferden. Dabei nehmen Fette und Öle aufgrund anatomischer Gegebenheiten eine eingeschränkte Rolle in der Pferdeernährung ein. Das Pferd besitzt keine Gallenblase, daher wird Galle permanent in den Dünndarm geleitet und bei Aufnahme größerer Futtermengen nicht vermehrt gebildet, weshalb größere Mengen Fett unzureichend aufgeschlossen werden können. Dies entspricht einem Richtwert mit der Obergrenze von 1g Rohfett/kg Körpergewicht und Tag (MEYER H., 2014).

#### **2.2.4. Verarbeitung des Getreides mittels hydrothermischen Aufschlusses**

Wie oben beschrieben, kann Hafer vom Pferd verwertet werden, andere Getreide hingegen nur eingeschränkt. Je nachdem welche Verarbeitungstechnologie verwendet wird, wird durch den jeweiligen Prozess die Verdaulichkeit des Getreides erheblich gesteigert. Eine dieser Möglichkeiten ist das hydrothermische Getreideaufschlussverfahren (BEHRMANN, LUCHT, & SITZMANN, 2009), das beim Pferd für die Herstellung von Getreideflocken verwendet wird. Das Getreide wird vorab von jeglicher Verunreinigung gesäubert. Im Folgeschritt wird die Stärke im Getreide durch Hitze und Wasserdampf aufgeschlossen. Unter Einsatz von hohem Druck werden die Getreidekörner flach gewalzt und es entstehen Getreideflocken. Anschließend wird das geflockte Getreide getrocknet, ausgekühlt und abgepackt. Die Haltbarkeit der Flocken ist abhängig von der Getreidesorte (JEROCH, FLACHOWSKY, & WEIßBACH, 1993). Aufgrund der Zerstörung der Schale und der erhöhten Verfügbarkeit der Nährstoffe können Getreideflocken von biotischen (Käfer, Milben, Schimmelpilze, Bakterien) und abiotischen (Fettverderb, Oxidation) Faktoren betroffen werden. Dadurch verkürzt sich die Haltbarkeit und erhöht sich das Risiko für hygienische Probleme.

### **2.3. Qualität und Hygiene von Futtermitteln**

#### **2.3.1. Qualität im Allgemeinen**

Qualität (lat. *qualis* = beschaffen) befasst sich mit der Einhaltung von konkret festgelegten Eigenschaften, die ein Produkt vorweisen muss. Diese beziehen sich in erster Linie auf das Freisein von Fehlerhaftigkeit und die Erfüllung des Produktzwecks in ordnungsgemäßer Form. Die Qualitätsanforderungen sind anhand von Bewertungsgrundlagen und dem damit verbundenen Verwendungszweck festzulegen. Die Teilaspekte umfassen subjektiv gewichtete Qualitätskriterien, die für die Erfassung und Verbesserung der Grundqualität essentiell sind. Diese Aspekte lassen sich in Eignungswert, Gesundheitswert, Genusswert, Sozialwert und ökologischen Wert einteilen (HÜTTMANNBERGER, 2012).

#### **2.3.2. Hygienische Qualität des Getreides für die Pferdefütterung**

Der Begriff Hygiene stammt von dem griechischen Wort *hygieinós* und bedeutet so viel wie für die Gesundheit zuträglich. Die hygienische Qualität von Futtermitteln, die für den Einsatz in der Pferdefütterung vorgesehen sind, setzt das Zusammenspiel von Futtermittelhygiene und Futtermittelqualität voraus. Die Richtlinien der Futtermittelhygiene sind im Futtermittelgesetz von 1999 festgelegt und in der Futtermittelhygieneverordnung Nr. 183/2005 mit Vorschriften zur Einhaltung der Futtermittelhygiene geregelt (HOISEL, 2010). Die Definition für die

Futtermittelhygiene ist laut dem europäischen Parlament und Rat wie folgt definiert: „Futtermittelhygiene“: *bezeichnet die Maßnahmen und Vorkehrungen, die notwendig sind, um Gefahren zu beherrschen und zu gewährleisten, dass ein Futtermittel unter Berücksichtigung seines Verwendungszwecks für die Verfütterung an Tiere tauglich ist; ...*“ (EUR-Lex Kapitel 1, Artikel 3a) (EUROPÄISCHES PARLAMENT, 2005). Futtermittelqualität setzt voraus, dass nur jene Futtermittel verfüttert werden, die in einem einwandfreien Zustand sind (HOISEL, 2010). Darunter fällt die Vermeidung von Verunreinigungen die in Form von Fremd- und Schadstoffen auftreten, oder auch mikrobiell kontaminierte Futtermittel. Zu den gängigen Fremd- und Schadstoffen in Getreidefuttermitteln zählen Kontaminationen nach der Ernte durch anorganische Stoffe (Erde, Sand). Durch die Anwendung von Düngemitteln oder Schädlingsbekämpfungsmitteln (Insektizide, Herbizide) kann es zu wirkvollen Verunreinigungen kommen. Weiters wird der Verderb des Getreides in abiotische (durch den Prozess der Oxidation) und biotische (durch Mikroorganismen) Vorgänge unterschieden. Der biotische Verderb impliziert Mykotoxine, Milben und Insekten sowie Bakterien, Pilze und Hefen (MEYER H., 2014). Die von Schimmelpilzen produzierten Stoffwechselprodukte, sogenannte Mykotoxine, können bereits vor der Ernte am Feld entstehen (wichtige „Feld-Pilze“: DEO, ZEA, Fumonisine), oder durch Lagerungsbedingungen erst nach der Ernte auftreten (wichtiger „Lager-Pilz“: Ochratoxin A). Primäre Ursachen für abiotische Verderbnisvorgänge sind ein erhöhter Wassergehalt aufgrund ungenügender Trocknung oder sekundäre Wasseraufnahme durch Boden, Luft oder Kondenswasser aus dem Lagerraum (MEYER, BRONSCH, & LEIBETSEDER, 1993). In Tabelle 3 sind Richtwerte zur Lagerfähigkeit von Getreidefuttermitteln angeführt. Daraus ersichtlich ist die Abhängigkeit von Feuchtigkeit im Getreide und der Lagertemperatur zur Haltbarkeit.

*Tabelle 3: Verhältnis Feuchte und Lagertemperatur zur Lagerfähigkeit (MEYER, BRONSCH, & LEIBETSEDER, 1993)*

<b>Feuchte [%]</b>	<b>Lagertemperatur [°C]</b>	<b>Lagerfähigkeit [t]</b>
<b>12-15</b>	10-14	Dauerlagerung
<b>15-16</b>	10-12	Dauerlagerung
<b>16-18</b>	8-10	10-20 Monate
<b>18-20</b>	8-10	8-16 Monate
<b>20-22</b>	8-10	4-10 Monate
<b>22-25</b>	5-8	10-25 Wochen
<b>25-30</b>	4-5	14-30 Tage
<b>&gt;30</b>	4-5	wenige Tage

Des Weiteren können begünstigende Faktoren Einfluss auf die Verderblichkeit nehmen. Dazu zählt eine hohe Umgebungstemperatur, hoher Keimbesatz im Ausgangsprodukt oder mangelhafte Reinigung des Getreides. Vorhandensein von Nährstoffsubstraten (Melasse, eiweißreiche Futtermittel), die das Milieu für Mikroorganismen begünstigen, sowie Überlagerung des Getreides können ebenfalls zum Verderb führen. Zusätzlich kann die Beschädigung der Schutzmembran des Getreides ausschlaggebend für den Erhalt der Qualität sein. Diese Faktoren unterstützen das Vorkommen von Mykotoxinen (sekundäre Stoffwechselprodukte aus Schimmelpilzen), Sekundärschädlingen, Hefen, Pilzen und Bakterien (MEYER, BRONSCH, & LEIBETSEDER, 1993). Ein breites Spektrum an Mykotoxinen wird primär von Fusarium, Alternaria, Aspergillus und Penicillium gebildet. Eine Vielzahl darunter ist hoch toxisch und anhand eines Richtwerts reguliert, während andere noch nicht reguliert sind, aber Hinweise auf bestehende Toxizität vorliegen (GALLO, GIUBERTI, FRISVAD, BERTUSSI, & NIELSEN, 2015). Die wichtigsten produzierten Stoffwechselprodukte der Mykotoxine sind Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEN), Ochratoxin A (OTA), sowie Fumonisin B1 und B2. Diese sind für Futtermittel anhand eines Richtwerts bereits reguliert (PENAGOS-TABARES, et al., 2022). In Tabelle 4 sind die Werte für Getreideprodukte nachzulesen, bei deren Einhaltung keine Gefahr für das Wohl des Tieres besteht.

Tabelle 4: Richtwerte für Mykotoxine in Futtermitteln [ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ] (SCHÖNHERR, 2019)

Mykotoxin	Futtermittel	Werte in mg/kg	Werte in $\mu\text{g}/\text{kg}$
		für FM mit 88% TS	
<b>Deoxynivalenol (DON)</b>	- Getreide und Getreideprodukte	8,00	8000
	- Mais und Maisprodukte	12,00	12000
<b>Zearalenon (ZEN)</b>	- Getreide und Getreideprodukte	2,00	2000
	- Mais und Maisprodukte	3,00	3000
<b>Ochratoxin A (OTA)</b>	- Getreide und Getreideprodukte	0,25	250
<b>Fumonisin B1+B2</b>	- Mais und Maisprodukte	60,00	60000

Weitere nennenswerte Gifte sind T-2 und HT-2-Toxin, die Richtwerte für Lebens- und Futtermittel aufweisen. Hierfür gibt es Orientierungswerte für Getreide mit einem durchschnittlichen Feuchtigkeitsgehalt von 12 %, die aus der Tabelle 5 zu entnehmen sind (SCHÖNHERR, 2019).

*Tabelle 5: Richtwerte für T-2 und HT-2 Toxine in Futtermitteln [ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ] (SCHÖNHERR, 2019)*

<b>Produkt</b>	<b>Summe von T-2 und HT-2 <math>\mu\text{g}/\text{kg}</math></b>
<b>Unverarbeitetes Getreide</b>	
- Gerste und Mais	200
- Hafer (mit Spelzen)	1000
<b>Getreideerzeugnisse für Futtermittel und Mischfutter</b>	
- Andere Getreideprodukte	500

### 3. Material und Methode

Die Benennung der Getreideproben in den folgenden Kapiteln erfolgte anhand der Labornummern und zusätzlicher farblicher Markierungen pro Getreidesorte, um eine bessere Übersichtlichkeit der Ergebnisse gewährleisten zu können. Tabelle 6 dient als Nachschlagewerk für alle weiteren Analysetabellen.

Tabelle 6: Labornummern mit zugehöriger Probenbenennung

Labornummer	Probenbenennung
E_220506	Hafer oben Sack geschlossen Tag 1
E_220507	Hafer unten Sack geschlossen Tag 1
E_220518	Hafer oben Sack geschlossen Tag 42
E_220519	Hafer unten Sack geschlossen Tag 42
E_220530	Hafer oben Sack offen Tag 42
E_220531	Hafer unten Sack offen Tag 42
E_220508	Haferflocken oben Sack geschlossen Tag 1
E_220509	Haferflocken unten Sack geschlossen Tag 1
E_220520	Haferflocken oben Sack geschlossen Tag 42
E_220521	Haferflocken unten Sack geschlossen Tag 42
E_220532	Haferflocken oben Sack offen Tag 42
E_220533	Haferflocken unten Sack offen Tag 42
E_220510	Gerste oben Sack geschlossen Tag 1
E_220511	Gerste unten Sack geschlossen Tag 1
E_220522	Gerste oben Sack geschlossen Tag 42
E_220523	Gerste unten Sack geschlossen Tag 42
E_220534	Gerste oben Sack offen Tag 42
E_220535	Gerste unten Sack offen Tag 42
E_220512	Gerstenflocken oben Sack geschlossen Tag 1
E_220513	Gerstenflocken unten Sack geschlossen Tag 1
E_220524	Gerstenflocken oben Sack geschlossen Tag 42
E_220525	Gerstenflocken unten Sack geschlossen Tag 42
E_220536	Gerstenflocken oben Sack offen Tag 42
E_220537	Gerstenflocken unten Sack offen Tag 42
E_220514	Mais oben Sack geschlossen Tag 1
E_220515	Mais unten Sack geschlossen Tag 1
E_220526	Mais oben Sack geschlossen Tag 42
E_220527	Mais unten Sack geschlossen Tag 42
E_220538	Mais oben Sack offen Tag 42
E_220539	Mais unten Sack offen Tag 42
E_220516	Maisflocken oben Sack geschlossen Tag 1
E_220517	Maisflocken unten Sack geschlossen Tag 1
E_220528	Maisflocken oben Sack geschlossen Tag 42
E_220529	Maisflocken unten Sack geschlossen Tag 42
E_220540	Maisflocken oben Sack offen Tag 42
E_220541	Maisflocken unten Sack offen Tag 42

### 3.1. Herkunft

Zur Durchführung der Analysen wurden im Rahmen dieser Bachelorarbeit praxisnahe Getreideproben herangezogen. Diese wurden in Tabelle 7 aufgelistet und setzen sich aus den für die Pferdeernährung bedeutsamsten Getreidesorten Hafer, Gerste, Mais und deren Getreideflocken zusammen.

Tabelle 7: Herkunft der Getreideproben

Bezeichnung	Hersteller	Gebinde [kg]	Menge [Stk]
Futterhafer	Königshofer	25	2
Haferflocken	Nestelberger	25	2
Futtergerste	Königshofer	30	2
Gerstenflocken	Marstall	20	2
Futtermais	Königshofer	30	2
Maisflocken	Eggersmann	15	2

Die Proben für die experimentellen Analysen wurden jeweils am Tag 01 sowie Tag 42 aus den Säcken entnommen. Dafür wurden aus den oberen und unteren Enden jedes Getreidesackes Proben im Umfang von je 2l entnommen. Diese wurden in lebensmittelechten Kunststoffbehältern mit einem Volumen von 2l abgepackt und luftdicht verschlossen. Die dafür geöffneten Säcke von Tag 01 wurden bis zum Experimentende offen eingelagert. An Tag 42 wurden erneut Proben aus den offenen, sowie weitere aus den bis dahin geschlossenen Säcken entnommen. Für die Durchführung der experimentellen Analysen wurden die Proben im Institut für Tierernährung und funktionelle Pflanzenstoffe aufbereitet und es wurden ihnen Labornummern zugewiesen.

### 3.2. Lagerung

Die Lagerung der Futtersäcke erfolgte im Rahmen der Experimentdauer vom 18. August 2022 bis zum 28. September 2022 unter Umgebungsbedingungen einer Futterkammer im Reitstall. Der Lagerraum besteht aus einem Betonboden, einer Steinmauer und einem kleinen nach Norden ausgerichteten Fenster, die Raumtemperatur bleibt durchwegs stabil. Alle Getreidesäcke wurden auf Holzpaletten in aufrechter Position gelagert, wie auch üblich bei Pferdehaltern. Daten aus dem Lagerraum zu Temperatur und Luftfeuchtigkeit wurden jeden dritten Tag, zu willkürlichen Zeitpunkten mit der Funk-Wetterstation *WS 7394IT (Technoline Ltd.)* erfasst. Die gesammelten Daten für die Experimentdauer sind aus der Tabelle 8 zu entnehmen. Die Durchschnittstemperatur betrug 19,1 °C und die höchste gemessene Temperatur von 21,2 °C wurde am 6. September 2022 registriert, während die niedrigste Temperatur von 17,2 °C am 18. September 2022 aufgezeichnet wurde. Die Luftfeuchtigkeit lag zwischen 58% und 76%. Der arithmetische Durchschnitt der Luftfeuchtigkeit beträgt 69,5%. Ein besonders niedriger Wert von 58% wurde am 15. September 2022 gemessen. Insgesamt zeigt die Aufzeichnung, dass die Temperaturen im Allgemeinen stabil sind, während die Werte für die Luftfeuchtigkeit eher schwankend sind. Es ist jedoch zu beachten, dass diese Daten nur für einen begrenzten Zeitraum und Ort gelten.

Tabelle 8: Lagerraumdaten während Experimentdauer [Temperatur C°, Luftfeuchtigkeit %]

Datum	Zeitpunkt [MEZ]	Temperatur [°C]	Luftfeuchtigkeit [%]
22. 08. 2022	13:00 Uhr	18,6	74
25. 08. 2022	12:00 Uhr	18,0	74
28. 08. 2022	09:30 Uhr	18,6	73
31. 08. 2022	19:10 Uhr	18,8	76
03. 09. 2022	10:45 Uhr	20,4	73
06. 09.2022	08:10 Uhr	21,2	71
09. 09.2022	16:40 Uhr	20,4	69
12. 09.2022	14:30 Uhr	19,6	62
15. 09.2022	17:10 Uhr	19,3	58
18. 09.2022	13:30 Uhr	17,2	73
21. 09.2022	17:45 Uhr	17,6	74
24. 09.2022	18:00 Uhr	20,2	66
27. 09.2022	12:15 Uhr	20,8	70

### 3.3. Experimentelle Analysen

Neben der sensorischen Beurteilung wurden sowohl Mykotoxinbestimmung als auch Weender Analyse durchgeführt. In diesem Abschnitt werden die experimentellen Analysen erläutert.

#### 3.3.1. Sensorische Beurteilung

Die sensorische Analyse wurde mit allen gezogenen Getreideproben durchgeführt. Als Grundlage diente der eigens erstellte Beurteilungsbogen, der im Anhang ersichtlich ist, und einer Bewertungsskala (Tabelle 9). Es wurden die Parameter in der Reihenfolge Griff, Geruch, Geschmack, Struktur, Farbe, Querschnitt und Verunreinigung im Bereich des Futterwerts und Hygienestatus begutachtet. Die Durchführung erfolgte unter Anleitung des Laborleiters in einem hell beleuchteten Laborraum. Die Beurteilung wurde anhand einer entnommenen Probe (entspricht in etwa 100 ml), auf weißem Untergrund durchgeführt. Alle Getreideproben wurden binnen zwei aufeinanderfolgenden Tagen einmalig im Futterwert und Hygienestatus beurteilt.

Tabelle 9: Bewertungsskala für die sensorische Beurteilung

Bewertungsskala	Beschreibung
1	Sehr gute Qualität/frei von Mängeln
2	Gute Qualität/minimale Mängel
3	Befriedigende Qualität/geringgradige Mängel
4	Genügende Qualität/mittelgradige Mängel
5	Mangelhafte Qualität/erhebliche Mängel
6	Gesundheitsschädliche Qualität/massive Mängel

### **3.3.2. Litergewicht**

Die Erfassung des Litergewichts der Getreideproben erfolgte mit der Analysewaage *XS4002S (Balance, Mettler Toledo)*. Zu Beginn wurde das Gewicht des Messbechers auf der Waage auf Null geeicht. In den Messbecher wurde ein Volumen von mehr als 1 l aus dem Probenbehälter umgefüllt. Dieser wurde aus einem Abstand von 10 cm zur Tischplatte zehn Mal auf die glatte Tischoberfläche geschlagen, um das Getreide zu verdichten. Die Verdichtung der Getreideprobe dient zur Minimierung der lufthaltigen Zwischenräume im Messbecher, um somit ein qualitatives wertvolles Messergebnis zu erhalten. Der Überschuss der verdichteten Probe wurde bis zum Erhalt von 1 l abgeschöpft. Ist die verdichtete Probenmenge geringer als 1 l, wurde der Vorgang gänzlich wiederholt unter Berücksichtigung mehr Getreide für die Verdichtung heranzuziehen. Ist eine exakte Verdichtung auf 1 l erlangt, wurde die Getreideprobe im Messbecher abgewogen. Dieser Vorgang wurde drei Mal wiederholt und der arithmetische Mittelwert des Gewichts berechnet.

### **3.3.3. Trockensiebung**

Zur Feststellung der Größenanteile und enthaltener Fremdbestandteile in den Getreideproben wurde das Verfahren der Trockensiebung herangezogen. Die Analysesiebmaschine *AS 200 (Digit, Retsch GmbH)* ermöglichte es, das Ausmaß der Größen-, Verunreinigungs- und Fremdanteile zu erfassen. Die dafür verwendeten Siebgrößen wiesen Maschenweiten von 8 mm, 5 mm, 4 mm, 2 mm und 0,5 mm auf. Für die Durchführung der Trockensiebung wurde eine Proberprobe von 250 g in die Analysesiebmaschine eingewogen und anschließend durch Siebe unterschiedlicher Größe gerüttelt. Die Geräteeinstellung für den Durchlauf der Trockensiebung wurde mit einer Dauer von einer Minute und einer Frequenz von 50 Hz eingestellt. Nach Beendigung des maschinellen Durchgangs wurde jede Siebebene auf der Analysewaage *XS4002S (Balance, Mettler Toledo)* gewogen und durch Bestimmung der enthaltenen Anteile quantitativ erfasst.

### **3.3.4. Mikroskopische Analyse**

Die aus der Trockensiebung entstandenen kleineren Bestandteile der Getreideproben die sich auf dem Sieb der Analysesiebmaschine *AS 200 (Digit, Retsch GmbH)* mit 0,5 mm Maschenweite sowie am Boden angesammelt hatten, wurden unter dem Mikroskop näher untersucht. Unter Anleitung des Laborleiters wurde für die mikroskopische Beurteilung das Stereomikroskop *SMZ445 (Nikon)* herangezogen. Hierbei wurde jede Probe unter Einsatz von Licht gesichtet und es konnten Anteile der Verunreinigung und tierischen Befalls festgestellt werden. Die Kontaminationen wurden in einer Petrischale anhand eines Spektrums von 0,8-facher bis 3,5-facher Zoomvergrößerung identifiziert und unter dem Mikroskop ausgezählt. Die mikroskopische Analyse wurde in einem Zeitraum von drei aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführt.

### **3.3.5. Getreideaufbereitung durch Vermahlen**

Für die weiteren Analyseschritte wurden die Proben nacheinander fein vermahlen. Hierfür wurde aus jeder Getreideprobe im Umfang von circa 250ml Getreide entnommen und mittels der Laborschneidmühle *SM 300 (Retsch GmbH)* in mehreren Schritten auf eine Größe von  $\leq 0,5$  mm fein gemahlen. Nach jeder Vermahlung einer Getreideprobe wurde das Gerät von Rückständen durch Reinigung befreit. Im Weiteren ist die Probe in beschriftete Plastiksäcke luftdicht abgefüllt worden. Es wurde eine durchschnittliche Menge von 100g pro Getreide für die Durchführung der nachfolgenden Analysen sichergestellt.

### 3.3.6. Weender Analyse

Die Charakterisierung der Getreidefuttermittel durch die Weender Futtermittelanalyse wurde 1864 von Henneberg und Stohmann entwickelt. Mithilfe der aus der Versuchsstation Göttingen Weende stammenden Analyse können die Trockensubstanz (TS), organische Masse (Rohfett, Rohprotein, Rohfaser) und Rohasche (Ra) bestimmt werden. Für die Analyseschritte des Weender Verfahrens wurde eine Gesamtmenge von 20g pro gemahlener Getreideprobe herangezogen. Gestartet wurde mit der Bestimmung der Trockensubstanz (TS). Hierfür wurde eine Probenmenge von 5g abgewogen, die nach vierstündiger Trocknung im Ofen bei  $T = 103\text{ }^{\circ}\text{C}$  den Trockensubstanzanteil ergab. Anschließend wurden die getrockneten Proben für den Erhalt der Rohasche (Ra) bei  $T = 580\text{ }^{\circ}\text{C}$  im Muffelofen verbrannt (KIRCHGESSNER, et al., 2008). Das Rohprotein (Rp) in den Getreideproben wurde mit einer Probengröße von 1 g mittels Kjeldahlverfahren festgestellt (KJELDAHL, 1883). Das Soxhletverfahren diente zur Bestimmung des Rohfetts (Rfe) und wurde anhand einer Probengröße von 3,5 g durchgeführt. Zur Feststellung der Rohfaser ( $a\text{NDF}_{\text{OM}}$ ) in den Getreideproben wurde ein mehrtägiges Verfahren angewandt. Der Rohfaseranteil wurde mit einer 0,5 g großen Probe ermittelt und setzt sich aus der Berechnung nach Van Soest zusammen (SOXHLET, 1879).

### 3.3.7. Mykotoxine

Die Bestimmung der Mykotoxine mittels des ELISA Verfahrens und weiterer Kontaminationen wie beispielsweise Pestiziden wurde anhand fünf ausgewählter Getreideproben durchgeführt. Es wurden jene Proben herangezogen, die in den vorangegangenen Analysen Auffälligkeiten in den Bewertungen gezeigt haben. Dazu zählen gemessene Abweichungen in Optik und Geruch, sowie festgestellter tierischer Befall, der auf biotische Verderbnisvorgänge hinweist. Konkret sind die Getreideproben „E\_220514“, „E\_220526“, „E\_220530“, „E\_220534“ und „E\_220536“ getestet worden. Die Durchführung der toxikologischen Analyse benötigte eine Probenmenge von 5 g ( $\pm 0,01$  g) der vermahlten Getreidesorte. Die vorbereiteten Proben wurden in einem 250ml großen Kolben mit 20ml Extraktionslösungsmittel (Acetonitril/Wasser/Essigsäure im Verhältnis von 79:20:1) vermengt und anschließend für 90 Minuten mit 180 U/min in einem Rotationsschüttler (*GFL 3017, Burgwedel*) homogenisiert. Im Anschluss wurde der Überstand im Mischverhältnis 1:1 mit dem Lösungsmittel im Verhältnis 20:79:1 verdünnt und mittels validierter Methode basierend auf LC-ESI-MS/MS analysiert (CAVALIERE, FOGLIA, PASTORINI, SAMPERI, & LAGANA, 2005). Die Ergebnisse wurden auf Wiederfindungen korrigiert, die während der Methodvalidierung ermittelt wurden. Daraus ergibt sich für die getesteten Proben eine Nachweisgrenze (LOD) und eine Bestimmungsgrenze (LOQ) für die jeweiligen Kontaminationen.

## 4. Auswertung der Ergebnisse

### 4.1. Ergebnisse aus der sensorischen Analyse

Die sensorische Analyse des Futterwerts untersucht die Parameter Geruch, Geschmack, Struktur, Farbe, Querschnitt und Vorhandensein von Verunreinigungen. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die Proben im Allgemeinen trocken waren und einen fahlen Geruch zeigten, der weiters im Hygienestatus mit *dumpf* und *muffig* genauer deklariert wurde. Der Geschmack der Proben war überwiegend *geschmacksneutral/-los*, und die Struktur der Proben war entsprechend der jeweiligen Getreidesorte *arttypisch*. Die Farbe der Proben wurde im Futterwert als *verfärbt* angegeben, die durch das genauere Betrachten im Hygienestatus mit *grau*, *schmutzig*, *grün* oder *blau-gräulich* bewertet wurden. Der Querschnitt war in allen Proben durch ein *Klar weißes Endosperm* definiert. Bei einigen Proben wurde das Vorhandensein von Verunreinigungen oder Fremdstoffen mit unterschiedlichem Schweregrad festgestellt. Hervorzuheben sind die Proben der Gerstenflocken E\_220510 und E\_220511, die in der Beurteilung des Parameters Verunreinigung als *schwer* definiert wurden. Nähere Details zur Anzahl und Art der Verunreinigungen sind in Kapitel „4.3. Grad der Verunreinigung durch Trockensiebung und Mikroskopieren“ nachzuvollziehen.

Tabelle 10: Sensorische Beurteilung des Futterwerts aller Getreideproben

Probe	Geruch	Geschmack	Struktur	Farbe	Querschnitt	Verunreinigung
E_220506	fahl	Geschmacks -neutral/-los	arttypisch	verfärbt	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220507	fahl	Geschmacks -neutral/-los	arttypisch	verfärbt	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220518	fahl	Geschmacks -neutral/-los	arttypisch	verfärbt	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220519	fahl	Geschmacks -neutral/-los	arttypisch	verfärbt	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220530	fahl	Geschmacks -neutral/-los	arttypisch	verfärbt	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220531	fahl	Geschmacks -neutral/-los	arttypisch	verfärbt	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220508	produkt- typisch	Angenehm mehlartig	Gewalztes Korn	Bräunlich/ gelblich	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220509	produkt- typisch	Angenehm mehlartig	Gewalztes Korn	Bräunlich/ gelblich	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220520	produkt- typisch	Angenehm mehlartig	Gewalztes Korn	Bräunlich/ gelblich	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220521	produkt- typisch	Angenehm mehlartig	Gewalztes Korn	Bräunlich/ gelblich	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220532	produkt- typisch	Angenehm mehlartig	Gewalztes Korn	Bräunlich/ gelblich	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220533	produkt- typisch	Angenehm mehlartig	Gewalztes Korn	Bräunlich/ gelblich	Klar weißes Endosperm	keine
E_220510	fahl	Geschmacks -neutral/-los	arttypisch	verfärbt	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220511	fahl	Geschmacks -neutral/-los	arttypisch	verfärbt	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220522	fahl	Geschmacks -neutral/-los	arttypisch	verfärbt	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220523	fahl	Geschmacks -neutral/-los	arttypisch	verfärbt	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220534	fahl	Geschmacks -neutral/-los	arttypisch	verfärbt	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220535	fahl	Geschmacks -neutral/-los	arttypisch	verfärbt	Klar weißes Endosperm	leicht

E_220512	fahl	arttypisch	Gewalztes Korn	Bräunlich/gelblich	Klar weißes Endosperm	schwer
E_220513	fahl	arttypisch	Gewalztes Korn	Bräunlich/gelblich	Klar weißes Endosperm	schwer
E_220524	fahl	Geschmacks-neutral/-los	Gewalztes Korn	Bräunlich/gelblich	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220525	fahl	Geschmacks-neutral/-los	Gewalztes Korn	Bräunlich/gelblich	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220536	fahl	Geschmacks-neutral/-los	Gewalztes Korn	Bräunlich/gelblich	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220537	fahl	Geschmacks-neutral/-los	Gewalztes Korn	Bräunlich/gelblich	Klar weißes Endosperm	mittel
E_220514	produkttypisch	Geschmacks-neutral/-los	Arttypisch, grobes vollrundes Korn	goldgelb	Klar weißes Endosperm	mittel
E_220515	produkttypisch	Geschmacks-neutral/-los	Arttypisch, grobes vollrundes Korn	goldgelb	Klar weißes Endosperm	mittel
E_220526	produkttypisch	Geschmacks-neutral/-los	Arttypisch, grobes vollrundes Korn	goldgelb	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220527	fahl	Geschmacks-neutral/-los	Arttypisch, grobes vollrundes Korn	goldgelb	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220538	fahl	Geschmacks-neutral/-los	Arttypisch, grobes vollrundes Korn	goldgelb	Klar weißes Endosperm	mittel
E_220539	fahl	Geschmacks-neutral/-los	Arttypisch, grobes vollrundes Korn	goldgelb	Klar weißes Endosperm	mittel
E_220516	produkttypisch	Geschmacks-neutral/-los	Gewalztes Korn	goldgelb	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220517	produkttypisch	Geschmacks-neutral/-los	Gewalztes Korn	goldgelb	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220528	produkttypisch	Geschmacks-neutral/-los	Gewalztes Korn	goldgelb	Klar weißes Endosperm	leicht
E_220529	produkttypisch	Geschmacks-neutral/-los	Gewalztes Korn	goldgelb	Klar weißes Endosperm	mittel
E_220540	fahl	Geschmacks-neutral/-los	Gewalztes Korn	goldgelb	Klar weißes Endosperm	mittel
E_220541	fahl	Geschmacks-neutral/-los	Gewalztes Korn	goldgelb	Klar weißes Endosperm	mittel

Die in Tabelle 11 angeführten Ergebnisse aus der sensorischen Analyse zeigen die Beurteilung der Proben im Bereich des Hygienestatus. Die Proben wurden auf verschiedene Parameter untersucht, einschließlich Griff, Geruch, Geschmack, Struktur, Farbe, Querschnitt und Vorhandensein von Verunreinigungen. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die Proben im Allgemeinen trocken waren, jedoch unterschiedliche Grade an muffigem, schimmeligem oder abgestandenem Geruch aufweisen. Weitere Getreideproben zeigten Verfärbungen oder besaßen Oberflächeneinkerbungen. Hierbei stachen die Gerstenproben „E\_220536“ und „E\_220537“ im Parameter Geruch mit der Bewertung *Schimmelig* hervor. Weiters war eine sichtbare Veränderung bei den Haferproben „E\_220530“ und „E\_220531“ durch *blau-gräuliche* Verfärbungen erkennbar, die abweichend zu den geschlossenen Proben beurteilt wurden. Zudem waren 14 von 36 Proben im Geruch *dumpf* und *muffig* wahrzunehmen. Die Getreidesorten „Hafer“ und „Gerste“ (Vollkorn) zeigten sich in der Struktur der Körner mit *Einziehungen an der Oberfläche*. Die restlichen Getreideproben wiesen keinen Unterschied in der Beurteilung des Futterwerts im Vergleich zum Hygienestatus auf. Der Querschnitt wurde, wie im Bereich des Futterwerts auch im Hygienestatus mit *Klar weißes Endosperm* bewertet. Als einzige Probe wies „E\_220515“ Schimmelbesatz an den Bruchkörnern auf. Auffallend war, dass in vier von sechs „Gerstenflockenproben“ nachweislich Vorratsschädlinge erkennbar waren. Die restlichen Getreideproben zeigten Verunreinigungen in Form von Staub, Beimengungen (Spreu, Schale, Spelze) oder fremde Anteile (Verschleppung).

Tabelle 11: Sensorische Beurteilung des Hygienestatus aller Getreideproben

Probe	Griff	Geruch	Geschmack	Struktur	Farbe	Querschnitt	Verunreinigung
E_220506	Trocken [1]	Dumpf [3]	Fahl [3]	Einziehungen an der Oberfläche [3]	Grau, Schmutzig [3]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] fremde Anteile [4]
E_220507	Trocken [1]	Dumpf [3]; Muffig [3]	Fahl [3]	Einziehungen an der Oberfläche [3]	Grau, Schmutzig [3]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] fremde Anteile [4]
E_220518	Trocken [1]	Dumpf [3]	Fahl [3]	Einziehungen an der Oberfläche [3]	Grau, Schmutzig [3]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1]
E_220519	Trocken [1]	Dumpf [3]	Fahl [3]	Einziehungen an der Oberfläche [3]	Grau, Schmutzig [3]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1]
E_220530	Trocken [1]	Dumpf [3]	Fahl [3]	Einziehungen an der Oberfläche [3]	Grau, Schmutzig [3]; Blau-Gräulich [6]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1]
E_220531	Trocken [1]	Dumpf [3]; Muffig [3]	Fahl [3]	Einziehungen an der Oberfläche [3]	Grau, Schmutzig [3]; Blau-Gräulich [6]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] <sup>1</sup>
E_220508	Trocken [1]	Artypisch [1]; Nussig [1]	Süßlich [1]; Nussig [1]	Produkttypisch [1]	Intensive, klare, korntypische Farbe [1]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] Staubig [3]
E_220509	Trocken [1]	Artypisch [1]; Nussig [1]	Süßlich [1]; Nussig [1]	Produkttypisch [1]	Intensive, klare, korntypische Farbe [1]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] Staubig [3]
E_220520	Trocken [1]	Artypisch [1]; Nussig [1]	Süßlich [1]; Nussig [1]	Produkttypisch [1]	Intensive, klare, korntypische Farbe [1]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1]
E_220521	Trocken [1]	Artypisch [1]; Nussig [1]	Süßlich [1]; Nussig [1]	Produkttypisch [1]	Intensive, klare, korntypische Farbe [1]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] Staubig [3]

<sup>1</sup> Bewertungsskala für die sensorische Beurteilung:

1 – sehr gute Qualität/frei von Mängeln, 2 – gute Qualität/minimale Mängel,

3 – befriedigende Qualität/geringgradige Mängel, 4 – genügende Qualität/mittelgradige Mängel,

5 – mangelhafte Qualität/erhebliche Mängel, 6 – gesundheitsschädliche Qualität/massive Mängel

E_220532	Trocken [1]	Artyptisch [1]; Nussig [1]	Süßlich [1]; Nussig [1]	Produkttypisch [1]	Intensive, klare, korntypische Farbe [1]	Klar weißes Endosperm [1]	Staubig [3]; fremde Anteile [4]
E_220533	Trocken [1]	Artyptisch [1]; Nussig [1]	Süßlich [1]; Nussig [1]	Produkttypisch [1]	Intensive, klare, korntypische Farbe [1]	Klar weißes Endosperm [1]	Staubig [3]; fremde Anteile [4]
E_220510	Trocken [1]	Dumpf [3]; Muffig [3]	Fahl [3]	Einziehungen an der Oberfläche [3]	Grün [5]; Blau-Gräulich [6]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1]
E_220511	Trocken [1]	Dumpf [3]; Muffig [3]	Fahl [3]	Einziehungen an der Oberfläche [3]	Grün [5]; Blau-Gräulich [6]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1]
E_220522	Trocken [1]	Dumpf [3]	Fahl [3]	Einziehungen an der Oberfläche [3]	Grün [5]; Blau-Gräulich [6]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1]
E_220523	Trocken [1]	Dumpf [3]	Fahl [3]	Einziehungen an der Oberfläche [3]	Grün [5]; Blau-Gräulich [6]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1]
E_220534	Trocken [1]	Dumpf [3]; Muffig [3]; Schimmelig [6]	Fahl [3]	Einziehungen an der Oberfläche [3]	Grün [5]; Blau-Gräulich [6]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1]
E_220535	Trocken [1]	Dumpf [3]; Muffig [3]; Schimmelig [6]	Fahl [3]	Einziehungen an der Oberfläche [3]	Grün [5]; Blau-Gräulich [6]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] <sup>2</sup>
E_220512	Trocken [1]	Dumpf [3]; Muffig [3]	Nussig [1]	Produkttypisch [1]	Grau, Schmutzig [3]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] Vorratsschädlinge [6]
E_220513	Trocken [1]	Dumpf [3]; Muffig [3]	Nussig [1]	Produkttypisch [1]	Grau, Schmutzig [3]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] Vorratsschädlinge [6]
E_220524	Trocken [1]	Dumpf [3]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Grau, Schmutzig [3]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1]
E_220525	Trocken [1]	Dumpf [3]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Grau, Schmutzig [3]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1]
E_220536	Trocken [1]	Dumpf [3]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Grau, Schmutzig [3]; Blau-Gräulich [6]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] Vorratsschädlinge [6]
E_220537	Trocken [1]	Dumpf [3]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Grau, Schmutzig [3]; Blau-Gräulich [6]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] Vorratsschädlinge [6]
E_220514	Trocken [1] Staubig [3]	Artyptisch [1]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Blau-Gräulich [6]	Klar weißes Endosperm [1] Schimmelbesatz [6]	Staubig [3]; fremde Anteile [4]
E_220515	Trocken [1] Staubig [3]	Artyptisch [1]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Grau, Schmutzig [3]; Blau-Gräulich [6]	Klar weißes Endosperm [1]	Staubig [3]; fremde Anteile [4]
E_220526	Trocken [1] Staubig [3]	Artyptisch [1]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Intensive, klare, korntypische Farbe [1]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] Staubig [3]; fremde Anteile [4]
E_220527	Trocken [1] Staubig [3]	Dumpf [3]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Intensive, klare, korntypische Farbe [1]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] Staubig [3]; fremde Anteile [4]
E_220538	Trocken [1] Staubig [3]	Dumpf [3]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Grau, Schmutzig [3]	Klar weißes Endosperm [1]	Staubig [3]; fremde Anteile [4]

<sup>2</sup>Bewertungsskala für die sensorische Beurteilung:

1 – sehr gute Qualität/frei von Mängeln, 2 – gute Qualität/minimale Mängel,

3 – befriedigende Qualität/geringgradige Mängel, 4 – genügende Qualität/mittelgradige Mängel,

5 – mangelhafte Qualität/erhebliche Mängel, 6 – gesundheitsschädliche Qualität/massive Mängel

E_220539	Trocken [1] Staubig [3]	Dumpf [3]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Grau, Schmutzig [3]	Klar weißes Endosperm [1]	Staubig [3]; fremde Anteile [4] <sup>3</sup>
E_220516	Trocken [1]	Artypisch [1]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Intensive, klare, korntypische Farbe [1]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] fremde Anteile [4]
E_220517	Trocken [1]	Artypisch [1]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Intensive, klare, korntypische Farbe [1]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] fremde Anteile [4]
E_220528	Trocken [1]	Artypisch [1]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Intensive, klare, korntypische Farbe [1]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1]
E_220529	Trocken [1]	Artypisch [1]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Intensive, klare, korntypische Farbe [1]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1]
E_220540	Trocken [1]	Artypisch [1]; Dumpf [3]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Intensive, klare, korntypische Farbe [1]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] Staubig [3]
E_220541	Trocken [1]	Artypisch [1]; Dumpf [3]	Fahl [3]	Produkttypisch [1]	Intensive, klare, korntypische Farbe [1]	Klar weißes Endosperm [1]	Beimengungen [1] Staubig [3] <sup>4</sup>

---

<sup>3</sup>Bewertungsskala für die sensorische Beurteilung:

- 1 – sehr gute Qualität/frei von Mängeln, 2 – gute Qualität/minimale Mängel,  
3 – befriedigende Qualität/geringgradige Mängel, 4 – genügende Qualität/mittelgradige Mängel,  
5 – mangelhafte Qualität/erhebliche Mängel, 6 – gesundheitsschädliche Qualität/massive Mängel

## 4.2. Messergebnisse für das Litergewicht

Im Rahmen der sensorischen Beurteilung wurde das Litergewicht der Getreideproben bestimmt. In Tabelle 12 sind die Durchschnittswerte dreier Messungen in Gramm angegeben. Im Vergleich der verschiedenen Getreidesorten fällt auf, dass Gerste im Allgemeinen ein höheres Litergewicht aufweist als „Hafer“ und „Mais“. Die Unterschiede in den Messwerten je Getreidesorte, im Vergleich oben versus unten aus dem Sack, lassen auf die unterschiedliche Zusammensetzung schließen. Dazu zählen gewichtserhöhende Probenanteile wie Bruchkörner oder fremde Anteile, genauso wie gewichtsmindernde leichte Anteile wie Spelze, Schale oder Spreu. Das Litergewicht lässt sich von verschiedenen Faktoren beeinflussen, wie Sorte, Wassergehalt, Zustand des Sacks und Zeitpunkt der Messung.

Tabelle 12: Litergewicht [g]

Lab. Nr.	Probenbenennung	Litergewicht [g]
E_220506	Hafer oben Sack geschlossen Tag 1	596,23
E_220507	Hafer unten Sack geschlossen Tag 1	582,34
E_220518	Hafer oben Sack geschlossen Tag 42	606,90
E_220519	Hafer unten Sack geschlossen Tag 42	623,60
E_220530	Hafer oben Sack offen Tag 42	609,46
E_220531	Hafer unten Sack offen Tag 42	644,11
E_220508	Haferflocken oben Sack geschlossen Tag 1	643,17
E_220509	Haferflocken unten Sack geschlossen Tag 1	640,17
E_220520	Haferflocken oben Sack geschlossen Tag 42	619,09
E_220521	Haferflocken unten Sack geschlossen Tag 42	628,88
E_220532	Haferflocken oben Sack offen Tag 42	639,84
E_220533	Haferflocken unten Sack offen Tag 42	631,41
E_220510	Gerste oben Sack geschlossen Tag 1	710,82
E_220511	Gerste unten Sack geschlossen Tag 1	716,19
E_220522	Gerste oben Sack geschlossen Tag 42	709,33
E_220523	Gerste unten Sack geschlossen Tag 42	723,24
E_220534	Gerste oben Sack offen Tag 42	724,97
E_220535	Gerste unten Sack offen Tag 42	738,35
E_220512	Gerstenflocken oben Sack geschlossen Tag 1	532,24
E_220513	Gerstenflocken unten Sack geschlossen Tag 1	532,28
E_220524	Gerstenflocken oben Sack geschlossen Tag 42	578,28
E_220525	Gerstenflocken unten Sack geschlossen Tag 42	576,80
E_220536	Gerstenflocken oben Sack offen Tag 42	572,62
E_220537	Gerstenflocken unten Sack offen Tag 42	559,60
E_220514	Mais oben Sack geschlossen Tag 1	756,06
E_220515	Mais unten Sack geschlossen Tag 1	783,97
E_220526	Mais oben Sack geschlossen Tag 42	774,94
E_220527	Mais unten Sack geschlossen Tag 42	781,65
E_220538	Mais oben Sack offen Tag 42	815,04
E_220539	Mais unten Sack offen Tag 42	815,25
E_220516	Maisflocken oben Sack geschlossen Tag 1	400,04
E_220517	Maisflocken unten Sack geschlossen Tag 1	416,45
E_220528	Maisflocken oben Sack geschlossen Tag 42	399,96
E_220529	Maisflocken unten Sack geschlossen Tag 42	410,21
E_220540	Maisflocken oben Sack offen Tag 42	409,52
E_220541	Maisflocken unten Sack offen Tag 42	425,71

Die Gewichtsabweichungen aller gewogenen Getreidesorte sind in Abbildung 5 zusammengefasst dargestellt. Das Box Plot Diagramm zeigt die Schwankungsbreite zwischen minimal und maximal gewogenem Litergewicht jeder Art an. Hierbei zeigen sich „Haferflocken“ mit der geringsten Schwankungsbreite von 24,08g. „Mais“ ist mit einer Abweichung von 59,19g am stärksten schwankend. Ein graduell zunehmendes Gewicht ist bei allen Getreidesorten erkennbar.



Abbildung 5: Litergewicht aller Proben in Boxplot Darstellung (x = Mittelwert, Stempelfüße = Maximum/Minimum, Horizontallinie = Median)

5

<sup>5</sup> Farbskala der Getreideproben:

- |                |                       |
|----------------|-----------------------|
| ■ Haferprobe   | ■ Haferflockenprobe   |
| ■ Gerstenprobe | ■ Gerstenflockenprobe |
| ■ Maisprobe    | ■ Maisflockenprobe    |

### 4.3. Feststellung des Grades der Verunreinigung mittels Trockensiebung und Mikroskopieren

In den nachfolgenden Diagrammen sind Abweichungen und Auffälligkeiten in den Proben ersichtlich. Diese befassen sich mit dem Grad der Verunreinigung und dem tierischen Befall, der in den Proben sichtbar war. Genauere Detailinformationen zu den Ergebnissen aus der Trockensiebung sind aus dem Anhang zu entnehmen. Zusammengefasst sind Fremdkörper (Roggen, Weizen, Flughafer), Pflanzenbeimengungen (Spreu, Spelze, Schale) und erdige Bestandteile (Sand, Erde, Kot-Sand-Klumpen) definierbar. Vereinzelt wurden außerdem Mohnsamen, Samen der Pfeifenblume, sowie der Nachweis von Kotstücken in den Proben „E\_220510“, „E\_220511“, „E\_220525“ und „E\_220534“. Die Probe „E\_220506“ ist mit einer Verunreinigungszahl von 130 Stück am höchsten. Im arithmetischen Durchschnitt liegt die Anzahl der Verunreinigungsteile bei 29. Acht Proben zeigten kein Vorkommen durch die Fraktion Verunreinigungen.

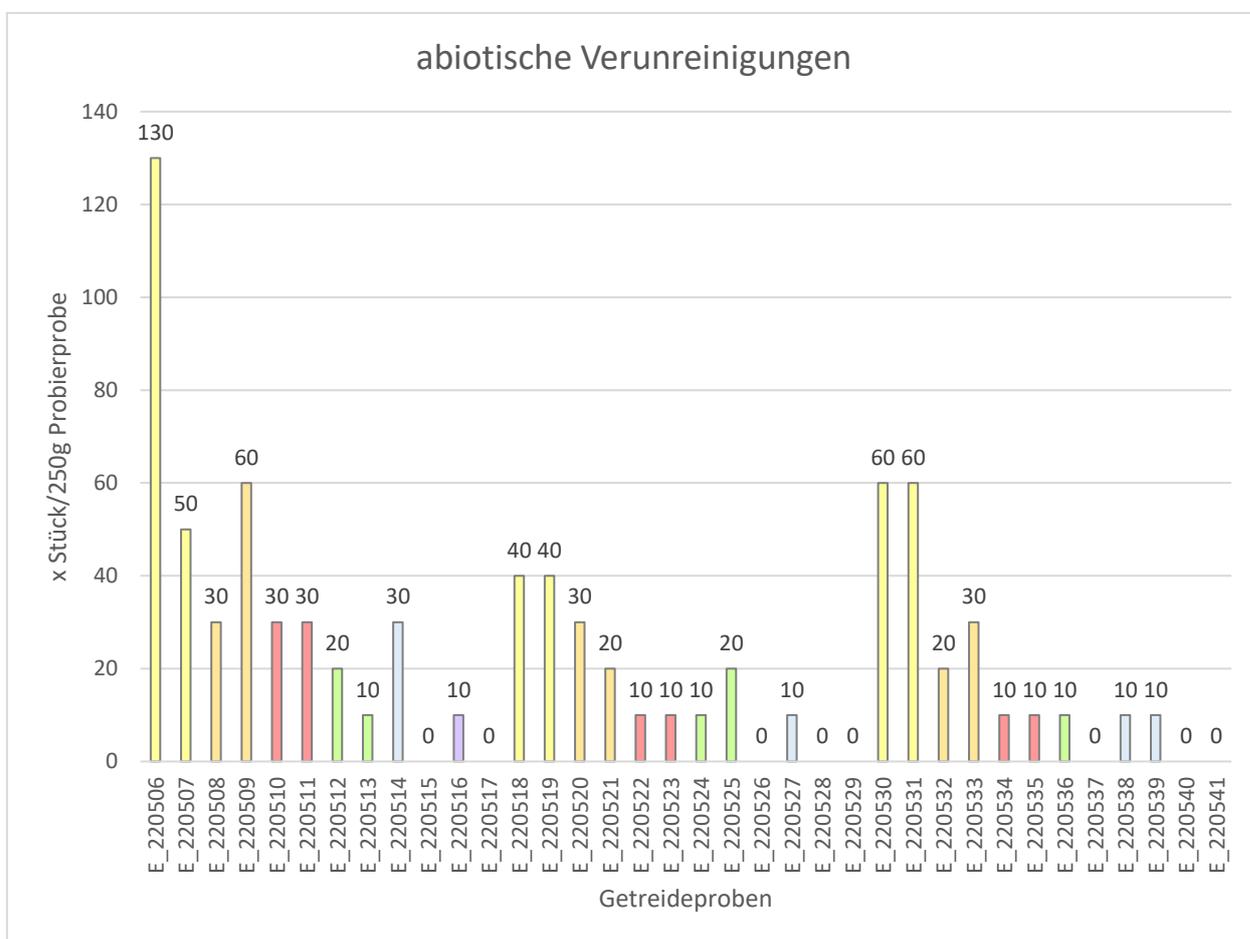


Abbildung 6: abiotische Verunreinigungen in Getreideproben [x Stück pro 250g Probierprobe]

6

<sup>6</sup> Farbskala der Getreideproben:

- |  |  |
|--|--|
| <span style="color: yellow;">■</span> Haferprobe   | <span style="color: orange;">■</span> Haferflockenprobe  |
| <span style="color: red;">■</span> Gerstenprobe    | <span style="color: green;">■</span> Gerstenflockenprobe |
| <span style="color: lightblue;">■</span> Maisprobe | <span style="color: purple;">■</span> Maisflockenprobe   |

In Abbildung 7 sind jene Proben abgebildet, bei denen tierischer Befall nachgewiesen wurde. Unter dem Analysemikroskop konnten in 13 von 36 Getreideproben lebende und tote Sekundärschädlinge bestimmt werden. Es konnte eine Mottenlarve (Abbildung 8) in der Probe „E\_220540“ gefunden werden, Milben (Abbildung 9) in drei von 13 Proben identifiziert werden und vorrangig Staubläuse (Abbildung 10) in 12 von 13 Proben nachgewiesen werden. Die restlichen 23 von 36 Futtermittelproben waren frei von jeglichem tierischen Befall.

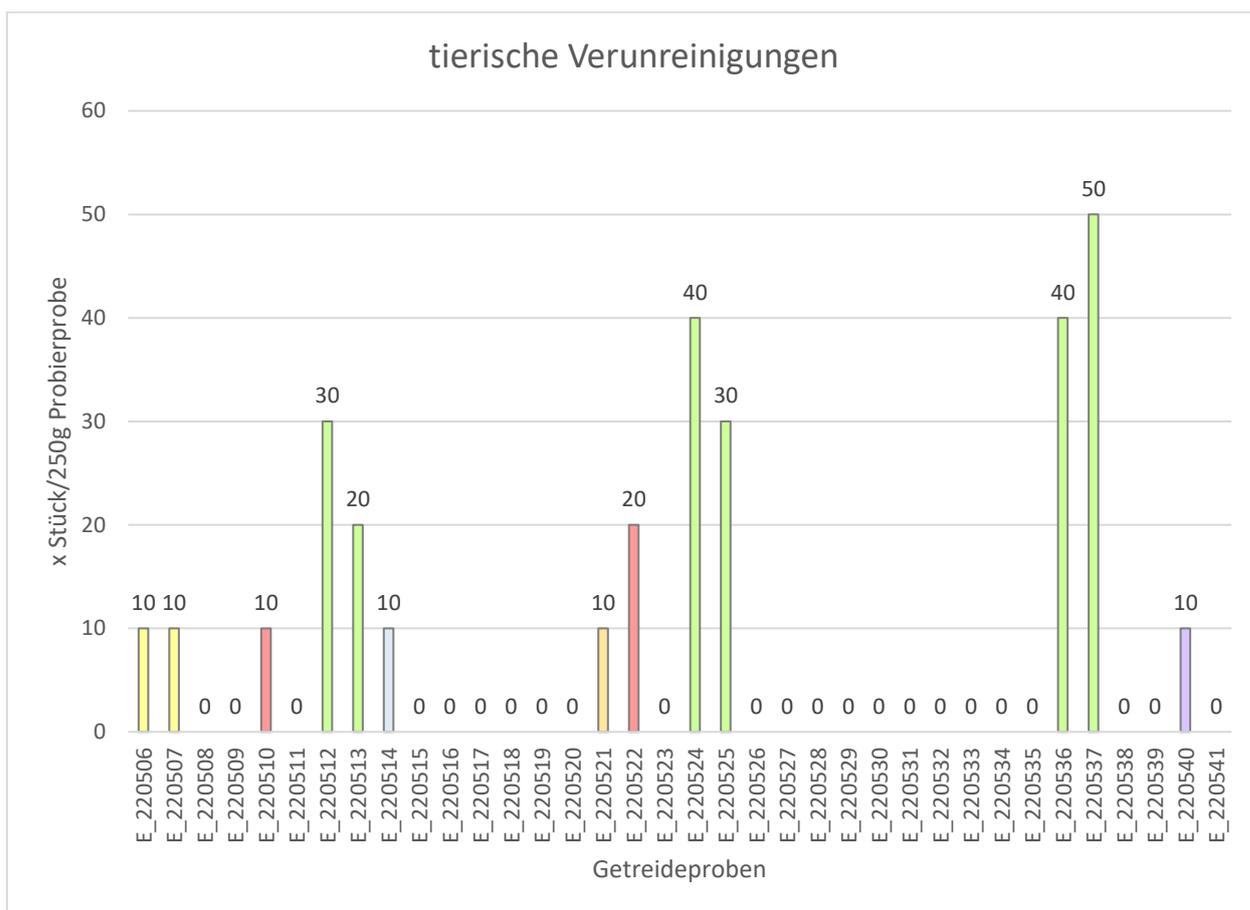


Abbildung 7: tierischer Befall in Getreideproben [x Stück pro 250g Probierprobe]

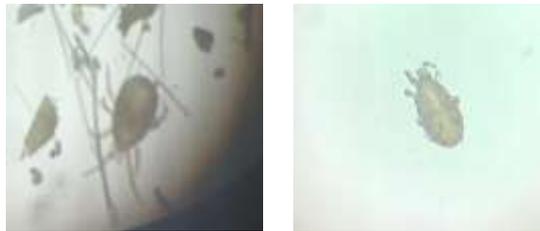
7

<sup>7</sup> Farbskala der Getreideproben:

- Haferprobe
- Haferflockenprobe
- Gerstenprobe
- Gerstenflockenprobe
- Maisprobe
- Maisflockenprobe



*Abbildung 8: Beispiel Mottenlarve auf Mikroskopfeld (1,8-3,5fache Vergrößerung) in der Probe Maisflocken oben Sack offen Tag 42 [eigenes Bild]*



*Abbildung 9: Beispiel Milbe (achtbeinig) auf Mikroskopfeld (1,8-3,5fache Vergrößerung) in der Probe Hafer unten Sack geschlossen Tag 1 [eigenes Bild]*



*Abbildung 10: Beispiel Staublaus (sechsbeinig) auf Mikroskopfeld (1,8-3,5fache Vergrößerung) in der Probe Gerstenflocken unten Sack geschlossen Tag 42 [eigenes Bild]*

#### 4.4. Rohnährstoffanalyse

Die Ergebnisse der Getreideproben aus der Weender Analyse sind in den nachfolgenden Tabellen 13 bis 18 näher erläutert. Die Ergebnisse sind in Prozent angegeben.

- Mittelwert Trockensubstanz in Getreideproben [TS in %]

Tabelle 13: Trockensubstanz [TS in %]

	Hafer	Haferflocken	Gerste	Gerstenflocken	Mais	Maisflocken
Tag 1 Sack oben	90,9	90,6	90,7	89,9	90,7	90,6
Tag 1 Sack unten	90,9	90,5	92,9	89,9	90,8	90,8
Tag 42 Sack oben geschlossen	90,5	90,4	90,1	89,9	89,4	90,1
Tag 42 Sack unten geschlossen	90,5	90,3	90,7	89,4	89,5	90,1
Tag 42 Sack oben offen	90,1	90,1	89,8	89,6	89,8	89,7
Tag 42 Sack unten offen	90,1	90,1	89,7	89,6	90,1	89,9

Aus den Werten geht hervor, dass die TS jeder Probe über dem Richtwert von 88 % liegt. Zudem liegen die prozentuellen Unterschiede der TS jeder Getreidesorte unter 1 %. Das bedeutet, dass die Art der Lagerung (Sack offen oder geschlossen) und der Lagerungszeitraum (sechs Wochen) keinen signifikanten Einfluss auf die TS hatten.

- Rohaschegehalt in Getreideproben [Ra in TS in %]

Tabelle 14: Rohasche [Ra in TS in %]

	Hafer	Haferflocken	Gerste	Gerstenflocken	Mais	Maisflocken
Tag 1 Sack oben	1,96	1,70	2,90	2,10	1,35	0,95
Tag 1 Sack unten	1,52	1,61	5,25	2,11	1,36	0,93
Tag 42 Sack oben geschlossen	2,00	1,67	2,61	2,15	1,49	0,78
Tag 42 Sack unten geschlossen	1,85	1,60	2,93	2,07	1,40	0,83
Tag 42 Sack oben offen	2,04	1,41	2,74	2,08	1,32	0,73
Tag 42 Sack unten offen	1,95	1,33	2,30	2,14	1,26	0,79

Die Lagerfaktoren hatten keine entscheidende Auswirkung auf die Veränderung der Rohasche. Hingegen ist zu erwähnen, dass das geflockte Getreide einen deutlich niedrigeren Rohaschegehalt aufweist. Ein alleiniger Höchstwert des Rohaschegehalts von 5,25 ist bei der Probe Gerste Tag 1 Sack unten vorzufinden. Dieses Ergebnis ist auf einen hohen Grad der Verunreinigung (Sand, Steine) zurückzuführen.

- Rohproteingehalt in Getreideproben [Rp in TS in %]

Tabelle 15: Rohprotein [Rp in TS in %]

	Hafer	Haferflocken	Gerste	Gerstenflocken	Mais	Maisflocken
Tag 1 Sack oben	10,72	16,13	10,09	10,92	8,07	8,00
Tag 1 Sack unten	10,56	15,96	9,24	10,27	7,86	7,55
Tag 42 Sack oben geschlossen	11,13	14,91	9,91	10,30	8,06	7,39
Tag 42 Sack unten geschlossen	11,36	15,01	9,17	10,78	10,24	7,78
Tag 42 Sack oben offen	13,15	13,65	9,56	10,72	8,04	7,47
Tag 42 Sack unten offen	11,51	14,06	9,97	10,58	7,86	7,50

Insbesondere die Werte der Haferflockenproben zeigen im Vergleich zum ganzen Hafer einen deutlich höheren Rohproteingehalt. Das resultiert aus der Gegebenheit, dass in den Haferflocken keine Spelze vorhanden waren. Die weiteren Abweichungen unter den Ergebnissen aus der Weender Analyse für das in der Trockensubstanz enthaltene Rp lassen sich bis auf weiteres auf die unterschiedliche Beschaffenheit der analysierten Probenauszüge zurückführen. Die Veränderungen des enthaltenen Rp lässt sich nicht mit der Lagerung in Verbindung bringen und wirkt sich nicht auf die Qualität der Futtermittel aus.

- Rohfettgehalt in Getreideproben [Rfe in TS in %]

*Tabelle 16: Rohfett [Rfe in TS in %]*

	Hafer	Haferflocken	Gerste	Gerstenflocken	Mais	Maisflocken
<b>Tag 1 Sack oben</b>	2,29	4,21	2,35	2,61	2,75	1,26
<b>Tag 1 Sack unten</b>	3,29	3,34	2,64	2,94	4,02	1,75
<b>Tag 42 Sack oben geschlossen</b>	3,60	4,49	2,03	1,33	4,28	2,14
<b>Tag 42 Sack unten geschlossen</b>	3,80	3,56	2,25	1,92	3,63	2,37
<b>Tag 42 Sack oben offen</b>	3,34	3,51	2,73	2,17	4,11	1,67
<b>Tag 42 Sack unten offen</b>	3,84	1,97	2,42	2,35	2,24	1,62

Tabelle 16 zeigt die Messwerte des Rohfetts für verschiedene Getreidesorten (Hafer, Gerste, Mais) an verschiedenen Tagen (Tag 1 und Tag 42) aus der Weender Analyse. Die Werte wurden aus verschiedenen Teilen des Getreidesacks (oben und unten) entnommen und sowohl bei geschlossenen als auch bei offenen Säcken gemessen. Es kann festgestellt werden, dass die Rohfettwerte für jede Getreidesorte variieren und dass die Werte zwischen den Tagen und dem Öffnungszustand des Sacks unterschiedlich sind.

- Neutral-Detergenzienfasern in Getreideproben [aNDF<sub>OM</sub> in TS in %]

*Tabelle 17: Rohfaser [aNDF<sub>OM</sub> in TS in %]*

	Hafer	Haferflocken	Gerste	Gerstenflocken	Mais	Maisflocken
<b>Tag 1 Sack oben</b>	18,37	7,92	27,31	19,60	12,74	13,14
<b>Tag 1 Sack unten</b>	11,06	7,72	19,60	18,99	15,16	14,57
<b>Tag 42 Sack oben geschlossen</b>	16,93	7,40	29,94	19,21	16,16	12,37
<b>Tag 42 Sack unten geschlossen</b>	14,65	7,86	26,98	19,39	13,42	11,75
<b>Tag 42 Sack oben offen</b>	21,07	6,93	29,08	21,85	15,74	13,63
<b>Tag 42 Sack unten offen</b>	20,74	7,69	27,29	19,50	15,34	12,46

Es kann festgestellt werden, dass die Werte der Rohfaser in Hafer und Gerste höher sind als in Mais und deren Getreideflocken. Zudem zeigen sich deutliche Schwankungen bei den NDF-Werten (siehe Tabelle 17) zwischen den Proben oben und unten aus dem Sack bei den Getreidesorten Hafer und Gerste.

- Nicht-Faser-Kohlenhydrate [NFC]

Zur Feststellung der Veränderung des Stärkeanteils wurden Nicht-Faser-Kohlenhydrate (NFC) mit der folgenden Formel berechnet:

*Formel 1: Berechnung NFC*

$$NFC = 100 - Ra - Rp - Rfe - NDF$$

Die Ergebnisse aus den Berechnung sind in Tabelle 27 angeführt. Die NFC-Werte reichen von 55,51 bis 77,63. Im Allgemeinen weisen höhere NFC-Werte auf einen höheren Stärkegehalt im Korn hin. Grund dafür ist, dass sich die stärkearmen, leichten Anteile wie Spelze oder leere Kornhüllen nach oben hin absetzen.

*Tabelle 18: Ergebnisse aus der Berechnung von NFC*

	<b>Hafer</b>	<b>Haferflocken</b>	<b>Gerste</b>	<b>Gerstenflocken</b>	<b>Mais</b>	<b>Maisflocken</b>
<b>Tag 1 Sack oben</b>	66,66	70,04	57,35	64,77	75,09	76,65
<b>Tag 1 Sack unten</b>	73,57	71,37	63,27	65,69	71,60	75,20
<b>Tag 42 Sack oben geschlossen</b>	66,34	71,53	55,51	67,01	70,01	77,32
<b>Tag 42 Sack unten geschlossen</b>	68,34	71,97	58,67	65,84	71,31	77,27
<b>Tag 42 Sack oben offen</b>	60,40	74,50	55,89	63,18	70,79	76,50
<b>Tag 42 Sack unten offen</b>	61,96	74,95	58,02	65,43	73,30	77,63

#### 4.5. Auszüge aus den Ergebnissen der Mykotoxinbestimmung

Abbildung 11 zeigt die Ergebnisse der wichtigsten regulierten Mykotoxine, die anhand folgender Proben analysiert wurden: „E\_220514“, „E\_220526“, „E\_220530“, „E\_220534“ und „E\_220536“. Zu den gemessenen Mykotoxinen gehören unter anderem Fumonisin B1, Fumonisin B2, Zearalenon (ZEA), HT-2 Toxin, T-2 Toxin und Deoxynivalenol (DON). Die Werte in der Abbildung 11 zeigen in beiden Maisproben „E\_220514“ und „E\_220526“ die höchste Konzentration von Fumonisin B1 und Deoxynivalenol. Zudem sind nachweislich fünf der sechs regulierten Mykotoxine in diesen Proben vorhanden. Der HT-2 Toxinspiegel ist in der Probe „E\_220530“ als einziges nachweisbar. Die Belastung durch das T-2 Toxin zeigt sich am Höchsten in derselben Probe. Der Gehalt des Feldtoxins Zearalenon war am höchsten in der Getreideprobe „E\_220536“. Als einzige Probe weist „E\_220534“ keine Kontaminationen durch regulierte Mykotoxine auf. Die erfassten Ergebniswerte liegen alle unter den genormten Richtwerten für die jeweiligen Schimmelpilze und deren Stoffwechselprodukte (siehe Tabelle 4 und 5).

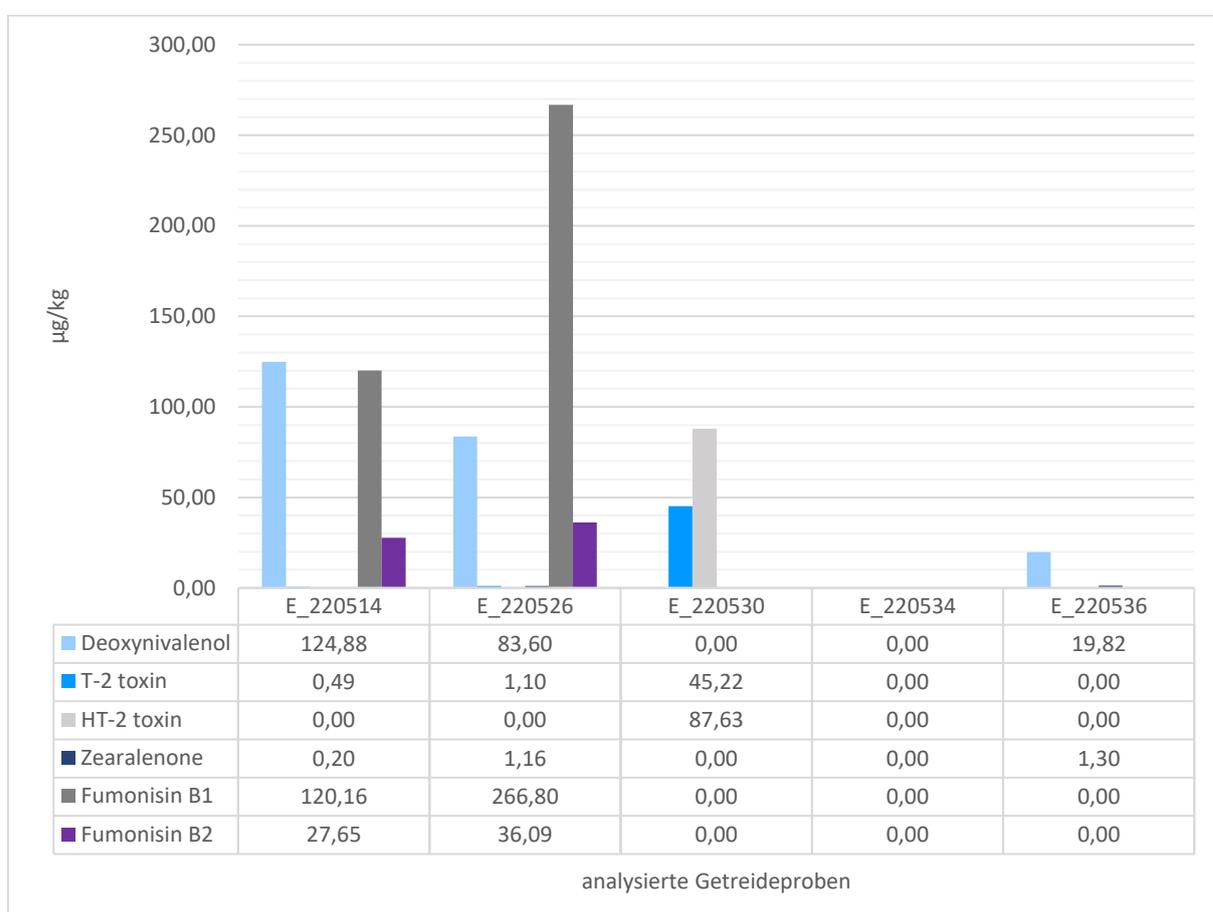


Abbildung 11: Konzentration von regulierten Mykotoxinen in ausgewählten Getreideproben

Das Vorkommen pflanzlicher Substrate in Form von Isoflavonoiden mit phytoöstrogener Wirkung sind in Abbildung 12 angeführt. Dabei weist „E\_220526“ keinerlei messbare Werte auf. Im direkten Vergleich zeigt sich die Belastung in der Probe „E\_220514“ durch drei von vier getestete Pflanzensubstrate. Die Probe „E\_220534“ weist in der Summe die höchste Gesamtbelastung durch die Phytoöstrogene Genistin, Daidzin und Biochanin auf.

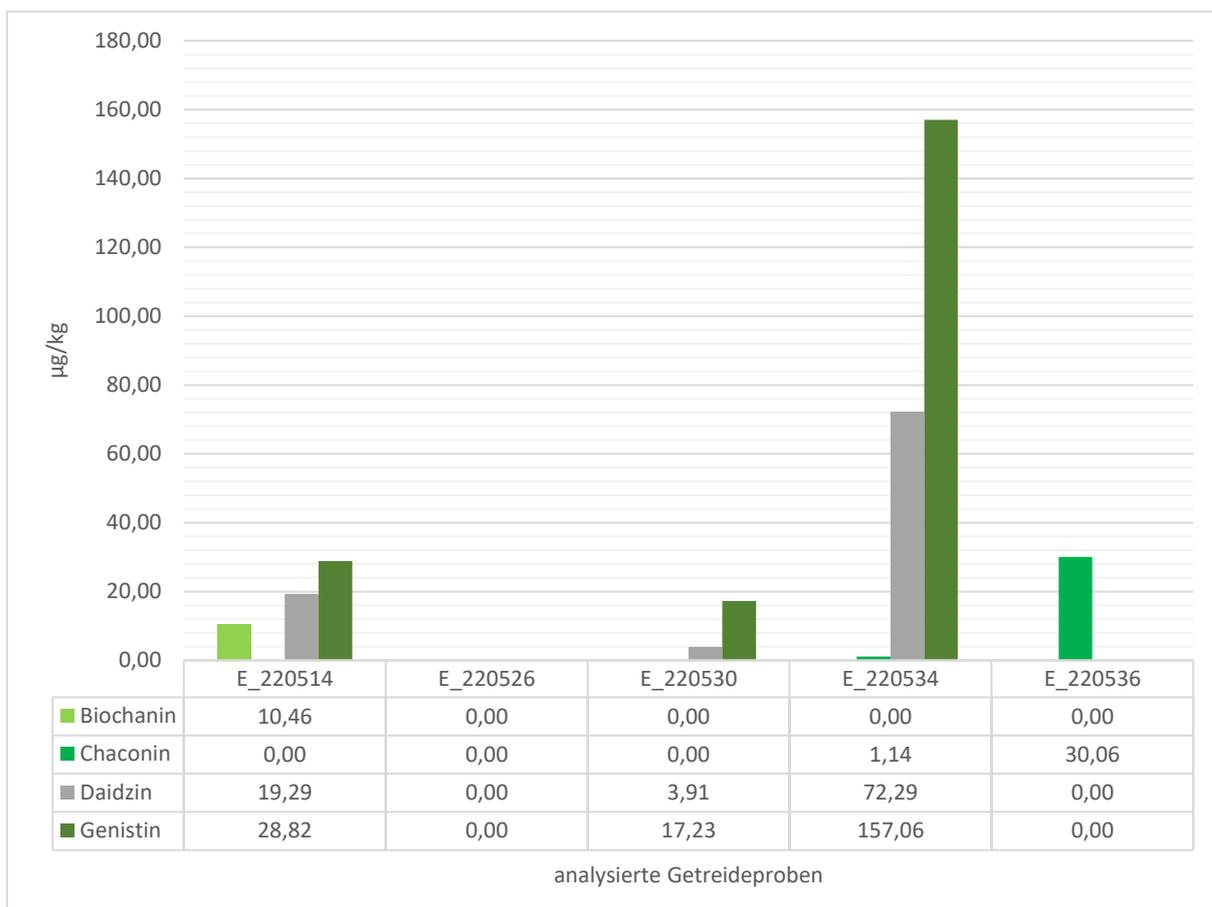


Abbildung 12: Konzentration von pflanzlichen Substraten in ausgewählten Getreideproben

Aufgrund des beschränkten Rahmens der Bachelorarbeit sind lediglich Auszüge aus der gesamten Mykotoxinbestimmung entnommen worden. Insbesondere regulierte Mykotoxine spielen in der Diskussion eine entscheidende Rolle. Alle weiteren Ergebnisse sind aus dem Anhang zu entnehmen.

## 5. Diskussion

Die Lagerung von Getreidesorten für die Pferdefütterung stellt eine wichtige Säule in der Qualitätssicherung und des Qualitätsmanagements einwandfreier Futtermittel dar. Getreidesorten wie Hafer, Gerste, Mais machen einen großen Anteil im Kraffuttermittelbereich aus. Anhand einer Lagerzeit von 42 Tagen soll festgestellt werden, welche Messwerte der offen wie auch geschlossen gelagerten Proben sich von Tag eins zu Tag 42 positiv, negativ oder gar nicht verändern.

Der Annahme entsprechend, dass sich veränderte Messergebnisse in der sensorischen Beurteilung nachweisen lassen, konnten Abweichungen bei Hafer und Gerstenflocken bei offener Lagerung nach 42 Tagen im Parameter Farbe festgestellt werden. Beide Proben hatten bei der ersten Messung die Farbskala grau-schmutzig (3) und änderten sich in der Messung an Tag 42 auf blau-gräulich (6). Alle anderen Proben zeigten keine erwähnenswerten Änderungen entgegen der gestellten Annahme. Diese optische Abweichung des Getreides lässt sich auf beginnende biotische Verderbnisvorgänge zurückführen, die durch einen erhöhten Feuchtigkeitsgehalt Schimmelbildung begünstigen (MEYER, BRONSCH, & LEIBETSEDER, 1993). Da die Beurteilung sehr subjektiv erfolgt und auch von dem jeweiligen Prüforgang abhängig ist, ist die Aussage einer großen Schwankungsbreite ausgesetzt, und muss bei Versuchen sensorischer und qualitativer Art in die Berücksichtigung der erworbenen Werte miteinfließen.

Anhand der Litergewichtsmessung wurde festgestellt, dass es bei allen Getreidesorten ausnahmslos zu einer Gewichtszunahme über die Dauer des Experiments kam. Die Annahme, dass verschlossen gelagerte Futtermittelsäcke an Tag 42 annähernd gleichbleibend sind, kann anhand der gemessenen Werte nicht bestätigt werden. Diese graduelle Zunahme während der Lagerzeit wurde auch bei einem Versuch zur Lagerung diverser Getreidesorten in Pakistan erforscht (ZIA-UR-REHMAN, 2004).

Bei der Trockensiebung mit anschließender Mikroskopierung wurden die unterschiedlichen Anteile beziehungsweise Fraktionen der jeweiligen Getreideproben untersucht, wobei die Verunreinigungen und der tierische Befall die größte Qualitätsminderung darstellen. Entgegen der Erwartungen, dass der Nachweis, sowie die damit verbundene Qualitätsminderung durch tierische Verunreinigungen insbesondere in offen gelagerten Futtermittelsäcken vorzufinden sein wird, stechen alle „Gerstenflockenproben“ mit hohen Graden tierischen Befalls hervor. Zur Messung an Tag eins hatte die Gerstenflocke bereits einen Tierbefall von 20 bis 30 Stk. in 250 g Proberprobe, und an Tag 42 30 bis 50 Stk. in 250 g Proberprobe in offenen und geschlossenen Säcken. Diese Werte waren im Vergleich zu allen anderen Proben signifikant erhöht. In diesem Zusammenhang ist auf die Empfindlichkeit verarbeiteter Getreidemittel hinzuweisen, der durch das Aufbrechen der Kornschale zu deutlich schnelleren biotischen und abiotischen Vorgängen führt (JEROCH, FLACHOWSKY, & WEIßBACH, 1993).

Die Hypothese, dass in offenen Getreidesäcken der tierische Befall höher ist als in geschlossenen, konnte nicht verifiziert werden. Bei den anorganischen Verunreinigungen war nur die Getreideprobe „Hafer“ an Tag 1 auffällig, mit einer Messung von 130 Stk. in 250 g Proberprobe versetzt. Dieser Messwert war an Tag 1 überdurchschnittlich hoch im Vergleich zu allen anderen Proben und konnte an Tag 42 nicht mehr reproduziert werden. In diesem Zusammenhang kann kein Rückschluss auf eine vermehrte Verunreinigung durch die Lagerung und die damit verbundenen Umgebungsfaktoren getroffen werden. Es wird vermutet, dass bei einer weiteren Lagerung von zwei bis drei Monaten die Zersetzungsvorgänge noch stärker wirksam werden als zu dem Zeitpunkt der in diesem Rahmen geführten Messungen nach sechs Wochen.

Für die Weender-Analyse wurden die Getreideproben vermahlen, um die Trockensubstanz, Rohasche, Rohprotein, Rohfett und NDF zu messen (KIRCHGESSNER, et al., 2008). Auffällig war, dass sowohl bei den "offenen" als auch "geschlossenen" Proben die Trockensubstanz durchschnittlich circa 0,5% bis Tag 42 abgenommen hat, welches eventuell einen indirekt proportionalen Zusammenhang mit dem Litergewicht darstellt. Dennoch sind alle gemessenen Werte deutlich über dem Referenzwert für die Trockensubstanz (TS) von 88% (KAMPHUES, et al., 2014).

Bei der Rohaschemessung konnte bei den gesamten Proben keine konklusive Veränderung festgestellt werden.

Bei einer Studie in Großbritannien im Jahr 2002 wurden Rohproteingehalte in Trockensubstanz von 10-15% in Getreidekörnern gemessen (SHEWRY & HALFORD, 2001). Getreideproben im Rahmen dieser Arbeit wiesen einen Rohproteingehalt von 7-16% auf, wobei keine Zusammenhänge zu den oben oder unten aus Futtermittelsäcken stammenden Proben besteht, genauso wie am ersten und letzten Testtag gemessenen Werte keine Kausalität dargestellt haben.

Bei einer Messung von dem Rohfettgehalt in einer Studie aus England (GARROW & JAMES, 1993) wurden bei Gerste, Reis, Roggen und Weizen 1-3%, bei Mais 5-9% sowie bei Hafer 5-10% festgestellt. Im Vergleich zu den Werten dieser Studie waren nur die Werte bei der Gerste übereinstimmend, während Hafer und Haferflocken bei 1,97-4,49% und Mais und Maisflocken bei 1,26-4,28% Rfe in TS% gemessen wurden. Auffällig war bei den Messungen zu „Hafer“ die Proben „E\_220506“ und „E\_220507“, dass "oben" 2,29% im Vergleich zu "unten" 3,29% Rfe pro TS gemessen wurden. Das kann eventuell darauf zurückgeführt werden, dass die festgestellten Verunreinigungen (z.B. Spelzen) einen großen Anteil ausmachen und diese rohffattarmen Bestandteile das Messergebnis so stark beeinflussen.

Die NDF-Werte waren bei den "oben" genommenen Proben tendenziell höher als "unten", wobei Hafer und Gerste durchschnittlich höher waren als alle anderen Proben. Zusammenhänge zwischen den gemessenen Werten an Tag 42 und nutritive Veränderungen durch die Lagerzeit konnten nicht erkannt werden.

Bei der NFC-Berechnung war bei allen geflockten Getreiden (Haferflocke, Gerstenflocke, Maisflocke) der Stärkegehalt höher als bei den Vollkornproben (Hafer, Gerste, Mais). Diese Werte sind eventuell darauf zurückzuführen, dass die aufgeschlossene Stärke durch die Flockung mittels hydrothermischen Getreideaufschlussverfahrens erhöhte Messwerte zeigen.

Anhand der Messergebnisse aus der Weender Analyse kann die Hypothese, dass die Lagerungszeit (t= 42 Tage) gravierende Auswirkungen auf die nutritiven Messwerte hat, nicht bestätigt werden. Die Vermutung liegt nahe, dass eine längere Experimentdauer eine signifikantere Aussage über die nutritive Qualitätsminderung durch die Lagerung treffen kann.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden einmalig die regulierten Mykotoxine in fünf Proben (mit Ausnahme von Mais, Proben von Tag eins und 42), auf Grundlage der im Voraus getätigten Analysen, gezogen. Es wurden für die Messungen, welche extern erfolgten, zwei Mais-, eine Hafer-, eine Gerste- und eine Gerstenflockenprobe jeweils von "oben" aus dem Getreidesack stammend, eingeschickt. Interessant war, dass die Werte zu regulierten Mykotoxinen bei Gerste alle im nicht nachweisbaren Bereich (<0,01) gelegen haben, obwohl aufgrund der Sensorik zu vermuten gewesen wäre, dass in diesen Proben die Werte erhöht wären. Bei Mais konnte man von Tag eins zu Tag 42 einen Anstieg des Mykotoxins Fumonisin B1 auf mehr als das Doppelte nachweisen, wobei es dennoch unter der Richtwertgrenze lag. In einem Mykotoxin-Monitoring Projekt der AGES wurden im Jahr 2016 Messungen mehrerer

Vegetationsperioden bei Mais durchgeführt, wodurch es zu einer Nachweisgrenzentabelle kam. (SHALA-MAYRHOFER & REITER, 2016). Eine Vermutung, dass Mais einem besonders hohen Risiko auf Mykotoxine ausgesetzt ist, ist laut einer Studie aus dem Vereinigten Königreich aus dem Jahr 2023 bestätigt worden (LATHAM, BOYLE, BARBANO, LOVEMAN, & BROWN, 2023).

Die kurze Experimentdauer zieht eventuell das Problem nach sich, dass es kaum bis gar keine erwähnenswerten Veränderungen bei den Nährstoffgehalten gab. Für weitere Forschungen in diesem Bereich ist definitiv zu empfehlen, die Stichprobengröße zu erweitern, sowie den experimentellen Zeitrahmen auf eine weitaus längere Periode zu erhöhen. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Werte exponentiell verändern durch eine prolongierte Lagerzeit.

## 6. Zusammenfassung

Getreidefuttermittel sind in der Pferdeernährung ein wichtiger Bestandteil. Die Lagerung und Verarbeitung der Getreidekörner sind ein bestehender Teil der Qualitätssicherung und des Qualitätsmanagements der Krafftuttermittelbranche. Es wurden 3 Getreidearten zu je 6 Ausprägungen (volles Korn und Flocke pro Probe) von Mais, Gerste und Hafer untersucht. Die Proben wurden an Tag eins und 42 untersucht bzw. unter offener sowie geschlossener Lagerung "oben" sowie "unten" vom Getreidesack beprobt.

Bei der sensorischen Beurteilung wurde ein eigens angefertigter Beurteilungsbogen für die qualitative Messung erstellt. Alle Proben zeigten eine durchschnittliche sensorische Bewertung in Griff, Geruch, Geschmack, Struktur, Farbe, Querschnitt und Verunreinigungen. Die Farbe bei Hafer und Gerstenflocken offen veränderte sich signifikant negativ bis Tag 42 von grau-schmutzig auf blau-gräulich.

Nach einer 6-wöchigen Lagerung konnte bei allen Proben aller Getreidesorten eine graduelle Zunahme des Litergewichts gemessen werden.

Bei der mikroskopischen Untersuchung auf tierischen Befall konnten für alle Proben mit unterschiedlicher Ausprägung eine Verunreinigung durch Sekundärschädlinge nachgewiesen werden. Besonders betroffen waren alle Proben der Gerstenflocken mit einem Rahmen von 20 Stk. an Tag eins bis 50 Stk. in 250g Probierprobe an Tag 42.

Die anorganischen Verunreinigungen mit 130 Stk. in 250g/Probierprobe waren bei der Haferprobe an Tag eins nachweisbar, ein Ergebnis in dieser Höhe aber bei allen folgenden Messungen nicht mehr reproduzierbar. Alle anderen Getreideproben wiesen eine weitaus niedrigere Verunreinigungszahl auf.

Die Ergebnisse aus der Weender Analyse zeigen in allen Proben geringfügige Abweichungen, die auf einen minimalen Qualitätsverlust hinweisen. Die analysierten Parameter (TS, Rfe, Rp, NDF) liegen alle in der Norm. Weitere gravierende Auffälligkeiten sind nicht zu erkennen.

Zur Bestimmung der Mykotoxine wurden fünf der auffälligsten Getreideproben, aufgrund vorangegangener Untersuchungen bzw. Analysen, herangezogen. Allgemein befinden sich alle Werte, sowohl an Tag eins als auch an Tag 42, unter dem gesundheitsschädlichen Grenzwert. Anzumerken ist, dass sich "Mais" mit einer Verdoppelung an Fumonisin B1 im Vergleich zu allen anderen Getreideproben am stärksten verändert hat, dennoch unter dem Richtwert geblieben ist.

Einen Zusammenhang zwischen einer 6-wöchigen Lagerung und einer stark qualitätsvermindernden Änderung konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht festgestellt werden. Es kann gesagt werden, dass der Verarbeitungs- und Aufbereitungsschritt eine wichtige Rolle spielt für die Qualität des Produktes sowie die Lagerfähigkeit- und länge der Getreidesorten.

## 7. Abstract

Grain feeds are an important component in horse nutrition. Storage and processing of cereal grains are an existing part of quality assurance and quality management in the concentrated feed industry. Three types of cereal grains of 6 expressions each (whole grain and flake per sample) of corn, barley and oats were examined. Samples were examined on day one and day 42, respectively, under open as well as closed storage "top" as well as "bottom" from the grain bag.

During sensory evaluation, a specially prepared evaluation form was used for qualitative measurement. All samples showed average sensory evaluation in handle, smell, taste, texture, color, cross-section and impurities. The color in oat and barley flakes "open" changed significantly negatively from grayish-dirty to blue-greyish by day 42.

After 6 weeks of storage, a gradual increase in liter weight was measured for all samples of all cereals.

Microscopic examination for animal infestation revealed contamination by secondary pests in all samples with varying degrees of severity. Particularly affected were all samples of barley flakes with a range from 20 pcs. on day one to 50 pcs. in 250g/sample on day 42.

Inorganic impurities at 130 pc in 250g/sample were detectable in the oat sample on day one, but a result at this level was not reproducible in any subsequent measurements. All other grain samples had much lower impurity counts.

The results from the Weender analysis show minor deviations in all samples, indicating a minimal loss of quality. The analyzed parameters (DM, Rfe, Rp, NDF) are all within the norm. No other serious abnormalities were detected.

For the determination of mycotoxins, five of the most conspicuous grain samples were used, based on previous investigations or analyses. In general, all values, both on day one and on day 42, are below the limit value that is harmful to health. It should be noted that "maize" with a doubling of fumonisin B1 changed the most compared to all other grain samples, but still remained below the guideline value.

A correlation between a 6-week storage and a strongly quality-reducing change could not be established within the scope of this work. It can be said that the processing and preparation step plays an important role for the quality of the product as well as the shelf life and length of the cereals.

## 8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das Getreidekorn (VEREINIGUNG GMF, 2004) .....	8
Abbildung 2: Hafer und Haferflocken [eigenes Bild] .....	10
Abbildung 3: Gerste und Gerstenflocken [eigenes Bild] .....	11
Abbildung 4: Mais und Maisflocken [eigenes Bild].....	12
Abbildung 5: Litergewicht aller Proben in Boxplot Darstellung (x = Mittelwert, Stempelfüße = Maximum/Minimum, Horizontallinie = Median).....	30
Abbildung 6: abiotische Verunreinigungen in Getreideproben [x Stück pro 250g Probierprobe] .....	31
Abbildung 7: tierischer Befall in Getreideproben [x Stück pro 250g Probierprobe].....	32
Abbildung 8: Beispiel Mottenlarve auf Mikroskopfeld (1,8-3,5fache Vergrößerung) in der Probe Maisflocken oben Sack offen Tag 42 [eigenes Bild].....	33
Abbildung 9: Beispiel Milbe (achtbeinig) auf Mikroskopfeld (1,8-3,5fache Vergrößerung) in der Probe Hafer unten Sack geschlossen Tag 1 [eigenes Bild].....	33
Abbildung 10: Beispiel Staublaus (sechsbeinig) auf Mikroskopfeld (1,8-3,5fache Vergrößerung) in der Probe Gerstenflocken unten Sack geschlossen Tag 42 [eigenes Bild].....	33
Abbildung 11: Konzentration von regulierten Mykotoxinen in ausgewählten Getreideproben.....	37
Abbildung 12: Konzentration von pflanzlichen Substraten in ausgewählten Getreideproben.....	38

## 9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Energie- und Nährstoffgehalt von Getreide [Angaben pro kg uS] (KAMPHUES, et al., 2014).....	9
Tabelle 2: Stärkegehalt von Getreiden und präzäkale Stärkeverdaulichkeit [%] (MEYER H., 2014) .....	14
Tabelle 3: Verhältnis Feuchte und Lagertemperatur zur Lagerfähigkeit (MEYER, BRONSCH, & LEIBETSEDER, 1993).....	16
Tabelle 4: Richtwerte für Mykotoxine in Futtermitteln [ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ] (SCHÖNHERR, 2019) .....	17
Tabelle 5: Richtwerte für T-2 und HT-2 Toxine in Futtermitteln [ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ] (SCHÖNHERR, 2019) .....	18
Tabelle 6: Labornummern mit zugehöriger Probenbenennung.....	19
Tabelle 7: Herkunft der Getreideproben.....	20
Tabelle 8: Lagerraumdaten während Experimentdauer [ $^{\circ}\text{C}$ , %].....	21
Tabelle 9: Bewertungsskala für die sensorische Beurteilung.....	21
Tabelle 10: Sensorische Beurteilung des Futterwerts aller Getreideproben .....	24
Tabelle 11: Sensorische Beurteilung des Hygienestatus aller Getreideproben .....	26
Tabelle 12: Litergewicht [g] .....	29
Tabelle 13: Trockensubstanz [TS in %].....	34
Tabelle 14: Rohasche [Ra in TS in %] .....	34
Tabelle 15: Rohprotein [Rp in TS in %].....	34
Tabelle 16: Rohfett [Rfe in TS in %].....	35
Tabelle 17: Rohfaser [aNDF <sub>OM</sub> in TS in %].....	35
Tabelle 18: Ergebnisse aus der Berechnung von NFC.....	36

## 10. Formelverzeichnis

Formel 1: Berechnung NFC .....	36
--------------------------------	----

## 11. Literaturverzeichnis

- ARNOLD, D. (2010). Pferdewirtprüfung - nachhaltige Fütterung, Band 2.
- BEHRMANN, J., LUCHT, H., & SITZMANN, W. (06. September 2009). Europäisches Patentanmeldung. Abgerufen am 12. Juli 2023 von <https://patentimages.storage.googleapis.com/15/27/5f/fe8351b7ab43cd/EP1033078A1.pdf>
- BUCHGRABER, K. (2018). Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung.
- CAVALIERE, C., FOGLIA, P., PASTORINI, E., SAMPERI, R., & LAGANA, A. (2005). Rapid Commun. Mass Spectrum.
- EUROPÄISCHES PARLAMENT. (12. Jänner 2005). Verordnung (EG) Nr. 183/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Jänner 2005 mit Vorschriften für die Futtermittelhygiene. Abgerufen am 09. Jänner 2023 von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A02005R0183-20220128&qid=1663329153203>
- GALLO, A., GIUBERTI, G., FRISVAD, J., BERTUSSI, T., & NIELSEN, K. (2015). Review on Mycotoxin Issues in Ruminants: Occurrence in Forages, Effects of Mykotoxine, Ingestion on Health Status and Animal Performance and Partical Strategies to Counteract their Negative Effects. Abgerufen am 07. Jänner 2023 von <https://doi.org/10.3390/toxins7083057>
- GARROW, J., & JAMES, W. (1993). Cereals and cereal products. (S. DAT, Hrsg.) Human Nutrition and Dietetics.
- GÜNTHER-JORDANLAND, K. (2019). Molekulare Charakterisierung der wertgebenden Bitterstoffe in Hafer (*Avena sativa* L.).
- HOISEL, C. (2010). Vergleich der Futtermittelqualitäten bei Grassilage, Gärheu und Heu für die Pferdefütterung. Abgerufen am 03. Jänner 2023 von <https://epub.boku.ac.at/obvbokhs/download/pdf/1036536?originalFilename=true>
- HÜTTMANNBERGER, A. (2012). Vergleich ausgewählter Qualitätssicherungssysteme in der Wertschöpfungskette Schwein mittels Inhaltsanalyse in Europa. Abgerufen am 05. Jänner 2023 von <https://epub-1boku-1ac-1at-100001dzu1c21.pisces.boku.ac.at/obvbokhs/download/pdf/1083106?originalFilename=true>
- JEROCH, H., FLACHOWSKY, G., & WEIßBACH, F. (1993). Futtermittelkunde.
- KAMPHUES, J., WOLF, P., COENEN M., EDER, K., IBEN, C., KIENZLE, E., . . . ZENTEK, J. (2014). Supplemente für Tierernährung für Studium und Praxis, 12. Auflage.
- KARP, H. (2018). Gesunde Pferdefütterung 1. Auflage.

- KIENZLE, E. (2015). Eine Feldstudie zu Energiebedarf und Rationsgestaltung bei Hochleistungsspringpferden. Abgerufen am 06. Jänner 2023 von [https://edoc.ub.uni-muenchen.de/18441/1/Ost\\_Saskia\\_van.pdf](https://edoc.ub.uni-muenchen.de/18441/1/Ost_Saskia_van.pdf).
- KIRCHGESSNER, M., STANGL, G., SCHWARZ, F., ROTH, F., SÜDEKUM, K., & EDER, K. (2008). Tierernährung.
- KJELDAHL, J. (1883). Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. Zeitschrift für Analytische Chemie.
- LATHAM, R., BOYLE, J., BARBANO, A., LOVEMAN, W., & BROWN, N. (2023). Diverse mycotoxine threats to safe food and feed cereals. Review Journal.
- LUKMAN, A., & RAZIA, K. (09/2022). Saatgutvorbereitung durch Fungizide, Biokontrollmittel und Pflanzenstoffen als wirksame Methode zur Bekämpfung des Spot-Blotch-Erregers *Bipolaris sorokinana* in Gerste, Band 74, Ausgabe 3.
- LUNN, J., & BUTTRISS, J. (2007). Carbohydrates and dietary fibre. (N. B. British Nutrition Foundation, Hrsg.) Abgerufen am 13. November 2022 von <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2007.00616.x>
- MEYER H., C. M. (2014). Pferdefütterung 5. Auflage.
- MEYER, H., & COENEN, M. (2014). Pferdefütterung, 5. Auflage.
- MEYER, H., BRONSCH, K., & LEIBETSEDER, J. (1993). Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung.
- NYÚL, B. (2018). Vergleich von Hau, Gärheu und Silage in der Pferdefütterung.
- PENAGOS-TABARES, F., KHIAOSA-ARD, R., SCHMIDT, M., BARTL, E., KEHRER, J., NAGL, V., . . . ZEBELI, Q. (2022). Review on Cocktails of Mycotoxins, Phytoestrogens and Other Secondary Metabolites in Diets of Dairy Cows in Austria: Inferences from Diet Composition and Geo-Climatic Factors. Abgerufen am 07. Jänner 2023 von <https://doi.org/10.3390/toxins14070493>
- QS Qualität und Sicherheit GmbH. (2012). HACCP-Handbuch Futtermittelwirtschaft. Abgerufen am 15. Oktober 2022 von [https://www.dvtiernahrung.de/fileadmin/redaktion/Futterindustrie/AH\\_HACCP-Handbuch-Futtermittelwirtschaft.pdf](https://www.dvtiernahrung.de/fileadmin/redaktion/Futterindustrie/AH_HACCP-Handbuch-Futtermittelwirtschaft.pdf)
- SÄRKJÄRVI, S., & SAASTAMOINEN, M. (2006). Feeding value of various processed oat grains in equine diets. (V. 1.-9. Livestock Science, Hrsg.) Abgerufen am 26. Dezember 2022 von [doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.11.005](https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.11.005).
- SCHÖNHERR, J. (2019). Mykotoxine in Futtermitteln - Wirkungen, Grenzwerte, Analytik. Abgerufen am 02. Dezember 2022 von [https://www.bful.sachsen.de/download/Mykotoxine\\_in\\_Futtermitteln\\_2019.pdf](https://www.bful.sachsen.de/download/Mykotoxine_in_Futtermitteln_2019.pdf)
- SHALA-MAYRHOFER, V., & REITER, E. (2016). Mykotoxine und die aktuellen Grenz- und Richtwerte. AGES.

- SHEWRY, P., & HALFORD, N. (2001). Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 53, No. 370.
- SOXHLET, F. (1879). Doe gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfetts. *Dingler Polytechnischen Journal* 232.
- TIS, T.-I.-S. (2022). Gerste. Abgerufen am 20. September 2022 von <https://www.tis-gdv.de/tis/ware/getreide/gerste/gerste-htm/>
- TIS, T.-I.-S. (2022). Hafer. Abgerufen am 19. September 2022 von <https://www.tis-gdv.de/tis/ware/getreide/hafer/hafer-htm/>
- TIS, T.-I.-S. (2022). Mais. Abgerufen am 22. September 2022 von <https://www.tis-gdv.de/tis/ware/getreide/mais/mais-htm/>
- VENNER, M., & VERVUERT, I. (2017). Fütterung zur Prävention von Magengeschwüren beim Sportpferd. 9. Leipziger Tierärztekongress, Tagesbund 2.
- VEREINIGUNG GMF, G.-,.-u. (2004). Das Getreidekorn. Abgerufen am 28. Dezember 2023 von [https://www.mein-mehl.de/fileadmin/mein\\_mehl/Dateien/Bilder/Ernaehrung/VDM\\_Grafik\\_20.jpg](https://www.mein-mehl.de/fileadmin/mein_mehl/Dateien/Bilder/Ernaehrung/VDM_Grafik_20.jpg)
- VILIENE, V., SASYTE, V., RECEVICIUTE-STUPELIENE, A., & GRUZAUSKAS, R. (2017). Nutritional value determination of different varieties of oats and barley using near-infrared spectroscopy method for the horses nutrition. (E. a. World Academy of Science, Hrsg.) Abgerufen am 30. Dezember 2022 von [doi.org/10.5281/zenodo.1339770](https://doi.org/10.5281/zenodo.1339770)
- VUCITERNA, R. (2020). Hygiene und Reinigung in der Lebensmittelindustrie: Aktueller Stand der Technik und innovative Zukunftsanwendungen. Abgerufen am 09. Jänner 2023 von [https://abstracts-1boku-1ac-1at-100001dzu1c21.pisces.boku.ac.at/search\\_abstract.php?paID=3&paLIST=0&paSID=21018](https://abstracts-1boku-1ac-1at-100001dzu1c21.pisces.boku.ac.at/search_abstract.php?paID=3&paLIST=0&paSID=21018)
- ZIA-UR-REHMAN. (2004). Storage effects on nutritional quality of commonly consumed cereals. *Food Chemistry* 95.

## 12. Anhang

### Sensorischer Beurteilungsbogen:

Parameter	Futterwert	Trifft zu	Hygienestatus	Skala	Trifft zu
Griff	Litergewicht		trocken	1	<input type="checkbox"/>
	Besatz		fettig (Fettanteil)	2	<input type="checkbox"/>
	Anteil Schmachtkorn/Bruchkorn		klebrig (Melasse)	3	<input type="checkbox"/>
	Anteil Verunreinigungen		klamm, feucht	5	<input type="checkbox"/>
	Anteil tierischer Befall		klumpig	3	<input type="checkbox"/>
			warm	4	<input type="checkbox"/>
Geruch	produkttypisch	<input type="checkbox"/>	artypisch	1	<input type="checkbox"/>
	fahl	<input type="checkbox"/>	nussig	1	<input type="checkbox"/>
	intensiv sauer/ammoniakalisch	<input type="checkbox"/>	dampf-muffig	3	<input type="checkbox"/>
			schimmig	6	<input type="checkbox"/>
			süßlich (Milbenbesatz)	6	<input type="checkbox"/>
			hefig, alkoholisch (Hefebesatz)	5	<input type="checkbox"/>
Geschmack	angenehm mehligartig	<input type="checkbox"/>	süßlich (Milbenbesatz)	1	<input type="checkbox"/>
	artypisch	<input type="checkbox"/>	nussig	1	<input type="checkbox"/>
	geschmacksneutral/-los	<input type="checkbox"/>	kratzig-brenzig (Futter-/Fettverderb)	6	<input type="checkbox"/>
			ranzig (Fettverderb)	6	<input type="checkbox"/>
			bitter (Schimmelpilzbefall)	6	<input type="checkbox"/>
			säuerlich (Säuerung)	6	<input type="checkbox"/>
		faulig (Proteinabbau)	6	<input type="checkbox"/>	
<b>Makroskopische Analyse:</b>					
Parameter	Futterwert	Trifft zu	Hygienestatus	Skala	Trifft zu
Struktur	grobes, vollrundes Korn	<input type="checkbox"/>	produkttypisch	1	<input type="checkbox"/>
	artypisch	<input type="checkbox"/>	geschrumpft	3	<input type="checkbox"/>
	schmales, flaches, spitzes Korn	<input type="checkbox"/>	Einziehungen der Oberfläche	3	<input type="checkbox"/>
	gewalztes Korn	<input type="checkbox"/>	raue Konturen	3	<input type="checkbox"/>
	leeres Korn	<input type="checkbox"/>			
Farbe	goldgelb	<input type="checkbox"/>	intensive, klare korntypische Farbe	1	<input type="checkbox"/>
	bräunlich/gelblich	<input type="checkbox"/>	grau, schmutzig	2	<input type="checkbox"/>
	blass/verwaschen	<input type="checkbox"/>	schwarze Verfärbungen (bei Übertrocknung)	3	<input type="checkbox"/>
	verfärbt	<input type="checkbox"/>	blau-gräulich (Schimmel)	6	<input type="checkbox"/>
			grün (unreif)	5	<input type="checkbox"/>
			rot-violett (gebeizt)	4	<input type="checkbox"/>
Querschnitt	klar weißes Endosperm	<input type="checkbox"/>	klar weißes Endosperm	1	<input type="checkbox"/>
	farblich und in Konsistenz verändert	<input type="checkbox"/>	gelblich graues Endosperm	2	<input type="checkbox"/>
			bräunlich schwarzer Mehlkörper	5	<input type="checkbox"/>
			Schmutzablagerungen auf Kornoberfläche	4	<input type="checkbox"/>
			grau-weiße-schwärzliche-punktförmige-diffuse Beläge	5	<input type="checkbox"/>
			Schimmelbesatz	6	<input type="checkbox"/>
Verunreinigungen	keine	<input type="checkbox"/>	Beimengungen: Spreu, Spelze, Schale	3	<input type="checkbox"/>
	leicht	<input type="checkbox"/>	sandig-erdige Verunreinigungen	3	<input type="checkbox"/>
	mittel	<input type="checkbox"/>	fremde Anteile (Verschleppung)	4	<input type="checkbox"/>
	schwer	<input type="checkbox"/>	größere Vorratsschädlinge (Insekten)	6	<input type="checkbox"/>
			Nagerkot	6	<input type="checkbox"/>





Lakt Nummer	Seizier Matrix/ Anzahl Masten	Rohprotein / Crude Protein				Mittelwert Rp in FS [g]	Molddort / Crude Fat					Mittelwert Rp in FS [g]
		Erzeugung [g]	Threonin Verbrauch M.S.D., [mg]	Rohprotein [g]	Rp in FS [g]		Erzeugung [g]	Fettstoff loss [g]	Fettstoff Anreicherung [g]	Butterfat [g]	Rp in FS [g]	
		Net weight [g]	Threonin Consumption M.S.D., [mg]	Crude Protein [g]	Crude Protein in DM [g]		Net weight [g]	Fat Pot empty [g]	Fat Pot + Crust weight [g]	Crude Fat [g]	Crude Fat in DM [g]	
E_220006	Maler unten Back geschlossen Tag 01	1.0076	2.4088	10.72	11.78	11.78	3.0088	88.4717	88.5019	2.2871	2.1108	2.0108
		1.0075	2.4089	10.73	11.78		3.0086	88.4717	88.5019	2.2871	2.1108	
E_220007	Maler unten Back geschlossen Tag 01	1.0107	2.4290	10.96	11.81	11.81	3.0114	88.4998	88.6009	2.2926	2.0107	2.0107
		1.0107	2.4290	10.96	11.81		3.0114	88.4998	88.6009	2.2926	2.0107	
E_220008	Maler/Backen unten Back geschlossen Tag 01	1.0110	2.7540	16.13	17.01	17.01	3.0101	88.8888	88.8478	4.1147	4.0001	4.0001
		1.0110	2.7540	16.13	17.01		3.0101	88.8888	88.8478	4.1147	4.0001	
E_220009	Maler/Backen unten Back geschlossen Tag 01	1.0109	2.8310	11.91	17.08	17.08	3.0103	88.8224	88.7616	3.0944	3.0970	3.0970
		1.0109	2.8310	11.91	17.08		3.0103	88.8224	88.7616	3.0944	3.0970	
E_220010	Gerste unten Back geschlossen Tag 01	1.0110	2.4441	10.09	11.13	11.13	3.0100	87.1084	87.1083	2.2780	2.1109	2.1109
		1.0110	2.4441	10.09	11.13		3.0100	87.1084	87.1083	2.2780	2.1109	
E_220011	Gerste unten Back geschlossen Tag 01	1.0075	2.1200	9.14	9.91	9.91	3.0024	88.8827	88.9099	1.9882	1.9104	1.9104
		1.0075	2.1200	9.14	9.91		3.0024	88.8827	88.9099	1.9882	1.9104	
E_220012	Hirse/Backen unten Back geschlossen Tag 01	1.0110	2.9300	10.81	12.14	12.14	3.0117	87.8384	87.8309	2.8488	2.8111	2.8111
		1.0110	2.9300	10.81	12.14		3.0117	87.8384	87.8309	2.8488	2.8111	
E_220013	Hirse/Backen unten Back geschlossen Tag 01	1.0111	2.8110	10.27	11.49	11.49	3.0080	88.8843	88.7970	2.9428	2.8410	2.8410
		1.0111	2.8110	10.27	11.49		3.0080	88.8843	88.7970	2.9428	2.8410	
E_220014	Mais unten Back geschlossen Tag 01	1.0110	1.8600	8.07	8.90	8.90	1.8132	87.8849	87.7431	1.9011	1.7480	1.7480
		1.0110	1.8600	8.07	8.90		1.8132	87.8849	87.7431	1.9011	1.7480	
E_220015	Mais unten Back geschlossen Tag 01	1.0101	1.8200	7.40	8.00	8.00	1.8101	88.9388	88.4880	1.9018	1.8111	1.8111
		1.0101	1.8200	7.40	8.00		1.8101	88.9388	88.4880	1.9018	1.8111	
E_220016	Mais/Backen unten Back geschlossen Tag 01	1.0172	1.9800	8.00	8.82	8.82	1.8064	88.9710	87.8110	1.9090	1.8004	1.8004
		1.0172	1.9800	8.00	8.82		1.8064	88.9710	87.8110	1.9090	1.8004	
E_220017	Mais/Backen unten Back geschlossen Tag 01	1.0170	1.7300	7.05	8.11	8.11	1.8102	88.9842	88.8884	1.7949	1.8117	1.8117
		1.0170	1.7300	7.05	8.11		1.8102	88.9842	88.8884	1.7949	1.8117	
E_220018	Maler unten Back geschlossen Tag 02	1.0170	1.9900	11.13	12.20	12.20	1.8112	88.4120	88.5404	3.0975	2.9755	2.9755
		1.0170	1.9900	11.13	12.20		1.8112	88.4120	88.5404	3.0975	2.9755	
E_220019	Maler unten Back geschlossen Tag 02	1.0187	1.8900	11.00	11.88	11.88	1.8101	88.3081	88.4180	3.1979	3.1071	3.1071
		1.0187	1.8900	11.00	11.88		1.8101	88.3081	88.4180	3.1979	3.1071	
E_220020	Maler/Backen unten Back geschlossen Tag 02	1.0126	1.4900	14.21	16.00	16.00	1.8176	87.3081	87.4077	4.9882	4.9882	4.9882
		1.0126	1.4900	14.21	16.00		1.8176	87.3081	87.4077	4.9882	4.9882	
E_220021	Maler/Backen unten Back geschlossen Tag 02	1.0097	1.4000	16.21	18.02	18.02	1.8041	88.6880	88.7610	3.9987	3.9986	3.9986
		1.0097	1.4000	16.21	18.02		1.8041	88.6880	88.7610	3.9987	3.9986	
E_220022	Gerste unten Back geschlossen Tag 02	1.0136	1.4000	9.01	11.00	11.00	1.8144	88.8280	88.8880	1.8090	1.8097	1.8097
		1.0136	1.4000	9.01	11.00		1.8144	88.8280	88.8880	1.8090	1.8097	
E_220023	Gerste unten Back geschlossen Tag 02	1.0077	1.4070	9.17	10.11	10.11	1.8080	87.8514	87.1100	1.8455	1.8140	1.8140
		1.0077	1.4070	9.17	10.11		1.8080	87.8514	87.1100	1.8455	1.8140	
E_220024	Hirse/Backen unten Back geschlossen Tag 02	1.0104	1.8780	10.00	11.44	11.44	1.8088	88.7107	88.7880	1.8272	1.8710	1.8710
		1.0104	1.8780	10.00	11.44		1.8088	88.7107	88.7880	1.8272	1.8710	
E_220025	Hirse/Backen unten Back geschlossen Tag 02	1.0011	1.8000	16.70	18.00	18.00	1.8100	88.4100	88.4884	1.9200	1.8470	1.8470
		1.0011	1.8000	16.70	18.00		1.8100	88.4100	88.4884	1.9200	1.8470	
E_220026	Mais unten Back geschlossen Tag 02	1.0114	1.8000	8.00	9.11	9.11	1.8114	88.5118	88.5780	1.8000	1.8000	1.8000
		1.0114	1.8000	8.00	9.11		1.8114	88.5118	88.5780	1.8000	1.8000	
E_220027	Mais unten Back geschlossen Tag 02	1.0082	1.8000	10.21	11.04	11.04	1.8112	87.8976	87.8717	1.8088	1.8088	1.8088
		1.0082	1.8000	10.21	11.04		1.8112	87.8976	87.8717	1.8088	1.8088	
E_220028	Maler/Backen unten Back geschlossen Tag 02	1.0111	1.7000	7.10	8.00	8.00	1.8070	88.8100	88.7880	1.8090	1.8171	1.8171
		1.0111	1.7000	7.10	8.00		1.8070	88.8100	88.7880	1.8090	1.8171	
E_220029	Maler/Backen unten Back geschlossen Tag 02	1.0110	1.8000	7.70	8.68	8.68	1.8100	88.8880	88.8470	1.8120	1.8028	1.8028
		1.0110	1.8000	7.70	8.68		1.8100	88.8880	88.8470	1.8120	1.8028	
E_220030	Maler unten Back offen Tag 02	1.0000	1.8000	11.10	12.00	12.00	1.8100	88.8100	88.8000	1.8000	1.8000	1.8000
		1.0000	1.8000	11.10	12.00		1.8100	88.8100	88.8000	1.8000	1.8000	
E_220031	Maler unten Back offen Tag 02	1.0100	1.8780	11.81	12.77	12.77	1.8100	87.8087	87.8440	1.8047	1.8017	1.8017
		1.0100	1.8780	11.81	12.77		1.8100	87.8087	87.8440	1.8047	1.8017	
E_220032	Maler/Backen unten Back offen Tag 02	1.0100	1.8100	11.00	11.10	11.10	1.8100	88.8100	88.8100	1.8000	1.8000	1.8000
		1.0100	1.8100	11.00	11.10		1.8100	88.8100	88.8100	1.8000	1.8000	
E_220033	Maler/Backen unten Back offen Tag 02	1.0097	1.4000	11.00	11.81	11.81	1.8100	88.8100	88.8100	1.8000	1.8000	1.8000
		1.0097	1.4000	11.00	11.81		1.8100	88.8100	88.8100	1.8000	1.8000	
E_220034	Hirse unten Back offen Tag 02	1.0102	1.8000	8.00	10.00	10.00	1.8100	88.8100	88.8100	1.8000	1.8000	1.8000
		1.0102	1.8000	8.00	10.00		1.8100	88.8100	88.8100	1.8000	1.8000	
E_220035	Gerste unten Back offen Tag 02	1.0105	1.8000	8.07	11.11	11.11	1.8100	88.8880	88.8742	1.8100	1.8000	1.8000
		1.0105	1.8000	8.07	11.11		1.8100	88.8880	88.8742	1.8100	1.8000	
E_220036	Hirse/Backen unten Back offen Tag 02	1.0100	1.8000	11.71	11.87	11.87	1.8100	88.8880	88.7100	1.8000	1.8100	1.8100
		1.0100	1.8000	11.71	11.87		1.8100	88.8880	88.7100	1.8000	1.8100	
E_220037	Hirse/Backen unten Back offen Tag 02	1.0100	1.8000	10.00	11.00	11.00	1.8100	87.8100	87.7100	1.8000	1.8100	1.8100
		1.0100	1.8000	10.00	11.00		1.8100	87.8100	87.7100	1.8000	1.8100	
E_220038	Mais unten Back offen Tag 02	1.0100	1.8000	8.00	8.00	8.00	1.8000	88.8100	88.8100	1.8000	1.8000	1.8000
		1.0100	1.8000	8.00	8.00		1.8000	88.8100	88.8100	1.8000	1.8000	
E_220039	Mais unten Back offen Tag 02	1.0017	1.8000	7.00	8.70	8.70	1.8000	88.8100	88.7100	1.8000	1.8000	1.8000
		1.0017	1.8000	7.00	8.70		1.8000	88.8100	88.7100	1.8000	1.8000	
E_220040	Maler/Backen unten Back offen Tag 02	1.0041	1.7100	7.07	8.10	8.10	1.8100	88.8880	88.8880	1.8000	1.8000	1.8000
		1.0041	1.7100	7.07	8.10		1.8100	88.8880	88.8880	1.8000	1.8000	
E_220041	Maler/Backen unten Back offen Tag 02	1.0080	1.7000	7.00	8.00	8.00	1.8070	87.8100	87.8087	1.8122	1.8041	1.8041
		1.0080	1.7000	7.00	8.00		1.8070	87.8100	87.8087	1.8122	1.8041	



