

Züchterische Bearbeitung von Süßlupinen für den ökologischen Landbau - Qualitätsuntersuchungen im Hinblick auf Futtereignung

Breeding of sweet lupines for the organic farming - quality investigations according to feed suitability

FKZ: 03OE355

Projektnehmer:

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI)
Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz
Rudolf-Schick-Platz 3a, 18190 Groß Lüsewitz
Tel.: +49 38209 45-100
Fax: +49 38209 45-222
E-Mail: rs@jki.bund.de
Internet: <http://www.jki.bund.de>

Autoren:

Jansen, Gisela; Jürgens, Hans-Ulrich; Flamme, Wilhelm

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

Abschlussbericht

Zuwendungsempfänger: Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen,
Neuer Weg 22/23, 06484 Quedlinburg
Institut für abiotische Stresstoleranz
Rudolf-Schick-Platz 3, 18190 Groß Lüsewitz

Forschungsprojekt-Nr.: FKZ: 03OE355

Thema: Züchterische Bearbeitung von Süßlupinen für den ökologischen
Landbau – Qualitätsuntersuchungen im Hinblick auf Futtereignung

Laufzeit: 15.04.2004 – 28.02.2006

Berichtszeitraum: 15.04.2004 – 28.02.2006

Zusammenarbeit mit anderen Stellen:
Saatzucht Steinach GmbH, Wittelsbacher Str. 15,
94377 Steinach

Inhaltsverzeichnis

- 1 Ziele und Aufgabenstellung
 - 1.1 Planung und Ablauf des Projektes
 - 1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

 - 2 Material und Methoden

 - 3 Ergebnisse
 - 3.1 Ausführliche Darstellung der Ergebnisse
 - 3.2 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse
 - 3.3 Bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

 - 4 Zusammenfassung

 - 5 Gegenüberstellung der geplanten und erreichten Ziele sowie Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

 - 6 Literaturverzeichnis
- Anhang: Balkenplan
Abbildungen
Abschlussbericht Saatzucht Steinach

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Charakteristik der Versuchsstandorte
Tabelle 2	Korrelationskoeffizienten zwischen Rohproteingehalt, „Stärkegehalt“, Fettgehalt sowie Gehalt an Nichtstärkepolysacchariden
Tabelle 3	Populationskenngrößen für den Rohproteingehalt in Einzelkörnern von 3 ausgewählten Blauen Lupinensorten der Ernte 2004
Tabelle 4	NIR-Kalibrationen von Proben aus dem Lupinenanbau der Ernte 2004
Tabelle 5	NIR-Validationen von Proben aus dem Lupinenanbau der Ernte 2005

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Mittlere Erträge von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 1a	Mittlere Erträge von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 2	Tausendkorngewicht von Blauen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 2a	Tausendkorngewicht von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 3	Rohproteingehalt von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 3a	Rohproteingehalt von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 4	Proteinerträge von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 4a	Proteinerträge von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 5	Unterschiede zwischen Gesamt-Stickstoff, Roh-Stickstoff und Rein-Stickstoff bei Lupinen im Jahr 2004
Abbildung 5a	Unterschiede zwischen Roh-Stickstoff und Rein-Stickstoff bei Lupinen im Jahr 2005
Abbildung 6	„ Stärkegehalt “ von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 6a	„Stärkegehalt“ von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 7	Fettgehalt von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 7a	Fettgehalt von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 8	Fettsäure C24:0 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 9	Fettsäure C22:1 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 10	Fettsäure C22:0 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 11	Fettsäure C20:1 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 12	Fettsäure C20:0 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
Abbildung 13	Fettsäure C18:3 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

- Abbildung 14 **Fettsäure C18:2** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 15 **Fettsäure C18:1 Omega** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 16 **Fettsäure C18:1** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 17 **Fettsäure C18:0** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 18 **Fettsäure C16:0** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 19 **Fettsäure C14:0** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 20 Mittlere **Fettsäure-Zusammensetzung** von Blauen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 20a Mittlere Fettsäure-Zusammensetzung von Blauen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 20b **Fettsäure-Zusammensetzung** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 am Standort Groß Lüsewitz
- Abbildung 21 **Extraktviskosität** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 21a Extraktviskosität von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 22 Gehalt an **Nichtstärkepolysacchariden** in Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 22a Gehalt an Nichtstärkepolysacchariden in Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 23 **Korrelation** zwischen **Extraktviskosität** und Gehalt an **Nichtstärkepolysacchariden** von Lupinen der Ernte 2004
- Abbildung 23a Korrelation zwischen Extraktviskosität und Gehalt an Nichtstärkepolysacchariden von Lupinen der Ernte 2005
- Abbildung 24 **Lösliche Kohlenhydrate** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 24a Lösliche Kohlenhydrate von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 25 **Zusammensetzung der löslichen Kohlenhydrate** von Blauen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 25a Zusammensetzung der löslichen Kohlenhydrate von Blauen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 26 **Serin** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 27 **Glycin** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 28 **Arginin** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 29 **Threonin** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 30 **Valin** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 31 **Lysin** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 32 **Isoleucin** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 33 **Leucin** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 34 **Phenylalanin** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

- Abbildung 35 **Cystein** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 36 **Methionin** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 37 **Asparaginsäure** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 38 **Glutaminsäure** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 39 **Mittlere Aminosäure-Zusammensetzung** von Blauen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 39a Mittlere Aminosäure-Zusammensetzung von Blauen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 40 **Alkaloidgehalt** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow
- Abbildung 40a Alkaloidgehalt von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

1. Ziele und Aufgabenstellung

Körnerleguminosen spielen im ökologischen Landbau durch ihr Stickstoffbindevermögen eine wichtige Rolle, da sie die Stickstoffkreisläufe innerhalb eines Betriebes aufrechterhalten können. Die Süßlupine gehört neben der Ackerbohne und der Erbse zu den wichtigsten im Öko-Landbau einsetzbaren Eiweißträgern und kann somit einen wertvollen Beitrag zur Schließung von Versorgungslücken beim Einsatz von ökologischen Futtermitteln in der Tierernährung leisten. Die Lupinen sind zum einen durch die Züchtung von neuen bitterstoffarmen Sorten und zum anderen durch deutlich höhere Rohproteinerträge gegenüber anderen Leguminosen, wie Erbsen und Ackerbohnen, besonders interessant geworden. Eine komplexe Charakterisierung des Zuchtmaterials ist notwendig, um die Futterqualität umfassend einschätzen zu können. Auf Grund der Forderung einer weitgehend importunabhängigen Futterproduktion im Öko-Landbau sind für künftig einzusetzende Lupinensorten geeignete Futterqualitäten ein vorrangiges Zuchtziel.

In einem 2-jährigen Versuch werden hierzu auf 3 ökologischen Standorten Sorten und Zuchtmaterial geprüft. Die konzipierten Untersuchungen an Lupinen aus dem ökologischen Anbau umfassen Proteingehalt und Proteinqualitäten, Fettgehalt und Fettsäurespektrum sowie Stärke- und Zuckergehalt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Bestimmung des Gehaltes an antinutritiven Substanzen (Nichtstärkepolysaccharide, Alkaloide).

Die ermittelten Daten werden zur Einschätzung der Sorten und des Zuchtmaterials von Lupinen verwendet und dienen gleichzeitig als Basis zur Kalibrierung von NIR-Geräten und damit zur Bereitstellung von schnellen züchtungsrelevanten Methoden für weitere Züchtungsarbeiten.

Innerhalb des Bundesprogramms ökologischer Landbau für den Bereich Pflanzenzüchtung wird durch die Realisierung des eingereichten Projektes ein Beitrag zum Thema: Entwicklung von Zuchtansätzen zur Sicherstellung des 100%igen Anteils in der Tierfütterung (Ertrag, Ertragssicherheit, Resistenzen, Anpassungsfähigkeit, Futterqualität) gesehen.

1.1 Planung und Ablauf des Projektes

Im abgelaufenen Projektzeitraum war geplant, Sorten und Zuchtmaterial von Lupinen (18 Blaue, 2 Weiße und 2 Gelbe Lupinen) sowie 3 Wildformen (insgesamt 25 Prüfglieder) auf 3 ökologischen Standorten mit 4-facher Wiederholung anzubauen.

Projektbeginn war im Antrag für den 01.03.04 festgelegt. Dabei wurde laut Arbeitsplan (siehe Anlage Balkenplan) der Anbau, die Bestandspflege und Ernte auf den Standorten in Mecklenburg-Vorpommern von der BAZ und auf dem Standort in Bayern vom Unterauftragnehmer Saatzucht Steinach übernommen. Die Bonitur von Krankheiten und die Bestimmung morphologischer und physiologischer Merkmale erfolgten auf allen 3 Standorten von der Saatzucht Steinach.

Das Erntegut wurde bezüglich folgender Parameter von der BAZ analysiert:

- Proteingehalt
- Proteinzusammensetzung (essentielle Aminosäuren)
- Ölgehalt
- Fettsäuremuster
- Stärkegehalt
- Zuckergehalt
- Pentosangehalt (Nichtstärkepolysaccharide)
- Alkaloidgehalt

und es sollte eine erste Einschätzung des Probenmaterials bezüglich der Futterqualität erfolgen.

Neben den nasschemischen Untersuchungen war vorgesehen, Spektren mit NIR-Geräten aufzunehmen, um Kalibrierungen für eine zukünftige züchtungsrelevante Bestimmung zu erstellen.

Der verbindliche Arbeits-, Zeit- und Finanzierungsplan wurde eingehalten. Geringfügige Änderungen sind nachfolgend dargestellt.

Durch die Verschiebung des Projektbeginns vom 01.03.04 auf den 15.04.04 musste mit der Aussaat bereits vor Projektgenehmigung begonnen werden. Dabei wurden 17 Blaue Lupinen

(darunter 5 Zuchtstämme), 2 Weiße Lupinen, 2 Gelbe Lupinen, 1 Wildform und 1 Zierform (insgesamt 23 Prüfglieder, statt 25 Prüfglieder) auf allen geplanten 3 ökologischen Standorten Anfang April ausgesät, wobei auf dem Standort Gülzow auf den Anbau der Gelben und Weißen Lupinen sowie der Wildform verzichtet wurde, da das Risiko des Anthraknosebefalls als zu hoch eingeschätzt wurde. Die erforderliche Aussaatmenge für 3 Standorte konnte nur für 1 Wildform, statt 3 Wildformen, bereit gestellt werden.

Die Sorte Bordure mit ihrer hohen Anfälligkeit gegenüber Anthraknose konnte auf Grund des starken Krankheitsbefalls nicht geerntet werden. Da sie für die landwirtschaftliche Nutzung nicht vorgesehen ist, wurde sie im 2. Versuchsjahr nicht mehr angebaut.

Die lange Blühdauer bei den Gelben Lupinen wie auch bei den Weißen Lupinen und der Wildform *Lup. paniculatus* führte zu einer späten Abreife. Auf dem Standort Groß Lüsewitz konnten deshalb im 1. Versuchsjahr die Weißen Lupinen gar nicht und die Gelben Lupinen nur unreif geerntet werden. Auch im 2. Versuchsjahr reiften die Weißen Lupinen nicht ab und mussten mit der Hand gezogen und zum Trocknen aufgehängt werden.

Alle weiteren Arbeitsschritte wurden sowohl von der BAZ als auch vom Unterauftragnehmer Saatzucht Steinach planmäßig durchgeführt.

Die Aussaat der Lupinen im Frühjahr 2005 ist termingerecht durchgeführt worden. Die Weiße Lupine Fortuna konnte nicht wieder eingesetzt werden, da der Züchter dieser Sorte nicht über genügend Saatgut verfügte und deshalb den Vorschlag machte, auf die Sorte Amiga auszuweichen. Die Sorte Bardo wurde in diesem Jahr vom Züchter abgemeldet und somit stand kein Saatgut mehr zur Verfügung. An Stelle der Sorte Bardo und der Wildform wurden zwei neue Zuchtstämme von Blauen Lupinen in das Projekt mit aufgenommen.

Nach der Aussaat im 2. Versuchsjahr konnte auf allen 3 Standorten zunächst ein guter Bestand bonitiert werden, der kaum Mängel aufwies. Der um den 21.04.05 auftretende Spätfrost in Mecklenburg-Vorpommern führte jedoch zu erheblichen Frostschäden, insbesondere auf dem Standort Gülzow. Durch die deutliche Reduzierung der Bestandsdichte wurde der Unkrautdruck so hoch, dass entschieden wurde, bei je 2 Wiederholungen Unkraut per Hand zu ziehen, um genügend Saatgut für die Untersuchungen zu erhalten. Die restlichen 2 Wiederholungen wurden umgebrochen.

Im Rahmen der Qualitätsuntersuchungen wurde bei der Bestimmung der Alkaloide zunächst davon ausgegangen, dass der Gesamtgehalt photometrisch bestimmt werden kann und eine qualitative Analyse über Dünnschichtchromatographie erfolgen kann. Beide Methoden waren jedoch für einen Nachweis der teilweise sehr geringen Konzentrationen nicht geeignet, so dass eine gaschromatographische Analyse durchgeführt werden musste.

Im Analysenprogramm wurden neben dem Roh-Stickstoff zusätzlich auch Rein-Stickstoff und der Gesamt-Stickstoff-Gehalt bestimmt. Außerdem wurde von allen Proben zusätzlich die Extraktviskosität bestimmt.

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Durch das Fütterungsverbot für Tiermehle bei allen Nutztieren, das Verbot des Einsatzes von gentechnisch veränderten Futtermitteln im ökologischen Landbau und auf Grund der Forderung einer weitgehend importunabhängigen Futterproduktion im ökologischen Landbau sind Proteinfuttermittel nicht nur für Monogaster, sondern auch für Wiederkäuer vermehrt von Interesse.

Im ökologischen Landwirtschaftsbetrieb wird ein möglichst geschlossener Stoffkreislauf angestrebt. Zum einen gehört die Süßlupine neben der Ackerbohne und der Erbse zu den wichtigsten im Ökolandbau einsetzbaren Eiweißträgern und kann einen wertvollen Beitrag zur Schließung von Versorgungslücken leisten. Zum anderen kann durch den Anbau von Leguminosen, die Luftstickstoff im Boden fixieren, dieser Stickstoff für die Nachfrucht genutzt werden (RÖMER, 1996).

Bei der Suche nach alternativen Proteinquellen, wie der Süßlupine, ist jedoch die Erzeugung von Süßlupinen mit möglichst geeigneter und stabiler Futterqualität Voraussetzung für eine breite Nutzung.

Vergleicht man die heimischen Eiweißfuttermittel untereinander, so schneidet die Lupine durch ihren hohen Eiweißgehalt am besten ab. Die Proteinqualität, die maßgeblich durch die Aminosäurezusammensetzung des Proteins bestimmt wird, erweist sich jedoch bei den

Leguminosen und somit auch bei den Lupinen eindeutig als wertbegrenzend (JEROCH et al., 1999). Bei der Fütterung von Monogastern (Geflügel und Schweine) kann z. B. Soja-schrot nicht vollständig durch Lupinenschrot ersetzt werden (WÜNSCHE et al., 1990). Insbesondere durch den geringen Gehalt bestimmter Aminosäuren wie Lysin (PETERSEN und SCHULZ, 1978) sowie das Defizit an schwefelhaltigen Aminosäuren (KRACHT et al., 1973) kommt es bereits bei einem 10-15%igen Austausch zu einer Verschlechterung der Mastleistung bei Schweinen. Von ZETTL et al. (1995) wurden ebenfalls nur 10% Weiße Lupinen in der Schweinemast empfohlen.

Bei den Lupinen unterscheidet man zwischen Weißen, Gelben und Blauen Lupinen, wobei die Blaue Lupine durch ihre geringen Standortansprüche und relativ hohe Krankheitstoleranz gegenüber Anthraknose (*Colletotrichum gloeosporioides*) für den biologischen Anbau am geeignetsten erscheint. Im Sortenvergleich zwischen Weißen, Blauen und Gelben Lupinen hatten bereits FRICK et al. (2002) eine deutlich geringere Anfälligkeit der Blauen Lupinen gegenüber der Anthraknosekrankheit (*Colletotrichum gloeosporioides*) gefunden. Die blauen Sorten mit etwa 30 dt/ha waren zwar ertragsschwächer als die weißen Sorten mit etwa 40 dt/ha, aber auf Grund der besseren Toleranz gegenüber der Anthraknose wurden Blaue Lupinen für den ökologischen Anbau empfohlen. FEILER und NIRENBERG (2004) bestätigten, dass bei der Prüfung von Sortenmaterial verschiedener Lupinenarten wesentlich mehr Blaue Lupinen eine gute allgemeine Disposition besitzen. Bei Vorhandensein einer Infektionsquelle variiert jedoch auch bei den Blauen Lupinen die Anfälligkeit gegenüber Anthraknose sortenbedingt. Die Anthraknose ist für Lupinen im Moment die wichtigste Krankheit und kann im ökologischen Anbau nur durch die Verwendung von gesundem Saatgut und Anbau resistenter Sorten realisiert werden, da eine Beizung des Saatgutes nicht möglich ist. Resultierend aus der hohen Krankheitsanfälligkeit scheinen daher Gelbe Lupinen für den ökologischen Anbau wenig geeignet.

Züchterisch gilt es jedoch, den vergleichsweise niedrigen Rohproteingehalt bei Blauen Lupinen von ca. 35% gegenüber Gelben Lupinen auf ca. 40% zu erhöhen (DLG-Futterwerttabellen – Schweine). Im Zuchtmaterial soll die Variationsbreite festgestellt und Möglichkeiten einer züchterischen Bearbeitung eingeschätzt werden.

Bei bisherigen Untersuchungen an Weißen Lupinen wurde davon ausgegangen, dass der Proteingehalt kaum durch den Standort beeinflusst wird (BHARDWAJ et al., 1998). Welche Standortunterschiede bei Blauen Lupinen auf verschiedenen ökologischen Standorten zu erwarten sind, soll im Rahmen des Projektes untersucht werden.

Lupinen sind bekannt dafür, dass Stärke nicht oder nur in Spuren bzw. geringen Mengen vorkommt (WRIGLEY, 2003; MOHAMED und RAYAS-DUARTE, 1995; WHITE et al., 2002). Trotzdem findet man immer noch in DLG-Futterwerttabellen (1991), aber auch in neuerer Literatur (ROTH-MAIER und PAULICKS, 2002; RUBIO et al., 2005) Angaben, wonach in Lupinensamen mit Stärkegehalten von 9-16% zu rechnen ist. PETERSON et al. beschrieben bereits 1999, dass bei der polarimetrischen Stärkebestimmung unter Umständen auch Nichtstärkepolysaccharide (NSP) als Stärke klassifiziert werden.

Um diese sehr unterschiedlichen Ergebnisse interpretieren zu können, wurden die im Rahmen des Projektes angebaute Süßlupinen auf ihren Stärkegehalt hin analysiert.

Lupinen sind deutlich fettreicher als andere einheimische Körnerleguminosen (ROTH-MEYER und PAULICKS, 2004). Dies muss insbesondere bei Verwendung von Weißen Lupinen für die Fütterung von Wiederkäuern berücksichtigt werden, da sie nicht mehr als 125 g ungeschütztes Rohfett je 100 kg Körpermasse erhalten sollten (ROTH-MEYER und PAULICKS, 2004).

Bisher sind in der Literatur wenige Angaben zur Fettsäurezusammensetzung in Lupinen bekannt. In der menschlichen Ernährung spielen insbesondere mehrfach ungesättigte Fettsäuren eine positive Rolle bei der Senkung des Cholesterinspiegels. Ein Futter, das reich an ungesättigten Fettsäuren ist, bringt jedoch bei der Wiederkäuerfütterung kaum Vorteile, da im Pansen alle Fette fast vollständig hydrogeniert werden.

Futterfette, insbesondere langkettige ungesättigte Fettsäuren, haben jedoch einen fettsenkenden Effekt (JEROCH et al., 1999). Kühe, die mit Lupinen als Eiweißquelle gefüttert wurden, produzierten eine fettreichere Milch (MAY et al., 1993). Dabei kommt es zu einer Redu-

zierung des Anteils an kurzkettigen Fettsäuren in der Milch (FROIDMONT and BARTIAUX-THILL, 2004; SINGH et al., 1995).

Eine komplexe Charakterisierung des Zuchtmaterials ist notwendig, um die Futterqualität umfassend einschätzen zu können.

Gegenwärtig wird daran gearbeitet, neue Strategien für eine schnelle Bestimmung der relevanten Inhaltsstoffe und Eigenschaften zu entwickeln. Vielversprechend scheint dabei die Anwendung von Methoden, die im Nahen Infrarot arbeiten (CLARK et al., 1987- Bestimmung von Alkaloiden mittels NIR; TAJUDDIN et al., 2002 – Bestimmung von Protein und Fett mittels NIT bei Sojabohnen; BRAND and BRANDT, 2000 - Bestimmung von Alkaloiden mittels NIR; SUNDRUM, 2004 – Bestimmung von Trockenmasse, Rohprotein, Rohfett, Stärke, Rohfaser und Zucker mittels NIR).

2. Material und Methoden

12 Blaue Lupinen (Bordako, Borweta, Borlana, Bora, Borlu, Bolivio, Boltensia, Boregine, Boruta, Vitabor, Sonet, Azuro), 5 Zuchtstämme (Bo 21751 VOP-St, Bo 22136 VOP-St, Bo 32579 VOP-St, Bo 32684 VOP-St, Bo 32606 VOP-St), 2 Gelbe Lupinen (Bornal, Borsaja), 2 Weiße Lupinen (Bardo, Fortuna) und 1 Wildform (*Lup. Paniculatus*) aus einem 3-ortigen ökologischen Anbau waren Gegenstand der agronomischen und analytischen Untersuchungen im 1. Versuchsjahr. Im 2. Versuchsjahr wurden die Weiße Lupine Bardo und die Wildform durch zwei neue Zuchtstämme von Blauen Lupinen (3573, 3436) ausgetauscht. An Stelle der Weißen Lupine Fortuna wurde Amiga angebaut. Der Anbau erfolgte in 4-facher Wiederholung auf zwei ökologischen Standorten in Mecklenburg-Vorpommern (Groß Lüsewitz und Gülzow) und auf einem ökologischen Standort in Niederbayern (Bogen). Die Parzellengröße betrug für den Standort Groß Lüsewitz 9,6 m², Gülzow 10,35 m² und für Bogen 7,8 m². 2005 konnten vom Standort Gülzow nur die 3. und 4. Wiederholung für die Ertragsberechnungen genutzt werden.

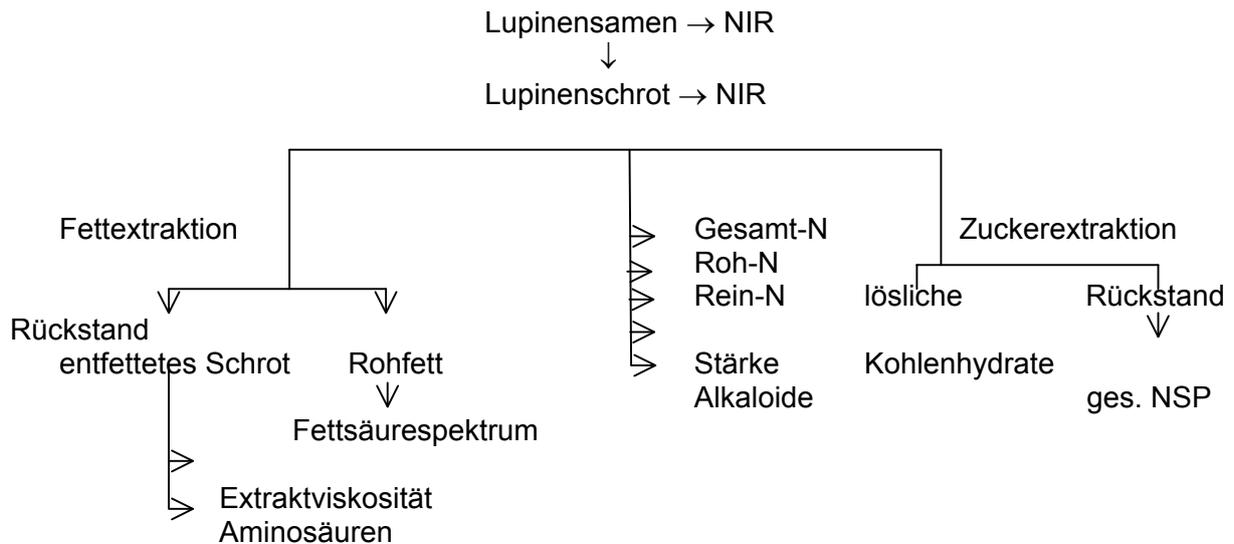
Die Standorte waren wie folgt charakterisiert:

Tab. 1: Charakteristik der Versuchsstandorte

Bundesland	Mecklenburg-Vorpommern		Bayern
Landkreis	Bad Doberan	Güstrow	Straubing
Ort	Groß Lüsewitz	Gülzow	Bogen
Bodenwertzahl	47	29	59
Bodenart	IS (vermessungsfreier Tieflehm und Lehmlandort mit vorwiegend lehmsandigen Boden)	SL (Sandbraunerde grundwasserfern)	L4D
langjähriger Niederschlag (mm)	620	542	803
Mittlere Jahrestemperatur (°C)	8,2	8,3	7,7

Die Lupinenkörner wurden nach Vorzerkleinerung mit einer Schlagmühle mit einer Fallzahlmühle vermahlen.

Die Analyse der Inhaltsstoffe erfolgte nach folgendem Arbeitsschema:



Ein Teil des Lupinenschrotes wurde am Soxtec HAT 6 (Fa. Tecator) mit Petrolether (Kp. 40-60 °C) extrahiert. Danach wurden die Extraktionshülsen mit dem entfetteten Schrot und die Becher mit dem Öl im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und der Rückstand und das Öl gravimetrisch bestimmt. Vom Öl wurde ein kleiner Teil in ein Vial überführt und die Triglyceride durch Zugabe von Trimethylsulfoniumhydroxid-Lösung in *tert*-Butylmethyl ether/Methanol (ARENS et al., 1994) in die Fettsäuremethylester umgewandelt, die dann am GC 6890 (Fa. Agilent) analysiert wurden. Es wurde die relative Fettsäurezusammensetzung (Normierung) angegeben.

Am entfetteten Schrot wurde nach einer wässrigen Extraktion die Extraktviskosität gemessen. Die Aminosäureanalyse wurde ebenfalls am entfetteten Schrot durchgeführt. Die Messung erfolgte an der HPLC auf einer C18-Umkehrphase mittels fluoreszenzspektrometrischer Detektion. Hierfür wurden die proteingebundenen Aminosäuren im Schrot zunächst mit 6 M phenolhaltiger Salzsäure entsprechend der Richtlinie 98/64/EG (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 1998) hydrolysiert und anschließend die freigesetzten Aminosäuren zu den Aminoquinolyl-N-hydroxysuccinimidyl-carbamat-derivatisiert und analysiert (COHEN and MICHAUD, 1993).

Die Bestimmung des Roh- und Rein-Stickstoffgehaltes erfolgte nach Kjeldahl, wobei für den Rein-Stickstoff vorher eine Proteinfällung mit Trichloressigsäure durchgeführt wurde. Die Analysen zum Gesamtstickstoff wurden mit dem CNS-2000 Elementaranalysator (Fa. Leco) vorgenommen.

Der Stärkegehalt wurde sowohl polarimetrisch nach Ewers am Polartronic Universal, als auch enzymatisch nach McCLEARY (1992) bestimmt.

Bei der Bestimmung des Gesamtgehaltes an Alkaloiden wurde auf eine gaschromatographische Analyse zurückgegriffen. Die Extraktion der Alkaloide erfolgte nach einer von TORRES et al. (2002) beschriebenen Methode. Dabei wurden 1,0 g Lupinenschrot zunächst mit 20 ml 1 N Salzsäure homogenisiert (Vortexer) und danach zentrifugiert (10.000 g). Anschließend wurde der Überstand mit 6 N NaOH auf pH 12 eingestellt und die Alkaloide mit Methylchlorid auf einer Chem Elut Säule eluiert. Zur Quantifizierung der Alkaloide wurde Caffein als innerer Standard zugegeben. Die Extrakte wurden am GC/MS HP 5890/5972 an einer 30 m ZB-1 (Fa. Phenomenex) mit Helium als Trägergas aufgetrennt. Die Identifizierung der Alkaloide erfolgte anhand veröffentlichter Massenspektren (WINK et al., 1995) in Verbindung mit den Kovats-Indizes. Parallel zur Analyse der Alkaloide am GC/MS erfolgte die Quantifizierung am GC HP 5890 mit einem FID als Detektor unter gleichen Bedingungen. Als Referenzsubstanzen wurden Spartein bzw. Lupinidin eingesetzt.

Die löslichen Kohlenhydrate wurden aus dem nicht entfetteten Schrot mit Methanol/Wasser extrahiert. Ein Teil des erhaltenen Extraktes wurde eingedampft und die sich hierbei abscheidenden Zucker durch Silylierung mit Trimethylsilylimidazol/Pyridin in die Silylether

überführt, die dann gaschromatografisch am GC 5890 (Fa. Agilent) an einer unpolaren Kapillarsäule HP-2 (25 m) analysiert wurden (GORECKI et al., 1997).

Im getrockneten Rückstand nach der Methanol/Wasser-Extraktion wurden die Nichtstärkepolysaccharide bestimmt. Ein aliquoter Teil wurde mit Schwefelsäure/Tetraborate-Lösung hydrolysiert und die gebildeten Monosaccharide nach Derivatisierung mit Anthranilsäureethylester an der HPLC analysiert. Der Gehalt der Nichtstärkepolysaccharide wurde aus der Summe der einzelnen zellwandtypischen Monosacchariden Galactose, Arabinose und Xylose berechnet (JÜRGENS et al., 2002). Glucose, die bei der Bestimmung ebenfalls erfasst wird, kann bei dieser Methode nicht eindeutig der Rohfaser zugeordnet werden und geht deshalb bei der Berechnung des Gesamtgehaltes an NSP nicht mit ein.

Für die Reflexionsmessung von Schrot und ganzen Körnern im Nahen Infrarot (NIR) wurde ein Nah-Infrarot-Spektrometer NIR-System 5000 der Fa. Foss verwendet.

3. Ergebnisse

3.1 Ausführliche Darstellung der Ergebnisse

Bonituren

Die Boniturdaten zu den Merkmalen: Mängel nach Aufgang, Blüte, Ausgeglichenheit, Deckungsgrad, Wuchshöhe, Vergilbung, Lager, Krankheiten, Mängel zur Reife, Reifeverzögerung, Stroh, Hülsenplatzen und Bestandsdichte sind im Zwischen- und Abschlussbericht der Saatzucht Steinach (Unterauftragnehmer) aufgeführt.

Qualitätsuntersuchungen

Die Qualitätsanalysen an Süßlupinen im Hinblick auf die Futtereignung wurden vom Institut für abiotische Stresstoleranz der BAZ Groß Lüsewitz durchgeführt.

Die Erträge und die Hauptinhaltsstoffe, wie Protein, „Stärke“ und Fett variierten sehr stark in Abhängigkeit unterschiedlicher Standorte. Dabei war 2004 das Ertragsniveau der Blauen Lupinen auf den beiden Standorten in Mecklenburg-Vorpommern mit über 30 dt/ha im Vergleich zum Standort Niederbayern mit unter 20 dt/ha sehr hoch (Abb. 1). Es gab jedoch zwischen allen Standorten signifikante Unterschiede. Die höchsten Erträge wurden 2004 am Standort Gülzow erzielt, gefolgt von Groß Lüsewitz und Bogen. In Gülzow wurden bei den Blauen Lupinen im Mittel 5 dt/ha mehr als in Groß Lüsewitz und 15 dt/ha mehr als in Bogen geerntet. Die Erträge der neuen Zuchtstämme waren vergleichbar bzw. teilweise höher als die der aktuellen Sorten. 2005 konnten die Standortunterschiede im Ertrag zwischen Niederbayern und Mecklenburg-Vorpommern bestätigt werden (Abb. 1a). Das Ertragsniveau war jedoch in Bogen und Gülzow signifikant niedriger als 2004, wahrscheinlich bedingt durch Frostschäden in Gülzow und die mangelnde Eisenversorgung in Bogen (siehe Abschlussbericht Saatzucht Steinach). Auf dem Standort Bogen war 2004 die Weiße Lupine Fortuna am ertragsstärksten und 2005 die Weiße Lupine Amiga. Die Gelben Lupinen hatten auf Grund ihres Anthraknosebefalls und der schlechten Abreife in Groß Lüsewitz geringere Erträge als die Blauen Lupinen.

Am Standort Gülzow wurden 2004 bei den Blauen Lupinen im Vergleich zu den anderen beiden Standorten signifikant höhere Tausendkorngewichte gemessen (Abb. 2). Im 2. Versuchsjahr waren die Tausendkorngewichte am Standort Groß Lüsewitz am höchsten (Abb. 2a). Sie schwankten zwischen 126 und 207 g, während in Bogen nur 81 bis 152 g erreicht wurden.

Im Proteingehalt gab es ebenfalls gravierende Unterschiede zwischen den Standorten. Die Unterschiede zwischen dem Standort Bogen mit durchschnittlich etwa 21% Rohprotein und den beiden Standorten in Mecklenburg-Vorpommern mit durchschnittlich etwa 30% Rohprotein waren so groß, dass die Sortenunterschiede fast vernachlässigbar waren (Abb. 3 und Abb. 3a). Bei bisherigen Untersuchungen an Weißen Lupinen wurde davon ausgegangen, dass der Proteingehalt kaum durch den Standort beeinflusst wird (BHARDWAJ et al., 1998). Die neuen Zuchtstämme der Blauen Lupinen zeigen vergleichbare Rohproteingehalte zu den etablierten Sorten. Ein Zuchtfortschritt ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht zu erwarten, da das bisher kein Zuchtziel bei den Blauen Lupinen war. Vergleicht man die Sorten über 2 Jahre und 3 Standorte, so zeigten Boltensia, Bolivio und Borlu im Mittel die höchsten Roh-

proteingehalte. Die Rohproteingehalte der Gelben Lupinen liegen etwas höher als die der Blauen Lupinen. Durch die schon erwähnte Anthraknoseanfälligkeit sowie der schlechten Abreife in Groß Lüsewitz und dem damit verbundenen Ertragsverlust konnten jedoch nur geringe Proteinerträge erzielt werden. Die niedrigen Proteingehalte und niedrigen Erträge von Blauen Lupinen auf dem Standort Bogen führen zu vergleichsweise noch geringeren Proteinerträgen gegenüber den anderen beiden Standorten (Abb. 4 und Abb. 4a). Da die Erträge in Bogen im Jahr 2005 etwa nur halb so hoch waren wie im Jahr 2004, führte das bei der Berechnung des Proteinertrages natürlich auch zu extrem niedrigen Werten in Bogen. Im Vergleich zu Groß Lüsewitz konnten in Bogen etwa nur 1/5 der Proteinerträge erreicht werden. Selbst die proteinreichen Weißen Lupinen Fortuna und Amiga konnten die Proteinerträge der Blauen Lupinen in Mecklenburg-Vorpommern nicht erreichen.

Auf allen 3 Standorten wurden 2004 die Unterschiede zwischen den Gehalten an Gesamt-Stickstoff, Roh-Stickstoff und Rein-Stickstoff bei Lupinen verglichen (Abb. 5). Die Differenzen zwischen Gesamt-Stickstoff und Roh-Stickstoff sind sehr gering und deuten darauf hin, dass es wenig Nitrat-, Nitrit- sowie Nitro- und Nitrosoverbindungen in den Lupinen gibt. Aus der Differenz der Roh-Stickstoff- und Rein-Stickstoff-Konzentration lässt sich im Wesentlichen auf freie Aminosäuren schließen. Im Mittel betrug die Differenz zwischen Roh-Stickstoff und Rein-Stickstoff 0,8%. 2005 wurde ebenfalls der Gehalt an Roh-Stickstoff mit dem Gehalt an Rein-Stickstoff verglichen (Abb. 5a). Die Ergebnisse des Vorjahres konnten bestätigt werden. Die Differenzen zwischen den verschiedenen Stickstoff-Fractionen waren alle signifikant. Die geringeren Proteingehalte auf dem Standort Bogen gegenüber den anderen Standorten werden bei der Bilanz der Hauptinhaltsstoffe zum einen durch höhere „Stärkegehalte“ und höhere Gehalte an Nichtstärkepolysacchariden und zum anderen durch höhere Fettgehalte kompensiert.

Die signifikanten negativen Korrelationen zwischen „Stärkegehalt“ und Rohproteingehalt, zwischen Fettgehalt und Rohproteingehalt und Gehalt an Nichtstärkepolysacchariden und Rohproteingehalt bestätigen diese Ergebnisse (Tab. 2).

Tab. 2: Korrelationskoeffizienten zwischen Rohproteingehalt, „Stärkegehalt“, Fettgehalt sowie Gehalt an Nichtstärkepolysacchariden

	„Stärke“	Fett	NSP
Rohprotein 04 (n=59)	-0,953***	-0,393**	-0,776***
Rohprotein 05 (n=63)	-0,944***	-0,337**	-0,837

** $\alpha=0,01$, *** $\alpha=0,001$

Die Bestimmung des „Stärkegehaltes“ erfolgte einerseits polarimetrisch (ISO 10520: 1997) und andererseits enzymatisch (AACC 76.13). Während die polarimetrische Methode relativ hohe „Stärkegehalte“ von über 10% lieferte, konnte enzymatisch keine Stärke nachgewiesen werden, was auch ein qualitativer Stärkenachweis bestätigte.

Die „Stärkegehalte“, die mittels polarimetrischer Methode bestimmt wurden, sind in Abb. 6 und 6a dargestellt.

Wird die polarimetrische Stärkebestimmung durchgeführt nachdem die löslichen Kohlenhydrate durch Alkoholextraktion aus dem Schrot entfernt wurden, findet man etwa 5-6% weniger „Stärke“ wieder. Auch bei der restlichen „Stärke“ im Rückstand handelt es sich aber auch nicht um Stärke, da bei der GC-Analyse der Extrakte hauptsächlich Arabinose nachgewiesen wurde, die wahrscheinlich aus der partiellen Hydrolyse von Nichtstärkepolysacchariden stammt. Bei weiteren Untersuchungen konnten wir feststellen, dass geringe Mengen an Stärke während der Keimung von Lupinensamen entstehen, wobei die Höhe der Gehalte stark von den Keimungsbedingungen abhängt. Es handelte sich aber generell nur um Spuren und mittels enzymatischer Stärkebestimmung konnten Gehalte von 1-6 % ermittelt werden.

Die Fettgehalte waren in Bogen signifikant höher als in Groß Lüsewitz und Gülzow, wobei Gülzow wiederum höhere Werte (nur 2004 signifikant) aufwies als Groß Lüsewitz (Abb. 7 und 7a). Insbesondere die Weißen Lupinen und die Wildform hatten einen doppelt so hohen Fettgehalt als die Blauen Lupinen.

Die neuen Zuchtstämme von Blauen Lupinen unterscheiden sich auch im Fettgehalt kaum von den etablierten Sorten.

Innerhalb der Blauen Lupinen traten in den Fettsäuremustern Schwankungen zwischen den Sorten, aber wiederum besonders zwischen den Standorten auf. In Abb. 8-19 sind die einzelnen Fettsäuren von Lupinen der Ernte 2004 dargestellt. Mit Ausnahme der einfach ungesättigten Fettsäuren waren bei allen anderen Fettsäuren die Standortunterschiede zwischen Niederbayern und Mecklenburg-Vorpommern 2004 und 2005 signifikant. Abbildung 20 gibt eine Übersicht über die mittleren Fettsäuregehalte der Blauen Lupinen vom Anbaujahr 2004 auf allen 3 Standorten, wobei die gesättigten Fettsäuren 19,5%, die einfach ungesättigten Fettsäuren 32,4% und die mehrfach ungesättigten Fettsäuren 48,1% vom Gesamtfettgehalt betragen. Der Anteil an Ölsäure und Linolsäure überwiegt. Diese Ergebnisse wurden im 2. Anbaujahr bestätigt (Abb. 20a).

Blaue, Gelbe und Weiße Lupinen unterscheiden sich zwar in ihrer Fettsäurezusammensetzung, der Anteil an Ölsäure und Linolsäure ist aber in allen 3 Arten dominierend (Abb. 20b). Vom entfetteten Lupinenschrot wurden wässrige Extrakte hergestellt und davon die Extraktviskosität gemessen. Dabei gab es in der Viskosität signifikante Unterschiede zwischen allen 3 Standorten (Abb. 21 und 21a). Die höchsten Extraktviskositäten wurden in Bogen gemessen und obwohl die Unterschiede zwischen Gülzow und Groß Lüsewitz nicht so groß waren, waren sie auch hier in beiden Jahren signifikant (Bogen > Gülzow > Groß Lüsewitz).

Bei der Verfütterung von Lupinen, insbesondere Blauen Lupinen, an Schweine und Geflügel ist auf die relativ hohen Gehalte an NSP zu verweisen, die einsatzbegrenzend sind. Vorwiegend auf dem Standort Bogen traten sehr hohe Gehalte an Nichtstärkepolysacchariden auf (Abb. 22 und 22a). Zwischen dem Gehalt an NSP und der Extraktviskosität wurde eine signifikante Korrelation gefunden (Abb. 23 und 23a). Diese erlaubt eine grobe Einschätzung des den NSP-Gehaltes bereits über die schnelle und einfache Bestimmung der Extraktviskosität im Lupinenschrot.

Ebenfalls störend sind bei der Fütterung von Monogastern hohe Gehalte an Oligosacchariden, da sie Blähungen verursachen können.

Der Gehalt an löslichen Kohlenhydraten war in Weißen und Gelben Lupinen höher als in Blauen Lupinen (Abb. 24 und 24a). Im neuen Zuchtmaterial der Blauen Lupinen sind ähnliche Gehalte an Oligosacchariden zu finden, wie in den etablierten Sorten (Abb. 24 und 24a). Die Standortunterschiede waren gering und nicht signifikant. Fünf lösliche Kohlenhydrate wurden im Lupinenschrot-Extrakt analysiert, wobei Stachyose, Saccharose, Verbascose und Raffinose den mengenmäßig größten Anteil ausmachten. Diese werden in der Literatur häufig als RFO's (raffinose family of oligosaccharides) bezeichnet. In Abbildung 25 und 25a sind die mittleren Zuckergehalte in den Blauen Lupinen der Ernte 2004 und 2005 dargestellt.

Die Aminosäurezusammensetzung in Lupinen, insbesondere der Blauen Lupinen, wurde auf allen 3 Standorten im Projekt untersucht. Die Variationen bezüglich Sorten und Standorte von den im Jahr 2004 analysierten Aminosäuren sind in den Abbildungen 26 – 38 dargestellt. Zur Bewertung der Aminosäurezusammensetzung, insbesondere Futtereignung, wurde der Gehalt der einzelnen Aminosäuren auf den Proteingehalt bezogen und in g/16 g N angegeben. Gibt man den Gehalt der gemessenen Aminosäuren im Lupinenschrot für die einzelnen Sorten in $\mu\text{mol/g}$ an, so unterscheiden sich die Gehalte in Abhängigkeit von den Anbaustandorten deutlich. Die Messwerte korrelieren mit den Rohproteingehalten. Wird der Gehalt auf Stickstoff bezogen, so gibt es unter Berücksichtigung der Messwerttoleranz innerhalb der Blauen Lupinen nur geringe Unterschiede zwischen den Sorten, so dass sich eine züchterische Verbesserung einzelner Aminosäuren als schwierig erweist. Zwischen den Standorten traten jedoch bei den Aminosäuren, die für die Qualität des Nahrungsproteins wichtig sind, signifikante Standortunterschiede auf. Der Lysingehalt sowie der Cystein- und der Methioningehalt der Blauen Lupinen war auf dem Standort Bogen signifikant höher als in Gülzow und Groß Lüsewitz. Leider waren die Eiweißgehalte der Lupinen mit etwa 20% Rohprotein auf dem Standort Bogen zu gering. Die bereits bekannte Tatsache, dass mit höheren Eiweißqualitäten der Eiweißgehalt sinkt, scheint sich auch hier zu bewahrheiten. Im 2. Untersuchungsjahr wurden alle Ergebnisse bezüglich der Aminosäurezusammensetzung bestätigt. 2004 und 2005 wurde etwa die gleiche mittlere Aminosäurezusammensetzung mit

relativ geringen Gehalten an schwefelhaltigen Aminosäuren, wie Methionin und Cystein, analysiert.

Im Sortenvergleich zählten Sonet, Bolivio und Bordako zu den Blauen Lupinensorten mit den höchsten Gehalten an Alkaloiden, während Vitabor und Boruta zu den Sorten mit relativ geringen Gehalten an Alkaloiden gehörten (Abb. 35 und 35a). In den Grafiken wurde die bittere Blaue Lupine Azuro und die Wildform nicht dargestellt, da durch die hohen Gehalte eine Differenzierung der Süßlupinen nicht möglich ist. Grammin, das vorwiegend in Gelben Lupinen vorkommt, wurde nicht berücksichtigt, da es nur eine geringe toxische Wirkung hat. Alle Blauen Lupinen vom Standort Bogen lagen in beiden Versuchsjahren sowohl unter dem kritischen Wert von 0,05% Alkaloide für die Tierernährung als auch unter dem kritischen Wert von 0,02% Alkaloide für die menschliche Ernährung (Abb. 35 und 35a). Am Standort Groß Lüsewitz und Gülzow überschritten 2004 nur die Sorte Bordako, Bolivio und Sonet den Maximalwert für die Tierernährung (Abb. 35). 2005 waren die Alkaloidgehalte am Standort Groß Lüsewitz am höchsten und Bordako, Bora und Sonet überschritten den kritischen Wert von 0,05. Die neuen Zuchtstämme wiesen relativ geringe Alkaloidgehalte auf. Insbesondere die Zuchtstämme 21751 und 22136 zeichneten sich durch besonders geringe Gehalte aus.

Einzelkornuntersuchungen

Bei der Entwicklung von Methoden zur nasschemischen Untersuchung von Einzelsamen bei Lupinen konnten die Untersuchungen von Rohprotein und Reinprotein problemlos auch am Einzelsamen durchgeführt werden.

Eine gravimetrische Bestimmung des Fettgehaltes ist auf Grund des geringen Samengewichtes nicht möglich. Das Fettsäurespektrum kann jedoch analysiert werden.

Da für die Charakterisierung der Aminosäuren entfettetes Schrot eingesetzt wurde, ist eine Bestimmung an Einzelsamen nicht realisierbar.

Den Stärkegehalt in Einzelsamen zu ermitteln ist nicht sinnvoll, da wie schon beschrieben, enzymatisch keine Stärke in Lupinen nachgewiesen werden konnte

Die Bestimmung löslicher Kohlenhydrate ist am Einzelsamen möglich.

Insgesamt sind die Methoden zur Bestimmung von Inhaltsstoffen an Einzelsamen jedoch mit einem höheren Analysenfehler verbunden.

Der Einsatz von NIT-Spektrometern für die Bestimmung von Rohprotein an Einzelsamen wurde getestet. Hierfür wurden aus dem Lupinensortiment 3 Sorten mit jeweils 115 Körnern ausgewählt. Innerhalb der Sorten war eine sehr hohe Variationsbreite im Proteingehalt vorhanden (Tab. 3). Für die Kalibrierung der Gesamtproben konnte ein Bestimmtheitsmaß von $r^2 = 0,973$ mit einem Fehler von $SEC = 1,092$ ermittelt werden.

Somit ergeben sich für die Züchtung von Lupinen mit hohem Rohproteinertrag erhebliche Vorteile, zum einen durch die hohe Variationsbreite in einzelnen Samenkörnern und zum anderen durch die Möglichkeit einer zerstörungsfreien Analyse einzelner Körner. Durch die schnelle Analyse und anschließende Aussaat ausgewählter Einzelkörner ist ein rascher Züchtungsfortschritt denkbar.

Tab. 3: Populationskenngrößen für den Rohproteingehalt in Einzelkörnern von 3 ausgewählten Blauen Lupinensorten der Ernte 2004

	Azuro (Bogen)	Bolivio (Groß Lüsewitz)	Boregine (Gülzow)	gesamt
Mittelwert	20,64	34,88	30,68	28,75
Standardfehler	0,33	0,33	0,30	0,37
Median	20,15	34,80	30,51	30,22
Modus	#NV	#NV	#NV	#NV
Standardabweichung	3,55	3,52	3,20	6,89
Stichprobenvarianz	12,62	12,36	10,27	47,51
Kurtosis	24,61	2,24	3,00	-0,83
Schiefe	3,71	0,43	0,64	-0,11
Wertebereich	31,63	23,88	22,06	34,88
Minimum	14,94	25,94	21,56	14,94
Maximum	46,57	49,83	43,63	49,83
Summe	2352,69	4011,40	3497,76	9861,85
Anzahl	114	115	114	343

NIR-Kalibrierung

Für die Analyse von umfangreichem Zuchtmaterial von Lupinen bietet sich die NIR-Spektroskopie als schnelle und zerstörungsfreie Methode mit hohem Probendurchsatz an. Im Projekt wurden wichtige Qualitätsmerkmale bezüglich Futtereignung mit exakten Referenzmethoden analysiert. Diese mit nasschemischen Methoden ermittelten Daten wurden zur Erstellung von NIR-Kalibrationen genutzt. Alle Proben, einschließlich Blauer, Gelber und Weißer Lupinen von unterschiedlichen Standorten, sind enthalten. Für die Kalibrierung des NIR-Gerätes wurden sowohl ganze Körner als auch Schrot eingesetzt, wobei für die Züchtung eine Kalibrierung für ganze Körner von Vorteil ist, da eine aufwändige Vermahlung entfällt und die analysierten Körner noch zur Aussaat verwendet werden können. Für die Kalibrierung aus 2004 sind die Variationsbreite der Inhaltsstoffe sowie der Fehler und das Bestimmtheitsmaß der Kalibrierung und Kreuzvalidierung in Tabelle 4 zusammengefasst.

Hauptinhaltsstoffe, wie Protein und Fett, variierten im untersuchten Material sehr stark. Insbesondere durch die gravierenden Standortunterschiede konnte eine große Variationsbreite erreicht werden. Das hohe Bestimmtheitsmaß für die Kalibrierung von $r^2 > 0,93$ und $r^2 > 0,85$ für die Kreuzvalidierung in ganzen Körnern lässt eine gute Vorhersage für die Hauptinhaltsstoffe erwarten. Es wurden ähnliche Ergebnisse wie bereits von SUNDRUM (2004) erzielt.

Weitere Inhaltsstoffe, wie lösliche Kohlenhydrate und Nichtstärkepolysaccharide, wurden zur Erstellung von NIR-Kalibrationen herangezogen. Dabei wurden Kalibrationen mit $r^2 = 0,87$ für lösliche Kohlenhydrate bzw. $0,91$ für NSP in ganzen Körnern errechnet. Von den einzelnen Zuckern scheint nur die Stachyose und von den NSP nur die Galactose mit ausreichender Exaktheit im Korn bestimmbar zu sein.

Sowohl die Fettsäuren, die in relativ hoher Konzentration vorkommen, als auch die Fettsäuren mit niedriger Konzentration lieferten brauchbare Kalibrationen. Das Bestimmtheitsmaß der Kreuzvalidierung der Schrotproben lässt hoffen, dass auch der Gehalt einzelner Fettsäuren abschätzbar wird.

Bei der Bewertung der Proteinqualität (Aminosäurezusammensetzung) für die Fütterung von Monogastern interessieren insbesondere der Gehalt an Lysin, Methionin und Cystein. Erfreulicherweise konnten für diese Aminosäuren relativ gute NIR-Kalibrationen errechnet werden. Damit könnte zumindest eine Klassifizierung von Zuchtmaterial und Kandidaten mit hohem oder niedrigem Gehalt an Lysin, Methionin und Cystein im Züchtungsbereich möglich sein.

Exakte Alkaloidbestimmungen mittels GC/MS sind sehr kosten- und arbeitsintensiv. Bisher bekannte Schnellmethoden lassen keine Differenzierung in dem für die Human- und Tier-

ernährung interessanten Bereich von 0,02 – 0,05% zu. Die von CLARK et al. (1987) entwickelte Methode zur Analyse von Alkaloiden in Lupinen mittels NIR ist nur zur Bestimmung höherer Alkaloidgehalte (im Bereich 0,09 – 1,72%) geeignet. Eine Schnellbestimmung, die zugleich auch genaue Ergebnisse liefert, wäre jedoch von großem Vorteil. Wurden bei unseren Untersuchungen bittere Lupinen in die Kalibrierung einbezogen, hatte man zwar ein hohes Bestimmtheitsmaß, aber der Fehler der Kalibrierung war viel zu hoch. Bei der Kalibration mit Proben, die einen geringen Gehalt an Alkaloiden aufwiesen, wurde das Bestimmtheitsmaß etwas schlechter. Ob die NIR-Methode für diese kleinen Alkaloidmengen geeignet ist, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

Eine erste Überprüfung aller brauchbaren Kalibrierungen erfolgte mit einem unabhängigen Probensatz (Proben der Ernte 2005). Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Alle Vorhersagen mit $r^2 < 0,6$ wurden nicht berücksichtigt.

Bei der Rohstoffanalyse von Lupinen der Ernte 2005 ließen sich die Hauptinhaltsstoffe mit der erstellten Kalibration aus 2004 gut vorhersagen. Erwartungsgemäß war die Vorhersage im Schrot besser als im Korn, jedoch ließen sich der Protein- und Fettgehalt sowie der Gesamt-N- und Rein-N-Gehalt auch im Korn abschätzen.

Für Gesamt-Zucker war keine exakte Vorhersage der Proben aus 2005 möglich, während für die Stachyose die Kalibration nutzbar war.

Die Gesamt-NSP und die Galactose waren im Korn mit ausreichender Genauigkeit bestimmbar.

Der Gehalt einzelner Fettsäuren ließ sich im Schrot gut über NIR bestimmen. Selbst im Korn ist das für eine Reihe von Fettsäuren noch möglich.

Bei den Aminosäuren erwies sich die erstellte Kalibration aus 2004 leider nur für die Bestimmung des Cysteins im Schrot als brauchbar. Methionin und Lysin konnten für 2005 mit der Kalibration aus 2004 nicht vorhergesagt werden. Die mit Proben aus dem Jahr 2005 erstellte Kalibration war jedoch mit einem Bestimmtheitsmaß für Lysin für $r^2 = 0,69$ und für Methionin von $r^2 = 0,92$ im Schrot relativ gut, so dass in Zukunft sicher eine Kalibration über mehrere Jahre erfolgreich sein dürfte.

3.2 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Im Projekt werden bei der umfassenden Charakterisierung des breiten Sortiments von Süßlupinen neben den agronomischen Merkmalen auch Qualitätsmerkmale erfasst, mit deren Hilfe eingeschätzt werden kann, ob sich Süßlupinen zur betriebseigenen Futtermittelversorgung im Ökolandbau eignen.

Das Vorhaben dient zum einen der Erschließung und Nutzung vorhandener genetischer Ressourcen. Zum anderen werden durch die Qualitätsanalyse des Zuchtmaterials Voraussetzungen zur Erzeugung geeigneter Sorten mit spezifischen Qualitätsmerkmalen für den ökologischen Landbau geschaffen.

Durch den Anbau der Süßlupinen auf verschiedenen ökologischen Standorten können Standorteinflüsse auf die Qualität und somit auf die Qualitätsstabilität der Lupinen beurteilt werden.

Die komplexen Untersuchungen bezüglich Proteingehalt, Aminosäurezusammensetzung, Fettgehalt, Fettsäurezusammensetzung, Stärkegehalt und Zuckergehalt sowie die Bestimmung von antinutritiven Substanzen, wie Nichtstärkepolysaccharide und Alkaloide, sind sowohl für den Züchter als auch für den praktischen Landwirt und die Futtermittelhersteller von Interesse.

3.3 Bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

Landwirte, Züchter und Kleingärtner konnten sich auf der Internationalen Grünen Woche vom 21.01.05 – 30.01.05 in Berlin an einem Stand der BAZ über Ziele und Aufgabenstellung des Lupinen-Projektes an Hand einer Bildschirmpräsentation informieren.

Auf der 8. Wissenschaftstagung „Ökologischer Landbau“ vom 01. - 04. März 2005 wurde ein Poster mit dem Titel „Züchterische Bearbeitung von Süßlupinen für den ökologischen Landbau – Erste Ergebnisse zu Ertrags- und Qualitätsuntersuchungen“ vorgestellt und ein Beitrag mit dem gleichen Titel im Tagungsband veröffentlicht. Die auf der 8. Wissenschaftstagung vorgetragenen Ergebnisse wurden an das Praxiszentrum Ökologische Landwirtschaft beim

Bauernverband Uecker-Randow in Pasewalk weiter geleitet. Dort wird Frau Fischer die Ergebnisse an interessierte Landwirte weiter geben. Fragen von Seiten der Landwirte traten hauptsächlich bezüglich der Aminosäurezusammensetzung von Lupinen auf.

Anlässlich der 100. Wiederkehr des Geburtstages von Professor Dr. R. Schick wurde im Institut für abiotische Stresstoleranz ein Tag der offenen Tür durchgeführt, an dem Landwirten, Züchtern und interessierten Personen die aktuellen Forschungsthemen des Institutes vorgestellt wurden. Es wurde über Ergebnisse im Lupinenprojekt berichtet.

Im Sonderheft 290 Landbauforschung Völkenrode „Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2005“ wurde von uns eine Publikation mit dem Titel „Einfluss von Standort und Sorte auf ausgewählte Qualitätsparameter ökologisch erzeugter Lupinen für die Nutztierfütterung“ veröffentlicht.

Auf der im März stattfindenden 8. GPZ-Tagung mit dem Schwerpunktthema: „Pflanzenzüchtung für bessere Lebens- und Futtermittel“ wurde ein Poster mit dem Titel: Untersuchungen zum „Stärkegehalt“ in Blauen Süßlupinen präsentiert.

4. Zusammenfassung

Auf zwei Standorten in Mecklenburg-Vorpommern (M-V) und einem Standort in Niederbayern (NB) wurden in 4-facher Wiederholung 17 Blaue Lupinensorten und -stämme sowie 2 Weiße und 2 Gelbe Lupinensorten über einen Zeitraum von zwei Jahren ökologisch angebaut. Während des Wachstums und der Reife wurden Krankheiten sowie morphologische und physiologische Merkmale bonitiert. Das Erntegut der ökologisch erzeugten Lupinen wurde bezüglich Ertrag, Tausendkorngewicht, Rohprotein-, Rohfett-, Stärke- und Zuckergehalt analysiert. Außerdem wurden die Proteinqualität (Aminosäurezusammensetzung) und das Fettsäurespektrum sowie der Gehalt an antinutritiven Substanzen, wie Nichtstärkepolysaccharide und Alkaloide, untersucht.

Die Blauen Lupinen waren für den Einsatz im ökologischen Landbau uneingeschränkt nutzbar. Sie zeigten eine geringe Krankheitsanfälligkeit sowie eine gleichmäßige und frühzeitige Abreife. Dagegen gab es bei den Gelben und Weißen Lupinen in M-V in beiden Untersuchungsjahren erhebliche Probleme mit der Abreife.

Bei der Bewertung der Lupine als Futtermittel im ökologischen Landbau müssen beim Anbau auf verschiedenen Standorten nicht nur Ertragsunterschiede, sondern auch Unterschiede in den Inhaltsstoffen und somit in der Futtermittelqualität beachtet werden. Die Standortunterschiede im Ertrag und in den untersuchten Qualitätsparametern waren so hoch, dass im Vergleich dazu die Sortenunterschiede fast vernachlässigbar waren. Dabei traten insbesondere zwischen NB und M-V gravierende Standortunterschiede auf, die wahrscheinlich auf die unterschiedlichen Bodenverhältnisse, d. h. einen hohen pH-Wert am Standort NB zurückzuführen sind. Die sehr geringen Rohproteingehalte der Blauen Lupinen auf dem Standort in NB gegenüber den Standorten in M-V wurden durch höhere Fettgehalte und höhere Gehalte an Nichtstärkepolysacchariden ausgeglichen. Stärke konnte in den untersuchten Lupinen nicht bzw. nur in Spuren (< 1%) nachgewiesen werden. Auf dem Standort in NB wurde zwar eine bessere Eiweißqualität bei den Blauen Lupinen (signifikant höhere Gehalte an schwefelhaltigen Aminosäuren) nachgewiesen, jedoch waren die Eiweißgehalte der Lupinen mit etwa 20% Rohprotein zu gering.

Die Sorte Borlu, die bei Landessortenversuchen im konventionellen Landbau als proteinreich eingestuft wird, hatte im ökologischen Landbau ebenfalls sehr hohe Rohproteingehalte. Auch der Alkaloidgehalt war bei den Blauen Lupinen standortabhängig (NB < M-V). Den kritischen Wert von 0,05% überschritten nur die Sorten Sonet, Bolivio und Bordako auf den Standorten in M-V. Alle neuen Zuchtstämme wiesen relativ geringe Gehalte auf.

Insgesamt zeigen die umfangreichen Qualitätsanalysen, dass Lupinen einen Beitrag zur betriebseigenen Futtermittelversorgung im ökologischen Landwirtschaftsbetrieb leisten können. Die Futtermittelqualität kann sowohl durch züchterische Maßnahmen als auch durch die Wahl geeigneter Standortbedingungen verbessert werden.

Die ermittelten Qualitätsdaten wurden zur Kalibrierung von NIR-Geräten verwendet, um für Züchtungsarbeiten eine schnelle und möglichst zerstörungsfreie Analytik bereit zu stellen. Die NIR-Technik erwies sich als geeignet, um im Züchtungsbereich ohne zeit- und kostenintensive Analytik fütterungsrelevante Inhaltsstoffe abschätzen zu können.

5. Gegenüberstellung der geplanten und erreichten Ziele sowie Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Das geplante Ziel, in einem 2-jährigen Versuch auf 3 ökologischen Standorten Sorten und Zuchtmaterial ausgewählter Lupinen bezüglich Anbaueignung, Ertrag und Qualitätsparameter im Hinblick auf Futtereignung zu untersuchen, wurde erreicht. Das Untersuchungsmaterial wurde auf Proteingehalt, Proteinqualität, Fettgehalt, Fettsäurezusammensetzung, Zuckergehalt, Gehalt an Nichtstärkepolysacchariden und Alkaloiden analysiert. Die umfangreichen Analysen wurden ausgewertet und die Ergebnisse sind im Abschlussbericht dargestellt.

Bei der Züchtung auf alkaloidarme Sorten von Blauen Lupinen ist ein eindeutiger Züchtungsfortschritt festzustellen, da alle neue Zuchtstämme sehr geringe Alkaloidgehalte aufweisen,

die nicht nur einen Einsatz in der Futtermittel-, sondern auch in der Lebensmittelindustrie ermöglichen.

Der relativ geringe Gehalt an schwefelhaltigen Aminosäuren, der bei den untersuchten aktuellen Lupinensorten und im Zuchtmaterial ermittelt wurde, ist jedoch ein wesentlicher limitierender Faktor für den Einsatz von Lupinen in der Nutztierfütterung, insbesondere als 100%iges Biofutter. Die biologische Wertigkeit des Lupinenproteins wird hauptsächlich durch den niedrigen Gehalt an Methionin beeinträchtigt. Daraus folgt, dass die Erhöhung des Methioningehaltes ein zwingend notwendiges Zuchtziel darstellt, insbesondere für den ökologischen Landbau, da ein Zusatz einzelner Aminosäuren zum Futter nicht erlaubt ist. Hinzu kommen die geringen Unterschiede in der Aminosäurezusammensetzung innerhalb und zwischen den untersuchten Sorten und dem Zuchtmaterial, wodurch ein Züchtungsfortschritt auf der Basis des bisher verwendeten Materials nicht zu erwarten ist. Für zukünftige gezielte Züchtungsarbeiten wäre es sinnvoll, genetische Ressourcen in die Untersuchungen mit einzubeziehen, um evtl. die Variabilität in allen züchterisch interessanten Merkmalen zu erhöhen. Das Auffinden von Herkünften mit höheren Gehalten an Rohprotein und an schwefelhaltigen Aminosäuren im Wildmaterial könnte dazu beitragen, dass geeignete Sorten für den ökologischen Landbau gezüchtet werden können, die ein ideales Protein-Futtermittel darstellen.

Der analytische Aufwand ist jedoch mit herkömmlichen nasschemischen Analysen schwer zu realisieren.

Möglichkeiten des Einsatzes von NIR-Spektrometern für eine züchtungsrelevante Analyse von Inhaltsstoffen sind im Projekt aufgezeigt. Durch Einbeziehung von Proben mit höherer Variabilität könnten auch hier die erstellten Kalibrationen präzisiert und deren Anwendbarkeit verbessert und abgesichert werden.

In der zeitlich begrenzten Projektphase konnten bezüglich der Einzelkornanalyse zunächst nur bei einigen Parametern Möglichkeiten zur Durchführung von nasschemischen Analysen aufgezeigt werden. Für den Parameter Rohprotein wurden im Bericht erste Ergebnisse zur züchtungsrelevanten Analyse an Einzelsamen mittels NIT-Spektrometer vorgestellt, die Erfolg versprechend sind. Weitere Forschungsarbeiten sind lohnenswert, da der Einsatz einer solchen zerstörungsfreien Einzelkornmethode in der Züchtung wesentliche Vorteile bringen würde.

6. Literaturverzeichnis

- Arens, M.; E. Schulte and K. Weber: Fettsäuremethylester, Umesterung mit Trimethylsulfoniumhydroxid (Schnellverfahren) – Gemeinschaftsarbeiten der DGF, 138. Mitteilung: Deutsche Einheitsmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen, 105. Mitt.: Analyse von Fetten XXXI. Fett Wissenschaft Technologie - Fat Science Technology 96, 2 (1994): 67-68
- Bhardwaj, H.L.; A.A. Hamama and L.C. Merrick: Genotypic and environmental effects on lupin seed composition. Plant Foods for Human Nutrition 53 (1998): 1-13
- Brand, T.S. and D.A. Brandt: Alkaloid content of South African lupins (*L. luteus*, *L. albus* and *L. angustifolius* species) and determination thereof by Near Infra-red Reflectance Spectroscopy. South African Journal of Animal Science, 30 (2000): 11-12
- Clark, D.H.; M.H. Ralphs and R.C. Lamb: Total Alkaloid Determinations in Larkspur and Lupine with Near Infrared Reflectance Spectroscopy. Agron. J. 79 (1987): 481-485
- Cohen, S.A. and D.P. Michaud: Synthesis of a fluorescent derivatizing reagent, 6-Aminoquinolyl-N-Hydroxysuccinimidyl Carbamate, and its application for the analysis of Hydrolysate Amino-Acids Via High-Performance Liquid-Chromatography. Analytical Biochemistry 211, 2 (1993): 279-287
- DLG: DLG-Futterwerttabellen – Schweine. DLG-Verlag, 6. Aufl. (1991), 64 S.
- Feiler, U. und H.I. Nirenberg: Anthraknose an Lupine. Teil 2: Befallsverlauf, Erregerausbreitung und Überlebensfähigkeit verschiedener Sorten von *Lupinus albus*, *L. angustifolius* und *L. luteus* bei Infektion mit *Colletotrichum lupini* var. *setosum*. Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst 57, 11 (2004): 273-280

- Frick, C., V. Mediavilla and T. Hebeisen: Lupinen – eine alternative Eiweißkultur. AGRAR Forschung 9 (2002):80-83
- Froidmont, E. and N. Bartiaux-Thill: Suitability of lupin and pea seeds as a substitute for soybean meal in high-producing dairy cow feed. Anim. Res. 53 (2004): 475-487
- Gorecki, R.J.; A.I. Piotrowicz-Cieslak; L.B. Lahuta and R.L. Obendorf: Soluble carbohydrates in desiccation tolerance of yellow lupin seeds during maturation and germination. Seed Science Research 7, 2 (1997): 107-115
- Jeroch, H. et al.: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 1999
- Jürgens, H.-U.; Flamme, W. and G. Jansen: Content, Composition and Characteristics of Pentosans (Arabinoxylans) in Rye Grain. DGQ XXXVII. Vortragstagung (2002): 81-86
- Kracht, W.; H. Schröder; D. Bennewitz, J. Wünsche und H.D. Bock: Zum Einsatz von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) und weißen Süßlupinen (*Lupinus albus* L.) als pflanzliche Eiweißfuttermittel in der Schweinemast. Archiv für Tierernährung 23, (1973): 801-812
- May, M.G.; D.E. Ottreby; J.G. Linn and W.P. Hansen: Lupins (*Lupinus albus*) as a Protein Supplement for Lacting Holstein Dairy Cows. Journal of Dairy Science 76, 9 (1993): 2682-2690
- McCleary, B.V.: Measurement of the content of limit-dextrinase in cereal flours. Carbohydrate Research 227 (1992): 257-268
- Mohamed, A.A. and P. Rayas-Duarte, 1995: Composition of *Lupinus albus*. Cereal Chemistry 72 (1991): 643-647
- Petersen, U. und E. Schulz: Untersuchungen über die Eignung von Ackerbohnen (*Vicia faba* L. *minor*), Süßlupinen (*Lupinus luteus* L.) und Rapsextraktionsschrot (*Brassica napus* L. var. *napus*) als Eiweißfuttermittel in der Schweinemast. 1. Mitt.: Analytische und Tierexperimentelle Beurteilung der Futtermittel. 218-233; 2. Mitt.: Ergebnisse der Fütterungsversuche mit wachsenden Schweinen. 269-279; 3. Mitt.: Diskussion der Ergebnisse der Fütterungsversuche mit wachsenden Schweinen. Landwirtschaftliche Forschung 31, (1978): 281-298
- Petterson, D.S., D.J. Harris, C.J. Rayner, A.B. Blakeney and M. Choct: Methods for the analysis of premium livestock grains. Australian Journal of Agricultural Research, 50, (1999): 775-787
- Richtlinie 98/64/EG der Kommission vom 3. September 1998 zur Festlegung gemeinschaftlicher Analysemethoden für die Bestimmung von Aminosäuren, Rohfetten und Olaquinoxin in Futtermitteln und zur Änderung der Richtlinie 71/393/EWG
- Römer, P.: Lupinen – Verwertung und Anbau. Gesellschaft zur Förderung der Lupine e.V., 3. Auflage. (1996)
- Roth-Maier, D.A. and B.R. Paulicks: Nutritional values of sweet blue and yellow lupin seed for ruminants. In: Wild and Cultivated Lupins from the Tropics to the Poles. Proceedings of the 10th International Lupin Conference, Laugarvatn, Iceland, 19-24 June 2002, International Lupin Association, Canterbury, New Zealand. (2002), ISBN 0-86476-153-8
- Roth-Meyer, D.A. und B.R. Paulicks: Inhaltsstoffe, Futterwert und Einsatz von Lupinen in der Nutztierfütterung. www.ufop.de/2769.htm (2004)
- Rubio, L.A., M.M. Pedrosa, A. Pérez, C. Cuadrado, C. Burbano and M. Muzquiz: Ileal digestibility of defatted soybean, lupin and chickpea seed meals in cannulated Iberian pigs: II. Fatty acids and carbohydrates. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85 (2005): 1322-1328
- Singh, C.K.; P.H. Robinson and M.A. McNiven: Evaluation of raw and roasted lupin seeds as protein supplements for lactating cows. Animal Feed Science and Technology 52 (1995): 63-76
- Sundrum, A.: Nährstoffanalyse von Lupinen mittels Nah-Infrarot Spektroskopie. Endbericht zum Forschungsprojekt Nr. 01HS043, 2004
- Tajuddin, T.; S. Watanabe; R. Masuda; K. Harada and S. Kawano: Application of near infrared transmittance spectroscopy to the estimation of protein and lipid contents in single seeds of soybean recombinant inbred lines for quantitative trait loci analysis. Journal of near infrared spectroscopy 10, 4 (2002): 315-325

- Torres, K.B.; N.R. Quintos, L.L.B. Necha and M. Wink: Alkaloid profile of leaves and seeds of *Lupinus hintonii*. Zeitschrift für Naturforschung C-A Journal of Biosciences 57, 3-4 (2002): 243-247
- White, C.L., C.D. Hanbury, P. Young, N. Phillips, S.C. Wiese, J.B. Milton, R.H. Davidson, K.H.M. Siddique and D. Harris: The nutritional value of *Lathyrus cicera* and *Lupinus angustifolius* grain for sheep. Animal Feed Science and Technology 99 (2002): 45-64.
- Wink, M.; C. Meissner and L. Witte: Patterns of Quinolizidine Alkaloids in 56 Species of the Genus *Lupinus*. Phytochemistry 38, 1 (1995): 139-153
- Wrigley, C.: The lupin – the grain with no starch. Cereal Foods World 48 (2003): 30-31.
- Wünsche, J.; U. Hennig, W.B. Souffrant und F. Kreinbring: Untersuchungen zur präzökalen Rohproteinverdaulichkeit und Aminosäurenresorption von Lupinen beim Schwein. Archiv für Tierernährung 40, (1990): 831-839
- Zettl, A.; F. Lettner und W. Wetscherek: Einsatz von weißer Süßlupine (*Lupinus albus* var. AMIGA) in der Schweinemast. Bodenkultur 46, 2 (1995): 165-175

**Anhang: Balkenplan
Abbildungen
Abschlussbericht Saatzucht Steinach**

Tab. 4: Kalibration von Proben des Lupineanbaus, Ernte 2004
(n=68)

	Mittelwert	Bereich	Korn				Schrot			
			Kalibrierung		Kreuzvalidierung		Kalibrierung		Kreuzvalidierung	
			SEC	r ²	SECV	r ²	SEC	r ²	SECV	r ²
<i><u>Rohstoff (% im Schrot)</u></i>										
Trockenmassegehalt	91,16	89,90 - 93,00	0,421	0,715	0,480	0,627	0,370	0,780	0,389	0,754
Gesamt-N	4,61	3,27 - 6,98	0,111	0,980	0,170	0,954	0,089	0,987	0,101	0,984
Roh-N	4,50	3,12 - 6,69	0,102	0,983	0,191	0,941	0,085	0,988	0,100	0,984
Rein-N	3,70	2,60 - 5,36	0,089	0,978	0,159	0,930	0,076	0,984	0,091	0,977
Rohprotein	28,15	19,48 - 41,78	0,641	0,983	1,205	0,940	0,530	0,988	0,623	0,984
„Stärkegehalt“	13,76	7,13 - 18,22	0,683	0,925	0,955	0,854	0,520	0,957	0,608	0,941
Roh-Fett	5,07	3,22 - 12,90	0,430	0,957	0,685	0,892	0,225	0,989	0,329	0,975
<i><u>Lösliche Kohlenhydrate (% im Schrot)</u></i>										
Gesamt	5,51	4,32 - 8,25	0,305	0,874	0,427	0,751	0,310	0,871	0,396	0,786
myo-Inosit	0,11	0,08 - 0,21	0,016	0,382	0,019	0,154	0,009	0,789	0,114	0,547
Saccharose	1,62	0,58 - 2,23	0,224	0,406	0,242	0,325	0,109	0,860	0,186	0,599
Raffinose	0,59	0,43 - 2,00	0,045	0,961	0,103	0,794	0,054	0,942	0,092	0,834
Stachyose	2,19	1,43 - 4,67	0,169	0,941	0,219	0,901	0,136	0,962	0,210	0,909
Verbascose	1,00	0,24 - 2,72	0,256	0,367	0,276	0,295	0,111	0,880	0,161	0,758
<i><u>NSP Nichtstärkepolysaccharide (% im Schrot)</u></i>										
NSP gesamt	22,238	7,62-29,61	1,385	0,905	2,060	0,792	1,957	0,811	2,111	0,781
Galactose	13,770	2,23-20,18	0,818	0,955	1,395	0,870	1,309	0,885	1,435	0,862
Xylose	3,961	2,54-5,10	0,278	0,771	0,410	0,504	0,412	0,498	0,443	0,422
Arabinose	4,260	2,21-5,28	0,300	0,725	0,473	0,326	0,455	0,365	0,472	0,330
Rhamnose	0,271	0,21-0,53	0,043	0,085	0,045	0,018	0,044	0,036	0,045	0,018
Galacturonsäure	1,193	0,46-1,82	0,205	0,498	0,207	0,484	0,219	0,425	0,220	0,418
<i><u>Fettsäuren (%)</u></i>										
C 14:0	0,27	0,10 - 0,37	0,012	0,966	0,027	0,832	0,018	0,921	0,022	0,884
C 16:0	10,04	3,61 - 14,34	0,646	0,892	0,786	0,840	0,419	0,954	0,970	0,757
C 18:0	4,95	1,21 - 7,50	0,582	0,806	0,665	0,745	0,352	0,929	0,682	0,732
C 18:1	31,4	23,54 - 52,32	1,000	0,955	3,710	0,393	0,745	0,975	1,660	0,830
C 18:1 Omega	0,70	0,40 - 2,47	0,064	0,973	0,226	0,675	0,090	0,947	0,138	0,879
C 18:2	39,86	16,90 - 48,50	1,190	0,955	3,742	0,565	1,038	0,966	2,199	0,850
C 18:3	6,44	2,71 - 11,07	0,294	0,964	0,577	0,860	0,403	0,932	0,687	0,801
C 20:0	0,90	0,63 - 3,27	0,154	0,840	0,299	0,401	0,092	0,943	0,188	0,763
C 20:1	0,63	0,20 - 4,83	0,200	0,958	0,431	0,804	0,156	0,974	0,381	0,847
C 22:0	1,99	1,14 - 5,52	0,181	0,909	0,322	0,715	0,166	0,924	0,349	0,664
C 22:1	0,47	0,21 - 2,12	0,082	0,955	0,167	0,816	0,078	0,959	0,170	0,809
C 24:0	0,50	0,29 - 0,86	0,044	0,834	0,051	0,777	0,031	0,916	0,043	0,837
<i><u>Aminosäuren (g/16 g N)</u></i>										
Asparaginsäure	10,469	9,38-12,69	0,419	0,398	0,478	0,212	0,298	0,692	0,358	0,551
Glutaminsäure	21,687	19,00-24,44	0,929	0,444	0,967	0,393	0,676	0,662	0,811	0,508
Serin	5,418	4,78-6,47	0,178	0,667	0,270	0,225	0,187	0,631	0,220	0,487
Histidin	2,280	1,08-2,96	0,443	0,057	0,516	-0,255	0,443	0,059	0,476	-0,070

	Mittelwert	Bereich	Korn				Schrot			
			Kalibrierung		Kreuzvalidierung		Kalibrierung		Kreuzvalidierung	
			SEC	r ²	SECV	r ²	SEC	r ²	SECV	r ²
Glycin	4,358	3,87-4,95	0,259	0,060	0,264	0,016	0,196	0,461	0,235	0,217
Arginin	9,867	7,87-11,34	0,454	0,812	0,589	0,681	0,393	0,860	0,458	0,806
Threonin	3,539	2,89-4,72	0,213	0,565	0,232	0,482	0,152	0,759	0,186	0,636
Alanin	3,561	3,11-4,27	0,224	0,277	0,234	0,214	0,179	0,541	0,199	0,428
Methionin	0,681	0,47-1,14	0,059	0,836	0,094	0,580	0,068	0,780	0,086	0,650
Prolin	3,943	3,07-4,75	0,327	0,153	0,347	0,046	0,314	0,217	0,343	0,069
Cyst(e)in	1,767	1,33-2,82	0,129	0,851	0,166	0,750	0,087	0,931	0,110	0,889
Tyrosin	4,019	2,94-5,37	0,143	0,819	0,160	0,775	0,093	0,938	0,147	0,847
Valin	3,246	2,70-4,18	0,189	0,621	0,218	0,506	0,174	0,685	0,185	0,651
Lysin	5,020	4,23-6,43	0,205	0,760	0,235	0,684	0,162	0,851	0,177	0,820
Isoleucin	3,337	2,87-4,07	0,202	0,370	0,204	0,381	0,169	0,556	0,192	0,452
Leucin	7,006	6,05-8,53	0,271	0,653	0,290	0,601	0,233	0,747	0,281	0,632
Phenylalanin	3,820	3,41-4,40	0,137	0,497	0,164	0,292	0,152	0,380	0,158	0,341
<i>Gesamtalkaloide (% im Schrot)</i>										
Gesamtalkaloide	0,133	0,0014-2,60	0,151	0,863	0,212	0,733	0,105	0,933	0,165	0,838

Tab. 5: Vorhersage der Analysedaten von Lupinen 2005 (n=64) mit der erstellten Kalibration von 2004

	Korn	SEP	Schrot	SEP
	r ²		r ²	
<i>Rohstoff (% im Schrot)</i>				
Roh-N	0,896	0,543	0,974	0,193
Rein-N	0,859	0,438	0,943	0,190
Rohprotein	0,896	3,386	0,974	1,202
„Stärkegehalt“	0,895	1,292	0,936	1,204
Roh-Fett			0,955	0,344
<i>Lösliche Kohlenhydrate (% im Schrot)</i>				
Saccharose			0,651	0,423
Stachyose	0,738	0,651	0,671	0,310
<i>NSP Nichtstärkepolysaccharide (% im Schrot)</i>				
Galactose	0,824	2,705	0,931	2,927
NSP gesamt	0,658	3,242	0,900	3,689
<i>Fettsäuren (%)</i>				
C16:0			0,813	1,214
C18:0			0,712	1,149
C18:1			0,665	3,110
C18:1 Omega	0,622	0,221	0,649	0,411
C18:2			0,800	3,607
C18:3	0,748	1,082	0,708	0,856
C20:0			0,806	0,294
C20:1	0,899	0,372	0,908	0,260
C22:0			0,894	0,456
<i>Aminosäuren (g/16 g N)</i>				
Alanin			0,654	0,218
Cyst(e)in			0,803	0,243

Balkenplan

Jahre	2004												2005												2006	
Monate	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2		
Personal BAZ	0,75 Technische Assistentin																									
Aufgaben BAZ Technische Assistentin	Anbau, Bestandspflege, Ernte, Ertragsermittlung auf Standort Groß Lüsewitz und Gülzow – 1. VJ												Anbau, Bestandspflege, Ernte, Ertragsermittlung auf Standort Groß Lüsewitz und Gülzow – 2. VJ													
	Entwicklung von Methoden zur nasschemischen Untersuchung von Einzelsamen bei Lupinen						Qualitätsuntersuchungen mit nasschemischen Methoden sowie Spektrenaufnahme von Proben – 1. VJ						weitere Einzelsamencharakterisierung						Qualitätsuntersuchungen mit nasschemischen Methoden sowie Spektrenaufnahme von Proben – 2. VJ							
Aufgaben BAZ wiss. Mitarbeiter (Eigenanteil)																K							K V			
Unterauftrag	Anbau, Bestandspflege, Ernte, Ertragsermittlung auf Standort in Bayern – 1. VJ Bonitur von Krankheiten und morphologischen und physiologischen Merkmalen auf allen 3 Standorten – 1. VJ												Anbau, Bestandspflege, Ernte, Ertragsermittlung auf Standort in Bayern – 2. VJ Bonitur von Krankheiten und morphologischen und physiologischen Merkmalen auf allen 3 Standorten – 2. VJ													
Meilensteine																M1		M2		M3						

Abkürzungen: VJ = Versuchsjahr
 K = Kalibrationsentwicklung (NIR/NIT)
 V = Validierung

M1 – Erste Einschätzung des Probenmaterials bezüglich Qualitätsparameter
 M2 – Erste Aussagen zu Möglichkeiten des Einsatzes von NIR/NIT-Geräten
 M3 – Abschlussbericht (Einschätzung der Sorten und des Zuchtmaterials bezüglich der Futtereignung)

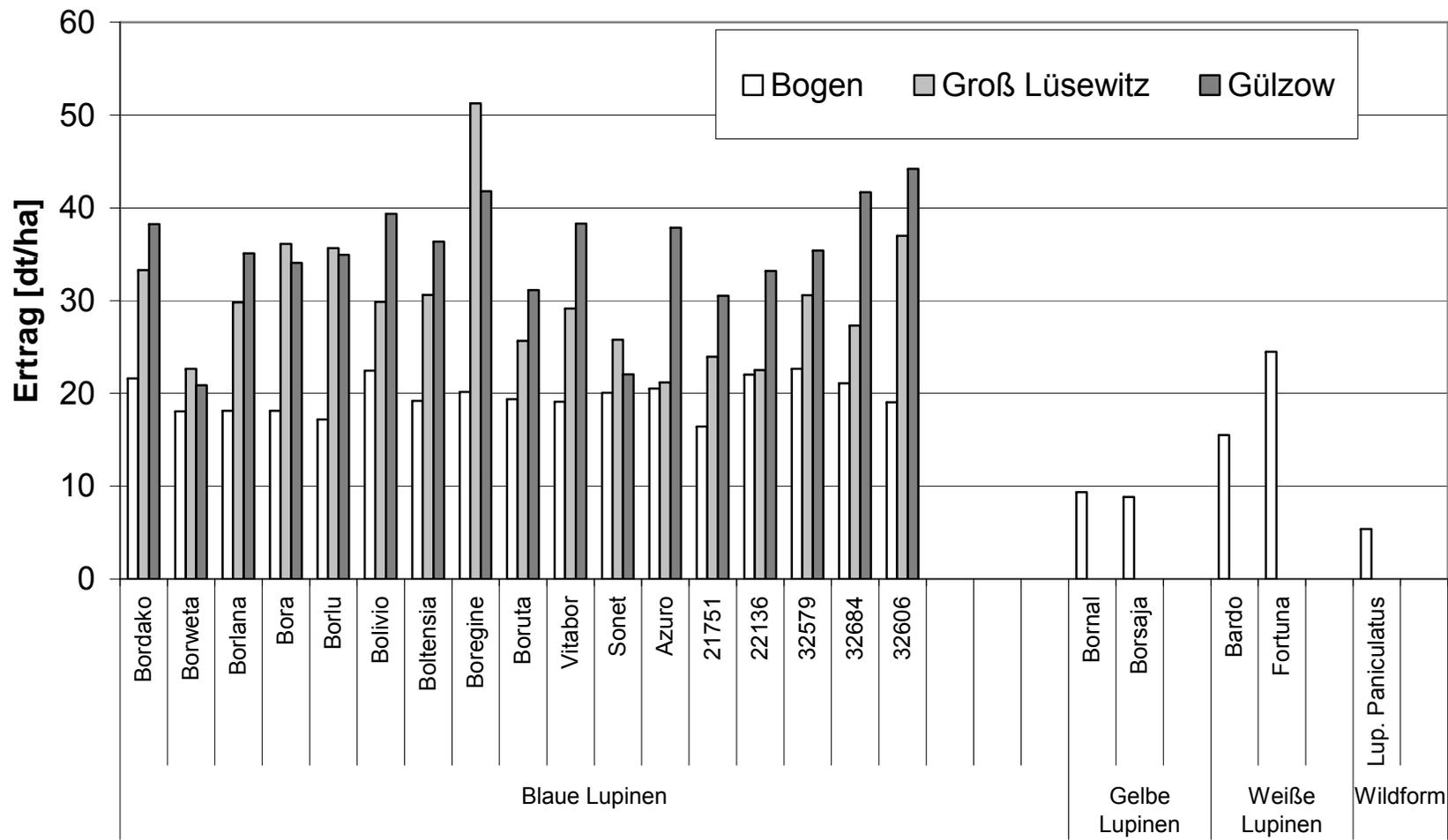


Abb. 1 **Mittlere Erträge** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

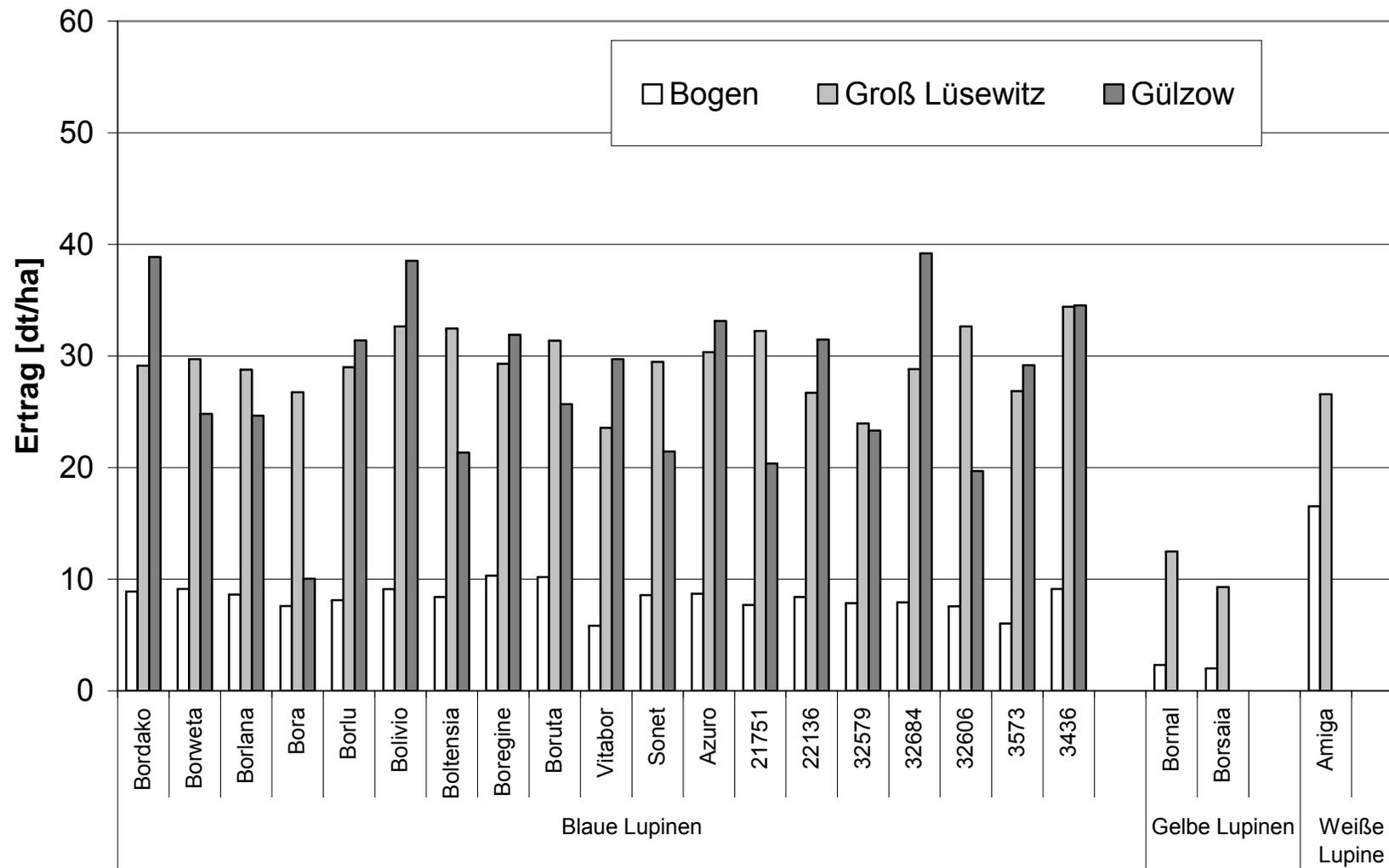


Abb. 1a Mittlere Erträge von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

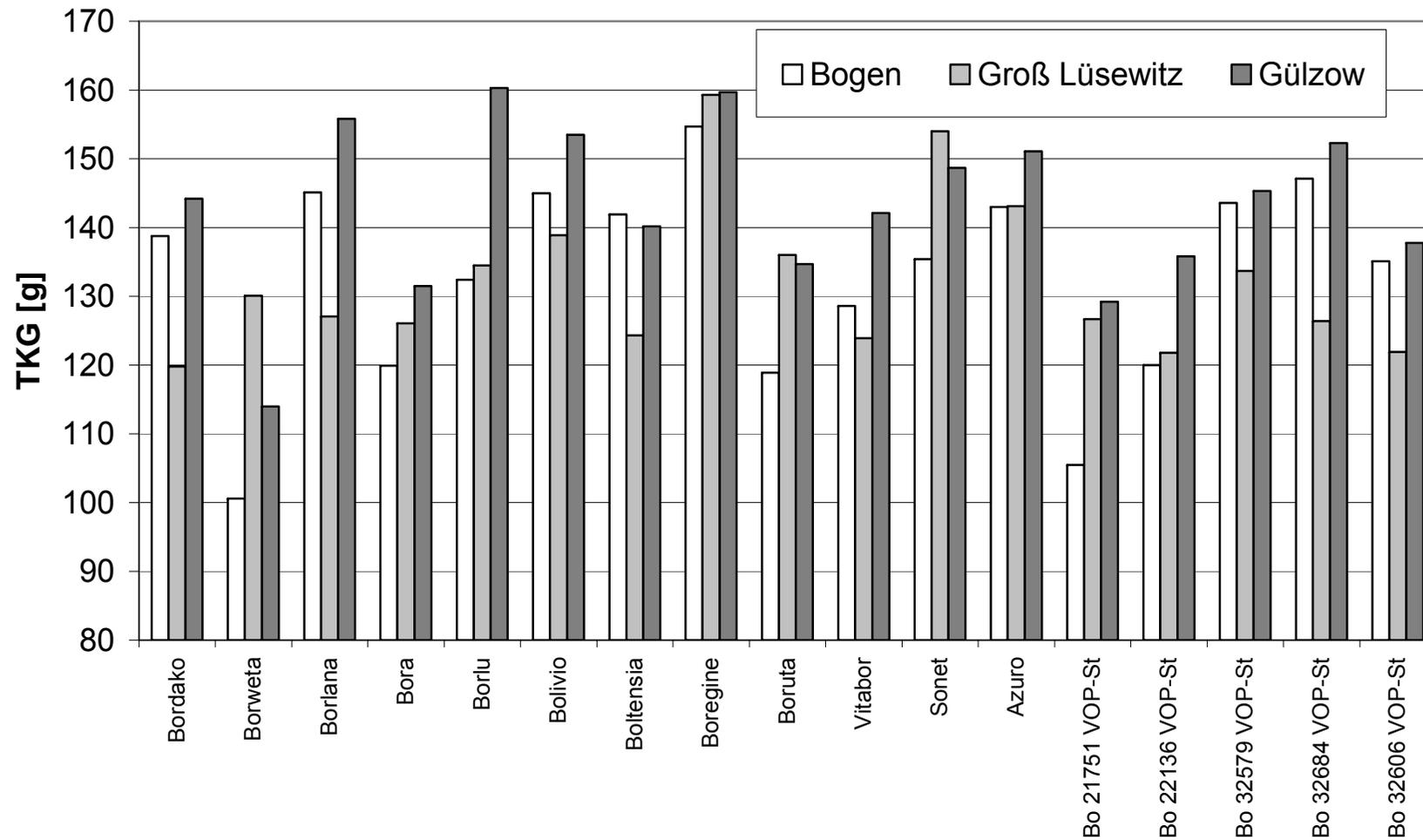


Abb. 2 **Tausendkorngewicht** von Blauen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

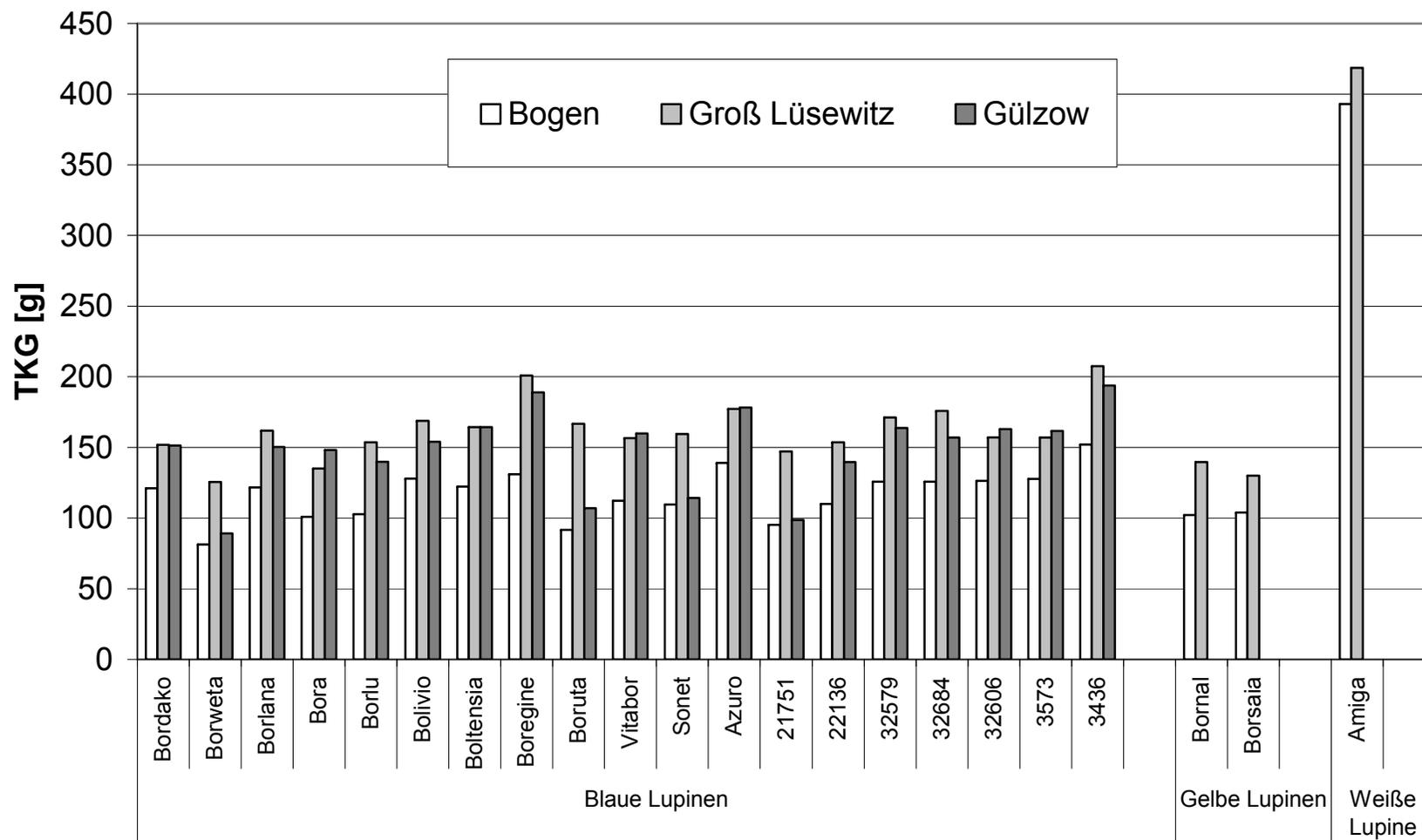


Abb. 2a Tausendkorngewicht von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

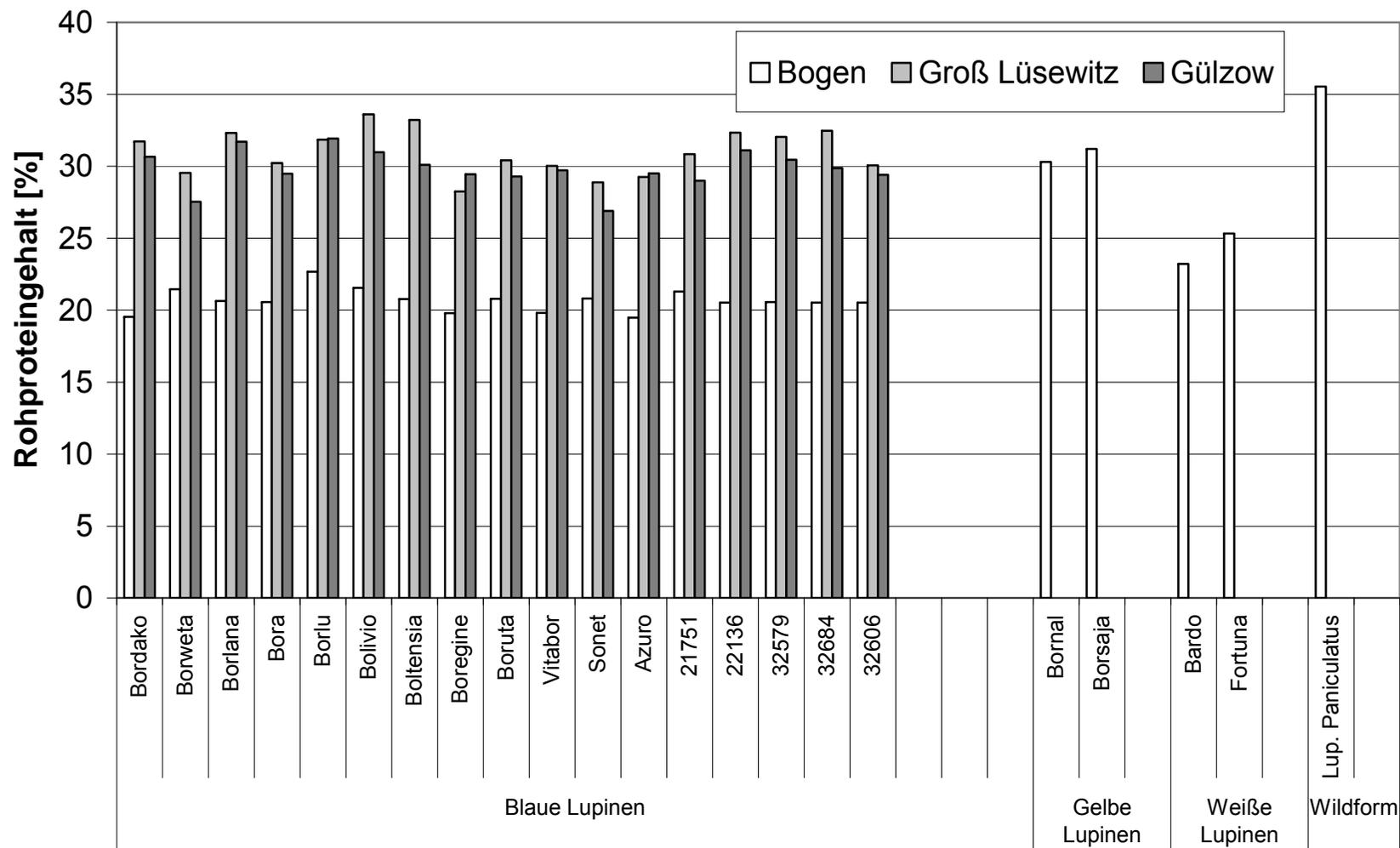


Abb. 3 **Rohproteingehalt** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

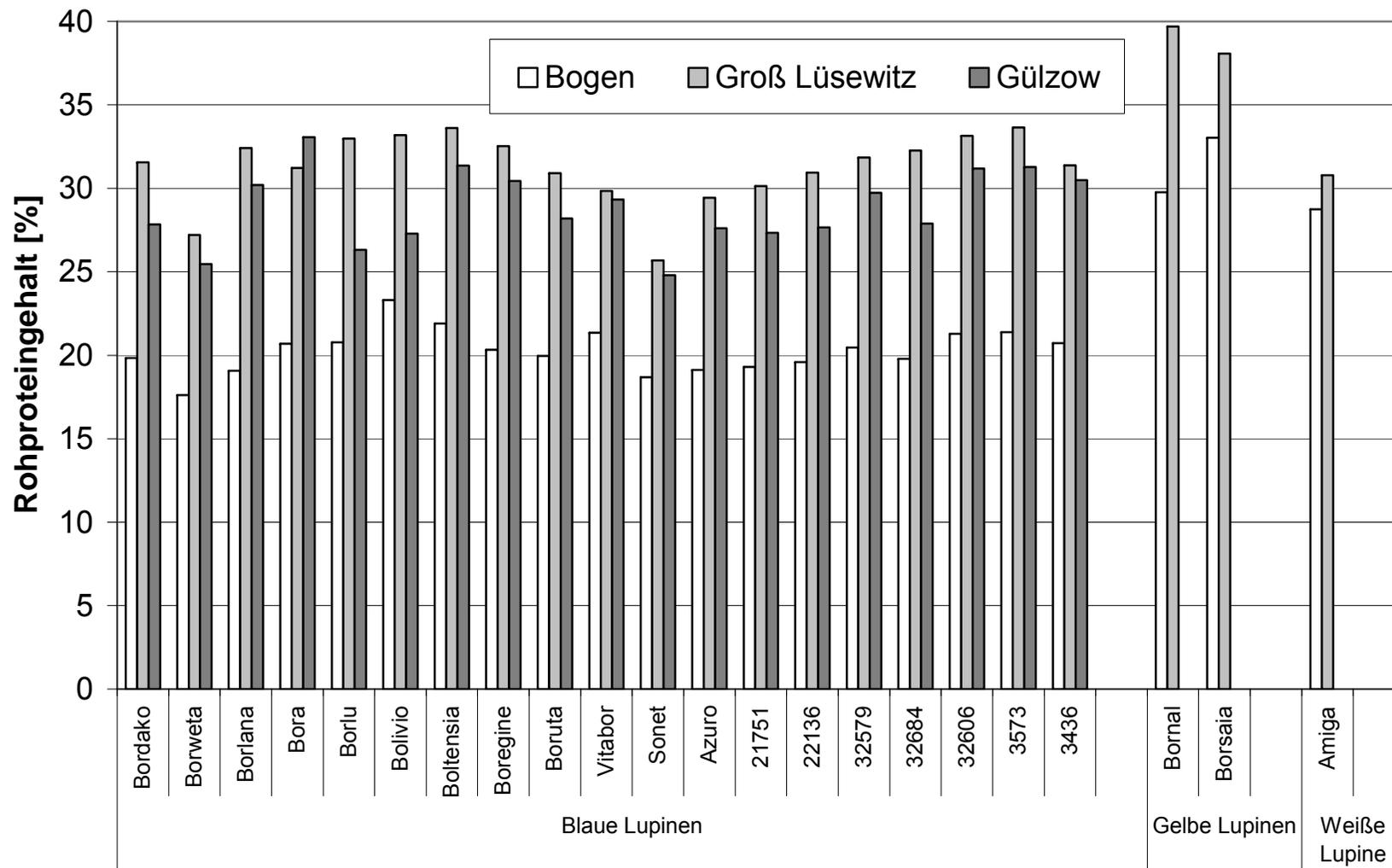


Abb. 3a Rohproteingehalt von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

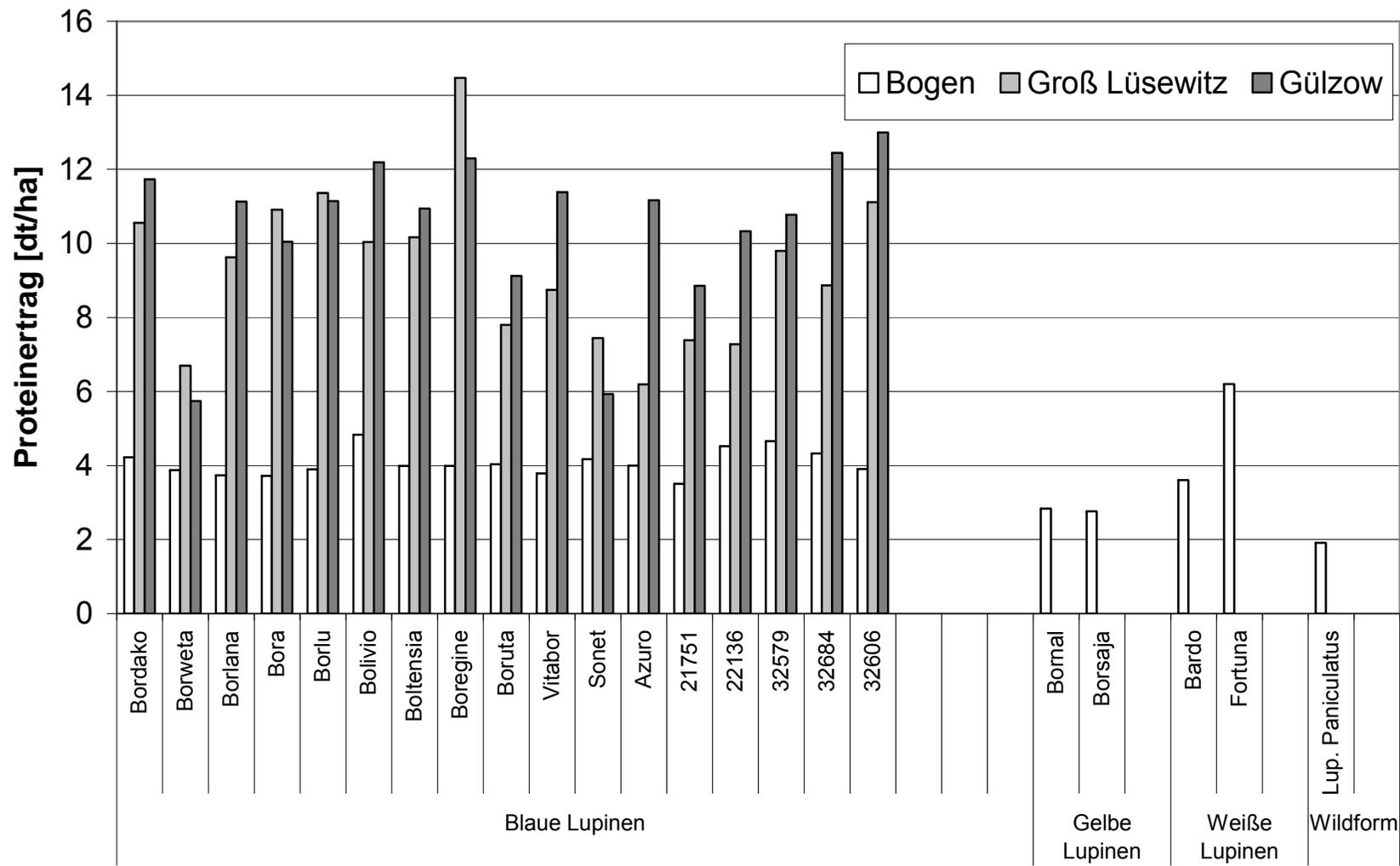


Abb. 4 **Proteinertäge** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

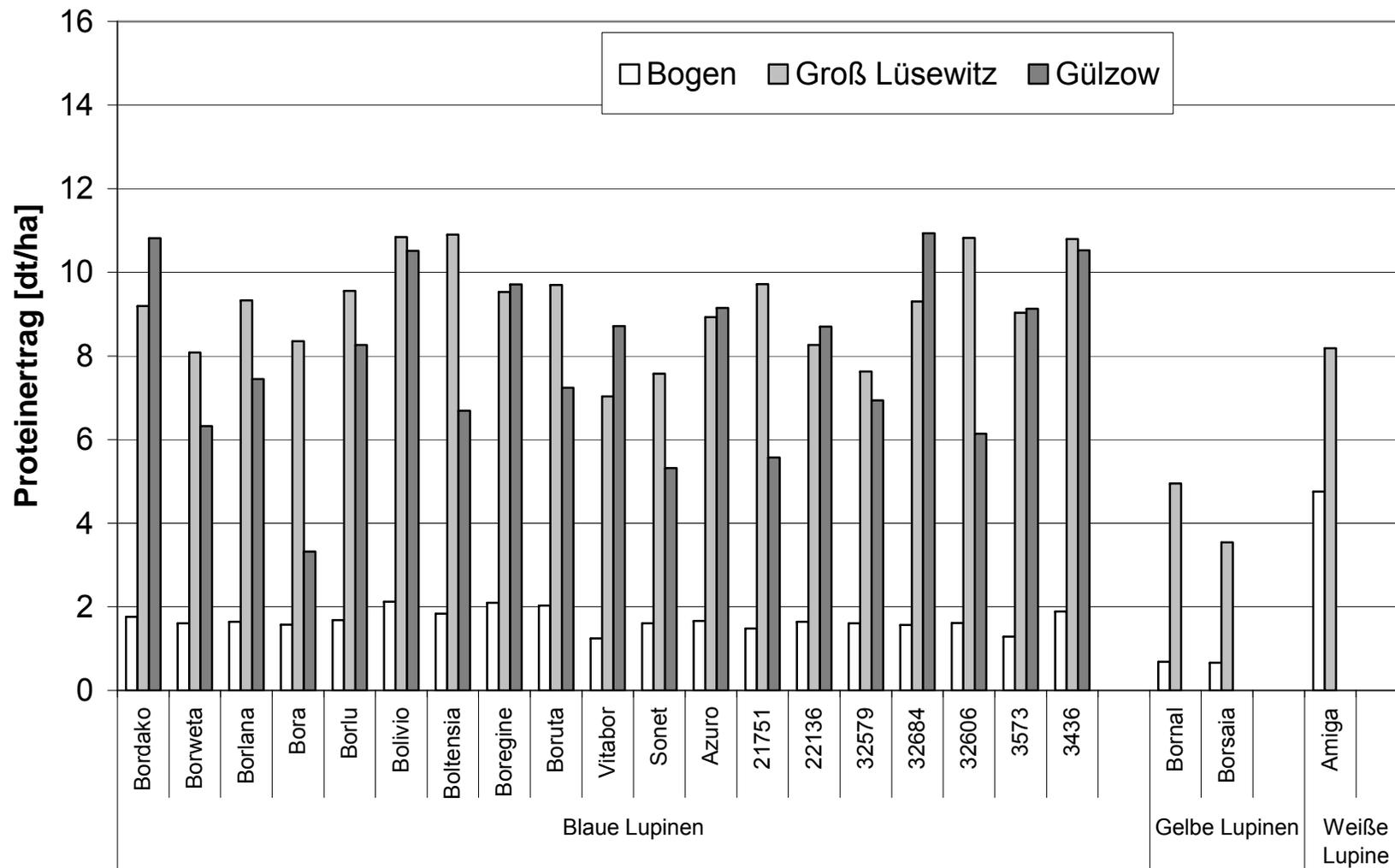


Abb. 4a Proteinerträge von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

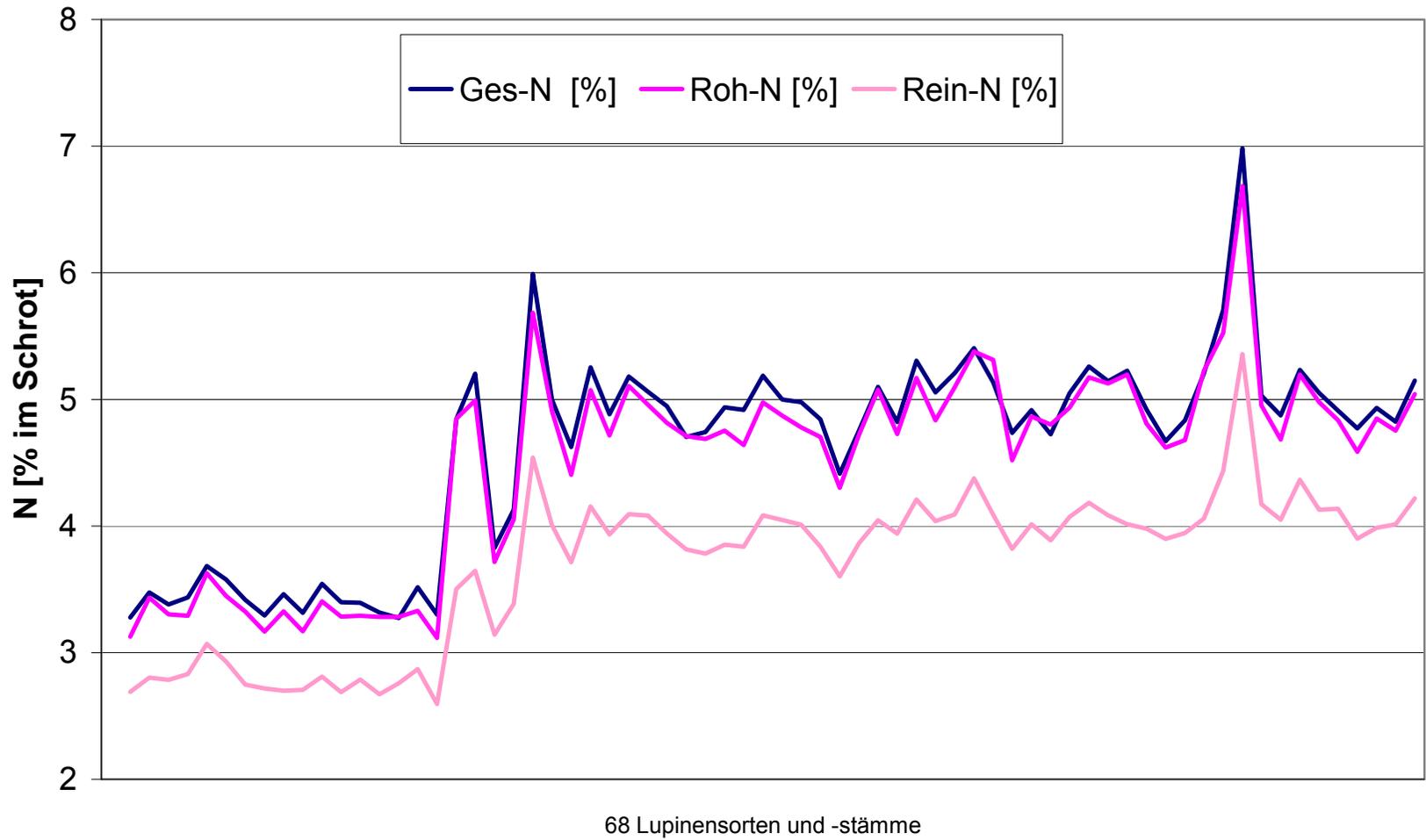


Abb. 5 Unterschiede zwischen **Gesamt-Stickstoff, Roh-Stickstoff und Rein-Stickstoff** bei Lupinen im Jahr 2004

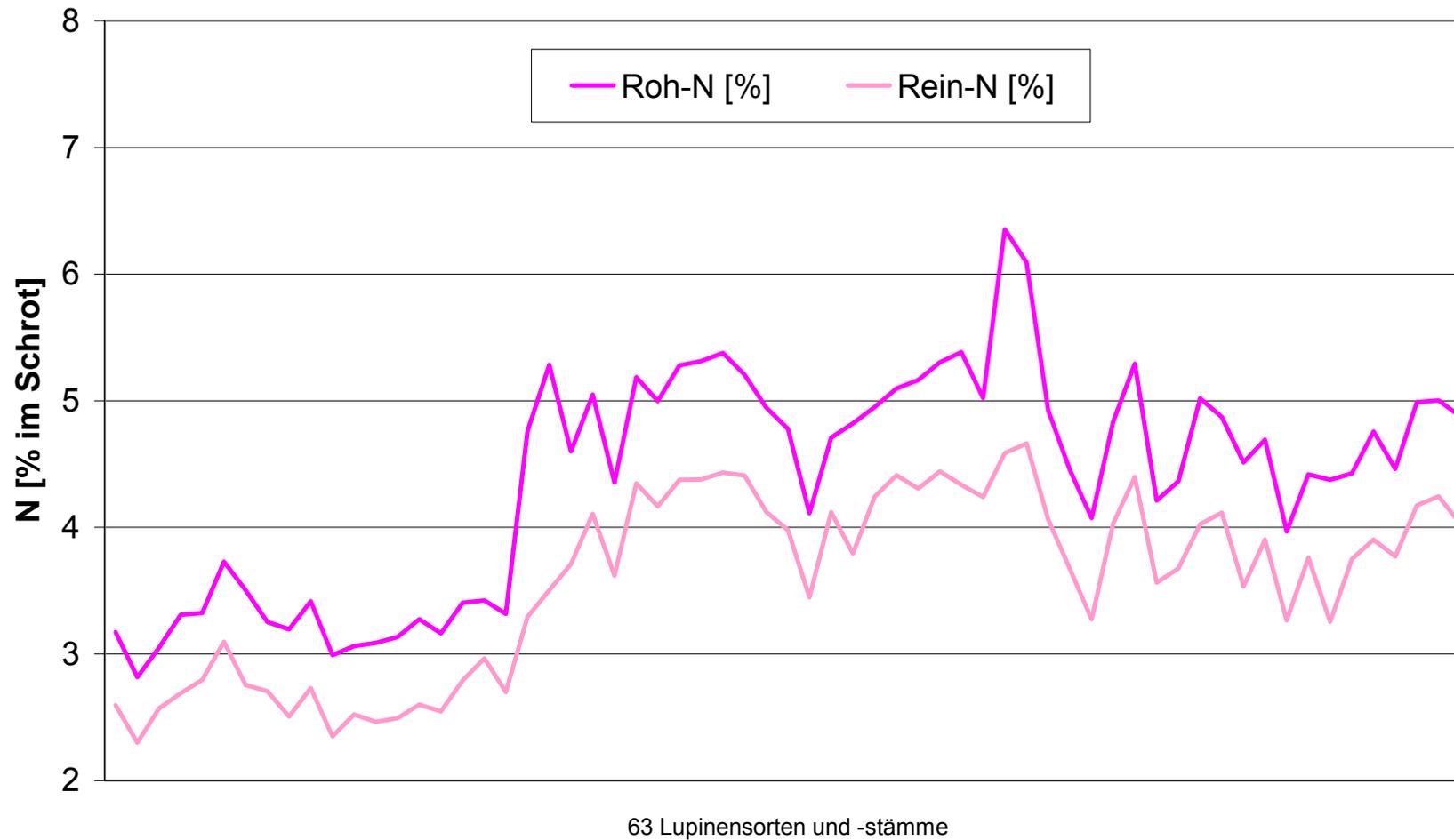


Abb. 5a Unterschiede zwischen Roh-Stickstoff und Rein-Stickstoff bei Lupinen im Jahr 2005

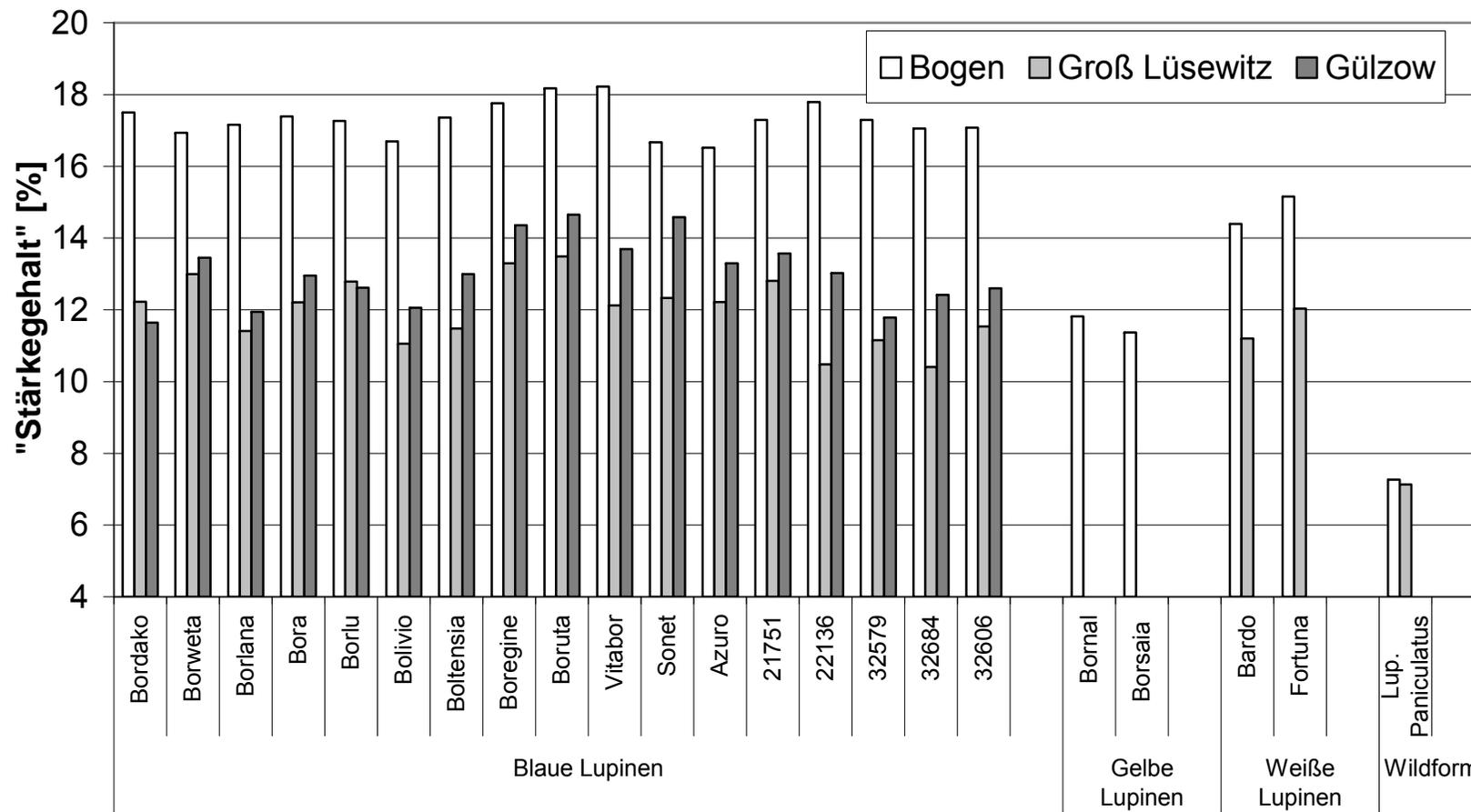


Abb. 6 „Stärkegehalt“ von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

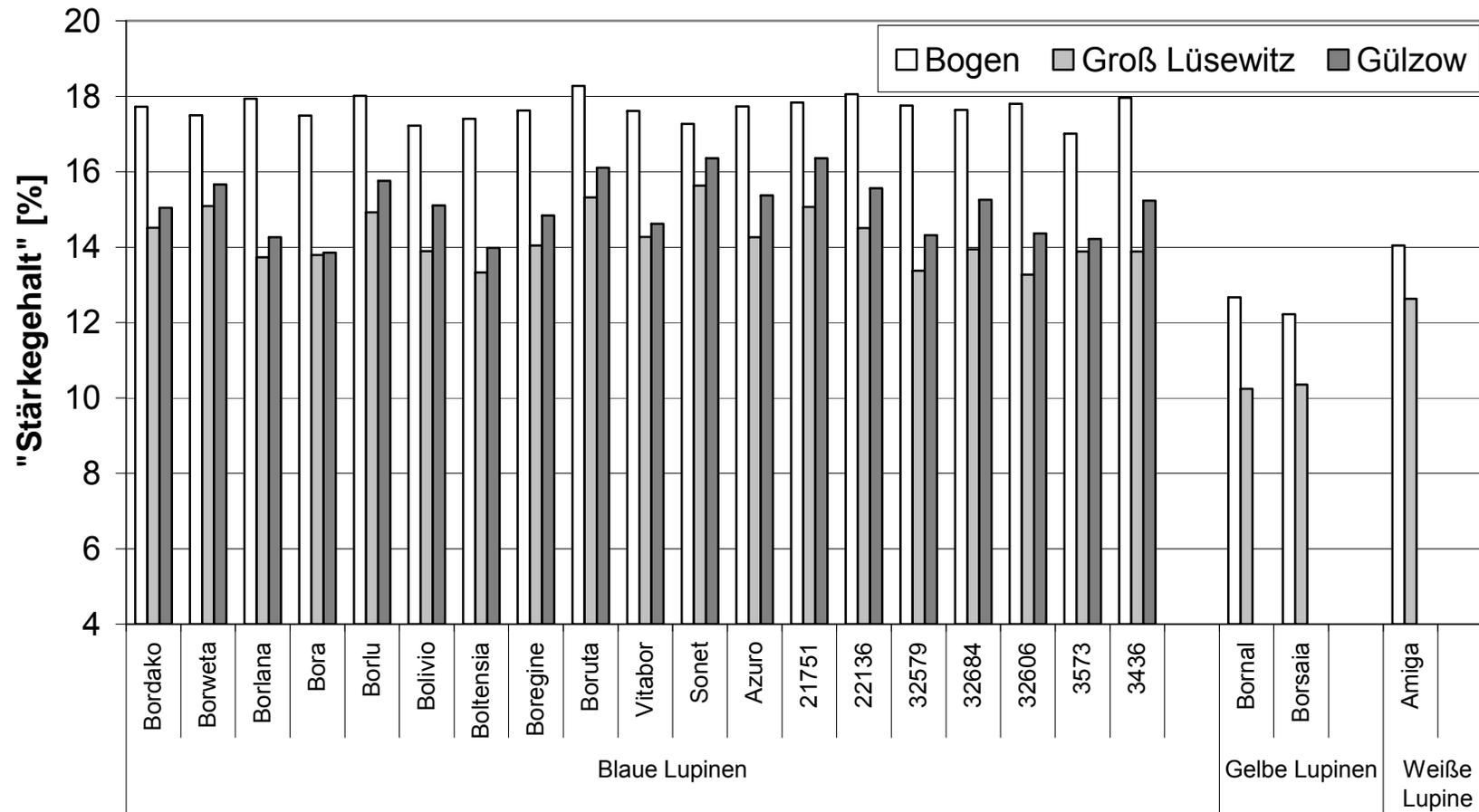


Abb. 6a „Stärkegehalt“ von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

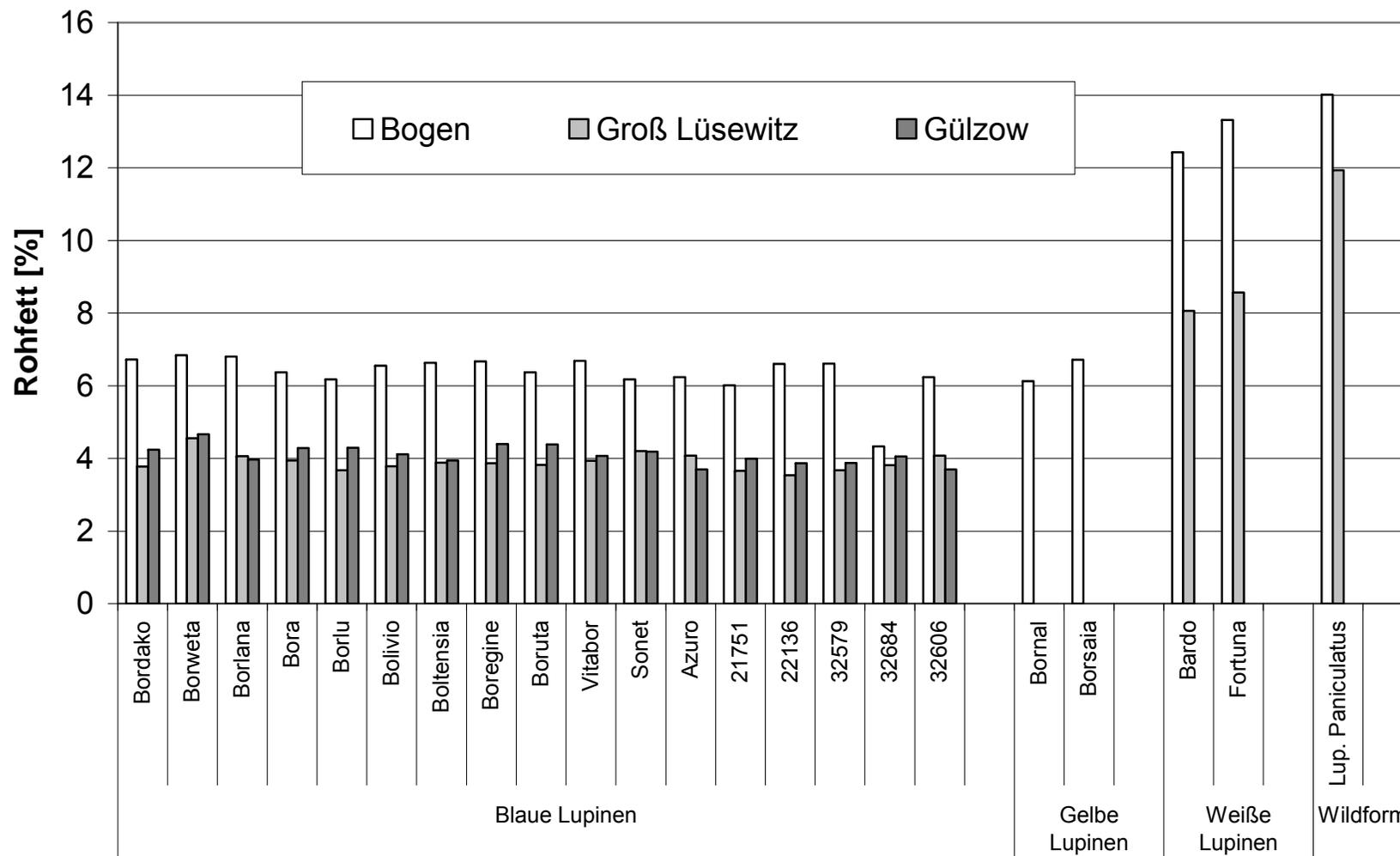


Abb. 7 **Fettgehalt** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

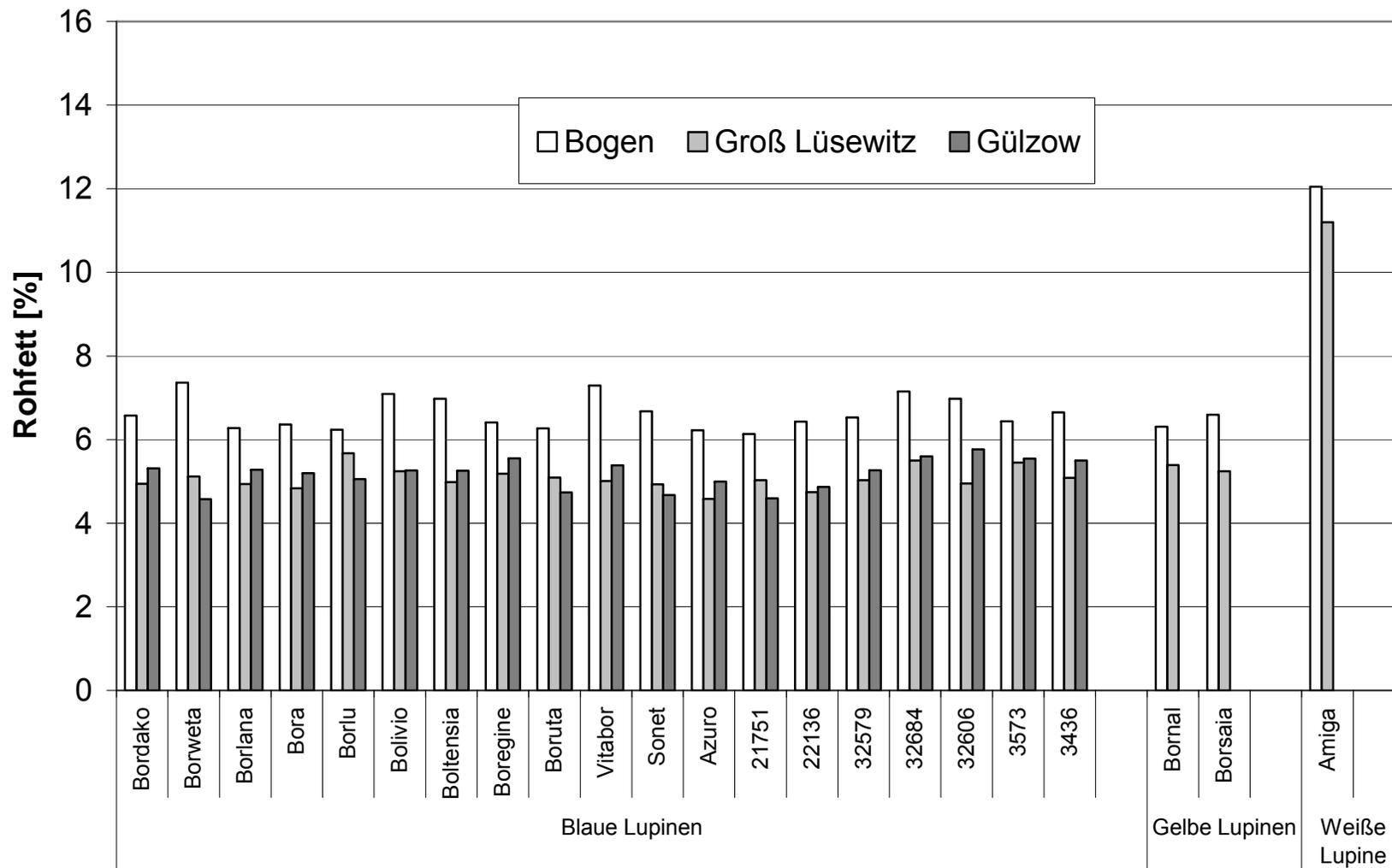


Abb. 7a Fettgehalt von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

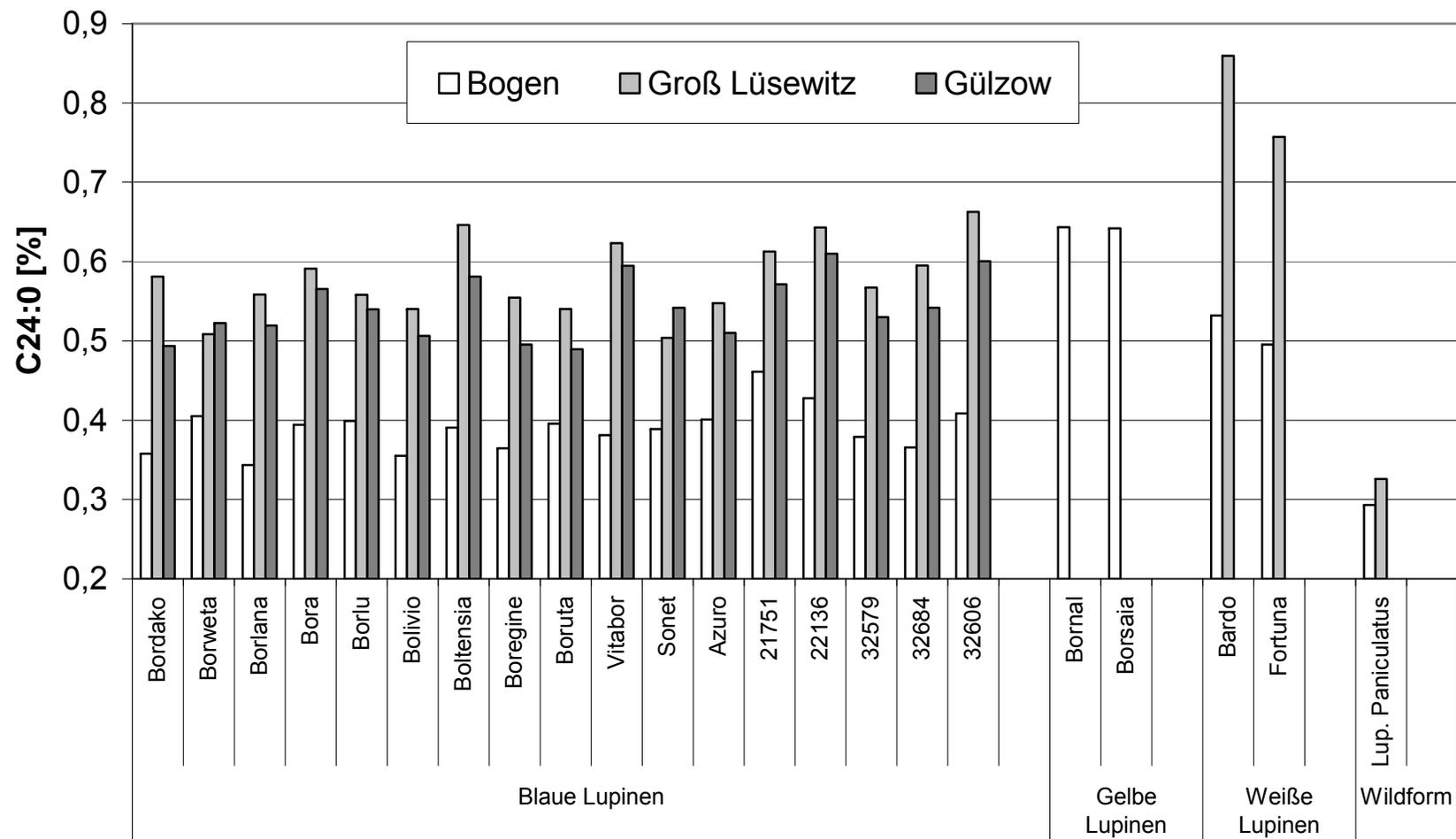


Abb. 8 Fettsäure C24:0 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

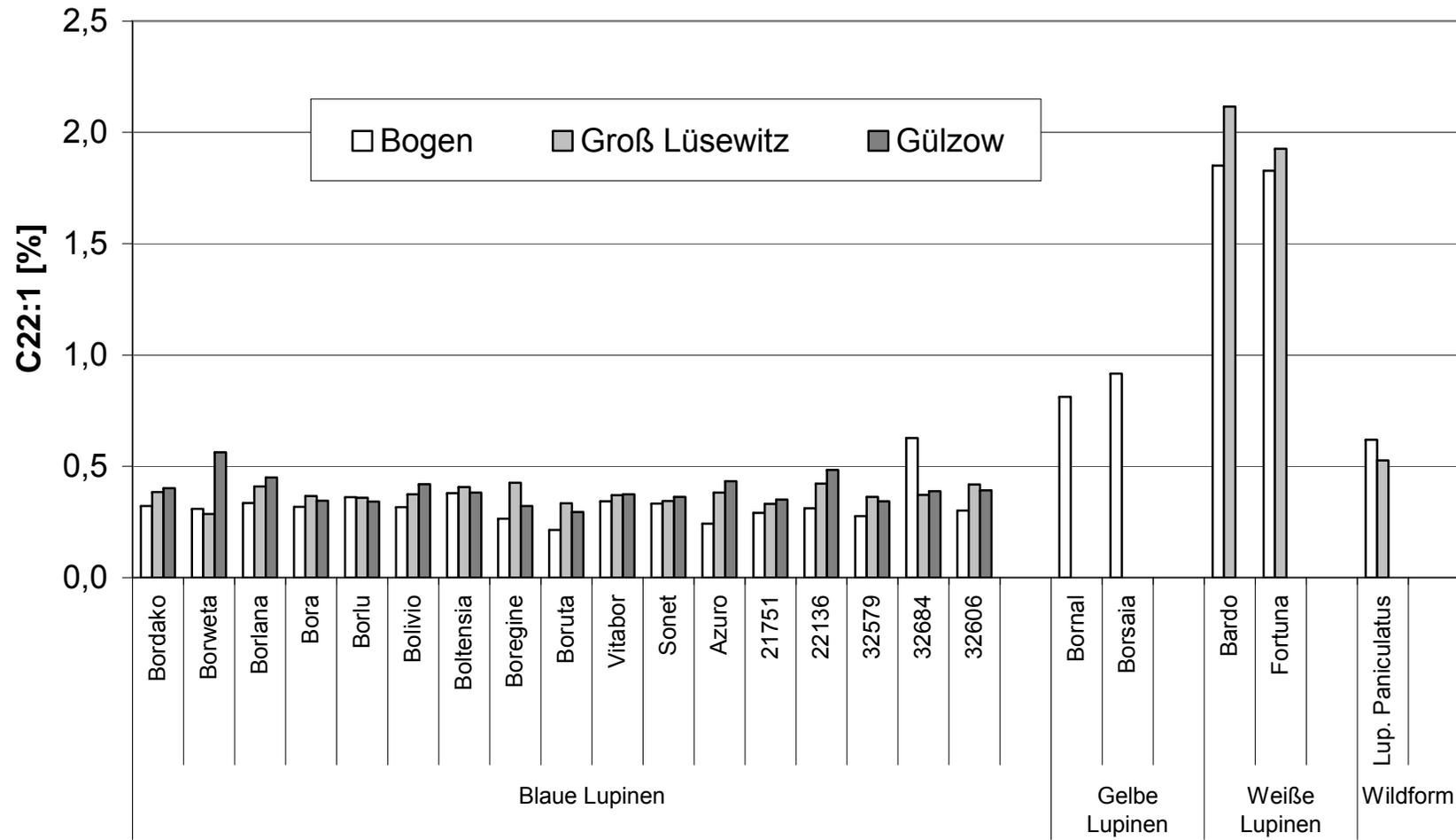


Abb. 9 Fettsäure C22:1 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

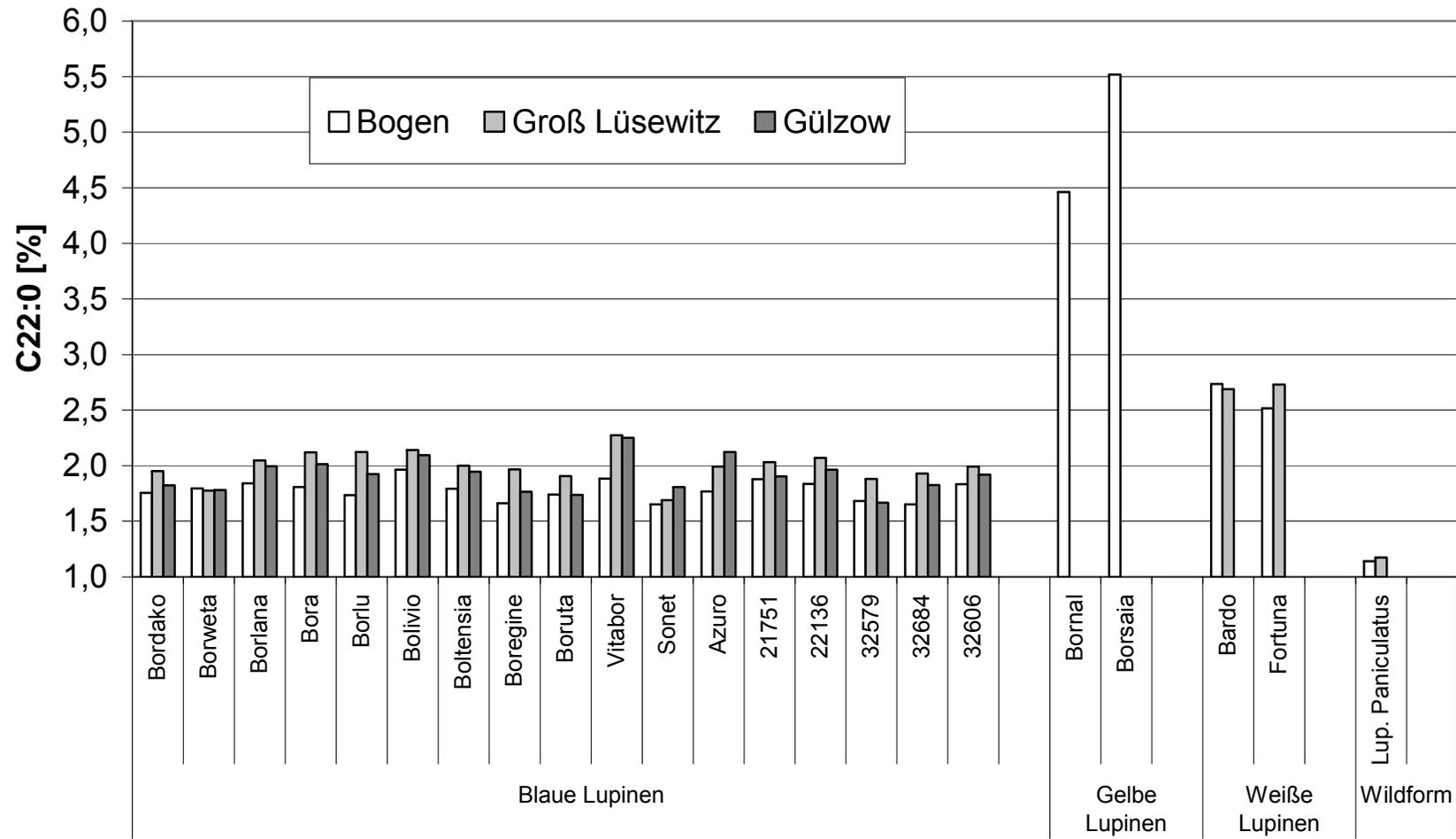


Abb. 10 Fettsäure C22:0 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

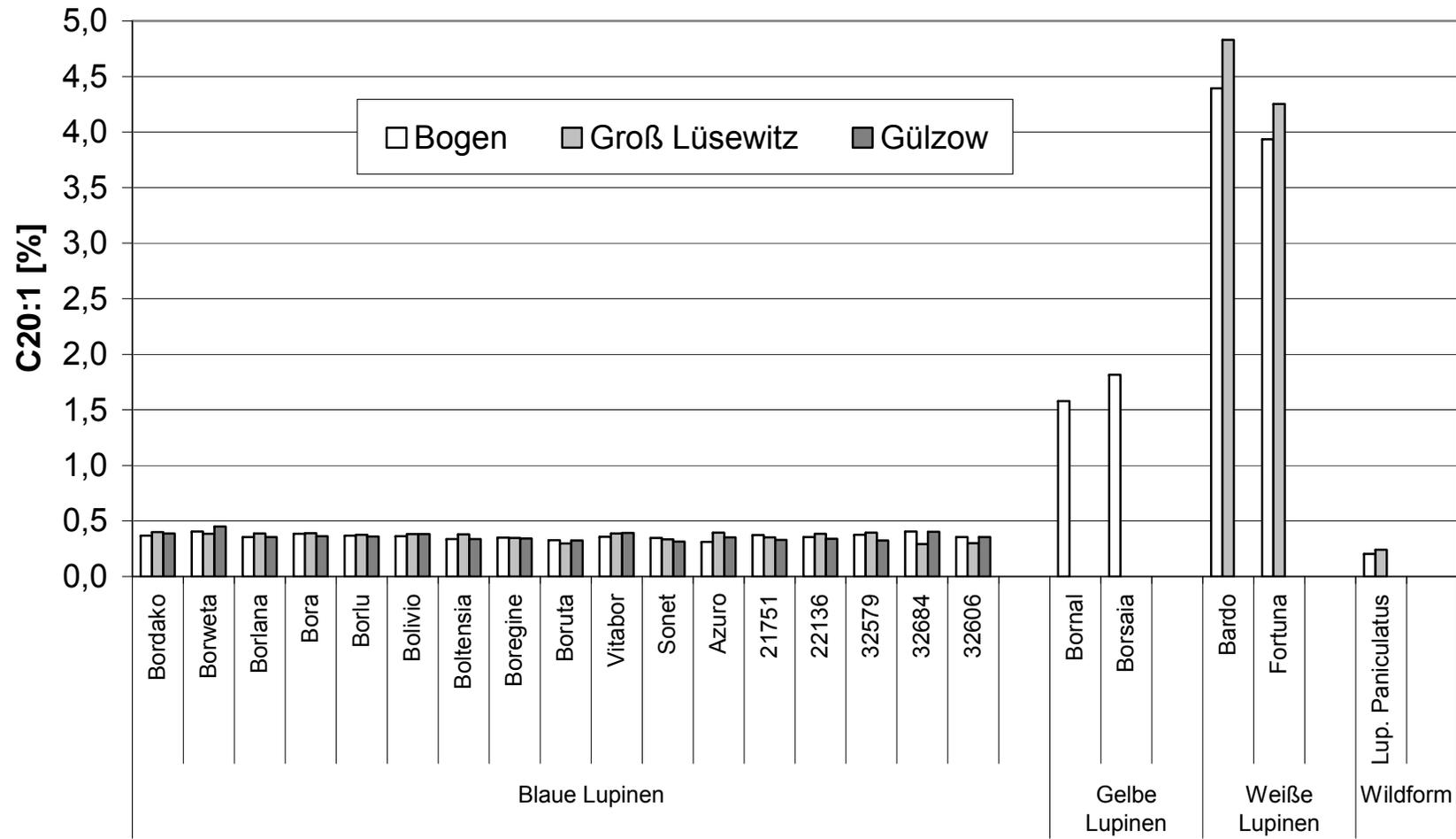


Abb. 11 Fettsäure C20:1 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

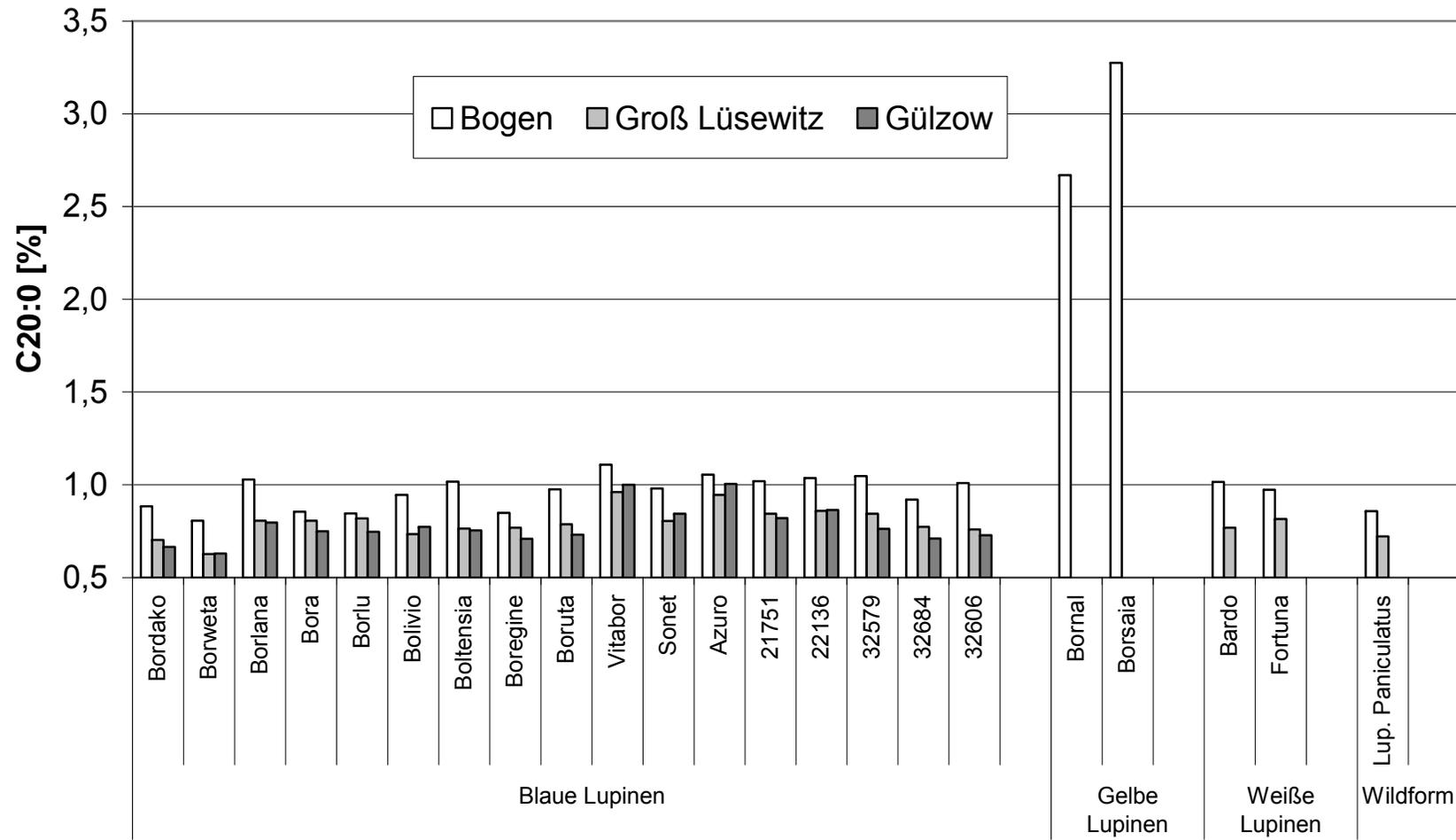


Abb. 12 Fettsäure C20:0 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

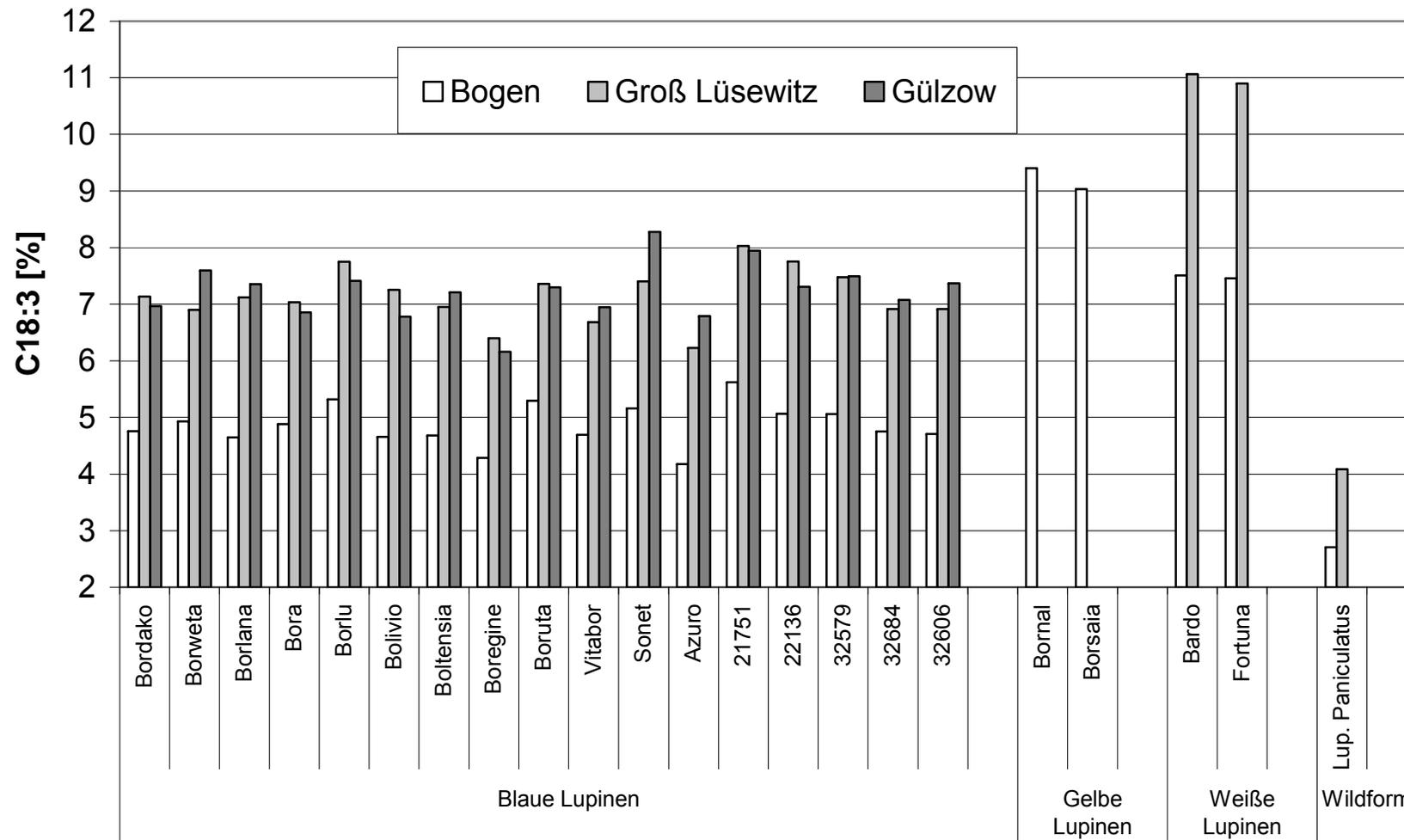


Abb. 13 **Fettsäure C18:3** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

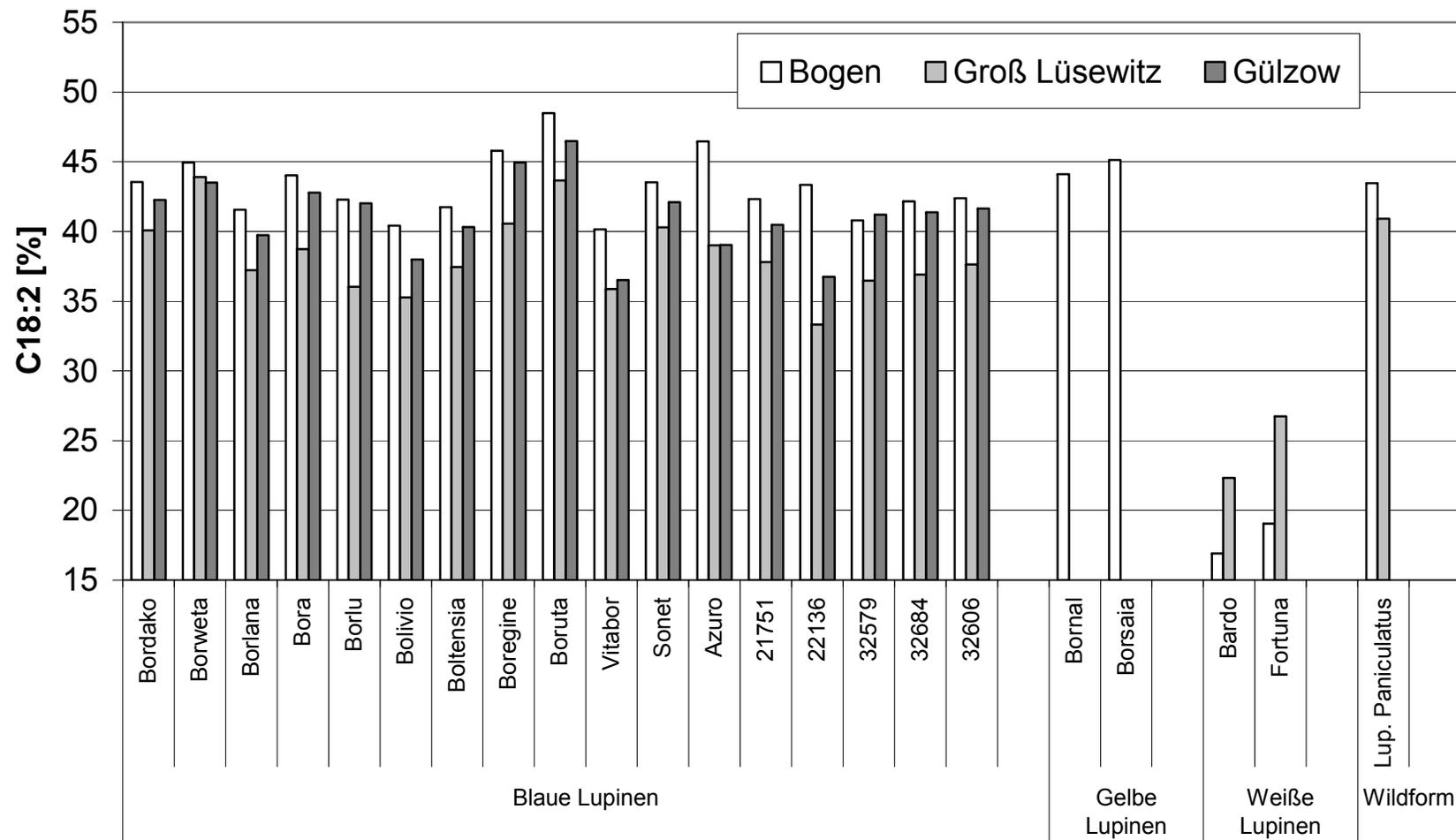


Abb. 14 Fettsäure C18:2 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

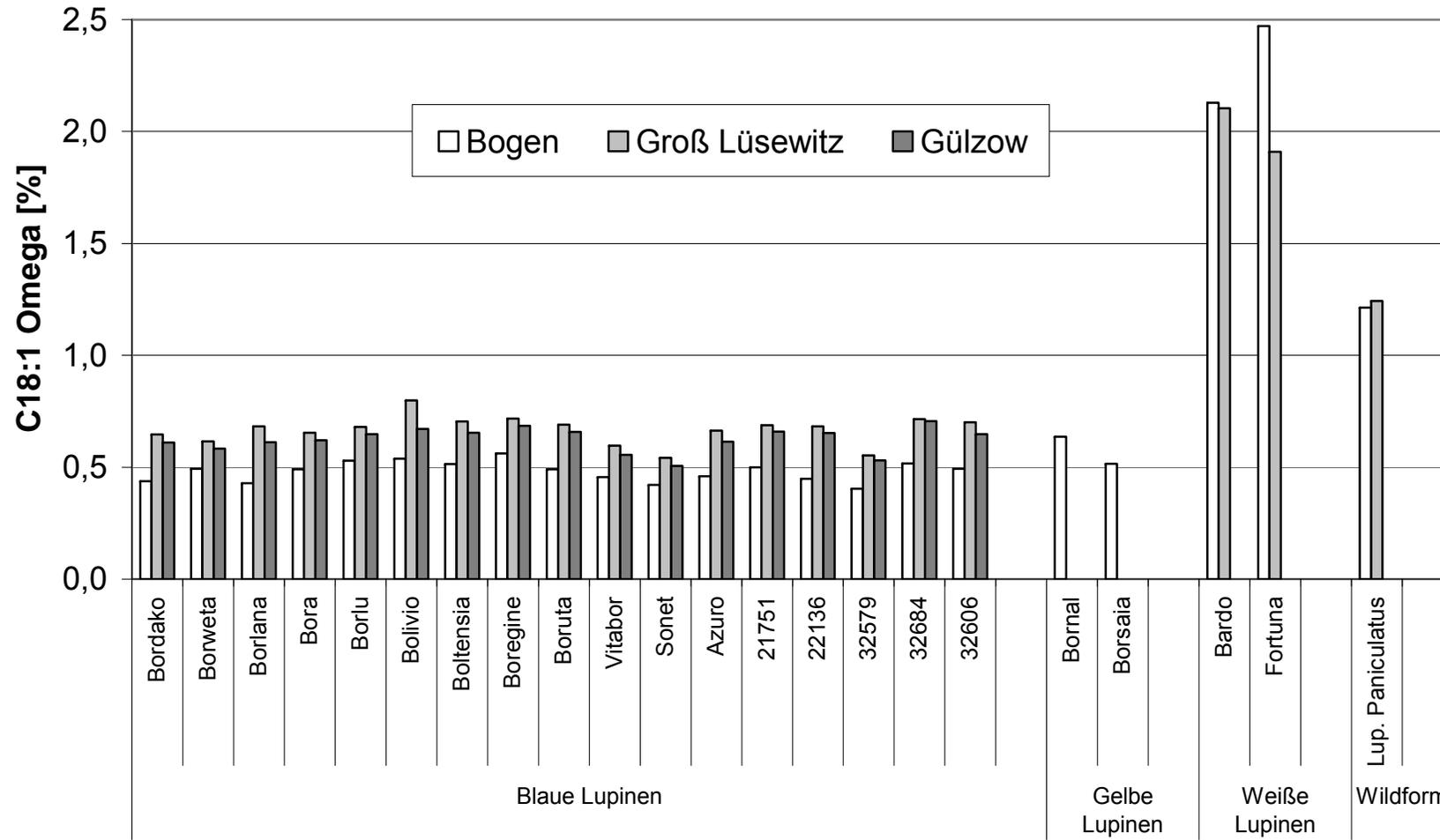


Abb. 15 Fettsäure C18:1 Omega von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

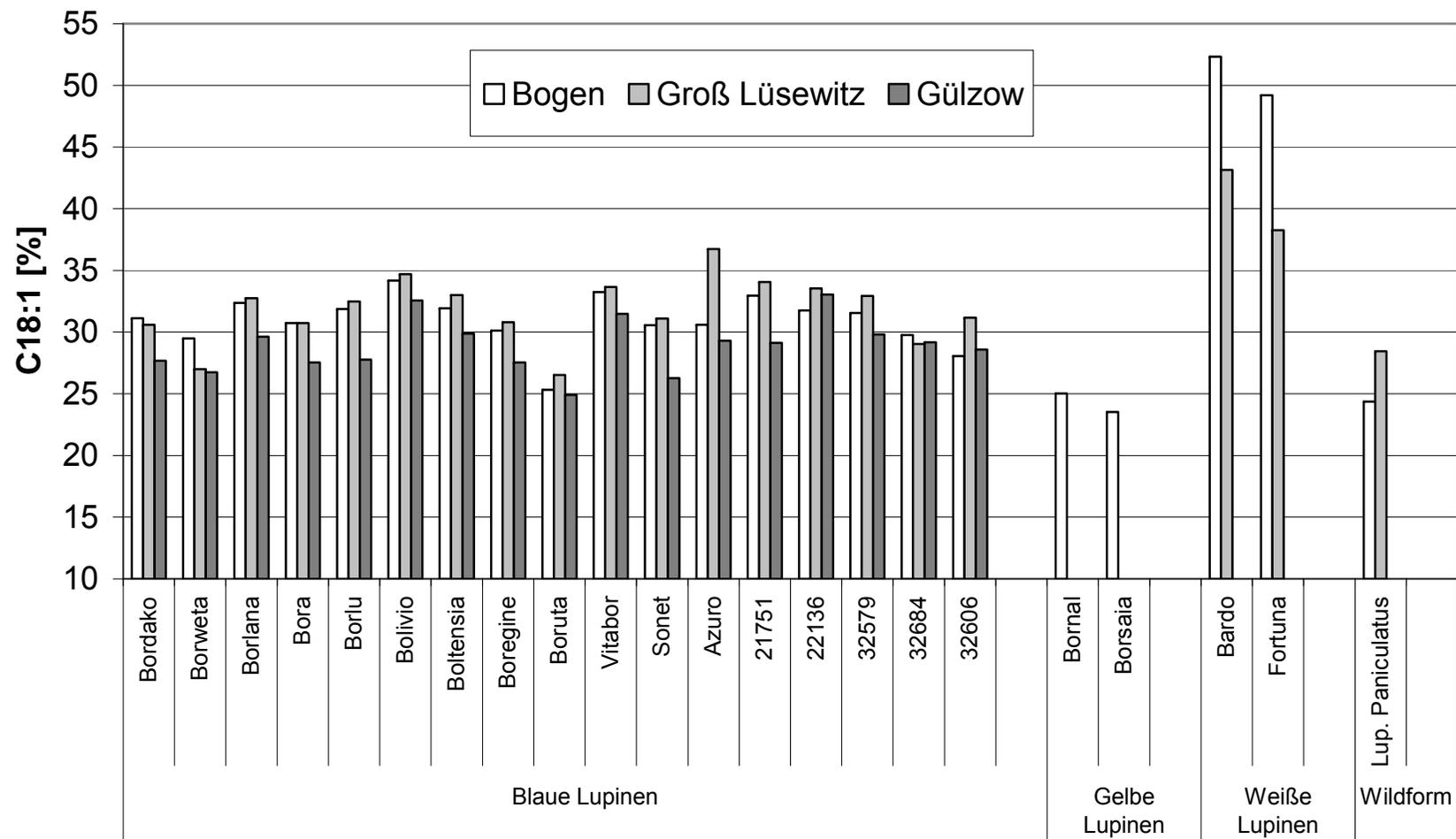


Abb. 16

Fettsäure C18:1 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

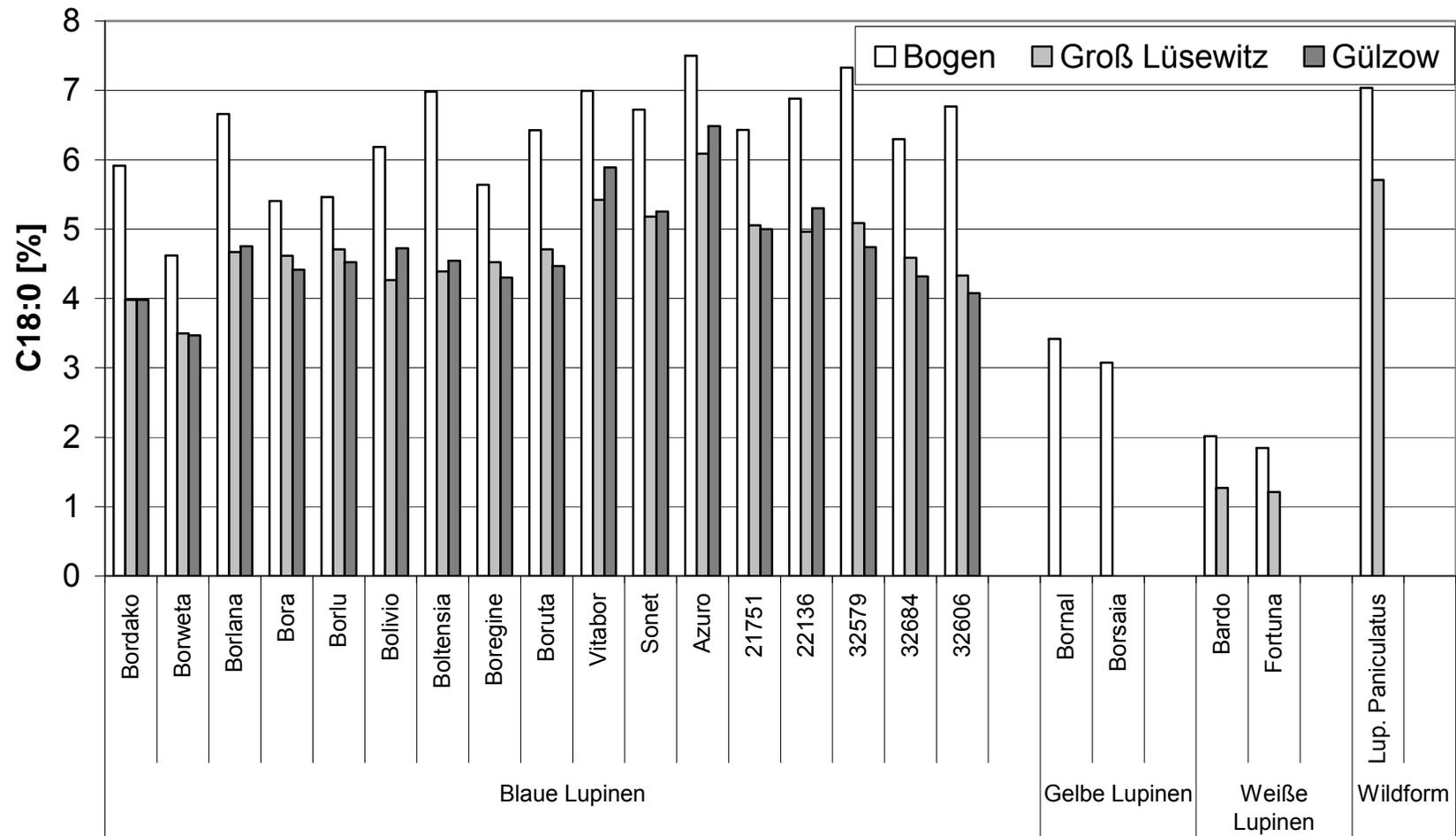


Abb. 17

Fettsäure C18:0 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

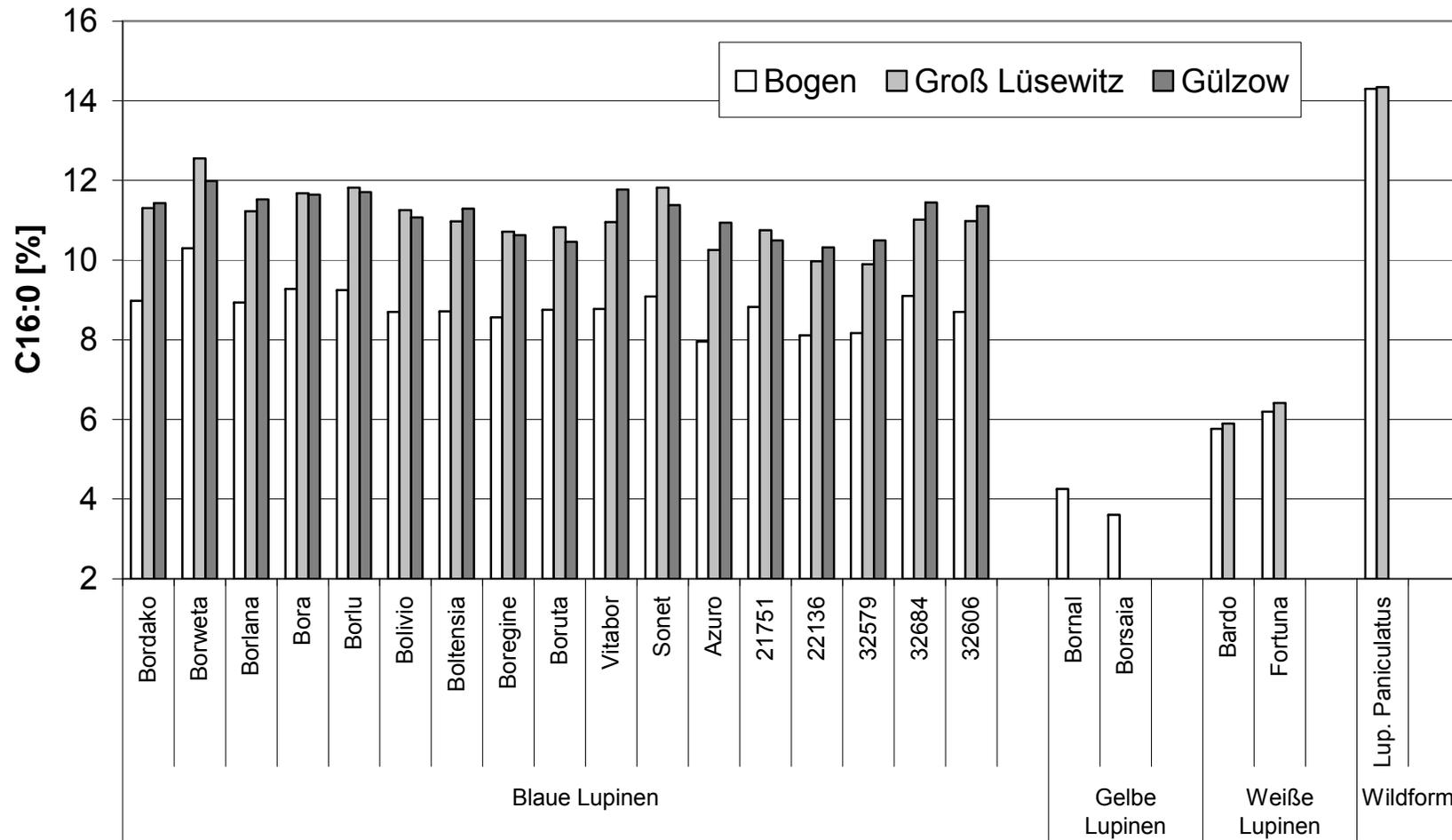


Abb. 18 Fettsäure C16:0 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

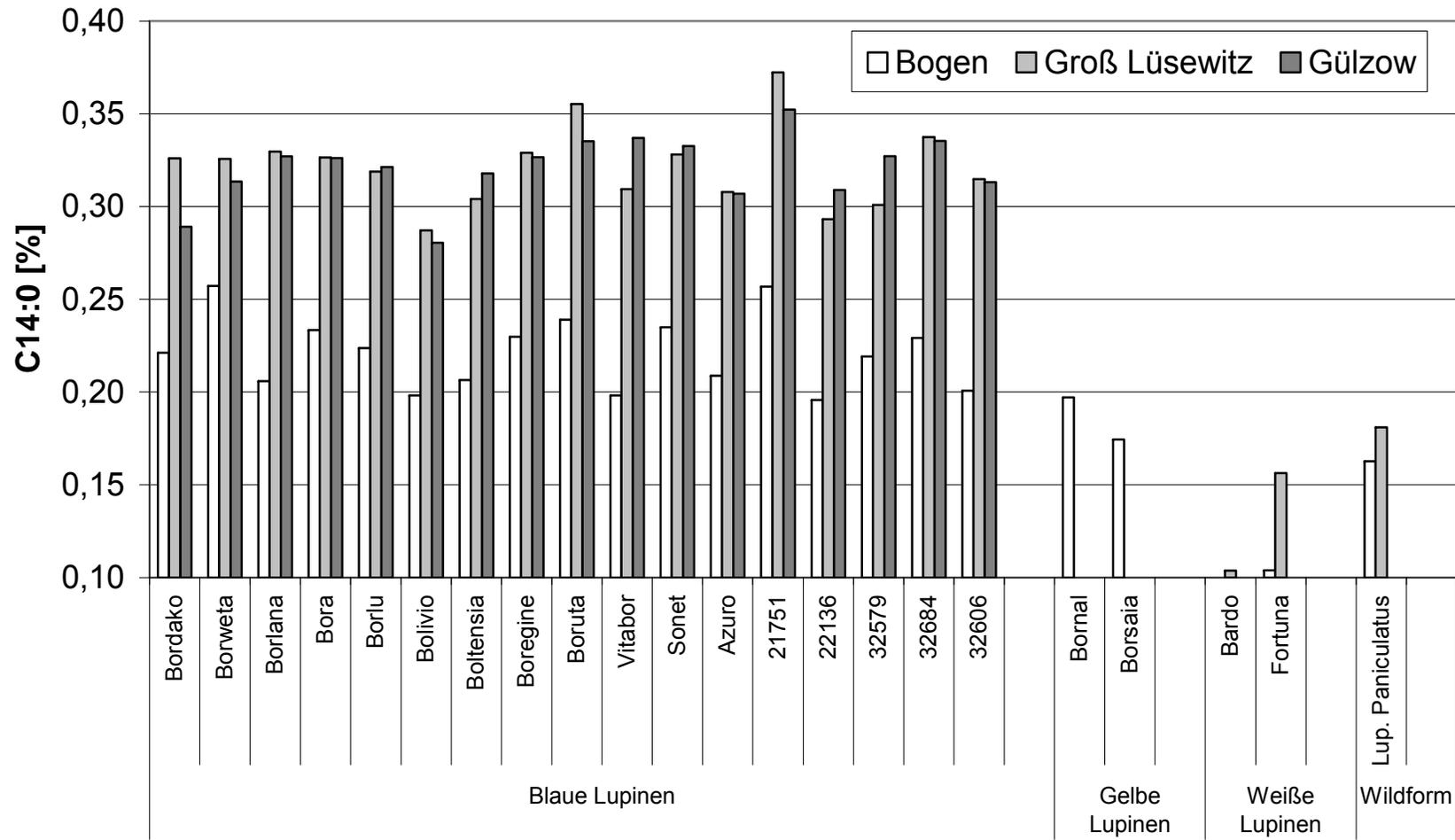


Abb. 19 Fettsäure C14:0 von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

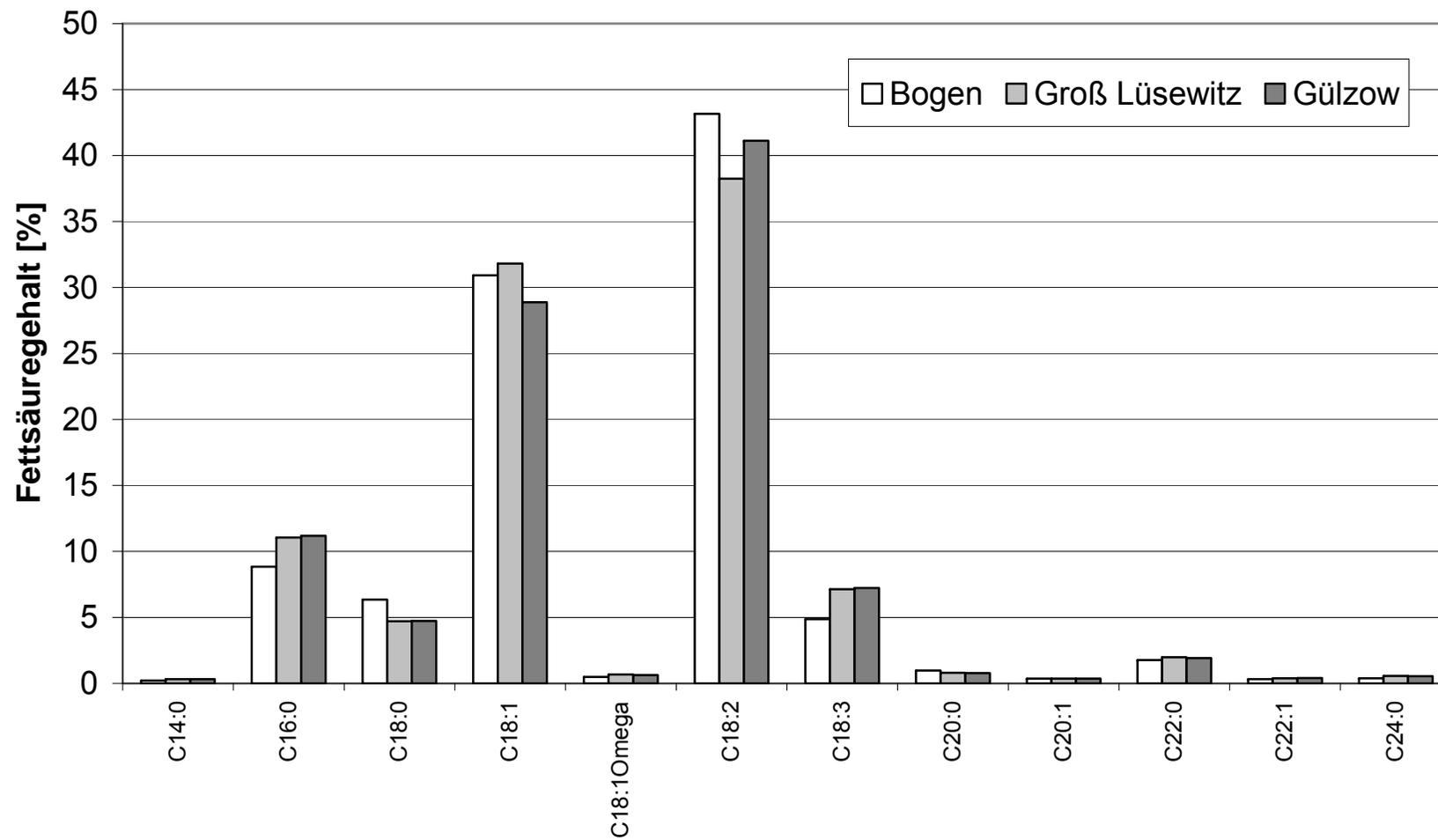


Abb. 20

Mittlere **Fettsäure-Zusammensetzung** von Blauen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

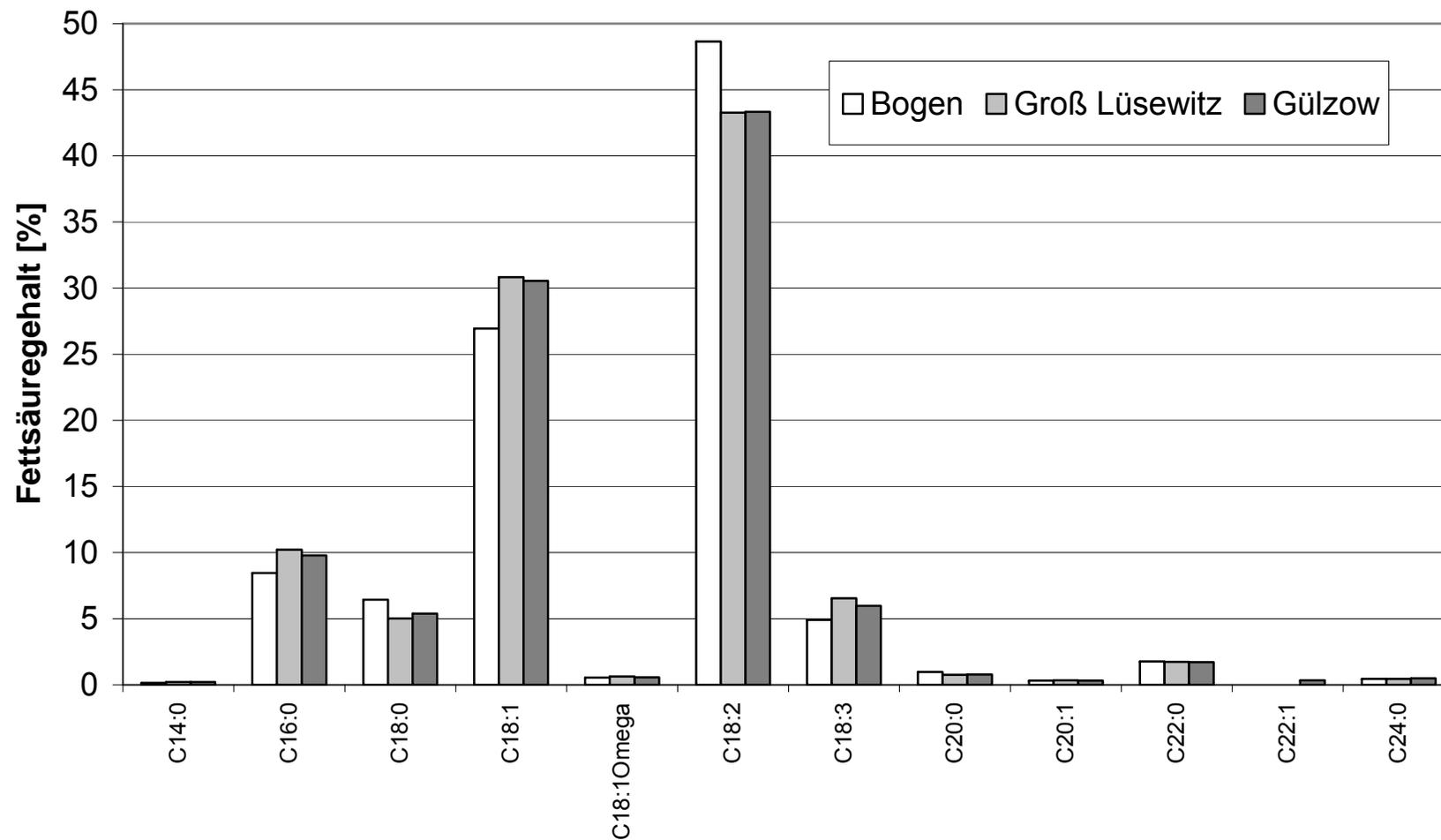


Abb. 20a Mittlere Fettsäure-Zusammensetzung von Blauen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

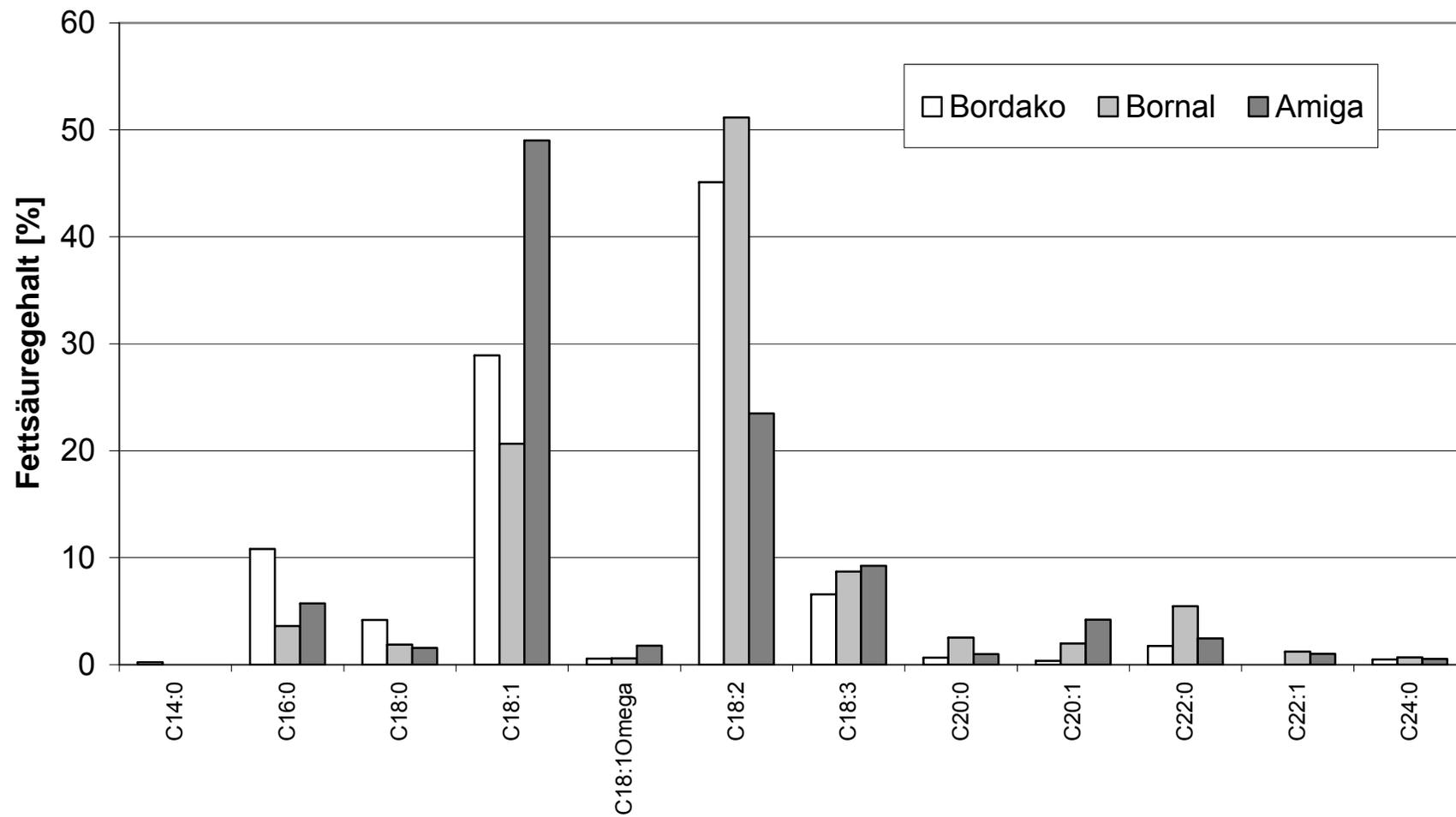


Abb. 20b **Fettsäure-Zusammensetzung** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 am Standort Groß Lüsewitz

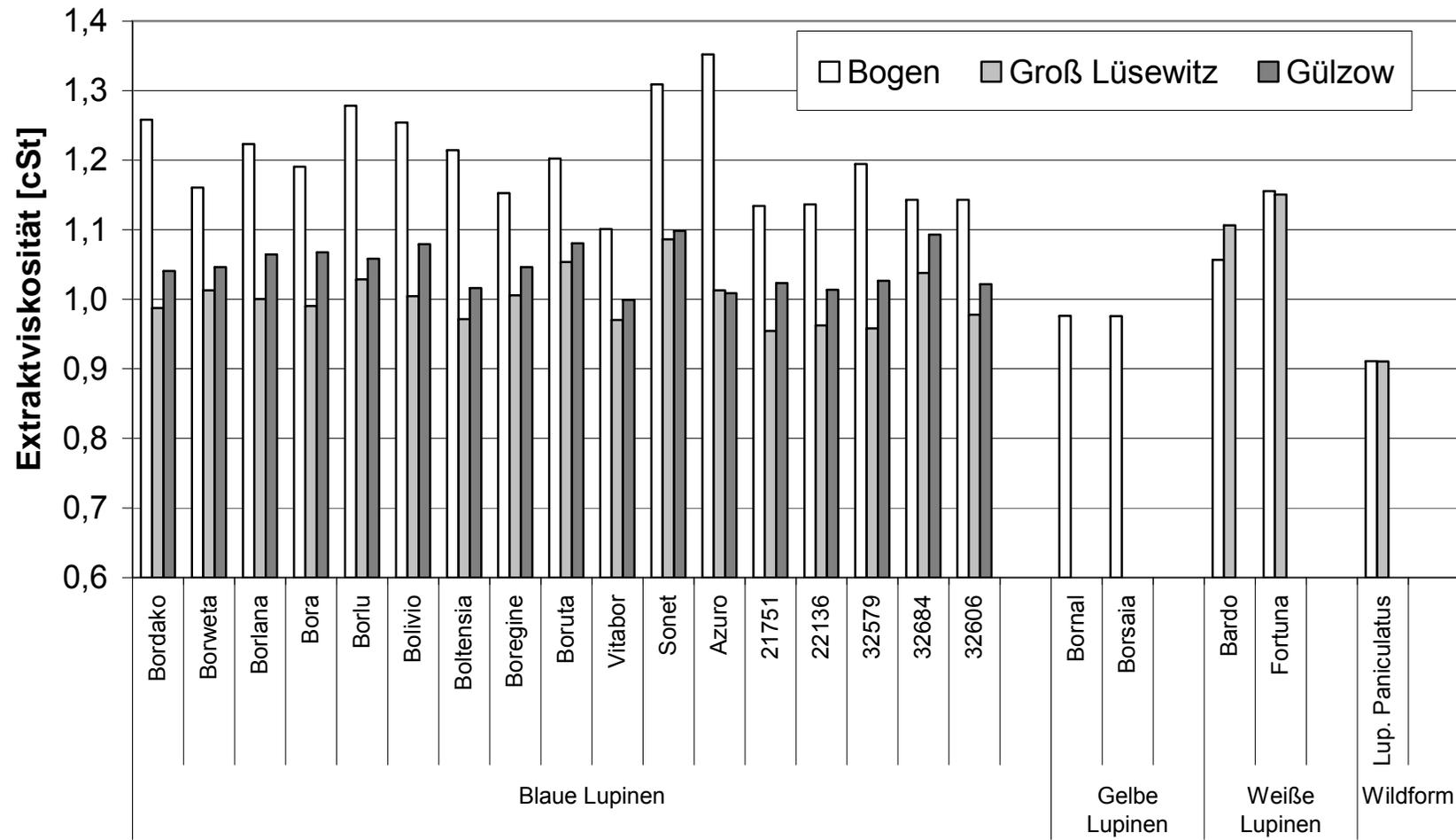


Abb. 21

Extraktviskosität von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

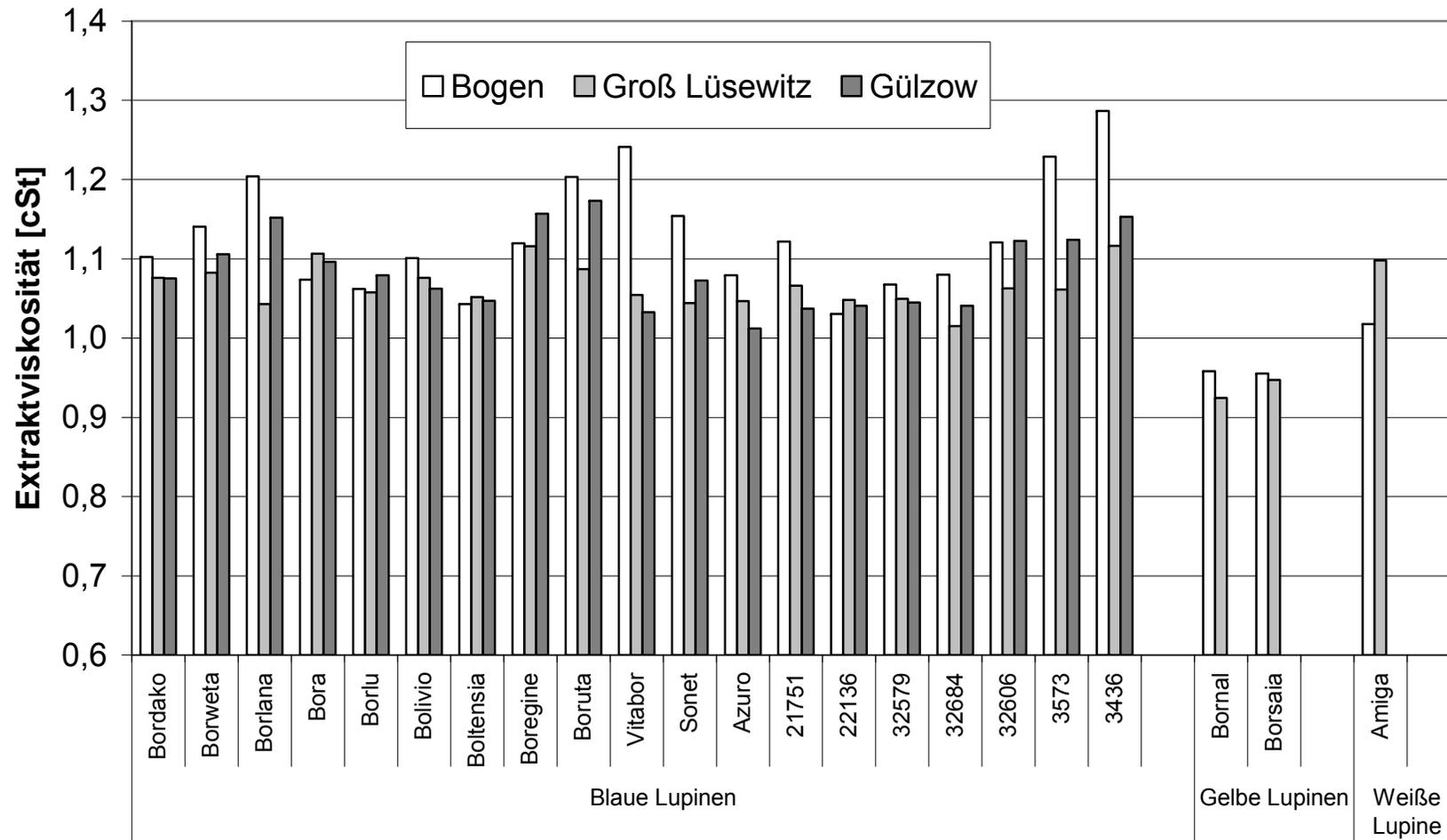


Abb. 21a Extraktviskosität von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

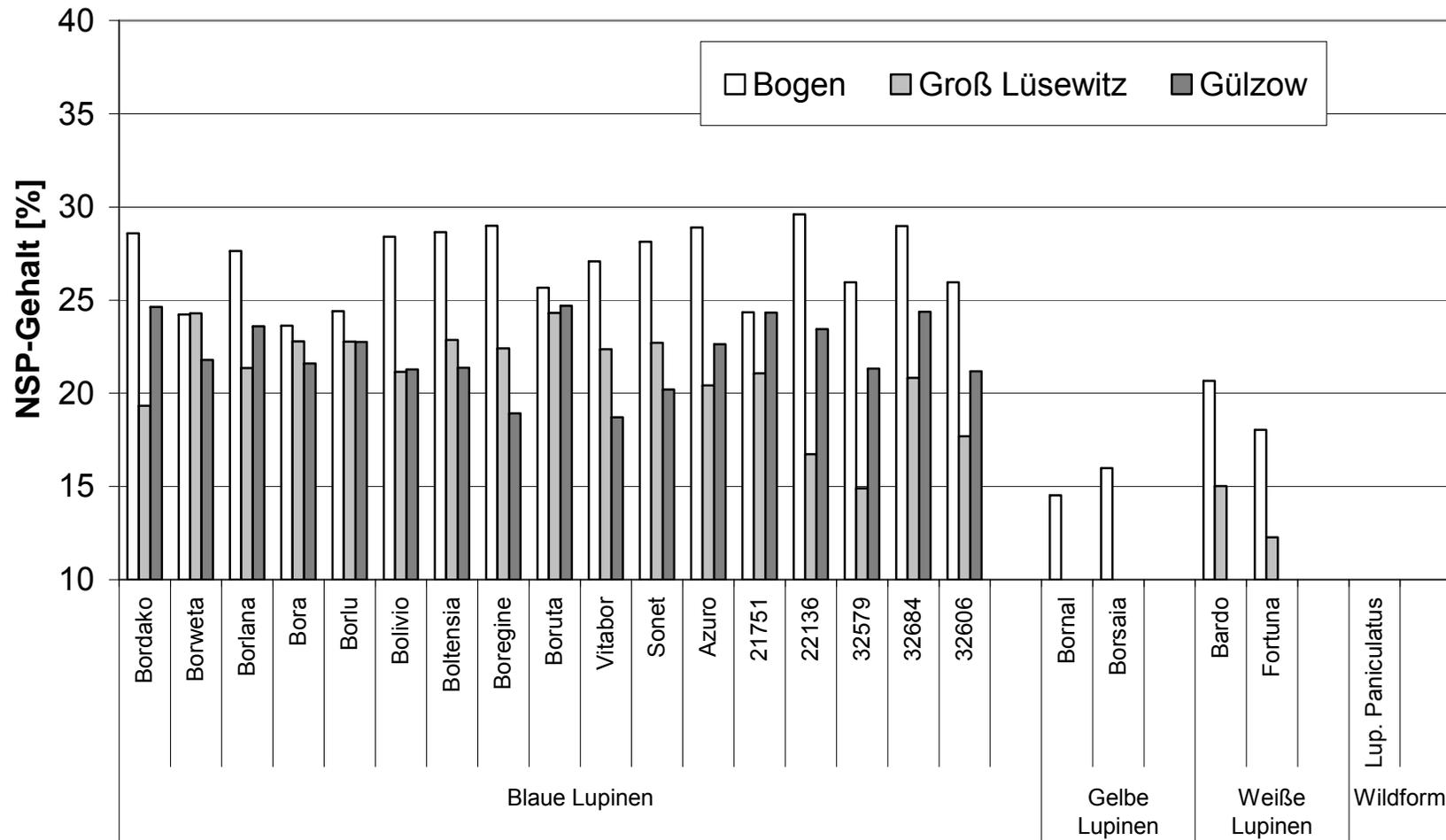


Abb. 22 Gehalt an **Nichtstärkepolysacchariden** in Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

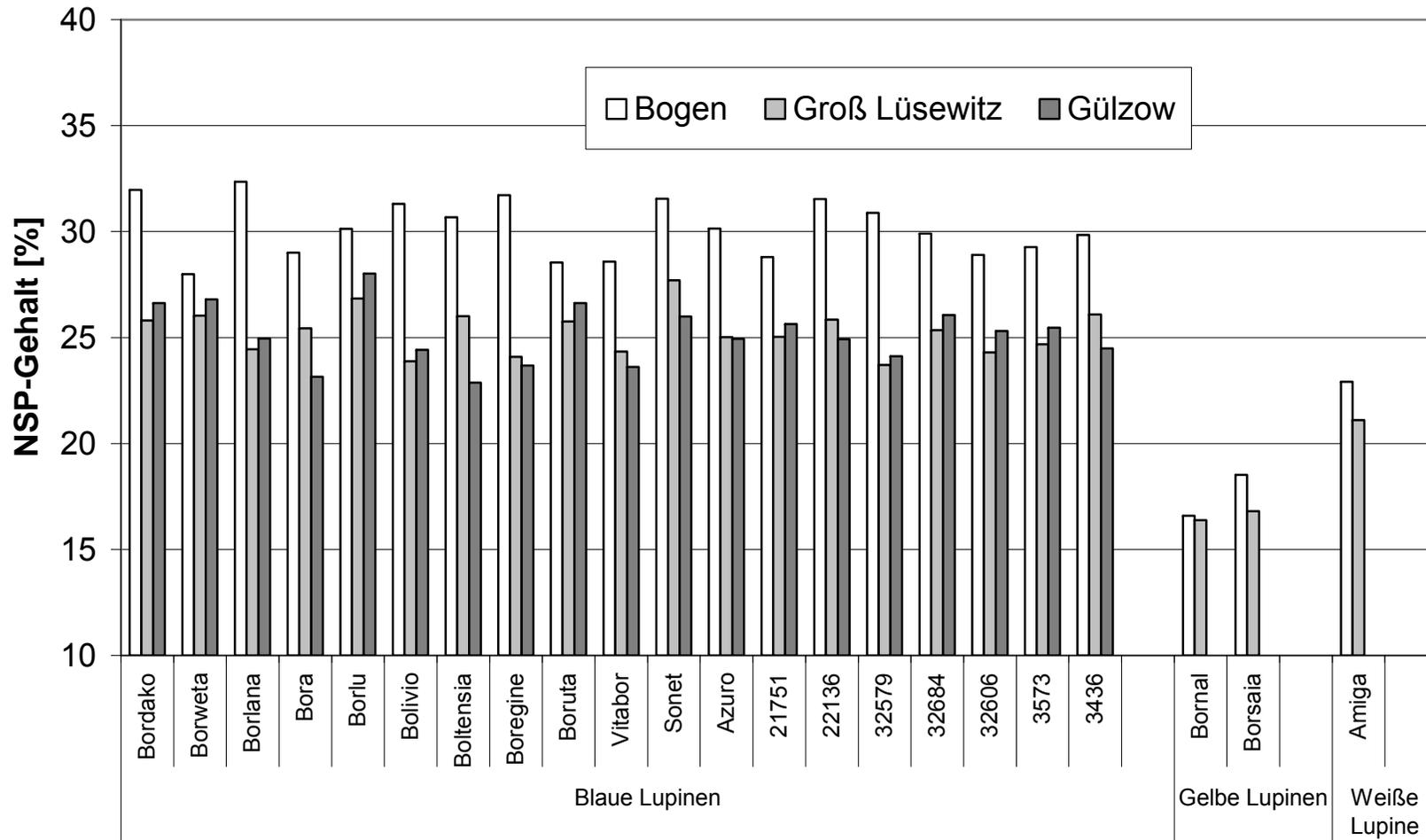


Abb. 22a Gehalt an Nichtstärkepolysacchariden in Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

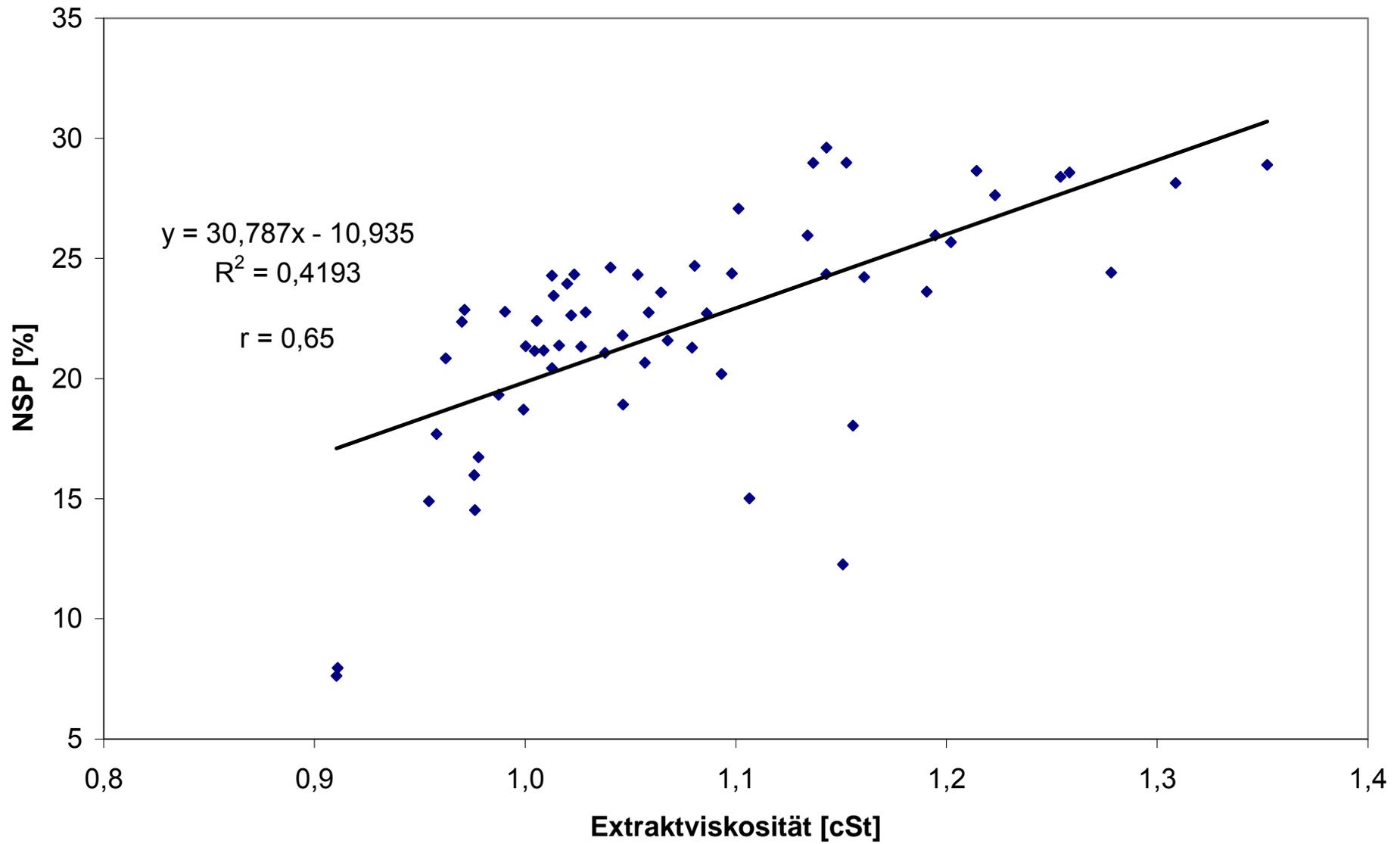


Abb. 23

Korrelation zwischen Extraktviskosität und Gehalt an Nichtstärkepolysacchariden von Lupinen der Ernte 2004

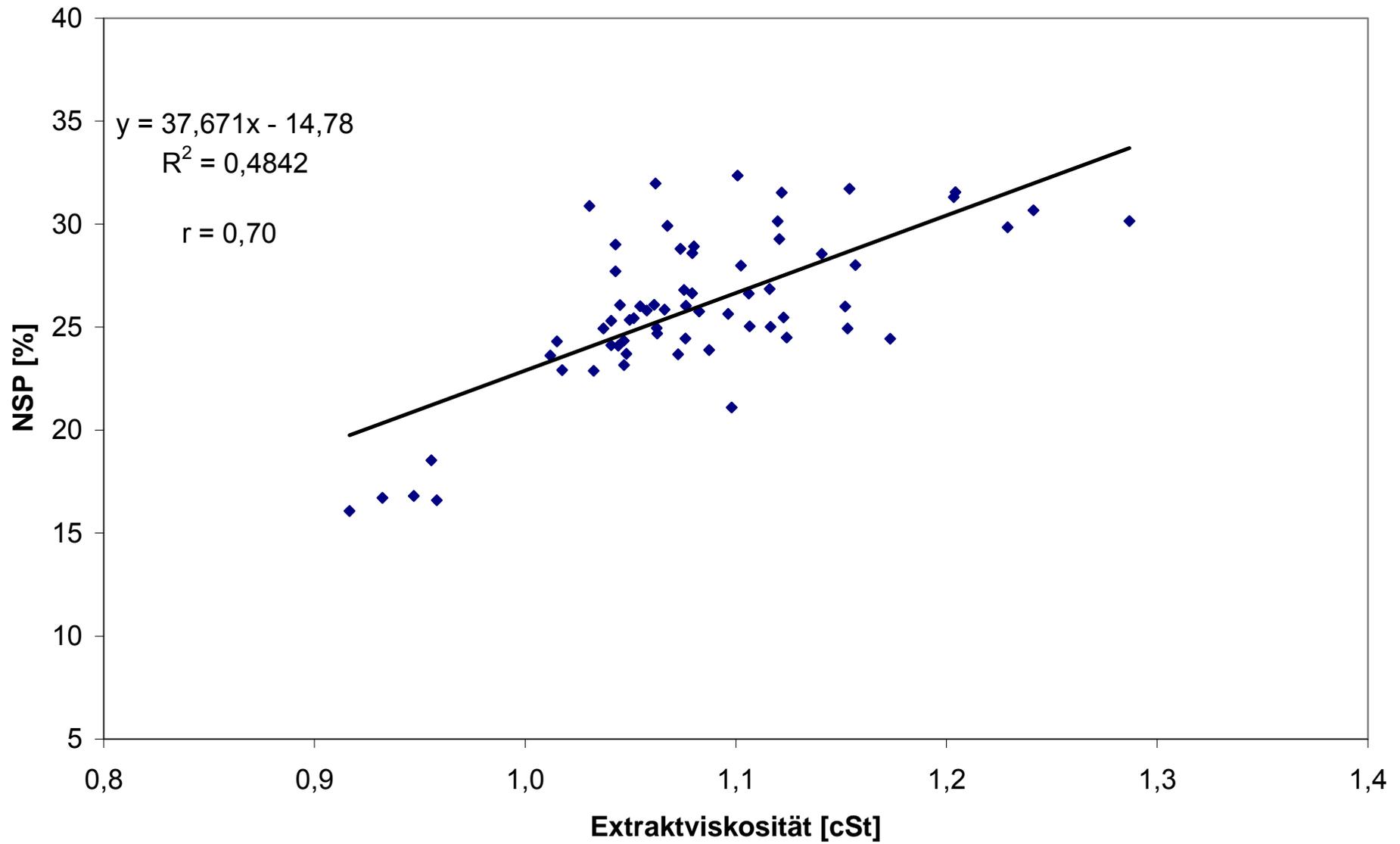


Abb. 23a Korrelation zwischen Extraktviskosität und Gehalt an Nichtstärkepolysacchariden von Lupinen der Ernte 2005

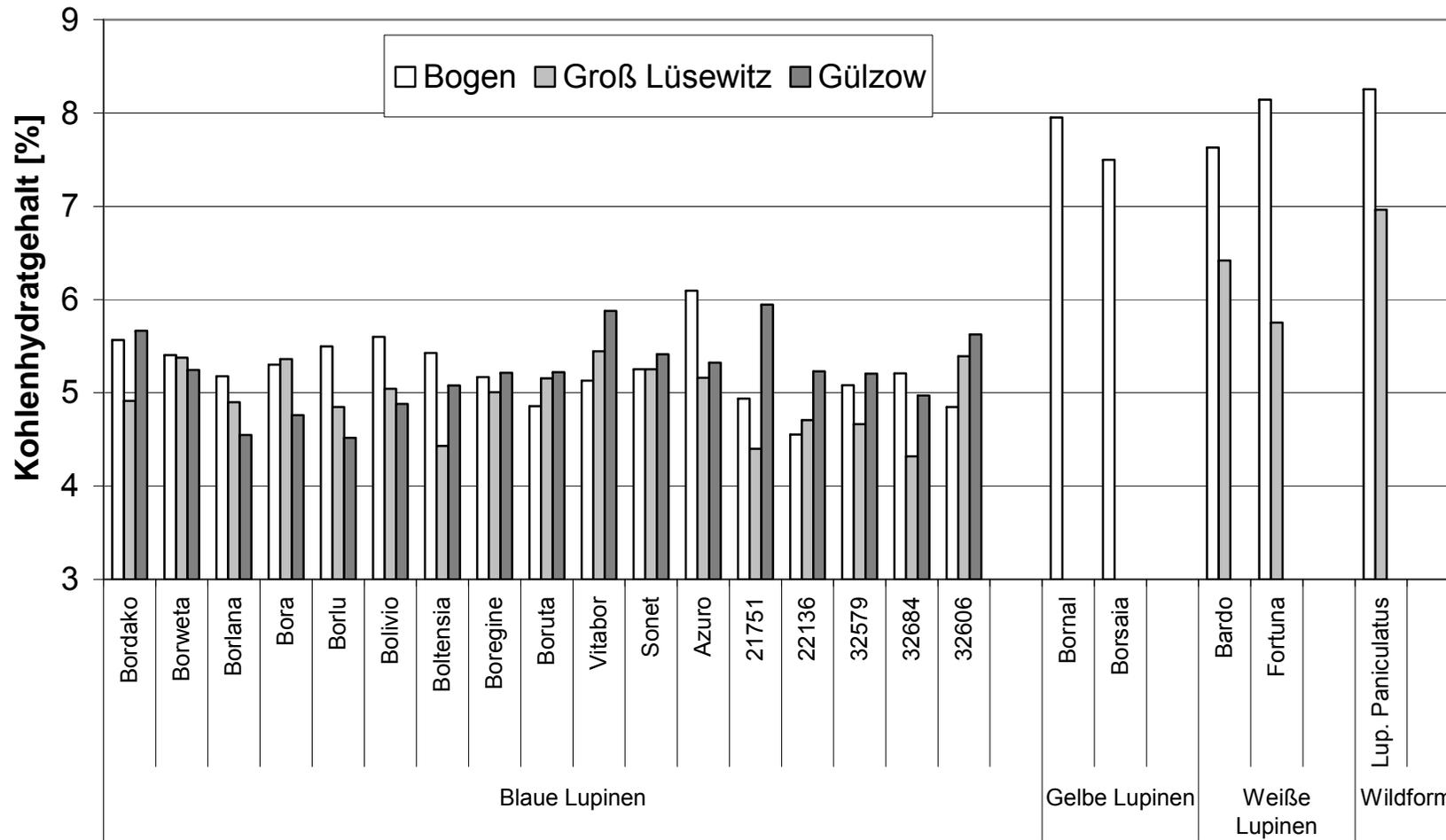


Abb. 24 **Lösliche Kohlenhydrate** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

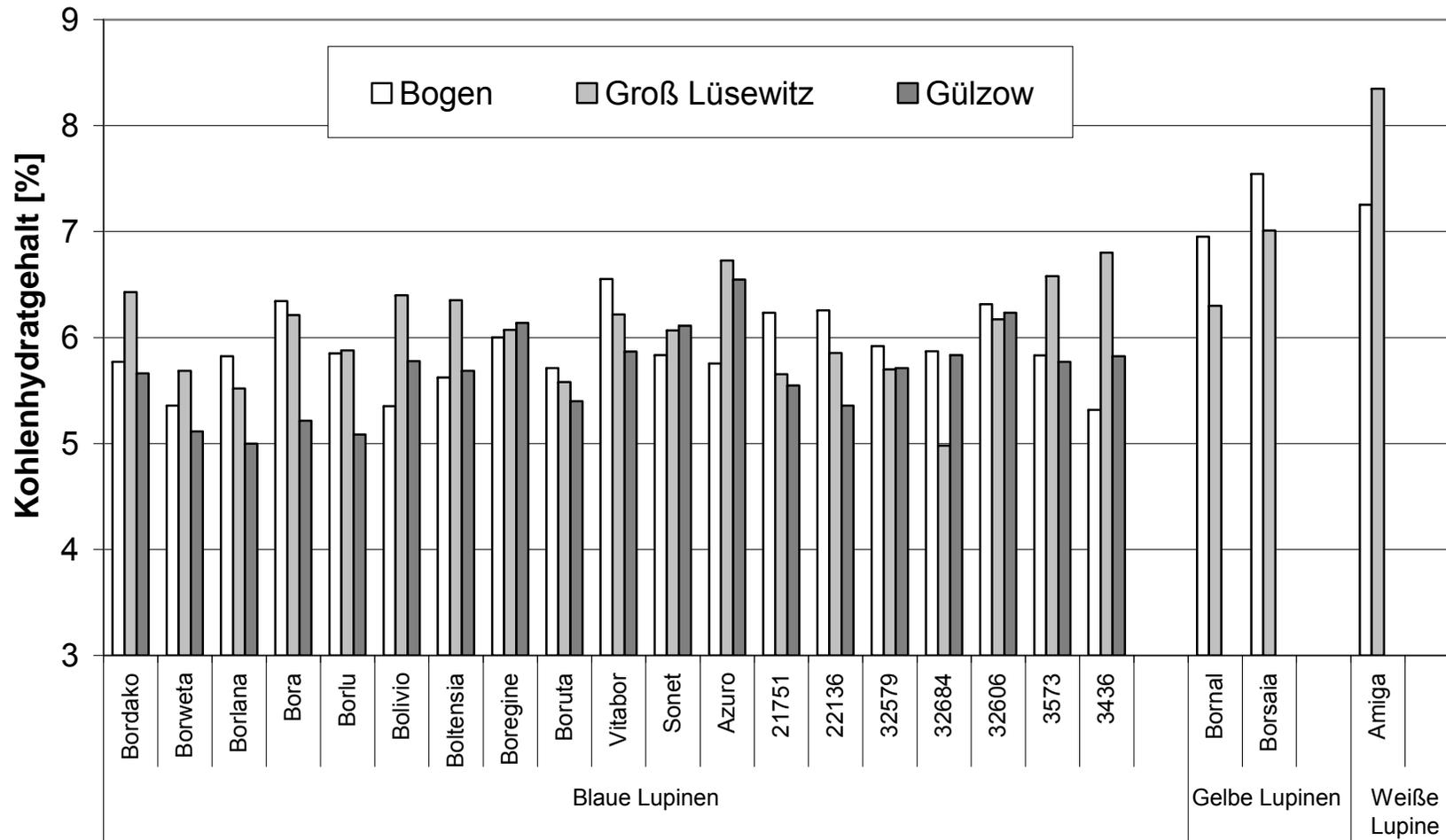


Abb. 24a Lösliche Kohlenhydrate von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow



Abb. 25

Zusammensetzung der löslichen Kohlenhydrate von Blauen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

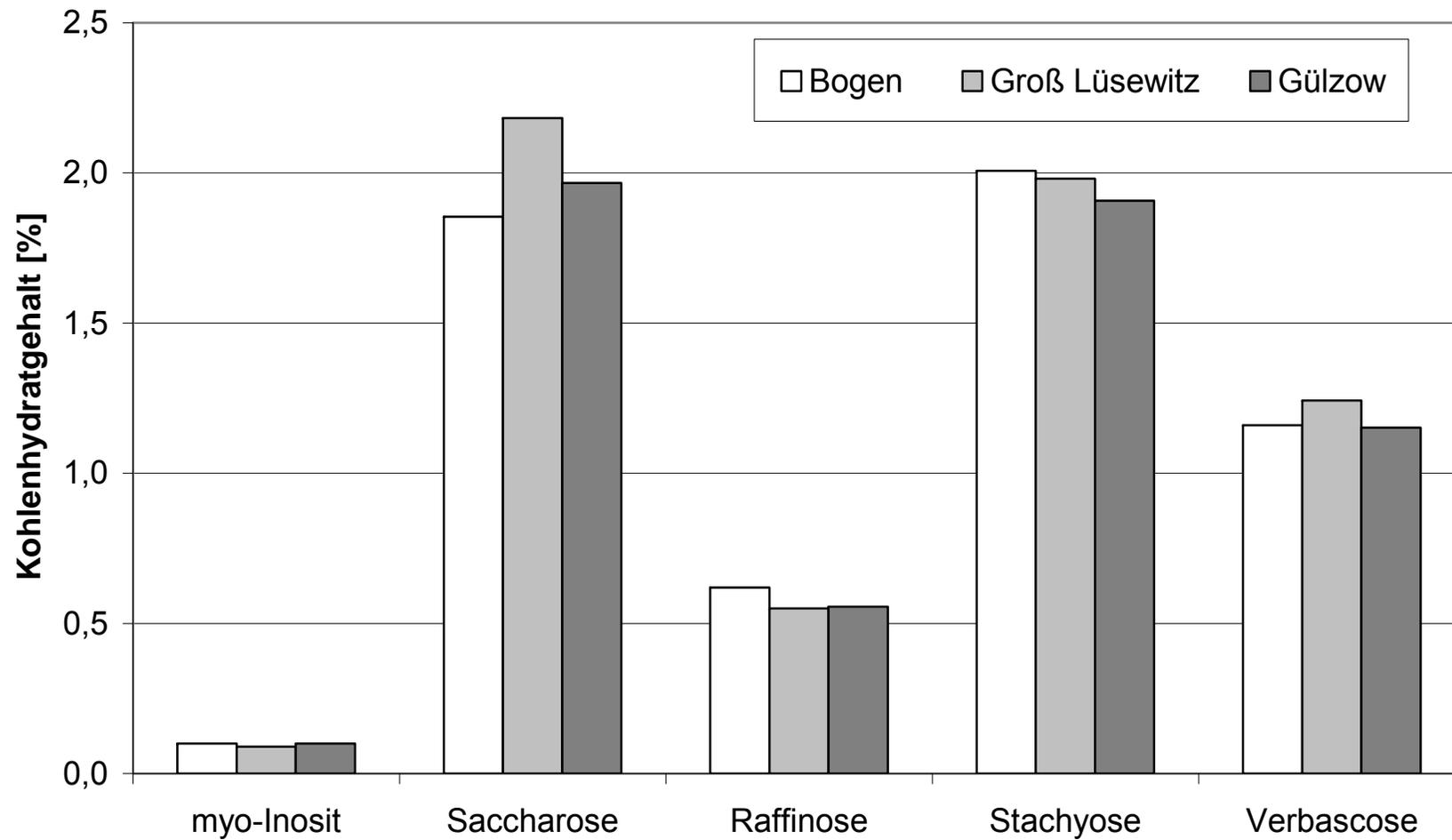


Abb. 25a Zusammensetzung der löslichen Kohlenhydrate von Blauen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

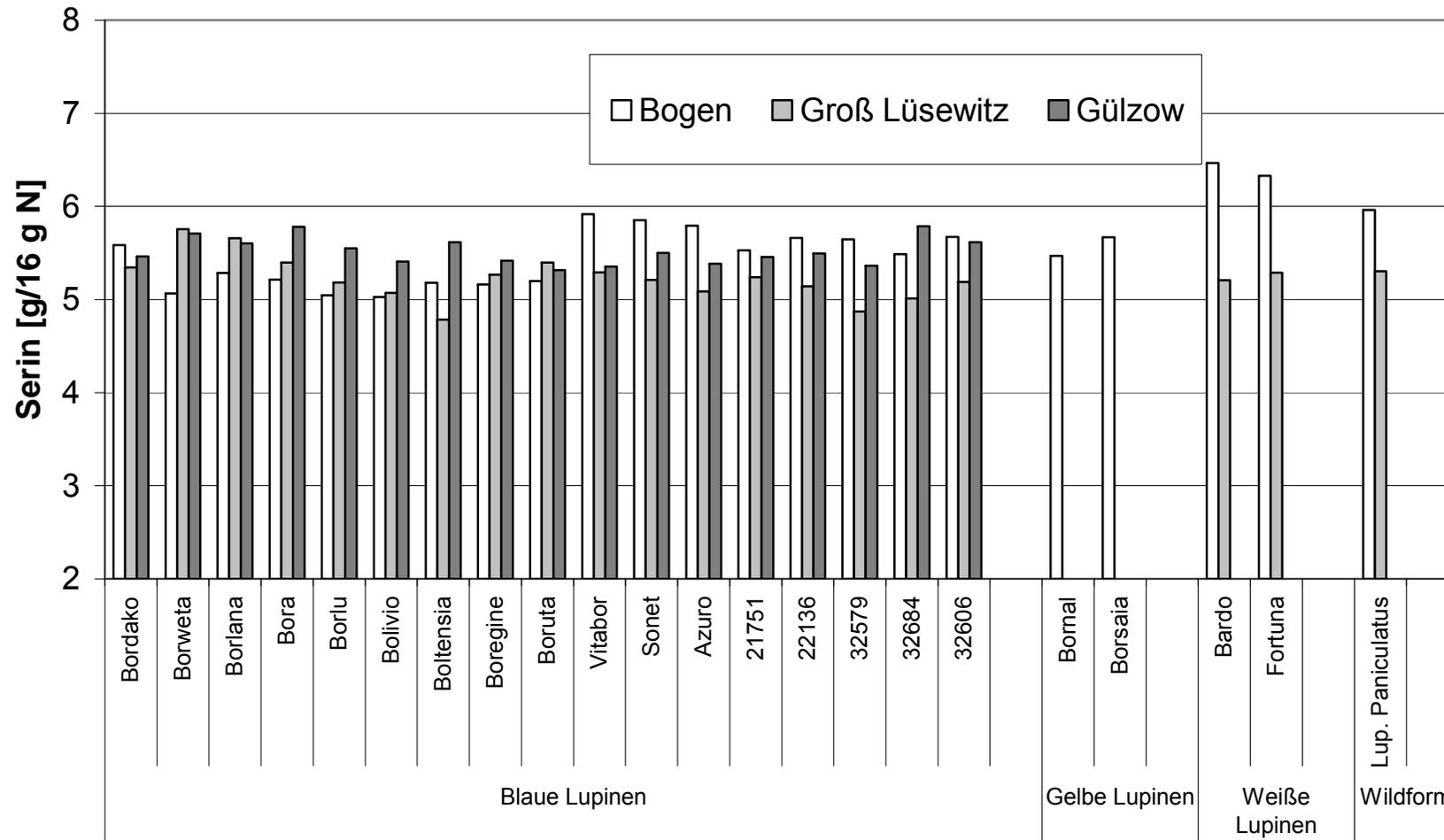


Abb. 26

Serin von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

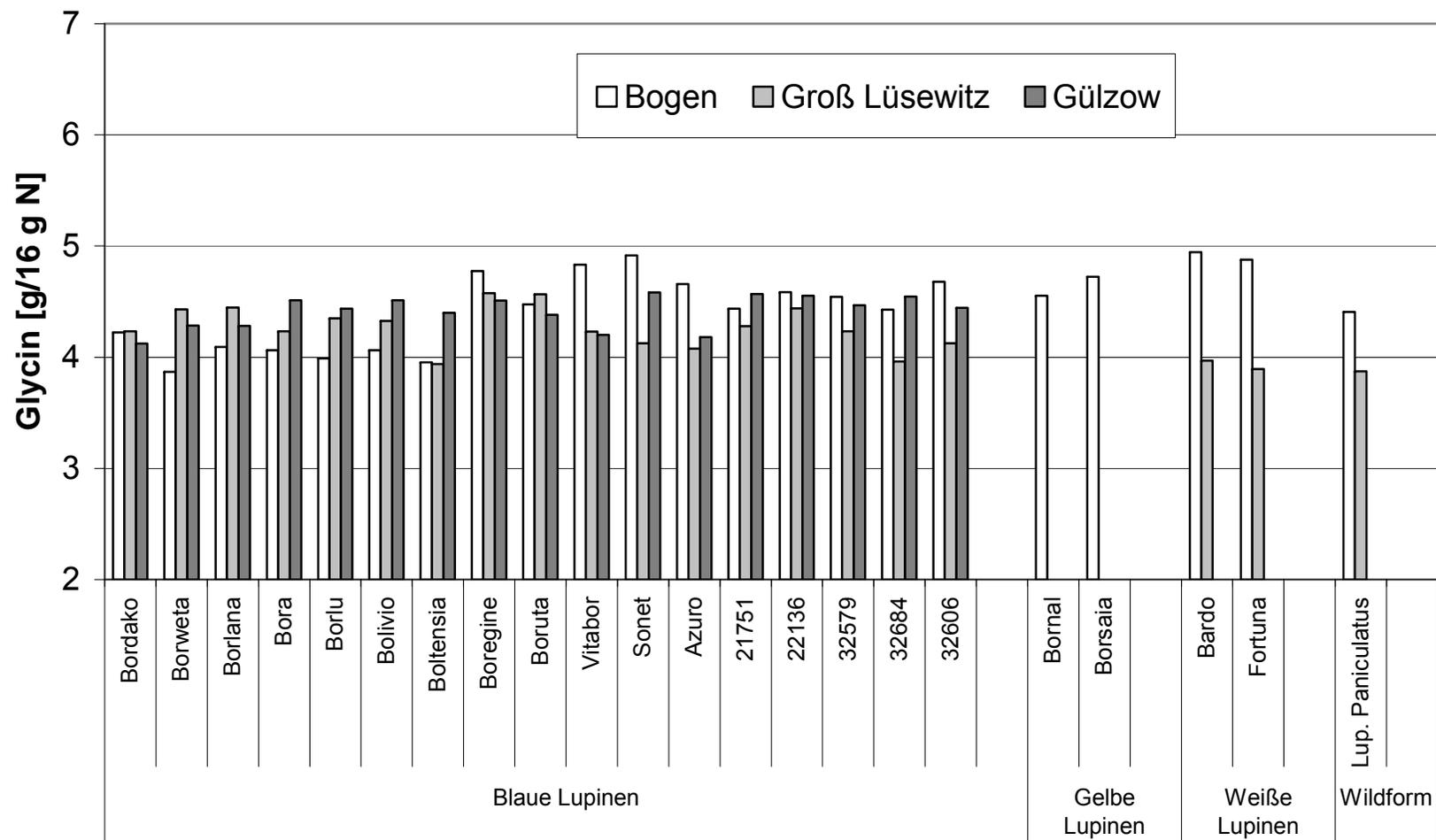


Abb. 27 **Glycin** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

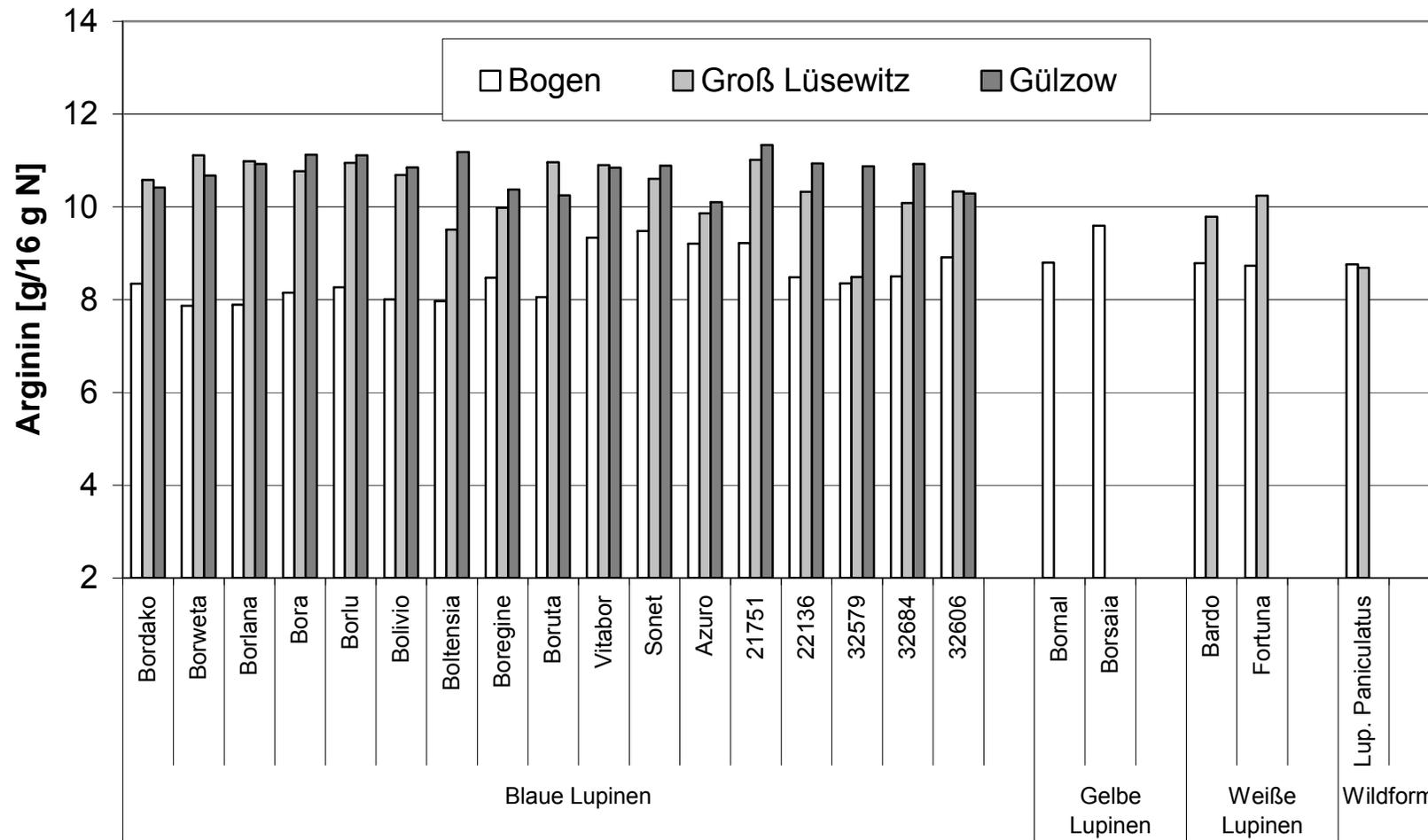


Abb. 28 Arginin von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

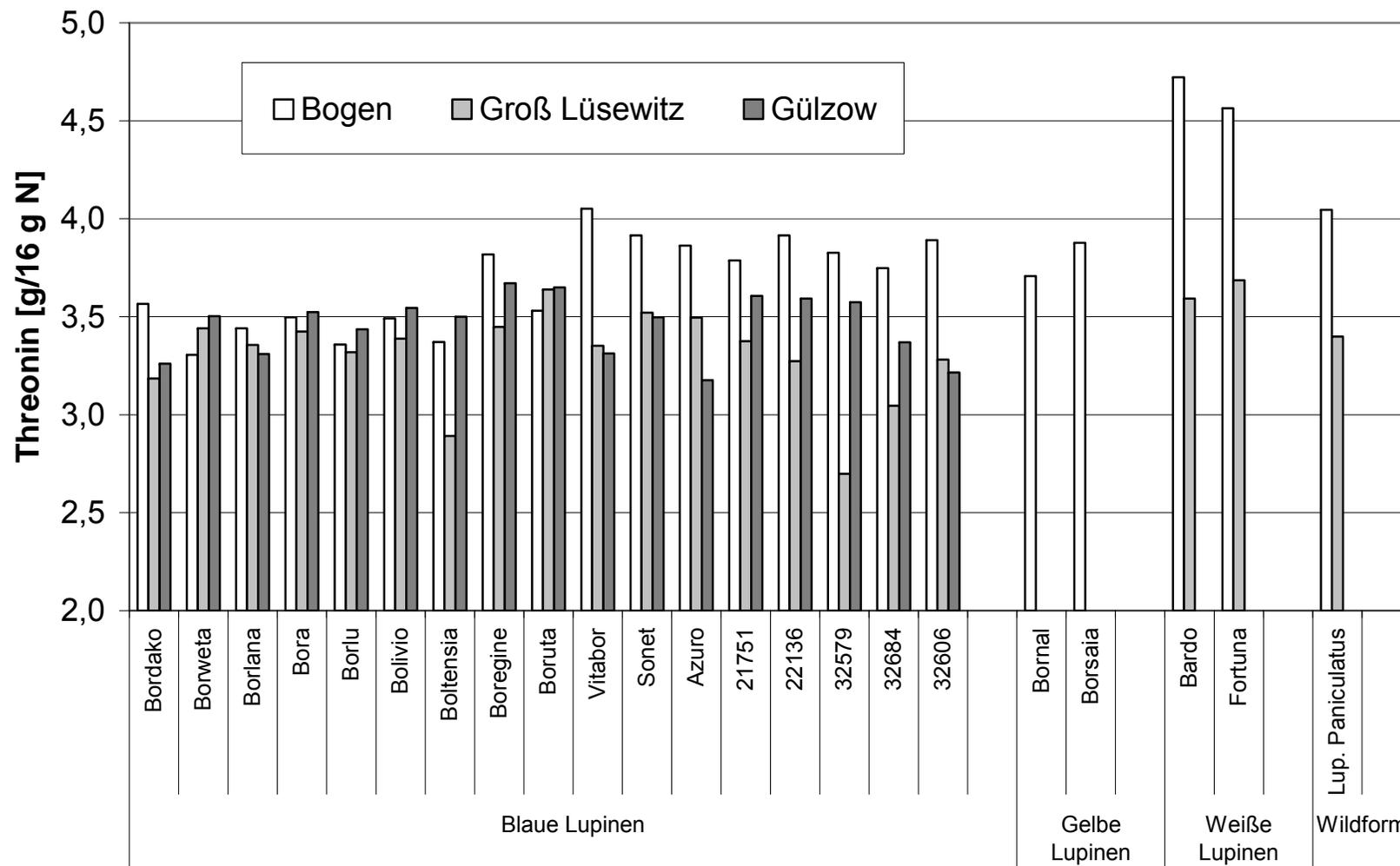


Abb. 29 **Threonin** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

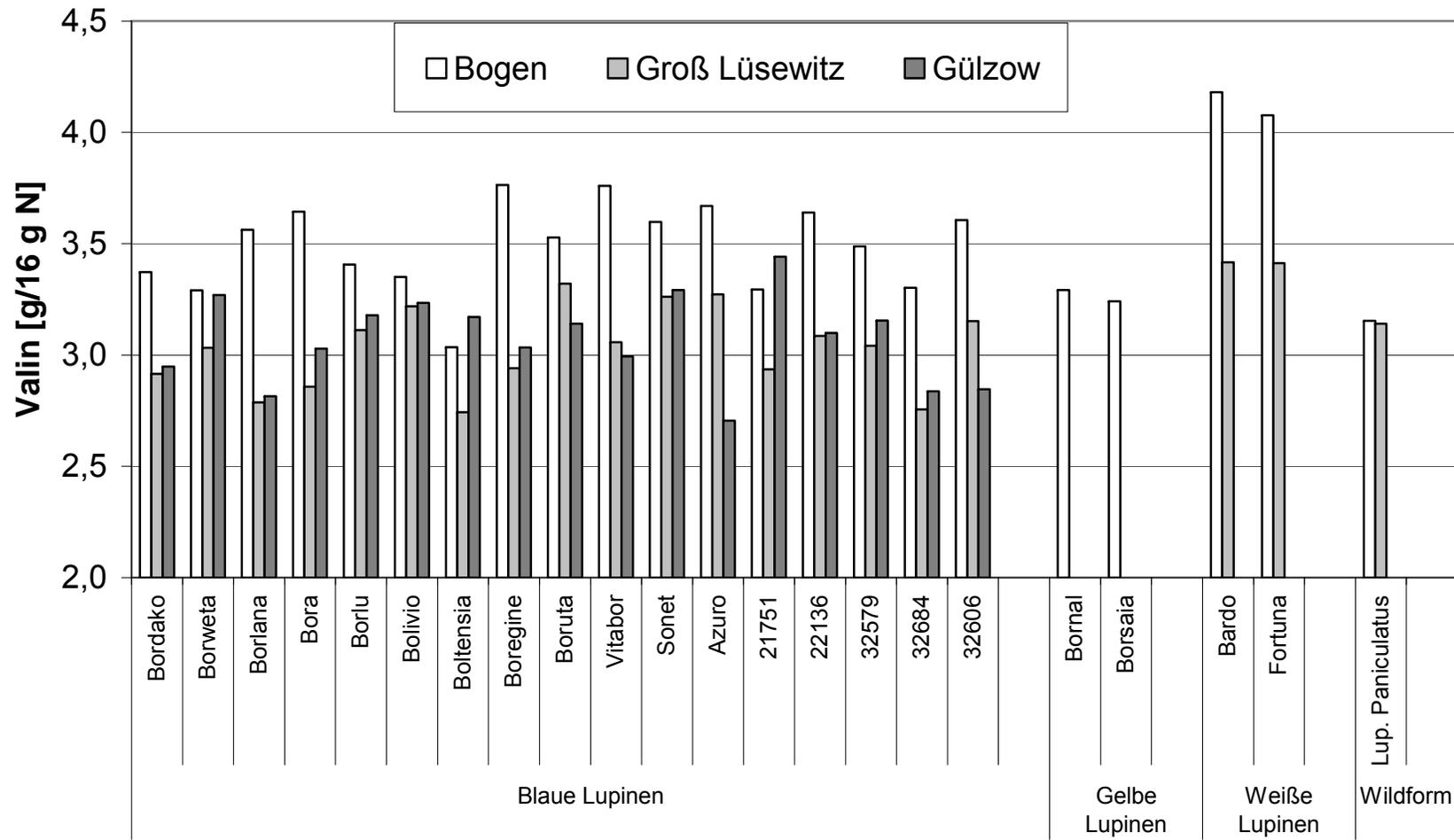


Abb. 30 Valin von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

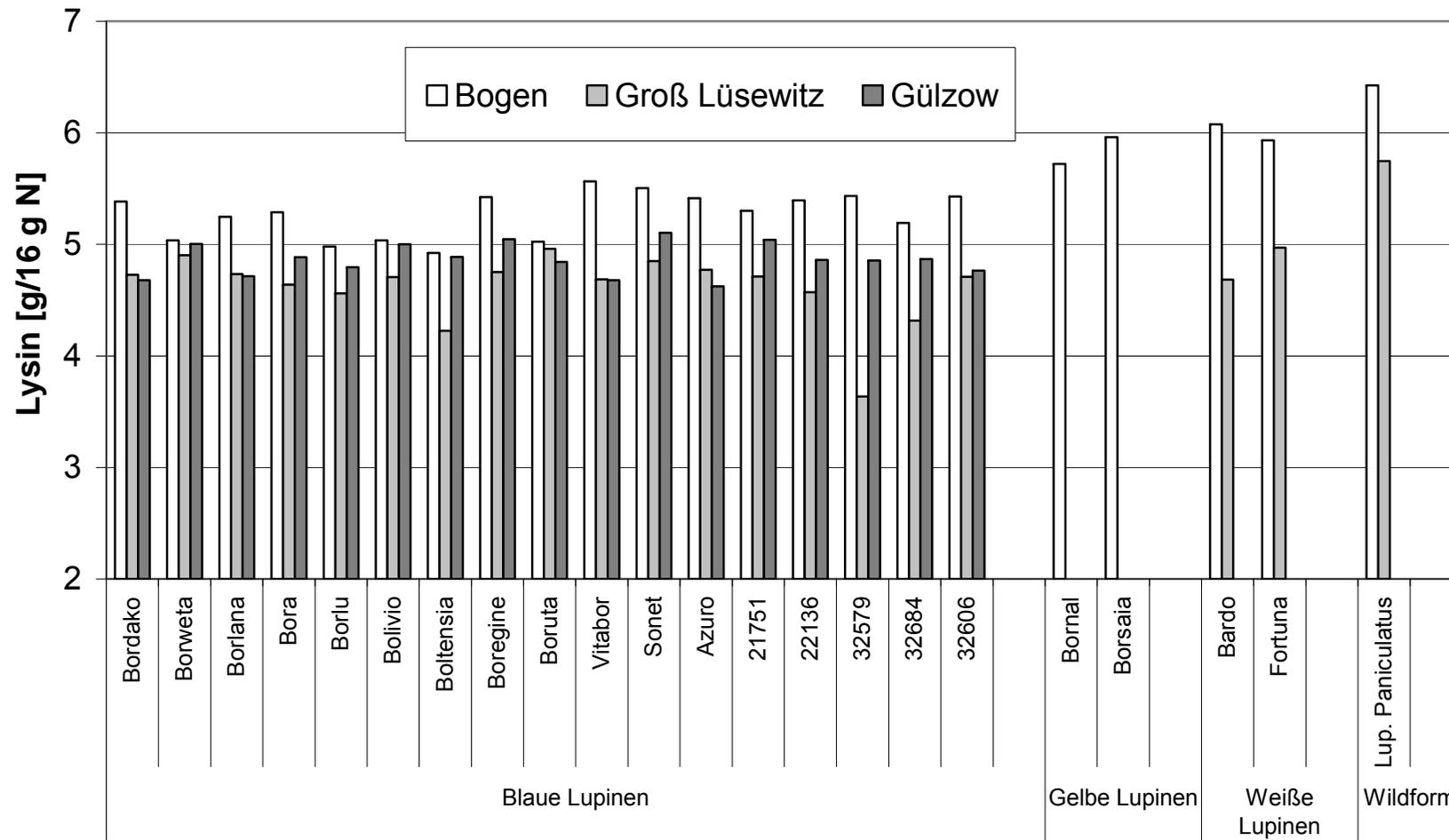


Abb. 31 **Lysin** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

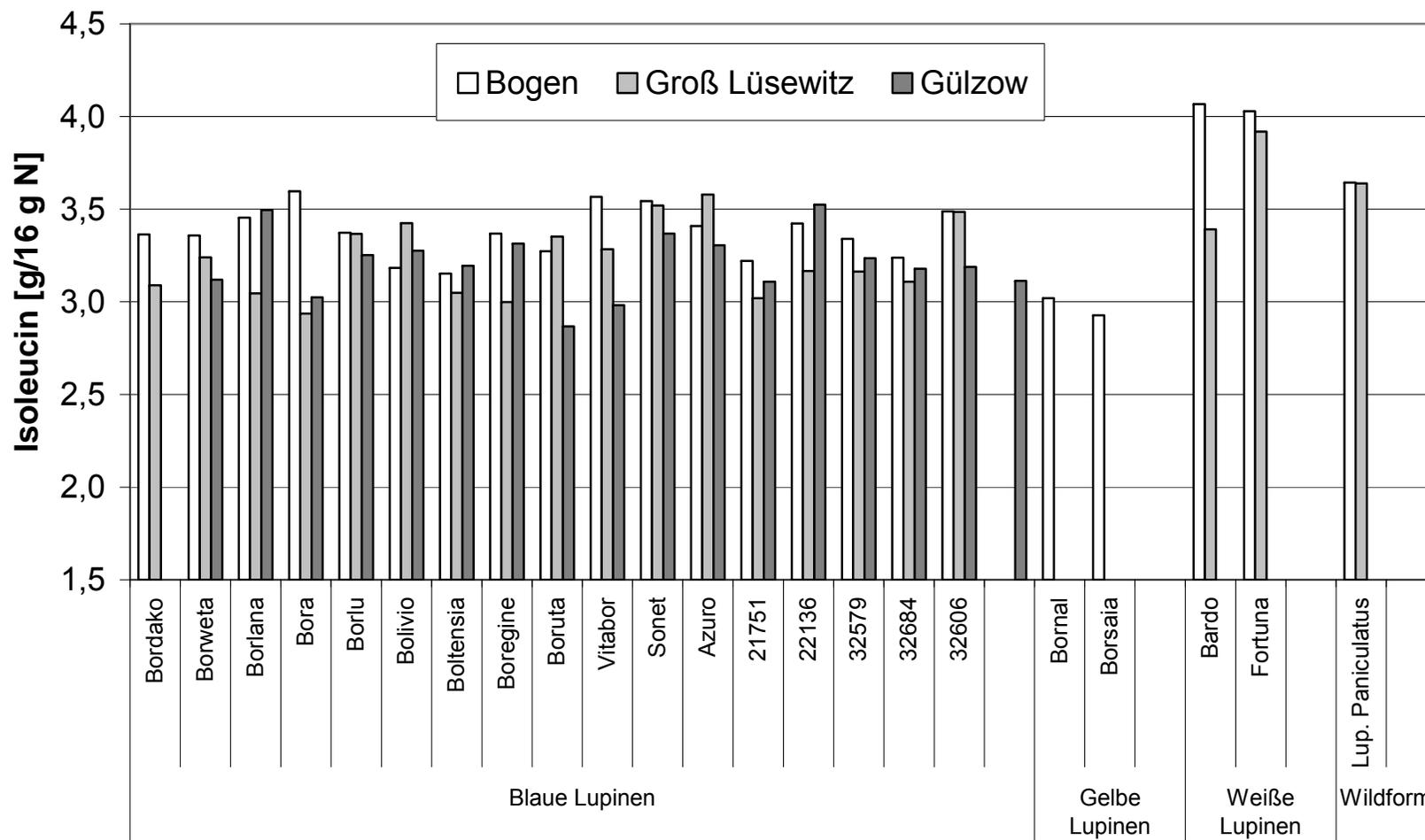


Abb. 32 **Isoleucin** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

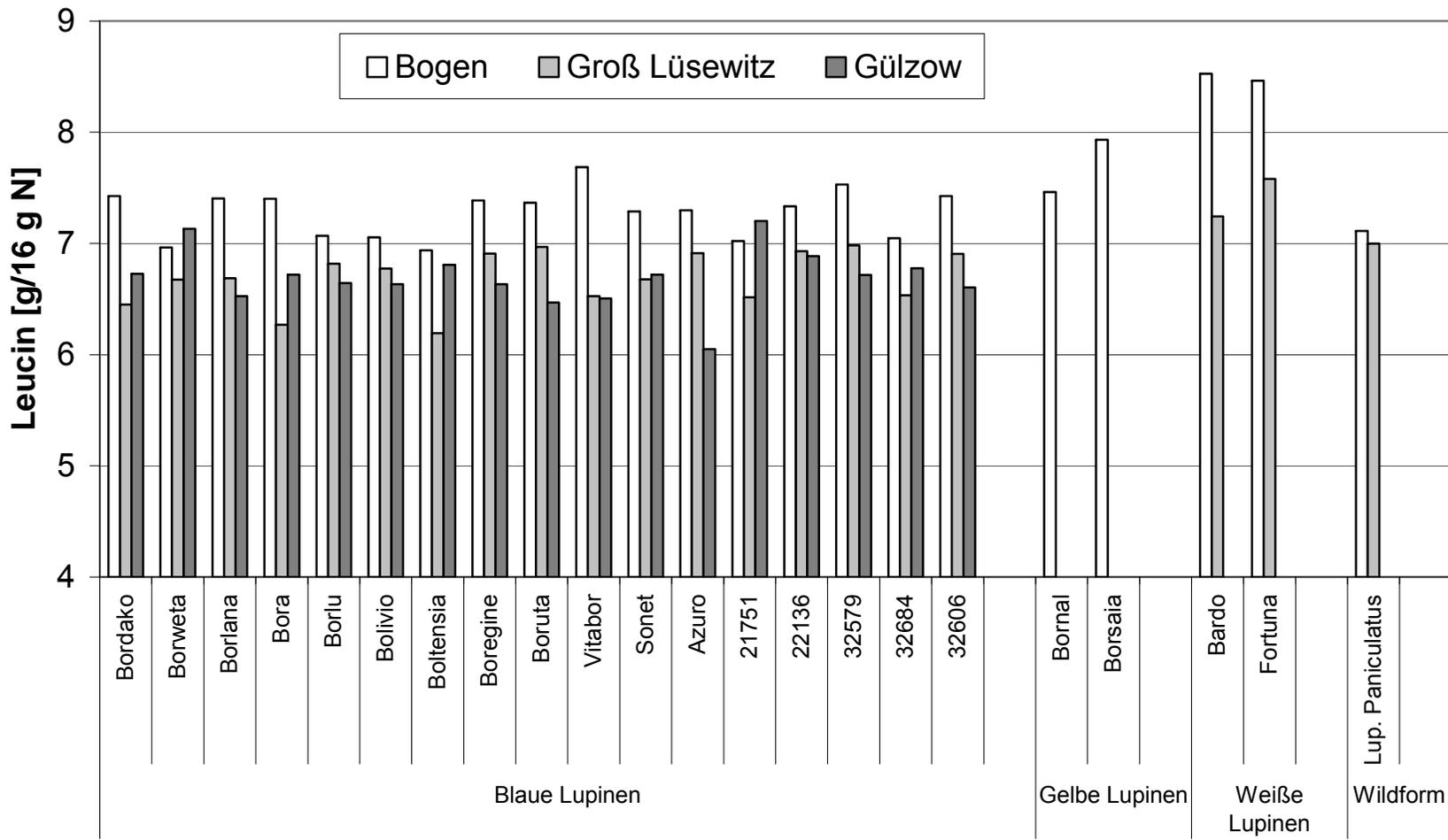


Abb. 33 Leucin von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

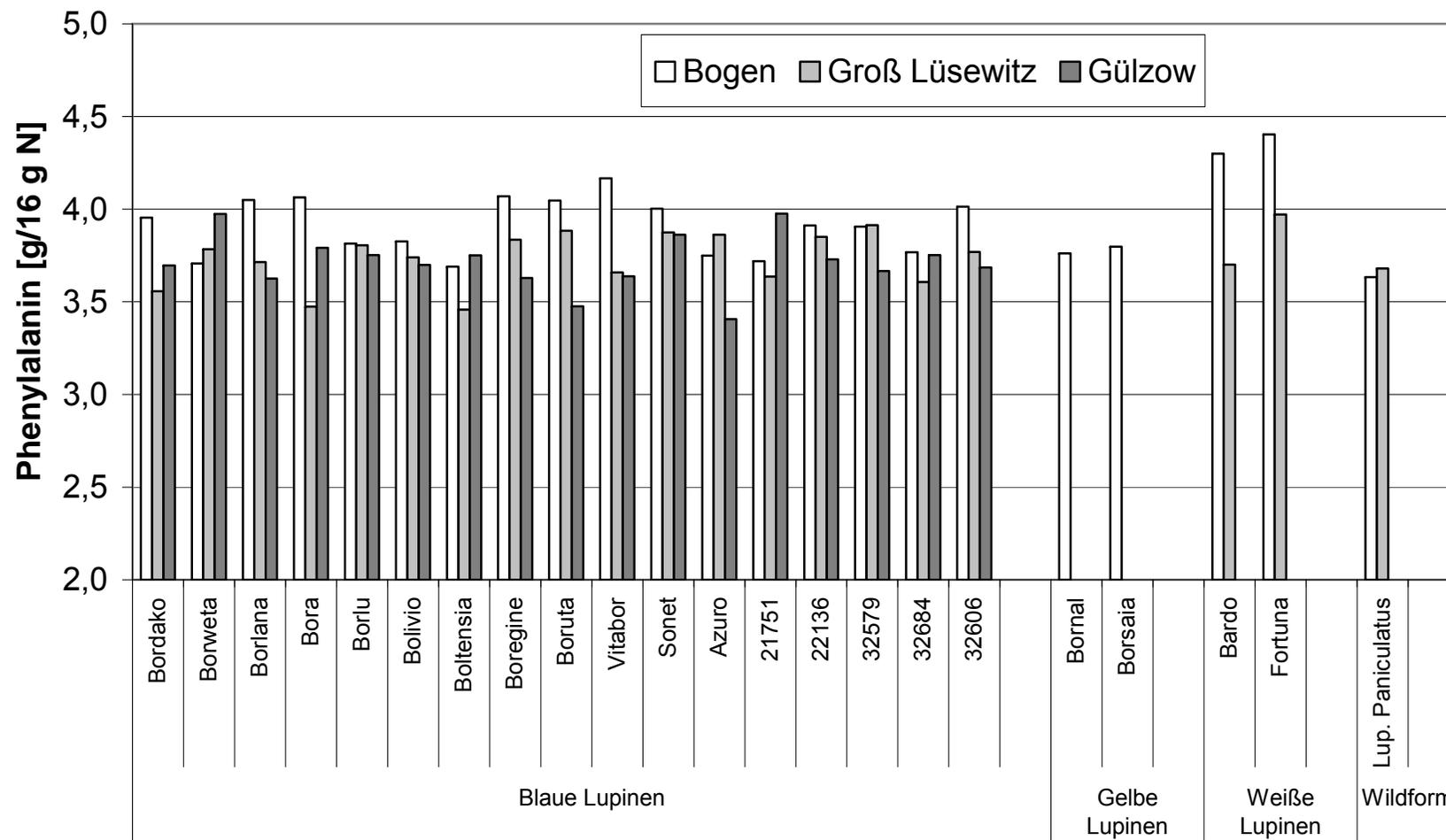


Abb. 34

Phenylalanin von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

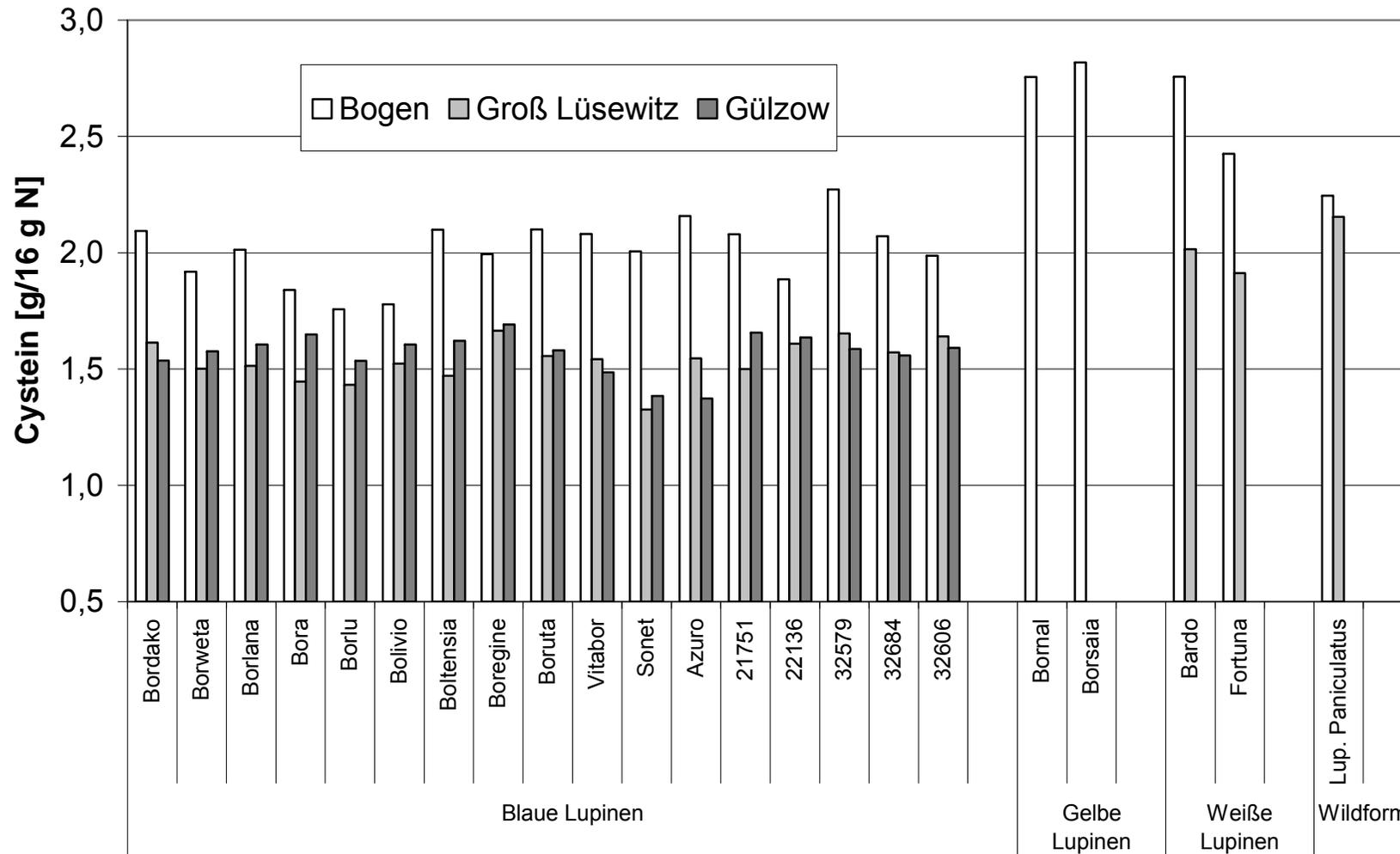


Abb. 35 Cystein von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

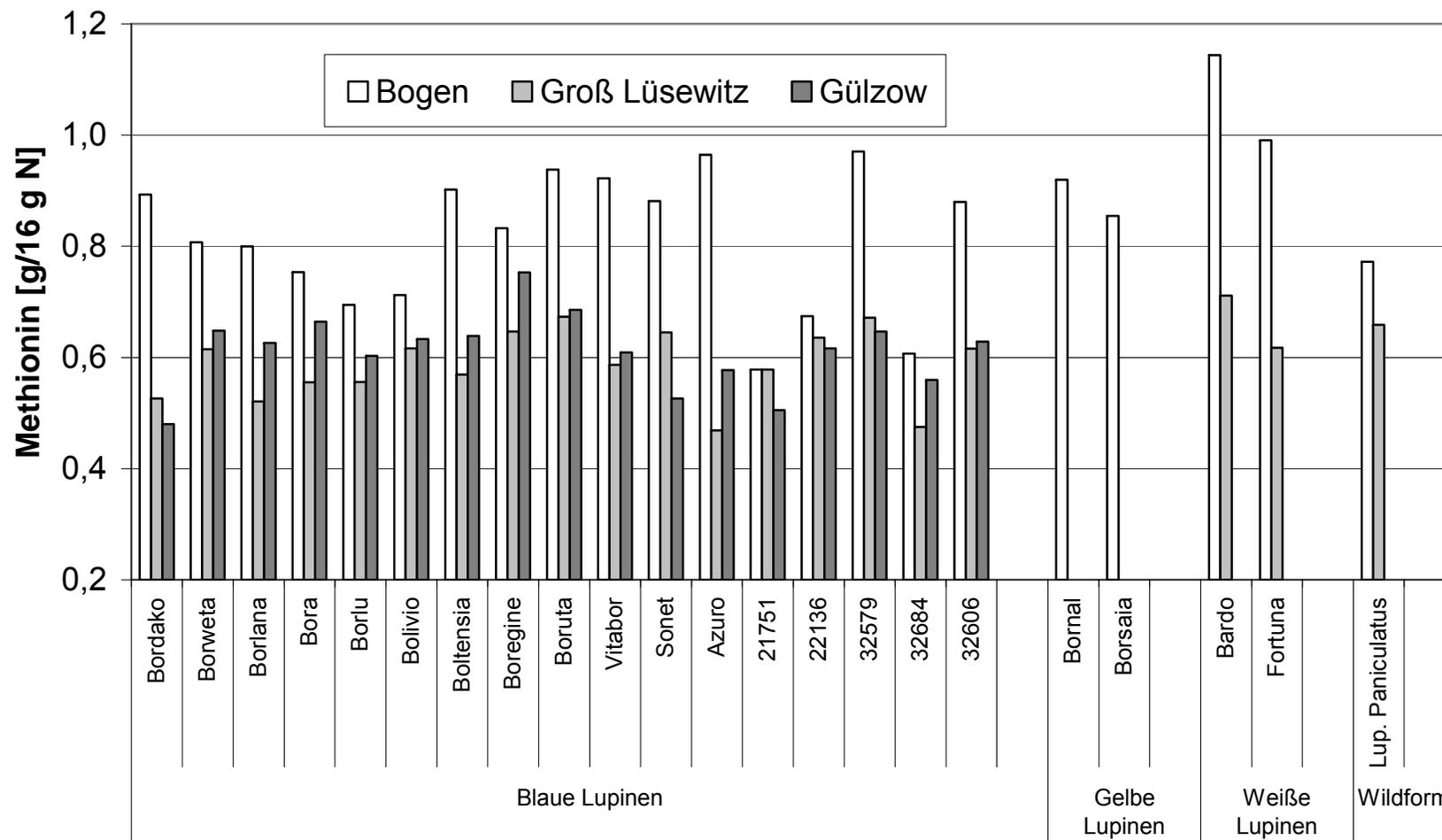


Abb. 36

Methionin von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

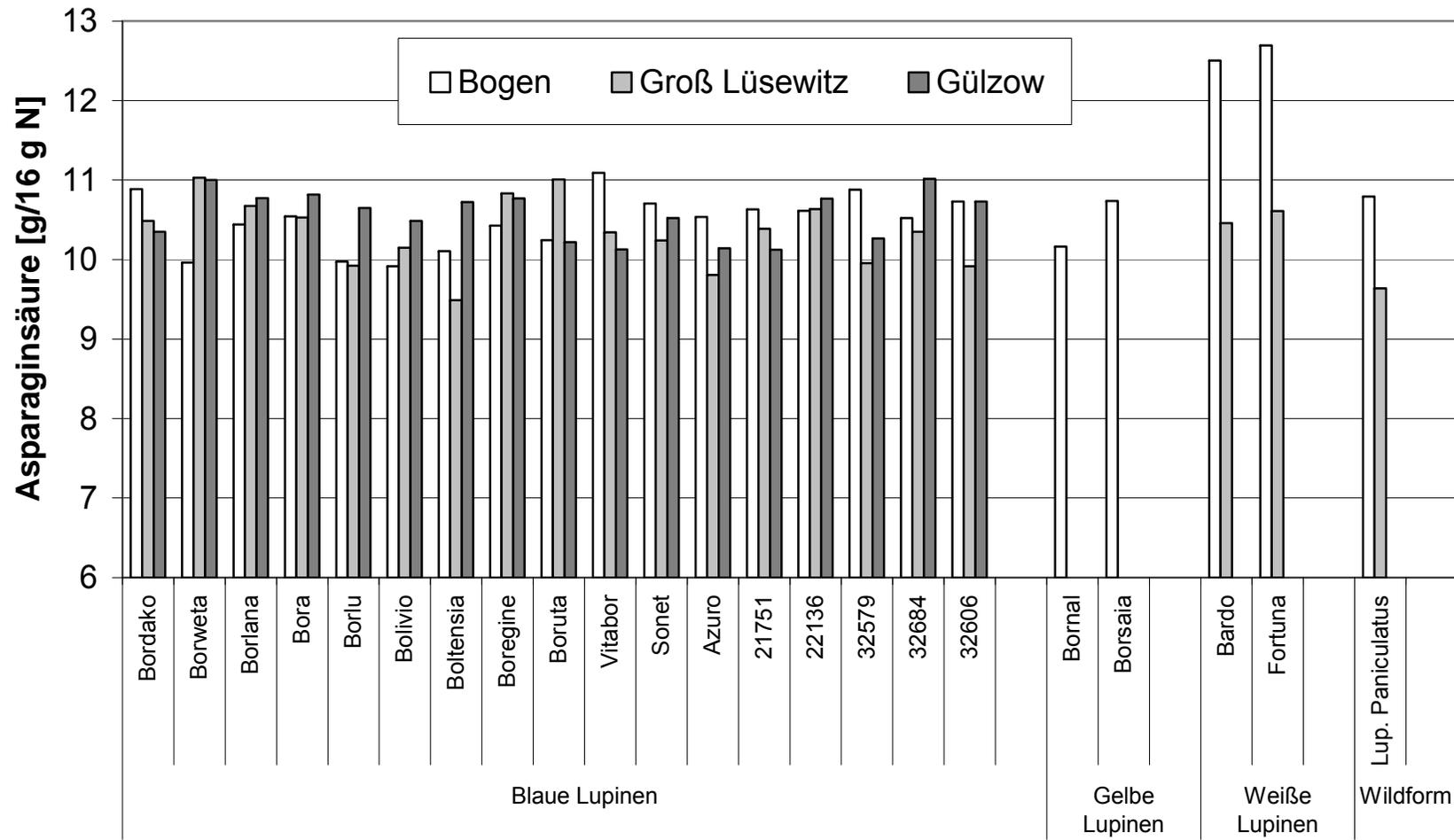


Abb. 37

Asparaginsäure von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

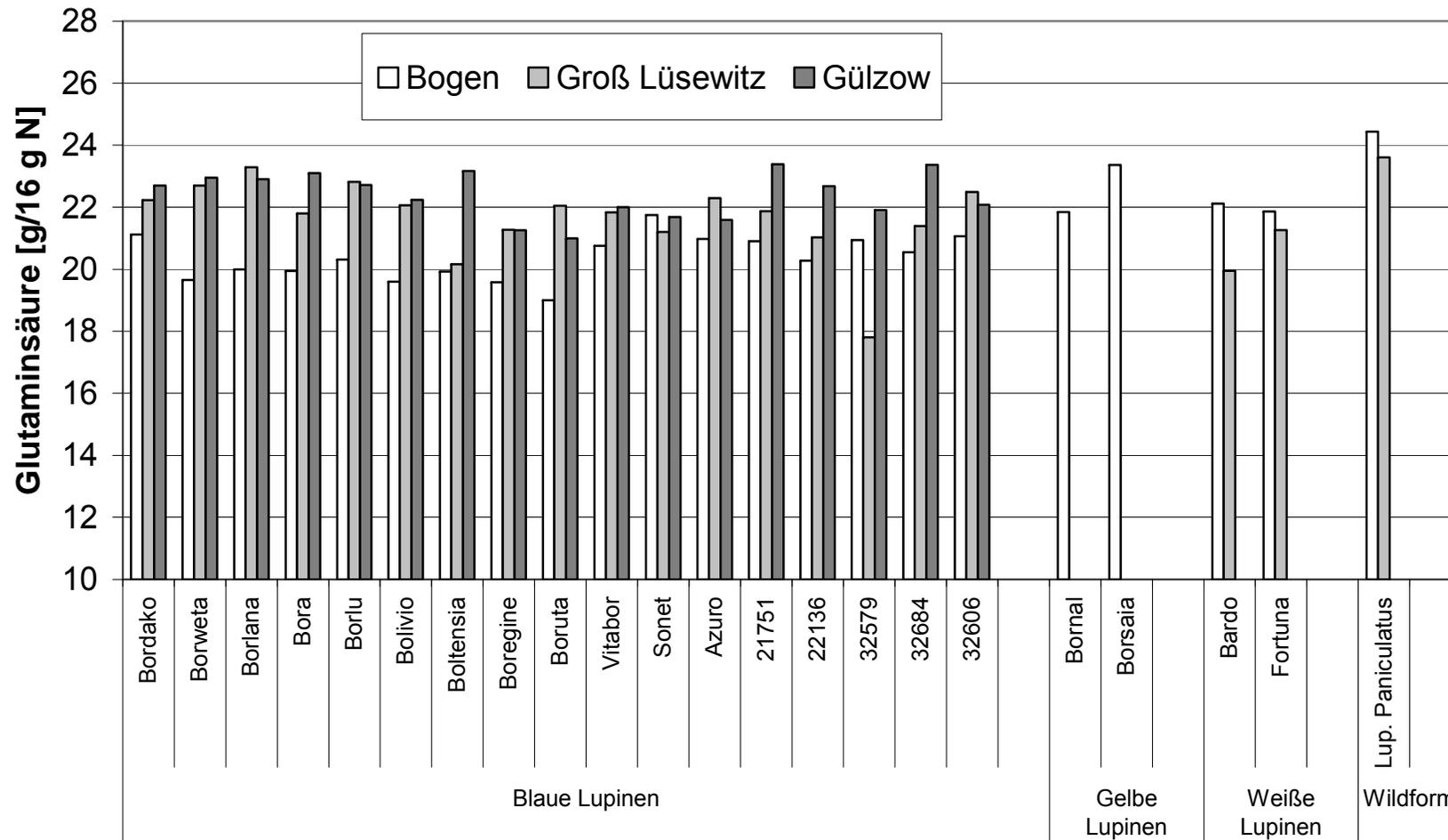


Abb. 38

Glutaminsäure von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

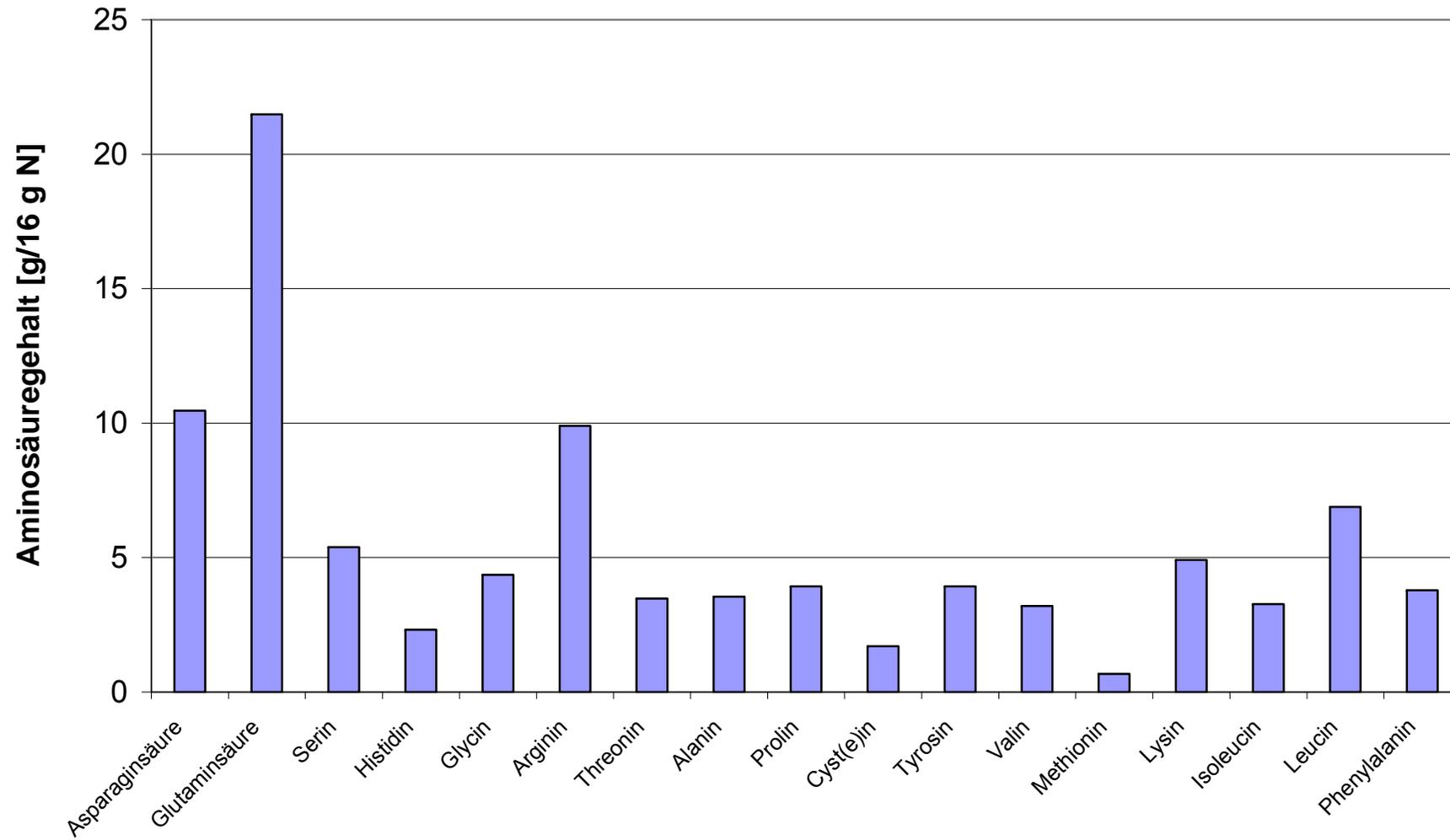


Abb. 39 **Mittlere Aminosäure-Zusammensetzung** von Blauen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

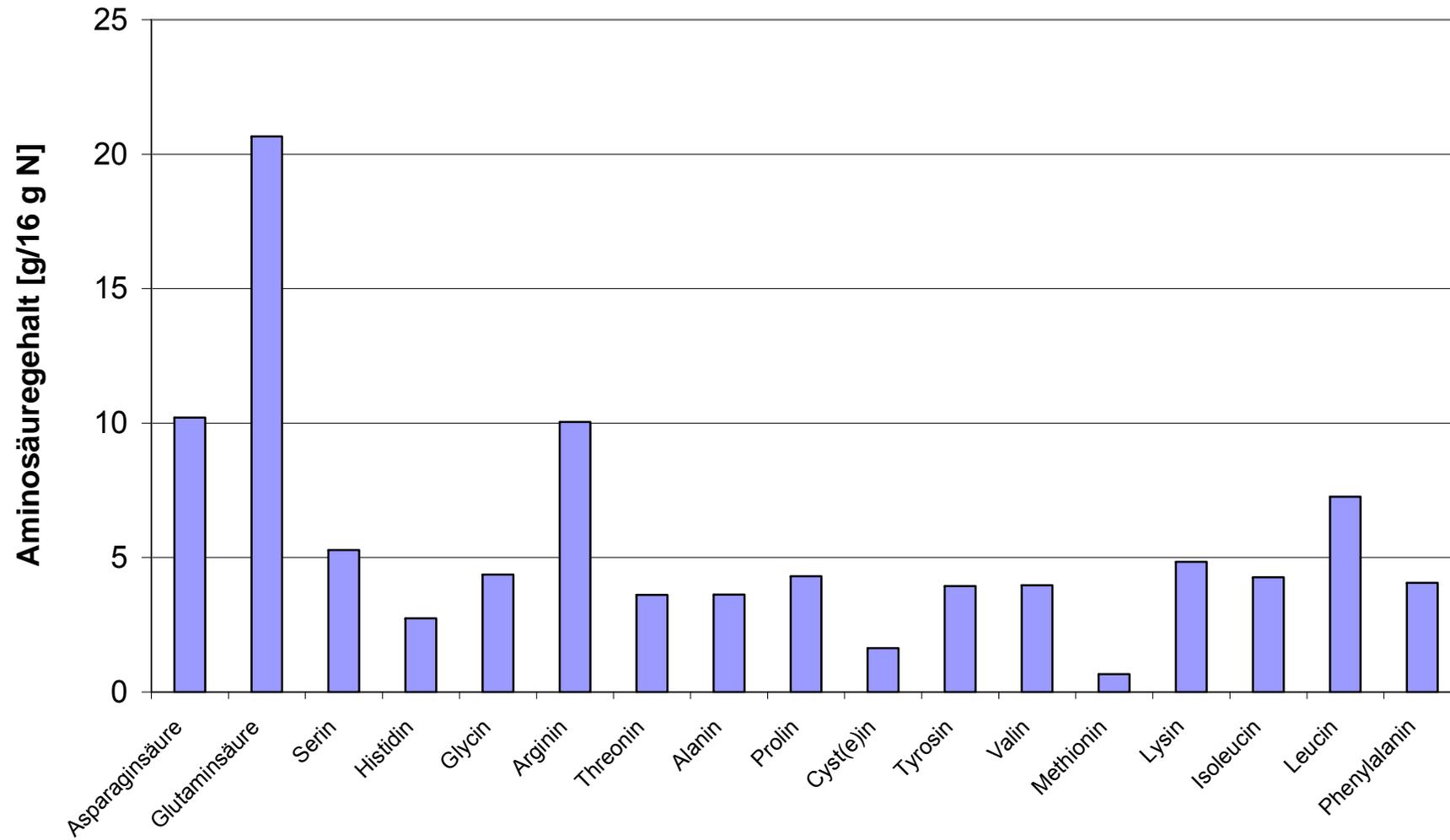


Abb. 39a Mittlere Aminosäure-Zusammensetzung von Blauen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

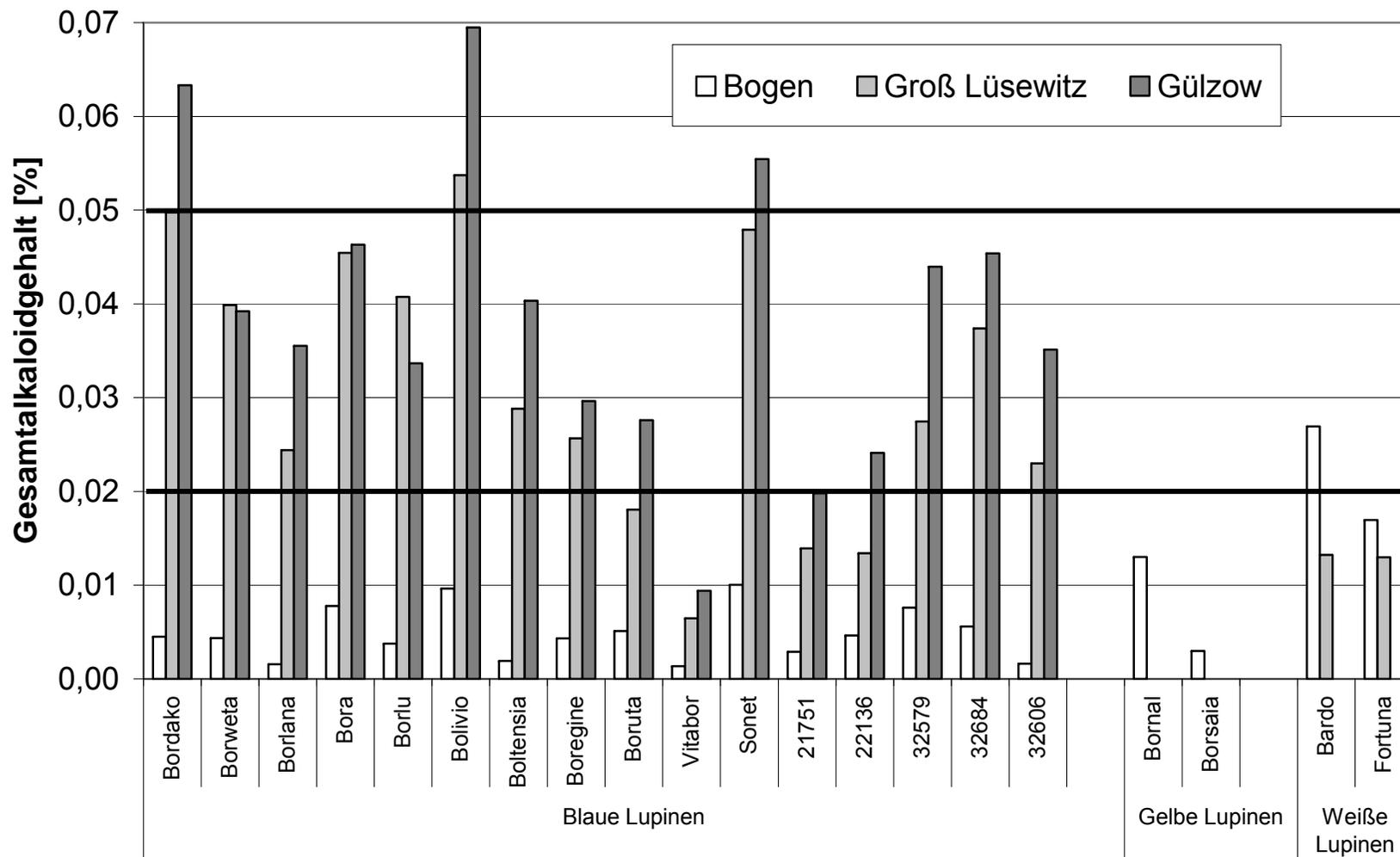


Abb. 40 **Alkaloidgehalt** von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2004 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

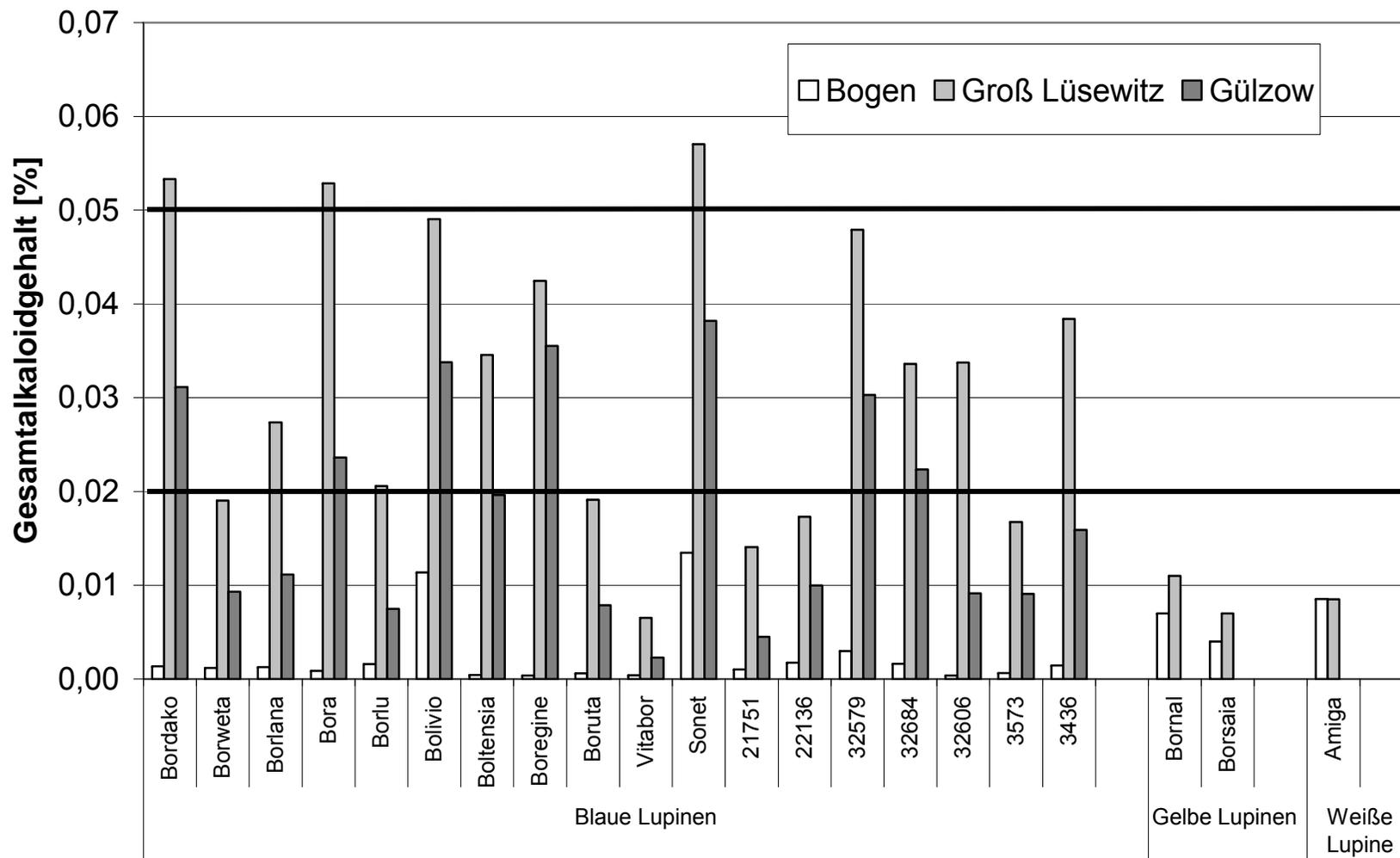


Abb. 40a Alkaloidgehalt von Blauen, Gelben und Weißen Lupinen im Jahr 2005 an den Standorten Bogen, Groß Lüsewitz und Gülzow

Versuchsauswertung 2005



Projekt:

**„Züchterische Bearbeitung von Süßlupinen für
den ökologischen Landbau-
Qualitätsuntersuchungen im Hinblick auf Futtereignung“**

vorgelegt von der Saatzucht Steinach

Bocksee, den 15.11.05

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Material und Aussaat	3
3. Boniturauswertung	4
3.1 Mängel nach Aufgang und Bestandesdichte	4
3.2 Bonituren zur Blüte	7
3.3 Weitere Entwicklung der Bestände	8
3.4 Wuchshöhe	10
3.5 Lager	10
3.6 Bonituren zur Reife	12
3.7 Ernte	13
4. Zusammenfassung	15
5. Anhang	16

1. Einleitung

Innerhalb des Projektes „Züchterische Bearbeitung von Süßlupinen für den ökologischen Landbau- Qualitätsuntersuchungen im Hinblick auf Futtereignung“ wurde in zweijährigen mehrortigen Versuchen ein Sortiment von vorwiegend Blauen aber auch Gelben und Weißen Lupinen getestet. Die Betreuung der Versuche wurde in beiden Jahren durch die Saatzucht Steinach, dem Unterauftragnehmer dieses Projektes, übernommen.

Im Folgenden sollen nun die Ergebnisse der Auswertung der durchgeführten Bonituren, der Ertragsermittlung für das zweite Versuchsjahr vorgestellt sowie Besonderheiten angeführt werden.

2. Material und Aussaat

Der Umfang der Versuchsanlage sollte im Versuchsjahr 2005 möglichst identisch mit dem von 2004 sein. Dennoch mussten im Sortiment einige Änderungen vorgenommen werden. Die Weiße Lupine 'Bardo' wurde 2005 von der Saatzucht Dr. Hege abgemeldet, aus diesem Grunde stand kein Saatgut zur Verfügung. Von der Weißen Lupine 'Fortuna' war bei der Südwestsaat ebenfalls kein Saatgut zu bekommen, deswegen wurde die Weiße Lupine 'Amiga' als Ersatz und einzige ihrer Art in das Sortiment aufgenommen. Die im Vorjahr getesteten beiden Sorten der Gelben Lupine sowie die 11 Sorten der Blauen Süßlupine standen wieder im Programm, ebenso die Bitterlupine 'Azuro' (Tab. 1). Die Anzahl der Stämme wurde um zwei erweitert. Die Wildform Lup. paniculatus sowie Lup. nanus aus dem vorherigen Jahr wurden in der Planung nicht berücksichtigt.

Tab. 1: Umfang des Versuchssortiments 2005

Lup. angustifolius						Lup. luteus						Lup. albus		
PG	Sorte	AS ¹	PG	Sorte	AS ¹	PG	Sorte	AS ¹	PG	Sorte	AS ¹	PG	Sorte	AS ¹
1	Borweta	130	8	Borlu	100	15	Bo 32684	100	20	Bornal	70	22	Amiga	70
2	Boruta	130	9	Bolivio	100	16	Bo 32606	100	21	Borsaja	70			
3	Sonet	100	10	Boltensia	100	17	Bo 3573	100						
4	Bo 21751	130	11	Boregine	100	18	Bo 3436	100						
5	Bordako	100	12	Vitabor	100	19	Azuro	100						
6	Borlana	100	13	Bo 22136	130									
7	Bora	100	14	Bo 32579	100									

¹⁾ Aussaatstärke Kö/m²

Im Jahr 2005 wurde zusätzlich in Stei nach eine Reihenanlage mit Material der Weißen Lupine von Herrn Geißendörfer, Saatzucht Triesdorf, mit angebaut. Es konnten einige Informationen zur Fröhreife und insbesondere zum Anthraknosebefall gewonnen werden. Die Daten sind Herrn Geißendörfer übergeben worden, werden in diesem Bericht allerdings nicht aufgeführt. Es ist eine weitere Zusammenarbeit geplant.

Die Versuchsstandorte waren wie im Jahr 2004 wieder Groß Lüsewitz und Gülzow in Mecklenburg Vorpommern sowie Bogen in Niederbayern. Gleich blieb auch, dass in Gülzow nur die Blauen Lupinen (PG 1-19) ausgesät, an den anderen beiden Standorten dagegen das gesamte Sortiment berücksichtigt wurde. Im Vergleich zu 2004 wurde in Groß Lüsewitz eine Woche früher, in Bogen 10 Tage früher, in Gülzow dagegen 4 Tage später gedrillt (Tab. 2).

Tab. 2: Aussaattermine im Vergleich und Parzellengröße

Aussaat			
	Groß Lüsewitz	Gülzow	Bogen
2004	1.4	31.3	16.4
2005	25.3	4.4	6.4
PA- Größe in m²	9,6	10,35	7,8

Aus der Erfahrung des vergangenen Jahres wurde die Versuchsanlage so geplant, dass die endständigen Sorten (PG 1-3) sowie der mild verzeigte Stamm (PG 4) wegen ihrer früheren Abreife für sich randomisiert wurden. In Gülzow und Bogen wurden die ersten beiden Wiederholungen dieses Blockes an den Anfang und die 3. und 4. Wiederholung ans Ende des Versuches gesetzt. In Groß Lüsewitz wurden die für sich randomisierten PG 1-4 in einem separaten Block gedrillt. Die Gelben und die Weiße Lupine wurden ans Blockende in gleichbleibender Reihenfolge in der ersten bis vierten Wiederholung angehängt.

3. Boniturauswertung

3.1 Mängel nach Aufgang und Bestandesdichte

Die Bonitur **Mängel nach Aufgang** wurde an allen drei Standorten etwa vier Wochen nach Aufgang durchgeführt. In **Bogen** wurden die durchschnittlichen Boniturnoten 1-2,3 vergeben (Tab. 3), d.h. ein sehr guter bis guter Bestand konnte sich entwickeln.

In **Groß Lüsewitz** und **Gülzow** vermittelte der Bestand mit den durchschnittlichen Boniturnoten 1,5 bis 3,8 einen guten bis mittleren Eindruck.

Tab. 3: durchschnittliche Boniturnoten „Mängel nach Aufgang“ (1= keine Mängel)

PG	Sorte	Groß Lüsewitz	max. Differenz	Gülzow	max. Differenz	Bogen	max. Differenz
1	Borweta	2,3	1	2,0	2	1,0	0
2	Boruta	1,5	1	2,0	2	1,0	0
3	Sonet	2,3	1	2,8	1	1,3	1
4	Bo 21751	2,0	0	2,3	1	1,0	0
5	Bordako	2,8	1	3,8	3	1,0	0
6	Borlana	3,3	1	3,8	2	1,8	1
7	Bora	2,8	1	2,8	1	1,0	0
8	Borlu	2,8	2	3,5	1	1,3	1
9	Bolivio	2,5	1	2,8	2	1,3	1
10	Boltensia	3,0	0	3,3	2	1,3	1
11	Boregine	2,3	1	3,0	2	1,0	0
12	Vitabor	3,3	1	3,0	2	2,3	2
13	Bo 22136	2,5	1	2,3	3	1,0	0
14	Bo 32579	2,0	3	3,0	2	1,0	0
15	Bo 32684	2,5	1	3,0	2	1,8	2
16	Bo 32606	3,3	1	3,0	2	2,0	2
17	Bo 3573	2,3	1	3,0	0	1,0	0
18	Bo 3436	3,0	2	3,3	1	1,0	0
19	Azuro	2,8	1	3,0	2	1,3	1
20	Bornal	2,5	1			1,0	0
21	Borsaja	3,0	2			1,5	1
22	Amiga	3,3	1			1,3	1
GD (5%)		0,43		1,16		0,67	

Viel wichtiger für die folgende Entwicklung war der um den 21.04.05 herum auftretende Spätfrost in Mecklenburg Vorpommern . Dies führte in fast allen Kulturen zu starken sichtbaren Schäden in den Beständen. In den folgenden Diagrammen ist dargestellt, welche Wirkung dieser besonders an den Standorten Gülzow und Groß Lüsewitz für die Entwicklung der **Bestandesdichte** hatte.

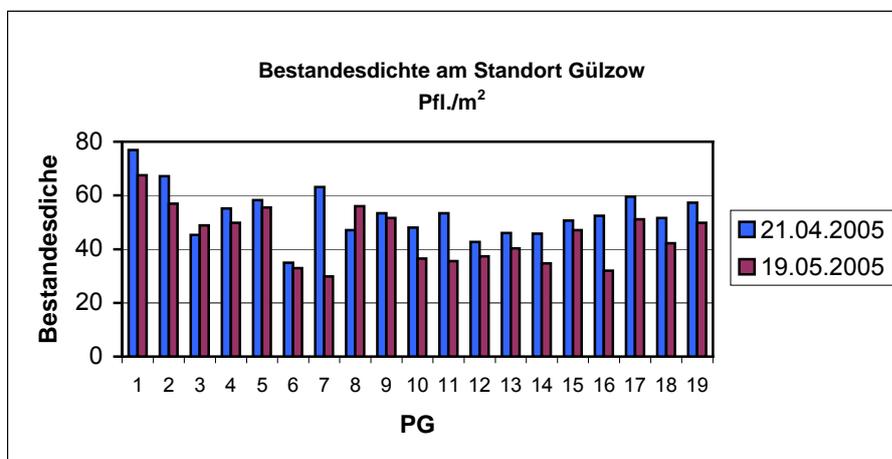


Abb. 1: Entwicklung der Bestandesdichte in Gülzow 2005

Als am 21.04.05 in **Gülzow** die erste Zählung vorgenommen wurde, waren bereits Frostschäden zu erkennen, zum großen Teil abgestorbene Pflanzen. Zu diesem Zeitpunkt waren die Pflanzen noch sehr klein, ein Großteil war noch gar nicht aufgelaufen. Eine zweite Zählung, etwa 4 Wochen später, machte deutlich, wie nahezu frostempfindlich das gesamte Sortiment reagierte, ausgenommen die Sorten 'Sonet' (PG 3) und 'Borlu' (PG 8) (Abb. 1). Am stärksten vom Frost geschädigt wurde die Sorte 'Bora' (PG 7). Dies wurde zum einen durch die Abnahme der Bestandesdichte und zum anderen durch Stauchungen der Pflanzen sichtbar. Die geringste Bestandesdichte der Blauen Lupinen zeigte die Sorte 'Borlana' (PG 6), sowohl in Gülzow (Abb. 1) als auch in Groß Lüsewitz (Abb. 2).

Eine Frostschädigung des Bestandes konnte in **Groß Lüsewitz** nicht beobachtet werden. An diesem Standort wurde der Versuch 10 Tage früher als in Gülzow gedrillt. Aus diesem Grunde war hier bereits bei der ersten Zählung eine wesentlich höhere Bestandesdichte zu verzeichnen (Abb. 2). Durch die fortgeschrittene Entwicklung der Pflanzen waren diese robust genug, um dem Frost stand zu halten.

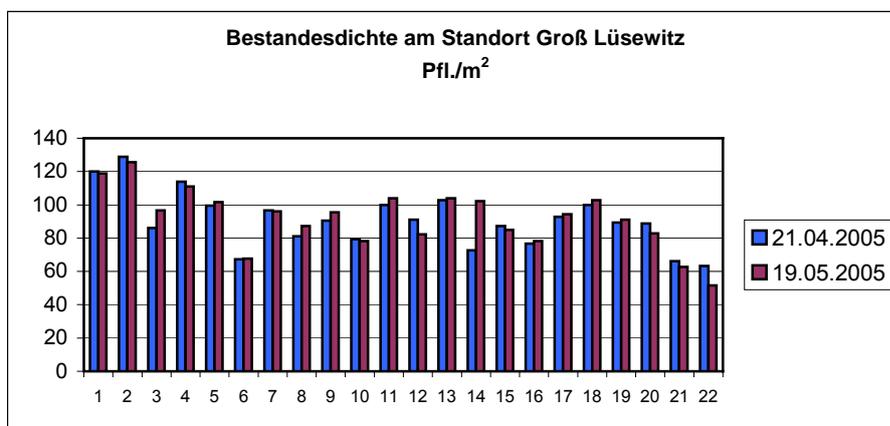


Abb. 2: Darstellung der Bestandesdichte in Groß Lüsewitz

Am Standort **Bogen** war eine 30 bis 40%-ige Reduzierung der Bestandesdichte innerhalb von 5 Wochen zu verzeichnen (Abb. 3). Da an diesem Standort der Boden-pH-Wert nicht optimal ist, verkümmert ein Teil der Jungpflanzen, bedingt durch Eisenmangel.

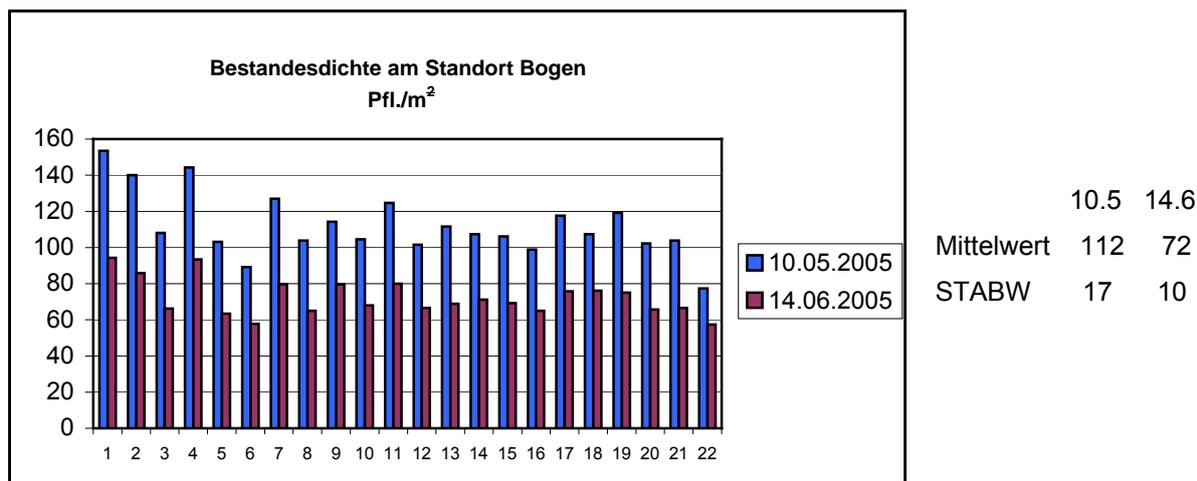


Abb. 3: Entwicklung der Bestandesdichte in Bogen

3.2 Bonituren zur Blüte

Die **Blüte** in **Groß Lüsewitz** begann um den 03.06.05 mit der endständigen Sorte 'Sonet'. Die verzweigten Sorten der Blauen und die Weiße Lupine blühten etwa 3-5 Tage später, d.h. ca. 11 Wochen nach der Aussaat, die Gelben Lupine dagegen erst um den 17.06.05.

In **Gülzow** zeigte der Bestand etwa 2 Tage später die Blüte als in Groß Lüsewitz. Auf beiden Standorten waren die Blauen Lupinen Ende Juni verblüht.

In **Bogen** blühten die Blauen Lupinen bereits 10 Wochen nach der Aussaat, die Gelben und Weiße Lupine 2-4 Tage später.

Mängel zur Blüte konnten in **Groß Lüsewitz** keine festgestellt werden. Am Standort **Bogen** zeigten vor allem die Sorte 'Vitabor' und die Gelben Lupinen zur Blüte Mängel im Bestand auf (Tab. 4).

Bei Betrachtung der Boniturnoten des Standortes **Gülzow** ist festzuhalten, dass im gesamten Bestand mittlere bis stärker ausgeprägte Mängel beobachtet werden konnten (Tab. 4). Unter Mängel sind in diesem Falle Verzweigungen durch die Frosteinwirkung, Stauchungen und Ungleichmäßigkeiten zu verstehen.

Tab. 4: Mittlere Boniturnoten „Mängel zur Blüte“ in Bogen und Gülzow (1= keine Mängel)

PG	Sorte	Bogen	max. Differenz	Gülzow	max. Differenz
1	Borweta	1,3	1	3,0	0
2	Boruta	2,0	2	4,5	1
3	Sonet	2,3	4	3,3	1
4	Bo 21751	3,3	2	4,0	0
5	Bordako	1,5	1	3,0	0
6	Borlana	2,3	1	6,8	2
7	Bora	1,8	1	6,8	2
8	Borlu	1,5	1	4,3	2
9	Bolivio	1,3	1	3,0	0
10	Boltensia	1,5	1	4,5	1
11	Boregine	1,0	0	4,5	1
12	Vitabor	4,8	3	4,0	0
13	Bo 22136	1,3	1	4,8	3
14	Bo 32579	1,5	1	6,0	3
15	Bo 32684	2,0	0	3,0	0
16	Bo 32606	2,0	2	6,3	4
17	Bo 3573	1,3	1	5,0	4
18	Bo 3436	1,5	1	4,0	2
19	Azuro	2,3	1	4,3	3
20	Bornal	4,5	3		
21	Borsaja	4,8	2		
22	Amiga	1,0	0		
GD (5%)		1,14		2,02	

3.3 Weitere Entwicklung der Bestände

Am Standort **Gülzow** musste über die gesamte Vegetationszeit ein sehr hoher Unkrautdruck hingenommen werden, es breitete sich vor allem Ackerkrummhals aus. Im Versuchsjahr 2004 hatte dieser Standort ebenfalls mit dem Problem zu kämpfen. Das in diesem Jahr witterungsbedingt nicht durchgeführte mechanische Striegeln hätte den Druck auf jeden Fall verringern können. Fördernd jedoch für das Unkrautwachstum war wohl auch der zum großen Teil lückige Bestand. Um der Verunkrautung entgegenzuwirken, hat man sich Anfang Juli entschieden, das Unkraut in den ersten beiden Wiederholungen per Hand zu ziehen, um später wenigstens für die Untersuchungen genügend, einigermaßen sauberes Saatgut, zu ernten. Um den 23.07.05 wurden dann die 3. und 4. Wiederholung umgebrochen, so dass für die Auswertung der darauffolgenden Bonituren mit Durchschnittswerten in diesen Wiederholungen gerechnet wurde.

Der Versuch in **Groß Lüsewitz** hinterließ die gesamte Vegetationszeit über einen sehr guten Gesamteindruck. Am 21. 06.05 wurden Teile von Mecklenburg-Vorpommern von einem Unwetter mit starken Regenfällen und Sturm heimgesucht. Besonders die Sorte 'Boruta' zeigte danach mit der durchschnittlichen Boniturnote 6 deutliches Lager im Bestand (Abb. 5).

Im Laufe der Bestandesentwicklung in **Bogen** zeigte die Prüfung eine sehr gute bis gute, bei den Gelben Lupinen eine mittlere Ausgeglichenheit (Tab. 5)

Einige Parzellen waren mit Senf verunreinigt und dem hohen pH-Wert von 7 zufolge, zeigte sich eine relativ starke Vergilbung des Bestandes der Blauen Süßlupine (Tab. 5). Bei der Sorte 'Vitabor' und der Bitterlupine 'Azuro' allerdings machen die durchschnittlichen Boniturnoten 3,3 bzw. 4 deutlich, dass der hohe pH-Wert des Bodens besser toleriert wurde, zumindest bis zu einer bestimmten Entwicklungsstufe.

Tab. 5: Mittlere Ausgeglichenheit (1= ausgeglichen) und Vergilbung am Standort Bogen (9= gelb)

PG	Sorte	mittl. Ausgeglichenheit		Vergilbung	
		Boniturnote	max. Differenz	Boniturnote	max. Differenz
1	Borweta	1,3	1	6,0	0
2	Boruta	1,5	1	6,5	1
3	Sonet	1,3	1	6,8	2
4	Bo 21751	2,8	2	4,5	1
5	Bordako	1,3	1	6,5	1
6	Borlana	2,0	0	6,0	0
7	Bora	1,3	1	8,0	0
8	Borlu	1,3	1	6,0	2
9	Bolivio	1,0	0	7,0	0
10	Boltensia	1,5	1	6,3	1
11	Boregine	1,0	0	6,3	1
12	Vitabor	2,5	1	3,3	1
13	Bo 22136	1,3	1	5,5	3
14	Bo 32579	2,5	1	6,5	2
15	Bo 32684	2,3	1	5,8	1
16	Bo 32606	2,3	1	5,8	1
17	Bo 3573	1,0	0	5,5	2
18	Bo 3436	1,3	1	6,5	2
19	Azuro	2,3	1	4,0	2
20	Bornal	3,8	3	3,3	8
21	Borsaja	3,8	1	4,3	7
22	Amiga	1,0	0	3,3	1
GD (5%)		0,80		1,73	

3.4 Wuchshöhe

Vergleicht man die **Wuchshöhen** der Versuchsjahre 2004 und 2005 miteinander, so bleibt festzuhalten, dass die Lupinen, so wohl die Blauen als auch die Gelben, am Standort **Groß Lüsewitz** in beiden Jahren die größte Höhe erzielten (Abb. 4). Auffallend an diesem Standort war aber, dass die 3. und 4. Wiederholung im Ganzen einen etwas niedrigeren Eindruck hinterließ. Für die Norddeutschen Standorte gilt generell, dass die durchschnittlichen Wuchshöhe im Jahre 2005 um ca. 26% geringer waren, bedingt durch den höheren Niederschlag 2004. Die Messung der Wuchshöhe erfolgte hier ca. 16 Wochen nach der Aussaat. Betrachtet man den Zeitpunkt der Höhenmessung in **Bogen**, 10 Wochen nach der Aussaat, so könnte man vermuten, dass die Differenz zwischen den Höhen bei der Jahre, dargestellt im folgenden Diagramm, etwas geringer werden würde (Abb. 4).

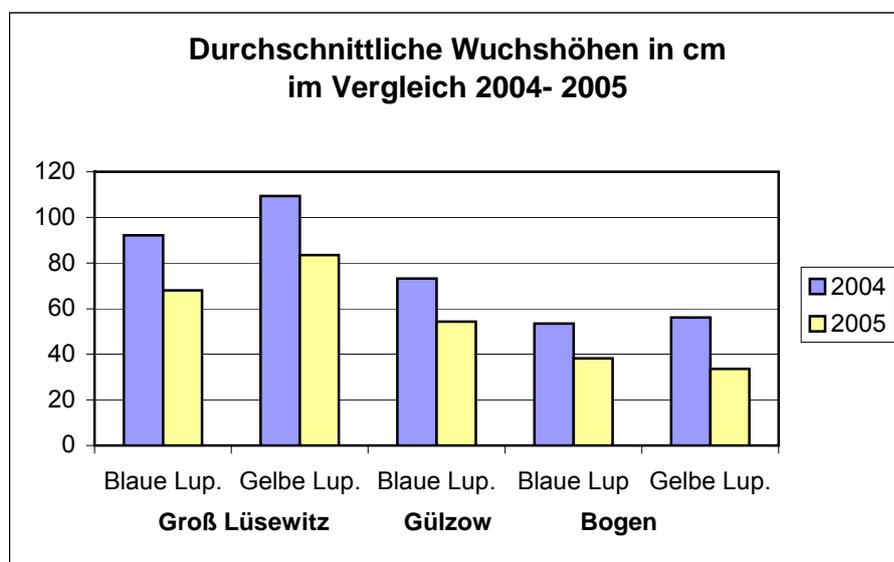


Abb. 4: Darstellung der Wuchshöhen im Vergleich beider Versuchsjahre

STABW: 2004: Lup. ang.: GL- 6,7;Gülzow- 6,6; Bogen- 6,5; Lup. lut.: GL- 1,6; Bogen- 1,7
 2005: Lup. ang.: GL- 4,2;Gülzow- 5,5; Bogen- 2,3; Lup. lut.: GL- 0,3; Bogen- 0,9

3.5 Lager

Am Standort **Gülzow** konnte zu keinem Zeitpunkt Lager bonitiert werden, auch im Versuchsjahr 2004 zeigte sich dort kaum Lager. Wie schon im vorangegangenen Text erwähnt, wurde in **Groß Lüsewitz** eine Lagerbonitur nach starken Regenfällen vorgenommen, eine weitere erfolgte hier etwa 4 Wochen später. Betrachtet man nur das Versuchsjahr 2005, so zeigte sich, dass die Sorte 'Boruta' (PG 2) eine sehr hohe

Lagerneigung aufwies, gefolgt von der Sorte 'Bordako' (PG 5) und dem Stamm 'Bo 21579' (PG 4). Das stärkste Lager z.B. 2004 trat bei dem Stamm 'Bo 32684' auf. Für den Großteil des Sortiments kann her ausgestellt werden, dass in beiden Versuchsjahren mehr oder weniger Lager auftrat (Abb. 5). Es gibt dabei nicht in jedem Falle eine Übereinstimmung der hohen oder weniger hohen Neigung zu Lager der einzelnen Sorten bzw. Stämme.

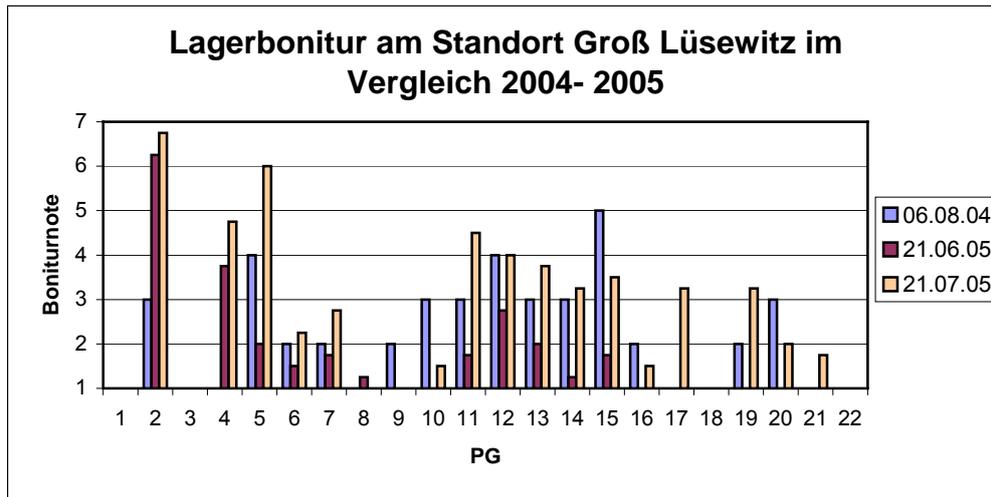


Abb. 5: Vergleich der Lagerneigung des Sortiments am Standort Groß Lüsewitz

Am Standort **Bogen** wurde zu zwei Zeitpunkten Lager bonitiert. Stellt man die Ergebnisse ebenfalls in einem Diagramm zusammen, so lässt sich erkennen, dass zum einen die Sorte 'Bordako' (PG 5) sowie der Stamm 'Bo 32684' (PG 15) am stärksten zu Lager neigten (Abb. 6). Zum anderen scheint sich der gesamte Bestand nach der ersten Lagerbonitur erholt zu haben. Das starke Auftreten von Lager bei der Sorte 'Boruta' kann auf diesen Standort nicht übertragen werden.

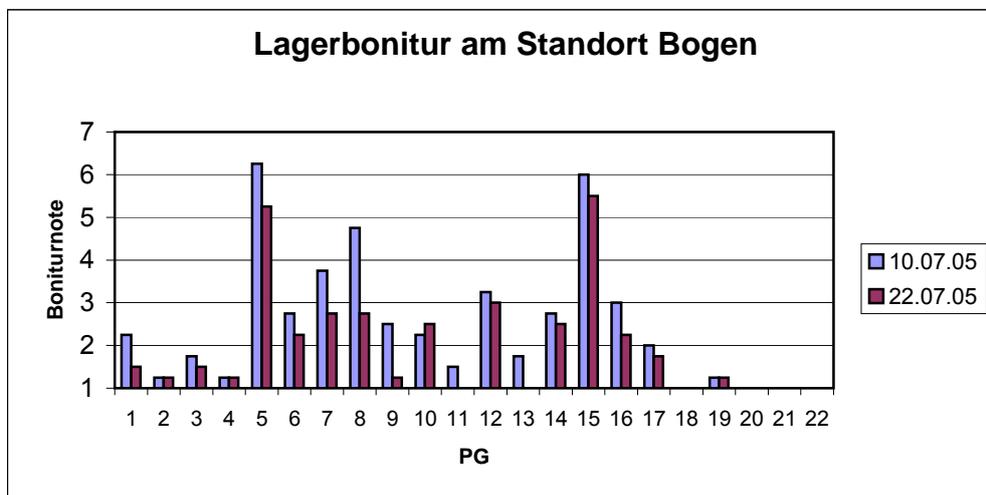


Abb. 6: Darstellung der Lagerneigung am Standort Bogen 2005

3.6 Bonituren zur Reife

Zum Zeitpunkt des Reifeprozesses konnte an den Standorten **Groß Lüsewitz** und **Bogen** bei den Gelben Lupinen ein Anthraknosespätbefall beobachtet werden, in Groß Lüsewitz wurden dabei in allen Wiederholungen vor allem befallene Hülsen gefunden. Die durchschnittliche Boniturnote für **Mängel zur Reife** der Gelben Lupinen am Standort Bogen betrug 7 (Tab. 6). In Groß Lüsewitz zeigte ein Großteil des Bestandes der Blauen Lupinen Mängel zur Reife auf.

Tab. 6: Durchschnittliche Boniturnoten für Mängel zur Reife (1= keine Mängel)

PG	Sorte	Groß Lüsewitz	max. Differenz	Bogen	max. Differenz
1	Borweta	1,0	0	1,3	1
2	Boruta	6,0	7	1,0	0
3	Sonet	1,0	0	1,3	1
4	Bo 21751	3,8	7	1,0	0
5	Bordako	5,8	6	1,3	1
6	Borlana	1,8	1	1,5	1
7	Bora	2,0	2	1,0	0
8	Borlu	1,0	0	1,0	0
9	Bolivio	1,0	0	1,0	0
10	Boltensia	1,8	3	1,0	0
11	Boregine	3,5	8	1,0	0
12	Vitabor	5,0	8	2,5	5
13	Bo 22136	3,3	7	1,0	0
14	Bo 32579	3,8	5	1,3	1
15	Bo 32684	5,0	8	1,5	1
16	Bo 32606	2,0	4	1,3	1
17	Bo 3573	4,3	8	1,3	1
18	Bo 3436	1,0	0	2,5	3
19	Azuro	2,3	4	1,0	0
20	Bornal	4,0	5	7,0	0
21	Borsaja	5,0	6	7,0	0
22	Amiga	1,0	0	4,0	0
GD (5%)		3,16		0,92	

Der Gesamteindruck des Bestandes in Gülzow war auch zur Reife unbefriedigend, das Unkraut in den ersten beiden Wiederholungen war nachgewachsen, die Parzellen wirkten zum großen Teil sehr lückig.

Des Weiteren wurde die **Reifeverzögerung Stroh** dokumentiert. Es zeigte sich bei den endständigen Sorten (PG 1- 4) deutlich eine gleichmäßige und frühere Reife. Die Gelben und die Weiße Lupine hingegen wiesen eine erhebliche Verzögerung der Strohrefe auf. Die geringsten Verzögerungen lassen sich am Standort Gülzow erkennen (Abb. 7).

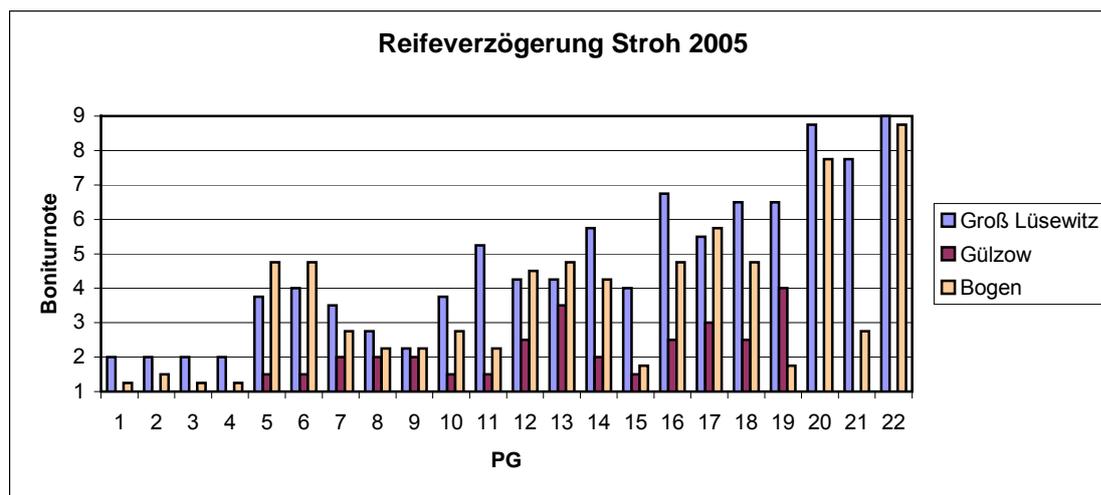


Abb. 7: Vergleich der Reifeverzögerung Stroh 2005

3.7 Ernte

Die folgende Tabelle zeigt, dass die Ernte in **Gülzow** etwa eine Woche früher als im Vorjahr erfolgte und zudem die gesamte Prüfung an einem Tag geerntet wurde (Tab. 6).

Tab. 6: Erntetermine beider Versuchsjahre im Vergleich

	Ernte		
	Groß Lüsewitz	Gülzow	Bogen
2004	30.8/ 3.9/ 13.9	26.8	29.7/ 5.8/ 10.8/ 20.8
2005	17.8/ 23.8/ 1.9/ 7.9	17.8	29.7/ 22.8

Die früher abreifenden PG 1-4 mussten dem Anschein nach nicht unbedingt frühzeitig gedroschen werden. Die an diesem Standort nicht angebaute Gelbe und die Weiße Lupine führte an den anderen beiden Orten zur Staffelung der Ernte und somit zu einem erhöhten Arbeitsaufwand. Der Bestand der Blauen Lupinen in **Bogen** wurde am 29.07.05, durch einen hohen pH-Wert bedingten Frühreife, gedroschen. Bei allen Prüfgliedern war dort kein Hülsenplatzen zu beobachten, wie es im vorangegangenen Versuchsjahr der Fall war.

Fast zwei Wochen früher als im Jahr 2004 wurde in **Groß Lüsewitz** mit dem Dreschen begonnen. Die als separaten Block angelegten PG 1-4 wurden am 17.08.05 gedroschen, der Bestand der Blauen Lupinen ca. eine Woche später. Die Gelben und die Weiße Lupine mussten, wie auch im vergangenen Jahr, länger auf dem Feld verbleiben. Die Weiße Lupine wurde letztlich am 07.09.05 per Hand gezogen und zum Trocknen aufgehängt.

Vergleicht man das **Ertragsniveau** der Blauen Lupinen aller Standorte, so ist zu erkennen, dass 2004 in Gülzow ein um etwa 5 dt/ha höherer Durchschnittsertrag erzielt wurde als z.B. in Groß Lüsewitz (Abb. 8). Generell wurden auf allen drei Standorten 2005 im Durchschnitt weniger dt/ha geerntet. In Groß Lüsewitz betrug die Differenz zum Vorjahr nur 1dt/ha, auf dem Niederbayrischen Standort Bogen dagegen 11 dt/ha. Die Erträge von Gülzow sollten hier der Vollständigkeit halber aufgeführt werden, jedoch durch die Nutzung von Mittelwerten der 3. und 4. Wiederholung für die Berechnung nicht zu 100% aussagekräftig sind.

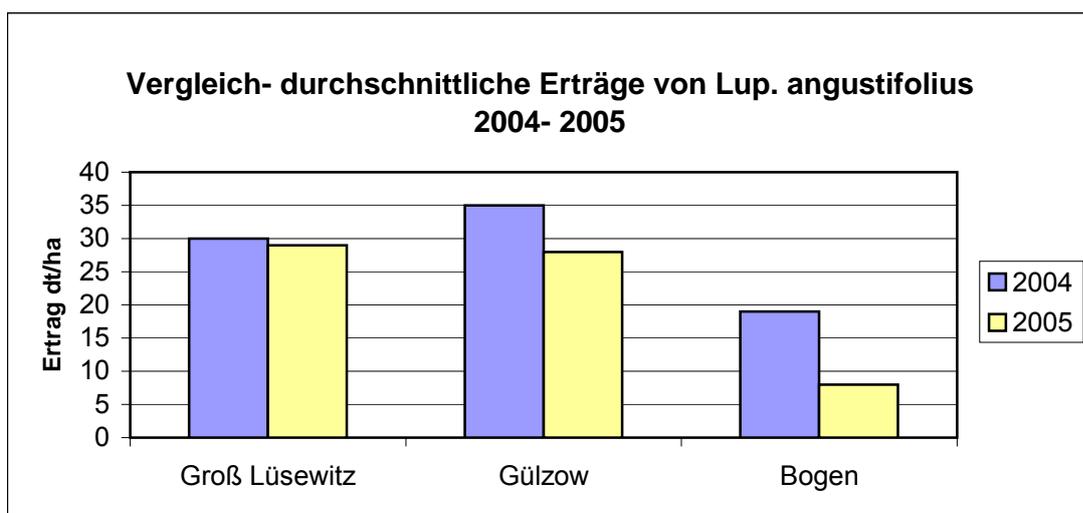


Abb. 8: Durchschnittliche Ernteerträge beider Versuchsjahre im Vergleich
STABW: 2004: GL- 1,8; Gülzow- 6,1; Bogen- 7,1; 2005: GL- 2,8; Gülzow- 7,4; Bogen- 1,1;

Betrachtet man die einzelnen Sorten, unter Berücksichtigung der oben erwähnten Problematik, lag das Ertragsniveau 2005 der Sorten 'Bordako' (PG 5), 'Bolivio' (PG 9) sowie des Stammes 'Bo 32684' (PG 15) am Standort Gülzow sehr dicht beieinander. Die endständigen sowie einige weitere Sorten konnten in Groß Lüsewitz ein höheres Ertragsniveau erreichen als in Gülzow (Abb. 9). Es konnte sich jedoch keine Sorte durch seinen Ertrag besonders hervorheben, wie z.B. die Sorte Boregine im Jahr 2004 mit einem Durchschnittsertrag von 51 dt/ha. Am Standort Bogen lagen die Erträge des gesamten Sortiments der Blauen und auch der Gelben Lupinen etwa auf einem Niveau.

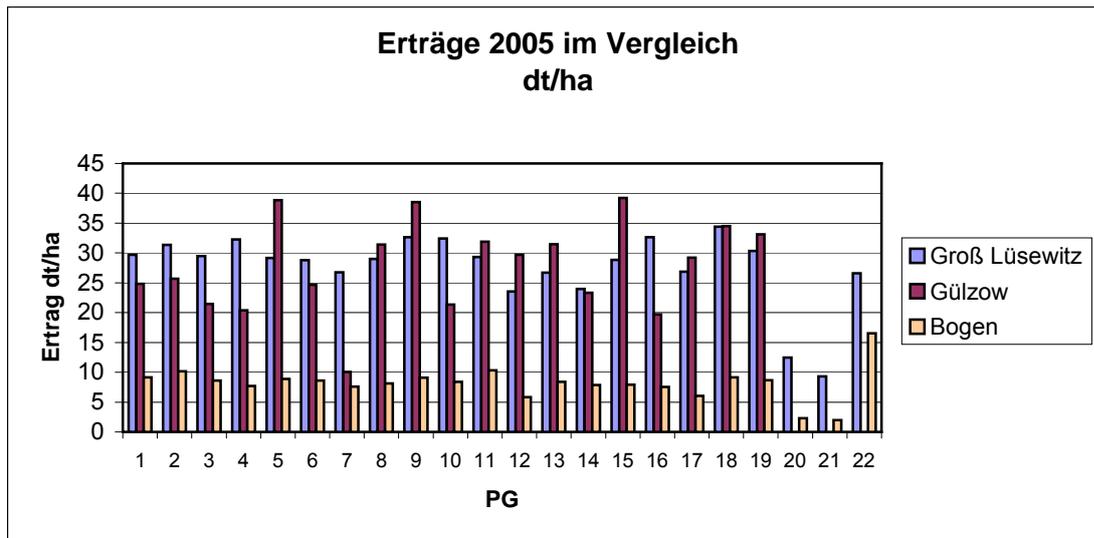


Abb. 9: Vergleich der durchschnittlichen Erträge aller Standorte 2005

Mittelwert: (Lup. ang.) GL- 29; Gülzow- 28; Bogen- 8;
 STABW: (Lup. ang.) GL- 2,8; Gülzow- 7,4; Bogen- 1,1;

4. Zusammenfassung

Anlehnend an die Auswertung des Versuchsjahres 2004 muss man für den Anbau von Lupinen auf den einzelnen ökologischen Standorten differenzieren. Tatsache ist, dass die Gelben und Weißen Lupinen durch ihre zum Teil sehr späte Reife für den ökologischen Anbau nicht geeignet sind, das Sortiment der Blauen Lupinen jedoch positiv zu bewerten ist.

Für genutzte Flächen mit einem sehr hohen Unkrautdruck (wie z.B. in Gülzow) ist es unverzichtbar, ein mechanisches Striegeln durchzuführen.

Des Weiteren sind Standorte mit hohen pH-Werten, insbesondere auf den Hinblick des Ertragsniveaus, für den Anbau nicht zu empfehlen.

Die Bonituren zeigten, dass in den Beständen keine Krankheiten, bis auf vereinzelt Anthraknose bei den Gelben Lupinen, zu finden waren. Lager, Mängel zur Blüte und Reife, Reifeverzögerung Stroh und Ausgeglichenheit waren an den einzelnen Standorten unterschiedlich stark ausgeprägt.

Das Ertragsniveau lag für das Versuchsjahr 2005 im Vergleich zu dem besonders guten Jahr 2004 generell niedriger.

5. Anhang

durchschnittliche Wuchshöhen in cm

PG	Sorte	Groß Lüsewitz	max. Differenz	Gülzow	max. Differenz	Bogen	max. Differenz
1	Borweta	64	3	56	1	35	1
2	Boruta	74	2	45	0	40	1
3	Sonet	67	3	50	0	35	1
4	Bo 21751	69	3	56	1	38	1
5	Bordako	59	4	56	1	38	1
6	Borlana	64	2	56	1	35	1
7	Bora	69	3	61	1	38	1
8	Borlu	74	3	65	0	40	1
9	Bolivio	69	3	65	0	45	1
10	Boltensia	69	3	60	0	40	1
11	Boregine	64	3	50	0	38	1
12	Vitabor	67	9	50	0	38	1
13	Bo 22136	68	4	51	0	38	1
14	Bo 32579	69	3	51	1	40	1
15	Bo 32684	74	3	55	0	38	1
16	Bo 32606	64	2	50	0	40	1
17	Bo 3573	63	3	50	0	38	0
18	Bo 3436	73	3	50	0	38	1
19	Azuro	74	2	50	0	40	1
20	Bornal	84	3			35	1
21	Borsaja	83	3			33	1
22	Amiga	88	4			53	1
GD (5%)		1,15		1,58		3,25	

Mittelwert

70

54

38

STABW

7,1

5,3

3,9

durchschnittliche Bestandesdichte in Pfl./m²

PG	Sorte	Groß Lüsewitz	max. Differenz	Gülzow	max. Differenz	Bogen	max. Differenz
1	Borweta	119,4	45,6	72	26	124	12
2	Boruta	127,2	20,0	62	25	113	32
3	Sonet	91,4	32,2	47	13	87	7
4	Bo 21751	112,5	12,2	52	23	119	38
5	Bordako	100,6	48,9	57	10	83	14
6	Borlana	67,5	11,1	32	13	73	16
7	Bora	96,4	16,7	46	12	103	33
8	Borlu	84,2	18,9	52	42	84	15
9	Bolivio	93,1	44,4	52	16	97	15
10	Boltensia	78,9	30,0	42	10	86	18
11	Boregine	101,9	32,2	44	12	102	42
12	Vitabor	86,7	12,2	40	6	84	15
13	Bo 22136	103,3	27,8	43	64	90	25
14	Bo 32579	87,5	47,8	40	19	89	22
15	Bo 32684	86,1	4,4	49	14	88	13
16	Bo 32606	77,5	27,8	42	21	82	30
17	Bo 3573	93,6	33,3	55	5	97	15
18	Bo 3436	101,4	25,6	47	21	92	34
19	Azuro	90,3	38,9	54	5	97	28
20	Bornal	85,8	25,6			84	15
21	Borsaja	64,4	20,0			85	47
22	Amiga	57,5	22,2			67	22
GD (5%)		19,4		14,47		16,7	

Mittelwert

91

49

92

STABW

16,4

8,7

13,3

Boniturnoten „Reifeverzögerung Stroh“ (1= keine Reifeverzögerung)

PG	Sorte	Groß Lüsewitz	max. Differenz	Gülzow	max. Differenz	Bogen	max. Differenz
1	Borweta	2,0	0	1,0	0	1,3	1
2	Boruta	2,0	0	1,0	0	1,5	1
3	Sonet	2,0	0	1,0	0	1,3	1
4	Bo 21751	2,0	0	1,0	0	1,3	1
5	Bordako	3,8	3	1,5	1	4,8	1
6	Borlana	4,0	2	1,5	1	4,8	1
7	Bora	3,5	3	2,0	0	2,8	1
8	Borlu	2,8	2	2,0	0	2,3	1
9	Bolivio	2,3	1	2,0	0	2,3	1
10	Boltensia	3,8	5	1,5	1	2,8	1
11	Boregine	5,3	5	1,5	1	2,3	1
12	Vitabor	4,3	1	2,5	1	4,5	1
13	Bo 22136	4,3	1	3,5	2	4,8	1
14	Bo 32579	5,8	5	2,0	0	4,3	1
15	Bo 32684	4,0	5	1,5	1	1,8	1
16	Bo 32606	6,8	2	2,5	1	4,8	1
17	Bo 3573	5,5	5	3,0	2	5,8	1
18	Bo 3436	6,5	5	2,5	1	4,8	1
19	Azuro	6,5	5	4,0	0	1,8	1
20	Bornal	8,8	1			7,8	1
21	Borsaja	7,8	1			2,8	1
22	Amiga	9,0	0			8,8	1
GD (5%)		1,9		1,07		0,7	

durchschnittliche Erträge in dt/ha

	Groß Lüsewitz		Gülzow		Bogen	
	Ertrag dt/ha	Platz	Ertrag dt/ha	Platz	Ertrag dt/ha	Platz
1 Borweta	29,71	8	24,82	12	9,13	5
2 Boruta	31,38	6	25,68	11	10,19	3
3 Sonet	29,48	9	21,44	15	8,59	10
4 Bo 21751	32,24	5	20,37	17	7,69	16
5 Bordako	29,14	11	38,86	3	8,88	7
6 Borlana	28,78	14	24,65	13	8,62	9
7 Bora	26,74	16	10,04	19	7,60	17
8 Borlu	28,98	12	31,40	8	8,11	13
9 Bolivio	32,66	2	38,54	4	9,10	6
10 Boltensia	32,45	4	21,34	16	8,40	11
11 Boregine	29,30	10	31,91	7	10,32	2
12 Vitabor	23,57	20	29,72	10	5,83	20
13 Bo 22136	26,69	17	31,46	1	8,40	12
14 Bo 32579	23,96	19	23,33	14	7,85	15
15 Bo 32684	28,83	13	39,21	2	7,92	14
16 Bo 32606	32,66	3	19,69	18	7,56	18
17 Bo 3573	26,85	15	29,19	9	6,03	19
18 Bo 3436	34,40	1	34,52	5	9,13	4
19 Azuro	30,34	7	33,13	6	8,69	8
20 LUG Bornal	12,47	21			2,31	21
21 LUG Borsaja	9,30	22			1,99	22
22 LUW Amiga	26,59	18			16,54	1