

## **Endbericht zum Forschungsprojekt Nr. 1294**

### **„Untersuchungen zum Rohprotein- und Aminosäuregehalt als wichtige Kriterien des Futterwerts biologisch erzeugter Gerste“**

Dipl.-Ing. Dr. Sonja Wlcek und Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Werner Zollitsch

Wien, im Mai 2003

## Danksagung

Wir bedanken uns sehr herzlich bei der Firma Degussa CEE GmbH, 1235 Wien, sowie folgenden Personen für die gute Zusammenarbeit bzw. den hervorragenden Informationsfluss:

- Josef Strommer (Ökoland Österreich)
- Michael Oberforster (Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Wien)
- Josef Söllinger (Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Agrarbiologie Linz)
- Christa Gröss, Hermann Fritz, Gerhard Altrichter, Heinz Köstenbauer, Franz Waldenberger (Bio Ernte Austria)
- Renate Bittermann (RWA), Ernst Großlercher (Probstdorfer Saatzucht), Manfred Krenn (Saatbau Linz), Elisabeth Zechner (Saatzucht Edelhof)
- Stefan Ochsner (Fa. Ochsner), Herr Glatter (Vitakorn), Herr Kerbel (LH Marchfeld), Herr Pass (LH Horn), Herr Mader (LH Weitersfeld-Zissersdorf), Herr Zeitelberger (LH Hollabrunn), Herr Penesch (LH Laa/Thaya), Herr Bierbaumer (LH Feuersbrunn)
- Thomas Dalik (Institut für Chemie, BOKU Wien)
- Christine Chudaske (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft)
- Ulrike Zimmer (Degussa AG, Feed Additives, D-63403 Hanau)

# Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>I</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>III</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>V</b>
<b>1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2 LITERATURÜBERSICHT</b> .....	<b>1</b>
2.1 PROTEIN- UND AMINOSÄURENGEHALTE VON GERSTE AUS BIOLOGISCHER LANDWIRTSCHAFT .....	1
2.2 UNTERSCHIEDE ZWISCHEN GETREIDE AUS KONVENTIONELLEM BZW. ÖKOLOGISCHEM LANDBAU.....	2
2.3 EINFLUSSFAKTOREN AUF INHALTSSTOFFGEHALTE VON GERSTE .....	2
2.3.1 <i>Stickstoffdüngung</i> .....	2
2.3.2 <i>Sorte</i> .....	3
2.3.3 <i>Standort, Anbaujahr, Wetterbedingungen</i> .....	3
<b>3 ARBEITSHYPOTHESEN</b> .....	<b>4</b>
<b>4 MATERIAL UND METHODIK</b> .....	<b>4</b>
4.1 AUSWAHL DER SORTEN.....	4
4.2 PROBENNAHMEN.....	4
4.3 ERRECHNUNG DER N-MENGE AUFGRUND DER WIRTSCHAFTSDÜNGERMENGE.....	5
4.4 INHALTSSTOFFUNTERSUCHUNGEN .....	5
4.4.1 <i>Trockensubstanz (T)</i> .....	5
4.4.2 <i>Rohnährstoffe (Weender Analyse)</i> .....	5
4.4.3 <i>Umsetzbare Energie Schwein (ME<sub>S</sub>)</i> .....	6
4.4.4 <i>Aminosäuren (AS)</i> .....	6
4.5 STATISTISCHE AUSWERTUNG .....	6
4.5.1 <i>Übereinstimmung mit Literaturwerten</i> .....	6
4.5.2 <i>Vergleich der Sorten</i> .....	7
<b>5 ERGEBNISSE</b> .....	<b>9</b>
5.1 ALLGEMEINES .....	9
5.1.1 <i>Probenanzahl, Sorten</i> .....	9
5.1.2 <i>Produktionsbedingungen</i> .....	9
5.2 INHALTSSTOFFGEHALTE .....	10
5.2.1 <i>Rohnährstoffgehalte, Gehalt an Umsetzbarer Energie</i> .....	10
5.2.2 <i>Aminosäuregehalte</i> .....	11
5.2.3 <i>Proteinzusammensetzung</i> .....	12
5.3 ÜBEREINSTIMMUNG MIT LITERATURWERTEN.....	13
5.3.1 <i>Rohnährstoffgehalte, Gehalt an Umsetzbarer Energie</i> .....	13
5.3.2 <i>Aminosäuregehalte</i> .....	15
5.3.3 <i>Proteinzusammensetzung</i> .....	17
5.3.4 <i>Zusammenhang zwischen Proteingehalt und Gehalten an essentiellen Aminosäuren (Regressionsgleichungen)</i> .....	19
5.4 VERGLEICH DER SORTEN .....	20

5.4.1	<i>Rohnährstoffgehalte, Gehalt an Umsetzbarer Energie</i> .....	20
5.4.2	<i>Aminosäuregehalte</i> .....	21
<b>6</b>	<b>DISKUSSION DER ERGEBNISSE</b> .....	<b>22</b>
6.1	INHALTSSTOFFGEHALTE, SORTENUNTERSCHIEDE.....	22
6.1.1	<i>Gerste allgemein</i> .....	22
6.1.2	<i>Wintergerste</i> .....	23
6.1.3	<i>Sommergerste</i> .....	24
6.2	ÜBEREINSTIMMUNG MIT LITERATURWERTEN.....	25
<b>7</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN AUS DEN PROJEKTEN 1113 UND 1294</b> .....	<b>26</b>
7.1	RATIONSOPTIMIERUNG FÜR MASTSCHWEINE UND ZUCHTSAUEN IN ÖKOLOGISCH WIRTSCHAFTENDEN BETRIEBEN .....	26
7.2	WEITERER FORSCHUNGSBEDARF .....	28
<b>8</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>ABSTRACT</b> .....	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>VERWENDETE LITERATUR</b> .....	<b>31</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Ala	Alanin
Arg	Arginin
AS	Aminosäure(n)
Asp	Asparagin
BA	Bundesamt
BFS	bakteriell fermentierbare Substanzen
Bio	wird synonym zu „aus Biologischer Landwirtschaft stammend“ verwendet
biol.-dyn	biologisch-dynamisch
Cys	Cystein
DF	verdauliche Rohfaser
DL	verdauliches Rohfett
DP	verdauliches Rohprotein
DX	verdauliche stickstofffreie Extraktstoffe
Fa	Firma
Glu	Glutamin
Gly	Glycin
HCl	Salzsäure
His	Histidin
Ile	Isoleucin
Leu	Leucin
LH	Lagerhaus
Lys	Lysin
MEs	Umsetzbare Energie (Schwein)
Met	Methionin
MJ	Megajoule
mz	mehrzeilig
n	Stichprobenumfang
N	Stickstoff
Phe	Phenylalanin
Pro	Prolin
Ser	Serin
T	Trockenmasse
Thr	Threonin
Trp	Tryptophan
Tyr	Tyrosin
Val	Valin
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
XS	Rohstärke
XX	Stickstofffreie Extraktstoffe
XZ	Rohzucker
zz	zweizeilig

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Proteingehalt von Gerste aus ökologischem Anbau nach verschiedenen Autoren.....	2
Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren von Wirtschaftsdüngermengen auf Stickstoffmengen (Quellen: Löhrl 1990, BMLF 1991, Hydro Agri Dülmen 1993, Amon et al. 1998).....	5
Tabelle 3: Sorten und Anzahl der untersuchten Gerstenproben .....	9
Tabelle 4: Gehalte an Trockensubstanz, Rohnährstoffen und Umsetzbarer Energie verschiedener Sorten von biologisch erzeugter Gerste (in % bzw. MJ der T).....	11
Tabelle 5: Aminosäuregehalte verschiedener Sorten von biologisch erzeugter Gerste (in % der T) .....	12
Tabelle 6: Eiweißzusammensetzung verschiedener Sorten von biologisch erzeugter Gerste (in g AS/g XP) .....	13
Tabelle 7: Vergleich der analysierten Inhaltsstoff- (in %) und Energiegehalte (in MJ/kg T) von Sommer- und Wintergerste aus Biologischem Anbau mit Angaben aus DLG (1991).....	14
Tabelle 8: Vergleich der Mittelwerte der analysierten Aminosäuregehalte in der Trockenmasse (in %) von Sommergerste aus Biologischem Anbau mit Angaben von Degussa (2001) .....	16
Tabelle 9: Vergleich der Mittelwerte der analysierten Aminosäuregehalte in der Trockenmasse (in %) von Wintergerste aus Biologischem Anbau mit Angaben von Degussa (2001) <sup>4</sup> .....	17
Tabelle 10: Vergleich der Mittelwerte der analysierten Aminosäuregehalte im Protein (in g/g XP) von Sommergerste aus Biologischem Anbau mit Angaben von Degussa (2001) <sup>4</sup> ..	18
Tabelle 11: Vergleich der Mittelwerte <sup>6</sup> der analysierten Aminosäuregehalte im Protein (in g/g XP) von Wintergerste aus Biologischem Anbau mit Angaben von Degussa (2001) <sup>4</sup> .....	18
Tabelle 12: Geschätzte Regressionsgleichungen zwischen dem Rohproteingehalt und den essentiellen Aminosäuren (bei 88 % T) von Bio-Gerste.....	19
Tabelle 13: Unterschiede zwischen Sommer- und Wintergerste in den Rohnährstoffgehalten und dem Gehalt an Umsetzbarer Energie (in der T).....	20
Tabelle 14: Sortenunterschiede in den Rohnährstoffgehalten und dem Gehalt an Umsetzbarer Energie (in der T).....	21
Tabelle 15: Unterschiede zwischen Sommer- und Wintergerste in den Gehalten an essentiellen Aminosäuren (in der T bzw in g/16 g N) .....	22
Tabelle 16: Sortenunterschiede in den Aminosäuregehalten (in der T) .....	22
Tabelle 17: Gegenüberstellung der XP- und AS-Gehalte (g/kg FM) einer Beispielration für Endmasttiere berechnet mit Werten nach Degussa (2001) bzw. eigenen Ergebnissen und Wlcek und Zollitsch (2001) .....	27
Tabelle 18: Gegenüberstellung der XP- und AS-Gehalte (g/kg FM) einer Beispielration für laktierende Sauen berechnet mit Werten nach Degussa (2001) bzw. eigenen Ergebnissen und Wlcek und Zollitsch (2001) .....	27
Tabelle 19: Verhältnis der essentiellen Aminosäuren zueinander berechnet mit Werten nach Degussa (2001) bzw. eigenen Ergebnissen und Wlcek und Zollitsch (2001) .....	28

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Abweichungen der analysierten Inhaltsstoff- und Energiegehalte von Bio-Gerste in % der Werte aus DLG (1991) .....	15
Abbildung 2: Abweichungen der analysierten Gehalte an essentiellen Aminosäuren im Protein von Bio-Gerste in % der Werte aus Degussa (2001).....	19
Abbildung 3: Vergleich der Regressionsgeraden der wichtigsten Aminosäuren in Abhängigkeit vom Rohproteingehalt nach Degussa 2001 („Deg“) und nach eigenen Ergebnissen (88 % T) .....	20
Abbildung 4: Sortenunterschiede und Einfluss der Ertragshöhe auf den XP-Gehalt in der Trockenmasse von Bio-Gerste .....	21
Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Zulassungsjahr österreichischer Winterweizensorten und Proteingehalt im Korn (Quelle: BFL 2002).....	26

## 1 Einleitung und Fragestellung

In Österreich wurden 2001 etwa 15 % der Bio-Getreideflächen (5.554 ha) mit Gerste bebaut. Auf etwa 40 % dieser Flächen wurde Wintergerste und auf den restlichen 60 % Sommergerste kultiviert. Im Vergleich zu 1996 kam es zu einer Ausweitung der Wintergersten- und zu einer Verringerung des Sommergerstenflächen (Eder u. Schneeberger 2002).

In Futterrationen von Schweinen in biologisch wirtschaftenden Betrieben sind verschiedene Getreidearten – ebenso wie in konventionellen schweinehaltenden Betrieben – die Hauptkomponenten. Bei den Getreidearten handelt es sich zwar nicht um Eiweißfuttermittel, aber aufgrund der hohen Rationsanteile leisten sie einen nennenswerten Beitrag zur Aminosäureversorgung der Tiere. Meyer (2001) schätzt z. B. den Anteil des Lysins aus Getreide (Weizen, Triticale und Gerste) in einer Mittelmastration auf immerhin 37 % des gesamten in der Ration enthaltenen Lysins. Zwar gibt es über die Fütterungspraxis von Schweinen in biologisch wirtschaftenden Betrieben bisher nur wenige Untersuchungen (Thielen 1993, Wurzinger 1999), in Zusammenarbeit mit dem Institut für Tierhaltung und Tierschutz der Veterinärmedizinischen Universität Wien konnten aber Rationszusammenstellungen nach Auskünften der Bio-Landwirte ausgewertet werden. Demnach wird Gerste in Sauenrationen in Anteilen zwischen 30 und 60 % eingesetzt, Ferkelrationen bestehen zu 30 bis 40 % aus Gerste (Wlcek und Zollitsch, unveröffentlichte Daten). Triticale bzw. Weizen sind im Vergleich dazu nur zu jeweils etwa 10 % in Zuchtsauen- und Ferkelrationen vorhanden.

Die Zusammenstellung der hofeigenen Futterrationen erfolgt üblicherweise aufgrund von Angaben zu Inhaltsstoffgehalten aus Futterwerttabellen oder Rationsoptimierungsprogrammen. Diese basieren bisher auf Analysenergebnissen konventionell angebaute Getreidearten. Verschiedene Veröffentlichungen (Petterson 1982, Scheller 1999, Wlcek und Zollitsch 2001) lassen aber vermuten, dass biologisch erzeugtes Getreide geringere Rohproteingehalte sowie eine andere Eiweißzusammensetzung aufweist als konventionell angebautes Getreide. Die Verwendung konventioneller Futterwert-Tabellen zur Rationsberechnung erscheint vor diesem Hintergrund für ökologisch wirtschaftende Betriebe unsicher.

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Protein- und Aminosäuregehalte von Gerste aus Biologischer Landwirtschaft

Über Inhaltsstoffgehalte von Gerste aus Biologischer Landwirtschaft konnte im Gegensatz zu jenen von Weizen kaum Literatur gefunden werden (Tabelle 1). Das dürfte sich aus dem Umstand erklären, dass Bio-Gerste für hauptsächlich Futterzwecke und nur in sehr geringem Ausmaß für die Biererzeugung verwendet wird, während die Verwendung von Weizen als Brotgetreide gewisse technologische Voraussetzungen verlangt, die mit der Eiweißzusammensetzung korrelieren.

Bei Sortenversuchen nach Richtlinien des Ökologischen Landbaus, wie sie vom Bundesamt für Agrarbiologie Linz (mittlerweile eingegliedert in die Agentur für Ernährungssicherheit) durchgeführt werden, werden neben Kriterien des Ertrags und der Kornausprägung auch Rohproteingehalte nach der Verbrennungsmethode untersucht (Tabelle 1).

Dagegen sind Ergebnisse von Aminosäureanalysen von Bio-Gerste bisher nicht veröffentlicht. Erste Hinweise stammen von Naumann und Steinhöfel (unveröffentlichte Daten), die für

sächsische Bio-Gerste Gehalte von 0,38 % Lys, 0,17 % Met, 0,25 % Cys und 0,36 % Thr (je kg T) ermittelten.

Die Regionalstelle Oberpfalz-Oberfranken des deutschen Bio-Verbandes „Bioland“ ließ in zwei Futtermittelwerken Sammelproben verschiedener Bio-Futtermittel analysieren und stellten mit Naumann und Steinhöfel vergleichbare Gehalte in der T bei Bio-Gerste von 0,39 % Lys, 0,17 % Met, 0,25 % Cys, 0,38 % Thr und 0,13 % Trp fest (Plate 2003).

**Tabelle 1: Proteingehalt von Gerste aus ökologischem Anbau nach verschiedenen Autoren**

XP (%)	Anmerkungen	Quelle
11,9	biol.-dyn. Wirtschaftsweise	Pettersson (1977)
11,1	biol.-dyn. Wirtschaftsweise	Pettersson (1982)
10,1-10,8	6 verschiedene Sorten	Starling u. Richards (1990)
10,0-11,6	Sortenversuch SGerste, Standort Gaspoltshofen	BA f. Agrarbiologie (1999)
9,9-12,2	Sortenversuch WGerste, Standort Fraham	BA f. Agrarbiologie (2000)
8,6-11,4	Sortenversuch WGerste, Standorte Fraham und Gaspoltshofen, Ernte 2002	Söllinger (2002)
9,4±1,8	12 Proben aus sächsischen Bio-Betrieben	Naumann u. Steinhöfel (unveröffentlichte Daten 2003)
10,2	Sammelproben aus zwei Futtermittelwerken	Plate (2003)

## 2.2 Unterschiede zwischen Getreide aus konventionellem bzw. ökologischem Landbau

Nach Starling u. Richards (1990) wiesen sechs Gerstensorten aus Ökologischer im Verhältnis zu jenen aus konventioneller Landwirtschaft geringere Hektoliter- und Tausendkorngewichte auf.

Pettersson (1982) ermittelte bei Gerste aus Ökologischem Anbau einen Ertrag von 84 % des Gerstenertrags aus konventioneller Landwirtschaft. Der Roheiweißgehalt betrug bei Bio-Gerste nur 81 % des Gehalts von konventioneller Gerste, die 13,7 % XP enthielt. Bei Weizen waren die Unterschiede etwas geringer: Der Eiweißgehalt von Bio-Weizen lag je nach Fruchtfolgegestaltung bei 82 oder 88 % des Eiweißgehaltes von konventionell angebautem Weizen.

Scheller (1999) stellte fest, dass konventionell erzeugter Weizen um durchschnittlich 13,8 % mehr Rohprotein enthielt als Weizen aus ökologischem Anbau. Die Aminosäuren Ala, Arg, Asp, Gly, His, Ile, Leu und Lys waren um 5-15 % geringer im Öko-Weizen, Cys, Glu, Met und Pro lagen höher als im konventionell erzeugten Weizen.

Bei Weizen und Triticale stellten Wlcek und Zollitsch (2001) geringere Protein- und Aminosäuregehalte fest wie sie in konventionellen Futterwerttabellen angegeben sind.

## 2.3 Einflussfaktoren auf Inhaltsstoffgehalte von Gerste

Der negative Zusammenhang zwischen Eiweißgehalt und Gehalt an essentiellen Aminosäuren im Protein bei Gerste ist mittlerweile mit zahlreichen Arbeiten belegt (bspw. Eggum 1970; Thomke 1970; Kirkman et al. 1982; Fuller et al. 1989; Boila et al. 1996, Valaja et al. 1997).

### 2.3.1 Stickstoffdüngung

Lásztity (2000, S. 173) stellt fest, dass bei Gerste ebenso wie bei anderen Getreidearten die Höhe der Stickstoffdüngung den Proteingehalt beeinflusst. Oscarsson et al. (1998) ermittelten bei drei Düngungsstufen einen signifikanten Einfluss der N-Rate auf den Proteingehalt von Gerste sowie

signifikante Wechselwirkungen zwischen N-Rate und Standort sowie N-Rate und Sorte. Sie stellten fest, dass die Düngungsrate den größten Einfluss auf den Proteingehalt noch vor dem Standort und der Sorte hatte.

Conry (1994) ermittelte bei vier N-Düngungsstufen ebenfalls einen positiven Zusammenhang zwischen N-Rate und Proteingehalt von Braugerste. Entgegen Oscarsson et al. (1998) befand der Autor allerdings, dass das Jahr und der Bodentyp einen höheren Einfluss auf den Inhaltsstoffgehalt hat als die Düngungsrate.

Höhere Stickstoffgaben erhöhten den Rohprotein- und senkten den Lysingehalt im Protein signifikant (Kirkman et al. 1982; Fuller et al. 1989; Valaja et al. 1997, Jørgensen et al. 1999). Kirkman et al. (1982) erklären den sinkenden Lysingehalt durch erhöhte Anteile der lysinarmen Hordeine (Speicherproteine in Gerste) bei höheren N-Düngerraten. Nach Fuller et al. (1989) sanken auch die Gehalte an Thr, Ile und Val bei steigenden N-Raten. Jørgensen et al. (1999) stellten bei Düngung von 180 kg N/ha im Vergleich zur Kontrolle ohne N-Düngung fest, dass die Gehalte an Glu, Phe und Pro im Protein signifikant erhöht waren, während die Gehalte an Ala, Arg, Asp, Cys, Gly, Lys, Met, Ser, Thr und Val im Protein geringer lagen und die Gehalte an His, Ile, Leu, Trp und Tyr im Protein durch die N-Gabe nicht beeinflusst wurden.

### **2.3.2 Sorte**

Nach Untersuchungen von Boila et al. (1996) unterschieden sich drei Gersten- im Gegensatz zu drei Weizensorten in ihren Eiweißgehalten nicht signifikant voneinander. Die Eiweißzusammensetzung der Sorten war allerdings sehr wohl unterschiedlich. Bis auf die Gehalte der Aminosäuren His, Ile, Met, und Val (g/16 g N) konnten Unterschiede zwischen den Sorten bei allen anderen analysierten Aminosäuren festgestellt werden.

Dagegen stellten Valaja et al. (1997) bei drei finnischen Gerstensorten Unterschiede im Rohprotein-, nicht aber im Lysingehalt oder in der Eiweißzusammensetzung fest. Sie befanden, dass die Sorte einen größeren Einfluss auf den Futterwert von Gerste als der Bodentyp oder die Höhe der N-Düngung hat. Generell stellten Metayer et al. (1993) höhere Eiweißgehalte bei zweireihigen wie bei sechsreihigen Gerstensorten fest.

Nach Oscarsson M. et al. (1998) besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen Sorte und Proteingehalt bei Gerste sowie eine nachweisbare Wechselwirkung Sorte\*Standort, wenn auch das Düngungsniveau größeren Einfluss auf den Proteingehalt hatte.

Conry (1994) ermittelte nachweisbare Unterschiede im Proteingehalt von sechs irischen Braugerstesorten. Eine Wechselwirkung zwischen Sorte und Düngungsrate konnte der Autor nicht feststellen.

### **2.3.3 Standort, Anbaujahr, Wetterbedingungen**

Hughes und Choct (1999) halten fest, dass die Inhaltsstoffgehalte der Getreidearten Gerste, Mais, Hafer und Hirse im Gegensatz zu jenen des Weizen kaum vom Standort oder dem Anbaujahr beeinflusst werden. Nach Boila et al. (1996) hatte der Umweltfaktor (Standort und Anbaujahr) bei kanadischer Gerste einen deutlich geringeren Einfluss auf den Proteingehalt als auf die Zusammensetzung des Proteins. Im Gegensatz dazu bemerkten Metayer et al. (1993) Unterschiede im Proteingehalt von Gerstenproben aus verschiedenen französischen Regionen.

Conry (1994) ermittelte Zusammenhänge zwischen Anbaujahr, Bodentyp und Ertrag bzw. Proteingehalt. Das Jahr 1990 mit ausgeprägter Frühjahrstrockenheit führte zu verminderten Erträgen und höheren Proteingehalten, während im Jahr davor eine vergleichbare Trockenheit am Ende der Vegetationsperiode kaum Auswirkungen auf den Ertrag zeigte.

Heiße, trockene Wetterbedingungen dürften nach Aastrup (1979) bei Gerste zu zunehmenden Anteilen von Zellwandmaterial und damit einhergehend zu geringeren Energiegehalten führen. Ergänzend dazu stellte Tester (1997) Einflüsse der Klimabedingungen auf den Gehalt und die Struktur der Stärke in Gerste fest.

### 3 Arbeitshypothesen

(1) Aufgrund des geringeren Düngungsniveaus im Biologischen Landbau werden bei Gerste geringere Rohproteingehalte erreicht als in gängigen (konventionellen) Futterwert-Tabellen angegeben. Somit sind die Aminosäuregehalte der Bio-Gerste absolut gesehen ebenfalls geringer als jene in zu Vergleichszwecken herangezogenen Futterwert-Tabellen.

(2) Die prozentuellen Gehalte von Lysin, Methionin, Cystein, Threonin und Tryptophan (limitierende Aminosäuren in der Schweine-Ernährung) im Rohprotein von Bio-Gerste sind ebenfalls geringer als in konventionellen Tabellen angegeben.

(3) Zwischen den Gerstensorten sind nur zufällige Unterschiede im XP-Gehalt und damit auch in den Aminosäuregehalten zu erwarten, wobei das Düngungsniveau und die Vorfrucht bzw. der Ertrag beeinflussende Faktoren sind.

## 4 Material und Methodik

### 4.1 Auswahl der Sorten

Die Auswahl der in biologisch wirtschaftenden Betrieben am häufigsten verwendeten Sorten erfolgte durch Expertenbefragungen im April 2002.

Einerseits aufgrund von Verkaufsmengen nach Aussagen von VertreterInnen österreichischer Saatguterzeugungsfirmen (Bittermann 2002, Großlercher 2002, Krenn 2002, Zechner 2002) und andererseits aufgrund von Einschätzungen von VertreterInnen der österreichischen Bio-Landwirtschaft (Gröss 2002, Fritz 2002, Strommer 2002) und vom Verantwortlichen der Bio-Sortenprüfungen (Söllinger 2002) wurden folgende Sorten für die Untersuchungen ausgewählt:

Sommergerste (alle zweizeilig – zz): *Baccara*, *Barke*, *Elisa*, *Hellana*, *Prosa*;

Wintergerste: *Balaki* (mehrzeilig – mz), *Carola* (mz), *Montana* (zz), *Virac* (zz), *Virgo* (zz)

### 4.2 Probennahmen

Die Probennahmen erfolgten parallel auf zwei Ebenen: Im Osten Österreichs (Niederösterreich, Burgenland) überwiegen viehlose Ackerbaubetriebe, die das erzeugte Getreide an die größte österreichische Vermarktungsorganisation bei diversen Übernahmestellen verkaufen. Neun Übernahmestellen (Fa. Ochsner, Fa. Vitakorn, LH Marchfeld, LH Horn, LH Weitersdorf-Zissersdorf, LH Hollabrunn, LH Laa/Thaya, LH Feuersbrunn, Fa. Glanz) wurden kontaktiert und um Mitarbeit ersucht. In den zwei größten Übernahmestellen wurden direkt bei der Anlieferung durch die Landwirte Muster gezogen, bei den kleineren Übernahmestellen erfolgte die Sammlung der Proben nach Anleitung in Eigenverantwortung der Betriebsleiter im Rahmen der Anlieferungen.

Zusätzlich wurden ökologisch wirtschaftende Betriebe mit Schwerpunkt Schweinehaltung durch Berater des Bio-Verbandes „Bio Ernte Austria“ sowie durch Veröffentlichungen in einschlägigen

Medien auf das Projekt aufmerksam gemacht und um Mithilfe ersucht. Die Sammlung der Proben und Übermittlung erfolgte selbstverantwortlich durch die LandwirtInnen.

Jedem beteiligten Landwirt wurde ein Erhebungsbogen ausgehändigt, der Fragen zu Sorte, Ertrag, Vor- bzw. Zwischenfrucht sowie Düngerart und -menge enthielt (siehe Anhang). Bei ungenügend ausgefülltem Erhebungsbogen wurden die betreffenden Landwirte zusätzlich telefonisch kontaktiert und der jeweilige Erhebungsbogen vervollständigt.

### 4.3 Errechnung der N-Menge aufgrund der Wirtschaftsdüngermenge

Angaben der Landwirte zu Düngerart und -mengen wurden nach Angaben von Löhr (1990), BMLF (1991), Hydro Agri Dülmen (1993) und Amon et al. (1998, S. 178) mit jenen in Tabelle 2 angeführten Faktoren auf die gedüngte Stickstoffmenge hochgerechnet. Es handelt sich dabei um Gesamt-N und nicht um pflanzenverfügbaren N. Die Umrechnung auf pflanzenverfügbaren N würde eine weitere Schätzkomponente enthalten, weswegen auf diesen Schritt verzichtet wurde. Nachdem es sich um eine Feldstudie handelt, entsprechen die Werte der N-Düngermenge somit Näherungswerten.

**Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren von Wirtschaftsdüngermengen auf Stickstoffmengen**  
(Quellen: Löhr 1990, BMLF 1991, Hydro Agri Dülmen 1993, Amon et al. 1998)

Düngerart	Volumen m <sup>3</sup> /t	(Einheit)	N-Menge in kg/t bzw. kg/m <sup>3</sup>
Kompost		(t)	6,5
Rinderstallmist	1,2	(t)	5,0
Schweinstallmist	1,1	(t)	6,0
Rinderjauche		(m <sup>3</sup> )	3,5
Schweinejauche		(m <sup>3</sup> )	4,5
Rindergülle		(m <sup>3</sup> )	4,5
Schweinegülle		(m <sup>3</sup> )	5,1

### 4.4 Inhaltsstoffuntersuchungen

Sofort nach Erhalt der Proben wurden diese vakuumverpackt und bis zur Analyse tiefgefroren. Vor den Analysen wurden die Körner händisch gesiebt und in einer Schlagkreuzmühle mit einem Siebeinsatz von 1 mm vermahlen.

#### 4.4.1 Trockensubstanz (T)

Die Bestimmung der T erfolgte durch Trocknung im Trockenschrank bei 103°C über 4 Stunden (ALVA 1983).

#### 4.4.2 Rohnährstoffe (Weender Analyse)

Die Rohnährstoffe wurden im Futtermittellabor des Instituts für Nutztierwissenschaften untersucht. Dabei wurden nach der Methode der Weender Analyse die Fraktionen Rohasche (XA), Rohprotein (XP), Rohfaser (XF), Rohfett (XL) sowie Rohstärke (XS) und Rohzucker (XZ) untersucht (ALVA 1983). Die Stickstofffreien Extraktstoffe (XX) sowie die Umsetzbare Energie Schwein (ME<sub>s</sub>) wurde rechnerisch ermittelt (DLG 1991).

Die XA-Bestimmung erfolgte mittels Veraschung im Muffelofen bei 550°C. XP wurde nach der Kjeldahl-Methode bestimmt, wobei der ermittelte Stickstoffgehalt mit dem Faktor 6,25 multipliziert wurde. Die Ermittlung des XF-Gehaltes erfolgte durch einen Säure-Laugen-

Kochprozess im Gerät „Fiber-Tec“. Die Analyse des XL wurde mittels Extraktion mit Diethylether durchgeführt. XS wurde polarimetrisch bestimmt, XZ über den Gehalt an Invertzucker ermittelt (ALVA 1983).

#### 4.4.3 Umsetzbare Energie Schwein (MEs)

Die Umsetzbare Energie für Schweine (MEs) wurde rechnerisch nach DLG (1991, S. 12f) ermittelt. Die entsprechende Formel lautet:

$$\text{ME}_S (\text{MJ/kg T}) = 0,021 * \text{DP} + 0,0374 * \text{DL} + 0,0144 * \text{DF} + 0,0171 * \text{DX} - 0,0014 * \text{XZ} - 0,0068 * (\text{BFS} - 100)$$

wobei DP das verdauliche Rohprotein, DL das verdauliche Rohfett, DF die verdauliche Rohfaser, DX die verdaulichen N-freien Extraktstoffe, XZ den Rohzucker und BFS die bakteriell fermentierbare Substanzen darstellt. Die Verdaulichkeiten betragen nach DLG (1991, S. 37) für Wintergerste 75 (XP), 47 (XL), 16 (XF), und 90 (XX) und für Sommergerste 74 (XP), 49 (XL), 20 (XF) und 90 (XX). Der Zuckerabzug wurde nur bei Gehalten von  $\geq 80$  g/kg T vorgenommen. BFS sind definiert als Summe der verdaulichen N-freien Extraktstoffe und der verdaulichen Rohfaser abzüglich der Gehalte an Stärke und Zucker. Die BFS-Korrektur wurde nur bei Gehalten  $\geq 100$  g/kg T vorgenommen.

#### 4.4.4 Aminosäuren (AS)

Die Aminosäureanalysen umfassten folgende Aminosäuren: Alanin, Arginin, Asparagin, Cystein, Glutamin, Glycin, Histidin, Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Serin, Threonin, Tryptophan, Tyrosin und Valin.

Der Aufschluss erfolgte mittels 20-stündigem Kochprozess mit 6-molarer HCl, Tryptophan wurde vor dem Aufschluss mit basischem Bariumhydroxid stabilisiert und Methionin sowie Cystein aufoxidiert. Die Analyse wurde mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) nach Vorsäulenderivation mit OPA (Orthophtalaldehyd) in einer Hyperphil ODS 250x4 mm-Säule durchgeführt (ALVA 1983; Degussa 1986; Kommission der Europäischen Union 1998).

Bei der Trp-Analyse traten analysetechnische Schwierigkeiten auf: Aufgrund der Überlagerung des Trp-Peaks mit anderen Peak-Flächen mussten die Trp-Ergebnisse aller Proben im Projektverlauf korrigiert werden. Daraus erklären sich die unterschiedlichen Werte des Tryptophangehalts im Endbericht im Vergleich zum Zwischenbericht und zu bisherigen Veröffentlichungen.

### 4.5 Statistische Auswertung

#### 4.5.1 Übereinstimmung mit Literaturwerten

Der Vergleich der eigenen Analysenergebnisse von Gerste aus Biologischer Landwirtschaft mit den konventionellen Tabellenwerten (Arbeitshypothesen (1) und (2)) erfolgte mittels t-Test, wobei zuvor ein Test auf Varianzhomogenität mittels F-Test erfolgte (Eßl 1987, S. 90ff). Analog zu Eßl (1987, S. 89f) wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha$  für den F-Test von 0,01 und für den t-Test von 0,05 gewählt. Für die genannten statistischen Verfahren sind Tabellenwerke notwendig, in denen sowohl Stichprobengrößen als auch Standardabweichungen angegeben sind.

Die Rohnährstoffgehalte wurden aus diesem Grund mit den Werten in DLG (1991) verglichen. Die Ergebnisse der Aminosäureanalysen wurden zu Beginn der Auswertungen mit Degussa (1990) verglichen, da die neueren Ausgaben vergriffen waren. Erst im April 2003 konnten nach Kontakt mit einem Vertreter der Firma Degussa Deutschland die neuesten Angaben zu

Aminosäuregehalten und Proteinzusammensetzungen (Degussa 2001) besorgt und verwendet werden.

Bei der Differenzierung zwischen Sommer- und Wintergerste trat bei den statistischen Vergleichen das Problem auf, dass keine Angaben zu Aminosäuregehalten und Proteinzusammensetzung gefunden werden konnten, die zwischen Sommerung und Winterung unterschieden hätten. Bei „Gerste Deutschland“ ist als Stichprobenumfang  $n=78$  angegeben, bei „Gerste Österreich“ nur  $n=10$ . Um einerseits Gehaltswerte aus halbwegs repräsentativen Stichproben als Vergleich heranzuziehen und andererseits nicht österreichische mit außereuropäischer Gerste zu vergleichen, wurden jene Werte in Degussa (2001), die allgemein unter „Gerste Deutschland“ zu finden sind, für beide Untergruppen herangezogen. Nachdem der Stichprobenumfang von Gerste in Degussa (2001) deutlich geringer als jener in DLG (1991) war, wurden zur Testung der Unterschiede der Rohnährstoffe die DLG-Werte als Grundgesamtheit<sup>1</sup> und zur Testung der Unterschiede der Aminosäuregehalte jene in Degussa als Stichprobe<sup>2</sup> angesehen.

Die Durchführung dieser Tests erfolgte durch Eingabe der angegebenen Formeln in das Programm Microsoft Excel 97, wobei die errechneten F- bzw. t-Werte unter Berücksichtigung der entsprechenden Freiheitsgrade einzeln mit den kritischen F- bzw. t-Werten mit tabellierten Werten (Eßl 1987, S. 280ff) unter Berücksichtigung der zweiseitigen Fragestellung verglichen wurden. Aus diesen Vergleichen leiteten sich die dargestellten P-Werte ab.

Die Regressionsgleichungen zwischen den essentiellen Aminosäuren und dem XP-Gehalt wurden wegen der Vergleichbarkeit mit Degussa (2001) mit 88 % T berechnet. Es wurden ebenso wie in Degussa (2001) nur lineare Beziehungen nach

$$\% \text{ AS bei } 88 \% \text{ T} = b_0 + b_1 * \% \text{ XP bei } 88 \% \text{ T}$$

berechnet, eventuelle quadratische signifikante Beziehungen wurden nicht berücksichtigt. Der Vergleich erfolgte mit den Angaben unter der allgemeinen Bezeichnung „Gerste“ in Degussa (2001), da für „Gerste Deutschland“ keine Regressionsgleichungen angegeben sind. Die Berechnungen wurden mit Hilfe des Computerprogramms SAS, Version 8, durchgeführt.

#### 4.5.2 Vergleich der Sorten

Vor den Auswertungen wurde der Datensatz auf Ausreißer geprüft. Eine Probe mit sehr hohen XP- und AS-Gehalten (XP über 15 % in der T) wurde vor den Auswertungen der Sortenunterschiede ausgeschlossen. Der hohe Proteingehalt erklärte sich durch Trockenschaden am betreffenden Schlag mit damit einhergehendem geringen Ertrag, weswegen diese Probe nicht als sortentypisch angesehen werden kann. Für die Berechnung der Mittelwerte und Standardabweichungen sowie für den Vergleich mit Futterwert-Tabellen wurde diese Probe allerdings miteinbezogen, da es sich bei diesen Berechnungen um andere Fragestellungen handelt.

Zwei weitere Ergebnisse des XL-Gehalts mit Werten über 2,5 % wurden nach Eßl (1987, S. 254 ff) als Ausreißer mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha < 0,05$  definiert, weswegen diese XL-Werte bei den Auswertungen der Sortenunterschiede ebenfalls unberücksichtigt blieben. Der Grund dieser hohen Fettgehalte konnte nicht ermittelt werden.

---

<sup>1</sup>  $t = \frac{\bar{x} - \mu}{s} \sqrt{n}$

<sup>2</sup>  $t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{s^2 (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}}$

Folgende drei Sorten wurden aufgrund des geringen Stichprobenumfangs von den Auswertungen zu den Sortenunterschieden ausgeschlossen: Baccara, Barke, Carola. Somit verblieben 7 Sorten mit insgesamt 71 Analysenergebnissen in der Auswertung der Sortenunterschiede.

Ein weiterer Werte beim Tryptophangehalt wurde in einem zweiten Schritt als Ausreißer definiert und ausgeschlossen. Die entsprechende Probe wurde noch einmal zur Analyse eingeschickt, allerdings liegt das Ergebnis trotz Interventionen im Labor zum Zeitpunkt der Berichtlegung noch immer nicht vor. Wahrscheinlich dürfte es sich um einen Umrechnungsfehler handeln, der genaue Grund dieses hohen Trp-Gehalts kann aber derzeit nicht definitiv geklärt werden. Aus diesem Grund stammen die Ergebnisse zu den Einflussfaktoren auf den Tryptophangehalt nur von 70 Proben.

Im weiteren Verlauf wurden Modelle getestet, mit denen eventuell vorhandene Sortenunterschiede im XP- und AS-Gehalt am besten zu erklären sind. Nach Eßl (1987, S. 89) wurde dazu eine Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha$  von 0,10 gewählt. Es fanden sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Sorte und Ertrag, Typ (Sommerung/Winterung) und Ertrag sowie Düngermenge und Ertrag, weswegen die genannten Effekte in ein und dasselbe Modell genommen werden können.

Zwei Kombinationen von Design- und Regressionsmodellen (Eßl 1987, S. 190) wurden getestet, wobei einerseits die Sorten (Modell A) und andererseits der Typ (Modell B) neben der Vorfrucht, dem Status des Betriebes (Umsteller ja/nein), der Düngermenge und dem Ertrag als Effekte angenommen wurden. Die Modelle wurden für die Variablen Rohprotein (in g/kg T) sowie für die in der Schweinefütterung wichtigsten Aminosäuren Lysin, Methionin, Cystein, Threonin und Tryptophan (in g/kg T und in g/16 g N) schrittweise reduziert, bis sich Einflussgrößen signifikant absichern ließen. Diese sind im Ergebnisteil mit den dazugehörigen LS-Schätzern dargestellt.

$$\text{(Modell A)} Y_{ijk} = \mu + S_i + L_j + U_k + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + b_1 \cdot d + b_2 \cdot d^2 + e_{ijkl}$$

$$\text{(Modell B)} Y_{ijk} = \mu + T_i + L_j + U_k + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + b_1 \cdot d + b_2 \cdot d^2 + e_{ijkl}$$

$Y_{ijk}$ ..... beobachteter Merkmalswert der Variablen Y unter Einwirkung der Sorte i, der Leguminosenvorfrucht j, der Umstellung k, der Ertragshöhe E und des Düngerniveaus N

$\mu$ ..... gemeinsame Konstante der Y-Werte

$S_i$ ..... fixer Effekt der Faktorstufe i der Strukturvariablen „Sorte“, i = Baccara, Elisa, Hellana, Montana, Prosa, Virac, Virgo

$T_i$ ..... fixer Effekt der Faktorstufe i der Strukturvariablen „Typ“, i = Sommergerste, Wintergerste

$L_j$ ..... fixer Effekt der Faktorstufe j der Strukturvariablen „Leguminosenvorfrucht“, j = ja, nein

$U_k$ ..... fixer Effekt der Faktorstufe k der Strukturvariablen „Umstellung“, k = ja, nein

$a_1$  u.  $a_2$  sind gepoolte, lineare bzw. quadratische Regressionskoeffizienten für den Ertrag x

x ..... Ertrag in dt/ha

$b_1$  u.  $b_2$  sind lineare bzw. quadratische Regressionskoeffizienten für das Düngerniveau d

d ..... Düngerniveau in kg N/ha

$e_{ijkl}$ ..... Zufallskomponente von  $Y_{ijk}$

Alle genannten Tests der Sortenunterschiede (Arbeitshypothese (3)) erfolgten mit Hilfe des Computerprogramms SAS, Version 8.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Allgemeines

#### 5.1.1 Probenanzahl, Sorten

Die Probensammlung gestaltete sich entgegen den Erwartungen schwierig. Trotz mehrmaliger Aufrufe zur Mitarbeit in mehreren einschlägigen Zeitschriften und Interventionen von Beratern der Verbandes „Bio Ernte Austria“ bei diversen Bio-Betrieben konnte die veranschlagte Probenanzahl im ersten Durchgang nicht erreicht werden. Nur durch zeitaufwendige telefonische Kontaktaufnahme zu ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit dem Ersuchen, am Projekt teilzunehmen und Muster der betriebseigenen Bio-Gerste zu Verfügung zu stellen, war das Erreichen der veranschlagten Anzahl von 80 Proben möglich. Dadurch verzögerte sich der Beginn der chemischen Analysen.

Nachdem der Stichprobenumfang nicht mehr erhöht werden konnte, musste von den zu Beginn des Projekts festgelegten Sorten eine unterschiedliche Zahl von Proben analysiert werden (Tabelle 3). Bei drei Sorten (*Baccara*, *Barke* und *Carola*) konnten weniger als 5 Muster aufgebracht werden, weswegen diese Sorten für die statistische Auswertung der Sortenunterschiede nicht berücksichtigt werden konnten. Zur Berechnung der Übereinstimmung mit Angaben aus Futterwert-Tabellen wurden sie allerdings einbezogen.

**Tabelle 3: Sorten und Anzahl der untersuchten Gerstenproben**

Sorte	Typ	Anzahl der untersuchten Proben
Baccara	Sommergerste, zweizeilig	3
Balaki	Wintergerste, mehrzeilig	18
Barke	Sommergerste, zweizeilig	3
Carola	Wintergerste, mehrzeilig	2
Elisa	Sommergerste, zweizeilig	6
Hellana	Sommergerste, zweizeilig	5
Montana	Wintergerste, zweizeilig	5
Prosa	Sommergerste, zweizeilig	23
Virac	Wintergerste, zweizeilig	10
Virgo	Wintergerste, zweizeilig	5

Es wurden somit je 40 Proben von 5 Sommer- und 5 Wintergerstesorten analysiert. Nachdem sich bei den Auswertungen deutliche Unterschiede zwischen diesen Gruppen gezeigt haben, sind die Inhaltsstoffgehalte im Weiteren jeweils für Sommer- und Wintergerste gesondert dargestellt.

Außer den Sorten *Balaki* und *Carola* waren nur zweizeilige Sorten vertreten. Sommergerste wird in Österreich ausschließlich in der zweizeiligen Form kultiviert, und zweizeilige Wintergerstesorten eignen sich besser für den Biologischen Landbau.

#### 5.1.2 Produktionsbedingungen

Die analysierten Proben stammen aus folgenden österreichischen Bundesländern: Niederösterreich (23), Oberösterreich (32), Burgenland (15), Steiermark (9) und Kärnten (1). Aus den Bundesländern Niederösterreich und Burgenland kam der überwiegende Teil der Proben der Sorte *Prosa*, die 3 Proben der Braugerstensorte *Barke* stammen ebenfalls aus diesen beiden Bundesländern. Die Sorte *Balaki* wurde wiederum überwiegend aus dem Bundesland Oberösterreich zur Verfügung gestellt.

Die Erträge schwankten zwischen 10 und 57,6 dt/ha, im Durchschnitt aller Sorten wurden 34,9 dt Bio-Gerste je Hektar geerntet. Der Durchschnittsertrag der Sommergerste fiel mit 31,9 dt/ha deutlich geringer aus als jener der Wintergerste mit 38,0 dt/ha.

19 der 80 analysierten Proben (24 %) stammen von Flächen, die noch in Umstellung begriffen sind, die restlichen 61 Proben (76 %) von anerkannten Bio-Flächen. Die Gerstenflächen aus Umstellerbetrieben wurden weniger häufiger nach Leguminosenvor- oder zwischenfrüchten angebaut wie jene aus anerkannten Betrieben und zusätzlich weniger intensiv mit organischem Dünger versorgt (17 der 19 Proben oder 90 % ohne organischen Dünger). Im Vergleich dazu wurde nur auf 42 % der anerkannten Bio-Gersteflächen kein organischer Dünger vor Gerste ausgebracht.

Nach der Schätzung des Gesamt-N – wie in Kapitel 4.3 beschrieben – erhielten die Gerstenflächen im Durchschnitt 46 kg N/ha aus organischen Düngemitteln (Kompost, Rinder- und/oder Schweinemist, -jauche, -gülle), wobei auf insgesamt 53 % der Flächen, von denen die analysierten Proben stammten, keinerlei organische Düngung vorgenommen wurde. Bei etwa der Hälfte aller Flächen (51 %) waren Leguminosen als Vor- oder Zwischenfrüchte angebaut, die restlichen Proben (49 %) stammten von Flächen mit anderen Vor- oder Zwischenfrüchten.

Jene Flächen, die keine Leguminosenvor- oder -zwischenfrüchte aufwiesen, wurden im Gegenzug dazu häufiger mit organischen Düngemitteln versorgt wie Flächen, auf denen vor Gerste Leguminosen angebaut wurden.

## 5.2 Inhaltsstoffgehalte

### 5.2.1 Rohnährstoffgehalte, Gehalt an Umsetzbarer Energie

In Tabelle 4 sind die arithmetischen Mittelwerte und Standardabweichungen der einzelnen Sorten sowie aller Proben zusammengestellt. Bei *Balaki* und *Carola* handelt es sich um zwei mehrzeilige Sorten, was der Grund für die geringeren XP-Gehalte sein könnte. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass von *Carola* nur zwei Proben analysiert werden konnten und der Mittelwert somit vorsichtig interpretiert werden muss.

**Tabelle 4: Gehalte an Trockensubstanz, Rohnährstoffen und Umsetzbarer Energie verschiedener Sorten von biologisch erzeugter Gerste (in % bzw. MJ der T)**

Sorte	n	T	XA	XP	XL	XF	XX	ME <sub>s</sub>
Baccara (zz)	3	87,5 <i>0,58</i>	3,0 <i>0,08</i>	12,8 <i>1,11</i>	1,9 <i>0,36</i>	7,1 <i>0,41</i>	75,3 <i>1,09</i>	14,11 <i>0,053</i>
Barke (zz)	3	87,2 <i>1,28</i>	2,7 <i>0,06</i>	13,4 <i>1,64</i>	2,0 <i>0,16</i>	5,1 <i>0,26</i>	76,8 <i>1,69</i>	14,42 <i>0,038</i>
Elisa (zz)	6	87,9 <i>0,60</i>	2,6 <i>0,10</i>	13,1 <i>1,81</i>	2,2 <i>0,32</i>	5,4 <i>0,30</i>	76,7 <i>1,86</i>	14,36 <i>0,086</i>
Hellana (zz)	5	88,6 <i>0,98</i>	2,7 <i>0,28</i>	14,6 <i>1,20</i>	1,9 <i>0,15</i>	5,8 <i>0,59</i>	75,1 <i>0,841</i>	14,33 <i>0,108</i>
Prosa (zz)	23	88,0 <i>0,73</i>	2,6 <i>0,12</i>	12,5 <i>1,77</i>	2,0 <i>0,19</i>	6,2 <i>0,77</i>	76,7 <i>1,98</i>	14,30 <i>0,094</i>
<b>Sommergerste</b>	<b>40</b>	<b>88,0</b> <i>0,81</i>	<b>2,6</b> <i>0,17</i>	<b>12,9</b> <i>1,74</i>	<b>2,0</b> <i>0,23</i>	<b>6,0</b> <i>0,79</i>	<b>76,4</b> <i>1,83</i>	<b>14,31</b> <i>0,109</i>
Balaki (mz)	18	87,9 <i>1,32</i>	2,9 <i>0,17</i>	10,5 <i>0,59</i>	1,9 <i>0,16</i>	7,2 <i>0,64</i>	77,5 <i>0,94</i>	14,04 <i>0,104</i>
Carola (mz)	2	89,7 <i>0,08</i>	2,9 <i>0,00</i>	10,2 <i>0,92</i>	2,1 <i>0,01</i>	6,9 <i>0,49</i>	77,8 <i>0,43</i>	13,95 <i>0,063</i>
Montana (zz)	5	88,2 <i>1,62</i>	2,8 <i>0,24</i>	12,0 <i>0,61</i>	1,9 <i>0,12</i>	5,3 <i>0,49</i>	78,1 <i>0,95</i>	14,34 <i>0,075</i>
Virac (zz)	10	89,0 <i>1,19</i>	2,8 <i>0,22</i>	11,5 <i>1,48</i>	1,9 <i>0,15</i>	5,9 <i>0,61</i>	77,9 <i>1,91</i>	14,21 <i>0,075</i>
Virgo (zz)	5	88,9 <i>1,03</i>	2,7 <i>0,28</i>	12,5 <i>1,63</i>	1,9 <i>0,10</i>	5,8 <i>0,86</i>	77,0 <i>1,30</i>	14,28 <i>0,108</i>
<b>Wintergerste</b>	<b>40</b>	<b>88,4</b> <i>1,34</i>	<b>2,8</b> <i>0,22</i>	<b>11,2</b> <i>1,26</i>	<b>1,9</b> <i>0,14</i>	<b>6,4</b> <i>0,97</i>	<b>77,6</b> <i>1,27</i>	<b>14,14</b> <i>0,154</i>
<b>Gerste gesamt</b>	<b>80</b>	<b>88,2</b> <i>1,13</i>	<b>2,7</b> <i>0,22</i>	<b>12,1</b> <i>1,75</i>	<b>2,0</b> <i>0,20</i>	<b>6,2</b> <i>0,91</i>	<b>77,0</b> <i>1,68</i>	<b>14,22</b> <i>0,155</i>

*Kursive Werte stellen die Standardabweichungen dar.*

### 5.2.2 Aminosäuregehalte

In Tabelle 5 sind die durchschnittlichen Aminosäuregehalte in der Trockenmasse für jede untersuchte Sorte sowie zusammenfassend für Sommer- und Wintergerste und für alle 80 Proben angegeben.

Der geringere Eiweißgehalt von Wintergerste bedingt naturgemäß geringere Aminosäuregehalte in der Trockenmasse wie in Sommergerste. Die Sorte *Hellana* mit dem höchsten Proteingehalt weist die höchsten Aminosäuregehalte auf, während die eiweißärmeren Sorten *Balaki* und *Carola* geringere Aminosäuregehalte aufweisen.

**Tabelle 5: Aminosäuregehalte verschiedener Sorten von biologisch erzeugter Gerste (in % der T)**

Sorte	Lys	Met	Cys	Thr	Trp	Ala	Arg	Asp	Glu	Gly	His	Ile	Leu	Phe	Ser	Tyr	Val
Baccara	0,40	0,23	0,29	0,40	0,14	0,47	0,55	0,72	2,77	0,44	0,25	0,39	0,80	0,57	0,45	0,35	0,56
	<i>0,040</i>	<i>0,014</i>	<i>0,017</i>	<i>0,019</i>	<i>0,014</i>	<i>0,022</i>	<i>0,023</i>	<i>0,036</i>	<i>0,196</i>	<i>0,014</i>	<i>0,013</i>	<i>0,033</i>	<i>0,050</i>	<i>0,032</i>	<i>0,018</i>	<i>0,021</i>	<i>0,047</i>
Barke	0,40	0,25	0,33	0,39	0,14	0,48	0,59	0,74	2,90	0,44	0,26	0,40	0,78	0,58	0,47	0,34	0,58
	<i>0,031</i>	<i>0,056</i>	<i>0,055</i>	<i>0,033</i>	<i>0,010</i>	<i>0,043</i>	<i>0,068</i>	<i>0,073</i>	<i>0,527</i>	<i>0,034</i>	<i>0,032</i>	<i>0,069</i>	<i>0,093</i>	<i>0,100</i>	<i>0,050</i>	<i>0,038</i>	<i>0,084</i>
Elisa	0,39	0,22	0,29	0,39	0,14	0,46	0,57	0,71	3,00	0,43	0,26	0,40	0,79	0,60	0,46	0,36	0,57
	<i>0,055</i>	<i>0,022</i>	<i>0,027</i>	<i>0,059</i>	<i>0,022</i>	<i>0,050</i>	<i>0,056</i>	<i>0,088</i>	<i>0,598</i>	<i>0,039</i>	<i>0,031</i>	<i>0,060</i>	<i>0,133</i>	<i>0,108</i>	<i>0,069</i>	<i>0,063</i>	<i>0,070</i>
Hellana	0,42	0,25	0,32	0,42	0,15	0,49	0,62	0,75	3,33	0,45	0,27	0,45	0,86	0,63	0,50	0,38	0,63
	<i>0,040</i>	<i>0,031</i>	<i>0,035</i>	<i>0,045</i>	<i>0,012</i>	<i>0,040</i>	<i>0,054</i>	<i>0,059</i>	<i>0,527</i>	<i>0,029</i>	<i>0,023</i>	<i>0,048</i>	<i>0,092</i>	<i>0,080</i>	<i>0,060</i>	<i>0,046</i>	<i>0,043</i>
Prosa	0,38	0,23	0,30	0,37	0,14	0,46	0,56	0,73	2,59	0,43	0,24	0,38	0,74	0,53	0,44	0,32	0,55
	<i>0,061</i>	<i>0,037</i>	<i>0,039</i>	<i>0,058</i>	<i>0,024</i>	<i>0,064</i>	<i>0,089</i>	<i>0,111</i>	<i>0,604</i>	<i>0,061</i>	<i>0,041</i>	<i>0,066</i>	<i>0,122</i>	<i>0,110</i>	<i>0,077</i>	<i>0,055</i>	<i>0,089</i>
<b>SGerste</b>	<b>0,39</b>	<b>0,23</b>	<b>0,30</b>	<b>0,39</b>	<b>0,14</b>	<b>0,47</b>	<b>0,57</b>	<b>0,73</b>	<b>2,78</b>	<b>0,43</b>	<b>0,25</b>	<b>0,39</b>	<b>0,77</b>	<b>0,56</b>	<b>0,45</b>	<b>0,34</b>	<b>0,56</b>
	<i>0,054</i>	<i>0,035</i>	<i>0,036</i>	<i>0,054</i>	<i>0,020</i>	<i>0,055</i>	<i>0,077</i>	<i>0,094</i>	<i>0,603</i>	<i>0,050</i>	<i>0,036</i>	<i>0,063</i>	<i>0,118</i>	<i>0,104</i>	<i>0,070</i>	<i>0,054</i>	<i>0,081</i>
Balaki	0,33	0,20	0,26	0,32	0,12	0,39	0,48	0,61	2,11	0,39	0,21	0,30	0,61	0,43	0,37	0,28	0,46
	<i>0,031</i>	<i>0,019</i>	<i>0,027</i>	<i>0,016</i>	<i>0,007</i>	<i>0,019</i>	<i>0,024</i>	<i>0,032</i>	<i>0,179</i>	<i>0,021</i>	<i>0,012</i>	<i>0,024</i>	<i>0,033</i>	<i>0,036</i>	<i>0,022</i>	<i>0,013</i>	<i>0,032</i>
Carola	0,34	0,20	0,28	0,31	0,11	0,39	0,46	0,60	1,97	0,37	0,20	0,28	0,60	0,40	0,35	0,27	0,43
	<i>0,026</i>	<i>0,015</i>	<i>0,016</i>	<i>0,034</i>	<i>0,013</i>	<i>0,010</i>	<i>0,045</i>	<i>0,024</i>	<i>0,238</i>	<i>0,014</i>	<i>0,009</i>	<i>0,004</i>	<i>0,044</i>	<i>0,039</i>	<i>0,044</i>	<i>0,026</i>	<i>0,012</i>
Montana	0,37	0,24	0,31	0,35	0,13	0,44	0,52	0,69	2,85	0,41	0,23	0,36	0,71	0,52	0,42	0,31	0,52
	<i>0,033</i>	<i>0,027</i>	<i>0,044</i>	<i>0,022</i>	<i>0,006</i>	<i>0,026</i>	<i>0,032</i>	<i>0,040</i>	<i>0,232</i>	<i>0,025</i>	<i>0,015</i>	<i>0,037</i>	<i>0,046</i>	<i>0,041</i>	<i>0,028</i>	<i>0,019</i>	<i>0,043</i>
Virac	0,36	0,21	0,28	0,35	0,12	0,42	0,49	0,64	2,50	0,40	0,22	0,34	0,69	0,49	0,41	0,30	0,50
	<i>0,041</i>	<i>0,035</i>	<i>0,039</i>	<i>0,046</i>	<i>0,021</i>	<i>0,048</i>	<i>0,071</i>	<i>0,069</i>	<i>0,466</i>	<i>0,042</i>	<i>0,029</i>	<i>0,057</i>	<i>0,100</i>	<i>0,087</i>	<i>0,063</i>	<i>0,046</i>	<i>0,070</i>
Virgo	0,39	0,22	0,29	0,37	0,14	0,45	0,54	0,69	2,75	0,42	0,24	0,37	0,75	0,54	0,43	0,33	0,54
	<i>0,065</i>	<i>0,008</i>	<i>0,009</i>	<i>0,040</i>	<i>0,021</i>	<i>0,050</i>	<i>0,069</i>	<i>0,067</i>	<i>0,520</i>	<i>0,034</i>	<i>0,033</i>	<i>0,059</i>	<i>0,098</i>	<i>0,087</i>	<i>0,048</i>	<i>0,044</i>	<i>0,079</i>
<b>WGerste</b>	<b>0,35</b>	<b>0,21</b>	<b>0,27</b>	<b>0,34</b>	<b>0,12</b>	<b>0,41</b>	<b>0,50</b>	<b>0,64</b>	<b>2,34</b>	<b>0,40</b>	<b>0,22</b>	<b>0,32</b>	<b>0,66</b>	<b>0,47</b>	<b>0,39</b>	<b>0,29</b>	<b>0,48</b>
	<i>0,043</i>	<i>0,027</i>	<i>0,035</i>	<i>0,036</i>	<i>0,016</i>	<i>0,039</i>	<i>0,051</i>	<i>0,056</i>	<i>0,407</i>	<i>0,031</i>	<i>0,024</i>	<i>0,048</i>	<i>0,083</i>	<i>0,072</i>	<i>0,046</i>	<i>0,034</i>	<i>0,059</i>
<b>Gesamt</b>	<b>0,37</b>	<b>0,22</b>	<b>0,29</b>	<b>0,36</b>	<b>0,13</b>	<b>0,44</b>	<b>0,53</b>	<b>0,68</b>	<b>2,56</b>	<b>0,41</b>	<b>0,23</b>	<b>0,36</b>	<b>0,72</b>	<b>0,51</b>	<b>0,42</b>	<b>0,32</b>	<b>0,52</b>
	<i>0,053</i>	<i>0,033</i>	<i>0,039</i>	<i>0,051</i>	<i>0,020</i>	<i>0,057</i>	<i>0,075</i>	<i>0,090</i>	<i>0,558</i>	<i>0,045</i>	<i>0,034</i>	<i>0,066</i>	<i>0,115</i>	<i>0,099</i>	<i>0,066</i>	<i>0,051</i>	<i>0,081</i>

*Kursive Werte stellen die Standardabweichungen dar.*

### 5.2.3 Proteinzusammensetzung

In Tabelle 6 sind die durchschnittlichen Eiweißzusammensetzungen der einzelnen Sorten sowie die Aminosäurenanteile der Gerstentypen (Sommerung/Winterung) und aller 80 Proben angegeben. Nachdem für alle Sorten einheitlich mit dem Faktor 6,25 vom Kjehldal-N auf XP umgerechnet wurde, entspricht die Einheit g AS/g XP der Einheit g AS/160 mg N. Ergänzend zu den Angaben im Zwischenbericht werden hier auch die Standardabweichungen angeführt.

In die Tabelle 4 des Zwischenberichts hat sich ein bedeutender Fehler eingeschlichen, der hier mit der Tabelle 6 korrigiert wird. Im Zwischenbericht stimmen zwar die Angaben zur Eiweißzusammensetzung generell, aber die Namen der Sorten sind falsch zugeordnet. Offenbar wurden die Sorten im Zuge einer Überarbeitung neu gereiht, ohne auch bei den dazugehörigen Werten eine neue Reihung durchzuführen. Die AutorInnen bedauern diesen Fehler im Zwischenbericht.

Es lässt sich in der Tabelle erkennen, dass außer bei den Aminosäuren Trp, Glu, Ile und Phe die proteinreicheren Sommergerstensorten geringere Aminosäuregehalte im Protein aufweisen wie die eiweißärmeren Wintergerstensorten.

**Tabelle 6: Eiweißzusammensetzung verschiedener Sorten von biologisch erzeugter Gerste (in g AS/g XP)**

Sorte	Lys	Met	Cys	Thr	Trp	Ala	Arg	Asp	Glu	Gly	His	Ile	Leu	Phe	Ser	Tyr	Val
Baccara	3,12	1,78	2,27	3,17	1,07	3,69	4,32	5,65	21,71	3,46	1,96	3,09	6,24	4,47	3,52	2,72	4,38
	<i>0,204</i>	<i>0,058</i>	<i>0,080</i>	<i>0,136</i>	<i>0,021</i>	<i>0,229</i>	<i>0,306</i>	<i>0,390</i>	<i>0,657</i>	<i>0,259</i>	<i>0,148</i>	<i>0,309</i>	<i>0,321</i>	<i>0,221</i>	<i>0,200</i>	<i>0,096</i>	<i>0,431</i>
Barke	3,04	1,88	2,44	2,95	1,08	3,59	4,41	5,56	21,65	3,34	1,96	3,02	5,88	4,31	3,53	2,58	4,32
	<i>0,352</i>	<i>0,202</i>	<i>0,146</i>	<i>0,165</i>	<i>0,099</i>	<i>0,189</i>	<i>0,223</i>	<i>0,263</i>	<i>1,647</i>	<i>0,209</i>	<i>0,118</i>	<i>0,261</i>	<i>0,305</i>	<i>0,287</i>	<i>0,104</i>	<i>0,107</i>	<i>0,320</i>
Elisa	2,99	1,67	2,24	2,98	1,06	3,52	4,35	5,45	22,64	3,29	1,96	3,06	6,01	4,51	3,50	2,75	4,34
	<i>0,149</i>	<i>0,095</i>	<i>0,098</i>	<i>0,093</i>	<i>0,035</i>	<i>0,157</i>	<i>0,219</i>	<i>0,270</i>	<i>1,637</i>	<i>0,160</i>	<i>0,060</i>	<i>0,103</i>	<i>0,218</i>	<i>0,218</i>	<i>0,117</i>	<i>0,128</i>	<i>0,101</i>
Hellana	2,90	1,69	2,19	2,89	1,01	3,39	4,26	5,18	22,76	3,12	1,83	3,09	5,92	4,31	3,43	2,57	4,34
	<i>0,233</i>	<i>0,219</i>	<i>0,256</i>	<i>0,190</i>	<i>0,075</i>	<i>0,169</i>	<i>0,220</i>	<i>0,290</i>	<i>2,087</i>	<i>0,174</i>	<i>0,074</i>	<i>0,179</i>	<i>0,391</i>	<i>0,277</i>	<i>0,218</i>	<i>0,162</i>	<i>0,164</i>
Prosa	3,08	1,83	2,45	2,98	1,08	3,67	4,49	5,84	20,56	3,41	1,93	3,03	5,90	4,21	3,51	2,59	4,36
	<i>0,262</i>	<i>0,138</i>	<i>0,151</i>	<i>0,132</i>	<i>0,064</i>	<i>0,147</i>	<i>0,204</i>	<i>0,289</i>	<i>1,993</i>	<i>0,140</i>	<i>0,096</i>	<i>0,197</i>	<i>0,278</i>	<i>0,311</i>	<i>0,184</i>	<i>0,147</i>	<i>0,236</i>
<b>SGerste</b>	<b>3,04</b>	<b>1,79</b>	<b>2,37</b>	<b>2,98</b>	<b>1,07</b>	<b>3,61</b>	<b>4,42</b>	<b>5,66</b>	<b>21,31</b>	<b>3,36</b>	<b>1,92</b>	<b>3,04</b>	<b>5,94</b>	<b>4,29</b>	<b>3,50</b>	<b>2,62</b>	<b>4,35</b>
	<i>0,245</i>	<i>0,155</i>	<i>0,184</i>	<i>0,145</i>	<i>0,065</i>	<i>0,183</i>	<i>0,224</i>	<i>0,364</i>	<i>2,022</i>	<i>0,183</i>	<i>0,099</i>	<i>0,189</i>	<i>0,290</i>	<i>0,300</i>	<i>0,170</i>	<i>0,149</i>	<i>0,226</i>
Balaki	3,16	1,86	2,45	3,05	1,11	3,73	4,59	5,83	20,07	3,71	1,97	2,86	5,85	4,14	3,53	2,65	4,37
	<i>0,343</i>	<i>0,187</i>	<i>0,297</i>	<i>0,111</i>	<i>0,054</i>	<i>0,164</i>	<i>0,209</i>	<i>0,256</i>	<i>0,987</i>	<i>0,136</i>	<i>0,067</i>	<i>0,170</i>	<i>0,226</i>	<i>0,188</i>	<i>0,119</i>	<i>0,078</i>	<i>0,235</i>
Carola	3,38	1,94	2,76	3,02	1,03	3,81	4,48	5,92	19,28	3,60	1,93	2,75	5,85	3,95	3,45	2,63	4,24
	<i>0,149</i>	<i>0,031</i>	<i>0,092</i>	<i>0,059</i>	<i>0,032</i>	<i>0,243</i>	<i>0,038</i>	<i>0,300</i>	<i>0,590</i>	<i>0,190</i>	<i>0,084</i>	<i>0,211</i>	<i>0,097</i>	<i>0,025</i>	<i>0,124</i>	<i>0,013</i>	<i>0,266</i>
Montana	3,08	1,96	2,57	2,92	1,10	3,69	4,37	5,73	21,57	3,41	1,93	2,99	5,95	4,36	3,48	2,56	4,35
	<i>0,148</i>	<i>0,148</i>	<i>0,263</i>	<i>0,099</i>	<i>0,039</i>	<i>0,089</i>	<i>0,121</i>	<i>0,150</i>	<i>1,377</i>	<i>0,165</i>	<i>0,085</i>	<i>0,269</i>	<i>0,219</i>	<i>0,291</i>	<i>0,131</i>	<i>0,087</i>	<i>0,290</i>
Virac	3,17	1,78	2,40	3,06	1,06	3,65	4,29	5,52	21,51	3,46	1,94	2,92	6,00	4,24	3,57	2,60	4,31
	<i>0,305</i>	<i>0,178</i>	<i>0,265</i>	<i>0,083</i>	<i>0,073</i>	<i>0,113</i>	<i>0,164</i>	<i>0,181</i>	<i>1,311</i>	<i>0,115</i>	<i>0,072</i>	<i>0,207</i>	<i>0,180</i>	<i>0,223</i>	<i>0,131</i>	<i>0,083</i>	<i>0,202</i>
Virgo	3,12	1,77	2,38	2,98	1,10	3,59	4,30	5,51	21,83	3,40	1,92	2,96	5,99	4,29	3,42	2,62	4,31
	<i>0,398</i>	<i>0,243</i>	<i>0,304</i>	<i>0,089</i>	<i>0,057</i>	<i>0,098</i>	<i>0,179</i>	<i>0,210</i>	<i>1,598</i>	<i>0,187</i>	<i>0,051</i>	<i>0,127</i>	<i>0,045</i>	<i>0,166</i>	<i>0,076</i>	<i>0,028</i>	<i>0,156</i>
<b>WGerste</b>	<b>3,16</b>	<b>1,85</b>	<b>2,46</b>	<b>3,03</b>	<b>1,09</b>	<b>3,69</b>	<b>4,44</b>	<b>5,71</b>	<b>20,80</b>	<b>3,56</b>	<b>1,95</b>	<b>2,90</b>	<b>5,92</b>	<b>4,20</b>	<b>3,51</b>	<b>2,62</b>	<b>4,34</b>
	<i>0,308</i>	<i>0,186</i>	<i>0,282</i>	<i>0,106</i>	<i>0,061</i>	<i>0,145</i>	<i>0,221</i>	<i>0,262</i>	<i>1,411</i>	<i>0,193</i>	<i>0,069</i>	<i>0,190</i>	<i>0,199</i>	<i>0,219</i>	<i>0,124</i>	<i>0,078</i>	<i>0,218</i>
<b>Gesamt</b>	<b>3,10</b>	<b>1,82</b>	<b>2,41</b>	<b>3,01</b>	<b>1,08</b>	<b>3,65</b>	<b>4,43</b>	<b>5,68</b>	<b>21,06</b>	<b>3,46</b>	<b>1,94</b>	<b>2,97</b>	<b>5,93</b>	<b>4,25</b>	<b>3,51</b>	<b>2,62</b>	<b>4,35</b>
	<i>0,283</i>	<i>0,173</i>	<i>0,241</i>	<i>0,128</i>	<i>0,064</i>	<i>0,169</i>	<i>0,221</i>	<i>0,316</i>	<i>1,752</i>	<i>0,214</i>	<i>0,086</i>	<i>0,202</i>	<i>0,248</i>	<i>0,265</i>	<i>0,148</i>	<i>0,118</i>	<i>0,221</i>

*Kursive Werte stellen die Standardabweichungen dar.*

### 5.3 Übereinstimmung mit Literaturwerten

#### 5.3.1 Rohnährstoffgehalte, Gehalt an Umsetzbarer Energie

Als Vergleichstabelle zu den analysierten Gehaltswerten dient aus den in Kapitel 4.5.1 genannten Gründen die „DLG-Futterwerttabellen – Schweine“ (DLG 1991). Wie in genanntem Kapitel ausgeführt, wurde bei den statistischen Tests davon ausgegangen, dass jene Werte in der Tabelle die Grundgesamtheit repräsentieren.

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der statistischen Vergleiche zusammengefasst.

**Tabelle 7: Vergleich der analysierten Inhaltsstoff- (in %) und Energiegehalte (in MJ/kg T) von Sommer- und Wintergerste aus Biologischem Anbau mit Angaben aus DLG (1991)**

Inhaltsstoff	Bio-Gerste		DLG (1991)		Ergebnisse in % von DLG (1991)	t-Wert	Sign. [t(0,05,39)= 2,023]
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s			
<b>SOMMERGERSTE</b>							
	n=40		n=999				
XA	<b>2,6</b>	0,2	2,8	0,6	<b>94</b>	-6,407	*
XP	<b>12,9</b>	1,7	12,0	1,6	<b>108</b>	3,392	*
XL	<b>2,0</b>	0,2	2,3	0,6	<b>88</b>	-7,765	*
XF	<b>6,0</b>	0,8	5,3	1,3	<b>113</b>	5,633	*
XX	<b>76,4</b>	1,8	77,6	2,4	<b>98</b>	-4,112	*
XS	<b>60,6</b>	2,6	60,2	2,5	101	0,875	n.s.
XZ	<b>2,1</b>	0,4	2,5	0,7	<b>84</b>	-6,829	*
ME	<b>14,31</b>	0,11	14,41	–	<b>99</b>	-6,084	*
<b>WINTERGERSTE</b>							
	n=40		n=524				
XA	<b>2,8</b>	0,2	2,7	0,6	<b>105</b>	3,690	*
XP	<b>11,2</b>	1,3	12,5	1,6	<b>89</b>	-6,612	*
XL	<b>1,9</b>	0,1	2,7	0,5	<b>71</b>	-34,378	*
XF	<b>6,4</b>	1,0	5,7	1,0	<b>113</b>	4,844	*
XX	<b>77,6</b>	1,3	76,4	1,9	<b>102</b>	6,173	*
XS	<b>59,0</b>	1,7	60,0	1,7	<b>98</b>	-3,704	*
XZ	<b>1,9</b>	0,4	2,6	1,5	<b>74</b>	-9,591	*
ME	<b>14,14</b>	0,15	14,35	–	<b>99</b>	-8,488	*

Der XP-Gehalt von Sommergerste entspricht nicht den Erwartungen nach Arbeitshypothese (1). Hier wurde davon ausgegangen, dass aufgrund der geringeren Intensität im Biolandbau geringere Eiweißgehalte im Getreide erreicht werden als aufgrund von konventionellen Tabellen zu erwarten wäre. Wintergerste weist dagegen mit nur 89 % des XP-Gehalts von DLG (1991) tatsächlich geringere Eiweißgehalte auf.

Sowohl bei Sommer- als auch bei Wintergerste wurden um 13 % höhere XF-Gehalte als in DLG (1991) festgestellt. Der XL-Gehalt lag ebenso wie der XZ-Gehalt bei beiden Typen signifikant unter den Angaben der genannten Futterwert-Tabelle. Abbildung 1 verdeutlicht diese Unterschiede.

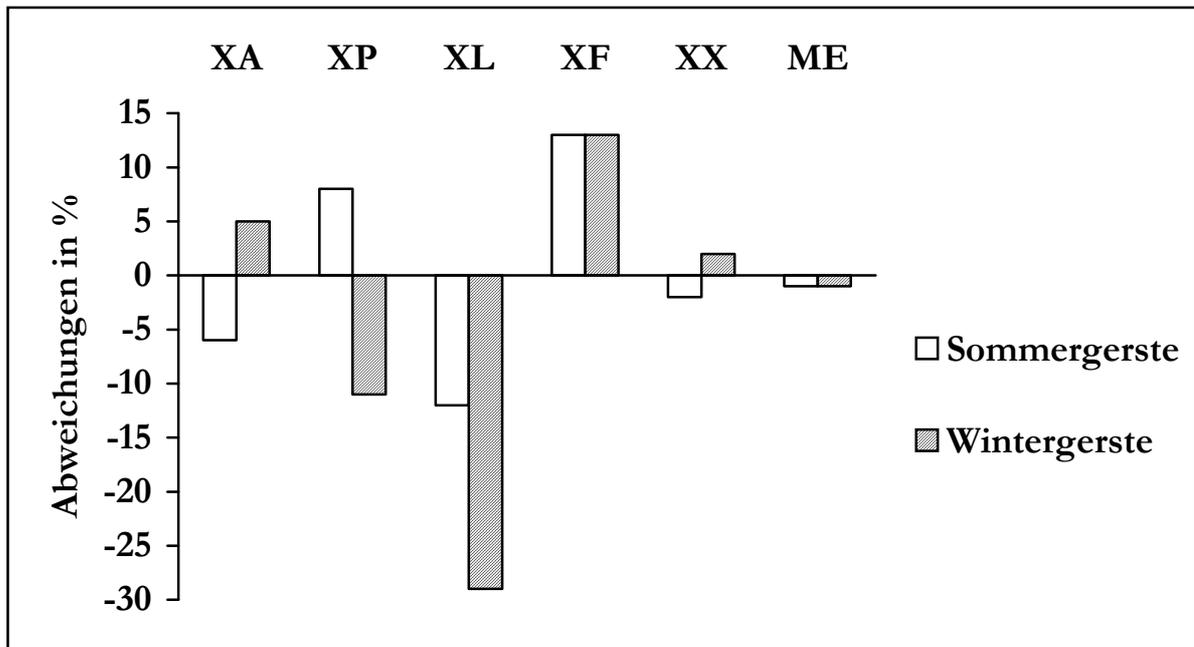


Abbildung 1: Abweichungen der analysierten Inhaltsstoff- und Energiegehalte von Bio-Gerste in % der Werte aus DLG (1991)

### 5.3.2 Aminosäuregehalte

In Kapitel 4.5.1 ist die Vorgangsweise der statistischen Tests beschrieben. Bei dem Vergleich aller 80 analysierten Bio-Gerstenproben mit „Gerste Deutschland“ (Degussa 2001) zeigt sich, dass in der Trockenmasse alle AS-Gehalte außer den Met- und Cys-Gehalten unter den tabellierten Werten lagen. Allerdings waren diese Unterschiede bei  $\alpha=0,05$  nur beim Gly-Gehalt signifikant abzusichern, alle anderen AS-Gehalte unterschieden sich nur zufällig von den jeweiligen Tabellenwerten.

Anders stellte sich die Situation dar, wenn die Sommer- und Wintergerstenproben getrennt mit den Werten aus Degussa (2001) verglichen wurden. Unter der Annahme, dass es sich bei den Angaben von Degussa – ebenso wie bei den eigenen Analysen – um Ergebnisse einer Stichprobe und nicht um solche aus der Grundgesamtheit handelt, lagen die essentiellen AS Lys, Thr und Trp in der T sowohl bei Sommer- als auch bei Wintergerste signifikant unter den Werten von Degussa (2001), die Gehalte an schwefelhaltigen AS bei Sommergerste dagegen darüber (Tabelle 8 und Tabelle 9).

Die im Verhältnis zu Wintergerste geringeren negativen Abweichungen der Sommergerste zu den Angaben von Degussa (2001) erklären sich zu einem Großteil aus dem im Durchschnitt höheren XP-Gehalt von Sommergerste. Die Gehalte der AS in der T sind mit dem XP-Gehalt eng korreliert. Dagegen sind die Unterschiede in den Gehalten der essentiellen AS im Protein zwischen Sommer- und Wintergerste in ähnlichem Ausmaß geringer als die Werte nach Degussa (2001) (siehe auch Abbildung 2 und Tabelle 15).

**Tabelle 8: Vergleich der Mittelwerte<sup>3</sup> der analysierten Aminosäuregehalte in der Trockenmasse (in %) von Sommergerste aus Biologischem Anbau mit Angaben von Degussa (2001)<sup>4</sup>**

Amino- säure	Bio-Gerste	Degussa (2001)		Ergebnisse in % von Degussa		Sign. [t(0,05, 116)=1,981]
	$\bar{x}$ n=40	$\bar{x}$ n=78	s	(2001)	t-Wert	
Lys	<b>0,39</b>	0,45	0,044	<b>86</b>	-6,711	*
Met	<b>0,23</b>	0,20	0,022	<b>113</b>	4,985	*
Cys	<b>0,30</b>	0,28	0,031	<b>107</b>	3,216	*
Thr	<b>0,39</b>	0,43	0,046	<b>89</b>	-4,841	*
Trp	<b>0,14</b>	0,16	0,016	<b>87</b>	-6,043	*
Ala	<b>0,47</b>	0,50	0,054	<b>93</b>	-3,316	*
Arg	<b>0,57</b>	0,63	0,069	<b>91</b>	-3,864	*
Asp	<b>0,73</b>	0,74	0,072	99	-0,538	n. s.
Glu	<b>2,78</b>	3,03	0,492	<b>92</b>	-2,435	*
Gly	<b>0,43</b>	0,52	0,053	<b>83</b>	-8,918	*
His	<b>0,25</b>	0,28	0,033	<b>88</b>	-5,385	*
Ile	<b>0,39</b>	0,43	0,054	<b>91</b>	-3,369	*
Leu	<b>0,77</b>	0,88	0,106	<b>88</b>	-4,920	*
Phe	<b>0,56</b>	0,66	0,100	<b>85</b>	-5,101	*
Ser	<b>0,45</b>	0,53	0,065	<b>85</b>	-6,249	*
Val	<b>0,56</b>	0,61	0,071	<b>92</b>	-3,478	*

<sup>3</sup> Standardabweichungen siehe Tabelle 5

<sup>4</sup> In Degussa (2001) sind keine Angaben zum Tyr-Gehalt enthalten.

**Tabelle 9: Vergleich der Mittelwerte<sup>5</sup> der analysierten Aminosäuregehalte in der Trockenmasse (in %) von Wintergerste aus Biologischem Anbau mit Angaben von Degussa (2001)<sup>4</sup>**

Amino- säure	Bio-Gerste	Degussa (2001)		Ergebnisse in %		Sign. [t(0,05, 116)=1,981]
	$\bar{x}$ n=40	$\bar{x}$ n=78	s	von Degussa (2001)	t-Wert	
Lys	<b>0,35</b>	0,45	0,044	<b>77</b>	-12,182	*
Met	<b>0,21</b>	0,20	0,022	101	0,309	n. s.
Cys	<b>0,27</b>	0,28	0,031	96	-1,662	n. s.
Thr	<b>0,34</b>	0,43	0,046	<b>78</b>	-11,238	*
Trp	<b>0,12</b>	0,16	0,016	<b>77</b>	-11,783	*
Ala	<b>0,41</b>	0,50	0,054	<b>82</b>	-9,261	*
Arg	<b>0,50</b>	0,63	0,069	<b>79</b>	-10,519	*
Asp	<b>0,64</b>	0,74	0,072	<b>86</b>	-7,844	*
Glu	<b>2,34</b>	3,03	0,492	<b>77</b>	-7,700	*
Gly	<b>0,40</b>	0,52	0,053	<b>76</b>	-13,904	*
His	<b>0,22</b>	0,28	0,033	<b>77</b>	-11,337	*
Ile	<b>0,32</b>	0,43	0,054	<b>75</b>	-10,630	*
Leu	<b>0,66</b>	0,88	0,106	<b>76</b>	-11,079	*
Phe	<b>0,47</b>	0,66	0,100	<b>71</b>	-10,544	*
Ser	<b>0,39</b>	0,53	0,065	<b>74</b>	-12,282	*
Val	<b>0,48</b>	0,61	0,071	<b>79</b>	-9,841	*

### 5.3.3 Proteinzusammensetzung

Beim statistischen Vergleich aller 80 analysierten Gerstenproben mit Degussa (2001) zeigten sich signifikante Mindergehalte in Bio-Gerste im Vergleich zu den Tabellenwerten bei den AS Thr, Gly, His, Leu, Phe und Ser.

Wurde dagegen wiederum eine Differenzierung in Sommer- und Wintergerste vorgenommen, so unterschieden sich die beiden Bio-Gerstentypen außer bei Asp in allen untersuchten AS signifikant von den Werten aus Degussa (2001). Beide Gerstentypen wiesen nachweislich höhere Gehalte an den schwefelhaltigen AS Met und Cys und geringere Gehalte an allen anderen AS im Protein auf (Tabelle 10 und Tabelle 11). Abbildung 2 verdeutlicht diese Unterschiede an Hand der in der Schweineernährung essentiellen Aminosäuren.

<sup>5</sup> Standardabweichungen siehe Tabelle 5

**Tabelle 10: Vergleich der Mittelwerte<sup>6</sup> der analysierten Aminosäuregehalte im Protein (in g/g XP) von Sommergerste aus Biologischem Anbau mit Angaben von Degussa (2001)<sup>4</sup>**

Aminosäure	Bio-Gerste	Degussa (2001)		Ergebnisse in %		Sign. [t(0.05, 116)=1,981]
	$\bar{x}$ n=40	$\bar{x}$ n=78	s	von Degussa (2001)	t-Wert	
Lys	<b>3,04</b>	3,45	0,166	<b>88</b>	-10,681	*
Met	<b>1,79</b>	1,55	0,091	<b>115</b>	10,429	*
Cys	<b>2,37</b>	2,15	0,146	<b>110</b>	7,017	*
Thr	<b>2,98</b>	3,28	0,098	<b>91</b>	-13,129	*
Trp	<b>1,07</b>	1,24	0,058	<b>86</b>	-14,529	*
Ala	<b>3,61</b>	3,85	0,154	<b>94</b>	-7,566	*
Arg	<b>4,42</b>	4,75	0,181	<b>93</b>	-8,537	*
Asp	<b>5,66</b>	5,61	0,258	101	0,932	n. s.
Glu	<b>21,31</b>	23,0	1,380	<b>93</b>	-5,336	*
Gly	<b>3,36</b>	3,98	0,195	<b>84</b>	-16,80	*
His	<b>1,92</b>	2,16	0,082	<b>89</b>	-13,784	*
Ile	<b>3,04</b>	3,30	0,116	<b>92</b>	-9,109	*
Leu	<b>5,94</b>	6,70	0,168	<b>89</b>	-17,913	*
Phe	<b>4,29</b>	5,00	0,235	<b>86</b>	-14,069	*
Ser	<b>3,50</b>	4,10	0,111	<b>85</b>	-23,026	*
Val	<b>4,35</b>	4,68	0,150	<b>93</b>	-9,366	*

**Tabelle 11: Vergleich der Mittelwerte<sup>6</sup> der analysierten Aminosäuregehalte im Protein (in g/g XP) von Wintergerste aus Biologischem Anbau mit Angaben von Degussa (2001)<sup>4</sup>**

Aminosäure	Bio-Gerste	Degussa (2001)		Ergebnisse in %		Sign. [t(0.05, 116)=1,981]
	$\bar{x}$ n=40	$\bar{x}$ n=78	s	von Degussa (2001)	t-Wert	
Lys	<b>3,16</b>	3,45	0,166	<b>92</b>	-6,660	*
Met	<b>1,85</b>	1,55	0,091	<b>119</b>	11,675	*
Cys	<b>2,46</b>	2,15	0,146	<b>114</b>	7,810	*
Thr	<b>3,03</b>	3,28	0,098	<b>92</b>	-12,871	*
Trp	<b>1,09</b>	1,24	0,058	<b>88</b>	-12,811	*
Ala	<b>3,39</b>	3,85	0,154	<b>96</b>	-5,458	*
Arg	<b>4,44</b>	4,75	0,181	<b>94</b>	-8,064	*
Asp	<b>5,71</b>	5,61	0,258	102	1,890	n. s.
Glu	<b>20,80</b>	23,0	1,380	<b>90</b>	-8,136	*
Gly	<b>3,56</b>	3,98	0,195	<b>90</b>	-11,039	*
His	<b>1,95</b>	2,16	0,082	<b>90</b>	-13,727	*
Ile	<b>2,90</b>	3,30	0,116	<b>88</b>	-14,250	*
Leu	<b>5,92</b>	6,70	0,168	<b>88</b>	-22,471	*
Phe	<b>4,20</b>	5,00	0,235	<b>84</b>	-17,879	*
Ser	<b>3,51</b>	4,10	0,111	<b>86</b>	-26,118	*
Val	<b>4,34</b>	4,68	0,150	<b>93</b>	-10,019	*

<sup>6</sup> Standardabweichungen siehe Tabelle 6

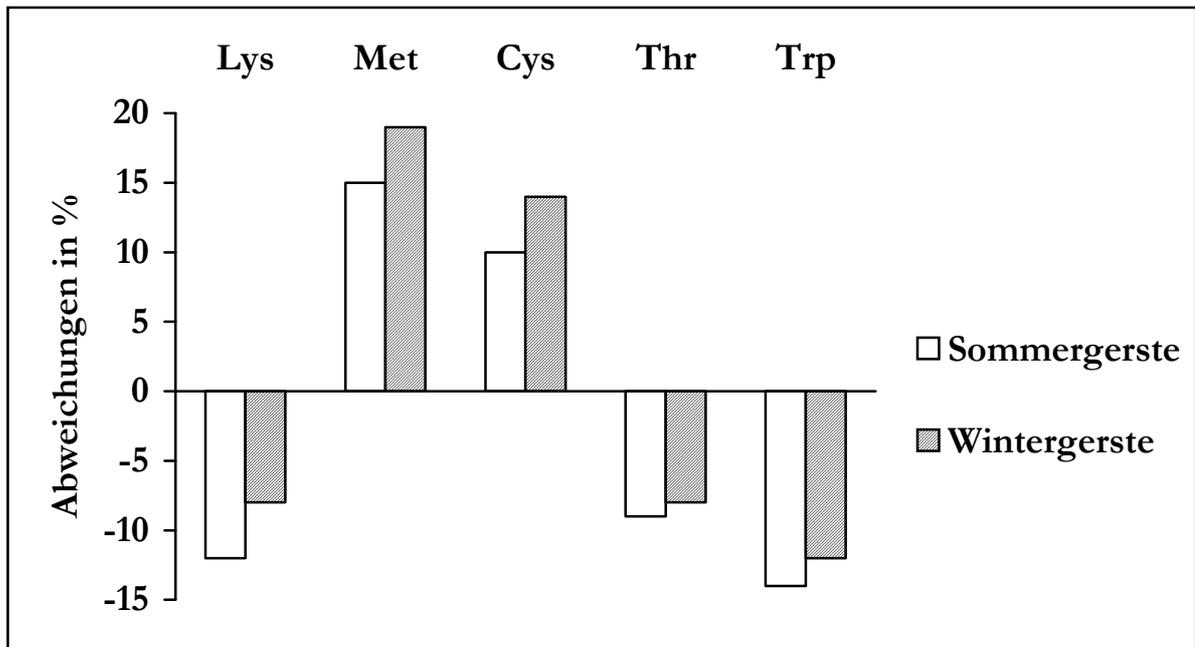


Abbildung 2: Abweichungen der analysierten Gehalte an essentiellen Aminosäuren im Protein von Bio-Gerste in % der Werte aus Degussa (2001)

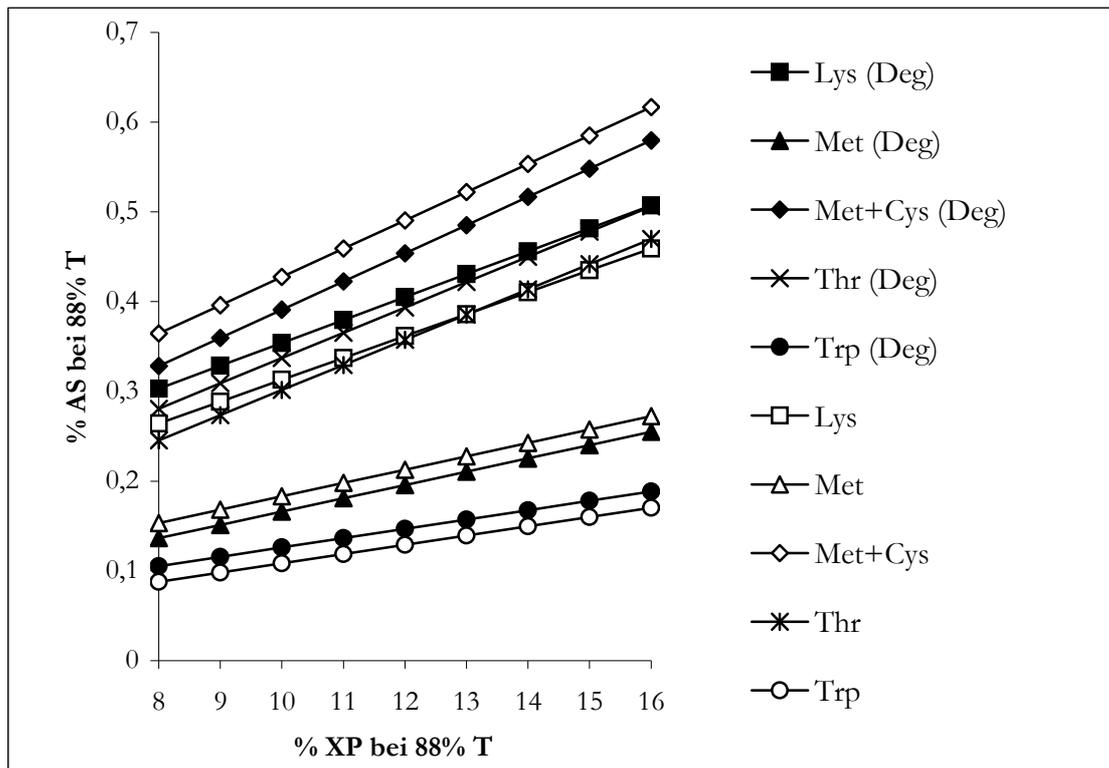
#### 5.3.4 Zusammenhang zwischen Proteingehalt und Gehalten an essentiellen Aminosäuren (Regressionsgleichungen)

Um einen Vergleich mit den Regressionsgleichungen von Degussa (2001) vornehmen zu können, wurden der XP-Gehalt und die Gehalte an essentiellen AS auf 88 % T umgerechnet und danach die Steigung und den Schnittpunkt der Regressionsgeraden zwischen den Aminosäuregehalten und dem Rohproteingehalt geschätzt. In Tabelle 12 sind die geschätzten Regressionsgleichungen wie in Degussa (2001) angegeben und Abbildung 3 stellt die daraus resultierenden Geraden jenen von Degussa (2001) gegenüber.

Es lässt sich in Abbildung 3 erkennen, dass die Steigungen der Geraden der jeweiligen Aminosäuren jenen von Degussa (2001) sehr gut entsprechen, dass allerdings der Lysin- und Tryptophangehalt von Bio-Gerste bei gleichen XP-Gehalten geringere Werte aufweist als die Regressionsgleichungen nach Degussa (2001) berechnen lassen. Dagegen liegt der Gehalt an den beiden schwefelhaltigen AS Methionin und Cystein nach diesen Schätzgleichungen generell höher in Bio-Gerste als nach Degussa (2001).

Tabelle 12: Geschätzte Regressionsgleichungen zwischen dem Rohproteingehalt und den essentiellen Aminosäuren (bei 88 % T) von Bio-Gerste

Regressionsgleichung	R <sup>2</sup>	SE <sub>R</sub>
% Lys = % XP*0,0244 + 0,06874	0,66	0,0272
% Met = % XP*0,01485 + 0,03455	0,61	0,0183
% Met + Cys = % XP*0,03153 + 0,11214	0,60	0,0401
% Thr = % XP*0,02806 + 0,02078	0,91	0,0137
% Trp = % XP*0,01033 + 0,00497	0,84	0,0071



**Abbildung 3: Vergleich der Regressionsgeraden der wichtigsten Aminosäuren in Abhängigkeit vom Rohproteingehalt nach Degussa 2001 („Deg“) und nach eigenen Ergebnissen (88 % T)**

## 5.4 Vergleich der Sorten

### 5.4.1 Rohnährstoffgehalte, Gehalt an Umsetzbarer Energie

Die Rohnährstoffgehalte in der T sind zwischen den beiden Typen (Sommerung/Winterung) signifikant unterschiedlich (Tabelle 13).

Die Gehalte an XA, XF und XP sowie der Gehalt an MEs unterscheiden sich außerdem signifikant je nach Sorte (Tabelle 14). Innerhalb der Wintergerstensorten ist ein Sorteneinfluss auf den XP-Gehalt in der T nachzuweisen, innerhalb der Sommergerstensorten hat die Düngungsmenge und die Bewirtschaftungsdauer (Umsteller ja/nein) neben der Sorte ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf den XP-Gehalt.

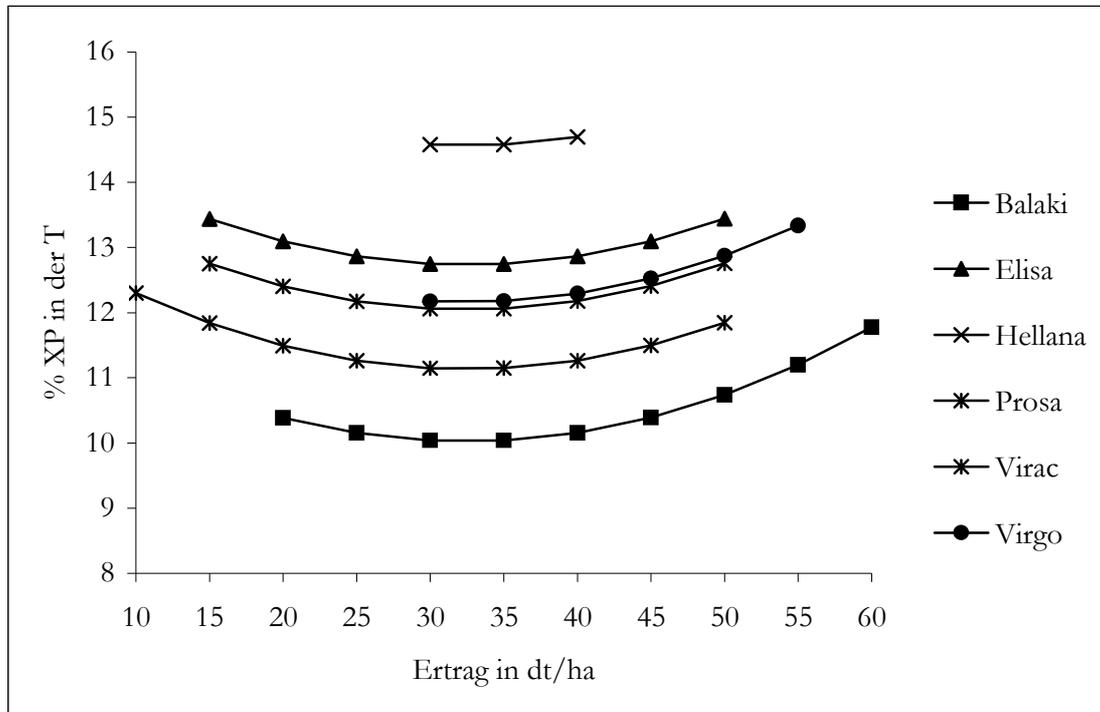
Ohne Berücksichtigung des Gerstentyps, d. h. über alle sieben untersuchten Sorten hinweg, hat neben der Sorte die Ertragshöhe einen signifikanten Einfluss auf den XP-Gehalt in der T. Es sinkt der XP-Gehalt mit steigender Ertragshöhe, erst bei sehr hohen Erträgen steigt der XP-Gehalt in der Trockenmasse wieder leicht an (Abbildung 4).

**Tabelle 13: Unterschiede zwischen Sommer- und Wintergerste in den Rohnährstoffgehalten und dem Gehalt an Umsetzbarer Energie (in der T)**

Inh.stoff	Sommergerste	Wintergerste	P	SE <sub>R</sub>
XA (%)	2,6	2,8	<0,001	0,190
XP (%)	12,8	11,2	<0,001	1,445
XL (%)	2,0	1,9	0,008	0,151
XF (%)	6,0	6,4	0,029	0,879
ME (MJ)	14,32	14,15	<0,001	0,127

**Tabelle 14: Sortenunterschiede in den Rohnährstoffgehalten und dem Gehalt an Umsetzbarer Energie (in der T)**

Inh.stoff	Elisa	Hellana	Prosa	Balaki	Montana	Virac	Virgo	P	SE <sub>R</sub>
XA (%)	2,6 <sup>a</sup>	2,7 <sup>ab</sup>	2,6 <sup>a</sup>	2,9 <sup>b</sup>	2,8 <sup>ab</sup>	2,8 <sup>ab</sup>	2,7 <sup>ab</sup>	<0,0001	0,181
XP (%)	13,1 <sup>bc</sup>	14,6 <sup>c</sup>	12,2 <sup>b</sup>	10,5 <sup>a</sup>	12,0 <sup>ab</sup>	11,5 <sup>ab</sup>	12,5 <sup>bc</sup>	<0,0001	1,217
XF (%)	5,4 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>	7,2 <sup>b</sup>	5,3 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	<0,0001	0,666
ME (MJ)	14,36 <sup>c</sup>	14,33 <sup>bc</sup>	14,30 <sup>bc</sup>	14,04 <sup>a</sup>	14,34 <sup>bc</sup>	14,21 <sup>b</sup>	14,28 <sup>bc</sup>	<0,0001	0,094



**Abbildung 4: Sortenunterschiede und Einfluss der Ertragshöhe auf den XP-Gehalt in der Trockenmasse von Bio-Gerste**

#### 5.4.2 Aminosäuregehalte

Alle Gehalte der essentiellen AS Lys, Met, Cys, Thr und Trp in der T unterscheiden sich signifikant je nach Gerstentyp (Sommerung/Winterung) (Tabelle 15). Sommergerste weist höhere Gehalte an essentiellen Aminosäuren in der T auf, allerdings beinhalten die Sommergerstenproben auch mehr Eiweiß als Wintergerste (Tabelle 13).

Im Protein dagegen unterscheiden sich nur der Thr- und Trp-Gehalt zwischen Sommer- und Wintergerste (Tabelle 15) signifikant, die Unterschiede in den Gehalten an den anderen essentiellen AS (Lys, Met, Cys) können statistisch nicht abgesichert werden. Die Lys- und Met-Gehalte im Protein liegen allerdings tendentiell (P=0,104 bzw. 0,110) bei Wintergerste, die geringere Proteingehalte aufweist, ebenfalls höher als bei eiweißreicherer Sommergerste.

**Tabelle 15: Unterschiede zwischen Sommer- und Wintergerste in den Gehalten an essentiellen Aminosäuren (in der T bzw in g/16 g N)**

Aminosäure	Sommergerste	Wintergerste	P	SE <sub>R</sub>
Lysin (%)	0,39	0,35	0,003	0,048
Methionin (%)	0,23	0,21	0,005	0,028
Cystein (%)	0,30	0,27	<0,001	0,034
Threonin (%)	0,38	0,34	<0,001	0,044
Tryptophan (%)	0,14	0,12	0,003	0,017
Threonin (g/16 g N)	2,97	3,03	0,046	0,123
Tryptophan (g/16 g N)	1,07	1,10	0,055	0,064

Die Sortenunterschiede bei den Gehalten an essentiellen AS in der T sind signifikant (Tabelle 16). Die AS-Gehalte im Protein sind dagegen nicht sortenbedingt, nur beim Met-Gehalt im Protein weist die Sorte *Elisa* mit 1,67 g Met/16 g N signifikant geringere Gehalte auf als die Sorte *Montana* mit 1,96 g/16 g N, alle anderen Sorten liegen dazwischen und unterscheiden sich von keiner der beiden Sorten.

**Tabelle 16: Sortenunterschiede in den Aminosäuregehalten (in der T)**

AS	Elisa	Hellana	Prosa	Balaki	Montana	Virac	Virgo	P	SE <sub>R</sub>
Lys (%)	0,39 <sup>b</sup>	0,42 <sup>b</sup>	0,38 <sup>b</sup>	0,33 <sup>a</sup>	0,37 <sup>ab</sup>	0,36 <sup>ab</sup>	0,39 <sup>ab</sup>	0,003	0,045
Met (%)	0,22 <sup>abc</sup>	0,25 <sup>c</sup>	0,22 <sup>bc</sup>	0,20 <sup>a</sup>	0,24 <sup>bc</sup>	0,21 <sup>b</sup>	0,22 <sup>abc</sup>	0,002	0,026
Cys (%)	0,29 <sup>ab</sup>	0,32 <sup>b</sup>	0,30 <sup>b</sup>	0,26 <sup>a</sup>	0,31 <sup>b</sup>	0,28 <sup>ab</sup>	0,29 <sup>ab</sup>	<0,001	0,031
Thr (%)	0,39 <sup>bc</sup>	0,42 <sup>c</sup>	0,37 <sup>b</sup>	0,32 <sup>a</sup>	0,35 <sup>ab</sup>	0,35 <sup>ab</sup>	0,37 <sup>abc</sup>	<0,001	0,040
Trp (%)	0,14 <sup>b</sup>	0,15 <sup>b</sup>	0,13 <sup>b</sup>	0,12 <sup>a</sup>	0,13 <sup>ab</sup>	0,12 <sup>ab</sup>	0,14 <sup>ab</sup>	0,006	0,014

## 6 Diskussion der Ergebnisse

### 6.1 Inhaltsstoffgehalte, Sortenunterschiede

#### 6.1.1 Gerste allgemein

Bei eine Zusammenfassung der beiden Gerstentypen entspricht der durchschnittliche XP-Gehalt von 12,1 % in der Trockenmasse sehr gut den Angaben von Degussa (1990), die für Gerste 12,2 % ermittelten. Die neuesten Angaben von Degussa (2001) gehen allerdings von einem deutlich höheren XP-Gehalt für „Gerste“ von 12,9 % in der T und für „Gerste Deutschland“ von sogar 13,1 % aus.

Der XP-Gehalt liegt allerdings deutlich über den Ergebnissen der Bio-Gerste von Naumann und Steinhöfel (unveröffentlichte Daten), die einen durchschnittlichen XP-Gehalt von 9,4 % in der T feststellten. Auch Petterson (1982), Starling und Richards (1990) und Plate (2003) ermittelten zum Teil deutlich niedrigere Eiweißgehalte in biologisch erzeugter Gerste (siehe Tabelle 1). Der Unterschied könnte sich natürlich durch verschiedene Erntejahre oder durch die Unterschiede in den Standortbedingungen erklären, die nach Metayer et al. (1993) oder Conry (1994) die Inhaltsstoffgehalte beeinflussen.

Der analysierte Lysingehalt von 0,37 % in der T liegt unter den Angaben von Degussa (1990), BLT (1999) und Degussa (2001), die zwischen 0,43 und 0,45 % liegen. Naumann und Steinhöfel (unveröffentlichte Daten) ermittelten dagegen trotz deutlich geringerer XP-Gehalte mit 0,39 % in der T vergleichbare Lysingehalte.

Die Met- und Cys-Gehalte liegen mit 0,22 bzw. 0,29 % sowohl über den Ergebnissen aus Sachsen (0,17 % Met, 0,25 % Cys in der T) als auch über jenen von Degussa (2001), wo die Gehalte an Met 0,20 bzw. an Cys 0,28 % in der T betragen.

Der Thr-Gehalt entspricht mit 0,36 % in der T genau den Ergebnissen von Naumann und Steinhöfel. Degussa (1990) und BLT (1999) geben jeweils 0,41 % Thr in der T für Gerste an und ermittelten damit einen etwas höheren Thr-Gehalt als die eigenen Analysen ergaben.

Es zeigten sich bei den Auswertungen deutliche Unterschiede zwischen Sommer- und Wintergerste. Sommergerste wies im Durchschnitt höhere XP- und geringere XF-Gehalte auf. Nachdem der „Nährwert“ (Umsetzbare Energie) erheblich stärker von der Variation der Rohfaser bestimmt wird als von den anderen Inhaltsstoffen (BFL 2002), wies Wintergerste einen durchschnittlich geringeren Gehalt an Umsetzbarer Energie als Sommergerste auf. Auch zeigte sich, dass Unterschiede sowohl in den Gehalten an Rohnährstoffen als auch an Aminosäuren zwischen den Typen (Sommerung/Winterung) bestehen. Aus diesen Gründen werden nachfolgend Winter- und Sommergerste getrennt diskutiert.

### 6.1.2 Wintergerste

Bei der Betrachtung der Inhaltsstoffgehalte von Wintergerste ist zu berücksichtigen, dass im Untersuchungsjahr massive Probleme mit dem Gelbverzwergungsvirus auftraten und es deswegen zu Mindererträgen bis zu Totalausfällen in den Befallsgebieten gekommen ist. Dabei war (klimatisch bedingt) der Osten Österreichs am stärksten betroffen, aber auch im Zentralraum Oberösterreichs mussten Bestände umgebrochen werden (Söllinger 2003). Die Pflanzen haben zwar ein gewisses Kompensationsvermögen bei nicht allzu starkem Befall, denn nicht befallene Einzelpflanzen können mehr ährentragende Halme ausbilden, aber das Ertragsniveau dürfte im Vergleich zu anderen Jahren geringer gewesen sein.

Wintergerste wird in Österreich als zweizeilige (etwa 75 %) und als mehrzeilige Form (etwa 25 %) kultiviert (BFL 2002). Der Schwerpunkt der Anbaugebiete liegt im Alpenvorland Ober- und Niederösterreichs, während Sommergerste verstärkt im Wald- und Weinviertel und im Osten Österreichs angebaut wird.

Im mehrjährigen Mittel stellte das BFL (2002) 12,9 % XP in der T fest, wobei der untere Sortimentsbereich bei 11,7 % und der obere Sortimentsbereich bei 13,7 % lag. Die zweizeiligen Sorten *Montana*, *Virac* und *Virgo* wiesen mit 13,1 bzw. 13,8 % XP höhere Eiweißgehalte auf als die mehrzeiligen Sorten *Carola* und *Balaki* mit 12,5 bzw. 12,9 % XP. Metayer et al. (1993) weisen darauf hin, dass es bedeutende Unterschiede zwischen zwei- und mehrzeiligen Sorten gibt, wobei die Autoren sogar so weit gehen, zweizeilige Winter- mit Sommergerstensorten zusammenzufassen und mehrzeiligen Wintergerstensorten gegenüberzustellen. Auch die hier vorliegenden Ergebnisse (Tabelle 4) ergaben bei *Balaki* und *Carola* höhere XP-Gehalte als bei zweizeiligen Sorten. Nachdem von der Sorte *Carola* allerdings nur zwei Proben analysiert werden konnten, und damit nur noch eine mehrzeilige Sorte für die statistische Auswertung zur Verfügung stand, konnte dieser Einflussfaktor aufgrund der Faktorvermischung Sorte\*Zeilen statistisch nicht überprüft werden.

Auch die XF- und Energiegehalte unterscheiden sich nach Metayer et al. (1993) je nach Zeilenanzahl. Die meisten der zweizeiligen Gerstenproben wiesen in dieser Untersuchung geringere XF-Gehalte und höhere Energiegehalte auf als die sechszeiligen Proben. Einen überdurchschnittlichen energetischen Futterwert weist nach BFL (2002) unter anderen die Sorte *Montana* (zz) auf, während *Balaki* und *Carola* (mz) als unterdurchschnittlich im Futterwert eingestuft wurden. Die Gehalte an Umsetzbarer Energie der eigenen Ergebnisse deuten ebenfalls auf geringeren energetischen Futterwert von *Balaki* und höheren von *Montana* hin, wenn diese Unterschiede aufgrund der kleinen Stichprobenumfänge auch nicht abgesichert werden konnten.

Allerdings erbrachten die mehrzeiligen Sorten sowohl in konventionellen als auch in biologischen Sortenversuchen höhere Erträge als zweizeilige Sorten. Die Abteilung Pflanzenbauliches Versuchswesen (AGES 2003) gibt für *Balaki* und *Carola* 14 % Mehrertrag im Verhältnis zum Durchschnittsertrag unter biologischer Bewirtschaftung im Jahr 2002 an. Das erklärt die geringeren XP- und Energiegehalte zumindest teilweise, da zum Beispiel Fuller et al. (1989) darauf hinweisen, dass der N-Gehalt der Körner sowohl bei Winter- als auch bei Sommergerste mit steigendem Ertrag zurückgeht (bei gleichbleibender Art der Bewirtschaftung). Es kommt bei höheren Erträgen offenbar zu einer „Verdünnung“ der wertgebenden Inhaltsstoffe.

Zusammenfassend müssten aufgrund des höheren Futterwerts zweizeilige Sorten für den Anbau in der Biologischen Landwirtschaft empfohlen werden. Dagegen sprechen die durchschnittlich höheren Erträge der mehrzeiligen Sorten: *Balaki* und *Carola* erbrachten von 1996 bis 2001 auf verschiedenen Standorten 108 bzw. 107 % relativen Ertrag im Vergleich zu allen anderen untersuchten Sorten, während *Montana* nur 98 %, *Virgo* nur 101 % und *Virac* gar nur 94 % des durchschnittlichen Ertrages bei (konventionellen) Sortenversuchen erbrachte (BFL 2002). Somit dürften die Proteinерträge je Hektar bei den untersuchten Sorten in etwa gleich hoch sein und somit der höhere Ertrag für biologisch wirtschaftende Betriebe den Ausschlag geben.

### 6.1.3 Sommergerste

Die analysierten 40 Sommergerstenproben wiesen im Durchschnitt höhere XP-Gehalte, geringere XF-Gehalte und damit einhergehend höhere Gehalte an Umsetzbarer Energie auf als die Proben der Wintergerstensorten.

Die Sorten *Hellana*, *Elisa* und *Prosa* unterschieden sich in ihren Inhaltsstoffgehalten nicht untereinander, es handelt sich – wie bei allen österreichischen Sorten – um zweizeilige Sorten. *Barke*, *Elisa* und *Prosa* sind Braugerstensorten, bei *Hellana* und *Baccara* handelt es sich um Futtergerstensorten.

Bei Braugerste spielt neben anderen Kriterien der Rohproteingehalt eine Rolle, er soll zwischen 9,5 und 11 % im Korn betragen. Höhere XP-Gehalte beeinträchtigen die Exaktausbeute, den Gärverlauf, den Schaum und das Aroma des Bieres sowie dessen Haltbarkeit (BFL 2002).

In biologisch wirtschaftenden Betrieben spielt die Produktion von Braugerste allerdings eine untergeordnete Rolle. Jene Proben, die im Zuge dieses Projekts analysiert wurden, waren zu Futterzwecken angebaut worden, was den höheren XP-Gehalt von durchschnittlich 12,9 % in der Trockenmasse erklären könnte. BFL (2002) gibt für Sommergerste (Brau- und Futtergerste) als mehrjähriges Mittel 12,6 % XP im Korn an, nach DLG (1991) enthalten Körner von Sommergerste durchschnittlich 12,0 % XP. Inwieweit das Erntejahr 2002 durch den Witterungsverlauf diese höheren Eiweißgehalte begünstigt hat, kann durch die vorliegende, einjährige Untersuchung nicht beantwortet werden.

Vom Gesichtspunkt des Futterwerts kann für keine der Sorten eine Empfehlung abgegeben werden, die Unterschiede in den Inhaltsstoffgehalten sind nicht statistisch abzusichern. Nur bei XP weist *Hellana* einen nachweislich höheren Gehalt auf als *Prosa*. Die Entscheidung der Landwirte für eine bestimmte Sommergerstensorte muss aber nach anderen Kriterien erfolgen. So neigt *Baccara* nach BFL (2002) kaum zu Ährenknicken, *Barke* ist relativ anfällig für Halmknicken und Netzfleckenkrankheit, und *Elisa* zeigt ebenso wie *Prosa* eine relativ hohe Anfälligkeit gegenüber Zwergrost. Zusätzlich spielt bei der Sortenwahl die Eignung für bestimmte Standortbedingungen (Trockengebiet, übrige Lagen) eine Rolle. In diesem Zusammenhang ist dem Inhaltsstoffgehalt keine Bedeutung beizumessen.

## 6.2 Übereinstimmung mit Literaturwerten

Bei den Vergleichen der absoluten Gehalte der Rohnährstoffe und der Aminosäuren mit verfügbaren Futter-Tabellen wie DLG (1991) oder Degussa (2001) müssen die festgestellten signifikanten Unterschiede aufgrund der vorliegenden Faktorvermischung zwischen der Bewirtschaftungsform („konventionell“ in den Tabellen – „biologisch“ in den eigenen Untersuchungen) und dem Erntejahr relativiert werden. In den genannten Tabellenwerken sind Durchschnittswerte aus Untersuchungen von verschiedenen Erntejahren zusammengefasst, während die Proben der Bio-Gerste (ebenso wie im vorangegangenen Projekt Nr. 1113 jene von Weizen und Triticale) nur aus einem Erntejahr stammen. Einflüsse von Klimabedingungen oder auch unterschiedlicher Standorte auf verschiedene Inhaltsstoffgehalte stellten z. B. Aastrup (1979), Triboi u. Branlard (1990), Metayer et al. (1993), Conry (1994) oder Tester (1997) fest. Aus diesem Grund dürften die Standardabweichungen bei den Rohnährstoffgehalten der eigenen Ergebnisse kleiner sein als jene der mehrjährigen Ergebnisse in DLG (1991).

Um dem Problem der Faktorvermischung zu entgehen, müssten die Proben von biologisch erzeugten Futtermitteln über mehrere Erntejahre gesammelt und analysiert werden. Eine andere Möglichkeit bestünde darin, die eigenen Untersuchungsergebnisse nur mit Ergebnissen aus dem selben Erntejahr zu vergleichen, allerdings werden von Seiten der Firma „Degussa“ oder der Dokumentationsstelle der Universität Hohenheim deren Datenbanken zu diesem Zweck nicht zur Verfügung gestellt.

Beim Rohproteingehalt stellt sich zusätzlich die Frage, ob die in den Futterwert-Tabellen angeführten Werte nicht generell – also auch für konventionell erzeugtes Getreide – zu hoch angesetzt sind. Oberforster (1999) ermittelte sowohl bei Brau- als auch bei Futtergerste negative Korrelationen zwischen dem Proteingehalt der Körner und dem Zulassungsjahr der verschiedenen Sorten. Demnach bewirken die Ertragssteigerungen der letzten Jahre – bedingt einerseits durch den Zuchtfortschritt und andererseits durch die Intensivierung der Landwirtschaft – sinkende Eiweißgehalte je Kilogramm Getreide (Abbildung 5 stellt den Zusammenhang am Beispiel Winterweizen dar). Die im Zuge dieser Untersuchung als Vergleich herangezogene DLG-Futterwerttabelle für Schweine stammt aus dem Jahr 1991, weswegen die darin enthaltenen Rohproteingehalte aus den Jahren 1990 und früher stammen und aus oben genannten Gründen nicht aktuell sind.

Entgegen dem Trend wie von Oberforster (1999) aufgezeigt, weist Gerste nach Ergebnissen von Degussa (2001) höhere Rohprotein- und damit mehr Aminosäuregehalte in der T auf als noch in Degussa (1990) veröffentlicht. Nach Degussa (1990) enthält „Gerste“ im Durchschnitt 12,2 % XP in der Trockenmasse, nach Degussa (2001) dagegen 12,9 % in der T. Der Lysingehalt von 0,43 % in der T nahm in diesem Zeitraum offenbar auf 0,44 % in der T zu. Die Lys-, Thr- und Trp-Gehalte sowohl der Bio-Sommer- als auch der Bio-Wintergerste in der T (Tabelle 8 und Tabelle 9) lagen deutlich und statistisch nachweisbar unter diesen Werten nach Degussa (2001).

Der Vergleich der geschätzten Regressionsgleichungen zwischen XP-Gehalt und Gehalten an essentiellen Aminosäuren von Bio-Gerste mit den Regressionsgleichungen von Degussa (2001) weist ebenso wie die absoluten Gehaltswerte darauf hin, dass Bio-Gerste offenbar auch bei gleichem XP-Gehalt höhere Gehalte an schwefelhaltigen AS (Met und Cys) enthält, während der Lysingehalt bei gleichem XP-Gehalt in Bio-Gerste unter dem nach Degussa (2001) geschätzten Gehalt liegt. Ein Hinweis für die mögliche Ursache dieser Verschiebung der Proteinzusammensetzung in Bio-Gerste, wie sie auch in Bio-Winterweizen und Bio-Triticale gefunden wurde (Wlcek und Zollitsch 2001), ergab sich im Zuge der NIR-Analysen der Firma „Degussa“ von einzelnen Proben (siehe Kapitel 4.4.4).

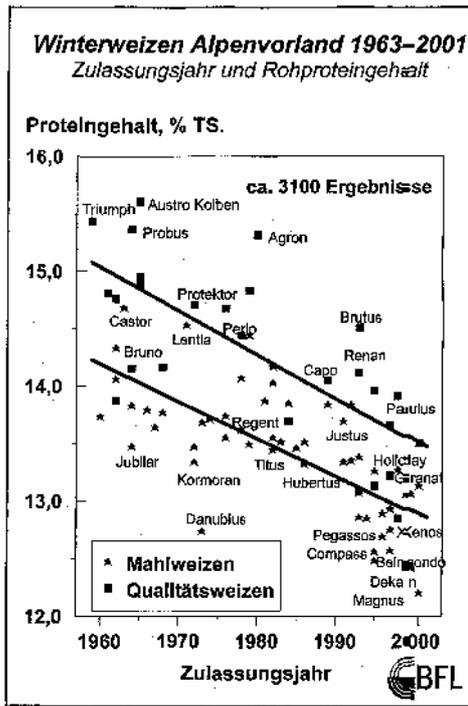


Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Zulassungsjahr österreichischer Winterweizensorten und Proteingehalt im Korn (Quelle: BFL 2002)

## 7 Schlussfolgerungen aus den Projekten 1113 und 1294

### 7.1 Rationsoptimierung für Mastschweine und Zuchtsauen in ökologisch wirtschaftenden Betrieben

Anhand zweier Beispielrationen für Endmasttiere und laktierende Zuchtsauen sollen die Unterschiede zwischen den Werten der (konventionellen) Futterwert-Tabelle (Degussa 2001) und den analysierten XP- und AS-Gehalten, wie sie in der vorliegenden Untersuchung und in Wlcek und Zollitsch (2001) festgestellt wurden, konkretisiert werden.

Nachdem die Rationsgestaltung in biologisch wirtschaftenden Betrieben individuell je nach Standort bzw. Fruchtfolge erfolgt und damit in der Praxis sehr unterschiedliche Rationen anzutreffen sind, werden hier bedarfsgerechte Rationen zusammengestellt, wie sie von Seiten der Beratung beispielhaft erfolgen könnte. Die Inhaltsstoffgehalte der Getreidearten werden einerseits der genannten Futterwert-Tabelle entnommen, andererseits aufgrund der Durchschnitte der Analysenergebnisse eingesetzt.

Die Rationen sind so zusammengestellt, dass die empfohlenen Nährstoff-Gehalte nach BLT (1999) bei XP und Lys mit den Werten aus Degussa (2001) erfüllt werden, und die selbe Rationszusammensetzung wird mit den eigenen Analysenergebnissen ein zweites Mal berechnet. Die Gehaltswerte von Bio-Kürbiskernkuchen, Bio-Futtererbsen und Kartoffeleiweiß entstammen Wlcek (2002), jene von Rapskuchen BLT (1999). In Tabelle 17 und Tabelle 18 sind die Ergebnisse zusammengestellt.

**Tabelle 17: Gegenüberstellung der XP- und AS-Gehalte (g/kg FM) einer Beispielration für Endmasttiere berechnet mit Werten nach Degussa (2001) bzw. eigenen Ergebnissen und Wlcek und Zollitsch (2001)**

Futtermittel	%	XP		Lys		Met		Cys		Thr		Trp	
		Degussa (2001)	eigene Ergebn.										
(Winter)Gerste	40	114	99	3,9	3,1	1,9	1,9	2,5	2,4	3,8	3,0	1,4	1,1
(Winter)Weizen	13	130	103	3,4	2,5	2,0	1,7	2,9	2,6	3,6	2,9	1,5	0,9
Triticale	10	117	87	3,8	2,7	1,9	1,5	2,7	2,2	3,6	2,6	1,2	0,7
Bio-Futtererbse	25	224		14,8		3,1		1,9		7,6		1,7	
Rapskuchen	9	328		17,4		6,2		5,3		14,4		4,3	
Mineralfutter	3	–		–		–		–		–		–	
<b>Gesamtration</b>	<b>100</b>	<b>159</b>	<b>147</b>	<b>7,6</b>	<b>7,1</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,6</b>	<b>2,5</b>	<b>5,5</b>	<b>5,0</b>	<b>1,7</b>	<b>1,4</b>
Bedarf (BLT 1999)		145		7,7		2,4		2,2		4,6		1,5	
Abweichung in % vom Bedarf		+10	+1	-1	-8	+7	+3	+17	+10	+19	+8	+9	-8

**Tabelle 18: Gegenüberstellung der XP- und AS-Gehalte (g/kg FM) einer Beispielration für laktierende Sauen berechnet mit Werten nach Degussa (2001) bzw. eigenen Ergebnissen und Wlcek und Zollitsch (2001)**

Futtermittel	%	XP		Lys		Met		Cys		Thr		Trp	
		Degussa (2001)	eigene Ergebn.										
(Winter)Gerste	40	114	99	3,9	3,1	1,9	1,9	2,5	2,4	3,8	3,0	1,4	1,1
(Winter)Weizen	17	130	103	3,4	2,5	2,0	1,7	2,9	2,6	3,6	2,9	1,5	0,9
Triticale	10	117	87	3,8	2,7	1,9	1,5	2,7	2,2	3,6	2,6	1,2	0,7
Bio-Futtererbse	25	224		14,8		3,1		1,9		7,6		1,7	
Kartoffeleiweiß	5	678		51,1		8,1		11,9		41,6		8,6	
Mineralfutter	3	–		–		–		–		–		–	
<b>Gesamtration</b>	<b>100</b>	<b>169</b>	<b>156</b>	<b>8,8</b>	<b>8,2</b>	<b>2,5</b>	<b>2,4</b>	<b>2,8</b>	<b>2,7</b>	<b>6,5</b>	<b>5,9</b>	<b>1,8</b>	<b>1,5</b>
Bedarf (BLT 1999)		160		8,8		3,2		3,0		5,7		1,8	
Abweichung in % vom Bedarf		+6	-3	0	-7	-22	-25	-5	-10	+13	+3	0	-14

Die beiden Tabellen zeigen, dass bei selber Rationszusammensetzung und den XP- und AS-Gehalten, wie sie in Bio-Getreide festgestellt wurden, der Lysin- und noch deutlicher der Tryptophangehalt der Ration die Bedarfswerte unterschreitet. Zwar entspricht das Verhältnis der Aminosäuren zueinander in der Gesamtration (Tabelle 19) noch recht gut dem Bedarf, der geringere Lysingehalt der Bio-Ration müsste aber dazu führen, den Anteil an Eiweißfuttermitteln in der Ration zu erhöhen.

Vor allem bei der Ration für laktierende Zuchtsauen ist es unter Berücksichtigung der Richtlinien des Biologischen Landbaus schwierig, den Bedarf an den schwefelhaltigen AS zu decken. Der Grund liegt im weit verbreiteten Einsatz von Futtererbsen bzw. Ackerbohnen, die beide eine Schwäche bei diesen AS aufweisen. Hier wäre die verstärkte Verwendung von (Weiß-)Lupinen von Vorteil, da diese Leguminosenart relativ reich an Methionin und Cystein ist.

**Tabelle 19: Verhältnis der essentiellen Aminosäuren zueinander berechnet mit Werten nach Degussa (2001) bzw. eigenen Ergebnissen und Wlcek und Zollitsch (2001)**

	Lys	Met + Cys	Thr	Trp
<b>Mastschweineration (Tabelle 17)</b>				
nach Degussa (2001)	1 :	0,68 :	0,73 :	0,22
nach eigenen Ergebnissen	1 :	0,70 :	0,71 :	0,20
<b>Sauenration (Tabelle 18)</b>				
nach Degussa (2001)	1 :	0,61 :	0,74 :	0,20
nach eigenen Ergebnissen	1 :	0,62 :	0,72 :	0,18

## 7.2 Weiterer Forschungsbedarf

Nachdem die Inhaltsstoffgehalte von Getreide je nach Witterungsbedingungen, d. h. nach Erntejahr bedeutend schwanken können, sind Untersuchungen über Eiweiß- und Aminosäuregehalte bzw. über den Futterwert (Rohnährstoffe) von biologisch erzeugtem Getreide nur über einen Zeitraum von zumindest drei Jahren sinnvoll.

Kooperationen mit Forschungseinrichtungen, die Futtermittel unter Bio-Bedingungen anbauen und untersuchen (z. B. die Abteilung landwirtschaftliches Versuchswesen der AGES in Linz, Versuchsgut des Instituts für Ökologischen Landbau der BOKU Wien) oder mit Futtermittellaboratorien wie jenem der Niederösterreichischen Landes-Landwirtschaftskammer in Rosenau würden sich anbieten, um Proben von Bio-Futtermitteln über einen längeren Zeitraum umfassend zu untersuchen und dadurch den Futterwert verschiedener Bio-Futtermittel besser einschätzen zu können.

Im Zuge dessen böte sich der Aufbau einer „Bio-Futtermittel-Datenbank“ an. Nicht nur Getreide, sondern auch andere wichtige betriebseigene Futtermittel wie Erbsen, Ackerbohnen, Lupine, Mais, Klee gras etc. könnten sich von konventionellen Futtermitteln unterscheiden. Bei der Dokumentationsstelle der Universität Hohenheim ist eine Unterteilung in biologisch bzw. konventionell erzeugte Futtermittel in Diskussion, die im Rahmen der DLG-Futterwert-Tabellen Berücksichtigung finden könnte. Eine Zusammenarbeit von österreichischer Seite (z. B. durch Bereitstellung der bisher gesammelten Daten) würde sich in diesem Falle anbieten.

Allerdings gibt es bei dieser Diskussion auch Argumente gegen eine eigene „Bio-Futtermittel-Tabelle“: So wird einerseits befürchtet, dass biologisch wirtschaftende Betriebe noch weniger davon überzeugt werden können, ihre betriebseigenen Futtermittel regelmäßig auf die wichtigsten Inhaltsstoffgehalte untersuchen zu lassen, womit die Unsicherheit bei den Bio-Rationsgestaltungen verschärft werden könnte (Sundrum 2003). Andererseits ist Steinhöfel (2002) in Sachsen zur Überzeugung gelangt, dass eigene Tabellenwerke für Bio-Futtermittel nicht notwendig sind, da sie sich nicht von konventionellen Tabellenwerten unterscheiden. Dieser Meinung entgegengesetzt sind allerdings die sächsischen Untersuchungsergebnisse selbst (Naumann u. Steinhöfel 2003), die sich nach eigenen Berechnungen signifikant von Angaben der DLG-Futterwert-Tabelle (1991) unterscheiden.

Aus Bayern berichtet Plate (2003) von z. T. deutlichen Abweichungen bei den XP- oder XF-Gehalten nicht nur bei Getreide, sondern auch bei Leguminosen und sogar bei weiterverarbeiteten Futtermitteln wie Grascobs und Sonnenblumenkuchen im Vergleich zu (konventionellen) Futterwert-Tabellen. Auch Wiedner (2002) oder Pommer (2002) vermuten deutliche Unterschiede zwischen biologisch und konventionell erzeugten Futtermitteln.

## 8 Zusammenfassung

In biologisch wirtschaftenden Schweinezucht- und -mastbetrieben werden verschiedene Getreidearten als Hauptkomponenten in den Futtermischungen eingesetzt. Der Beitrag des Getreides zur Gesamtaminosäurenversorgung ist nicht zu vernachlässigen (Meyer 2001), weswegen die übliche Verwendung von konventionellen Futterwert-Tabellen zur Rationsoptimierung vor allem aus Sicht des Protein- und Aminosäuregehalts kritisch betrachtet werden muss.

Ziel der Untersuchung war es, einerseits die Inhaltsstoffgehalte ökologisch angebauter Gerste festzustellen und mit praxisüblichen Futterwert-Tabellen statistisch zu vergleichen, und andererseits Stärken oder Schwächen einzelner Sorten im Rohproteingehalt und in der -zusammensetzung darzustellen.

Dazu wurden jene 10 Sorten untersucht, die derzeit am häufigsten in Bio-Betrieben angebaut werden (*Baccara, Balaki, Barke, Carola, Elisa, Hellana, Montana, Prosa, Virac, Virgo*). Die Analysen der Inhaltsstoffgehalte (Weender Analyse) erfolgte nach ALVA (1983), jene der Aminosäuregehalte nach Kommission der EU (1998). Die Gehalte an Umsetzbarer Energie (Schwein) wurden rechnerisch ermittelt (DLG 1991). Der Unterschied zu den gewählten, weil in der Praxis häufig verwendeten, Futterwert-Tabellen von DLG (1991) und Degussa (2001) wurde mittels t-Test nach vorangegangenem F-Test statistisch untersucht. Mit Hilfe zweier Modelle wurden Unterschiede zwischen den Sorten bzw. dem Typ (Sommergerste/Wintergerste) statistisch ausgewertet (Eßl 1987).

Der Vergleich der Analysenergebnisse mit den beiden genannten Futterwert-Tabellen zeigte, dass der XP-Gehalt von Sommergerste signifikant über und jener von Wintergerste unter den Angaben von DLG (1991) lag. Vor allem die ertragsstarke, mehrzeilige Wintergerstensorte *Balaki* war unterdurchschnittlich in den Rohnährstoff- und Energiegehalten (in der T). Aufgrund des Zuchtfortschritts der vergangenen Jahrzehnte sind die Angaben von DLG (1991) allerdings generell zu hinterfragen, da mit den in diesem Zeitraum erfolgten Ertragssteigerungen bei neuen Sorten Verminderungen im Eiweißgehalt einhergingen. Weiters zu beachten ist die Tatsache, dass die untersuchten Proben nur aus einem Erntejahr stammen und der Jahreseinfluss somit nicht berücksichtigt werden konnte. Um die Frage der Unterschiede zu Futterwert-Tabellen zu klären, sind daher unbedingt mehrjährige Untersuchungen notwendig!

Bei der Zusammensetzung des Proteins zeigte sich sowohl bei Sommer- als auch bei Wintergerste ebenso wie bei Winterweizen und Triticale (Wlcek und Zollitsch 2001), dass biologisch erzeugtes Getreide reicher an den schwefelhaltigen AS Met und Cys (im Protein!) ist als von Degussa (2001) angegeben. Dagegen sind im Bio-Getreideprotein sowohl die Lys- als auch die Trp-Gehalte signifikant geringer. Wie sehr diese Unterschiede durch unterschiedliche Analysemethoden beeinflusst wurden, bleibt abzuklären.

Biologisch wirtschaftenden Betrieben, die Futtermischungen aus eigenem Getreide zusammenstellen, wird dringend geraten, zumindest einmal im Jahr den Rohnährstoffgehalt des betriebseigenen Getreides oder der Futtermischungen feststellen zu lassen. Die Aminosäuregehalte der Bio-Getreide können mit Hilfe von Regressionsgleichungen z. B. von Degussa (2001) geschätzt werden, wobei nach den vorliegenden Ergebnissen bei Lysin und Tryptophan ein Abschlag von etwa 10 % ratsam ist.

## 9 Abstract

The main components in rations for organic pigs are different types of grains, therefore they contribute considerably to the amino acid supply of the animals. Usually, diet formulations are

based on chemical analyses of conventionally produced grains. The correspondence of these informations with organically grown grains can be discussed, like investigations with wheat and triticale have shown before (Wlcek and Zollitsch 2001).

The objectives of this study were to analyse the nutrient and amino acid contents of 10 different varieties of organically grown barley (*Baccara*, *Balaki*, *Barke*, *Carola*, *Elisa*, *Hellana*, *Montana*, *Prosa*, *Virac*, *Virgo*) and to compare them with values given in commonly used feed tables. A secondary objective was to demonstrate strong or weak points of each variety.

Dry matter, ash, crude fibre, ether extracts, crude protein and amino acids were analysed (ALVA 1983, Comm. of the EU 1998), model evaluations of variety differences were performed only for varieties with a sufficient number of samples. Metabolizable energy content was calculated according to DLG (1991). Differences relative from values in conventional feed tables (DLG 1991, Degussa 2001) were tested with t-tests after preceding F-tests. Two models were tested to find out variety differences (EBI 1987).

Compared with the two feed tables mentioned above, the content of crude protein was significantly higher in organically produced summer barley and lower in winter barley than in DLG (1991). Above all, the nutrient contents and energy content were below average at the high yielding six-rowed variety *Balaki*.

However, breeding new varieties resulted in higher yields and, parallel to this, in lower protein contents during the last twenty years. That's why the protein values in DLG (1991) must be critically scrutinized even for conventionally grown cereals. Beyond that, the following fact has to be taken in consideration: All samples were harvested in the same year, therefore the effect of the year is ignored completely. It is therefore necessary to analyse samples from several years to clarify the differences between organic cereals and values from feed tables!

The protein composition of summer as well as of winter barley and of wheat or triticale (Wlcek and Zollitsch 2001) showed higher shares of sulphurcontaining amino acids (methionine and cysteine) in organically grown cereals then described in Degussa (2001). In contrast to that, the contents of lysine and particularly tryptophane were significantly lower. Whether different methods of analyses accounts for these differences, must be investigated.

We strongly advise organic pig farmers, who are using cereals produced on farm in their diet formulations, to have their cereals or their mixed feed analysed at least once a year for nutrient contents. Amino acid contents can be estimated by means of regression equations (e. g. in Degussa 2001), but the values of lysine and tryptophane should be reduced by approximately 10 %.

## 10 Verwendete Literatur

- Aastrup S. (1979): *The effect of rain on  $\beta$ -glucan content in barley grains*. Carlsberg Research Communications, 44, 381-93. zit. nach Hugh R.J. und M. Choct (1999): Chemical and physical characteristics of grains related to variability in energy and amino acid availability in poultry. Aust. J. Agric. Res., 50, 689-701
- AGES, Agentur für Ernährung und Sicherheit (2003): *Vorläufige Ergebnisse der Bio-Sortenversuche*. <http://www.lwlnz.ages.at/deutsch/org/abt/versuch/biosv02.htm>
- ALVA (1983), Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher Versuchsanstalten in Österreich: *Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen*. Wien : Eigenverlag
- Amon B., T. Amon und J. Boxberger (1998): *Untersuchungen der Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft Österreichs zur Ermittlung der Reduktionspotentiale und Reduktionsmöglichkeiten*. Endbericht des Forschungsprojekts L 883/94 des BMLFUW, Wien
- BA f. Agrarbiologie (1999): *Projekt BAB 992416 „Vergleich von Getreidesorten und Körnerleguminosen unter den Bedingungen des Biologischen Landbaus“*. Jahresbericht des Bundesamtes für Agrarbiologie 1999. Linz : Eigenverlag
- BA f. Agrarbiologie (2000): *Jahresbericht und Ergebnisse aus Feldversuchen 2000*. Linz : Eigenverlag
- Bittermann R., Die Saat, RWA (2002): persönliche Mitteilungen
- BFL, Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft (2002): *Österreichische beschreibende Sortenliste 2002*. Schriftenreihe 21/2002 des BFL. Wien : Eigenverl.
- BLT, Bayerische Landesanstalt für Tierzucht (1999): *Futterberechnung für Schweine*. 12. Aufl. 7/1999, Poing : Eigenverl.
- BMLF, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (1991): *Wirtschaftsdünger*. Sonderausgabe der Zeitschrift „Förderungsdienst“. Wien : Eigenverl.
- Boila R.J., S.C. Stothers and L.D. Campbell (1996): *The relationship between the concentrations of individual amino acids and protein in wheat and barley grain grown at selected locations throughout Manitoba*. In: Can. J. Anim. Sci., 76, 163-169
- Conry M.J. (1994): *Comparative effect of six cultivars at four rates of nitrogen on the grain yield and grain quality of spring-sown malting barley in Ireland*. J. Agricult. Sci. Cambridge, 122, 343-350
- Degussa AG (1990): *Die Aminosäurezusammensetzung von Futtermitteln*. Frankfurt a. M. u. Hanau : Eigenverlag
- Degussa AG (2001): AminoDat™ 2.0. Degussa feed additives.
- Degussa (1986): *Analytik/ Analysis (01/86)*. A 4, 1-2
- DLG, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (1991): *DLG-Futterwerttabellen – Schweine*. 6., erw. u. völlig neu gestaltete Aufl. – Frankfurt a. M. : DLG-Verlag
- Eder M. und W. Schneeberger (2002): *Wie Biobauern ihre Äcker nutzen*. Blick ins Land, 11, 38-39
- Eggum B.O. (1970) *Über die Abhängigkeit der Proteinqualität vom Stickstoffgehalt der Gerste*. Zeitschr. f. Tierphysiol., Tierernährung u. Futtermittelkunde, 26, 65-71
- EBI A. (1987): *Statistische Methoden in der Tierproduktion*. Wien : Österreichischer Agrarverlag

- Fink D. (1986): *Untersuchungen über die ernährungsphysiologische Qualität von Weizenkornproteinen in Abhängigkeit von Genotyp, Reifestadium und Proteingehalt im Stoffwechselforschung*. Diss. im Fachbereich Agrarwissenschaften, Justus-Liebig-Universität Gießen
- Fritz H., Bio Ernte Austria Niederösterreich (2002): persönliche Mitteilungen
- Fuller M.F., A. Cadenhead, D.S. Brown, A.C. Brewer, M. Carver und R. Robinson (1989): *Varietal differences in the nutritive value of cereal grains for pigs*. J. Agric. Sci. Cambridge, 113, 149-163
- Gröss C., Bio Ernte Austria Bundesverband (2002): persönliche Mitteilungen
- Großlercher E., Probstdorfer Saatzucht (2002): persönliche Mitteilungen
- Hagel I. (2000): *Differenzierung und Charakterisierung von Weizen verschiedener Anbausysteme und Sorten durch Proteinfraktionierung*. Landbauforschung Völkenrode, Sdh. 208. Braunschweig : Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
- Hagel I. u. E. Schnug (1999): *Proteinfraktionierung zur Differenzierung von Winterweizen aus konventionellem und biologisch-dynamischen Anbau*. In: Beiträge zur 5. Wiss.tagung zum Ökolog. Landbau „Vom Rand zur Mitte“, 23.-25. 2. 1999 in Berlin, Hoffmann H. u. Müller S. (Hrsg.), Berlin : Dr. Köster, S. 530-533
- Hugh R.J. und M. Choct (1999): *Chemical and physical characteristics of grains related to variability in energy and amino acid availability in poultry*. Aust. J. Agric. Res., 50, 689-701
- Hydro Agri Dülmen (1993): *Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau*. 12., überarb., erg. u. erw. Aufl. Wien u. a. : Verlagsunion Agrar
- Jørgensen H., V.M. Gabert und J.A. Fernández (1999): *Influence of nitrogen fertilization on the nutritional value of high-lysine barley determined in growing pigs*. Anim. Feed Sci. Techn., 79, 79-91
- Kirkman M.A., P.R. Shewry und B.J. Mifflin (1982): *The effect of nitrogen nutrition on the lysine content and protein composition of barley seeds*. J. Sci. Food Agric., 33, 115-127
- Kommission der Europäischen Union (1998): *Richtlinie 98/64/EG der Kommission vom 3.9.1998 zur Festlegung gemeinschaftlicher Analysenmethoden für die Bestimmung von Aminosäuren, Rohfetten und Olaquinox in Futtermitteln und zur Änderung der Richtlinie 71/39/EWG*. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Teil A, L257/16-23
- Krenn M., Saatzucht Linz (2002): persönliche Mitteilungen
- László R. (1999): *Cereal Chemistry*. Budapest : Akadémiai Kiadó
- Löhr L. (1990): *Faustzahlen für den Landwirt*. Graz : Leopold Stocker Verl.
- Metayer J.P., F. Grosjean und J. Castaing (1993): *Study of variability in French cereals*. Anim. Feed Sci. Techn., 43, 87-108
- Meyer E. (2001): *Bedarfsgerecht füttern mit heimischem Korn?* In: Neue Landwirtschaft, 4, 62-66
- Naumann X. und O. Steinhöfel (2003): persönliche Mitteilungen
- Oberforster M. (1999): *Ergebnisse und Perspektiven der Züchtung auf Standfestigkeit, Krankheitsresistenz und Ertrag bei Gerste und Weizen im Spiegel der österreichischen Wertprüfung 1960-1999*. Bericht über die 50. Arbeitstagung 1999 der Vereinigung österr. Pflanzenzüchter, BAL Gumpenstein, 23.-25. 11. 1999, S. 33-43
- Oberforster M., Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (2003): persönliche Mitteilungen

- Oscarsson M., R. Andersson, P. Åman, S. Olofsson und A. Jonsson (1998): *Effects of cultivar, nitrogen fertilization rate and environment on yield and grain quality of barley*. J. Sci. Food Agric., 78, 359-366
- Pettersson B.D. (1977): *Vergleichende Untersuchungen von konventionellem und biologisch-dynamischen Anbau mit besonderer Berücksichtigung von Erträgen und Qualitäten*. In: Lebendige Erde, 5, 175-180
- Pettersson B.D. (1982): *Konventionell und biologisch-dynamisch erzeugte pflanzliche Nahrungsmittel im Vergleich*. In: Schriftenreihe des BMELF, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 263: „Alternativen im Landbau – Seminar“. Münster-Hiltrup : Landwirtschaftsverlag
- Plate H. (2003): *Eiweißanteile in betriebseigenem Geflügelfutter*. Beratungs-Info des Bioland Erzeugerrings Bayern e. V., Auf dem Kreuz 58, 86152 Augsburg, Februar 2003
- Pommer G., Bayerische Landesanst. f. Bodenkultur u. Pflanzenbau (2002): persönliche Mitteilungen
- Samuel A.M. und J. East (1990): *Organically grown wheat – the effect of crop husbandry on grain quality*. Aspects of Appl. Biol., 25, 199-208
- Scheller E. (1999): *Proteinqualität bei Weizen, Dinkel und Einkorn*. In: Beiträge zur 5. Wiss.tagung zum Ökolog. Landbau „Vom Rand zur Mitte“, 23.-25. 2. 1999 in Berlin, Hoffmann H. u. Müller S. (Hrsg.), Berlin : Dr. Köster, S. 121-125
- Söllinger J., Agentur für Ernährungssicherheit (2002): persönliche Mitteilungen
- Starling W. und M.C. Richards (1990): *Quality of organically grown wheat and barley*. Aspects of Appl. Biol., 25, 193-198
- Steinhöfel O., Fachbereich 8 (Tierzucht, Fischerei u. Grünland) d. Sächsischen Landesanstalt f. Landwirtschaft (2002): persönliche Mitteilungen
- Strommer J., Ökoland (2002): persönliche Mitteilungen
- Sundrum A., Univ. GH Kassel-Witzenhausen (2003): persönliche Mitteilungen
- Tester R.F. (1997): *Influence of growth conditions on barley starch properties*. International J. of Biological Macromolecules, 21, 37-45. zit. nach Hugh R.J. und M. Choct (1999): Chemical and physical characteristics of grains related to variability in energy and amino acid availability in poultry. Aust. J. Agric. Res., 50, 689-701
- Thomke S. (1970): *Über die Veränderung des Aminosäuregehaltes der Gerste mit steigendem Stickstoffgehalt*. Zeitschr. f. Tierphysiol., Tierernährung u. Futtermittelkunde, 27, 23-31
- Triboi E. u. G. Branlard (1990): *Environmental and husbandry effects on the content and composition of proteins in wheat*. Asp. Appl. Biol., 25, 149-158
- Valaja J., K. Suomi, T. Alaviuhkola und T. Mela (1997): *Effects of variety, soil type and nitrogen fertilizer supply on the nutritive value of barley for growing pigs*. Agricultural and Food Science in Finland, 6, 295-303
- Wiedner G., Futtermittellabor Rosenau d. Nö. LLWK (2002): persönliche Mitteilungen
- Wlcek S. (2002): *Die systemkompatible Ernährung von Schweinen im Biologischen Landbau – Untersuchungen zum Aufkommen und Futterwert von Nebenprodukten aus der Verarbeitung biologisch erzeugter Lebensmittel*. Diss., Univ. f. Bodenkultur Wien
- Wlcek S. und W. Zollitsch (2001): *Rohprotein- und Aminosäuregehalte von Winterweizen und Triticale aus Biologischem Anbau*. Kapitel B des Endberichts des Projektes Nr. 1113 „Die systemkompatible Ernährung von Schweinen im Biologischen Landbau –

Untersuchungen zum Aufkommen und Futterwert von Nebenprodukten aus der Verarbeitung biologisch erzeugter Lebensmittel“. BMLFUW, Wien.

Zechner E., Saatzucht Edelhof (2002): persönliche Mitteilungen

## Erhebungsblatt (Bitte für jede Probe ausfüllen!)

## Bio-Futtergerste

<i>Name</i>	<i>Straße</i>	<i>PLZ, Ort</i>
<i>Tel.nr.</i>	<i>Faxnr.</i>	<i>e-mail</i>

<i>Gerstensorte:</i>	<i>Umsteller ja/nein</i>	<i>voraussichtlicher Ertrag (in dt/ha):</i>
----------------------	--------------------------	---

## Fruchtfolge:

<i>Welche Kultur im Jahr vor der Gerste (2000/2001)?</i>	<i>Zwischenfrucht ja/nein</i>	<i>Welche Zwischenfrucht?</i>
--	-------------------------------	-------------------------------

## Düngeraufwand (Schätzwerte):

<i>Kompostmenge (in t/ha oder m<sup>3</sup>/ha oder kg N/ha):</i>	
<i>Stallmistmenge (in t oder m<sup>3</sup>/ha oder kg N/ha):</i>	
	<i>Rindermist</i> <input type="radio"/>
	<i>Schweinemist</i> <input type="radio"/>
	<i>Hühnermist</i> <input type="radio"/>
<i>Jauchemenge (in m<sup>3</sup>/ha oder kg N/ha):</i>	<i>Verdünnung der Jauche (zirka)</i>
<i>Güllemenge (in m<sup>3</sup>/ha oder kg N/ha):</i>	<i>Verdünnung der Gülle (zirka)</i>

Sonstige Anmerkungen/Besonderheiten: