

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Verzeichnis der Tabellen	III
Verzeichnis der Abbildungen	V
Verzeichnis der Abkürzungen	IX
1 Einleitung	1
2 Material und Methoden	6
2.1 Probenmaterial	6
2.1.1 Probenmaterial aus konventionellem und biologisch-dynamischem Anbau	6
2.1.2 Probenmaterial aus Feldversuchen	6
2.1.2.1 Langzeitdüngungsversuch	6
2.1.2.2 Vergleichende Sortenversuche	8
2.2 Physikochemische Untersuchungen	9
2.2.1 Bestimmung der Tausendkornmasse	9
2.2.2 Trockenmassebestimmung der Kornbestandteile	9
2.2.3 Siebfractionierung zur Untersuchung von Kornmaterial mit unterschiedlicher Tausendkornmasse	9
2.2.4 Vermahlung	9
2.2.5 Bestimmung von Stickstoff und Schwefel	10
2.2.6 Aschebestimmung der Kornbestandteile	11
2.2.7 Glutenindex	11
2.2.8 Proteinfractionierungen	11
2.3 Statistische Auswertung	15
3 Ergebnisse	18
3.1 <i>Proteinfractionierung zur Erfassung der Hauptfraktionen Albumin und Globulin, Gliadin und Glutenin</i>	18
3.1.1 Proteinfractionierung von Material verschiedener Gewebepartien des Weizenkornes	18
3.1.2 Proteinfractionierung von Körnern mit unterschiedlicher Tausendkornmasse	23

3.1.3	Proteinfraktionierung von Sommerweizen des Langzeitdüngungsversuchs	26
3.1.4	Proteinfraktionierung von Proben aus vergleichenden Sortenversuchen	38
3.2	Proteinfraktionierung unter Berücksichtigung von HMW- und LMW-Glutenin und Schwefelgehalt des Korns	47
3.2.1	Sommerweizen des Langzeitdüngungsversuchs, Ernte 1996	47
3.2.2	Winterweizen aus konventionellem und biologisch-dynamischem Anbau, Ernte 1996	53
3.2.3	Winterweizen aus konventionellem und biologisch-dynamischem Anbau, Ernte 1997	61
4	Diskussion	70
4.1	Proteinfraktionierung zur Erfassung der Hauptfraktionen Albumin und Globulin, Gliadin und Glutenin	72
4.1.1	Proteinfraktionierung von Material verschiedener Gewebepartien des Korns	72
4.1.2	Proteinfraktionierung von Kornmaterial mit unterschiedlicher Tausendkornmasse	77
4.1.3	Proteinfraktionierung von Material des Langzeitdüngungsversuchs	78
4.1.4	Proteinfraktionierung von Material aus vergleichenden Sortenversuchen	87
4.2	Proteinfraktionierung unter Berücksichtigung von HMW- und LMW-Glutenin und Schwefelgehalt des Korns	93
4.2.1	Material des Langzeitdüngungsversuchs	95
4.2.2	Material aus konventionellem und biologisch-dynamischem Anbau	99
5	Zusammenfassung	106
6	Summary	110
7	Literaturverzeichnis	113
	Anhang	132

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Zufuhr von Nährstoffen (kg/ha) über mineralische (MIN, Kalkammonsalpeter, 50er Kali, Superphosphat), organische (ORG) und biologisch-dynamische (BD, Rottemist und Jauche) Düngung

Tab. 2: Bearbeitungsplan für Sommerweizen (Ernte 1993) des Langzeitdüngungsversuchs

Tab. 3: Anteile der Mahlfractionen am ganzen Korn, N- und Aschegehalt sowie Glutenindex der Mahlfractionen der Winterweizenvarianten MIN2, ORG2 und BD2 des Langzeitdüngungsversuchs. (Ernte 1993). (B1-C3 = Mahlfractionen, SM = Schleudermehl)

Tab. 4: Relative Werte für Tausendkornmasse (TKM), N-Gehalt und relative Anteile von Albumin- und Globulin-N (AG), Gliadin-N (GLI) und Glutenin-N (GLUT) an N_t von siebfractioniertem Sommerweizen (Sorte NANDU) des Langzeitdüngungsversuchs. (100 % = jeweils erste Siebfraction. Für Absolutwerte s. Anhang Tabelle A3)

Tab. 5: Steigungskoeffizienten (b-Werte) und Bestimmtheitsmaße (r^2 %) der Beziehungen zwischen N-Gehalten und Tausendkornmassen (TKM) und Proteinfractionen (FRAK) von siebfractioniertem Sommerweizen (Sorte NANDU) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1995). (Düngungsstufen 1-3 jeweils zusammengefaßt. Für vollständige Regressionsfunktionen s. Anhang Tabelle A4. SYS = Düngungssysteme, Faktor = $b\text{-Wert}_{N\text{-Gehalt}}/b\text{-Wert}_{\text{Tausendkornmasse}}$, AG = Albumin und Globulin)

Tab. 6: Erträge (dt/ha), N-Gehalte (%) und Tausendkornmassen (TKM) sowie mittlere Differenzen $y_i \text{ Meßwert} - y_i \text{ Regression MIN}$ der Proteinfractionen von mineralisch (MIN), organisch (ORG) und biologisch-dynamisch (BD) gedüngtem Sommerweizen (Sorte NANDU) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1993). (SYS = Düngungssysteme, 1, 2 und 3 = Düngungsstufen, AG = Albumin- und Globulin-N)

Tab. 7: Beziehungen (einfache, multiple und partielle Bestimmtheitsmaße) zwischen Proteinfractionen (FRAK) von mineralisch (MIN), organisch (ORG) und biologisch-dynamisch (BD) gedüngtem Sommerweizen (Sorte NANDU) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1993) und N-Gehalt sowie Tausendkornmasse (TKM). (SYS = Düngungssysteme, AG = Albumin- und Globulin-N, (+) = positive Beziehung, (-) = negative Beziehung)

Tab. 8: Erträge (dt/ha), N-Gehalte (%) und Tausendkornmassen (TKM) sowie mittlere Differenzen $y_i \text{ Meßwert} - y_i \text{ Regression MIN}$ der Proteinfractionen von mineralisch (MIN), organisch (ORG) und biologisch-dynamisch (BD) gedüngtem Sommerweizen (Sorte NANDU) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1994). (SYS = Düngungssysteme, 1, 2 und 3 = Düngungsstufen, AG = Albumin- und Globulin-N)

Tab. 9: Beziehungen (einfache, multiple und partielle Bestimmtheitsmaße) zwischen Proteinfractionen (FRAK) von mineralisch (MIN), organisch (ORG) und biologisch-dynamisch (BD) gedüngtem Sommerweizen (Sorte NANDU) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1994) und N-Gehalt sowie Tausendkornmasse (TKM). (SYS = Düngungssysteme, (+) = positive Beziehung, (-) = negative Beziehung, AG = Albumin- und Globulin-N)

Tab. 10: Erträge (dt/ha), N-Gehalte (%) und Tausendkornmassen (TKM) sowie mittlere Differenzen y_i Meßwert - y_i Regression MIN der Proteinfractionen von mineralisch (MIN), organisch (ORG) und biologisch-dynamisch (BD) gedüngtem Sommerweizen (Sorte NANDU) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1995). (SYS= Düngungssysteme, 1, 2 und 3 = Düngungsstufen, AG = Albumin- und Globulin-N)

Tab. 11: Beziehungen (einfache, multiple und partielle Bestimmtheitsmaße) zwischen Proteinfractionen (FRAK) von mineralisch (MIN), organisch (ORG) und biologisch-dynamisch (BD) gedüngtem Sommerweizen (Sorte NANDU) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1995) und N-Gehalt sowie Tausendkornmasse (TKM). (SYS = Düngungssysteme, AG = Albumin- und Globulin-N, (+) = positive Beziehung, (-) = negative Beziehung)

Tab. 12: Erträge (dt/ha), Tausendkornmassen (TKM), Glutenindex (GI) und N-Gehalte von Weizen des vergleichenden Sortenversuchs (Ernte 1994)

Tab. 13: Erträge (dt/ha), Tausendkornmassen (TKM), Glutenindex (GI) und N-Gehalte von Weizen des vergleichenden Sortenversuchs (Ernte 1995)

Tab. 14: Erträge (dt/ha), N-Gehalte (%) und Tausendkornmassen von mineralisch (MIN), organisch (ORG) und biologisch-dynamisch (BD) gedüngtem Sommerweizen (Sorte NANDU) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1996). (SYS= Düngungssysteme, 1, 2 und 3 = Düngungsstufen)

Tab. 15: Mittlere absolute und relative Gehalte der verschiedenen Proteinfractionen bei einem Korn-N-Gehalt im Überschneidungsbereich der Varianten von 2,12 % N von mineralisch (MIN), organisch (ORG) und biologisch-dynamisch (BD) gedüngtem Sommerweizen (Sorte NANDU) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1996). (SYS = Düngungssysteme)

Tab. 16: Mittlere Differenzen ($(y_i$ Meßwert Konv. - y_i Regression BD) - (y_i Meßwert BD - y_i Regression BD)) verschiedener Proteinfractionen von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD) aus konventionellem (Konv.) und biologisch-dynamischem (BD) Anbau (Ernte 1996). (Werte in Klammern möglicherweise Artefakte. A450 = Absorptionseinheiten)

Tab. 17: Absolute und relative (Konv. = 100 %) Gehalte von Proteinfractionen von Winterweizen (Ganzkorn, Sorten REKTOR und BUSSARD) bei N-Gehalten im Überschneidungsbereich der Grundgesamtheiten von 2,20 % N (REKTOR) und 2,35% N (BUSSARD). Proben aus konventionellem (Konv.) und biologisch-dynamischem (BD) Anbau (Ernte 1997). (AG = Albumin- und Globulin-N, A450 = Absorptionseinheiten, Sig. = Signifikanz, Werte in Klammern möglicherweise Artefakte)

Tab. 18: Rohprotein- und Aminosäuregehalte in der Frischmasse (FM, berechnet für einen mittleren Trockenmassegehalt von 61,3 %) sowie Streubreiten der Meßwerte von Brot aus konventionell (n = 69) und alternativ (n = 68) erzeugtem Roggen (nach VETTER et al. 1983)

Tab. 19: Proteinfractionen in Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD) aus konventionellem (Konv.) und biologisch-dynamischem (BD) Anbau der Erntejahre 1996 und 1997. (n.s. = nicht signifikant, n.b. = nicht bestimmt. * = signifikant, ** = hochsignifikant)

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schema der Proteinfractionierung und -fällung nach WIESER (1996)

Abb. 2: Beziehungen zwischen dem N-Gehalt von Mahlfraktionen und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Albumin- und Globulin-N in Winterweizen (Sorte OBELISK) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1993). (Schleudermehl (SM) und Kleie (KL) wurden nicht in die Regressionen der B- und C-Mehle einbezogen. B- und C-Mehle innerhalb der die Düngerarten anzeigenden Symbole sind nicht weiter spezifiziert)

Abb. 3: Beziehungen zwischen dem N-Gehalt von Mahlfraktionen und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Gliadin-N in Winterweizen (Sorte OBELISK) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1993). (Schleudermehl (SM) und Kleie (KL) wurden nicht in die Regressionen der B- und C-Mehle einbezogen. B- und C-Mehle innerhalb der die Düngersysteme anzeigenden Symbole sind nicht weiter spezifiziert)

Abb. 4: Beziehungen zwischen dem N-Gehalt von Mahlfraktionen und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Glutenin-N in Winterweizen (Sorte OBELISK) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1993). (Schleudermehl (SM) und Kleie (KL) wurden nicht in die Regressionen der B- und C-Mehle einbezogen. B- und C-Mehle innerhalb der die Düngersysteme anzeigenden Symbole sind nicht weiter spezifiziert)

Abb. 5: Beziehung zwischen Glutenin:Gliadin-Verhältnissen von B- und C-Mehlen und Gutenindex von Winterweizenvarianten (Sorte OBELISK) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1993). (Regression ohne Schleudermehle (SM))

Abb. 6: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Albumin- und Globulin-N von Sommerweizen (Sorte NANDU, Ganzkorn) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1993)

Abb. 7: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Gliadin-N von Sommerweizen (Sorte NANDU, Ganzkorn) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1993)

Abb. 8: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Glutenin-N von Sommerweizen (Sorte NANDU, Ganzkorn) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1993)

Abb. 9: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Albumin- und Globulin-N von Sommerweizen (Sorte NANDU, Ganzkorn) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1994)

Abb. 10: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Gliadin-N von Sommerweizen (Sorte NANDU, Ganzkorn) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1994)

Abb. 11: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Glutenin-N von Sommerweizen (Sorte NANDU, Ganzkorn) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1994)

Abb. 12: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Albumin- und Globulin-N von Sommerweizen (Sorte NANDU, Ganzkorn) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1995)

Abb. 13: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Gliadin-N von Sommerweizen (Sorte NANDU, Ganzkorn) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1995)

Abb. 14: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Glutenin-N von Sommerweizen (Sorte NANDU, Ganzkorn) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1995)

Abb. 15: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) verschiedener Proteinfractionen von Weizen (Ganzkorn) des Sortenversuchs (Ernte 1994)

Abb. 16: Mittlere Differenzen $y_i \text{ Meßwert} - y_i \text{ Regression}$ (%) der Proteinfractionen vom Versuchsdurchschnitt (Regression) von Weizen des Sortenversuchs (Ernte 1994)

Abb. 17: Beziehung zwischen Glutenin:Gliadin-Verhältnis und Glutenindex von Weizen des Sortenversuchs (Ernte 1994)

Abb. 18: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) verschiedener Proteinfractionen von Weizen (Ganzkorn) des Sortenversuchs (Ernte 1995)

Abb. 19: Mittlere Differenzen $y_i \text{ Meßwert} - y_i \text{ Regression}$ (%) der Proteinfractionen vom Versuchsdurchschnitt (Regression) von Weizen des Sortenversuchs (Ernte 1995)

Abb. 20: Beziehung zwischen Glutenin:Gliadin-Verhältnis und Glutenindex von Weizen des Sortenversuchs (Ernte 1995)

Abb. 21: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Albumin- und Globulin-N von Sommerweizen (Sorte NANDU, Ganzkorn) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1996). (ÜB = N-Gehalt im Überschneidungsbereich der Proben von 2,12 % N)

Abb. 22: Beziehungen zwischen N- und Gliadin-Gehalten von Sommerweizen (Sorte NANDU, Ganzkorn) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1996). (A450 = Absorptionseinheiten)

Abb. 23: Beziehungen zwischen N- und Gesamt-Glutenin-Gehalten von Sommerweizen (Sorte NANDU, Ganzkorn) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1996). (A450 = Absorptionseinheiten)

Abb. 24: Beziehungen zwischen N- und LMW-Glutenin-Gehalten von Sommerweizen (Sorte NANDU, Ganzkorn) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1996). (A450 = Absorptionseinheiten)

Abb. 25: Beziehungen zwischen N- und HMW-Glutenin-Gehalten von Sommerweizen (Sorte NANDU, Ganzkorn) des Langzeitdüngungsversuchs (Ernte 1996). (A450 = Absorptionseinheiten)

Abb. 26: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Albumin- und Globulin-N von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem (BD) und konventionellem (Konv.) Anbau (Ernte 1996)

Abb. 27: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Gliadin-N von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem (BD) und konventionellem (Konv.) Anbau (Ernte 1996)

Abb. 28: Beziehungen zwischen N- und Gesamt-Glutenin-Gehalten von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem (BD) und konventionellem (Konv.) Anbau (Ernte 1996). (A450 = Absorptionseinheiten)

Abb. 29: Beziehungen zwischen N- und LMW-Glutenin-Gehalten von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem (BD) und konventionellem (Konv.) Anbau (Ernte 1996). (A450 = Absorptionseinheiten)

Abb. 30: Beziehungen zwischen N- und HMW-Glutenin-Gehalten von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem (BD) und konventionellem (Konv.) Anbau (Ernte 1996). (A450 = Absorptionseinheiten)

Abb. 31: N- und S-Gehalte in Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem (BD) und konventionellem (Konv.) Anbau (Ernte 1996)

Abb. 32: Relative Häufigkeit (% der Grundgesamtheit) der N:S-Verhältnisse in Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem und konventionellem Anbau (Ernte 1996). (BD: n = 31, Konv.: n = 20)

Abb. 33: Beziehungen zwischen N:S-Verhältnissen und HMW-Glutenin-Gehalten von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD) aus konventionellem Anbau (Ernte 1996)

Abb. 34: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Albumin- und Globulin-N von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem (BD) und konventionellem (Konv.) Anbau (Ernte 1997). (ÜB = N-Gehalte im Überschneidungsbereich der Proben)

Abb. 35: Beziehungen zwischen N- und Gliadin-N-Gehalten von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem (BD) und konventionellem (Konv.) Anbau (Ernte 1997). (A450 = Absorptionseinheiten)

Abb. 36: Beziehungen zwischen N- und Gesamt-Glutenin-Gehalten von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem (BD) und konventionellem (Konv.) Anbau (Ernte 1997). (A450 = Absorptionseinheiten)

Abb. 37: Beziehungen zwischen N- und LMW-Glutenin-Gehalten von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem (BD) und konventionellem (Konv.) Anbau (Ernte 1997). (A450 = Absorptionseinheiten)

Abb. 38: Beziehungen zwischen N- und HMW-Glutenin-Gehalten von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem (BD) und konventionellem (Konv.) Anbau (Ernte 1997). (A450 = Absorptionseinheiten)

Abb. 39: Beziehungen zwischen N-Gehalten und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) an Rückstands-N von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem (BD) und konventionellem (Konv.) Anbau (Ernte 1997)

Abb. 40: Beziehungen zwischen N- und S-Gehalten von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem und konventionellem Anbau (Ernte 1997)

Abb. 41: Relative Häufigkeit der N:S-Verhältnisse von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD, Ganzkorn) aus biologisch-dynamischem und konventionellem Anbau (Ernte 1997). (BD: n = 40, Konv.: n = 20)

Abb. 42: Beziehungen zwischen S- und HMW-Glutenin-Differenzen von Winterweizen (Sorten REKTOR und BUSSARD) aus biologisch-dynamischem und konventionellem Anbau (Ernte 1997). (Differenzen = y_i Meßwert - y_i Regression der in den Abb. 40 und 38 dargestellten Beziehungen)

Abb. 43: Beziehungen zwischen Tausendkornmassen und relativen Gehalten (% Protein-N vom Gesamt-N) Albumin- und Globulin-N von N_t . (Nach Daten von SCHIPPER (1984, CARIBO +/-N) und SCHIPPER (1990, Sorte CARIBO))

Abb. 44: Anteil der Getreideproteine an den Proteinquellen der täglichen Ernährung in Deutschland (nach Daten des Ernährungsberichtes der DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG (1996), Grafik zitiert aus SCHULZE (1998))

Abb. 45: Beziehungen zwischen N- und HMW- und LMW-Glutenin-Gehalt von Mehl der Sorten REKTOR und BUSSARD. (b = Steigungskoeffizienten der Regressionsfunktionen. A210 = Absorptionseinheiten in der RP-HPLC-Analyse. Grafik erstellt nach Daten von WIESER und SEILMEIER (1998))