

**Überwachung der Eutergesundheit bei Milchkühen
durch Kombination verschiedener
chemisch-physikalischer Messwerte**

Martin Wiedemann

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät *Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt* der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Agrarwissenschaften

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing.habil. Ulrich Kulozik

Prüfer der Dissertation:

1. Hon-Prof. Dr.agr. Dr.h.c.(AE Keszthely) Johann Schön
2. apl. Prof. Dr.agr. Rupert M. Bruckmaier
3. Univ.-Prof. Dr.agr. Dr.agr.habil. Hermann Auernhammer

Die Dissertation wurde am 14.06.2004 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät *Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt* am 06.10.2004 angenommen.

	<u>Seite</u>
Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VII
Anhangsverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	XI

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Stand des Wissens	3
2.1 Anforderungen an die Milchproduktion	3
2.1.1 Gesetzliche Anforderungen an die Milcherzeugung	3
2.1.1.1 Allgemeine Anforderungen	3
2.1.1.2 Spezielle Anforderungen bei automatischen Melksystemen	4
2.1.2 Qualitätssicherungssysteme	5
2.2 Eutergesundheit und Veränderung der Milchzusammensetzung	6
2.2.1 Änderungen in der Milchzusammensetzung	7
2.2.2 Einfluss der Stimulation und der Milchejektion auf die Milchinhaltsstoffe	12
2.2.3 Kategorisierung der Eutergesundheit	13
2.2.3.1 Gesamtgemelk	14
2.2.3.2 Viertelgemelk	14
2.3 Erkennung von veränderter Milch und Mastitiserkrankung	16
2.3.1 Beurteilung des Vorgemelkes durch den Melker bei konventioneller Melktechnik	16
2.3.1.1 Visuelle Überprüfung des Vorgemelkes	16
2.3.1.2 Milchzelltest	17
2.3.2 Sensorgestützte Erkennung	19
2.3.2.1 Elektrische Leitfähigkeit	19
2.3.2.2 Erfassung weiterer Milchparameter	24
2.4 Einsatz der Farbmessung zur Milchqualitätsbeurteilung	27
2.4.1 Grundlagen	27
2.4.1.1 Farbwahrnehmung	27
2.4.1.2 Farbmessung	28
2.4.2 Bestimmung der Milchfarbe	31

2.5	Diagnostischer Test zur Bewertung einzelner Parameter	32
2.6	Sensoren in automatischen Melksystemen	36
3	Problemstellung und Zielsetzung	39
4	Material und Methode	41
4.1	Versuchsbetriebe	41
4.1.1	Betrieb A	41
4.1.2	Betrieb B	41
4.2	Vorrichtung zur Probenahme am VMS™	42
4.3	Messverfahren zur Bestimmung der Milchparameter	44
4.3.1	Spektrale Reflexion	44
4.3.2	Elektrische Leitfähigkeit	46
4.3.3	Ionengehalt (Na ⁺ und Cl ⁻)	46
4.3.4	Somatischer Zellgehalt und Milchhaltsstoffe	47
4.3.5	Bakteriologische Untersuchung	47
4.4	Vorversuche	48
4.4.1	Beurteilung der Eutergesundheit durch den Melker	48
4.4.2	Beeinflussung der Farbwerte durch die Milchhaltsstoffe	50
4.5	Hauptversuche	52
4.5.1	Verlauf der gemessenen Milchparameter während der Melkung	52
4.5.2	Erkennung von Eutererkrankungen durch Erfassung der spektralen Reflexion, der elektrischen Leitfähigkeit sowie des Na ⁺ und Cl ⁻ Gehaltes	53
4.6	Einstufung der Eutergesundheit	58
4.7	Verrechnung und statistische Auswertung der Messdaten	59
4.7.1	Verrechnung der Messdaten	59
4.7.1.1	Berechnung der mittleren spektralen Reflexion in einem bestimmten Wellenlängenbereich	59
4.7.1.2	Verrechnung der einzelnen Proben untereinander	59
4.7.1.3	Berechnung der relativen Werte für elektrische Leitfähigkeit sowie für den Na ⁺ und Cl ⁻ Gehalt	60
4.7.2	Statistische Auswertung und Darstellung	60
4.7.3	Verfahren des Diagnostischen Testes	62
5	Ergebnisse und Diskussion	63
5.1	Vorversuche	63

5.1.1	Beurteilung der Eutergesundheit durch den Melker	63
5.1.1.1	Visuelle Überprüfung	63
5.1.1.2	Milchzelltest	67
5.1.1.3	Diskussion	69
5.1.2	Beeinflussung der Farbwerte durch die Milchhaltsstoffe	71
5.1.2.1	Charakteristik der Reflexionskurven von normaler Milch	71
5.1.2.2	Einfluss der Milchhaltsstoffe auf die spektrale Reflexion	72
5.1.2.3	Diskussion	81
5.2	Hauptversuche	82
5.2.1	Verlauf der Milchparameter während der Melkung	82
5.2.1.1	Somatischer Zellgehalt	82
5.2.1.2	Elektrische Leitfähigkeit	84
5.2.1.3	Mittlere spektrale Reflexion im Mastitisband	85
5.2.1.4	Natrium-Gehalt	86
5.2.1.5	Chlorid-Gehalt	87
5.2.1.6	Vergleich des somatischen Zellgehaltes und der Spektralwerte zwischen Viertelanfangsgemelk und Viertelgesamtgemelk	88
5.2.1.7	Diskussion	90
5.2.2	Erkennung von Eutererkrankungen durch Erfassung der spektralen Reflexion, der elektrischen Leitfähigkeit sowie des Na^+ und Cl^- Gehaltes im Viertelanfangsgemelk	92
5.2.2.1	Werte der spektralen Reflexion im Viertelanfangsgemelk	92
5.2.2.2	Werte der elektrischen Leitfähigkeit im Viertelanfangsgemelk	95
5.2.2.3	Ionengehalte (Na^+ und Cl^-) im Viertelanfangsgemelk	96
5.2.2.4	Korrelationsanalyse zwischen Milchhaltsstoffen und gemessenen Parametern im Viertelanfangsgemelk	100
5.2.2.5	Auswertung und Vergleich der Parameter mittels Diagnostischem Test	100
5.2.2.6	Diskussion	104
6	Schlussfolgerung	107
7	Zusammenfassung	111
8	Summary	115
	Literaturverzeichnis	117
	Anhang	129
	Veröffentlichungen	139
	Danksagung	140
	Lebenslauf	141