

## Versuchsbericht S12/3

### Verdauungsversuche mit Eiweißfutter - Nebenprodukte des Mälzerei- und Brauereigewerbes

#### 1. Ausgangssituation

Die bayerischen Brauereien setzen jährlich bei ca. 22,6 Mio. Hektoliter Bierausstoß etwa 500.000 t Nebenprodukte frei. Die Hauptmengen davon wandern in den Futtertrog. Dabei handelt es sich in Frischmasse um ca. 8.000 t Malzkeime, ca. 450.000 t Biertreber und ca. 35.000 t Bierhefe.

In den folgenden Abbildungen sind die Futtermittel sowie die Prozesse, bei denen sie anfallen, dargestellt

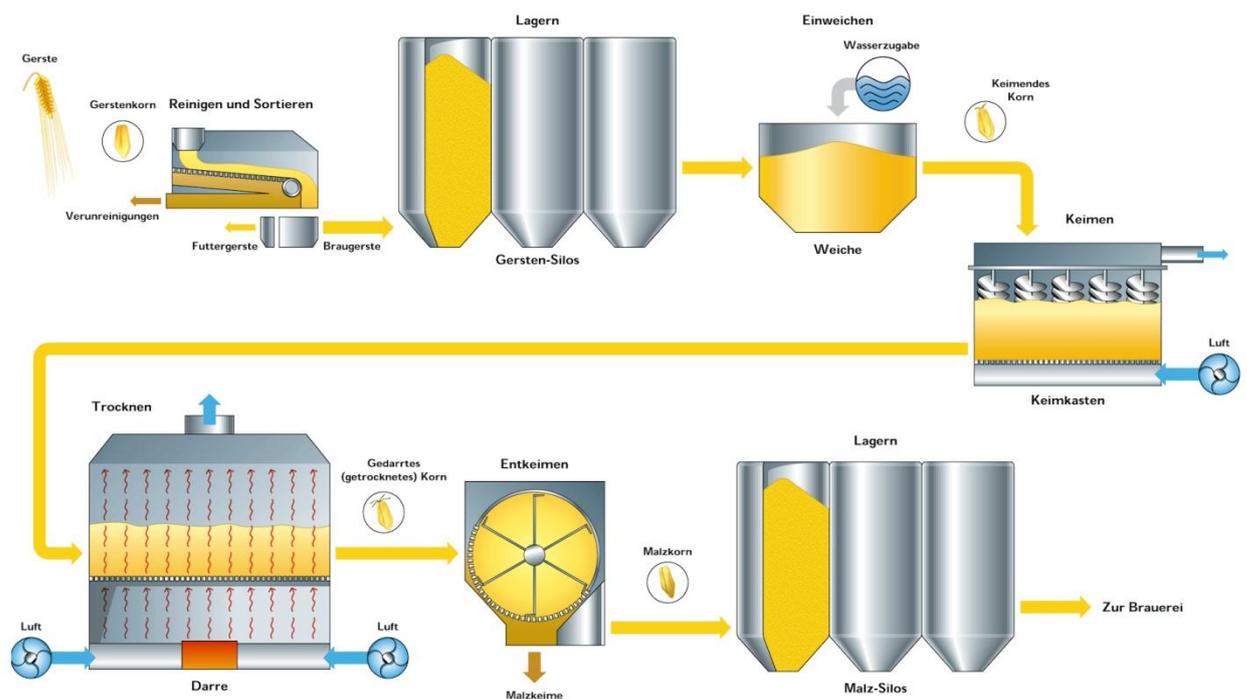


Abb. 1: Die Malzherstellung mit Entstehung des Nebenproduktes Malzkeime  
(Quelle: Deutscher Mälzerbund)



Abb. 2: Malzkeime, getrocknet;

Bierhefe, getrocknet

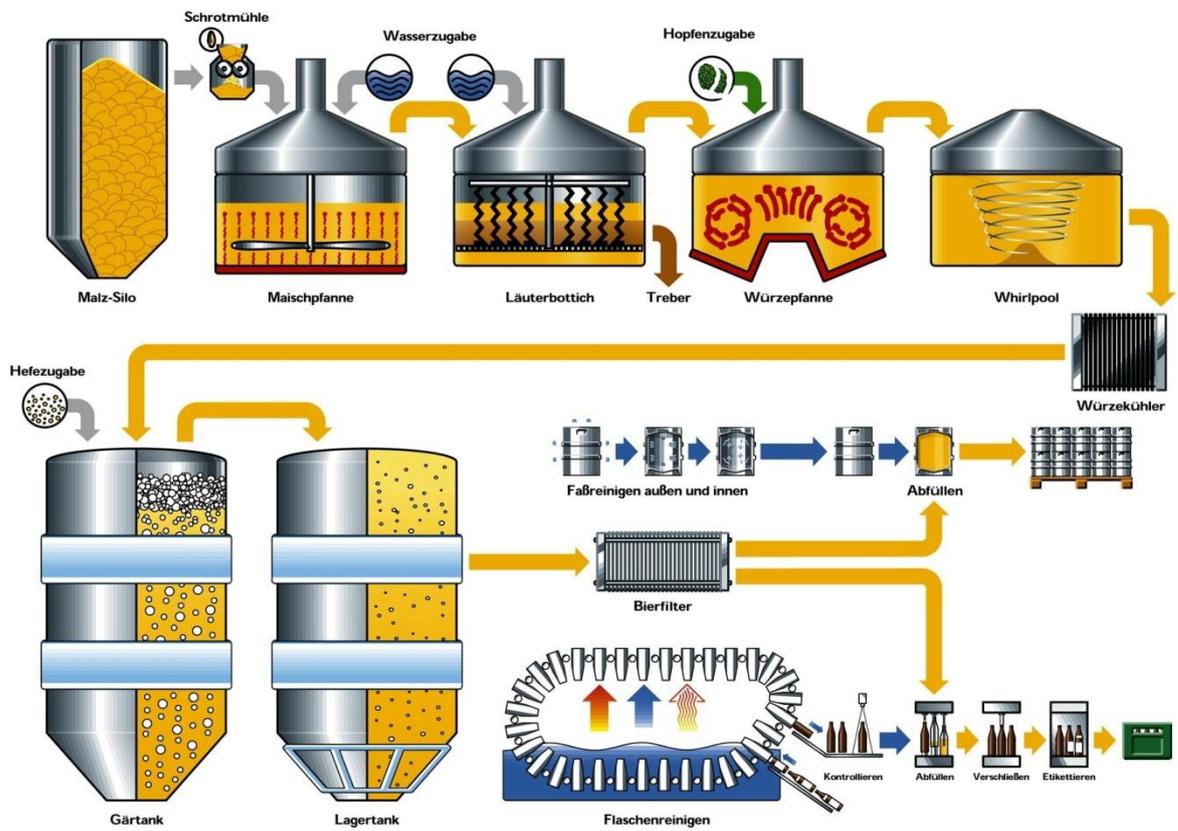


Abb. 3: Der Brauvorgang mit Entstehung der Nebenprodukte Bierhefe und Biertreber (Quelle Deutscher Brauerbund)



Abb. 4: Biertreber, getrocknet (links) und frisch (rechts)

#### Kurzbeschreibung:

- Malzkeime fallen nach der Getreidekeimung an. Das Grünmalz (stark zuckerhaltig und deswegen hygroskopisch) wird getrocknet und ist so gut lagerfähig. Der Nährstoffgehalt (20 – 30 % Rohprotein mit ca. 50 % NPN, 15 – 25 % Rohfaser) ist abhängig von Getreideart, Keimdauer, Trocknung, Spelzenzusatz.
- Biertreber sind die ungelösten Rückstände am Ende des Maischprozesses (Stärke bzw. Zuckerentzug) – also Spelzen, Schalen, Reststärke, Fett, 70 % des Rohproteins.
- Bierhefe fällt nach Abschluss der alkoholischen Gärung an, ist sehr protein- und aminosäurereich, enthält viele B-Vitamine und Mineralstoffe

Die inhaltliche und energetische Bewertung der wichtigsten Brauereinebenprodukte (Biertreber, Bierhefe, Malzkeime) liegt zum Teil mehr als 20 Jahre zurück. Mittlerweile haben sich sowohl die Getreidegrundlage (Züchtung, Trend zum Weizenbier usw.) als auch die Verarbeitungstechnik stark verändert und damit die anfallenden Nebenprodukte. Hinzu kommen noch die Neuerungen der Tierernährung bezüglich der Handhabung und Auswertung von Verdauungsversuchen (Rodehutscord, 2003) sowie neue Energiebewertungsgleichungen (GfE 2006).

Deshalb war es notwendig geworden, den Futterwert der in den bayerischen Schweinereaktionen gebräuchlichsten Brauereireststoffe analytisch und mittels Verdauungsversuchen neu zu überprüfen und festzulegen.

## 2. Versuchsfragen

- Welche futterwertrelevanten Inhaltsstoffe (Rohnährstoffe, Aminosäuren, Mineralstoffe, Fettsäuren, antinutritive Substanzen) sind im Testfutter enthalten?
- Welche Rohnährstoffverdaulichkeiten können bei der Energiebewertung angesetzt werden?
- Welche Mengen können problemlos in Ferkel-, Zuchtsauen- und Mastrationen eingemischt werden?
- Wo liegt der Produktionswert?

### 3. Versuchsdurchführung

Die Verdauungsversuche liefen nach dem üblichen Routinesystem ab – Differenztest mit jeweils 4 kastrierten Ferkeln bzw. Mastschweinen pro Futtertyp.

#### **Versuchsort, -zeit, -tiere:**

- Stoffwechselanlage des Institutes für Tierernährung und Futterwirtschaft
- ab Juni 09: 12 Kastraten der Rasse Pi x DL/DE aus Schwarzenau (ca. 12 kg LM)
- ab Juli 09: 9 Kastraten der Rasse Pi x DL/DE aus Schwarzenau (ca. 45 kg LM)

#### **Versuchsanordnung:**

- Differenzversuch
- 7-tägige Vorperiode
- 7-tägige Sammelperiode
- Change-over-Anlage (2 x 2 Tiere/Behandlung)
- Versuchsdauer 2 x 14 Tage

#### **Testmischungen (Ferkel/Mast, Angaben im Trockenfutter):**

Grundration= 95 bzw. 96 % Gerste, 5 bzw. 4 % Mifu für Ferkel bzw. Mastschweine

Zulageration 1 - 4= 80 % Grundration + 20% Malzkeime trocken

80 % Grundration + 20% Biertreber trocken

80 % Grundration + 20% Biertreber frisch

80 % Grundration + 20% Bierhefe trocken

#### **Fütterung:**

Die Futtevorlagemenge richtete sich nach dem Endverzehr der Vorperiode plus 10% und bleibt während der Sammelperiode gleich. Das Futter wird 2 x pro Tag frisch vorgelegt.

#### **Futteranalysen**

- Mischungen: Weender (n=10)
- Einzelfutter: Weender, Stärke + Zucker, Aminosäuren, Mineralstoffe (n=12)
- Kotanalysen (Einzeltier): Weender (n=42)

### 4. Ergebnisse - Futterinhaltsstoffe

Die für den Verdauungsversuch verwendeten Malzkeime hatten einen relativ niedrigen Trockenmassegehalt. Üblicherweise werden für eine gute Lagerstabilität Restwassergehalte unter 11 % angestrebt. Auch der Rohproteingehalt lag im unteren Bereich des möglichen Spektrums. Die Tabellenwerte (DLG 1991, Futtermittelkunde 1993, Gruber Futterwerttabelle 2009) geben ca. 40 g mehr im Trockenfutter an mit entsprechend höheren Aminosäurewerten. Der "freie" Platz aus der Rohproteinlücke wird durch mehr an Rohfett und Stärke besetzt. Bei geringem Rohascheanteil insgesamt (gegenüber der DLG – Tabelle ca. – 20 %) fallen auch die Mineralstoffgehalte niedrig aus. Insgesamt sollten die doch starken Abweichungen zwischen der analysierten Malzkeimherkunft und den Tabellenwerten zu mehr Feldproben und entsprechenden Analysen Anlass geben.

Bei den untersuchten Biertrebern fallen der niedrige Rohfasergehalt (ca. – 30 %) gegenüber den Durchschnittsangaben und die zum Teil stark abweichenden Aminosäuregehalte

bzw. –konzentrationen auf. In den genannten Tabellenwerken findet sich z. B. kein Cystinwert – Getreiderückstände müssten eigentlich Cystin enthalten - und speziell die Tryptophan- und Methioningehalte (auch im Rohprotein) liegen sehr niedrig und passen nicht zum gewohnten Getreidemuster.

Die abgebildete Bierhefe ist im Rohprotein – und Aminosäuregehalt fast deckungsgleich mit Sojaextraktionsschrot “NT”. Abweichungen zur DLG-Tabelle (kein Fettwert) finden sich im Fettgehalt und Zuckergehalt – Hefen enthalten auch Fett und auch Kohlenhydrate (Stärke, Zucker). Fraglich ist die Richtigkeit der ermittelten Mineralstoffgehalte (Ca zu niedrig, P zu hoch, ...).

**Tab. 1: Wesentliche Inhaltsstoffe der Braunebenprodukte**

Inhaltsstoffe (bei 88 %T)	Einheit	Malzkeime getrocknet	Biertreber		Bierhefe getrocknet
			frisch	getrocknet	
<b>T</b>	<b>g</b>	876	226	917	934
<b>Rohprotein</b>	<b>g</b>	217	230	246	443
<b>Lysin</b>	<b>g</b>	7,7	7,9	8,3	27,7
<b>Lys.i.Rp.</b>	<b>%</b>	3,5	3,4	3,4	6,3
<b>Methionin</b>	<b>g</b>	2,8	4,7	4,6	6,3
<b>Met+Cys</b>	<b>g</b>	6,2	11,3	11,3	13,2
<b>Threonin</b>	<b>g</b>	7,0	8,7	9,0	20,6
<b>Tryptophan</b>	<b>g</b>	2,1	3,0	2,9	5,9
<b>Rohfett</b>	<b>g</b>	16,5	71	77	0,8
<b>Rohfaser</b>	<b>g</b>	113	121	109	25
<b>Stärke</b>	<b>g</b>	117	51	30	35
<b>Zucker</b>	<b>g</b>	75	5	37	32
<b>Rohasche</b>	<b>g</b>	52	32	33	62
<b>Ca</b>	<b>g</b>	1,6	3,5	3,3	0,4
<b>P</b>	<b>g</b>	5,2	5,9	5,0	11,9
<b>Na</b>	<b>g</b>	0,3	0,2	0,8	0,2
<b>K</b>	<b>g</b>	14,7	1,3	0,7	23,3
<b>Cu</b>	<b>mg</b>	11	16	14	7
<b>Zn</b>	<b>mg</b>	76	90	85	42

## 5. Ergebnisse - Verdauungsversuche und Energiegehalte

Die Verdauungsversuche (Tab. 2) liefen problemlos ab, die Streuungen der Einzeltiere waren gering. Mit Ausnahme „Biertreber – frisch“ – hier fielen die Mastschweine bei der scheinbaren Rohfaserverdaulichkeit und damit auch bei der Gesamtverdaulichkeit bzw. im Energiegehalt stark ab - unterscheidet sich die Verdauungsleistung der Ferkel kaum von der der Mastschweine. Bei einzelnen Rohnährstoffen finden sich natürlich Verschiebungen, meist im Bereich unter 5 Prozentpunkten. Eine Zusammenführung der ermittelten Verdauungskoeffizienten bei Ferkeln und Mastschweinen ist somit möglich (Tab. 3).

Ein Vergleich der Werte mit der DLG-Tabelle (1991), die auch nicht zwischen den Tiergruppen unterscheidet, ist zwingend. Dabei fallen die neuen Verdaulichkeiten zum Teil weit höher aus als die bisherigen Standardvorgaben. V.a. die rohfaserreichen Malzkeime und Biertreber scheinen weit besser verdaulich zu sein als bisher angenommen. Die Malzkeimwerte (ebenso Bierhefe) der DLG wurden auch damals schon mehr als Anhaltswerte gesehen und deswegen in Klammern gesetzt. Biertreber sind inhaltlich in etwa mit Grießkleie vergleichbar und hier liegt die DLG mit den Verdauungskoeffizienten nahe den vorliegenden Verdauungsversuchen. Man sollte also den neuen Werten Vertrauen schenken und die bisherigen Verdauungskoeffizienten anpassen. Für Bierhefe stellt sich die Frage

nicht, die alten und neuen Rohrnährstoffverdaulichkeiten passen besonders in den Hauptfraktionen gut zusammen.

**Tab. 2: Rohrnährstoffverdaulichkeiten und Energiegehalte**

Verdaulichkeiten	Einheit	Malzkeime getrocknet		Biertreber				Bierhefe getrocknet	
		Ferkel	Mast	frisch		getrocknet		Ferkel	Mast
		Ferkel	Mast	Ferkel	Mast	Ferkel	Mast	Ferkel	Mast
<b>Org. Substanz</b>	%	70	69	70	(62)	70	68	85	89
<b>Rohprotein</b>	%	72	59	82	81	81	77	84	89
<b>Rohfett</b>	%	30	43	64	66	66	63	25	25
<b>Rohfaser</b>	%	42	37	44	(17)	36	22	20	20
<b>NfE</b>	%	77	81	73	63	74	77	91	95
<b>ME (frisch)</b>	<b>MJ</b>	9,89	9,62	2,86	2,59	11,77	11,41	13,32	13,96
<b>ME (88 % T)</b>	<b>MJ</b>	9,94	9,68	11,13	10,07	11,29	10,95	12,55	13,16
<b>ME (100 %T)</b>	<b>MJ</b>	11,30	11,00	12,65	(11,44)	12,83	12,44	14,26	14,95

Die berechneten Energiegehalte aus obigen analysierten Rohrnährstoffmengen (Tab. 1) mal ermittelten Verdauungskoeffizienten (Tab. 2) mal Umrechnungsfaktoren (DLG, 2007) sind zum Teil gegenüber den Tabellenwerten stark erhöht: Malzkeime + 25 %, Biertreber – frisch + 35 %, Biertreber – getrocknet + 35 %, Bierhefe + 17 %. Die Energiesteigerungen resultieren sowohl aus den analysierten höheren Gehalten an energiereichen Futterfraktionen als auch den gefundenen erhöhten Verdaulichkeiten. Eine Neueinstufung und Rangierung der Brauereinebenprodukte ist somit notwendig.

**Tab. 3: Rohrnährstoffverdaulichkeiten und Energiegehalte – Mittelwerte im Vergleich zur DLG - Tabelle 1991**

Verdaulichkeiten	Einheit	Malzkeime getrocknet		Biertreber				Bierhefe getrocknet	
		Mittel	DLG	frisch		getrocknet		Mittel	DLG
		Mittel	DLG	Mittel	DLG	Mittel	DLG	Mittel	DLG
<b>Org. Substanz</b>	%	69	57	66	50	69	51	87	85
<b>Rohprotein</b>	%	66	48	81	73	79	73	86	87
<b>Rohfett</b>	%	36	11	65	63	64	63	25	25
<b>Rohfaser</b>	%	39	35	30	24	29	24	20	12
<b>NfE</b>	%	79	71	68	47	75	47	93	91
<b>ME (frisch)</b>	<b>MJ</b>	9,77	(7,60)	2,72	2,20	11,59	8,67	13,65	(11,62)
<b>ME (100 %T)</b>	<b>MJ</b>	11,15	(8,68)	12,05	9,18	12,64	9,45	14,61	(12,44)

## 6. Ergebnisse - Dünndarmverdauliche Aminosäuren

Für die genannten Brauereinebenprodukte liegen keine standardisierten Dünndarmverdaulichkeiten vor. Sie werden deswegen aus dem scheinbar verdaulichen Rohproteingehalt (siehe Verdauungsversuch) und den vorhandenen Dünndarmverdaulichkeiten (GfE, 2006) geschätzt. Das Bestimmtheitsmaß ist mit 0,99 sehr hoch (Rutzmoser und Lindermayer, 2009). Am Unterschied Biertreber frisch zu getrocknet erkennt man den negativen Einfluss des Trocknungsvorganges auf die Aminosäurelieferung. Insgesamt sind die geschätzten pcv – Werte gut vergleichbar und gleichgelagert wie ähnlich ausgestattete und vorbehandelte Futtermittel in der pcv-Übersichtstabelle der GfE 2006.

**Tab. 4: Dünndarmverdauliche Aminosäuren**

pcv Aminosäuren	Malzkeime		Biertreber				Bierhefe	
	getrocknet		frisch		getrocknet		getrocknet	
	%	g	%	g	%	g	%	g
<b>Lysin</b>	61	4,7	82	6,3	65	5,4	86	23,7
<b>Methionin</b>	72	2,0	85	4,0	79	3,6	75	4,7
<b>Met + Cys</b>	69	4,3	80	9,1	75	8,4	72	9,5
<b>Threonin</b>	68	4,8	78	6,8	87	7,8	82	16,8
<b>Tryptophan</b>	71	1,5	77	2,3	72	2,1	80	4,7

## 7. Wertung

Die überprüften Brauereinebenprodukte unterscheiden sich inhaltlich zum Teil stark von den Tabellenwerten. Deshalb sollten vermehrt Feldproben analysiert werden, um das vorhandene Spektrum innerhalb der jeweiligen Futtermittelgruppe zu erfassen und neu zu gruppieren. Die ermittelten Roh Nährstoffverdaulichkeiten bei Malzkeimen und Biertreber liegen weit höher als die bisher benutzten Tabellenwerte. Auch hierzu bedarf es einer Nachjustierung, - ev. auf Basis weiterer Untersuchungen, da auch die DLG – Verdaulichkeitskoeffizienten z. B. bei Malzkeimen oder Bierhefe seit ca. 20 Jahren als „vorläufig“ gelten. Die daraus resultierenden höheren Energiegehalte und die geschätzten dünndarmverdaulichen Aminosäurekonzentrationen führen innerhalb der Gruppe vergleichbarer Futtermittel (Kleien/Grießkleien zu Malzkeimen/Biertreber bzw. Sojaschrot 43 zu Bierhefe) zu einer neuen Wertstellung und Preiswürdigkeit. Die Menge an Brauereinebenprodukten im Futtermittelmarkt ist nicht unbedeutend, man sollte sich mehr um deren Futterwert kümmern.

## 8. Datenblatt

### Datenblatt Brauereinebenprodukte

Inhaltsstoffe (bei 88 %T)	Ein- heit	Malzkeime getrocknet	Biertreber		Bierhefe getrocknet
			frisch	getrocknet	
T	g	876	226	917	934
ME – frisch	MJ	9,77	2,72	11,59	13,65
ME – 88% T	MJ	9,81	10,60	11,12	12,86
Rohprotein	g	217	230	246	443
Lysin	g	7,7	7,9	8,3	27,7
Lys.i.Rp.	%	3,5	3,4	3,4	6,3
Methionin	g	2,8	4,7	4,6	6,3
Met+Cys	g	6,2	11,3	11,3	13,2
Threonin	g	7,0	8,7	9,0	20,6
Tryptophan	g	2,1	3,0	2,9	5,9
Rohfett	g	16,5	71	77	0,8
Rohfaser	g	113	121	109	25
Stärke	g	117	51	30	35
Zucker	g	75	5	37	32
Rohasche	g	52	32	33	62
Ca	g	1,6	3,5	3,3	0,4
P	g	5,2	5,9	5,0	11,9
Na	g	0,3	0,2	0,8	0,2
K	g	14,7	1,3	0,7	23,3
Cu	mg	11	16	14	7
Zn	mg	76	90	85	42
Farbe		goldgelb - dunkel	gelbbraun	braun	grau – braun
Verwen- dung		Rohfaserträger	Rohfaserträger		Eiweißfutter
Einsatz- Empfehlung (88 %T)	%	Ferkel 2– 4 Mast 3 – 7 Zucht 5- 15	Ferkel 3– 6 Mast 5 – 10 Zucht 10- 40		Ferkel 3– 5 Mast 8 – 12 Zucht 8 – 12
Preiswür- digkeit	€/dt	Soja 43 x 0,4	Soja 43 x 0,1	Soja 43 x 0,5	Soja 43 x 1 (88T) bzw. : 8 (frisch)

#### Bemerkungen:

- Malzkeime: trockene Lagerung, da stark hygroskopisch (Verpilzungsgefahr)  
dunkle Farbe bedeutet Übertrocknung (Lysin)  
ev. bitterer Geschmack (Futteraufnahme)
- Biertreber: frisch max. 3 Tage lagern (Schimmelbildung, Durchfall)  
„warm“ silieren, spätestens nach 6 Wochen verfüttern, brotartiger Geruch
- Bierhefe: Frischverfütterung nicht ohne Abtötung der (lebenden) Hefen (Ver-  
dauungsstörungen, z.B. Erhitzen, NaCl, Säuren z.B. 1 % Propionsäure))  
Überprüfung des T-Gehaltes (8 – 30 %)  
Restalkohol/Resthopfen vermeiden (Futterverweigerung)