

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	LITERATURÜBERSICHT	2
2.1	Die Komponenten der Brauqualität und ihre Feststellung	2
2.2	Molekulare Marker	6
2.2.1	RFLP-Marker	6
2.2.2	PCR-basierte Markersysteme	7
2.2.2.1	Microsatelliten	7
2.2.2.2	AFLP-Marker	8
2.2.2.3	RAPD-Marker	10
2.2.2.4	STS-Marker	10
2.3	Quantitative Genetik und QTL-Analyse	11
2.3.1	Grundlagen der QTL-Analyse mit molekularen Markern	12
2.3.2	Statistische Methoden für die QTL-Analyse mit molekularen Markern	13
2.3.3	Methoden zur gezielten Analyse von QTLs	15
2.4	Übersicht über QTL-Kartierungen mit genetischen Markern	18
3	MATERIAL UND METHODEN	21
3.1	Material	21
3.1.1	Pflanzenmaterial	21
3.1.2	Enzyme und Lösungen	21
3.1.2.1	Enzyme	21
3.1.2.2	Basislösungen	22
3.1.3	Materialien und Lösungen für einzelne Arbeitsgänge	24
3.1.3.1	Lösungen zur DNA-Isolation	24
3.1.3.2	Puffer für die Elektrophorese und das Blotten	24
3.1.3.3	Material für die Sondenmarkierung und das Hybridisieren	24
3.1.3.4	Lösungen für die AFLP-Analyse	26

3.1.4	Auswahl der RFLP-Sonden.....	26
3.1.5	Auswahl der Microsatelliten.....	26
3.1.6	Oligonukleotide für die AFLP-Analyse.....	28
3.2	Methoden.....	30
3.2.1	Durchführung der Feldversuche.....	30
3.2.2	Ermittlung der Merkmalsdaten	31
3.2.3	DNA-Isolation.....	33
3.2.4	RFLP-Analyse.....	34
3.2.4.1	Erstellung der Blots	34
3.2.4.2	Isolation von Plasmid DNA.....	35
3.2.4.3	Sondenmarkierung.....	36
3.2.4.4	Hybridisation.....	37
3.2.5	Microsatelliten Analyse	38
3.2.6	Nichtradioaktive AFLP-Analyse.....	41
3.2.7	Automatische Fragmentanalyse mit Genotyper	46
3.2.7.1	Analyse von Microsatelliten.....	46
3.2.7.2	Analyse von AFLP-Fragmenten	47
3.2.8	Datenauswertung.....	49
3.2.8.1	Untersuchung auf gestörte Spaltung.....	49
3.2.8.2	Erstellung der Kopplungskarte	50
3.2.8.3	Überprüfung auf Normalverteilung	51
3.2.8.4	Korrelationen zwischen Merkmalen.....	51
3.2.8.5	Varianzanalyse.....	52
3.2.8.6	Berechnung der Heritabilität.....	53
3.2.8.7	QTL-Analyse	53
4	ERGEBNISSE.....	55
4.1	Genetische Kartierung.....	55
4.1.1	Polymorphiegrad.....	55
4.1.1.1	Microsatelliten	55
4.1.1.2	RFLP-Marker.....	55
4.1.1.3	AFLP-Marker.....	55
4.1.2	Untersuchung auf gestörte Spaltung.....	56

4.2	Erstellung der Kopplungskarte.....	57
4.3	Auswertung der Merkmalsdaten.....	60
4.3.1	Überblick über die Merkmalsausprägung.....	60
4.3.2	Auswertung agronomischer Merkmale.....	62
4.3.2.1	Halmknicken (brk).....	62
4.3.2.2	Verzweigung (dwf).....	63
4.3.2.3	Ährenknicken (ebr).....	64
4.3.2.4	Fasergehalt (fbr).....	65
4.3.2.5	Ertragsparameter.....	66
4.3.2.6	Zeitpunkt des Ährenschiebens (hdm, hdj).....	68
4.3.2.7	Lagerneigung (ldg).....	70
4.3.2.8	Halmhöhe (lng).....	72
4.3.2.9	Wassergehalt im Korn (mst).....	74
4.3.2.10	Reifezeitpunkt (rpg).....	75
4.3.2.11	Blattflecken (spt).....	76
4.3.2.12	Stärkegehalt (src).....	77
4.3.2.13	Tausendkorngewicht (tgw).....	78
4.3.3	Auswertung von Resistenz gegen Krankheiten.....	80
4.3.3.1	Resistenz gegen echten Mehltau (<i>Erysiphe graminis</i>) (pml).....	80
4.3.3.2	Befall mit <i>Rhynchosporium secalis</i> (rhy).....	82
4.3.3.3	Befall mit Netzflecken (nbl).....	83
4.3.4	Auswertung der Merkmale für Malzqualität.....	84
4.3.4.1	Vergleich der verschiedenen Mälzungsverfahren.....	84
4.3.4.2	Endvergärungsgrad (apt).....	86
4.3.4.3	Kochfarbe (col).....	87
4.3.4.4	Extrakt Differenz (dex).....	88
4.3.4.5	Feinextraktgehalt (fex, mex).....	89
4.3.4.6	Friabilimeter (frb).....	91
4.3.4.7	Beta-Glucangehalt in der Würze (gwr).....	92
4.3.4.8	Kolbachindex (kix, kiw).....	93
4.3.4.9	Mahlwiderstand (mem, men).....	95
4.3.4.10	Löslicher Stickstoff (sln, nwr).....	97
4.3.4.11	Der pH-Wert (phw).....	99

4.3.4.12	Kornproteingehalt (prt, prb)	100
4.3.4.13	Malzproteingehalt (prm, pro)	102
4.3.4.14	Unmodifiziertes Korn (umg)	104
4.3.4.15	Viskosität der Würze (vis, viw)	105
4.3.4.16	Wassergehalt im Korn (wrb)	107
4.3.4.17	Wassergehalt im Malz (wrm)	108
4.3.4.18	Korngrößenanteil über 2,5 mm (x25)	109
4.3.4.19	Korngrößenanteil über 2,8 mm (x28)	111
4.3.4.20	Hektolitergewicht (hlw)	114
4.3.5	Korrelationen von Malzqualität und agronomischen Merkmalen	115
4.4	QTL- Kartierung	115
4.4.1	Kartierung von QTLs für agronomische Eigenschaften	115
4.4.1.1	Halmknicken	115
4.4.1.2	Verzweigung	116
4.4.1.3	Korngrößenanteil >2,2 mm	117
4.4.1.4	Wassergehalt im Korn	117
4.4.1.5	Zeitpunkt des Ährenschiebens	118
4.4.1.6	Ertragsparameter	119
4.4.1.7	Lagerneigung	120
4.4.1.8	Halmhöhe	120
4.4.1.9	Stärkegehalt	121
4.4.1.10	Tausendkorngewicht	122
4.4.2	Resistenz gegen Krankheiten	123
4.4.2.1	Befall mit Mehltau	123
4.4.2.2	Befall mit <i>Rhynchosporium secalis</i>	124
4.4.2.3	Befall mit Netzflecken	124
4.4.2.4	Blattflecken	124
4.4.3	Kartierung von QTLs für Malzqualitätseigenschaften	125
4.4.3.1	Parameter der Kornanalyse	125
4.4.3.2	Proteolytische Parameter	127
4.4.3.3	Cytolytische Parameter	129
4.4.3.4	Amyolytische Parameter	131
4.4.4	Nicht kartierte Merkmale	132

5	DISKUSSION	141
5.1	Genetische Kartierung	141
5.1.1	Analyse nicht radioaktiv markierter DNA-Fragmente	141
5.1.2	Polymorphiegrad und schiefe Spaltung	142
5.2	Die Ausprägung der Merkmale in der Population und den Eltern	144
5.2.1	Abweichungen vom Mittel der Eltern	144
5.2.2	Korrelationen zwischen Merkmalen	145
5.2.3	Die Ausprägung von Merkmalen in verschiedenen Umwelten	146
5.2.4	Einflüsse qualitativer Loci auf die Merkmalsausprägung	148
5.3	Die Güte der Kartierung quantitativer Merkmale	152
5.4	Gemeinsamkeiten zwischen kartierten QTLs	155
5.4.1	Agronomische Merkmale	156
5.4.2	Merkmale für Malzqualität	161
5.5	Weitere Anwendung von QTL-Karten	166
6	ZUSAMMENFASSUNG	171
7	LITERATURVERZEICHNIS	174
8	ANHANG	190
8.1	Verzeichnis der Chemikalien	190
8.2	Auf Polymorphie untersuchte RFLP-Sonden	191
8.3	Darstellung der zur Micromälzung eingesetzten Verfahren	193
8.4	Übersicht über die Spaltung der Markerallele	193
8.5	Korrelationen von agronomischen Merkmalen zu Malzqualität	196
8.6	Verteilung der Allelklassen der kartierten Marker über die Chromosomen	197
8.7	LOD-Werte über den Chromosomenverlauf	200
8.8	Abkürzungsverzeichnis	207