

BÖL

Bundesprogramm
Ökologischer
Landbau

Untersuchungen zum Einsatz von Blattdüngern im ökologischen Obstbau - Status Quo Analyse und Prüfung von Blattdüngern

Foliar fertilizers in organic fruit growing - analysis of status quo and testing of different products

FKZ: 02OE568

Projektnehmer:

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein und Obstbau
Referat Obstbau
Traubenplatz 5, 74189 Weinsberg
Tel.: +49 7134 504-0
Fax: +49 7134 504-133
E-Mail: poststelle@lvwo.bwl.de
Internet: <http://www.landwirtschaft-bw.info>

Autoren:

Belz, Jürgen; Rueß, Franz

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

Schlussbericht zum Forschungsprojekt Nr.: 02OE568

Laufzeit: 01.11.02 bis 31.12.03

Berichtszeitraum: 09.12.02 bis 31.12.03

**Untersuchungen zum Einsatz von
Blattdüngern im ökologischen Obstbau -
Status Quo Analyse und
Prüfung von Blattdüngern**

Zuwendungsempfänger:

Dr. F. Rueß (Projektleitung)
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein und Obstbau Weinsberg
Traubenplatz 5
74189 Weinsberg

Tel. +49 (0) 7134-504-150
Fax. +49 (0) 7134-504-154
E-mail: Franz.Ruess@lvwo.bwl.de

Dipl. Ing. (FH) Belz Jürgen
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau
Ökologischer Obstbau
Traubenplatz 5
74189 Weinsberg

Tel. +49 (0)7134 - 504-155 (Sekretariat - 0)
Fax. +49 (0)7134 - 504-133
e-mail: Juergen.Belz@lvwo.bwl.de

Inhaltsverzeichnis

1	Ziele und Aufgabenstellung des Projekts	6
1.1	Allgemeines zur Situation im ökologischen Obstbau.....	6
1.2	Planung und Ablauf des Projekts.....	7
1.3	Wissenschaftlicher und technischer Stand vor Projektbeginn.....	8
2	Material und Methoden	9
2.1	Versuchsaufbau	9
2.1.1	Status Quo Analyse.....	9
2.1.2	Exaktversuch 1 (Betrieb 1).....	9
2.1.3	Exaktversuch 2 (Betrieb 2).....	10
2.1.4	Exaktversuch 3 (Betrieb 6).....	10
2.2	Bonituren	10
2.2.1	Bonituren zur Nährstoffversorgung von Boden und Blättern.....	11
2.2.2	Bonituren zum Blüh- und Ertragsverhalten.....	12
2.2.3	Bonituren zur äußeren Qualität.....	14
2.2.4	Bonituren zur inneren Qualität.....	15
2.2.5	Bonituren zum Lagerverhalten der Früchte.....	15
2.3	Fragebogen zu Kulturmaßnahmen der Betriebe	16
2.4	Witterungsverlauf 2003 in Weinsberg	16
3	Ergebnisse	18
3.1	Status Quo Analyse	18
3.1.1	Nährstoffsituation.....	18
3.1.1.1	Bodenanalysen Dezember 2002.....	18
3.1.1.2	Blattanalysen April 2003.....	21
3.1.1.3	Blattanalysen Juni 2003.....	23
3.1.1.4	Blattanalysen August 2003.....	25
3.1.2	Blüh- und Ertragsverhalten.....	27
3.1.2.1	Knospenanalyse Januar 2003.....	27
3.1.2.2	Blütenbesatz im Frühjahr 2003.....	29
3.1.2.3	Fruchtansatz.....	29
3.1.2.4	Ertragsdaten Ernte 2003.....	30
3.1.2.5	Reife- und Festigkeitsmessungen.....	31
3.1.3	Äußere Qualität.....	33
3.1.3.1	Fruchtgröße und Ausfärbung.....	33
3.1.3.2	Berostung.....	37
3.1.4	Innere Qualität.....	38
3.1.4.1	Messung von Zucker, Säure und Vitamin C.....	38
3.1.4.2	Analyse von Kalium, Calcium und Magnesium.....	40
3.1.5	Lagerverhalten der Früchte.....	40
3.1.6	Knospenanalyse Dezember 2003.....	41
3.1.7	Auswertung der Fragebögen.....	42

3.2	Exaktversuch 1 (Betrieb 1)	47
3.2.1	Nährstoffsituation.....	47
3.2.1.1	Bodenanalysen Dezember 2002.....	47
3.2.1.2	Blattanalysen April 2003.....	47
3.2.1.3	Blattanalysen Juni 2003.....	49
3.2.1.4	Blattanalysen August 2003.....	50
3.2.2	Blüh- und Ertragsverhalten.....	51
3.2.2.1	Knospenanalyse Januar 2003.....	51
3.2.2.2	Blütenbesatz im Frühjahr 2003.....	51
3.2.2.3	Fruchtansatz.....	51
3.2.2.4	Ertragsdaten Ernte 2003.....	52
3.2.2.5	Reife- und Festigkeitsmessungen.....	53
3.2.3	Äußere Qualität.....	54
3.2.3.1	Fruchtgröße und Ausfärbung.....	54
3.2.3.2	Berostung.....	55
3.2.4	Innere Qualität.....	56
3.2.4.1	Messung von Zucker, Säure und Vitamin C.....	56
3.2.4.2	Analyse von Kalium, Calcium und Magnesium.....	57
3.2.5	Lagerverhalten der Früchte.....	57
3.2.6	Knospenanalyse Dezember 2003.....	58
3.2.7	Auswertung der Fragebögen.....	59
3.3	Exaktversuch 2 (Betrieb 2)	60
3.3.1	Nährstoffsituation.....	60
3.3.1.1	Bodenanalysen Dezember 2002.....	60
3.3.1.2	Blattanalysen April 2003.....	60
3.3.1.3	Blattanalysen Juni 2003.....	61
3.3.1.4	Blattanalysen August 2003.....	62
3.3.2	Blüh- und Ertragsverhalten.....	63
3.3.2.1	Knospenanalyse Januar 2003.....	63
3.3.2.2	Blütenbesatz im Frühjahr 2003.....	63
3.3.2.3	Fruchtansatz.....	63
3.3.2.4	Ertragsdaten Ernte 2003.....	64
3.3.2.5	Reife- und Festigkeitsmessungen.....	65
3.3.3	Äußere Qualität.....	66
3.3.3.1	Fruchtgröße und Ausfärbung.....	66
3.3.3.2	Berostung.....	68
3.3.4	Innere Qualität.....	68
3.3.4.1	Messung von Zucker, Säure und Vitamin C.....	68
3.3.4.2	Analyse von Kalium, Calcium und Magnesium.....	69
3.3.5	Lagerverhalten der Früchte.....	70
3.3.6	Knospenanalyse Dezember 2003.....	70
3.3.7	Auswertung der Fragebögen.....	71

3.4	Exaktversuch 3 (Betrieb 6)	73
3.4.1	Nährstoffsituation.....	73
3.4.1.1	Bodenanalysen Dezember 2002.....	73
3.4.1.2	Blattanalysen April 2003.....	73
3.4.1.3	Blattanalysen Juni 2003.....	74
3.4.1.4	Blattanalysen August 2003.....	75
3.4.2	Blüh- und Ertragsverhalten.....	76
3.4.2.1	Knospenanalyse Januar 2003.....	76
3.4.2.2	Blütenbesatz im Frühjahr 2003.....	76
3.4.2.3	Fruchtansatz.....	76
3.4.2.4	Ertragsdaten Ernte 2003.....	77
3.4.2.5	Reife- und Festigkeitsmessungen.....	78
3.4.3	Äußere Qualität.....	78
3.4.3.1	Fruchtgröße und Ausfärbung.....	78
3.4.3.2	Berostung.....	80
3.4.4	Innere Qualität.....	80
3.4.4.1	Messung von Zucker, Säure und Vitamin C.....	80
3.4.4.2	Analyse von Kalium, Calcium und Magnesium.....	81
3.4.5	Lagerverhalten der Früchte.....	81
3.4.6	Knospenanalyse Dezember 2003.....	82
3.4.7	Auswertung der Fragebögen.....	83
3.5	Vergleich der Ergebnisse aus den drei Exaktversuchen	85
3.5.1	Nährstoffsituation.....	85
3.5.1.1	Bodenanalysen Dezember 2002.....	85
3.5.1.2	Blattanalysen April 2003.....	85
3.5.1.3	Blattanalysen Juni und August 2003.....	85
3.5.2	Blüh- und Ertragsverhalten.....	87
3.5.2.1	Fruchtansatz und Ertragsmerkmale	87
3.5.2.2	Reife- und Festigkeitsmessungen.....	88
3.5.3	Äußere Qualität.....	89
3.5.3.1	Qualitätsanteile.....	89
3.5.3.2	Berostung.....	90
3.5.4	Innere Qualität.....	90
3.5.4.1	Messung von Zucker, Säure und Vitamin C.....	90
3.5.4.2	Analyse von Kalium, Calcium und Magnesium.....	91
3.5.5	Lagerverhalten der Früchte.....	91
3.5.6	Knospenanalyse Dezember 2003.....	92
3.6	Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	93
3.6.1	Abschließende Bewertung der getesteten Blattdünger.....	93
3.6.1.1	Vinasse.....	93
3.6.1.2	Biokal.....	94
3.6.1.3	Phytoamin.....	94
3.6.1.4	Wuxal Ascofol.....	95
3.6.1.5	Humulus.....	96
3.6.2	Aufbereitung und Darstellung der Ergebnisse für die Praxis.....	97

4	Zusammenfassung	98
5	Geplante Ziele - Erreichte Ziele: Eine Gegenüberstellung	103
5.1	Status Quo Analyse	103
5.2	Exaktversuche	103
6	Literaturverzeichnis	104
7	Anhang	106
7.1	Weitere Ergebnisse der Status Quo Analyse	106
7.1.1	Spurennährstoffe Boden	106
7.1.2	Hauptnährstoffe der Früchte	107
7.1.3	Stammdurchmesser	107
7.2	Weitere Ergebnisse aus den Exaktversuchen	108
7.2.1	Spurennährstoffe Boden	108
7.2.2	Hauptnährstoffe der Früchte	109
7.2.3	Stammdurchmesser	109
7.3	Vergleich der Ergebnisse aus den drei Exaktversuchen	110
7.4	Fragebogen	112

1 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

1.1 Allgemeines zur Situation im ökologischen Obstbau

Der Ertrag im ökologischen Obstbau ist meist um 30% geringer als im konventionellen Anbau. Ebenso ist das Ertragsrisiko deutlich höher als im konventionellen Anbau, da verschiedene Einflussfaktoren eine Rolle spielen. Beispielsweise haben die regelmäßigen Behandlungen mit Schwefelpräparaten eine gewisse Stresswirkung für die Bäume zur Folge. Der relative Fruchtansatz ist in der Regel geringer als im konventionellen Anbau. Als Ursachen dafür werden diskutiert: schlechterer Laubzustand wegen stärkerem Befall mit Pilzkrankheiten, ungleichmäßige Nährstoffversorgung vom Boden aus, da die Stickstofffreisetzung des Bodens stark von der mechanischen Bodenbearbeitung und den Bodentemperaturen und Bodenfeuchteverhältnissen beeinflusst wird. Zudem lässt es sich nicht vermeiden, dass bei jeder mechanischen Bodenbearbeitung ein Teil der Feinwurzeln zerstört wird.

Im Frühjahr kann es außerdem zur Blütezeit passieren, dass die Bodentemperaturen für eine rechtzeitige Stickstoffmobilisierung zu niedrig sind. Hohe Stickstofffreisetzung zu einem ungünstigen Zeitpunkt für das System Apfelbaum führt zu einem triebigen Wachstum, häufig zu stärkerem Auftreten von Blattläusen, einem geringeren Ansatz von Blütenknospen für das Folgejahr und zu einem späteren Triebabschluss, der auch aus phytopathologischer Sicht ungünstig ist. Bei Untersuchungen zur Qualität der Blütenknospen in der Winterruhe fällt auf, dass auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben oft die Zahl der Knospen gleich ist, aber deren Qualität deutlich schlechter ist. Auch der Junifruchtfall ist stärker, wenn der Stress für die Pflanzen größer ist und die Nährstoffversorgung suboptimal ist.

Untersuchungen auf einem Öko-Betrieb ergaben, dass die Nährstoffversorgung in der Regel für die laufende Ernte ausreichend war. Die Nährstoffversorgung war aber nicht hoch genug, um eine genügend hohe Reservestoffbildung zu gewährleisten. Eine gute Reservestoffbildung ist aber Voraussetzung für einen guten Blütenknospenbesatz im Folgejahr. In der Praxis des Ökologischen Obstbaus haben sich daher regelmäßige Gaben von Blattdüngern durchgesetzt, um Mangelsituationen oder eine suboptimale Nährstoffversorgung auszugleichen. Bei dem großen Umfang des Angebotes an Blattdüngern ist es dringend notwendig, durch Feldversuche eine Datenbasis für die Bewertung der verschiedenen Präparate zu schaffen.

Zielsetzung dieses Projektes soll daher zum einen sein, die auf Betrieben derzeit übliche Blattdüngungsstrategie anhand von Blattanalysen zu überprüfen, wobei die betriebsüblichen Düngemaßnahmen über den Boden und über das Blatt sowie die Termine der mechanischen Bodenbearbeitung erfasst werden sollen. Sollwerte aus dem konventionellen Anbau dienen als Vergleich für die Gehalte an Nährstoffen in den Blättern. Zum anderen soll in Exaktversuchen die Leistungsfähigkeit neuerer Blattdünger überprüft werden, so dass sie in eine Beratungsempfehlung einfließen können.

Die Quantität und insbesondere die Qualität der produzierten Äpfel soll verbessert werden. Es soll somit für den Anbauer die Möglichkeit geschaffen werden, einen höheren Gesamtertrag bei guter Fruchtqualität und eine gleichbleibende Fruchtbarkeit der Bäume zu erreichen.

1.2 Planung und Ablauf des Projekts

Status Quo Analyse

Im Rahmen der Status Quo Analyse sollten in Absprache mit den Betriebsleitern geeignete Flächen für die Durchführung der Erhebungen zur Nährstoffversorgung der Blätter ausgesucht werden. Die einzelnen Versuchsbäume sollten ausgewählt und markiert werden. Im Anschluss daran waren Bodenproben und Zweige zur Blütenknospenanalyse vorgesehen. Mit Hilfe der einzelnen Betriebsleiter sollten die Kulturmaßnahmen der letzten beiden Jahre auf den ausgesuchten Flächen zusammengestellt werden. Zum Entwicklungsstadium "Rote Knospe" sollten Blattproben entnommen werden, die auf verschiedene Nährstoffe hin untersucht werden. Von den Betriebsleitern durchgeführte Blattdüngungsmaßnahmen sollten ständig dokumentiert werden. Zum Entwicklungsstadium "Ballonstadium" sollten die Anzahl der Infloreszenzen jedes einzelnen Baumes ausgezählt werden. Vor dem Junifruchtfall Mitte Mai sollten die Früchte pro Baum ermittelt werden. Anfang Juni sollten die Früchte nochmals nach dem Junifruchtfall gezählt werden. Daraus sollte der Fruchtansatz berechnet werden.

Gegen Mitte Juni war nochmals eine Blattanalyse geplant. Die letzte Blattuntersuchung sollte Anfang August erfolgen. Während der Ernte sollte der Einzelbaumertrag erfasst werden. Folgende Untersuchungen waren nach der Ernte vorgesehen: Messung der Fruchtfleischfestigkeit, Bestimmung der Gehalte an Zucker, Säure und Vitamin C, Kalium, Magnesium und Calcium in den Früchten sowie die Bonitur des Lagerverhaltens im Kühllager. Für eine abschließende Beurteilung der Blütenknospen sollte im Dezember 2003 nochmals eine Knospenanalyse durchgeführt werden.

Exaktversuche

Analog zur Status Quo Analyse sollten im Rahmen der Exaktversuche in Absprache mit den Betriebsleitern geeignete Flächen für die Versuchsdurchführung ausgesucht werden. Nach der Auswahl und Markierung der einzelnen Versuchsbäume sollten Bodenproben und Zweige zur Blütenknospenanalyse entnommen werden. Mit Hilfe der einzelnen Betriebsleiter sollten die Kulturmaßnahmen der letzten beiden Jahre auf den ausgesuchten Flächen zusammengestellt werden. Zum Entwicklungsstadium "Rote Knospe" sollten Blattproben entnommen werden, die auf verschiedene Nährstoffe hin untersucht werden. Danach sollten die einzelnen Versuche entsprechend des jeweiligen Versuchsplanes mit Blattdüngern behandelt werden. Zum Entwicklungsstadium "Ballonstadium" sollte die Anzahl der Infloreszenzen jedes einzelnen Baumes ausgezählt werden. Vor und nach dem Junifruchtfall sollte die Anzahl Äpfel pro Baum für den Fruchtansatz ermittelt werden. Eine zweite Blattuntersuchung sollte gegen Mitte Juni erfolgen. Vor der Ernte sollte die letzte Blattanalyse Anfang August durchgeführt werden. Der Ertrag sollte einzelbaumweise ausgewertet werden. Folgende Untersuchungen wurden nach der Ernte durchgeführt: Bestimmung der Gehalte an Zucker, Säure und Vitamin C, Kalium, Magnesium und Calcium in den Früchten sowie das Lagerverhalten der Äpfel kontrolliert werden. Zum Versuchsende sollen der Anteil an Blütenknospen nochmals untersucht werden.

1.3 Wissenschaftlicher und technischer Stand vor Projektbeginn

In der Vergangenheit wurden nur selten Versuche zur Wirkung von Blattdüngern im ökologischen Obstbau durchgeführt. Ein Teil der älteren Versuchsergebnisse ist mittlerweile wertlos geworden, da Änderungen in den Richtlinien des ökologischen Landbaus den Einsatz dieser

Präparate verbieten, wenn das Ausgangsmaterial nicht zweifelsfrei BSE-frei ist oder die Gefahr besteht, dass Verunreinigungen durch gentechnisch veränderte Pflanzenteile bestehen.

Beispielsweise untersuchten KIENZLE und SCHULZ 1992 und 1993 die Auswirkungen des Blattdüngers Aminosol auf den Fruchtansatz bei der Sorte 'Glockenapfel' im Rahmen des Forschungsprojektes „Alternativen im Apfelanbau“ an der LVWO Weinsberg. Die damals verwendete Form des Aminosols darf heute nicht mehr eingesetzt werden.

STOCKERT prüfte von 1998 bis 2001 im gleichen Forschungsprojekt mehrere Blattdünger wie Melasse, Nordalge, TRF-Ausma, Aminosol, Siapton, Biokal 01, Biokal 02 und Vinasse, die entweder im Herbst vor dem Blattfall oder im Frühjahr um die Blüte eingesetzt wurden. Im Jahr 2001 schnitt neben der alten Aminosol-Formulierung Biokal am besten ab. Jedoch reagierte die Sorte 'Elstar' etwas anders als die Sorte 'Topaz'. Je nach Präparat gab es etwas mehr Berostung.

Im Rahmen eines Schorfversuchs wurde bei einer Variante ständig der Blattdünger Nordalge zugesetzt. Neben dem Einfluss auf die Schorfwirkung wurde auch der Fruchtansatz bewertet. Im Versuchsjahr 1999 war der Fruchtansatz geringer, im Jahr 2000 höher als in der Variante ohne Zusatz von Nordalge (PFEIFFER, 2000).

Als Teilergebnis des Ausdünnungsversuchs von RUEß und PFEIFFER im Jahr 2001 konnte eine fruchtansatzfördernde Wirkung durch die zweimalige Behandlung mit Kartoffelstärke während der Blüte beobachtet werden. NOACK (2001) stellte in dreijährigen Versuchen in Norddeutschland positive Effekte des Meeresalgenpräparates Phytoamin auf den Blütenbesatz und den Ertrag fest. RENNER (2002) führte am Bodensee einen Versuch mit neueren Blattdüngern durch, in dem insbesondere das Produkt Wuxal Ascofol positiv auffiel.

KOPP und GUTBERLETT (2002) verglichen den Ernährungszustand der Bäume von integriert und biologisch wirtschaftenden Betrieben unter den Bedingungen des Klimas am Bodensee. Aus dieser Untersuchung im Rahmen der Beratungstätigkeit ergaben sich zahlreiche Anregungen zu weiterem Forschungsbedarf und zu Status Quo Analysen. Insbesondere fehlen Schwellenwerte für Messungen mit dem SPAD-Gerät, das die Intensität des Blattgrüns erfasst und gut zu Laboruntersuchungen des Stickstoff-Gehaltes in den Blättern korreliert. Im Getreideanbau werden aus Messungen mit diesem Gerät Düngungsempfehlungen abgeleitet.

2 Material und Methoden

2.1 Versuchsaufbau

2.1.1 Status Quo Analyse

Im mittleren Neckarraum wurden auf ökologisch bewirtschafteten Betrieben je drei Flächen der Sorte 'Elstar' und der Sorte 'Topaz' ausgewählt. Zusammen mit den Versuchsflächen der Exaktversuche wurden insgesamt auf 6 Standorten Untersuchungen durchgeführt, die Betriebe wurden von 1 bis 6 durchnummeriert. Die Betriebsnummern werden im gesamten Abschlußbericht verwendet, um die Anonymität der Betriebe zu wahren.

Zu Beginn der Vegetation wurden jeweils 20 Bäume markiert, die bezüglich ihres Habitus einheitlich waren und deren Baumqualität dem Durchschnitt der Anlage entsprach. Im Austausch mit den Betriebsleitern wurden alle durchgeführten Kultur- und Düngemaßnahmen dokumentiert. Nach Entnahme der Astproben im Winter 2002/2003 und anschließender Knospenanalyse konnten aufgrund der daraus resultierenden Ergebnisse des Blütenbesatzes im kommenden Jahr Empfehlungen für die Schnitt- und Düngestrategie an die Betriebsleiter weitergegeben werden.

Tabelle 1: Übersicht über die Verteilung der Flächen in der Status Quo Analyse

Sorte	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4	Betrieb 5	Betrieb 6
'Elstar'	X		X	X		
'Topaz'		X	X		X	

2.1.2 Exaktversuch 1 (Betrieb 1)

Alle Exaktversuche wurden mit drei Wiederholungen je Variante angelegt. Der erste Exaktversuch wurde auf Betrieb 1 durchgeführt. Pro Wiederholung wurden 8 Bäume ausgewählt, die vom Wuchs und vom Blütenbüschelbesatz einheitlich waren. Pro Variante wurden insgesamt 24 Versuchspflanzen ausgewertet. Die gewählte Konzentration richtete sich nach der Empfehlung der Hersteller in Absprache mit dem Beratungsdienst Ökologischer Obstbau e. V.

Tabelle 2: Versuchsvarianten im Exaktversuch 1

Variante	Behandlung	Konzentration
1	Kontrolle	unbehandelt
2	Vinasse	1,0 %
3	Biokal 1+2	6,5 %
4	Phytoamin	0,75 %
5	Wuxal Ascofol	0,3 %
6	Humulus	5,0 %

Die beiden Exaktversuche 1 und 2 wurden am 16.04., 24.04., 07.05., 28.05., 11.06., 24.06 und am 08.07.02 gespritzt, die beiden ersten Behandlungen waren vor der Blüte, die dritte zur abgehenden Blüte. Pro Baum wurde eine Wassermenge von 280 ml ausgebracht. Die Mittel wurden mit einer Rückenspritze (Solo-475) bei 4 bar ausgebracht.

2.1.3 Exaktversuch 2 (Betrieb 2)

Der Exaktversuch 2 wurde nach dem gleichen Aufbau wie der Exaktversuch 1 durchgeführt, die Blattdünger wurden an den gleichen Tagen wie im Exaktversuch 1 ausgebracht.

2.1.4 Exaktversuch 3 (Betrieb 6)

Der dritte Exaktversuch zur Anwendungshäufigkeit des Blattdüngers Vinasse fand auf der nach EU-Verordnung 2092/91 bewirtschafteten Fläche der LVWO Weinsberg bei der Sorte 'Elstar' statt. Die Varianten sind in Tabelle 3 aufgelistet, jede Variante wurde mit drei Wiederholungen geprüft. Pro Wiederholung wurden 8 Bäume ausgewertet, insgesamt je Variante 24 Bäume.

Tabelle 3: Versuchsvarianten im Exaktversuch 3

Variante	Behandlung	Konzentration	Anwendungshäufigkeit
1	Kontrolle	unbehandelt	
2	Vinasse 1 wö (wöchentlich)	1 %	1 x /Woche
3	Vinasse 2 w (zweiwöchentlich)	1 %	Alle 2 Wochen
4	Vinasse 3 w (dreiwöchentlich)	1 %	Alle 3 Wochen

In Tabelle 4 werden die verschiedenen Behandlungstermine im Jahr 2003 dargestellt.

Tabelle 4: Behandlungstermine im Exaktversuch 3 (X=Behandlung)

Datum	Vinasse wö	Vinasse 2w	Vinasse 3w
14.04.	X	X	X
24.04.	X		
01.05.	X	X	
09.05.	X		X
16.05.	X	X	
23.05.	X		
28.05.	X	X	X
04.06.	X		
11.06.	X	X	
21.06.	X		X
28.06.	X	X	
05.07.	X		
10.07.	X	X	X
insgesamt	13 Beh.	7 Beh.	5 Beh.

2.2 Bonituren

Die Bonituren wurden in den Untersuchungen zum Status Quo und in den Exaktversuchen nach dem gleichen Schema durchgeführt, um die Ergebnisse aus den Exaktversuchen mit der Situation auf den Betrieben vergleichen zu können.

2.2.1 Bonituren zur Nährstoffversorgung von Boden und Blättern

In Tabelle 5 sind die Bonituren zur Nährstoffversorgung von Boden und Blätter zusammengefasst. Die Analysen der Bodenproben und der Blattproben wurden durch das Labor Dr. Jansen GmbH in Gillersheim durchgeführt.

Tabelle 5: Untersuchungen zur Nährstoffversorgung Boden und Blätter

Termin	Merkmal	Durchführung
Dezember 2002	Gesamt-N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Zn, Mn, und Mo Bodenart, Humus, pH-Wert	Bodenproben: 0 - 30 cm, Mischprobe aus den bearbeiteten Baumstreifen, Stammdurchmesser: in 20 cm Höhe
Anfang April 2003	N, P, K, Ca, Mg sowie B, Cu, Fe, Zn und Mn	Blattanalysen: Entnahme von 50 ganzen Blütenbüscheln mit Rosettenblättern pro Variante/Betrieb
Anfang Juni 2003	N, P, K, Ca und Mg	Blattanalysen: Entnahme von 75 voll ausgewachsenen Blättern pro Variante/ Betrieb
Anfang August 2003	N, P, K, Ca, Mg sowie B, Cu, Fe, Zn und Mn	Blattanalysen: wie im Juni

Die Bodenproben wurden am Tag der Entnahme bei 105 °C im Trockenschrank 24 Stunden vorgetrocknet. Die Blätter wurden für die Blattanalysen am Tag der Probennahme bei 60 °C 24 h im Trockenschrank vorgetrocknet. Für die Bewertung der Analyseergebnisse stehen nicht für jeden Termin allgemein verbreitete Optimalwerte aus der Literatur zur Verfügung, daher musste auf verschiedene Quellen zurückgegriffen werden. Die für die Beurteilung verwendeten Optimalwerte sind in den Tabellen 6 und 7 angegeben.

Tabelle 6: Optimalwerte Hauptnährstoffe (Angaben in % TS)

Hauptnährstoffe	Optimalwerte April ¹⁾	Optimalwerte Juni ¹⁾²⁾	Optimalwerte August ²⁾³⁾
Stickstoff	3,80 - 4,50	2,50 - 2,80	2,20 - 2,60
Phosphor	0,36 - 0,40	0,28 - 0,32	> 0,15
Kalium	2,20 - 2,30	1,30 - 1,80	1,10 - 1,40
Magnesium	0,30 - 0,38	0,23 - 0,33	> 0,20
Calcium	0,70 - 1,30	1,30 - 1,80	> 1,00

¹⁾LINDICKE, 2003, ²⁾DRAHORAD, 1997, ³⁾QUAST, 1986

Im April werden zur Auswertung Optimalwerte für "10 Tage vor der Blüte" verwendet. Zum Vergleich im Juni werden Optimalwerte für "50 Tage nach der Blüte" herangezogen.

Tabelle 7: Optimalwerte Spurennährstoffe (Angaben in mg/kg TS)

Spurennährstoffe	Optimalwerte April ¹⁾	Optimalwerte August ^{2) 3)}
Bor	48 - 60	20 - 60
Eisen	80 - 240 ⁴⁾	60 - 200
Kupfer	15 - 25	5 - 15
Mangan	120 - 220	60 - 250
Zink	100 - 140	20 - 60

¹⁾ LINDICKE, 2003, ²⁾ DRAHORAD, 1997, ³⁾ QUAUST, 1986, ⁴⁾ STIMPFL, 2001

¹⁾ Im April werden zur Auswertung Optimalwerte für "10 Tage vor der Blüte" verwendet.

⁴⁾ Richtwert für Blätter zur Zeit der Blüte

2.2.2 Bonituren zum Blüh- und Ertragsverhalten

Die nächste Tabelle 8 zeigt die Bonituren zum Blüh- und Ertragsverhalten der Bäume.

Tabelle 8: Bonituren zum Blüh- und Ertragsverhalten

Termin	Boniturstadium	Durchführung
Januar 2003	Knospenanalyse	Entnahme Mischprobe von 100 Blütenknospen pro Variante/Betrieb, Bestimmung des Anteils Blatt/ Blütenknospen in % unter dem Binokular
Blüte 2003 (April)	Blütenansatz	Blütenbüschel pro Baum
Mitte Mai	Fruchtansatz vor dem Junifruchtfall	Früchte pro Baum
Anfang Juni	Fruchtansatz nach dem Junifruchtfall	Früchte pro Baum
August/ September	Ertrag	Einzelbaumertrag (Zahl und kg)
September	Reifebestimmung	Messung der Festigkeit, des Zuckergehaltes und des Stärkeabbaus, Berechnung des Streif-Index
Dezember 2003	Knospenanalyse	Entnahme Mischprobe von 100 Blütenknospen pro Variante/Betrieb, Bestimmung des Anteils Blatt/ Blütenknospen in % unter dem Binokular

Bei der **Blütenknospenanalyse** wird pro Variante eine Mischprobe von allen Bäumen gezogen, d. h. an jedem Baum wird ein Ast entfernt und alle potentiellen Blütenknospen abgeschnitten. Bei der Entnahme der Äste ist darauf zu achten, dass Äste aus allen Bereichen der Krone des Baumes verwendet werden. Unter dem Binokular wird der Anteil an Blatt- und Blütenknospen ausgezählt. Je Variante wurden 100 Knospen ausgewertet.

Die Bonitur zum Blütenbesatz pro Baum wurde am 22.04.2003 (Rote Knospe bis Ballonstadium, je nach Standort) durchgeführt. Der Fruchtansatz wurde am 21.05.2003 (vor dem Junifruchtfall) und am 10.06.2003 (nach dem Junifruchtfall) ausgewertet. Aus den Erhebungen zur Ernte wurde der Fruchtansatz zu diesem Termin berechnet. Der Fruchtansatz wird angegeben in Äpfel/Blütenbüschel und stellt ein relatives Maß für die Fruchtbarkeit der Bäume dar. Aus den Untersuchungen der letzten Jahre im Versuchprojekt Ökologischer Obstbau in Weinsberg gibt es erste Vergleichswerte für die Beurteilung unter den Bedingungen des ökologischen Obstbaus.

Auf Wunsch der Betriebsleiter wurden wegen des verzögerten Ernteverlaufs an einzelnen Standorten bis zu drei Pflücken je Sorte durchgeführt. Die Erntetermine sind in den Tabellen 9 und 10 aufgeführt.

Tabelle 9: Erntetermine Status Quo Analyse

Sorte	Betrieb	1. Pflücke	2. Pflücke	3. Pflücke
Elstar	1	25.08.03	01.09.03	-
Elstar	3	26.08.03	02.09.03	11.09.03
Elstar	4	26.08.03	02.09.03	09.09.03
Topaz	2	12.09.03	22.09.03	-
Topaz	3	12.09.03	22.09.03	01.10.03
Topaz	5	12.09.03	22.09.03	-

Tabelle 10: Erntetermine Exaktversuche

Versuch	Betrieb	1. Pflücke	2. Pflücke	3. Pflücke
1	1	25.08.03	01.09.03	-
2	2	25.08.03	02.09.03	12.09.03
3	6	26.08.03	01.09.03	-

An jedem Pflücktermin wurden die Früchte pro Baum gezählt und gewogen. Am Tag nach der Ernte wurde die Reifemessung durchgeführt. Je Variante/Betrieb wurde eine Mischprobe von 10 Äpfeln untersucht. Der Streifindex (Optimalwerte siehe Tabelle 11) wird aus der Festigkeit, dem Refraktometerwert und dem Stärkeabbau berechnet:

$$F/RS\text{-Wert} = \text{Fruchtfleischfestigkeit} / [\text{Refraktometerwert} * \text{Stärkeabbauwert}]$$

Die Festigkeit wurde mit dem Gerät UP-Penetrometer 2000-02 gemessen und wird in kg/cm² angegeben. Der Zuckergehalt wurde mit einem Erma-Refraktometer (Tokyo) bestimmt (Angabe in % Brix). Für den Stärkeabbauwert werden die Äpfel horizontal durchgeschnitten. Die Schnittfläche wird mit Lugol'scher Lösung bestrichen, die Einteilung des Stärkeabbaus erfolgte visuell nach einer Skala von 1 bis 10.

Nach der Größen- und Farbsortierung (siehe 3.1.3.1) wurden die Rückstellproben für das Kühllager hergerichtet. Bei der Sorte 'Elstar' war die Erntemenge bei der 1. Pflücke relativ gering, daher wurde nur eine Mischprobe von ca. 8 kg je Variante zurückgestellt für weitere Bonituren. Bei der 2. und 3. Pflücke wurden je Variante/Betrieb 2 Kisten (a 20 kg) im Lager für weitere Untersuchungen aufbewahrt. Es wurde bei den Exaktversuchen eine Mischprobe aus den drei Wiederholungen gezogen. Die Äpfel wurden in einem Normkühllager des Staatlichen Obstversuchsgutes Heuchlingen gelagert, wobei die Lageratmosphäre auf eine Temperatur von + 2 °C und eine relative Luftfeuchte von 95 - 98 % eingestellt wurde.

Tabelle 11: Streifindex Optimalwerte*

Sorte	Fruchtfleischfestigkeit kg/cm ²	Refraktometerwert % Brix	Stärkeabbau 1 - 10	Streifindex F/(R*S)
Elstar	7,0 - 8,0	11,5 - 12,5	2 - 3	0,30
Topaz	7,0 - 8,0	12,0 - 13,0	4 - 6	0,14

* BAAB, 2002

Für einen guten Geschmack sollten Früchte nach einer Kühlung noch Festigkeitswerte über 5,5 kg/cm² aufweisen (LINNEMANNSTÖNS, 2004).

2.2.3 Bonituren zur äußeren Qualität

In der folgenden Tabelle 12 sind die Bonituren zur äußeren Qualität dargestellt.

Tabelle 12: Bonituren zur äußeren Qualität

Termin	Boniturstadium	Stichprobenumfang / Auswertung
September	Größenverteilung	Gesamter Ertrag jeder Wiederholung/Betrieb Sortierung in 5 mm Größenklassen
September	Ausfärbung	Gesamter Ertrag jeder Wiederholung/Betrieb Ausprägung der Deckfarbe in fünf Stufen, in 20 %-Schritten innerhalb jeder 5 mm Größenklasse
September	Fruchtberostung	Stichprobe von 100 Früchten, Einteilung in vier Berostungsklassen: 1 = ohne, 2 = Gering, 0 - 10 % 3 = Mittel, 10 - 30 % 4 = Sehr stark > 30 %

Die Sortierung nach Größe und Farbe wurde mit einer Aweta-Sortiermaschine kurz nach der Ernte durchgeführt. Die Einteilung in die Größenklassen in 5 mm Schritten von < 60 mm bis > 90 mm erfolgt mittels einer optischen Vermessung. In jeder Größenklasse wurde zusätzlich die Zahl und das Gewicht für jede Farbstufe festgehalten. Aus diesen insgesamt 40 Unterteilungen je Wiederholung und Pflücktermin wurden je Variante/Betrieb die Werte aufsummiert und als kg/Baum in der jeweiligen Sortierung angegeben. Es wurden mehrere zusammenfassende Qualitätsgruppen gebildet (Tabelle 13).

Tabelle 13: Merkmale der verschiedenen Qualitätsgruppen

< 60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	85-90	>90
F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1
F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2
F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3
F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4
F5	F5	F5	F5	F5	F5	F5	F5

Die grün markierten Segmente in Tabelle 13 wurden als "geringe Qualität" (kg <65/>90, F1) eingestuft, d. h. alle Äpfel, die zu klein, zu groß oder zu schlecht ausgefärbt waren, wurden zusammengefasst. Die gelb markierten Segmente stellen eine "gute Qualität" (kg 65-90/F2+F3) dar, die beste Qualität (sehr gute Ausfärbung, zufriedenstellende Größe, kg 65-90/F4+F5) sind Äpfel im rot markierten Bereich.

Anteilig zur Höhe des Ertrages bei den einzelnen Pflücken wurde eine Mischprobe aus allen Pflücken auf Berostung bonitiert (insgesamt 100 Äpfel je Betrieb bzw. in den Exaktversuchen je Variante 300 Äpfel).

2.2.4 Bonituren zur inneren Qualität

Der Hauptanteil der Äpfel wurde zur zweiten Pflücke geerntet, deshalb wurden die Analysen zur inneren Qualität mit diesen Früchten durchgeführt. Die Bestimmung des Zucker-, Säure- und Vitamin C-Gehaltes erfolgten durch das Labor der LVWO Weinsberg. Die Untersuchung der Nährstoffgehalte der Früchte auf Kalium, Calcium und Magnesium wurden durch das Labor Dr. Janssen GmbH in Gillersheim durchgeführt.

Um die Inhaltsstoffe der unterschiedlich behandelten Äpfel zu bestimmen, wurden 10 Äpfel pro Variante/Betrieb zermahlen und zwei Saftproben in 20 ml Fläschchen vorbereitet und sofort kühlgelagert. Für die Analyse des Vitamin-C Gehaltes wurde eine Stabilisierungslösung im Verhältnis von 1 zu 1 dem Saft zugegeben. Bis zur Auswertung wurden die Proben tiefgefroren. Der Zuckergehalt wurde mit einem Refraktometer in % Brix (lösliche Trockensubstanz) ermittelt. Der Gehalt der Gesamtsäure wurde in Gramm pro Liter angegeben. Beim Z/S-Verhältnis wurde der Zuckergehalt in Relation zum Säurewert gesetzt. Der Optimalwert bei Spitzensorten liegt zwischen 15 - 20 zu 1. Der Gehalt an Vitamin C wurde aus stabilisiertem Direktsaft in Milligramm je Liter mit dem HPLC ermittelt.

Für die Bewertung der inneren Qualität wurden die Parameter Zucker, Säure und der Vitamin C-Gehalt untersucht. Anhaltswerte bei 'Elstar' sind 13,2 - 14,6 % Brix, 6,7 - 13,4 g/l Gesamtsäure und 32 - 190 mg/l Vitamin C (FISCHER, 2003). Bei 'Topaz' liegen die Literaturwerte bei 13,6 - 15,2 % Brix, 8,0 - 13,7 g/l Gesamtsäure sowie 43 - 141 mg/l Vitamin C (Fischer, 2003).

Für die Festigkeit und Stabilität der Früchte ist ein ausgewogenes Nährstoffverhältnis der Äpfel förderlich. In der Literatur gibt es verschiedene Quotienten, die aus den Analysenwerten von K, Ca und Mg berechnet werden und als Maß für die Anfälligkeit von Früchten für das Auftreten von Stippe herangezogen werden können (WILCKE, 1982).

Darauf hat das Verhältnis von Kalium zu Calcium (K/Ca) und das Zahlenverhältnis von Kalium und Magnesium zu Calcium (K+Mg/Ca) einen großen Einfluss. Zur Verhinderung von Stippe sollten folgende Verhältnisse in Tabelle 14 eingehalten werden.

Tabelle 14: Bewertung der verschiedenen Quotienten*

K/Ca	Stippeanfälligkeit	K+Mg/Ca	Bewertung
25 zu 1	Gering, kaum Stippe	20	gut
33 zu 1	Mittel, Grenzwert	40	mittel
35 - 40 zu 1	Sehr hoch, viel Stippe	60	schlecht

* WILCKE, 1982

2.2.5 Bonituren zum Lagerverhalten der Früchte

Bei der Auslagerung wurde das Auftreten von Pilzkrankheiten und physiologische Schäden (z. B. Stippe und Fleischbräune) bonitiert. Zu den wichtigsten Lagerfäulen gehörten die Bitterfäule (*Gloeosporium sp.*), Braunfäule (*Monilia fructigena*), Fusariumfäule (*Fusarium sp.*) sowie die Graufäule (*Botrytis cinerea*). Die Bonituren auf Lagerkrankheiten wurden am 27.11.2003 und 11.02.2004 durchgeführt. Die Lagerdauer für die Äpfel der 1. Pflücke am ersten Termin betrug ca. 14 Wochen bei 'Elstar' und bei 'Topaz' 11 Wochen. Die erste Pflücke war am längsten kühlgelagert und die zweite und dritte Pflücke etwa eine bzw. zwei Wochen kürzer, entsprechend ihrem Erntetermin. Bei der Status Quo Analyse bei der Sorte 'El-

star' wurden bei Betrieb 1 ca. 130, Betrieb 2 350, Betrieb 4 270 und bei der Sorte 'Topaz' bei Betrieb 2 etwa 160, Betrieb 3 400 und Betrieb 5 300 Äpfel bonitiert. Innerhalb der Exaktversuche wurden bei Betrieb 1 ca. 150 Äpfel und bei den Betrieben 2 und 6 ungefähr 350 Früchte pro Variante untersucht. Am häufigsten trat *Gloeosporium* auf, der Befall wurde in Prozent der Früchte angegeben.

Die Festigkeit wurde an zwei Terminen gemessen 1 Tag nach der Ernte von 'Elstar' und 'Topaz' bei der Bestimmung des Streif-Indexes und am 27.11.2003. Es wurden zufallsgemäß 10 Früchte pro Variante/Betrieb ausgewählt. Die Messung der Fruchtfleisfestigkeit wurde am Übergang zwischen Sonnen- und Schattenseite ermittelt. An der Meßstelle wurde die Schale entfernt. Die Festigkeit wurde mit einem Penetrometer (siehe Streifindex 2.2.2) bestimmt.

2.3 Fragebogen zu Kulturmaßnahmen der Betriebe

Um die Ausgangssituation der einzelnen Betriebe erfassen und auswerten zu können wurde ein spezieller Fragebogen entwickelt. Die wichtigsten Daten zur Ertragssituation und zur Kulturführung in den Jahren 2001, 2002 und 2003 wurden erfasst. Ein Beispiel eines Fragebogens ist im Anhang ab Seite 112 aufgeführt.

2.4 Witterungsverlauf 2003 in Weinsberg

Stellvertretend für das Wetter im Versuchszeitraum werden die Daten der Wetterstation der LVWO Weinsberg dargestellt. In den Abbildungen 1 und 2 sind die monatlichen Durchschnittswerte von Temperatur und Niederschlag in 2003 angegeben, der langjährige Mittelwert bezieht sich auf den Zeitraum von 1973 bis 2003. Im Frühjahr und in den Sommermonaten lagen die Temperaturen immer über dem langjährigen Mittel (bis zu 6 °C).

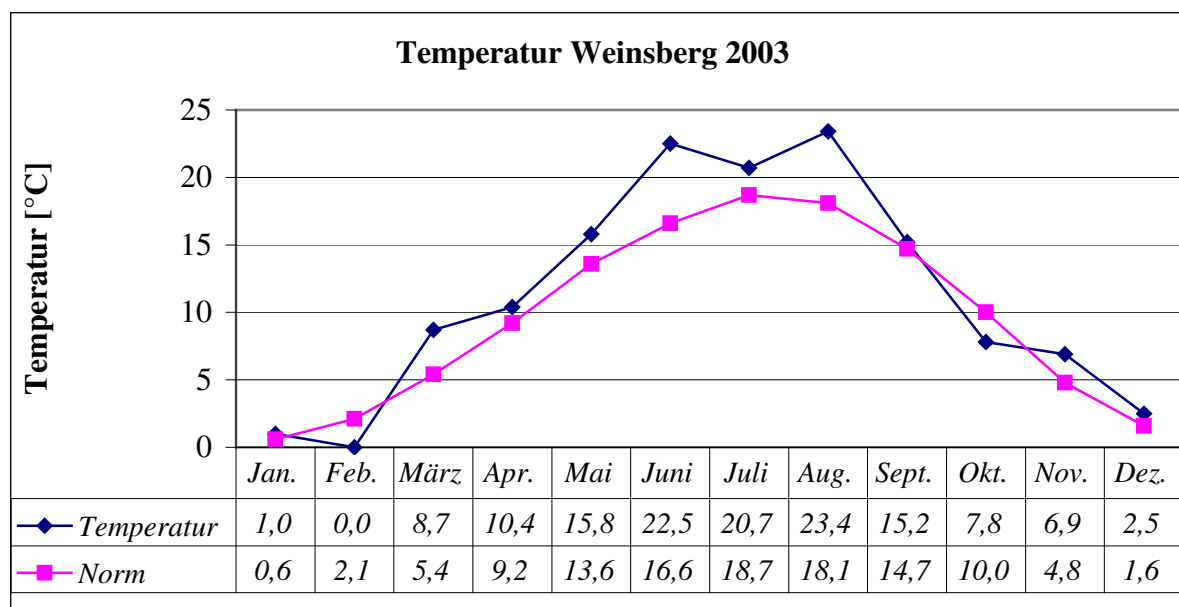


Abbildung 1: Temperaturmittelwerte im Jahr 2003 und im 30jährigen Mittel

Die trockensten Monate waren Juni und August (z. B. bis zu 70 mm im Juni weniger als im langjährigen Mittel), die niederschlagsreichsten Monate waren der Januar, Juli und der Oktober. Insgesamt fielen in 2003 235,1 mm weniger Regen als im langjährigen Mittel. Die Temperatur lag im Jahresdurchschnitt um 1,6 °C höher als in der Vergangenheit. Insgesamt kann das Jahr als sehr trocken und warm bezeichnet werden.

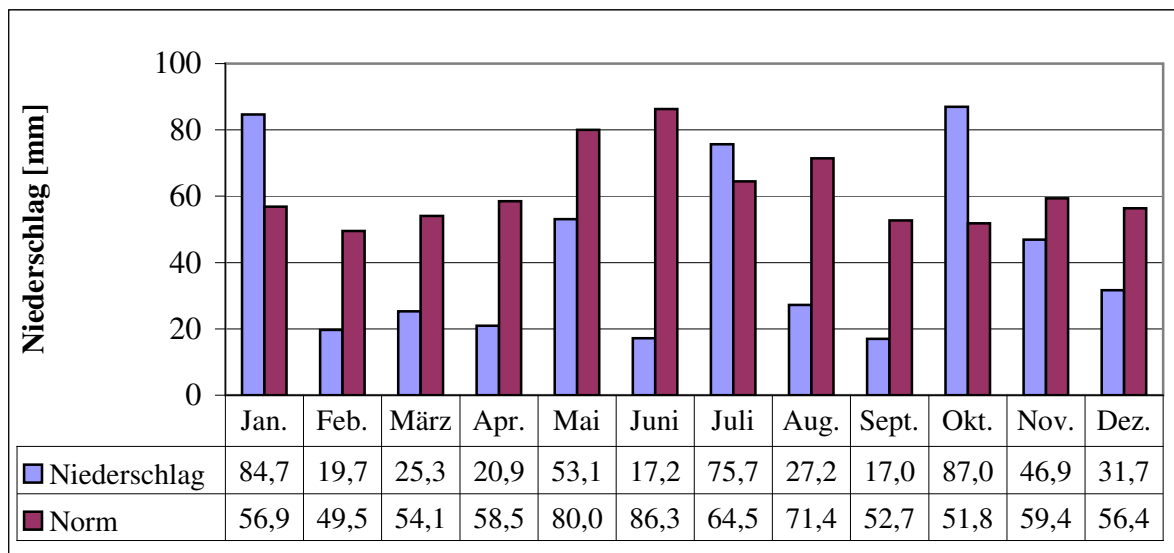


Abbildung 2: Vergleich der Niederschlagsmengen des Jahres 2003 mit dem langjährigen Mittel (1973-2003) am Standort

3 Ergebnisse

3.1 Status Quo Analyse

3.1.1 Nährstoffsituation

3.1.1.1 Bodenanalysen Dezember 2002

Auf allen Betrieben wurden die Bodenproben am 19.12.2002 beidseitig im bearbeiteten Baumstreifen der ausgesuchten Bäume in einer Tiefe von 30 cm entnommen. Alle Analysen wurden durch das landwirtschaftliche Labor Dr. Janssen GmbH in Gillersheim durchgeführt. Untersucht wurden die Gehalte an organischem Kohlenstoff, Gesamtstickstoff, Humus (siehe Tabelle 15), Haupt- und Spurennährstoffe sowie der pH-Wert.

Tabelle 15: Gehalte an organischem Kohlenstoff, Gesamtstickstoff, C/N-Verhältnis und Humusgehalt auf den ausgewählten Flächen

Sorte	Betrieb	C organisch %	Gesamt-N %	C/N	Humus %
Elstar	1	1,08	0,136	7,9	1,86
Elstar	3	1,48	0,161	9,2	2,55
Elstar	4	1,16	0,154	7,5	2,00
Topaz	2	1,39	0,159	8,7	2,40
Topaz	3	1,24	0,147	8,4	2,14
Topaz	5	1,34	0,172	7,8	2,31

Das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff (**C/N-Verhältnis**) ist ein wichtiges Maß für die Freisetzung von Stickstoff aus Humus. Nur bei einem engen C/N-Verhältnis unter 20 findet eine stärkere N-Mineralisierung statt. Bei einem C/N-Verhältnis über 30 kommt es zu einer verstärkten Stickstoff-Festlegung (QUAST, 1986). Das C/N-Verhältnis wurde bei allen Betrieben als 'sehr gut' bewertet.

Für eine gute Mineralisierung und Bodenfruchtbarkeit ist ein **Humusgehalt** zwischen 2 % und 4 % anzustreben (DRAHORAD, 1997). Der Humusgehalt sollte bei allen Betrieben nicht weiter sinken, daher sollte regelmäßig organisches Material in geringen Mengen zugeführt werden. Bei jeder mechanischen Bodenbearbeitung des Baumstreifens unter den Apfelbäumen wird durch die Belüftung des Bodens Humus abgebaut. In der Fahrgasse ist der Humuskreislauf durch das Mulchen des Schnittholzes und der Dauerbegrünung weitgehend ausgeglichen. Die Bäume können sowohl Nährstoffe aus dem bearbeiteten Baumstreifen als auch aus der Bodenschicht unter der Grasnarbe der Fahrgasse aufnehmen. Bei allen Betrieben wurde die Bodenart als schluffiger Lehm (Löß) eingestuft.

Tabelle 16: pH-Wert, Kalkgehalt und empfohlene Kalkmenge

Sorte	Betrieb	pH	Kalkgehaltsstufe	Kalkmenge (dt CaO/ha)
Elstar	1	7,2	E	0
Elstar	3	6,3	C	0
Elstar	4	5,2	B	25
Topaz	2	7,1	E	0
Topaz	3	5,9	C	0
Topaz	5	5,3	B	16

Damit die Nährstoffe für Apfelbäume optimal verfügbar sind, ist ein **pH-Wert** im schwach sauren Bereich von pH 6,0 bis pH 6,8 förderlich (QUAST, 1986). Bei den Betrieben 4 und 5 wurde wegen des niedrigen pH-Wertes eine Kalkung empfohlen (siehe Tabelle 16). Der Betrieb 3 hatte einen optimalen pH-Wert. Bei den Betrieben 1 und 2 waren die pH-Werte zu hoch. Dadurch kann die Verfügbarkeit von Spurennährstoffen negativ beeinträchtigt werden. Dort sollten keine kalkhaltigen Dünger eingesetzt werden.

In den Abbildungen 3 bis 5 sind die Gehalte der Hauptnährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium dargestellt. Die angegebenen Werte beziehen sich auf eine Entnahme der Bodenprobe von 0 bis 30 cm Tiefe.

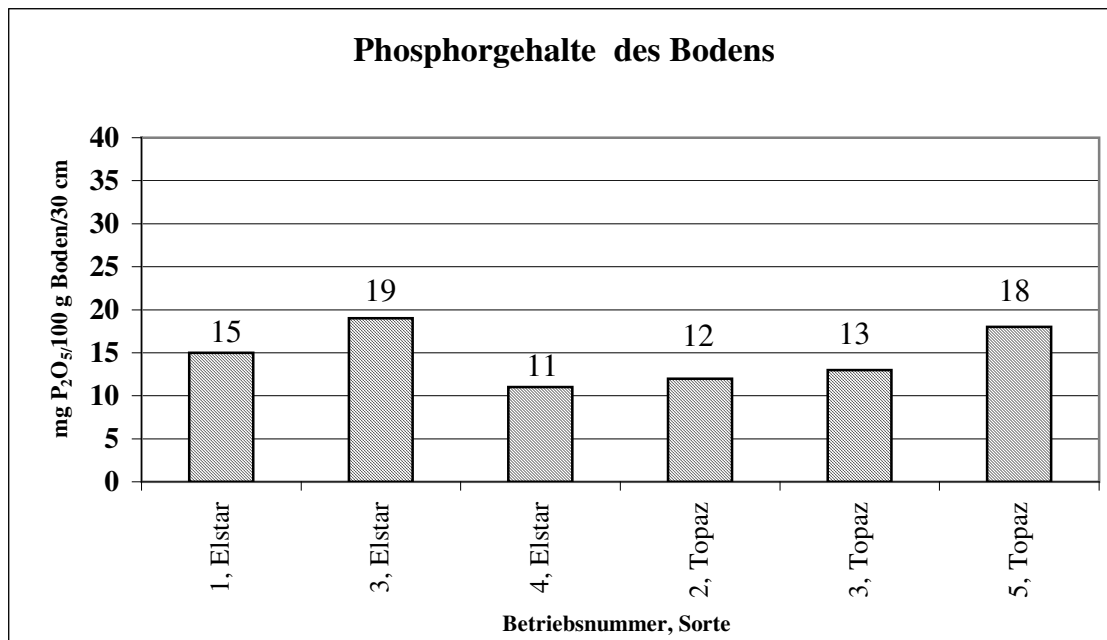


Abbildung 3: Phosphorgehalte des Bodens

Für Phosphor ist ein Optimalwert von 15 - 25 mg P₂O₅/100 g Boden anzustreben (SCHALLER, 1993), dies entspricht der Versorgungsstufe C.

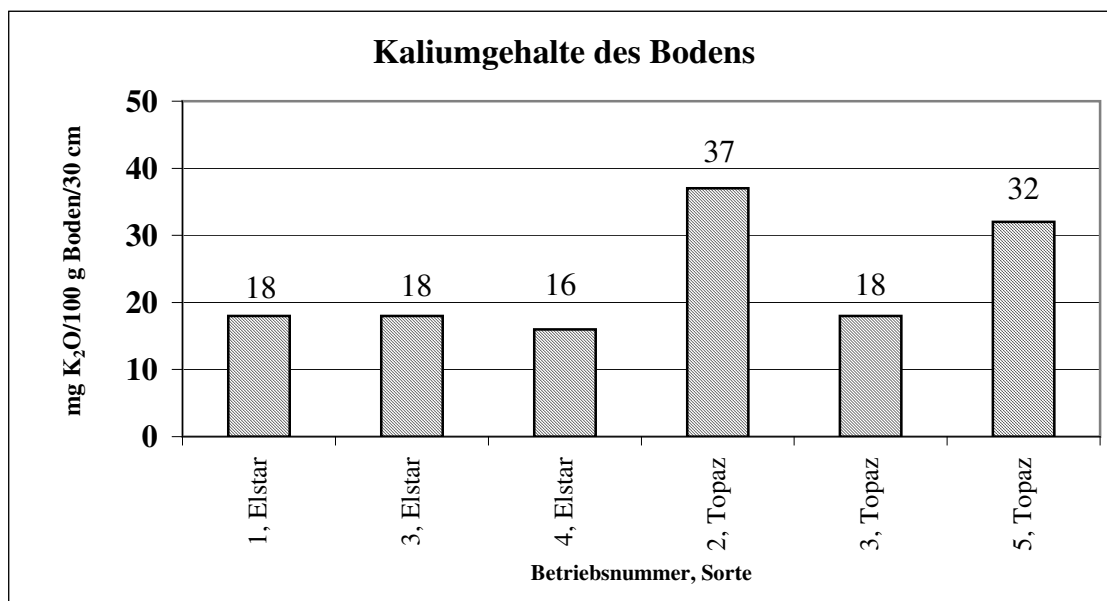


Abbildung 4: Kaliumgehalte des Bodens

Die anzustrebende Versorgungsstufe C entspricht bei Kalium einem Optimalwert von 15 - 25 mg K₂O/100 g Boden (SCHALLER, 1993). Sehr hohe Kaliumwerte wurden bei den Betrieben 2 und 5 im Boden festgestellt.

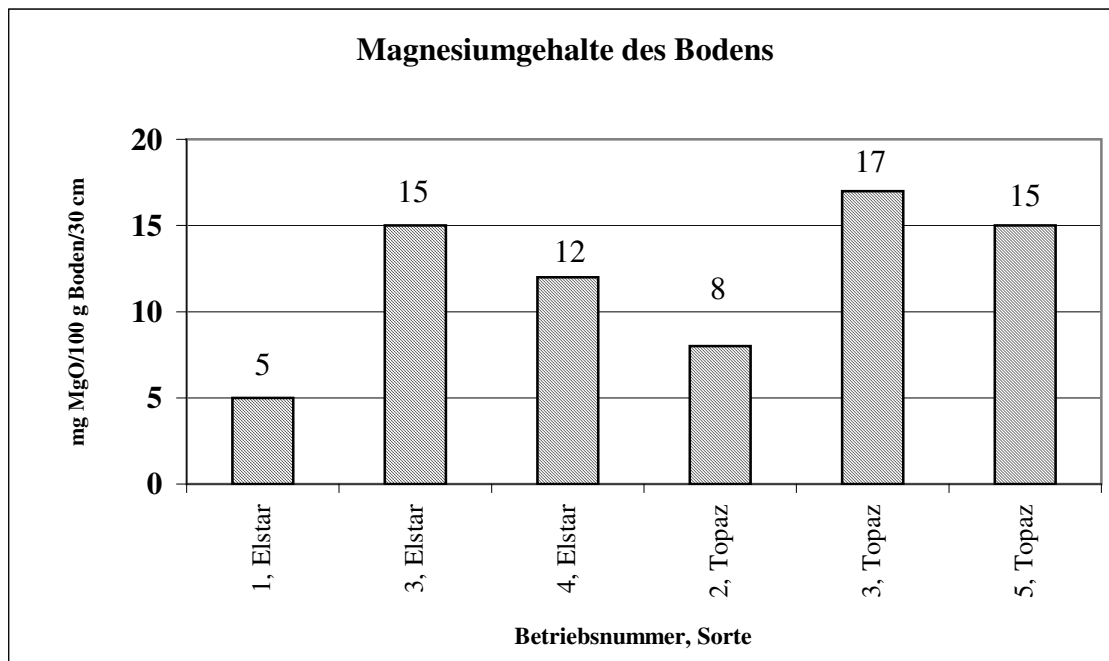


Abbildung 5: Magnesiumgehalte des Bodens

Bei Magnesium ist ein Optimalwert von > 12 mg MgO/100 g Boden anzustreben (SCHALLER, 1993). Damit wird die Versorgungsstufe C erreicht. Die Magnesiumgehalte waren bei Betrieb 1 und 2 etwas zu niedrig. In Tabelle 17 sind die Gehalte von Phosphor, Kalium und Magnesium der einzelnen Betriebe zusammengefasst.

Tabelle 17: Versorgungsgrad mit Phosphor, Kalium und Magnesium

Sorte	Betrieb	Phosphor	Kalium	Magnesium
Elstar	1	optimal	optimal	niedrig
Elstar	3	optimal	optimal	optimal
Elstar	4	niedrig	optimal	optimal
Topaz	2	niedrig	hoch	niedrig
Topaz	3	niedrig	optimal	hoch
Topaz	5	optimal	hoch	optimal

Eine optimale Versorgung bei Phosphor, Kalium und Magnesium konnte nur auf dem Betrieb 3 bei der Sorte 'Elstar' und auf dem Betrieb 5 bei 'Topaz' festgestellt werden. Auf den anderen Betrieben war mindestens ein Hauptnährstoff im Bereich des leichten Mangels. Bei allen Betrieben waren die Borgehalte des Bodens im Optimum, die Zinkgehalte dagegen im Mangelbereich. Die Spurennährstoffgehalte des Bodens und die daraus abgeleiteten Düngeempfehlungen für die einzelnen Betriebe sind in den Tabellen 92 und 93 im Anhang zusammengestellt (Seite 106).

3.1.1.2 Blattanalysen April 2003

Um Rückschlüsse auf die tatsächlich aufgenommenen Nährstoffe ziehen zu können, wurde am 14.04.2003 eine frühe Blattanalyse durchgeführt. Dazu wurden jeweils 50 Blütenbüschel mit Rosettenblätter bei den ausgesuchten Bäumen entnommen. Alle Blattanalysen wurden durch das landwirtschaftliche Labor Dr. Janssen GmbH in Gillersheim durchgeführt. Untersucht wurden die Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium (siehe Tabelle 18), bei den Mikronährstoffen Bor, Eisen, Kupfer, Mangan, Molybdän sowie Zink (siehe Tabelle 20). Die Untersuchungsergebnisse von Molybdän liegen unterhalb der Nachweisgrenze. Allgemein wurde festgestellt, dass aufgrund der sehr trockenen Bedingungen im März und April alle Nährstoffe nicht in optimalen Mengen aufgenommen werden konnten (siehe Klimadiagramme aus Weinsberg 2003 Seite 16 und 17).

Tabelle 18: Hauptnährstoffgehalte und Optimalwerte der Rosettenblätter April 2003 (Angaben in mg/kg TS)

Sorte	Betrieb	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Magnesium	Calcium
Elstar	1	4,44	0,61	2,14	0,29	0,88
Elstar	3	4,31	0,59	2,23	0,28	0,76
Elstar	4	4,25	0,54	2,19	0,21	0,90
Topaz	2	3,87	0,52	1,99	0,30	0,96
Topaz	3	3,87	0,51	1,85	0,30	1,20
Topaz	5	3,68	0,54	1,89	0,32	0,87
Optimalwert*		3,80 - 4,50	0,36 - 0,40	2,20 - 2,30	0,30 - 0,38	0,70 - 1,30

* LINDICKE, 2003

Bei **Stickstoff** befanden sich alle Betriebe im Optimalbereich. Es zeigte sich ganz deutlich ein Sortenunterschied zwischen 'Elstar' und 'Topaz'. Die Stickstoffwerte von 'Topaz' waren um ca. 0,5 % TS niedriger als bei 'Elstar'. Alle Betriebe lagen bei **Phosphor** im Optimum. Nach Quast (1986) kann aufgrund der relativ guten Humusgehalte und der aktiven Böden etwas mehr Phosphor über die Wurzel in die Blätter aufgenommen werden. Bei Betrieb 1 wurde zusätzlich ein Gesteinsmehl appliziert. Auch bei Phosphor hatte 'Topaz' einen etwas geringeren Nährstoffgehalt als 'Elstar'. Allgemein passen die Blattwerte nicht immer mit den im Boden gemessenen Gehalten zusammen. Beim Phosphor lagen zum Beispiel bei der Sorte 'Elstar' der Betrieb 4 und bei 'Topaz' die Betriebe 2 und 3 im Mangelbereich im Boden, aber wie bereits erwähnt bei den Blättern im Optimum.

Die Sorte 'Elstar' lag bei den Betrieben 1, 3 und 4 im Optimumbereich des **Kaliums**. Dagegen zeigte sich der sortenbedingte Unterschied bei den niedrigeren Kaliumgehalten in den Blättern von 'Topaz'. Sämtliche Betriebe bewegten sich an der unteren Grenze des Optimalbereichs von **Magnesium**. Bei Magnesium hatte die Sorte 'Elstar' tendenziell niedrigere Gehalte in den Blättern als 'Topaz'. Ein relativer Magnesiummangel liegt vor, wenn der Gehalt des Kaliums im Blatt den Magnesiumgehalt um das Sechs- bis Zehnfache übersteigt (QUAST, 1986). Bei allen Betrieben lag ein relativer Magnesiummangel vor. Dadurch können die niedrigeren Magnesiumgehalte in den Blättern erklärt werden. Das Kalium-Magnesium-Verhältnis sollte genau weiter verfolgt werden und gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. Bei Betrieb 4 lag der Magnesiumgehalt von 0,21 % TS unterhalb des Optimums, dies ist durch den niedrigen pH-Wert zu begründen. Infolge der hohen Konzentration an Wasserstoffionen (Antagonismus) wird bei niedrigen pH-Werten die Aufnahme von Magnesium begrenzt (QUAST, 1986). Alle Betriebe befanden sich innerhalb des Optimums von **Calcium**. Die Sorte 'Elstar' hatte niedrigere Gehalte an Calcium im Blatt als

'Topaz'. Die Tabelle 19 fasst den Versorgungsgrad der Blätter mit Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium der einzelnen Betriebe zusammen.

Tabelle 19: Versorgungsgrad der Rosettenblätter mit Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium April 2003

Sorte	Betrieb	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Magnesium	Calcium
Elstar	1	optimal	hoch	optimal	optimal	optimal
Elstar	3	optimal	hoch	optimal	optimal	optimal
Elstar	4	optimal	hoch	optimal	niedrig	optimal
Topaz	2	optimal	hoch	optimal	optimal	optimal
Topaz	3	optimal	hoch	niedrig	optimal	optimal
Topaz	5	optimal	hoch	niedrig	optimal	optimal

Eine optimale Versorgung konnte bei fast allen Betrieben festgestellt werden. Bei Betrieb 4 ist der niedrige Magnesiumgehalt in den Blättern durch den niedrigen pH-Wert zu erklären. Die niedrigen Kaliumgehalte bei der Sorte 'Topaz' sind sortenbedingt.

Durch die sehr trockenen Bedingungen im Frühjahr wurde die Aufnahme von Mangan und Zink negativ beeinflusst. Die nächste Tabelle 20 zeigt die Spurennährstoffgehalte Bor, Eisen, Kupfer, Mangan und Zink.

Tabelle 20: Spurennährstoffgehalte und Optimalwerte der Rosettenblätter April 2003 (Angaben in mg/kg TS)

Sorte	Betrieb	Bor	Eisen ²⁾	Kupfer	Mangan	Zink
Elstar	1	59	1025	384	51	74
Elstar	3	69	180	126	44	66
Elstar	4	76	110	332	39	126
Topaz	2	39	164	190	65	55
Topaz	3	42	129	34	58	57
Topaz	5	33	152	51	55	71
Optimalwert ¹⁾		48 - 60	80 - 240	15 - 25	120 - 220	100 - 140

¹⁾ LINDICKE, 2003, ²⁾ STIMPFL, 2001

Bei 'Elstar' wurden höhere **Borgehalte** im Blatt als bei 'Topaz' festgestellt. Auch im Vergleich mit den Daten von KOPP und GUTBERLETT wurde dies als sortentypischer Unterschied bewertet. Zusätzlich waren bei 'Elstar' die Gehalte an Bor im Boden höher (siehe Tabelle 92 im Anhang). Der Betrieb 4 hatte mehrmals einen borhaltigen Blattdünger (Solubor) ausgebracht und auch den höchsten Borgehalt im Boden. Bei Betrieb 3 wurde vor der Blattnahme bei 'Elstar' Wuxal Ascofol zur Blattdüngung appliziert, dieser Blattdünger enthält nennenswerte Mengen an Bor. Die Borgehalte in den Blättern entsprachen den Gehalten an Bor im Boden.

Bei **Eisen** war der Richtwert von 80 - 240 mg/kg für Blätter zur Zeit der Blüte. Alle Betriebe lagen im Optimum. Der Betrieb 1 hatte einen sehr hohen Eisengehalt in den Blättern. Es wurden keine speziellen eisenhaltigen Blattdünger appliziert. Der Wert konnte nicht genau erklärt werden und wurde durch eine weitere Blattuntersuchung nochmals überprüft. Bei einer Analyse vom 08.07.2003 wurden nur 24 mg/kg Eisen festgestellt. Alle Betriebe lagen bei **Kupfer** oberhalb des Optimumbereichs. Die Unterschiede zwischen den Betrieben 1, 3, 4 ('Elstar') und 2 ('Topaz') können durch die unterschiedlichen Zahl und Höhe der Kupferspritzungen bis

zum Probenahmetermin erklärt werden. Bei den Betrieben 3 und 5 mit der Sorte 'Topaz' wurden keine Kupferbehandlungen vor der Entnahme der Blattproben durchgeführt. Zusätzlich waren die Monate März und April sehr trocken, dadurch wurde wenig Kupfer abgewaschen.

Bei **Mangan** ist der sortenbedingte Unterschied sehr gut zu erkennen. Die Sorte 'Elstar' hatte niedrigere Mangangehalte im Blatt als 'Topaz'. Speziell bei relativ guten Humusgehalten und trockenen Bedingungen wird das Mangan durch die Bakterien im Boden in nichtaufnehmbare Formen oxidiert (QUAST, 1986). Durch die sehr trockenen Bedingungen im März und April waren die Mangangehalte in den Blättern bei allen Betrieben unterhalb des Optimums.

Die Betriebe 1, 2, 3 und 5 lagen alle unterhalb des Optimums von **Zink**. Das ist auf den Zinkmangel im Boden zurückzuführen. Zusätzlich konnte infolge der sehr trockenen Bedingungen im März und April weniger Zink aufgenommen werden. Nur der Betrieb 4 befand sich im Optimum, dieser hatte im Boden den höchsten Zinkgehalt. Außerdem wurde auf diesem Betrieb ein Blattdünger mit Zink (Zinflow) vor der Entnahme der Blätter appliziert, dadurch lässt sich der gute Gehalt an Zink in den Blättern erklären. Eine ausreichende Zinkversorgung ist gegeben, wenn sich das Verhältnis von Phosphor zu Zink unter 100 zu 1 bewegt (QUAST, 1986). Unter Berücksichtigung der Phosphorgehalte lag der Zinkwert bei allen Betrieben knapp im optimalen Versorgungsbereich.

In Tabelle 21 ist eine betriebsspezifische Beschreibung der Versorgungsgrade der Blätter mit Bor, Eisen, Kupfer Mangan und Zink zusammengefasst. Ein optimaler Versorgungsgrad bei allen Spurennährelementen wurde bei keinem Betrieb erreicht.

Tabelle 21: Versorgungsgrad der Rosettenblätter mit Bor, Eisen, Kupfer, Mangan und Zink April 2003

Sorte	Betrieb	Bor	Eisen	Kupfer	Mangan	Zink
Elstar	1	optimal	hoch	hoch	niedrig	niedrig
Elstar	3	hoch	optimal	hoch	niedrig	niedrig
Elstar	4	hoch	optimal	hoch	niedrig	optimal
Topaz	2	niedrig	optimal	hoch	niedrig	niedrig
Topaz	3	niedrig	optimal	hoch	niedrig	niedrig
Topaz	5	niedrig	optimal	hoch	niedrig	niedrig

3.1.1.3 Blattanalysen Juni 2003

Für eine frühe Blattanalyse wurden am 16.06.2003 jeweils 75 Blätter bei den ausgesuchten Bäumen entnommen. Um den optimalen Versorgungsgrad der Bäume mit Nährstoffen festzustellen, wurden nur ausgewachsene Blätter von Jahrestrieben untersucht, welche die Ernährung von Früchten sicherstellen sollen (Triebe mit Äpfel). Es wurde nur eine Analyse der Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium durchgeführt. Analog zu den Blattanalysen im April ist festzustellen, dass aufgrund der sehr trockenen Bedingungen im Mai und Juni insbesondere die Nährstoffe (Stickstoff und Phosphor) nicht in optimalen Mengen aufgenommen werden konnten (siehe Klimadiagramme aus Weinsberg 2003 Seite 16 und 17).

In der nächsten Tabelle 22 sind die Hauptnährstoffgehalte Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium der Blätter dargestellt.

Tabelle 22: Hauptnährstoffgehalte und Optimalwerte der Blätter Juni 2003
(Angaben in % TS)

Sorte	Betrieb	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Magnesium	Calcium
Elstar	1	2,39	0,21	1,64	0,33	1,28
Elstar	3	2,31	0,20	1,20	0,36	1,42
Elstar	4	2,25	0,29	1,63	0,27	1,62
Topaz	2	2,46	0,18	1,61	0,39	1,95
Topaz	3	2,49	0,22	1,06	0,39	1,56
Topaz	5	2,22	0,17	1,46	0,37	1,36
Optimalwert ¹⁾²⁾		2,50 - 2,80	0,28 - 0,32	1,30 - 1,80	0,23 - 0,33	1,30 - 1,80

¹⁾ LINDICKE, 2003, ²⁾ DRAHORAD, 1997

Alle Betriebe bewegten sich an der unteren Grenze des Optimalbereichs von **Stickstoff**. Trotz der Applikationen von Blattdüngern in den betriebsüblichen Spritzfolgen waren die Stickstoffgehalte nicht im Optimum. Bis dahin wurden ca. 5 Spritzungen mit insgesamt 1,2 kg N/ha (20 l Vinasse mit 5 % N) Reinnährstoff ausgebracht. Im Optimum von Phosphor lag der Betrieb 4. Alle anderen Betriebe bewegten sich unterhalb des optimalen Versorgungsbereichs. Infolge der guten Speichermöglichkeiten von **Phosphor** im Holzkörper von Apfelbäumen, können sie auch mit einer niedrigeren Aufnahme an Phosphor auskommen (QUAST, 1986). Bei Phosphor hatte 'Topaz' einen etwas geringeren Gehalt als 'Elstar'.

Die Sorte 'Elstar' lag bei den Betrieben 1 und 4 im Optimumbereich von **Kalium**. Der Betrieb 3 bewegte sich im unteren Versorgungsbereich. Analog zur Blattanalyse im April zeigte sich der sortenbedingte Unterschied bei den niedrigeren Kaliumgehalten in den Blättern von 'Topaz'. Die Betriebe 2 und 5 befanden sich im Optimum. Der Betrieb 3 lag unterhalb des Versorgungsbereichs. Sämtliche Betriebe bewegten sich im Optimalbereich von **Magnesium**. Wie bei der Blattanalyse im April hatte bei Magnesium die Sorte 'Elstar' tendenziell niedrigere Gehalte in den Blättern als 'Topaz'. Ein relativer Magnesiummangel liegt vor, wenn der Gehalt des Kaliums im Blatt den Magnesiumgehalt um das sechs bis zehnfache übersteigt (QUAST, 1986). Bei allen Betrieben lag kein relativer Magnesiummangel mehr vor. Das Kalium-Magnesium-Verhältnis hatte sich zu Gunsten vom Magnesium verbessert. Alle Betriebe befanden sich innerhalb des Optimums von **Calcium**. Analog zur Blattanalyse im April hatte die Sorte 'Elstar' niedrigere Gehalte an Calcium im Blatt als 'Topaz'. Die Tabelle 23 beschreibt den Versorgungsgrad der Blätter mit Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium der einzelnen Betriebe.

Tabelle 23: Versorgungsgrad der Blätter mit Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium Juni 2003

Sorte	Betrieb	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Magnesium	Calcium
Elstar	1	niedrig	niedrig	optimal	optimal	optimal
Elstar	3	niedrig	niedrig	niedrig	optimal	optimal
Elstar	4	niedrig	optimal	optimal	optimal	optimal
Topaz	2	niedrig	niedrig	optimal	optimal	optimal
Topaz	3	niedrig	niedrig	niedrig	optimal	optimal
Topaz	5	niedrig	niedrig	optimal	optimal	optimal

Eine optimale Versorgung bei allen Nährstoffen konnte bei keinem Betrieb festgestellt werden.

3.1.1.4 Blattanalysen August 2003

Analog zu den Blattanalysen im Juni wurden auf allen Betrieben am 13.08.2003 jeweils 75 Blätter bei den markierten Bäumen entnommen. Untersucht wurden die Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium (siehe Tabelle 24), bei den Mikronährstoffen waren es Bor, Eisen, Kupfer, Mangan, Molybdän sowie Zink (siehe Tabelle 26). Die Untersuchungsergebnisse von Molybdän lagen unterhalb der Nachweisgrenze. Die sehr trockenen Wetterbedingungen zeigten auch bei den Augustanalysen ihre Wirkung, so dass nicht alle Nährstoffe optimal aufgenommen werden konnten (siehe Klimadiagramme aus Weinsberg 2003 Seite 16 und 17).

Tabelle 24: Hauptnährstoffgehalte der Blätter August 2003 (Angaben in % TS)

Sorte	Betrieb	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Magnesium	Calcium
Elstar	1	2,60	0,19	1,48	0,38	1,94
Elstar	3	2,23	0,17	0,63	0,49	2,09
Elstar	4	2,19	0,30	1,43	0,33	2,40
Topaz	2	2,29	0,18	1,44	0,34	2,39
Topaz	3	2,23	0,18	0,81	0,51	2,56
Topaz	5	2,06	0,15	1,08	0,47	2,39
Optimalwert ¹⁾²⁾		2,20 - 2,60	> 0,15	1,10 - 1,40	> 0,20	> 1,00

¹⁾ DRAHORAD, 1997, ²⁾ QUASt, 1986

Alle Betriebe bewegten sich an der unteren Grenze des Optimalbereichs von **Stickstoff**. Nur der Betrieb 1 hatte einen hohen Stickstoffgehalt von 2,6 %. Das war auf den niedrigeren Ertrag und das damit verbundene stärkere Wachstum der Bäume zurückzuführen sein. Analog zum Juni lag bei der Sorte 'Topaz' der Betrieb 5 im unteren Versorgungsbereich. Durch die sehr trockenen Bedingungen im Juni und August konnte weniger Stickstoff aufgenommen werden. Die Stickstoffgehalte in den Blättern konnten bei Betrieb 5 auch nicht durch 8 Behandlungen mit Vinasse (dies entspricht ca. 1,5 kg N/ha) verbessert werden.

Im Gegensatz zur Blattanalyse im Juni lagen im August alle Betriebe im Optimum von **Phosphor**. Die Sorte 'Elstar' lag bei den Betrieben 1 und 4 im Optimumbereich von **Kalium**. Der Betrieb 3 bewegte sich unterhalb des optimalen Versorgungsbereich. Analog zur Blattanalyse im Juni zeigte sich der sortenbedingte Unterschied bei den niedrigeren Kaliumgehalten in den Blättern von 'Topaz'. Die Betriebe 2 und 5 befanden sich im Optimum. Der Betrieb 3 lag unterhalb des Versorgungsbereichs. Durch einen sehr guten Ertrag kann der Kaliumgehalt in den Blättern um ca. 0,2 - 0,4 % niedriger liegen als bei einem Normalertrag (QUAST, 1986). Dadurch können bei Betrieb 3 bei 'Elstar' und 'Topaz' die niedrigen Gehalte an Kalium erklärt werden.

Alle Betriebe bewegten sich im Optimalbereich von **Magnesium**. Wie bei der Blattanalyse im Juni hatte bei Magnesium die Sorte 'Elstar' tendenziell niedrigere Gehalte in den Blättern als 'Topaz'. Bei Betrieb 3 waren die hohen Gehalte an Magnesium in den Blättern durch die guten Magnesiumgehalte im Boden bei den Sorten 'Elstar' und 'Topaz' zu begründen. Sämtliche Betriebe befanden sich innerhalb des Optimums von **Calcium**. Analog zur Blattanalyse im Juni hatte die Sorte 'Elstar' niedrigere Gehalte an Calcium im Blatt als 'Topaz'. Der Gehalt von Calcium in den Blättern kann in einem weiten Bereich liegen, ohne dass ein negatives Anzeichen beim Wachstum der Bäume zu erkennen ist (QUAST, 1986). Die Tabelle 25 beschreibt den Versorgungsgrad der Blätter mit Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium der einzelnen Betriebe.

Tabelle 25: Versorgungsgrad der Blätter mit Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium August 2003

Sorte	Betrieb	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Magnesium	Calcium
Elstar	1	optimal	optimal	optimal	optimal	optimal
Elstar	3	optimal	optimal	niedrig	hoch	optimal
Elstar	4	optimal	hoch	optimal	optimal	hoch
Topaz	2	optimal	optimal	optimal	optimal	hoch
Topaz	3	optimal	optimal	niedrig	hoch	hoch
Topaz	5	niedrig	optimal	optimal	hoch	hoch

Eine optimale Versorgung konnte bei fast allen Betrieben festgestellt werden. Beim Kalium bei der Sorte 'Elstar' lag der Betrieb 3 im unteren Versorgungsbereich. Auch bei der Sorte 'Topaz' wies dieser Betrieb einen niedrigen Kaliumgehalt in den Blättern auf. Das könnte auf die sehr guten Erträge des Betriebes 3 zurückzuführen sein. Dadurch sind laut Quast (1986) niedrigere Kaliumgehalte möglich. Infolge der sehr trockenen Bedingungen im Juni und August konnte bei Betrieb 5 weniger Stickstoff aufgenommen werden. Die Stickstoffgehalte in den Blättern konnten auch nicht durch zusätzliche Applikationen mit Stickstoffdüngern verbessert werden.

Tabelle 26: Spurennährstoffgehalte und Optimalwerte der Blätter August 2003 (Angaben in mg/kg TS)

Sorte	Betrieb	Bor	Eisen	Kupfer	Mangan	Zink
Elstar	1	48,5	98,4	39,4	42,4	14,4
Elstar	3	31,8	140,0	9,5	49,4	14,2
Elstar	4	37,8	86,8	47,9	87,1	23,1
Topaz	2	31,7	78,8	28,9	49,7	16,6
Topaz	3	31,6	97,2	9,6	51,1	18,0
Topaz	5	22,9	82,4	8,5	42,2	17,2
Optimalwert ¹⁾²⁾		20 - 60	60 - 200	5 - 15	60 - 250	20 - 60

¹⁾ DRAHORAD, 1997, ²⁾ QUAST, 1986

Alle Betriebe lagen im optimalen Versorgungsbereich von **Bor**. Sortenbedingt hatte 'Elstar' einen höheren Borgehalt in den Blättern als die Sorte 'Topaz'. Zusätzlich waren bei 'Elstar' die Gehalte an Bor im Boden höher. Infolge der mehrmaligen Applikation eines Blattdüngers (Solubor) wies der Betrieb 1 den höchsten Gehalt an Bor in den Blättern auf. Der Betrieb 4 hatte den höchsten Borgehalt im Boden. Die Gehalte an Bor in den Blättern korrelierten gut zu den Borgehalten im Boden. Sämtliche Betriebe lagen im Optimum von **Eisen**.

Bei der Sorte 'Elstar' befand sich der Betrieb 3 im Optimalbereich von **Kupfer**. Die Betriebe 1 und 4 lagen oberhalb des Optimumbereichs. Die Betriebe 3 und 5 mit der Sorte 'Topaz' waren im optimalen Versorgungsbereich. Der Betrieb 2 war oberhalb des Optimums. Nur der Betrieb 4 bei der Sorte 'Elstar' lag im Optimum von Mangan. Dieser Betrieb hatte Blattdüngungsmaßnahmen mit **Mangan** (Mantrac) durchgeführt. Speziell bei relativ guten Humusgehalten und trockenen Bedingungen wird das Mangan durch die Bakterien im Boden zu Verbindungen oxidiert, die von der Pflanze schwer aufgenommen werden können (QUAST, 1986). Durch die sehr trockenen Bedingungen im Juni und August waren die Mangangehalte in den Blättern bei den Betrieben 1, 2, 3 und 5 unterhalb des Optimums.

Die Betriebe 1, 2, 3 und 5 lagen alle unterhalb des Optimumbereichs von **Zink**. Das war auf den Zinkmangel im Boden zurückzuführen. Zusätzlich konnte infolge der sehr trockenen Bedingungen im Juni und August weniger Zink aufgenommen werden. Auf den Betrieben 1 bei der Sorte 'Elstar' und auf Betrieb 2 bei der Sorte 'Topaz' waren die begrenzenden Faktoren der Zinkaufnahme aus dem Boden der leicht basische pH-Wert und der gute Kalkgehalt (QUAST, 1986). Der Betrieb 4 befand sich im Optimum. Dieser hat im Boden den höchsten Zinkgehalt. Außerdem wurde auf diesem Betrieb ein zinkhaltiger Blattdünger (Zinflow) ausgebracht, dadurch lässt sich der gute Gehalt an Zink in den Blättern erklären.

In Tabelle 26 ist eine Zusammenfassung der Versorgungsgrade der Blätter mit Bor, Eisen, Kupfer Mangan und Zink dargestellt.

Tabelle 26: Versorgungsgrad der Blätter mit Bor, Eisen, Kupfer, Mangan und Zink August 2003

Sorte	Betrieb	Bor	Eisen	Kupfer	Mangan	Zink
Elstar	1	optimal	optimal	hoch	niedrig	niedrig
Elstar	3	optimal	optimal	optimal	niedrig	niedrig
Elstar	4	optimal	optimal	hoch	optimal	optimal
Topaz	2	optimal	optimal	hoch	niedrig	niedrig
Topaz	3	optimal	optimal	optimal	niedrig	niedrig
Topaz	5	optimal	optimal	optimal	niedrig	niedrig

Der optimale Versorgungsgrad wurde bei Betrieb 4 erreicht. Dieser hatte Blattdüngungsmaßnahmen mit Mangan und Zink mit Ausnahmegenehmigung der zuständigen Kontrollstelle durchgeführt. Bei den Betrieben 1, 2, 3 und 5 waren die niedrigen Mangan- und Zinkgehalte in den Blättern durch die sehr trockene Witterung vor der Entnahme der Blätter zu erklären. Zusätzlich waren die niedrigen Zinkgehalte auf den Zinkmangel im Boden zurückzuführen. Aufgrund der Zinkgehalte im August sollte eine Behandlung mit zinkhaltigen Blattdüngern vor der Blüte 2004 eingeplant werden.

3.1.2 Blüh- und Ertragsverhalten

3.1.2.1 Knospenanalyse Januar 2003

Die Entnahme der Fruchttäste erfolgte im Januar 2003 an den markierten Bäumen. Es wurde pro Betrieb eine Stichprobe von 100 potentiellen Blütenknospen ausgezählt. In Abbildung 6 werden die Ergebnisse der Knospenuntersuchung bei den Sorten 'Elstar' und 'Topaz' auf den verschiedenen Betrieben dargestellt.

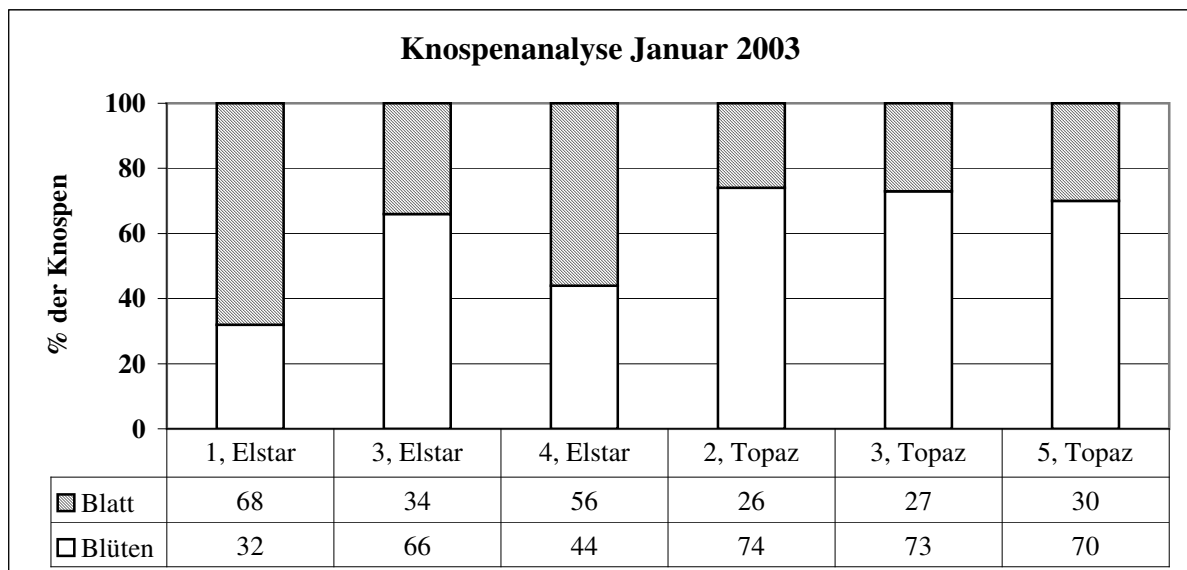


Abbildung 6: Ergebnisse der Knospenanalyse im Januar 2003, prozentualer Anteil an Blatt- und Blütenknospen

Für ein ausgeglichenes Blatt-Fruchtverhältnis sollte bei der Sorte 'Elstar', ein Blütenknospenanteil von 60 - 80 % erreicht werden. In Betrieb 3 wurden bei der Sorte 'Elstar' 66 % Blütenknospen ausgezählt, so dass von einem normalen Blütenbesatz ausgegangen werden konnte. Dagegen ist bei den Betrieben 1 und 4 nur mit einer mäßigen Blüte zu rechnen. Für eine Ertragskalkulation muss zusätzlich der Knospenbesatz pro Baum geschätzt werden.

Bei 'Topaz' sollte für einen normalen Fruchtbehang ein höherer Blütenknospenanteil als bei 'Elstar' erreicht werden, da diese Sorte in der Blüte frostempfindlicher ist und meist einen stärkeren Junifruchtfall hat. Bei 'Topaz' war für alle Betriebe mit mehr als 70 % Blütenknospenanteil ein guter Blütenansatz zu erwarten. Die tatsächliche Ertragserwartung für die Sorten 'Elstar' und 'Topaz' kann sich durch Blütenfrost noch stark verändern.

Aus den prozentualen Anteilen der Blütenknospen wurden wichtige kulturtechnische Maßnahmen zum Schnitt und zur Düngung für die einzelnen Betriebe abgeleitet (siehe Tabelle 27).

Tabelle 27: Aus den Knospenanalysen abgeleitete Kulturmaßnahmen

Sorte	Betrieb	Winterschnitt	Blattdüngung	Ausdünnungsmaßnahmen
Elstar	1	mäßig	Ja, aber nicht stickstoffbetont	Nur sehr schwache Ausdünnung
Elstar	3	normal	Unterstützende Stickstoff-Düngung um die Blüte	Nur bei Überbehang
Elstar	4	mäßig	Ja, aber nicht stickstoffbetont	Vom tatsächlichen Behang nach der Blüte abhängig
Topaz	2	normal	Unterstützende Stickstoff-Düngung um die Blüte	Sehr schwache Ausdünnung
Topaz	3	normal	Unterstützende Stickstoff-Düngung um die Blüte	Sehr schwache Ausdünnung
Topaz	5	normal	Unterstützende Stickstoff-Düngung um die Blüte	Sehr schwache Ausdünnung

3.1.2.2 Blütenbesatz im Frühjahr 2003

Im Entwicklungsstadium 'Rote Knospe' wurde an jedem markierten Baum die gesamte Zahl an Blütenbüschel ermittelt. Anfang April 2003 gab es mehrere Frostnächte, die zu erheblichen Schäden an den noch geschlossenen Blütenknospen führten. Für die Auswertung des Frostschadens wurde eine Stichprobe von 40 Blütenbüscheln (etwa 200 Einzelblüten) untersucht (siehe Tabelle 28).

Tabelle 28: Pflanzjahr, Ertrag 2002, Blütenbesatz 2003, Blütenfrostschäden und Blütenbüschel/cm² Stammdurchmesser

Sorte	Betrieb	Pflanzjahr	Ertrag 2002	Blütenbüschel pro Baum	% erfrorene Blüten	Blütenbüschel/cm ²
Elstar	1	1996	hoch	33	4,5	1,33
Elstar	3	1994	niedrig	202	6,7	7,94
Elstar	4	1995	niedrig	308	16,7	7,37
Topaz	2	1998	mittel	121	39,8	11,10
Topaz	3	1994	hoch	329	63,8	9,62
Topaz	5	1997	mittel	179	74,6	12,40

Um die Bäume aufgrund ihres unterschiedlichen Alters vergleichen zu können, wurde der Blütenbüschelbesatz auf den Stammquerschnitt bezogen. Die Betriebe 3 und 4 wiesen bei der Sorte 'Elstar' einen sehr guten Blütenbesatz je cm² Stammquerschnitt auf. Bei 'Topaz' lag der Blütenansatz je cm² Stammquerschnitt tendenziell höher als bei 'Elstar'. Die Sorte 'Topaz' hatte stärkere Schäden durch Blütenfrost als 'Elstar' (5 - 17 %). Infolge des stärksten Frostschadens (75 %) bei 'Topaz' hatte der Betriebe 5 einen mäßigen Fruchtertrag zu erwarten. Bei den Betrieben 2 und 3 konnte sich noch ein guter Ertrag entwickeln.

3.1.2.3 Fruchtansatz

Auf allen Betrieben wurden am 23.05.2003 die Äpfel bei allen markierten Bäumen ausgezählt. Analog dazu wurden nach dem Junifruchtfall am 10.06.2003 alle Früchte gezählt. Für die Auswertung wurden die Äpfel pro Blütenbüschel berechnet (siehe Tabelle 29). Allgemein ist festzustellen, dass ein Apfelbaum, der einen geringen Blütenbesatz aufweist, bestrebt ist, alle Blüten zu halten.

Tabelle 29: Blütenbüschel/Baum, Fruchtansatz im Mai und Juni, Zahl Äpfel/Baum Juni, Fruchtansatz zur Ernte, Gesamtübersicht der Mittelwerte

Sorte	Betrieb	Blütenbüschel	Äpfel/ Blütenbüschel Mai	Äpfel/ Blütenbüschel Juni	Zahl Äpfel/Baum Juni	Äpfel/ Blütenbüschel Zur Ernte
Elstar	1	33	2,80	2,37	70	1,13
Elstar	3	202	2,41	1,49	199	1,37
Elstar	4	308	0,77	0,54	146	0,44
Topaz	2	121	1,36	1,09	107	1,09
Topaz	3	329	0,83	0,56	152	0,55
Topaz	5	179	1,22	0,73	123	0,60

Beim Betrieb 2 wurden bei der Sorte 'Topaz' Mitte Juli die Spitze bei einem Teil der Bäume eingekürzt. Diese Maßnahme wurde im Sommer durchgeführt, um die Bäume in der Höhe zu

begrenzen. Die entfernten Äpfel wurden gezählt (23.07.2003) und der Blütenbüschelbesatz an den betroffenen Bäumen nach unten korrigiert.

Allgemein hatte 'Elstar' einen besseren Fruchtansatz als 'Topaz'. Tendenziell hat die Sorte 'Topaz' einen stärkeren Junifruchtfall als die Sorte 'Elstar'. Zusätzlich hatte 'Topaz' einen größeren Ausfall durch Blütenfrost zu verzeichnen. Bei Betrieb 1 bei der Sorte 'Elstar' zeigte sich, dass Bäume mit einem geringen Blütenbesatz versuchen, alle Äpfel zu halten. Es fand nur ein schwacher Junifruchtfall statt. Der Betrieb 3 hatte einen hohen Blütenbesatz und demzufolge auch einen etwas stärkeren Fruchtfall. Bei Betrieb 4 war der beste Blütenbesatz und danach ein sehr niedriger Fruchtansatz zu beobachten. Ende Juni wurde auf diesem Betrieb eine Handausdünnung durchgeführt.

Der Betrieb 2 hatte bei der Sorte 'Topaz' den geringsten Blütenfrostscha den. Daraus entwickelte sich ein guter Blüten- und Fruchtansatz zur Ernte, gefördert wurde der Fruchtansatz sicherlich durch die in der Anlage aufgestellten Bienenvölker. Der Betrieb 3 wies bei 'Topaz' einen sehr guten Blütenbesatz auf. Außerdem hatte der Betrieb den stärksten Fruchtfall. Das ist durch den hohen Anteil erfrorener Blüten (> 60 %) zu begründen. Auch dieser Betrieb hatte Ende Juli von Hand ausgedünnt. Der Betrieb 5 hatte einen normalen Blütenbesatz, aber aufgrund des stärksten Frostscha dens auch den stärksten Junifruchtfall, was am Fruchtansatz zwischen Mai und Juni zu erkennen war. Alle Betriebe setzten bei 'Topaz' Vinasse zur Blattdüngung ein. Bei STOCKERT (2002) konnte mit Vinasse keinen Einfluss auf das Fruchtungsvermögen zur Blüte, aber zur Ernte festgestellt werden.

Im Vergleich zwischen dem Fruchtansatz im Juni und zur Ernte wies der Betrieb 1 bei der Sorte 'Elstar' einen sehr starken Vorerntefruchtfall auf. Das könnte auf den geringeren Ertrag und das stärkere vegetative Wachstums der Bäume zurückzuführen sein. Bei allen anderen Betrieben war der Vorerntefruchtfall nur von geringem Ausmaß. Bei Betrieb 5 bei der Sorte 'Topaz' war der etwas stärkere Vorerntefruchtfall auf die Verluste durch den sehr starken Apfelwicklerbefall zurückzuführen, wodurch sich der geringe Fruchtansatz zur Ernte ergab.

3.1.2.4 Ertragsdaten Ernte 2003

Im Folgenden werden die Ergebnisse zur Zahl Äpfel pro Baum, zum Einzelbaumertrag und zum Einzelfruchtgewicht dargestellt (siehe Tabelle 30). Die Zahlen beziehen sich auf den Rohertrag pro Baum, das heißt die Bäume wurden komplett gepflückt und die Früchte bei der Ernte nicht vorsortiert. Lediglich angepickte Äpfel oder *Monilia*-befallene Äpfel wurden aussortiert.

Tabelle 30: Ertragsdaten 2003, Zahl Äpfel/Baum, Einzelbaumertrag, Fruchtgewicht

Sorte	Betrieb	Äpfel/Baum	Einzelbaumertrag kg/Baum	Fruchtgewicht g/Frucht
Elstar	1	25	2,83	114,0
Elstar	3	180	21,65	120,4
Elstar	4	103	14,69	142,3
Topaz	2	100	12,58	125,9
Topaz	3	159	22,45	141,4
Topaz	5	68	8,73	129,1

Allgemein schwankten die Erträge zwischen den Bonituren bei der Sorte 'Elstar' stärker als bei 'Topaz'. 'Elstar' auf Betrieb 1 befand sich in der Alternanz. Dieser hatte lediglich etwa 25 Äpfel pro Baum, bei einem mittleren Ertrag von 3 kg/Baum ergab sich daraus ein Fruchtgewicht von ca. 115 g. Dagegen hatte der Betrieb 3 bei der Sorte 'Elstar' infolge der höchsten Bäume auch die meisten Äpfel pro Baum (etwa 180) und den besten Einzelbaumertrag mit ca. 20 kg. Dadurch verringerte sich das Einzelfruchtgewicht (ca. 120 g). Im mittleren Bereich mit ungefähr 100 Früchte pro Baum befand sich der Betrieb 4. Aufgrund seines durchschnittlichen Ertrages von ca. 15 kg/Baum und der zusätzlichen Handausdünnung wies dieser Betrieb das höchste Einzelfruchtgewicht von ca. 140 g auf.

Der Betrieb 2 lag mit etwa 100 Früchte/Baum, ungefähr 13 kg/Baum und einem durchschnittlichen Fruchtgewicht von 125 g im normalen Bereich. Analog zu 'Elstar' hatte der Betrieb 3 auch bei der Sorte 'Topaz' die besten Ertragsdaten mit ca. 160 Äpfel/Baum, mehr als 20 kg/Baum und ungefähr 140 g/Frucht. Infolge der Handausdünnung wurde das Einzelfruchtgewicht, trotz des sehr guten Ertrages, stark erhöht. Dagegen erreichte der Betrieb 5 mit ca. 70 Äpfel/Baum einen Ertrag von 9 kg/Baum (nur 130 g/Frucht). Das könnte auf den sonnigen und dadurch etwas trockenen Standort zurückzuführen sein.

Je nach Betrieb sind die Erträge sehr gut, dies ist insgesamt aber nur positiv zu bewerten, wenn der Blütenknospenansatz für das Jahr 2004 nicht darunter leidet (siehe Kapitel 3.1.6 Blütenknospenanalyse Dezember 2003). Ein Fruchtgewicht bei 'Elstar' von 120 g entspricht einer Fruchtgröße von 65 - 70 mm, 140 g entsprechen einer Größe 70 - 75 mm. Bei 'Topaz' ergibt das durchschnittliche Fruchtgewicht von 130 g eine Größenkalibrierung von 70 - 75 mm.

3.1.2.5 Reife- und Festigkeitsmessungen

Die Tabellen 31 und 32 zeigen die Reifemessungen vom September 2003. Mit einem Penetrometer wurde zum Erntetermin bei der Bestimmung des Streif-Indexes und nach der Auslagerung (27.11.2003) die Fruchtfleischfestigkeit gemessen, um Rückschlüsse auf die Konsistenz der Früchte zu erhalten. Die Festigkeit der Früchte sollte sortenspezifisch bestimmte Werte nicht unterschreiten, damit sie für eine Langzeitlagerung geeignet sind. Je härter die Früchte sind, desto besser können sie für die Lagerung in Kurz- oder Langzeitlagern verwendet werden. Die erste Pflücke von 'Elstar' erfolgte am 25.08., die zweite am 02.09. und die dritte am 11.09.2003. Bei 'Topaz' wurden die Äpfel am 12.09., 22.09. und am 01.10.2003 gepflückt.

Tabelle 31: Streif-Index, Refraktometerwert, Stärkeabbau und Fruchtfleischfestigkeit von Elstar in Abhängigkeit vom Betrieb und vom Pflücktermin

Betrieb	Pflücke	Ø Streif F/(R*S)	Ø Brix in %	Ø Stärke 1 - 10	Ø Festigkeit kg/cm ²	Ø Festigkeit ³⁾ kg/cm ²
1	1	0,10	16,8	5,2	7,9	5,3
1	2	0,07	16,0	6,7	6,2	5,3
3	1	0,22	14,6	3,4	8,0	5,1
3	2	0,15	15,3	3,5	7,2	4,9
3	3	0,09	14,4	5,7	7,2	5,0
4	1	0,15	15,0	4,2	8,6	5,0
4	2	0,18	15,0	3,1	7,0	4,8
4	3	0,11	14,5	4,2	6,4	5,1
Optimalwerte ¹⁾		0,30	11,5 - 12,5	2 - 3	7,0 - 8,0	> 5,5 ²⁾

¹⁾ BAAB, 2002, ²⁾ LINNEMANNSTÖNS, 2004, ³⁾ 8 - 10 Wochen nach der Ernte

Bei der Sorte 'Elstar' befand sich die Festigkeit im Toleranzbereich. Aufgrund der warmen und trockenen Witterung während der Reifephase der Äpfel waren die Brix-Werte höher als in einem normalen Jahr. Außerdem war der Stärkeabbau schon weiter fortgeschritten. Für eine bessere Deckfarbenausbildung wurde ein etwas späterer Erntetermin gewählt, um die Verluste mangels Farbe zu minimieren. Dadurch ließ sich der niedrigere Streifindex erklären. Die Früchte bei Betrieb 1 hatten gegenüber den Betrieben 2 und 3 einen niedrigeren Streif-Index. Das könnte auf den geringeren Ertrag bei Betrieb 1 und die schlechtere Ausfärbung zurückzuführen sein, wodurch die Früchte schneller reif werden.

Tabelle 32: Streif-Index, Refraktometerwert, Stärkeabbau und Fruchtfleischfestigkeit von Topaz in Abhängigkeit vom Betrieb und vom Pflücktermin

Betrieb	Pflücke	Ø Streif F/(R*S)	Ø Brix in %	Ø Stärke 1 - 10	Ø Festigkeit kg/cm ²	Ø Festigkeit ³⁾ kg/cm ²
2	2	0,15	13,3	4,3	8,3	6,5
3	1	0,24	14,5	3,0	9,9	6,4
3	2	0,13	14,3	4,4	7,9	6,3
3	3	0,13	14,0	4,7	8,2	6,5
5	1	0,16	15,3	4,0	10,0	6,4
5	2	0,12	15,8	4,6	8,5	6,5
Optimalwerte ¹⁾		0,14	12 - 13	4 - 6	7,0 - 8,0	> 5,5 ²⁾

¹⁾ BAAB, 2002, ²⁾ LINNEMANNSTÖNS, 2004, ³⁾ 8 - 10 Wochen nach der Ernte

Bei der Sorte 'Topaz' lag die Festigkeit in einem sehr guten Bereich. Auch bei dieser Sorte war der Brix-Wert zum Pflücktermin höher als in normalen Jahren. Der Stärkeabbau war im geforderten Bereich. Beim Betrieb 2 wurde versehentlich vom Betrieb die 1. Pflücke vor der Auswertung gepflückt, deshalb lagen keine Werte vor. Bei Betrieb 3 und 5 waren die Optimalwerte für den Streifindex bei der ersten Pflücke noch nicht ganz erreicht. Die Äpfel der 2. Pflücke erreichten gute Indexwerte.

Allgemein war festzustellen, dass die Fruchtfleischfestigkeit während der Lagerperiode deutlich abnahm. Die Festigkeit war tendenziell von den verschiedenen Pflücken beim zweiten Boniturtermin im November gleich hoch. Bei den Betrieben 1, 3 und 4 mit der Sorte 'Elstar'

betrug die Fruchtfleischfestigkeit zum Boniturtermin im November von allen Pflücken ungefähr 5 kg/cm². Selbst die etwas härteren Früchte der Betriebe 3 und 4 verloren im Kühllager schnell ihre Festigkeit. Das ist ein typisches Merkmal der Ernte 2003 bedingt durch den extrem trockenen und heißen Sommer. Diese Tendenz konnte auch im konventionellen Anbau beobachtet werden. Der Verbraucher empfindet Äpfel als angenehm "bissfest" bis zu einer Festigkeit von 5,5 kg/cm², darunter als weich und mürbe. Dann ist der Geschmackseindruck der Äpfel nicht mehr als positiv zu bewerten (LINNEMANNSTÖNS, 2004).

Die Sorte 'Topaz' wies tendenziell eine höhere Fruchtfleischfestigkeit als 'Elstar' auf. Auch bei den Betrieben 2, 3 und 5 lag die Festigkeit bei allen Pflücken nach der Auslagerung bei ungefähr 6,5 kg/cm², das heißt, die Geschmacksausprägung kann bei allen Früchten als "sehr gut" eingestuft werden.

3.1.3 Äußere Qualität

3.1.3.1 Fruchtgröße und Ausfärbung

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Größensortierung dargestellt.

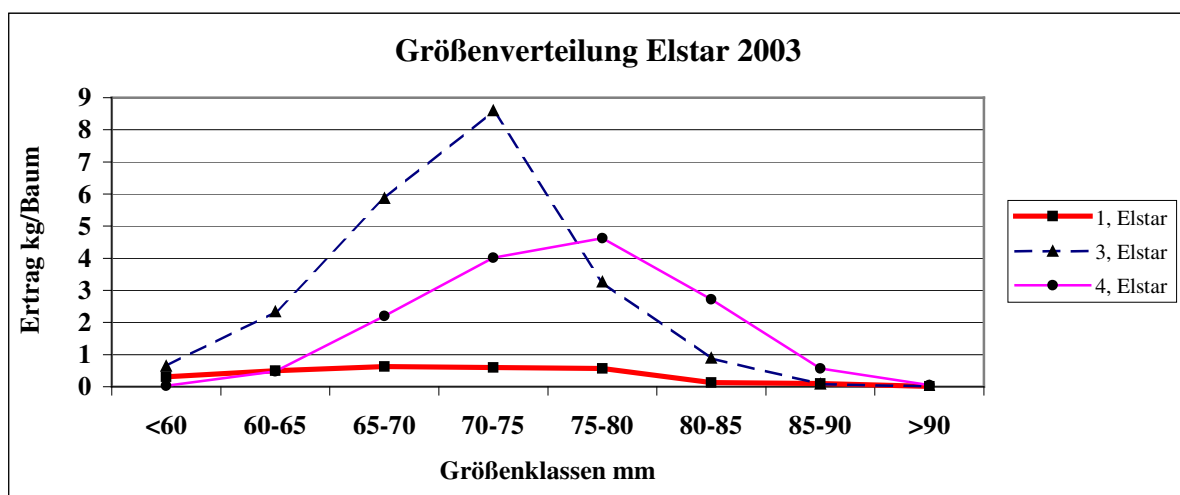


Abbildung 7: Größenverteilung Elstar 2003 [kg/Baum]

Der Betrieb 3 hatte die höchsten Erträge. Infolgedessen lag die Masse der Größensortierung im Bereich 65 bis 80 mm. Außerdem hatte dieser Betrieb ca. 2,5 kg/Baum in 60-65 mm (entspricht 5 t/ha), die über den Handel schwerer zu vermarkten sind. Bei Betrieb 4 befand sich die Masse der Kalibrierung in den Größenklassen 70 bis 85 mm. Ursache war der etwas geringere Ertrag und die durchgeführte Handausdünnung. Bei einer besseren Größenverteilung kann die Ernte arbeitswirtschaftlich günstiger durchgeführt werden.

Beispiel: 18 kg/Baum bei 140 g/Frucht = 129 Äpfel/Baum, bei 120 g/Frucht = 150 Äpfel/Baum. So können bei der Ernte bis zu 100 Arbeitskraftstunden pro Hektar eingespart werden.

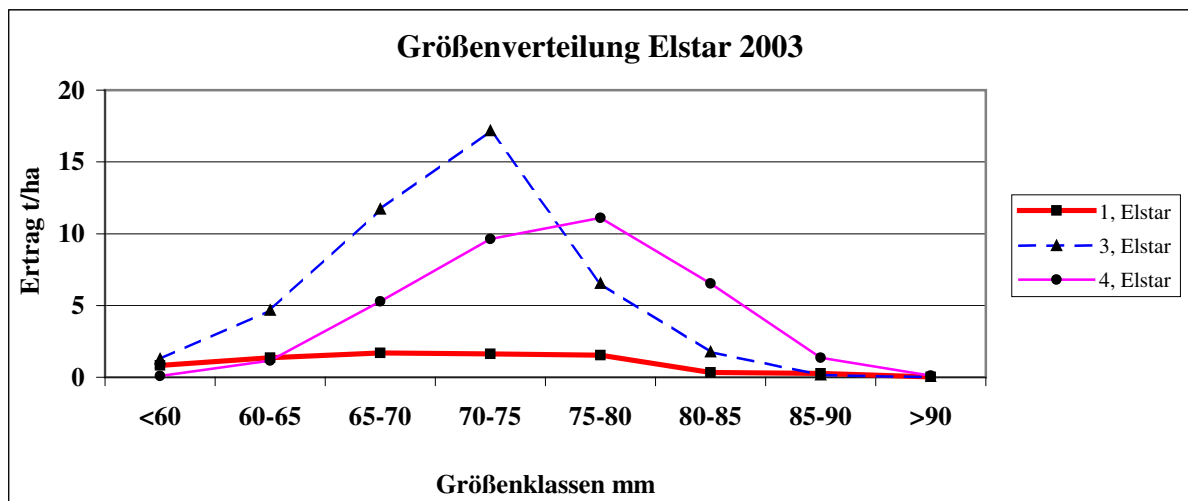


Abbildung 8: Größenverteilung Elstar 2003 [t/ha]

Analog zur Verteilung der Größenklassen beim Einzelbaumertrag verhält es sich beim Hektarertrag. Die beiden Kurven von Betrieb 3 und 4 nähern sich durch die unterschiedliche Baumzahl je ha etwas an (Betrieb 3 mit 2000 Bäumen/ha, Betrieb 4 mit 2300 Bäumen/ha).

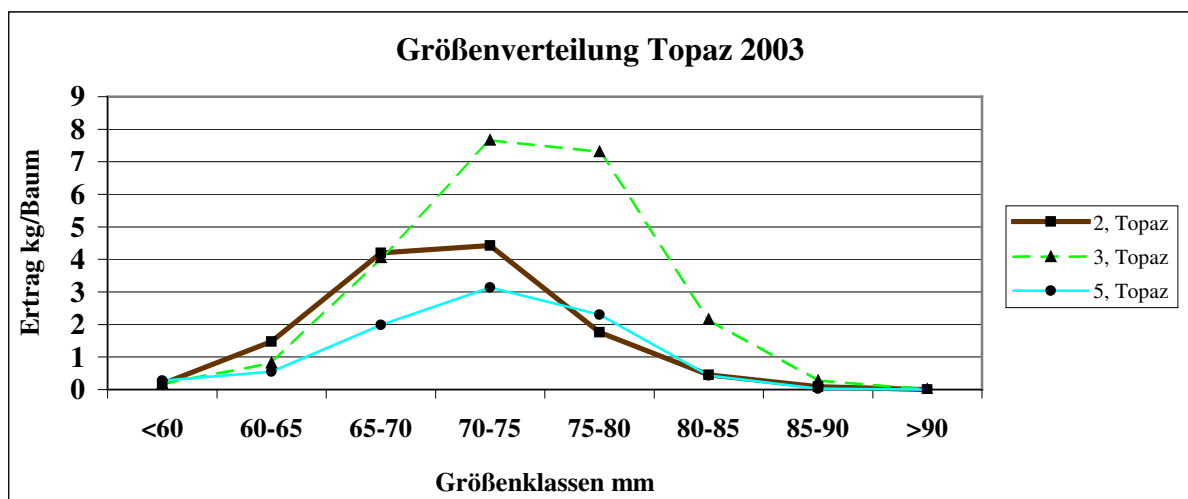


Abbildung 9: Größenverteilung Topaz 2003 [kg/Baum]

Auch bei der Sorte 'Topaz' hatte der Betrieb 3 die höchsten Bäume und somit auch die höchsten Erträge. Die Masse der Äpfel bewegte sich im Größensegment 65 bis 80 mm. Bei allen Betrieben lagen die meisten Früchte in einem gut vermarktaren Bereich. Auf Betrieb 2 und 5 befand sich die Masse auf einem entsprechend niedrigeren Niveau ebenfalls in dem Kalibrierungsbereich von 65 bis 80 mm. Das ist auf den geringeren Ertrag zurückzuführen. Der Betrieb 3 hatte einen hohen Anteil in den Größenklassen 70-75 mm und 75-80 mm. Aufgrund des sonnigen und etwas trockenen Standortes wurde auf Betrieb 5 die Fruchtgröße dort negativ beeinflusst.

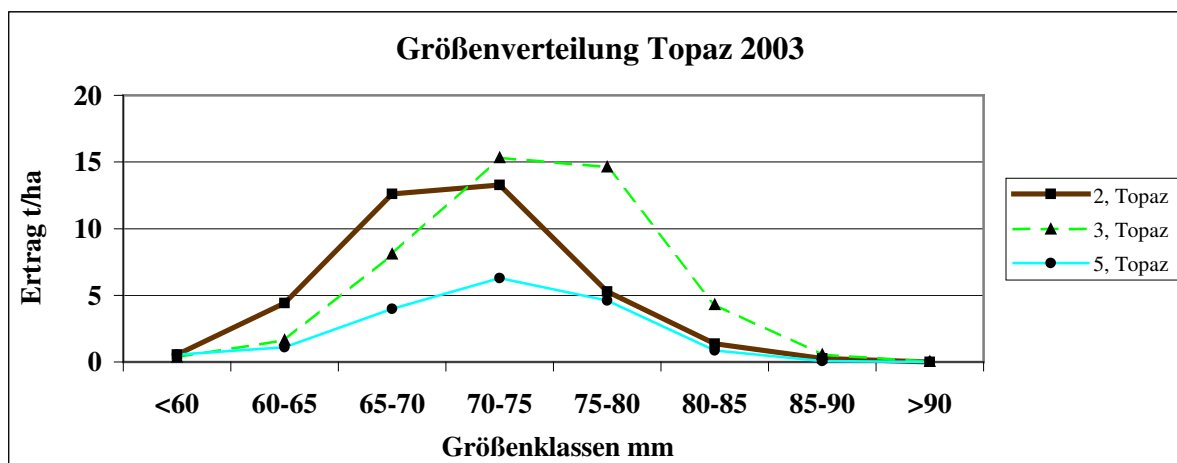


Abbildung 10: Größenverteilung Topaz 2003 [t/ha]

Mit Hilfe des Flächenertrages (t/ha) wird das Verhältnis bei der Sorte 'Topaz' von Betrieb 2 zu Betrieb 3 deutlich verbessert. Infolge der höheren Pflanzdichte bei Betrieb 2 wird trotz eines niedrigeren Einzelbaumertrages als Betrieb 3 ein guter Hektarertrag (t/ha) erzielt. Der Unterschied in der Größenklasse 60-65 mm war hier deutlich zu erkennen. Der Betrieb 2 hatte ca. 5 t/ha in dieser Klasse gegenüber 1 t/ha der Betriebe 3 und 5. Der Betrieb 2 konnte diese Größe gut über seine Direktvermarktung absetzen.

Es gibt momentan Vermarktungstendenzen zu Premiumqualitäten. Um 'Topaz' zu einem höheren Preis zu vermarkten, müssen die Äpfel eine Mindestgröße von 65 mm haben und müssen gut ausgefärbt sein. Die Größenklasse 60 - 65 mm kann zur Zeit in der Direktvermarktung noch sehr gut verkauft werden. Beim Absatz über den Großhandel sind die selbstgewählten Qualitätskriterien (> 65 mm, mindestens 80 % Handelsklasse I in der Kiste) sehr wichtig.

Im Folgenden werden zusammengefasste Qualitätsgruppen bewertet, die eine Kombination aus Größensortierung und Farbsortierung darstellen.

Tabelle 33: Qualitätsgruppen [kg/Baum], klein/zu grün, mittlere und sehr gute Ausfärbung

Qualitätsgruppen	1, Elstar	3, Elstar	4, Elstar	2, Topaz	3, Topaz	5, Topaz
klein/zu grün	1,58	3,99	1,30	3,35	1,89	1,29
mittlere Farbe	1,15	9,87	8,82	6,84	14,56	4,57
sehr gute Farbe	0,11	7,78	4,58	2,39	6,00	2,87

Allgemein war festzustellen, dass infolge der sehr warmen und trockenen Witterung während des Reifeverlaufs der Äpfel die Fruchtausfärbung sehr negativ beeinflusst wurde. Es fehlten deutliche Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht vor der Ernte, die eine Farbausprägung hätten fördern können. Dadurch wurde der Mostobstanteil stark erhöht.

Die Zahlen aus Tabelle 33 sind der besseren Übersicht wegen nochmals in Abbildung 11 graphisch aufbereitet.

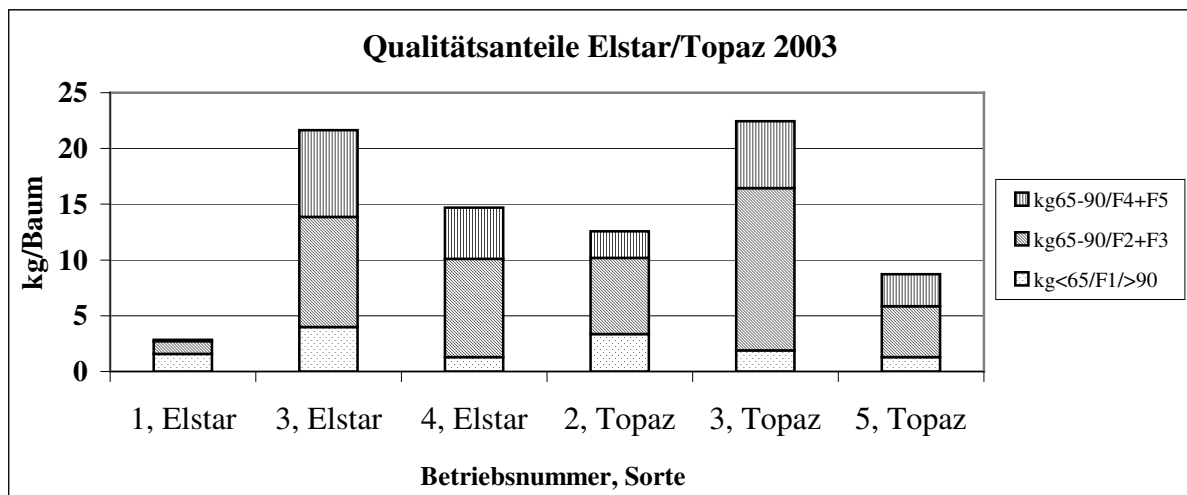


Abbildung 11: Qualitätsanteile Elstar/Topaz 2003 [kg/Baum]

Allgemein sollte der Mostobstanteil in einem normalen Jahr nicht höher als 5 bis 10 % sein, um wirtschaftlich erfolgreich zu bleiben. Da der Betrieb 1 sich in der Alternanz befand, waren die Bäume sehr wüchsig. Zusätzlich war das Wetter sehr warm und trocken, wodurch die Farbausprägung negativ beeinflusst wurde. Deshalb hatte dieser Betrieb bei 'Elstar' auf dem niedrigen Ertragsniveau von 3 kg/Baum ca. 1,6 kg schlecht ausgefärbte Früchte, die als Mostobst vermarktet werden mussten. Infolge der höchsten Bäume bei Betrieb 3 wies dieser den höchsten Ertrag von ungefähr 22 kg/Baum auf. Pro Baum war es auch der höchste Anteil von 4 kg schlecht ausgefärbten Äpfel. Das könnte auf den Nordhang der Anlage zurückzuführen sein. Aufgrund der Handausdünnung auf Betrieb 4 waren diese Früchte sehr gut ausgefärbt. Deshalb lag der Mostobstanteil bei nur 1,3 kg/Baum.

Bei Betrieb 2 wurde bei der Sorte 'Topaz' der höchste Anteil an schlecht ausgefärbten oder zu kleinen Äpfeln mit ca. 3,5 kg/Baum festgestellt. Dieser Betrieb hatte einen Einzelbaumertrag von ca. 12 kg/Baum. Analog zur Sorte 'Elstar' wies der Betrieb 3 bei der Sorte 'Topaz' den höchsten Ertrag im Bereich von 22 kg/Baum auf. Der Anteil von gut ausgefärbten Äpfel in einer guten Größensortierung lag bei mehr als 90 % infolge einer Handausdünnung. Der Betrieb 5 hatte den stärksten Blütenfrostscha den und erreichte etwa 9 kg/Baum. Einen Mostobstanteil (vor allem zu kleine Äpfel) von etwa 15 % lag bei Betrieb 5 vor. Das kann durch die sonnige und trockene Lage des Standortes begründet werden.

In Tabelle 34 werden die Qualitätsgruppen in t/ha zusammengefasst.

Tabelle 34: Qualitätsgruppen [t/ha], klein/zu grün, mittlere und sehr gute Ausfärbung

Qualitätsgruppen	1, Elstar	3, Elstar	4, Elstar	2, Topaz	3, Topaz	5, Topaz
klein/zu grün	4,25	7,99	3,11	10,06	3,79	2,58
mittlere Farbe	3,11	19,74	21,17	20,52	29,12	9,14
sehr gute Farbe	0,28	15,57	10,98	7,16	12,00	5,74

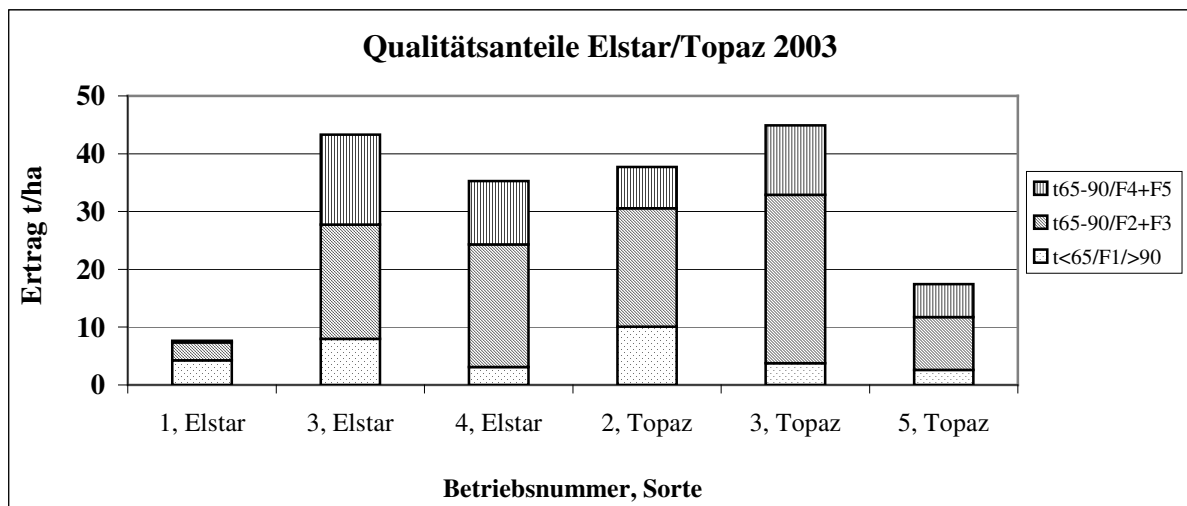


Abbildung 12: Qualitätsanteile Elstar/Topaz 2003 [t/ha]

Bei Betrieb 1 bei der Sorte 'Elstar' mit dem kleinsten Ertrag bestätigte sich, dass es sich um ein Alternanzjahr handelt, analog zu Abbildung 11. Dieser Betrieb wies den geringsten Anteil von gut gefärbten Früchten von etwa 3,5 t/ha auf. Beim Vergleich zwischen den Betrieben 3 und 4 zeigte es sich, dass die beiden Betriebe beim Hektarertrag von gut ausgefärbten Früchten fast auf dem selben Niveau von ca. 35 t/ha lagen. Jedoch hatte der Betrieb 3 einen Mostobstanteil von 8 t/ha.

Bezogen auf den Hektarertrag erzielte der Betrieb 2 bei der Sorte 'Topaz' infolge der höheren Pflanzdichte ein besseres Ergebnis als Betrieb 3. Aber dieser Betrieb wies auch den höchsten Anteil schlecht ausgefärbter Früchte von 10 t/ha auf. Dagegen hatte der Betrieb 3 den höchsten Anteil von gut gefärbten Äpfel von mehr als 40 t/ha.

3.1.3.2 Berostung

Eine Berostung der Äpfel kann auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden. Einen hohen Einfluss hat die Applikation von Pflanzenschutzmitteln während der berostungsempfindlichen Zeit (Blüte bis Haselnussgröße der Früchte). Es werden nur die Berostungsstufen 3 (10 - 30 %) und 4 (> 30 % berostet) bewertet, da diese schlechter zu vermarkten sind. Der prozentuale Anteil der Fruchtberostung wird in Abbildung 13 gezeigt. Für eine erfolgreiche Vermarktung sollte der Anteil stark berosteter Früchte so niedrig wie möglich sein. Auch die Blütenfröste Anfang April hatten eine berostungsfördernde Wirkung.

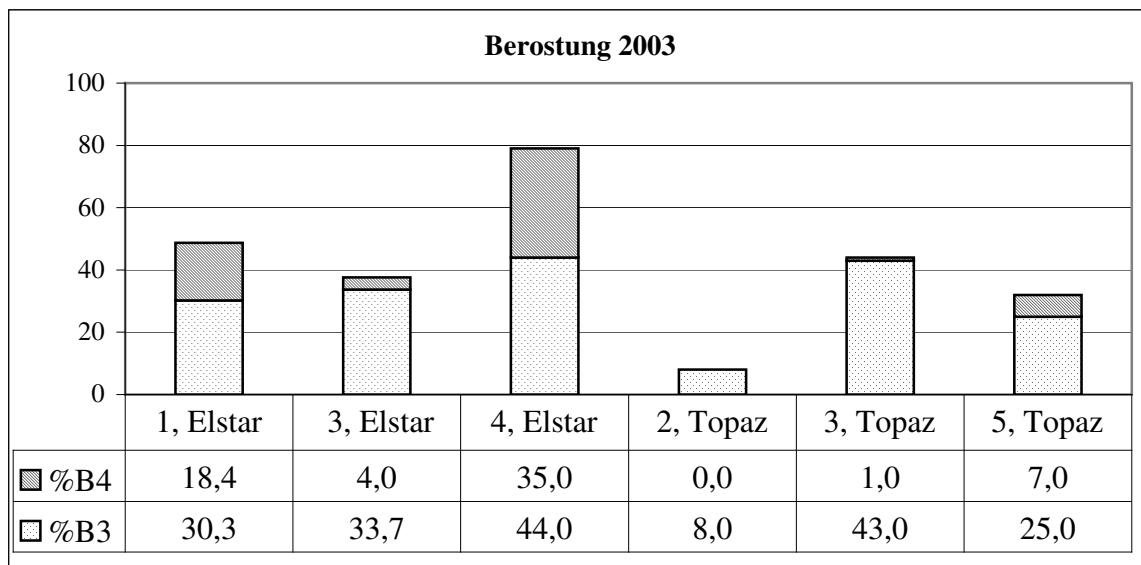


Abbildung 13: Fruchtberostung 2003, Anteile in %

'Elstar' ist sortenbedingt stärker berostet als 'Topaz'. Die Berostungstendenz wird verstärkt bei 'Elstar' durch eine intensivere Spritzfolge gegen den Apfelschorf. Auf Betrieb 3 wurde die geringste Berostung mit einem Anteil von etwa 40 % in den Berostungsstufen 3 und 4 festgestellt. Die Früchte auf Betrieb 1 wiesen einen Anteil von ca. 50 % in den beiden Klassen auf. Die stärkste Berostung lag auf dem Betrieb 4 vor. Die Äpfel hatten einen Anteil von knapp 80 % in den Klassen B3 und B4. Mögliche Ursachen könnten der Blütenfrost sowie der Einsatz von Gesteinsmehlen während der Blüte sein.

Bei der Sorte 'Topaz' wiesen die Früchte auf dem Betrieb 2 den niedrigsten Berostungsanteil von ca. 10 % in der Klasse 3 auf. Auf Betrieb 5 konnte ein Anteil von etwa 30 % in den Stufen B3 und B4 festgestellt werden. Die stärkste Berostung der Äpfel lag auf Betrieb 3 vor mit einem Berostungsanteil von ungefähr 45 % in den beiden Klassen.

3.1.4 Innere Qualität

3.1.4.1 Messung von Zucker, Säure und Vitamin C

Zur Bewertung der inneren Qualität wurden die Gehalte an Zucker (in % Brix), Säure (in g/l) und Vitamin C (in mg/l) untersucht (siehe Tabellen 35 und 36). Die Literaturwerte liegen bei 'Elstar' bei 13,2 - 14,6 % Brix, 6,7 - 13,4 g/l Gesamtsäure und 32 - 190 mg/l Vitamin C (FISCHER, 2003). Bei 'Topaz' liegen die Werte zwischen 13,6 - 15,2 % Brix, 8,0 - 13,7 g/l Gesamtsäure sowie 43 - 141 mg/l Vitamin C (Fischer, 2003). Ein Zucker/Säure-Verhältnis von 15 - 20 zu 1 wird als ausgewogen empfunden und sollte angestrebt werden.

Tabelle 35: Gehalte an Zucker, Säure, Zucker/Säure-Verhältnis und Vitamin C, bei der Sorte Elstar

Betrieb	Zucker % Brix	Säure g/l	Verhältnis Z/S	Vitamin C mg/l
1	15,0	7,9	19,0	25
3	13,6	6,6	20,6	20
4	14,5	8,0	18,1	45
Optimalwerte ¹⁾	13,2 - 14,2	6,7 - 13,4 ²⁾	15 - 20 : 1	32 - 190

¹⁾ FISCHER, 2003, ²⁾ Gesamtsäure

Tabelle 36: Gehalte an Zucker, Säure, Zucker/Säure-Verhältnis und Vitamin C, bei der Sorte Topaz

Betrieb	Zucker % Brix	Säure g/l	Verhältnis Z/S	Vitamin C mg/l
2	13,0	10,1	12,9	<10
3	13,9	9,4	14,8	<10
5	15,8	12,6	12,5	n.n. ³⁾
Optimalwerte ¹⁾	13,6 - 15,2	8,0 - 13,7 ²⁾	15 - 20 : 1	43 - 141

¹⁾ FISCHER, 2003, ²⁾ Gesamtsäure, ³⁾ n.n. = Nicht nachweisbar

Bei einem zu hohen Behang sinkt der Zucker- und Säuregehalt (Mengen-Güte-Relation) gegenüber einem Normalertrag (KNOLL, ÖSTERREICHER, TORGGLER und UNTERTHURNER, 1998). Infolgedessen lag der Zuckerwert bei Betrieb 3 bei der Sorte 'Elstar' an der unteren Grenze der langjährigen Literaturwerte. Der Betrieb 1 wies aufgrund seines geringen Ertrages den besten Zuckergehalt auf. Der Betrieb 4 lag infolge seines guten Ertrages zwischen den Betrieben 1 und 3. Der Gehalt an Säure bewegte sich bei allen Betrieben im unteren Bereich der Literaturwerte. Bei Betrieb 3 war der niedrige Säuregehalt ebenfalls auf den sehr guten Ertrag zurückzuführen, während die beiden anderen Betriebe gleich auf lagen.

Der gute Vitamin C-Gehalt bei Betrieb 4 ('Elstar') könnte auf die bessere Lichteinstrahlung infolge der Ost/West-Ausrichtung der Reihen zurückzuführen sein und auf die Einzelstellung der Früchte durch die Handausdünnung. Da bei Betrieb 1 (wüchsigerer Bäume) und bei Betrieb 3 (Bäume auf Nordhang) die Früchte weniger Sonnenlicht abbekamen, konnte weniger Vitamin C synthetisiert werden (FRIEDRICH, NEUMANN und VOGEL, 1986). Bei allen Betrieben war das Zucker/Säure-Verhältnis optimal.

Tendenziell hatte die Sorte 'Topaz' einen höheren Säuregehalt und einen niedrigeren Vitamin C-Gehalt als die Sorte 'Elstar'. Bei der Sorte 'Topaz' hatte der Betrieb 5 den höchsten Zuckergehalt aufgrund des geringen Ertrages. Die Betriebe 2 und 3 bewegten sich an der unteren Grenze der Durchschnittswerte infolge der sehr guten Erträge. Der Betrieb 5 wies einen sehr guten Säuregehalt an der oberen Grenze des Optimums auf, ebenfalls wegen des geringeren Behanges. Die Betriebe 2 und 3 hatten einen mittleren Gehalt an Säure aufgrund ihres sehr guten Ertrages.

In 2003 waren die Vitamin C-Gehalte über alle Sorten sehr niedrig, auch in den Sortenversuchen auf dem Versuchsgut Heuchlingen. Aufgrund der Stresssituation bedingt durch die hohen Temperaturen im August wurde das Vitamin C vermutlich abgebaut. Weinsberger Untersuchungen in den vergangenen Jahren erbrachten Werte von 87 mg/l Fruchtsaft bei 'Topaz'. Demgegenüber waren die Werte in 2004 mit 10 mg/l sehr niedrig. Der Vitamin C-Gehalt war bei allen drei Betrieben ebenfalls sehr niedrig. Da 'Topaz' kurz nach der Ernte etwas säurebetonter war, waren die Äpfel noch nicht genussreif. Nur der Betrieb 3 hatte ein ausgewogenes Verhältnis von Zucker zu Säure.

3.1.4.2 Analyse von Kalium, Calcium und Magnesium

Tabelle 37 zeigt die Gehalte der Früchte an Kalium, Calcium und Magnesium sowie zwei Quotienten, die zur Bewertung der Stippeempfindlichkeit dienen.

Tabelle 37: Kalium, Calcium und Magnesiumgehalte der Früchte in % TS, Stippeanfälligkeit

Sorte	Betrieb	K	Ca	Mg	K/Ca	Stippegefahr	(K+Mg)/Ca	Bewertung
Elstar	1	1,008	0,023	0,044	43,8	hoch	45,7	mittel
Elstar	3	0,743	0,035	0,037	21,2	niedrig	22,3	gut
Elstar	4	0,841	0,022	0,039	38,2	hoch	40,0	mittel
Topaz	2	0,937	0,048	0,045	19,5	niedrig	20,5	gut
Topaz	3	0,672	0,084	0,047	8,0	niedrig	8,6	gut
Topaz	5	0,976	0,039	0,042	25,0	niedrig	26,1	gut - mittel
Optimalwert*		K/Ca = 25 zu 1			Optimalwert*		(K+Mg)/Ca = 20	

* WILCKE, 1982

Bei der Sorte 'Elstar' hatten die Äpfel der Betriebe 1 und 4 einen zu geringen Calciumgehalt in den Früchten. Dadurch wird die Lagerfähigkeit negativ beeinträchtigt. Das Auftreten von Stippe kann begünstigt werden.

Die Sorte 'Topaz' hatte bei den Betrieben 2, 3 und 5 einen sehr guten Calciumgehalt und dadurch keine negativen Auswirkungen in Bezug auf Lagerung und Stippegefahr zu erwarten. Die Äpfel wiesen ein optimales K/Ca-Verhältnis auf.

3.1.5 Lagerverhalten der Früchte

Bei der Lagerbonitur wurden die Äpfel auf physiologische Schäden (Stippe sowie Fleischbräune) und Lagerfäulen (*Gloeosporium*, *Monilia*, *Fusarium* und *Botrytis*) untersucht. In Abbildung 14 ist nur die am stärksten aufgetretene *Gloeosporium*-Fäule dargestellt. Die Infektion kann bereits kurz nach der Blüte erfolgen, der Pilz bleibt latent auf den Früchten und bildet die Symptome erst bei einem allmählichen physiologischen Abbau aus (Verlust an Festigkeit, Veränderungen bei den Inhaltsstoffen). Der Pilz dringt über Lentizellen und Verletzungen ein. Es wurden alle Pflücken zusammengefasst. Bei der Sorte 'Elstar' wurden bei Betrieb 1 ca. 130, Betrieb 3 350, Betrieb 4 270 und bei der Sorte 'Topaz' bei Betrieb 2 etwa 160, Betrieb 3 400 und Betrieb 5 300 Äpfel bonitiert. Die Zahl der bonitierten Äpfel wurde anteilmäßig auf die drei Pflücken verteilt.

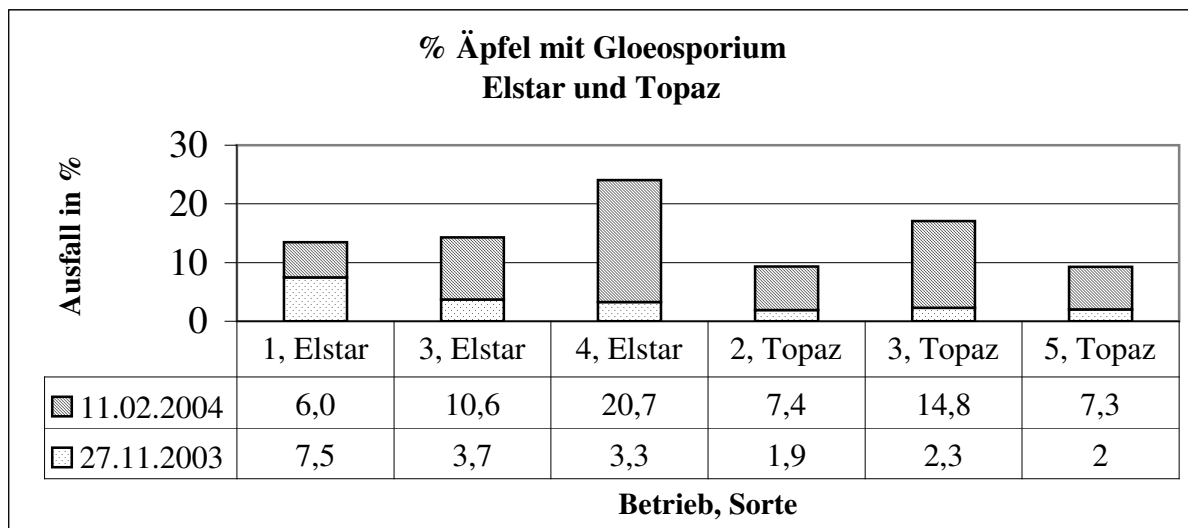


Abbildung 14: Lagerbonitur vom 27.11.2003 und 11.02.2004

Allgemein trat bei der Sorte 'Elstar' ein höherer Lagerfäulebefall auf als bei der Sorte 'Topaz'. Der Betrieb 1 hatte den größten Ausfall mit 7,5 % bei der ersten Bonitur durch Bitterfäule zu verzeichnen. Das könnte auf den höheren Kaliumgehalt in den Früchten (siehe Kapitel 3.1.4.2), zurückzuführen sein (FRIEDRICH, NEUMANN und VOGEL, 1986). Die Betriebe 3 und 4 lagen bei etwa 3,5 % Ausfall. Bei der Sorte 'Topaz' lagen alle Betriebe bei ca. 2 %. Das war durch die festeren Früchte (1 kg/cm²) von 'Topaz' zu diesem Termin gegenüber 'Elstar' zu begründen. Die Bonitur auf *Gloeosporium* wurde in einem relativ kurzen Abstand zur Ernte durchgeführt, deshalb waren die Äpfel noch fest und noch nicht so empfindlich für physiologische Krankheiten.

Bei der zweiten Bonitur hatte insbesondere die dritte Pflücke auf den Betrieben 4 bei 'Elstar' und 3 bei 'Topaz' einen starken Einfluss auf den Gesamtbefall. Auch gut ausgefärbte Früchte waren bei der Sorte 'Topaz' betroffen. Bei einem Lagerversuch wurden bei 'Topaz' nach 5 Monaten Lagerzeit ein Befall an *Gloeosporium* von 7,8 % festgestellt (SCHIRMER et al., 2003). Am Bodensee traten bei der Lagerung von 'Elstar' (Ernte 2003) zum Teil Ausfälle von bis zu 30 % *Gloeosporium* auf.

3.1.6 Knospenanalyse Dezember 2003

Analog zur Knospenanalyse im Januar 2003 erfolgte das Schneiden der Äste gleichmäßig verteilt im Dezember 2003 über alle markierten Bäume. Pro Betrieb wurde eine Stichprobe von 100 potentiellen Blütenknospen ausgezählt. In der Abbildung 15 sind die Ergebnisse der Knospenuntersuchung bei den Sorten 'Elstar' und 'Topaz' auf den einzelnen Betrieben dargestellt.

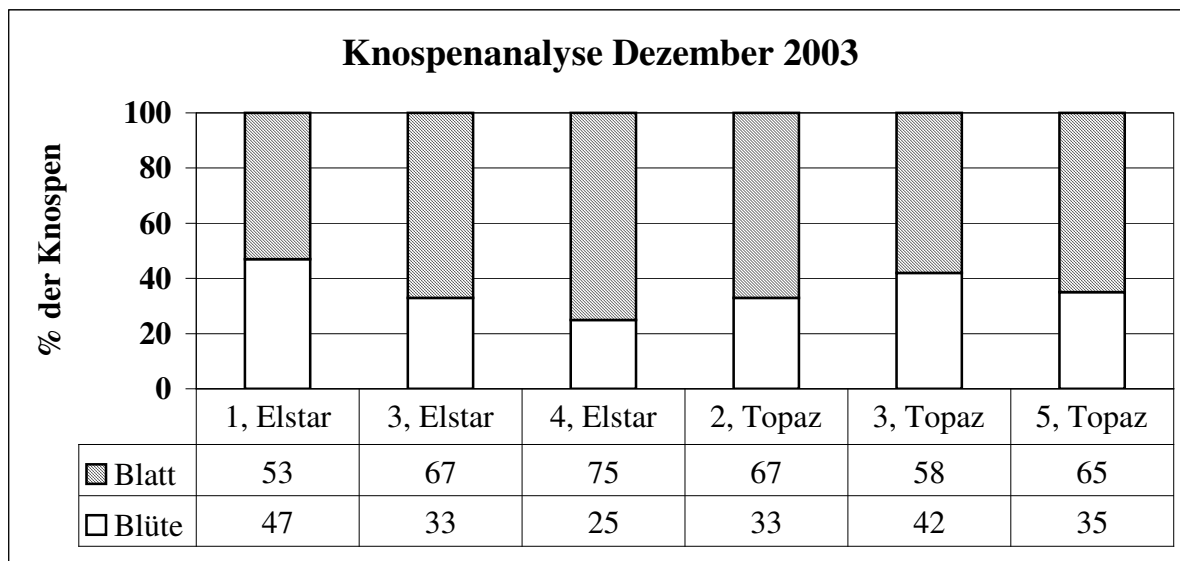


Abbildung 15: Ergebnisse der Knospenuntersuchung Dezember 2003

Allgemein gilt bei 'Elstar', dass ein Blütenknospenanteil von 60 - 80 % für einen normalen Ertrag ausreicht. In diesem Bereich ist mit einem ausgewogenen Blatt-Frucht-Verhältnis zu rechnen. Der Ertrag 2003 und die extreme Trockenheit im Sommer hatten einen negativen Einfluss auf die Blütenknospenbildung.

Da der Betrieb 1 bei der Sorte 'Elstar' im Jahr 2003 einen geringen Ertrag hatte, wies dieser den höchsten Anteil von 47 % an Blütenknospen im Dezember 2003 auf. An sich wurde auf diesem Betrieb mit einem wesentlich höheren Blütenknospenansatz gerechnet. Dagegen ist bei den Betrieben 3 und 4 aufgrund des guten Ertrages 2003 ein mäßiger Blütenansatz zu erwarten (nur 30 % Blütenknospen).

Bei der Sorte 'Topaz' sollte für einen guten Fruchtertrag ein höherer Blütenknospenanteil als bei 'Elstar' erreicht werden, da 'Topaz' eine höhere Blütenfrostopfindlichkeit und einen stärkeren Junifruchtfall aufweist. Im Vergleich zum Winter 2002/2003 (ca. 70 %) ist der Blütenknospenanteil deutlich geringer. Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse zum Fruchtansatz bei 'Topaz' ist für 2004 nur mit einem mittleren Ertrag zu rechnen.

Aus den prozentualen Blütenknospenanteilen wurden wichtige kulturtechnische Maßnahmen zum Schnitt und zur Düngung für die jeweiligen Betriebsleiter abgeleitet. Alle Betriebe sollten nur einen mäßigen Winterschnitt durchführen. Die Blattdüngung mit Stickstoff sollte nicht überbetont werden. Bei den Betrieben 1, 3 und 4 bei der Sorte 'Elstar' sollte nur eine schwache Ausdünnung erfolgen. Dagegen sollten bei der Sorte 'Topaz' keine Ausdünnungsmaßnahmen durchgeführt werden. Maßnahmen zur Förderung des Fruchtansatzes während der Blüte 2004 wären sinnvoll. Es sollte wie z. B. an das Aufstellen von Bienenvölkern zur Sicherung der Befruchtung in der Anlage gedacht werden.

3.1.7 Auswertung der Fragebögen

Die wichtigsten Ergebnisse aus der Befragung der einzelnen Betriebsleiter zu den Standorten und Kulturmaßnahmen sind in den Tabellen 38 - 43 zusammengefasst. Bei den Betrieben standen alle Bäume auf der Standardunterlage M 9.

Tabelle 38: Pflanzjahr, Parzellengröße, Pflanzdichte, Ausrichtung, Bienenförderung

Sorte	B.	Pflanz-Jahr	Parzelle in ha	Bäume/ha	Ausrichtung	Bienen in der Anlage	Förderung von Wildbienen
Elstar	1	1996	0,45	2700	Nord/Süd	Ja	Ja
Elstar	3	1994	0,5	2000	Nord/Süd	Nein	Ja
Elstar	4	1995	0,5	2300	Ost/West	Nein	Ja
Topaz	2	1998	0,1	3000	Nord/Süd	Ja	Nein
Topaz	3	1994	0,72	2000	Nord/Süd	Nein	Ja
Topaz	5	1997	0,2	2000	Nord/Süd	Ja	Nein

Bei der Sorte 'Elstar' wies der Betrieb 1 die höchste Pflanzdichte auf und hatte umgerechnet 2700 Bäume pro Hektar. Die Pflanzdichte betrug im Betrieb 4 2300, bei Betrieb 3 dagegen nur 2000 Bäume/ha. Die höchste Anzahl von Bäumen mit 3000 Bäumen pro Hektar wurden bei Betrieb 3 bei der Sorte 'Topaz' gepflanzt. Bei den beiden anderen Betrieben stehen 2000 Bäume pro Hektar auf der Fläche. Eine Handausdünnung erfolgte in 2003 bei 'Elstar' (Betrieb 4) und bei der Sorte 'Topaz' bei den Betrieben 2 und 3.

Tabelle 39: Blütezeitpunkt 2002/2003, Ausdünnung 2001, 2002 und 2003

Sorte	B.	Blüte		Ausdünnung		
		2002	2003	2001	2002	2003
Elstar	1	28.04.	16.04.	Nein	Nein	Nein
Elstar	3	20.04.	k. A.	Nein	Nein	Nein
Elstar	4	k. A.	20.04.	Nein	Nein	Hand E. Juni
Topaz	2	05.05.	20.04.	Nein	Nein	Hand E. Juni
Topaz	3	17.04.	k. A.	Nein	Nein	Hand E. Juli
Topaz	5	k. A.	20.04.	Nein	Nein	Nein

Tabelle 40: Krankheits- und Schädlingsbefall in den Jahren 2001 - 2003 (Einschätzung durch die Betriebsleiter)

Jahr	Sorte	Elstar			Topaz		
		Betrieb 1	Betrieb 3	Betrieb 4	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 5
2001	Schorf	Niedrig			Kein Resistenzdurchbruch		
	Mehlige Laus	Niedrig	Niedrig	Mittel	Mittel	Niedrig	Niedrig
	Spinnmilben	Niedrig	Stark	Stark	Niedrig	Niedrig	Niedrig
2002	Schorf	Mittel	Niedrig	Stark	Kein Resistenzdurchbruch		
	Mehlige Laus	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Mittel	Niedrig	Niedrig
	Spinnmilben	Niedrig	Mittel	Stark	Niedrig	Niedrig	Niedrig
2003	Schorf	Niedrig			Kein Resistenzdurchbruch		
	Mehlige Laus	Niedrig			Niedrig		
	Spinnmilben	Niedrig	Mittel	Niedrig	Niedrig	Mittel	Niedrig

Der Schorfbefall war nur bei der Sorte 'Elstar' wichtig und in den Jahren 2001 und 2003 als sehr gering einzustufen. Im Jahr 2002 war der Befallsdruck sehr unterschiedlich von niedrig (Betrieb 3) bis stark (bei Betrieb 4). Der Befall mit der mehligem Apfelblattlaus war über beide Sorten als niedrig anzusehen. Die Spinnmilben besiedelten tendenziell stärker die Sorte 'Elstar'. In 2003 gab es bei allen Betrieben wenig Schwierigkeiten mit den Spinnmilben.

Tabelle 41: Gesamtertrag, Fruchtgröße und Deckfarbe

Sorte	Elstar			Topaz		
	Betrieb 1	Betrieb 3	Betrieb 4	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 5
2001 Ertrag (t/ha)	10	35	niedrig	7	30	18
2002 Ertrag (t/ha)	18	8	mittel	13	25	25
2003 Ertrag (t/ha)	7	48	15	30	33	15
2001 Fruchtgröße	Groß	Mittel	Mittel	Groß	Mittel	Mittel
2002 Fruchtgröße	Groß	Groß	Mittel	Groß	Mittel	Mittel
2003 Fruchtgröße	Mittel	Mittel	Groß	Mittel	Mittel	Mittel
2001 Deckfarbe	Gut	Gut	Gut	Gut	Mittel	Mittel
2002 Deckfarbe	Gut	Schlecht	Mittel	Gut	Mittel	Gut
2003 Deckfarbe	Gut	Mittel	Gut	Mittel	Mittel	Gut

Die Sorte 'Elstar' alterniert stärker als die Sorte 'Topaz'. Die Erträge bei 'Topaz' auf Betrieb 2 waren von 2001 auf 2003 stark ansteigend, da sich die Bäume noch im zunehmenden Ertrag befanden. Der Betrieb 3 wies über alle drei Jahre immer Erträge von mindestens 25 t/ha auf. Auf Betrieb 5 schwankten die Fruchterträge über die drei Jahre von 15 - 25 t/ha, in 2003 gab es etwas Verluste durch Trockenheit und Apfelwicklerbefall.

'Elstar' hatte in allen drei Jahren mittlere bis große Früchte. Bei 'Topaz' bewegte sich bei allen drei Betrieben über die drei Jahre die Fruchtgröße eher im mittleren Bereich. Im Jahr 2003 wurde die Fruchtgröße durch das trockene Wetter negativ beeinflusst. Im Jahr 2002 wies der Betrieb 3 eine schlechte Deckfarbenbildung auf. Die Fruchtausfärbung bei Betrieb 5 bei der Sorte 'Topaz' wurde als gut und bei den Betrieben 2 und 3 als mittel eingestuft. Die Früchte bei den Betrieben 1 und 4 bei der Sorte 'Elstar' wiesen eine mittlere Berostung auf. Bei Betrieb 3 wurde die Fruchtberostung als gering eingestuft. Die Sorte 'Topaz' wurde bei allen Betrieben über alle drei Jahre als wenig berostungsempfindlich eingestuft.

Tabelle 42: Boden- und Blattdüngung (kg N/ha, verwendete Düngerart)

Sorte	Betrieb	Düngung über	2001		2002		2003	
Elstar	3	Boden	20 kg N	Maltaflor	18,8 kg N	Vinasse	35 kg N	Vinasse
			18 kg N	Vinasse			25 kg N	Hornspäne
			5 kg N	Rizikorn				
		Blatt	0,6 kg N	Vinasse	0,6 kg N	Vinasse	0,186 kg N	Wuxal Ascofol
							5,88 kg N	Melasse
Elstar	4	Boden	20 kg	Maltaflor	15 kg N	Vinasse	10 kg N	Vinasse
							10 kg N	Maltaflor
		Blatt	0,35 kg Zn	Zinflow	0,35 kg Zn	Zinflow	0,35 kg Zn	Zinflow
			0,9 kg B	Solubor	0,9 kg B	Solubor	0,37 kg B	Solubor
			2,4 kg MgO	Bittersalz	4,8 kg MgO	Bittersalz	5,1 kg MgO	Bittersalz
			2,6 kg N	Vinasse	6,3 kg N	Vinasse	6,2 kg N	Vinasse
				0,125 kg Mn	Mantrac			
Topaz	2	Boden	40 kg N	Hornspäne	20 kg N	Vinasse	15 kg N	Vinasse
			5 kg N	Vinasse	80 kg N	Trester	30 kg N	Erbsenkorn
					30 kg N	Erbsenkorn		
		Blatt	1,32 kg N	Vinasse	2,76 kg N	Vinasse	1,62 kg	Vinasse
Topaz	3	Boden	20 kg N	Maltaflor	18,8 kg N	Vinasse		
			18 kg N	Vinasse	28 kg N	Haarmehl		
			5 kg N	Rizinus Korn				
		Blatt	0,6 kg N	Vinasse	0,6 kg N	Vinasse	0,186 kg N	Wuxal Ascofol
			20 kg N	Maltaflor	26 kg N	Haarmehl	5,88 kg N	Melasse
Topaz	5	Boden	15 kg N	Vinasse	20 kg N	Vinasse	40 kg N	Horngrieß
					3 kg N	Vinasse	20 kg N	Vinasse
		Blatt					7,2 kg N	Vinasse

Auf Betrieb 1 wurden bei der Sorte 'Elstar' nur 2003 1,1 kg N/ha Siapton und 1 kg Bor/ha Solubor ausgebracht. Dagegen applizierte der Betrieb 4 Blattdünger mit Zink, Bor, Magnesium und Stickstoff. Die anderen Betriebe brachten bei beiden Sorten regelmäßig Boden- und Blattdünger aus. Als Hauptdünger wurde Vinasse verwendet. Vinasse wurde sowohl über den Boden als auch übers Blatt ausgebracht. Der Betrieb 3 hatte 2003 erstmals Wuxal Ascofol bei beiden Sorten appliziert. Bei den organischen Düngern muss beachtet werden, dass sich die Stickstoff-Freisetzung über einen längeren Zeitraum hinzieht und stark von den Bodenbedingungen abhängt.

Tabelle 43: Bodenbearbeitungsmaßnahmen 2001, 2002 und 2003

Sorte	Elstar			Topaz		
	Betrieb 1	Betrieb 3	Betrieb 4	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 5
2001 Gerät	Ladurner	Eigenbau	Ladurner	Rollhacke, Flachschar	Eigenbau	Eigenbau, Rollkuli
Zeitpunkt	März, Mai, Dez.,		März, April, Juni, Nov.	März, April, Mai, Juni, Nov.		April, Mai, Juni, Oktober
2002 Gerät	Ladurner, Müller- Schar	Eigenbau	Ladurner	Rollhacke, Flachschar	Eigenbau	Eigenbau, Rollkuli
Zeitpunkt	März, Dez.,		März, April, Juni, Nov.	März, April, Mai, Juni, Nov.		April, Mai, Juni, Okt.
2003 Gerät	Pellenc	Scheibe +Rollkuli	Ladurner	Rollhacke, Flachschar	Scheibe+ Rollkuli	Rollkuli, Handhacke
Zeitpunkt	April, Mai, Juni	März, Juni, Okt.	März, April, Juni, Nov.	Feb., März, April, Mai, Juni, Okt.	März, Juni, Okt.	März, Juni; Okt.,

Bei allen Betrieben wurde der Baumstreifen mit verschiedenen Geräten mechanisch bearbeitet. Mit Ausnahme von Betrieb 1 wurden in den Jahren 2001 und 2002 in der Regel 5 - 6 Bodenbearbeitungsgänge durchgeführt, in 2003 etwas weniger wegen der trockenen Bedingungen. Ein Wurzelschnitt wurde bei Betrieb 1 bei der Sorte 'Elstar' im Jahr 2003 und bei Betrieb 4 in allen drei Jahren durchgeführt. Bei Betrieb 2 bei der Sorte 'Topaz' erfolgte ein Wurzelschnitt nur in 2001.

3.2 Exaktversuch 1 (Betrieb 1)

3.2.1 Nährstoffsituation

3.2.1.1 Bodenanalysen Dezember 2002

Parallel zur Status Quo Analyse wurden auf den für die Exaktversuche ausgewählten Flächen die Bodenproben am 19.12.2002 gezogen. Die Exaktversuche fanden teilweise auf den gleichen Betrieben statt, die auch in die Status Quo Analyse einbezogen waren. Untersucht wurden die Gehalte an organischem Kohlenstoff (1,06 %), Gesamtstickstoff (0,123 %), Humus, pH-Wert, Kalkgehalt sowie Haupt- und Spurennährstoffe.

Das **C/N-Verhältnis** von 8,6 wurde auch auf der Fläche des Versuchs 1 als 'sehr gut' bewertet. Analog zur Status Quo Analyse sollte der Humusgehalt von 1,83 % bei Betrieb 1 nicht weiter sinken. Die Bodenart wurde als schluffiger Lehm (Löß) eingestuft. Der pH-Wert von 7,2 lag in einem günstigen Bereich, eine Kalkung war nicht erforderlich. Die Gehalte der Hauptnährstoffe und der Versorgungsgrad der Böden mit Phosphor, Kalium und Magnesium sind in einer betriebspezifischen Übersicht in Tabelle 44 zusammengefasst.

Tabelle 44: Gehalte an Phosphor, Kalium und Magnesium im Boden (mg/100 g Boden), Optimalwerte und Versorgungsgrad im Exaktversuch 1

Nährstoff	Gehalt	Optimalwert*	Versorgungsgrad
Phosphor	13	15 - 25	niedrig
Kalium	16	15 - 25	optimal
Magnesium	5	> 12	niedrig

* SCHALLER, 1993

Nur Kalium lag im optimalen Versorgungsbereich. Bei Phosphor war ein leichter Mangel festzustellen. Der Gehalt an Magnesium im Boden war als niedrig einzustufen. Unter den Spurennährstoffen war Bor ausreichend vorhanden, während sich Zink im Mangel befand. Die Mikronährstoffgehalte des Bodens im Versuch 1 sind im Anhang auf der Seite 108 aufgeführt.

3.2.1.2 Blattanalysen April 2003

Analog zur Status Quo Analyse wurden am 14.04.2003 jeweils 50 Blütenbüschel mit Rosettenblätter bei den ausgesuchten Bäumen entnommen. Die Entnahme erfolgte vor Beginn der Ausbringung der Blattdünger und zeigte somit den Ausgangszustand. Untersucht wurden die Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium, bei den Mikronährstoffen waren es Bor, Eisen, Kupfer, Mangan, Molybdän sowie Zink. Die Werte von Molybdän lagen unterhalb der Nachweisgrenze. Die nächste Tabelle zeigt die Makronährstoffgehalte und den Versorgungsgrad mit Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium der Blätter.

Tabelle 45: Hauptnährstoffgehalte, Optimalwerte und Versorgungsgrad der Rosettenblätter April 2003 (Angaben in % TS)

Nährstoff	Gehalt	Optimalwert*	Versorgungsgrad
Stickstoff	4,51	3,80 - 4,50	optimal
Phosphor	0,61	0,36 - 0,40	hoch
Kalium	2,21	2,20 - 2,30	optimal
Magnesium	0,32	0,30 - 0,38	optimal
Calcium	1,08	0,70 - 1,30	optimal

* LINDICKE, 2003

Der Betrieb 1 lag im Optimalbereich von **Stickstoff**. Die **Phosphor**werte waren leicht erhöht. Zusätzlich wurde ein Gesteinsmehl gespritzt. Da dieser Betrieb ein Gesteinsmehl applizierte, könnte damit der gute Gehalt im Optimum von **Kalium** in den Blättern zu erklären sein, obwohl im Boden der niedrigste Kaliumgehalt vorhanden ist. Im Versuch 1 war der Gehalt an **Magnesium** im Boden am niedrigsten, aber aufgrund der Applikation von Gesteinsmehl konnte der Magnesiumgehalt in den Blättern erhöht werden. Die Blätter befanden sich innerhalb des Optimums von **Calcium**. Infolge der Behandlungen mit Gesteinsmehl hatte der Betrieb 1 einen sehr guten Gehalt an Calcium in den Blättern. Bei diesem Betrieb konnte eine optimale Versorgung mit allen Hauptnährstoffen festgestellt werden.

In der folgenden Tabelle 46 werden die Spurennährstoffgehalte und der Versorgungsgrad mit Bor, Eisen, Kupfer, Mangan und Zink dargestellt.

Tabelle 46: Spurennährstoffgehalte, Optimalwerte und Versorgungsgrad der Rosettenblätter April 2003 (Angaben in mg/kg TS)

Nährstoff	Gehalt	Optimalwert ¹⁾	Versorgungsgrad
Bor	63	48 - 60	hoch
Eisen	1310	80 - 240 ²⁾	hoch
Kupfer	345	15 - 25	hoch
Mangan	59	120 - 220	niedrig
Zink	72	100 - 140	niedrig

¹⁾ LINDICKE, 2003, ²⁾ STIMPFL, 2001

Sehr hohe Werte wurden bei diesen Bäumen bei **Bor**, **Eisen** und **Kupfer** festgestellt. Der Gehalt an Eisen wurde durch eine weitere Blattuntersuchung nochmals überprüft. Bei einer Analyse vom 08.07.2003 wurden 20 mg/kg Eisen in der Kontrolle gemessen. Zum Zeitpunkt der Probenahme im April werden Kupfer-Präparate zur Schorfbekämpfung eingesetzt, Reste von Schorfbehandlungen waren vermutlich noch auf den Blättern.

Speziell bei relativ guten Humusgehalten und trockenen Bedingungen wird Mangan durch Bakterien im Boden in nichtaufnehmbare Verbindungen verwandelt (QUAST, 1986). Deshalb waren bei allen Betrieben die Gehalte von **Mangan** in den Blättern unterhalb des Optimums durch die sehr trockenen Monate März und April. Bei **Zink** lag sowohl in den Rosettenblättern als auch im Boden ein Mangel vor. Für eine ausreichende Zinkversorgung ist ein Verhältnis von Phosphor zu Zink unter 100 zu 1 förderlich (QUAST, 1986). Unter Berücksichtigung der Phosphorgehalte lag der Zinkwert an der unteren Grenze des optimalen Versorgungsbereichs. Bei Betrieb 1 wurde der optimale Versorgungsgrad nur bei Bor, Eisen und Kupfer erreicht.

3.2.1.3 Blattanalysen Juni 2003

Analog zur Status Quo Analyse wurden am 16.06.2003 nur die Hauptnährstoffe der Blätter analysiert. Die nachfolgende Tabelle 47 fasst die Makronährstoffgehalte Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium der Blätter zusammen.

Tabelle 47: Hauptnährstoffgehalte und Optimalwerte der Blätter Juni 2003
(Angaben in % TS)

Variante	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Magnesium	Calcium
Kontrolle	2,36	0,22	1,61	0,31	1,81
Vinasse	2,55	0,21	1,63	0,34	1,56
Biokal	2,59	0,22	1,79	0,29	1,14
Phytoamin	2,52	0,24	1,84	0,30	1,22
Wuxal	2,45	0,22	1,73	0,33	1,57
Humulus	2,72	0,22	1,62	0,33	1,46
Optimalwert ¹⁾²⁾	2,50 - 2,80	0,28 - 0,32	1,30 - 1,80	0,23 - 0,33	1,30 - 1,80

¹⁾ LINDICKE, 2003, ²⁾ DRAHORAD, 1997

Alle Varianten bis auf die Kontrolle und Wuxal Ascofol bewegten sich im Optimalbereich von **Stickstoff**. Durch die sehr trockenen Bedingungen im Mai und Juni konnte relativ wenig Stickstoff aufgenommen werden. Im Vergleich zur Kontrolle konnten durch den Einsatz der meisten Blattdünger die Stickstoffgehalte in den Blättern leicht erhöht werden, eine Ausnahme war Wuxal Ascofol. Sämtliche Versuchsvarianten bewegten sich unterhalb des optimalen Versorgungsbereichs von **Phosphor**. Infolge der guten Speichermöglichkeiten von Phosphor im Apfelbaum können diese auch mit einer niedrigeren Aufnahme an Phosphor auskommen (QUAST, 1986).

Alle Varianten lagen im Optimumbereich von **Kalium**. Bei den Blattdüngern Biokal, Phytoamin und Wuxal Ascofol waren die Kaliumgehalte gegenüber der Kontrolle leicht erhöht. Im Juni befanden sich alle Versuchsvarianten im Optimum von **Magnesium**, die Werte waren sehr einheitlich. Die Kontrolle hatte den höchsten **Calcium**wert, etwa 30 % TS tiefer lagen Vinasse, Wuxal Ascofol und Humulus, unterhalb der Optimalwerte waren Biokal und Phytoamin. Eine optimale Versorgung bei allen Nährstoffen konnte bei keiner Variante festgestellt werden. Bei den Nährstoffen Stickstoff, Phosphor und Kalium gab es nur geringe Schwankungen zwischen den einzelnen Varianten. Allgemein waren die Phosphorgehalte etwas niedrig. Im Vergleich zur Kontrolle hatten sich keine großen Unterschiede ergeben.

3.2.1.4 Blattanalysen August 2003

Tabelle 48 zeigt die Makronährstoffgehalte Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium der Blätter im August. Diese wurden am 13.08.2003 entnommen.

Tabelle 48: Hauptnährstoffgehalte und Optimalwerte der Blätter August 2003
(Angaben in % TS)

Variante	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Magnesium	Calcium
Kontrolle	2,14	0,16	1,19	0,39	1,83
Vinasse	2,17	0,17	1,39	0,39	1,88
Biokal	2,11	0,15	1,28	0,36	1,68
Phytoamin	2,12	0,18	1,47	0,35	2,02
Wuxal	2,13	0,17	1,43	0,36	2,19
Humulus	2,20	0,18	1,36	0,38	1,88
Optimalwert ¹⁾²⁾	2,20 - 2,60	> 0,15	1,10 - 1,40	> 0,20	> 1,00

¹⁾DRAHORAD, 1997, ²⁾QUAST, 1986

Alle Varianten lagen unter dem angegebenen Optimalwert von **Stickstoff**. Analog zum Juni konnte durch die sehr trockenen Bedingungen weniger Stickstoff aufgenommen werden. Die trockenen Bodenverhältnisse hatten einen stärkeren Einfluß auf die Blattgehalte als die zuletzt im Juli ausgebrachten Blattdünger. Den höchsten Gehalt von Stickstoff in den Blättern hatten die Varianten Humulus und Vinasse erreicht. Alle Versuchsvarianten befanden sich im Optimum von **Phosphor**. Bei den Monaten Juni und August konnten im Vergleich zur Kontrolle die Phosphorgehalte der Blätter nicht erhöht werden. Es bewegten sich alle Versuchsvarianten im optimalen Versorgungsbereich von **Kalium**. Im Vergleich zur Kontrolle waren die Kaliumgehalte der Blätter etwas erhöht.

Bei allen Varianten hatte sich der **Magnesium**gehalt gegenüber dem Monat Juni erhöht und war sehr einheitlich. Es lagen alle Varianten im optimalen Versorgungsbereich. Im Vergleich zur Kontrolle gab es bei beiden Analysen keine nennenswerten Unterschiede. Alle Varianten befanden sich im Optimum und zeigten einheitliche Werte von **Calcium**. Der Gehalt von Calcium in den Blättern kann in einem weiten Bereich liegen, ohne dass das Wachstum der Bäume negativ beeinflusst wird (QUAST, 1986). Im Vergleich zur Kontrolle waren die Calciumgehalte bei den Varianten Wuxal Ascofol und Phytoamin deutlich erhöht. Ein optimaler Versorgungsgrad bei allen Nährstoffen wurde bei keiner Variante erreicht. Allgemein waren die Gehalte aller Nährstoffe einheitlicher als im Juni. Die Tabelle 49 beschreibt die Spurennährstoffgehalte Bor, Eisen, Kupfer, Mangan und Zink im August.

Tabelle 49: Spurennährstoffgehalte und Optimalwerte der Blätter August 2003 (Angaben in mg/kg TS)

Variante	Bor	Eisen	Kupfer	Mangan	Zink
Kontrolle	41,4	96,8	26,5	56,1	18,6
Vinasse	43,9	109,0	25,1	43,8	16,9
Biokal	51,3	106,0	27,8	44,9	14,4
Phytoamin	41,8	109,0	29,6	44,7	15,1
Wuxal	47,6	141,0	31,0	54,9	26,7
Humulus	42,2	102,0	31,8	47,5	13,3
Optimalwert ¹⁾²⁾	20 - 60	60 - 200	5 - 15	60 - 250	20 - 60

¹⁾DRAHORAD, 1997, ²⁾QUAST, 1986

Bei Bor, Eisen und Kupfer lagen alle Varianten im Optimum, tendenziell war der Borgehalt bei der Variante Biokal und der Eisengehalt bei Wuxal Ascofol am höchsten. Bei Mangan und Zink wurde über alle Varianten ein leichter Mangel festgestellt. Speziell bei relativ guten Humusgehalten und trockenen Bedingungen wird das Mangan durch die Bakterien im Boden zu nicht aufnehmbaren Formen oxidiert (QUAST, 1986). Der Blattdünger Wuxal Ascofol wies tendenziell etwas erhöhte Gehalte an Mangan gegenüber den anderen Düngern auf. Beim Zink war das auf den Mangel im Boden zurückzuführen. Zusätzlich konnte infolge der sehr trockenen Bedingungen im Juni und August weniger Zink aufgenommen werden. Bei Wuxal Ascofol befanden sich die Werte im Optimum. Dieser hatte den höchsten Zinkgehalt, dadurch lies sich der gute Gehalt an Zink in den Blättern erklären. Die Aufnahme von Mangan und Zink wurde vermutlich durch die trockenen Bedingungen beeinträchtigt. Bei den Nährstoffen Bor, Eisen und Kupfer konnte eine optimale Versorgung festgestellt werden.

3.2.2 Blüh- und Ertragsverhalten

3.2.2.1 Knospenanalyse Januar 2003

Die Entnahme der Astproben erfolgte nach dem gleichen Schema wie bei der Status Quo Analyse. Zu Versuchsbeginn wurde nur ein Blütenknospenanteil von 23 % festgestellt, infolgedessen war nur von einem normalen Blütenbesatz auszugehen. Gerade auf dieser Fläche ist eine Förderung des Fruchtansatzes durch Blattdüngung nötig, um einen ausreichenden Ertrag zu erhalten. Bei zu geringem Fruchtbehang steigt außerdem das Risiko für Stippigkeit der Früchte durch ein Missverhältnis der Nährstoffe im Baum. Der tatsächliche Ertrag kann durch Blütenfröste beeinträchtigt sein. Aus den prozentualen Anteilen der Blütenknospen wurden wichtige kulturtechnische Maßnahmen zur Schnittstärke im Winter und zur Ausdünnung abgeleitet. Die Ausdünnungsmaßnahmen waren vom tatsächlichen Behang nach der Blüte abhängig. Außerdem sollte nur ein mäßiger Winterschnitt erfolgen.

3.2.2.2 Blütenbesatz im Frühjahr 2003

Vom Betriebsleiter wurde der Ertrag in 2002 (6. Standjahr) als "hoch" eingeschätzt, so dass das Jahr 2003 alternanzbedingt als Ausfalljahr betrachtet werden kann. Im phänologischen Stadium 'Rote Knospe' wurde an jedem markierten Baum die gesamte Zahl an Blütenbüschel ausgezählt. Im Durchschnitt ergaben sich nur 38 Blütenbüschel pro Baum. Anfang April dieses Jahres gab es mehrere Frostnächte in denen 7,8 % der Blüten erfroren. Für die Auswertung des Frostschadens wurde eine Stichprobe von 40 Blütenbüscheln (ca. 200 Einzelblüten) untersucht.

3.2.2.3 Fruchtansatz

Trotz der Zufallsverteilung der drei Wiederholungen sind Schwankungen im Wuchsverhalten der Bäume aufgefallen. Unterschiede zwischen den Bäumen sind in ökologisch bewirtschafteten Anlagen stärker als in konventionellen Obstplantagen. Wichtige Merkmale wie Blütenbüschel, Fruchtansatz und Ertrag wurden einzelbaumweise erfasst. Deswegen wurde bei diesen Merkmalen nur Bäume mit einem Besatz zwischen 25 bis 75 Blütenbüscheln/Baum ausgewertet, um die Streuung etwas auszugleichen. In der folgenden Tabelle 50 ist der Fruchtansatz dargestellt.

Tabelle 50: Blütenbüschel/Baum, Fruchtansatz im Mai und Juni, Zahl Äpfel/Baum Juni, Fruchtansatz zur Ernte, Durchschnittswerte über alle Varianten

Behandlung	Blüten- büschel/ Baum	Äpfel/ Blüten- büschel Mai	Äpfel/ Blüten- büschel Juni	Zahl Äpfel/ Baum Juni	Äpfel/ Blüten- büschel Zur Ernte
Kontrolle	47	2,85	2,27	107	1,80
Vinasse	34	3,04	2,51	86	2,10
Biokal	36	2,60	2,20	79	1,86
Phytoamin	37	3,33	2,77	103	2,25
Wuxal	40	2,60	2,14	85	1,70
Humulus	37	2,87	2,24	82	1,76
Durchschnitt	38	2,88	2,36	90	1,91

Infolge des geringen Blütenansatzes hatte der Betrieb 1 einen schwachen Junifruchtfall. Die Unterschiede zwischen der Kontrolle und den Varianten Biokal, Wuxal Ascofol und Humulus beim Fruchtansatz im Mai waren gering. Die Varianten Phytoamin und Vinasse erzielten den besten Fruchtansatz. Der Fruchtansatz im Juni war sehr einheitlich, wobei die Varianten Phytoamin und Vinasse die besten Werte aufwiesen. Das könnte durch den geringeren Ertrag und durch das stärkere vegetative Wachstum der Bäume zu begründen sein. Die Varianten Phytoamin und Vinasse erreichten wieder den besten relativen Fruchtansatz zur Ernte. Bei einer statistischen Verrechnung, jeder Baum wurde als Wiederholung gewertet, konnten diese Unterschiede zur Kontrolle jedoch nicht abgesichert werden.

3.2.2.4 Ertragsdaten Ernte 2003

Zwischen den Varianten gab es bei den wichtigsten Ertragskennzahlen keine großen Unterschiede. Die erste Pflücke wurde am 25.08.2003 und die zweite Pflücke am 01.09.2003 durchgeführt. Die im folgenden dargestellten Daten wurde bei der Apfelernte ermittelt und beziehen sich auf den Rohertrag/Baum. Es wurde an zwei Terminen gepflückt und keine Vorsortierung bei der Ernte durchgeführt. Nachfolgend werden die Ertragszahlen Äpfel/Baum, der Einzelbaumertrag und das Einzelfruchtgewicht in Tabelle 51 zusammengefasst, auch hier wurden nur die Bäume mit einem Besatz zwischen 25 bis 75 Blütenbüscheln ausgewertet.

Tabelle 51: Ertragsdaten 2003, Zahl Äpfel/Baum, Einzelbaumertrag, Fruchtgewicht Durchschnittswerte über alle Varianten

Behandlung	Äpfel/Baum	Einzelbaumertrag kg/Baum	Fruchtgewicht g/Frucht
Kontrolle	84	10,63	126,8
Vinasse	72	8,96	124,4
Biokal	67	8,79	131,8
Phytoamin	83	10,31	129,5
Wuxal	68	9,02	133,7
Humulus	64	8,10	126,3
Durchschnitt	73	9,30	128,7

Das Einzelfruchtgewicht wird sehr stark vom Ertrag sowie von der Anzahl Äpfel pro Baum beeinflusst. Im Versuch 1 hatte die unbehandelte Kontrolle die besten Ertragsdaten mit ca. 84 Äpfel/Baum (etwa 11 kg/Baum). Die Variante Phytoamin war ähnlich gut wie die Kontrolle. Diese erzielte im Schnitt 83 Früchte/Baum mit ungefähr 10 kg/Baum. Dagegen erreichten die

Versuchsvarianten Vinasse, Biokal und Wuxal Ascofol ca. 70 Äpfel/Baum und einen Ertrag von 9 kg/Baum. Die Variante Humulus wies etwa 65 Früchte pro Baum und 8 kg/Baum auf. Die Blattdünger zeigten beim Einzelbaumertrag und dem Fruchtgewicht keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten.

3.2.2.5 Reife- und Festigkeitsmessungen

Die Reifemessung erfolgte einen Tag nach der Ernte. Die Werte wurden für die zwei Pflücktermine getrennt bestimmt. Eine erste Festigkeitsmessung wurde im Rahmen der Messung des Streifindex durchgeführt, eine zweite folgte während der Kühlagerung am 27.11.2003 (siehe Tabelle 52).

Tabelle 52: Streif-Index, Refraktometerwert, Stärkeabbau und Fruchtfleischfestigkeit von Elstar in Abhängigkeit vom Pflücktermin

Variante	Pflücke	Ø Streif F/(R*S)	Ø Brix %	Ø Stärke 1 - 10	Ernte Ø Festigkeit kg/cm ²	27.11.2003 Ø Festigkeit kg/cm ²
Kontrolle	1	0,09	15,1	5,7	7,6	5,5
Vinasse	1	0,09	16,2	5,8	7,8	4,9
Biokal	1	0,12	15,6	4,7	7,8	5,3
Phytoamin	1	0,08	15,6	6,2	6,7	5,4
Wuxal	1	0,08	16,3	5,8	7,5	5,2
Humulus	1	0,08	15,3	6,3	7,4	4,8
Kontrolle	2	0,09	16,1	6,0	7,5	5,3
Vinasse	2	0,07	16,5	6,6	7,6	5,1
Biokal	2	0,07	16,7	6,4	6,9	5,1
Phytoamin	2	0,06	15,9	7,0	6,6	5,7
Wuxal	2	0,07	16,9	6,8	7,1	5,6
Humulus	2	0,06	16,1	7,9	6,8	5,4
Optimalwert ¹⁾		0,30	11,5 - 12,5	2 - 3	7,0 - 8,0	> 5,5 ²⁾

¹⁾ BAAB, 2002, ²⁾ LINNEMANNSTÖNS, 2004

Die Fruchtfleischfestigkeit bei der Sorte 'Elstar' bewegte sich im geforderten Bereich für eine längere Kühlagerung. Infolge der sehr warmen und trockenen Witterungsbedingungen während der Entwicklung der Äpfel waren die Zuckerwerte (% Brix) deutlich höher als in einem Normaljahr. Ferner lagen die Stärkeabbauwerte deutlich unterhalb des Optimums. Für eine Verbesserung der Deckfarbe wurde ein späterer Pflücktermin angestrebt. Dadurch waren die niedrigeren Streifindexwerte zu erklären. Nur bei der ersten Pflücke waren Unterschiede beim Streif-Index zu erkennen. Die Variante Biokal hatte einen besseren Index als die Kontrolle. Das war durch den geringeren Stärkeabbau bei Biokal zu begründen.

Bei der Messung Ende November waren zwischen den Varianten keine Unterschiede festzustellen. Tendenziell waren die Äpfel etwas zu weich. Die Varianten Phytoamin und Wuxal Ascofol hatten bei der zweiten Pflücke die besten Festigkeitswerte. Verbraucher empfinden nur Früchte mit einer Festigkeit von > 5,5 kg/cm² als angenehm "bissfest" (LINNEMANNSTÖNS, 2004).

3.2.3 Äußere Qualität

3.2.3.1 Fruchtgröße und Ausfärbung

Zunächst werden die Ergebnisse der Größensortierung in 5 mm Klassen dargestellt.

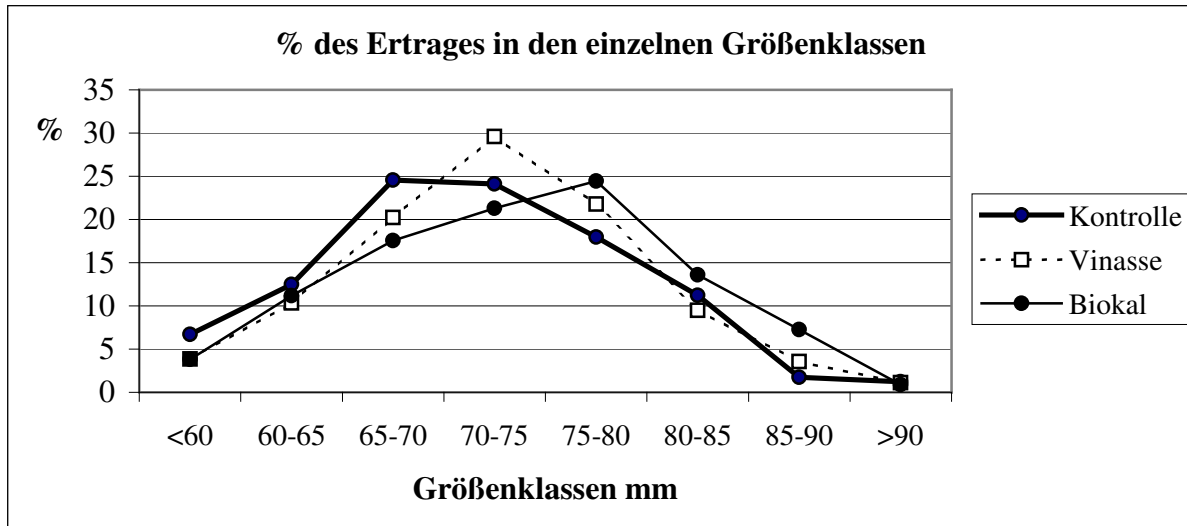


Abbildung 16: Größenverteilung Elstar 2003

Die Größenverteilung war sehr einheitlich. Bei der Kontrolle lagen die meisten Äpfel in der Größenklasse zwischen 65 und 75 mm. Bei Biokal ergab sich eine leichte Verschiebung nach rechts durch den geringen Ertrag/Baum.

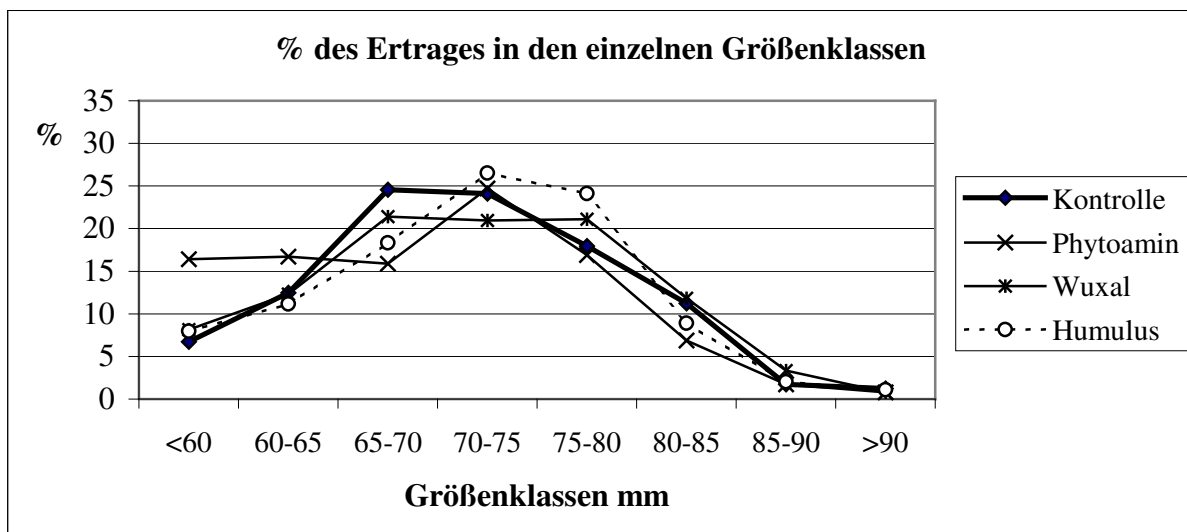


Abbildung 17: Größenverteilung Elstar 2003

Die Variante Humulus hatte einen niedrigen Ertrag, daher eine etwas günstigere Größenverteilung. Bei Phytoamin dagegen war der Fruchtansatz höher, daher gab es tendenziell eine Verschiebung hin zu kleineren Äpfeln. Die Varianten Phytoamin, Wuxal Ascofol und Humulus waren auf dem gleichen Niveau wie die anderen Blattdünger.

Nachfolgend werden zusammengefasste Qualitätsgruppen bewertet, die eine Kombination aus Größen- und Farbsortierung darstellen (siehe Tabelle 53).

Tabelle 53: Qualitätsgruppen [% des Ertrages], klein/zu grün, mittlere und sehr gute Ausfärbung

Qualitätsgruppen	Kontrolle	Vinasse	Biokal	Phytoamin	Wuxal	Humulus
klein/zu grün	27,51	26,47	24,92	49,39	38,63	48,54
mittlere Farbe	55,59	56,08	59,19	38,00	47,75	43,91
sehr gute Farbe	16,91	17,36	15,92	12,65	13,52	7,61

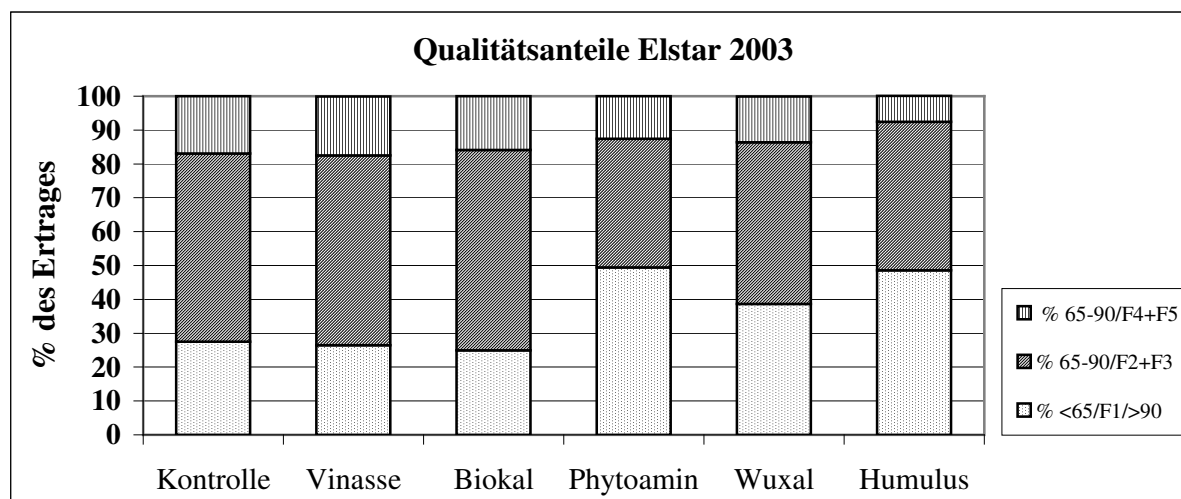


Abbildung 18: Qualitätsanteile Elstar 2003

Aufgrund des geringen Ertrages, der warmen Witterung und des starken Triebwachstums (Alternanzjahr) hatte der Betrieb 1 einen hohen Anteil schlecht ausgefärbter Früchte. Die Kontrolle hatte 17 % sehr gut ausgefärbter Früchte. Die Varianten Vinasse und Biokal wiesen den gleichen Anteil auf. Bei etwa 13 % schön gefärbten Äpfeln lagen die Varianten Phytoamin und Wuxal Ascofol. Den höchsten Anteil (ca. 50 %) an zu kleinen oder schlecht ausgefärbten Äpfeln hatten die Varianten Humulus und Phytoamin (bei Humulus vor allem schlechtere Ausfärbung, bei Phytoamin vor allem Untergrößen).

3.2.3.2 Berostung

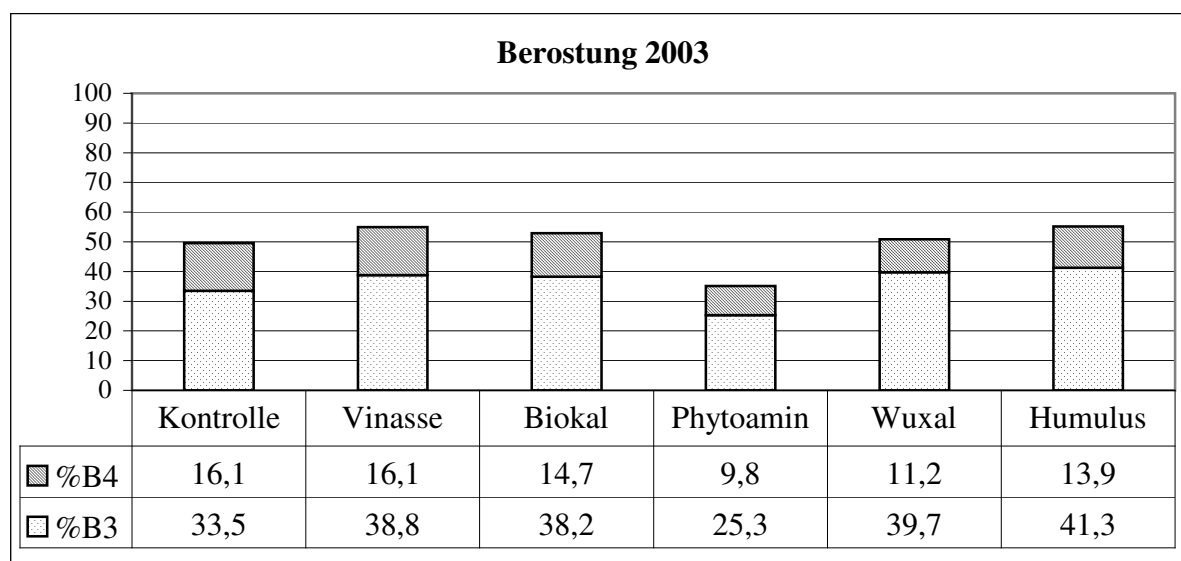


Abbildung 19: Fruchtberostung 2003, Anteile in %

In Abbildung 19 ist der prozentuale Anteil in den Berostungsstufen B3 (10 - 30 %) und B4 (> 30 %) dargestellt, die schlechter vermarktet werden können. Im Vergleich zur Kontrolle wies die Variante Phytoamin die geringste Berostung auf mit ungefähr 35 % Anteil in den Berostungsstufen 3 und 4. Bei einem Anteil von etwa 50 % in den beiden Klassen lagen die Varianten Kontrolle und Wuxal Ascofol. Die Varianten Vinasse, Biokal und Humulus hatten den höchsten Anteil von ca. 55 % in den Stufen 3 und 4. Als Durchschnitt über alle Varianten ergab sich ein Anteil von etwa 50 %.

3.2.4 Innere Qualität

3.2.4.1 Messung von Zucker, Säure und Vitamin C

Bei der Auswertung der inneren Qualität werden dieselben Vorgaben wie bei der Status Quo Analyse zu Grunde gelegt. Die wichtigsten Ergebnisse sind in Tabelle 54 zusammengefasst.

Tabelle 54: Gehalte an Zucker, Säure, Zucker/Säure-Verhältnis und Vitamin C, Werte aus der Literatur bei der Sorte Elstar

Variante	Zucker % Brix	Säure g/l	Verhältnis Z/S	Vitamin C mg/l
Kontrolle	15,8	7,9	20,0	<10
Vinasse	15,7	8,3	18,9	17
Biokal	16,1	9,9	16,3	20
Phytoamin	15,8	8,0	19,8	<10
Wuxal	16,6	9,4	17,7	20
Humulus	15,7	7,9	19,9	n.n. ³⁾
Durchschnitt	16,0	8,6	18,7	19,0
Optimalwerte ¹⁾	13,2 - 14,2	6,7 - 13,4 ²⁾	15 - 20 : 1	32 - 190

¹⁾ FISCHER, 2003, ²⁾ Gesamtsäure ³⁾ n.n. = Nicht nachweisbar

Bei einem schwachen Ertrag sind die Zucker- und die Säuregehalte höher als bei einem Normalertrag (KNOLL, ÖSTERREICHER, TORGLER und UNTERTHURNER, 1998). Infolgedessen lagen die Zuckerwerte bei allen Varianten deutlich über den langjährigen Werten. Der Zuckergehalt war bei der Variante Wuxal Ascofol gegenüber der Kontrolle leicht erhöht. Die Säuregehalte bewegten sich im mittleren Bereich der Literaturwerte. Im Vergleich zur Kontrolle wiesen die Varianten Biokal und Wuxal Ascofol einen leicht erhöhten Gehalt an Säure auf, vermutlich infolge des geringeren Behangs. Bei allen Varianten war der Vitamin-C Gehalt sehr niedrig. Infolge des trockenen Wetters und des starken Wuchses der Bäume konnte weniger Vitamin C synthetisiert werden (FRIEDRICH, NEUMANN und VOGEL, 1986). Bei allen Varianten bewegte sich das Zucker/Säure Verhältnis im Rahmen der Angaben von FISCHER.

3.2.4.2 Analyse von Kalium, Calcium und Magnesium

Ein ausgewogenes Verhältnis der Nährstoffgehalte Kalium, Calcium und Magnesium in den Äpfeln kann erheblich zur Minderung von stippigen Früchten beitragen (siehe Tabelle 55).

Tabelle 55: Kalium, Calcium und Magnesiumgehalte der Früchte in % TS, Stippeanfälligkeit

Variante	K	Ca	Mg	K/Ca	Stippegefahr	(K+Mg)/Ca	Bewertung
Kontrolle	0,850	0,043	0,044	19,8	niedrig	20,8	gut
Vinasse	0,881	0,021	0,038	42,0	hoch	43,8	mittel
Biokal	0,896	0,021	0,040	42,7	hoch	44,6	mittel
Phytoamin	0,889	0,020	0,040	44,5	hoch	46,5	mittel
Wuxal	0,931	0,020	0,039	46,6	hoch	48,5	mittel - schlecht
Humulus	1,002	0,024	0,039	41,8	hoch	43,4	mittel
Optimalwerte*	K/Ca = 25 zu 1				*	(K+Mg)/Ca = 20	

* WILCKE, 1982

Da sich der Betrieb 1 in der Alternanz befand (wüchsige Bäume), wurde durch die zusätzlichen Applikationen mit Blattdünger das K/Ca-Verhältnis eventuell negativ beeinflusst. Nur die unbehandelte Kontrolle wies ein optimales Verhältnis von K zu Ca auf. Alle Blattdüngervarianten besaßen ein K/Ca-Verhältnis von mehr als 40 zu 1.

3.2.5 Lagerverhalten der Früchte

Das Auftreten von physiologischen Schäden (Stippe und Fleischbräune) und anderen Lagerfäulen war sehr gering, deshalb wird nur der prozentuale Anteil der Früchte, die mit dem Lagerfäulepilz *Gloeosporium* befallen waren, in Abbildung 20 gezeigt. Die beiden Pflücken wurden zusammengefasst, pro Variante wurden etwa 150 Äpfel ausgewertet. Die Ergebnisse der beiden Boniturtermine (27.11.2003 und 11.02.2004) wurden addiert.

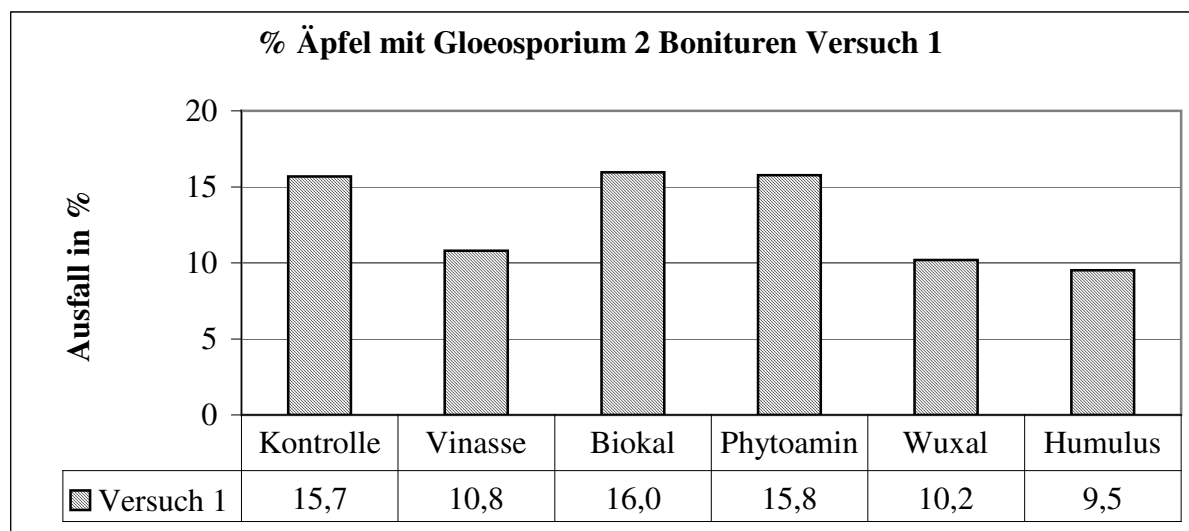


Abbildung 20: Lagerbonitur vom 27.11.2003 und 11.02.2004

Auf Betrieb 1 lag der Ausfall durch *Gloeosporium* durchschnittlich bei ca. 13 %. Die Variante Humulus, Wuxal Ascofol und Vinasse wiesen einen leicht geringeren Befall (5 %) mit Bitterfäule auf als die Kontrolle. Dagegen hatten die Varianten Biokal und Phytoamin einen ähnlichen Ausfall wie in der Kontrolle.

3.2.6 Knospenanalyse Dezember 2003

Die Entnahme der Astproben erfolgte variantenweise im Dezember 2003. Anschließend ist die Auswertung der Knospenuntersuchung dargestellt (siehe Abbildung 21).

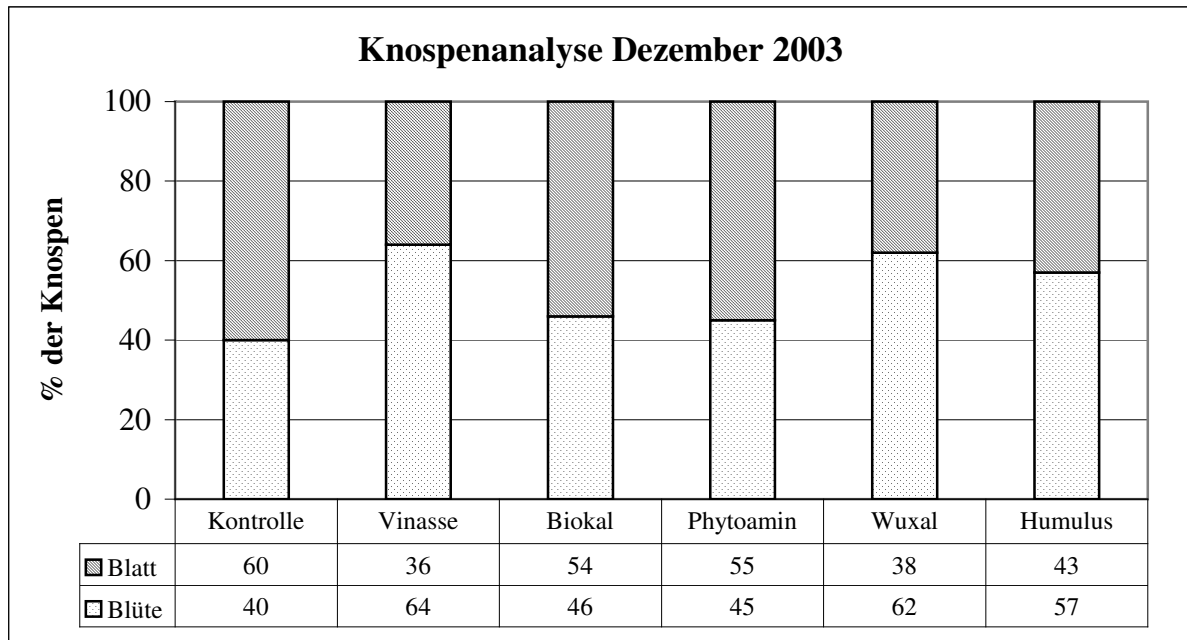


Abbildung 21: Ergebnisse der Knospenuntersuchung Dezember 2003

Der niedrige Anteil an Blütenknospen in der Kontrolle war teilweise auf den höheren Ertrag zurückzuführen. Im Vergleich zur Kontrolle mit 40 % Anteil Blütenknospen konnten bei Betrieb 1 tendenziell mit allen fünf Blattdüngern der Blütenansatz für das Jahr 2004 um ungefähr 5 bis 20 % erhöht werden. Die besten Varianten waren die Blattdünger Vinasse, Wuxal Ascofol und Humulus mit einem Blütenknospenanteil von durchschnittlich 60 %. Dagegen wiesen die Blattdünger Biokal und Phytoamin einen Anteil Blütenknospen von ca. 45 % auf. Im Durchschnitt über alle Varianten ergab sich ein Blütenbesatz von etwa 50 %.

Im Gegensatz zu Januar 2003 sind die Anteile an Blütenknospen erhöht. Es wird nur mit einem mittleren Ertrag in 2004 zu rechnen sein. Aufgrund der Trockenheit wurde vermutlich der Blütenknospenansatz beeinträchtigt. Aus den prozentualen Anteilen der Blütenknospen wurden wichtige kulturtechnische Maßnahmen zum Schnitt und zur Düngung sowie Frucht- ausdünnung für diesen Betrieb abgeleitet. Der Winterschnitt sollte nur mäßig stark erfolgen. Die Blattdüngung sollte im Frühjahr 2004 nicht zu stickstoffbetont sein. Die Ausdünnungsmaßnahmen sollten abhängig vom tatsächlichen Behang nach der Blüte erfolgen.

Eine tatsächliche Einschätzung des Blütenansatzes kann erst nach der Auszählung der Blütenbündel erfolgen. Die Ergebnisse können nicht mehr in die endgültige Bewertung der Blattdünger einfließen, da das Projekt zum 31.12.2003 endete.

3.2.7 Auswertung der Fragebögen

Bei Betrieb 1 wurden die wichtigsten Kulturmaßnahmen des Exaktversuchs behandelt wie die Bäume bei der Status Quo Analyse, es wurden lediglich im Exaktversuch keine Blattdünger ausgebracht (siehe Tabellen 38 - 43 bei Status Quo Analyse).

3.3 Exaktversuch 2 (Betrieb 2)

3.3.1 Nährstoffsituation

3.3.1.1 Bodenanalysen Dezember 2002

Die Bodenproben wurden analog zu den anderen Betrieben am 19.12.2003 gezogen. Auch die gleichen Parameter des Bodens wie die Gehalte an organischem Kohlenstoff (1,38 %), Gesamtstickstoff (0,176 %), Humus, pH-Wert und Kalkgehalt sowie die Haupt- und Spurennährstoffe wurden untersucht.

Das **C/N-Verhältnis** von 7,8 wurde auch bei Betrieb 2 als 'sehr gut' bewertet. Der Humusgehalt von 2,38 % sollte nicht weiter sinken. Die Bodenart ist schluffiger Lehm (Löß). Da der pH-Wert von 6,6 sich in einem günstigen Bereich befand, war keine Kalkung notwendig. Die Nährstoffgehalte und der Versorgungsgrad der Böden mit Phosphor, Kalium und Magnesium sind in Tabelle 56 dargestellt.

Tabelle 56: Gehalte an Phosphor, Kalium und Magnesium im Boden (mg/100 g Boden), Optimalwerte und Versorgungsgrad im Exaktversuch 2

Nährstoff	Gehalt	Optimalwert*	Versorgungsgrad
Phosphor	16	15 - 25	optimal
Kalium	32	15 - 25	hoch
Magnesium	15	> 12	optimal

* SCHALLER, 1993

Der Betrieb 2 war bei allen Hauptnährstoffen optimal versorgt, wobei Phosphor an der unteren Grenze des Versorgungsbereich lag. Bei den Spurenelementen befand sich Bor im optimalen Versorgungsbereich, Zink aber im Mangelbereich. Die Mikronährstoffgehalte des Bodens auf den Versuchsflächen des Betriebes 2 sind im Anhang auf der Seite 108 zusammengefasst.

3.3.1.2 Blattanalysen April 2003

Die Blätter für die frühe Blattanalyse wurden wie bei Exaktversuch 1 am 14.04.2003 vor Applikation der Blattdünger entnommen. In der nachfolgenden Tabelle 57 sind die Hauptnährstoffe und der Versorgungsgrad der Blätter mit Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium dargestellt.

Tabelle 57: Hauptnährstoffgehalte, Optimalwerte und Versorgungsgrad der Rosettenblätter April 2003 (Angaben in % TS)

Nährstoff	Gehalt	Optimalwert*	Versorgungsgrad
Stickstoff	3,94	3,80 - 4,50	optimal
Phosphor	0,56	0,36 - 0,40	hoch
Kalium	2,15	2,20 - 2,30	optimal
Magnesium	0,23	0,30 - 0,38	niedrig
Calcium	0,72	0,70 - 1,30	optimal

* LINDICKE, 2003

Zu Versuchbeginn wurde die Versorgung der Rosettenblätter mit **Stickstoff**, **Kalium** und **Calcium** als optimal bewertet, die **Phosphat**werte waren etwas zu hoch, die **Magnesium**werte etwas zu niedrig. Der Magnesiummangel kann auch durch die hohen Kaliumwerte im Boden begründet werden (Antagonismus bei der Aufnahme) (QUAST, 1986). Im Exaktversuch 2 konnte der optimale Versorgungsgrad mit allen Makronährstoffen nicht erreicht werden. Die nachfolgende Tabelle 58 zeigt die Spurennährstoffgehalte und den Versorgungsgrad mit Bor, Eisen, Kupfer, Mangan und Zink.

Tabelle 58: Spurennährstoffgehalte, Optimalwerte und Versorgungsgrad der Rosettenblätter April 2003 (Angaben in mg/kg TS)

Nährstoff	Gehalt	Optimalwert ¹⁾	Versorgungsgrad
Bor	59	48 - 60	optimal
Eisen	186	80 - 240 ²⁾	optimal
Kupfer	360	15 - 25	hoch
Mangan	37	120 - 220	niedrig
Zink	52	100 - 140	niedrig

¹⁾ LINDICKE, 2003, ²⁾ STIMPFL, 2001

Optimale Werte lagen bei **Bor** und **Eisen** vor, sehr hohe Werte bei **Kupfer**, deutlich zu niedrige Werte bei **Zink** und **Mangan**. Es ist nicht auszuschließen, dass zum Entnahmezeitpunkt noch Reste der vorausgegangenen Kupferbehandlungen zur Schorfbekämpfung aus den Blättern zu finden waren. Die Aufnahme von Zink und Mangan wurde durch trockene Bedingungen im Boden beeinträchtigt. Eine optimale Versorgung mit Spurenelementen war nur bei Bor, Eisen und Kupfer gegeben.

3.3.1.3 Blattanalysen Juni 2003

Tabelle 59 zeigt nur die Makronährstoffgehalte Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium der Blätter im Juni, die Entnahme erfolgte am 16.06.2003.

Tabelle 59: Hauptnährstoffgehalte und Optimalwerte der Blätter Juni 2003 (Angaben in % TS)

Variante	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Magnesium	Calcium
Kontrolle	2,58	0,19	1,90	0,30	1,20
Vinasse	2,40	0,19	1,91	0,29	1,19
Biokal	2,48	0,18	1,71	0,31	1,30
Phytoamin	2,64	0,20	1,59	0,32	1,40
Wuxal	2,60	0,22	1,61	0,31	1,36
Humulus	2,54	0,19	1,57	0,34	1,48
Optimalwert ¹⁾²⁾	2,50 - 2,80	0,28 - 0,32	1,30 - 1,80	0,23 - 0,33	1,30 - 1,80

¹⁾ LINDICKE, 2003, ²⁾ DRAHORAD, 1997

Eine optimale Versorgung lag bei **Stickstoff**, **Kalium**, **Magnesium** und **Calcium** vor, die **Phosphor**werte dagegen bewegten sich leicht unter den Optimalwerten. Das Verhältnis von Magnesium zu Kalium hatte sich zu Gunsten von Magnesium verbessert, da im Mai ausreichend Niederschläge fielen.

Nur gelegentlich wurden Unterschiede zwischen den Varianten beobachtet, beispielsweise waren die Stickstoffwerte bei Phytoamin im Vergleich zur Kontrolle leicht erhöht. Tendenzi-

ell erreichten die Varianten Humulus und Phytoamin die höchsten Calciumwerte, diese Varianten hatten zusammen mit Wuxal Ascofol auch höhere Kaliumwerte als die Kontrolle.

3.3.1.4 Blattanalysen August 2003

Am 13.08.2003 wurden die Blätter für die Blattanalysen im August entnommen. In Tabelle 60 werden die Makronährstoffgehalte Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium der Blätter dargestellt.

Tabelle 60: Hauptnährstoffgehalte und Optimalwerte der Blätter August 2003
(Angaben in % TS)

Variante	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Magnesium	Calcium
Kontrolle	2,03	0,16	0,93	0,37	2,44
Vinasse	2,42	0,16	1,02	0,36	2,42
Biokal	2,35	0,13	0,77	0,32	2,34
Phytoamin	2,25	0,16	0,94	0,35	2,35
Wuxal	2,34	0,18	0,98	0,35	2,43
Humulus	2,39	0,15	0,75	0,38	2,43
Optimalwert ^{1) 2)}	2,20 - 2,60	> 0,15	1,10 - 1,40	> 0,20	> 1,00

¹⁾ DRAHORAD, 1997, ²⁾ QUASt, 1986

Im Vergleich zur Kontrolle waren bei allen Blattdüngern die **Stickstoff**gehalte etwas erhöht und lagen somit im Optimum. Die Kontrolle befand sich unterhalb des optimalen Versorgungsbereichs. Infolge der sehr trockenen Bedingungen im Juni und August konnte weniger Stickstoff aufgenommen werden. Die Stickstoffgehalte der Blätter konnten durch Behandlungen mit Blattdüngern verbessert werden. Den höchsten Gehalt an Stickstoff in den Blättern wiesen die Varianten Vinasse und Humulus auf.

Optimale Gehalte wurden festgestellt bei **Phosphor** (an der unteren Grenze), **Magnesium** und **Calcium**. Bei Magnesium und Calcium waren die Werte über alle Varianten sehr einheitlich. Größere Unterschiede wurden bei den **Kalium**gehalten ermittelt, die insgesamt leicht zu niedrig waren, dies war durch die Trockenheit im Boden und den guten Ertrag erklärbar (QUAST, 1986). Niedrigere Kaliumwerte als in der Kontrolle wurden bei Biokal und Humulus gemessen, höhere Werte bei Vinasse. In keiner Variante befanden sich alle Gehalte der Hauptnährstoffe im Optimum. Die nächste Tabelle zeigt die Spurennährstoffgehalte Bor, Eisen, Kupfer, Mangan und Zink im August.

Tabelle 61: Spurennährstoffgehalte und Optimalwerte der Blätter August 2003 (Angaben in mg/kg TS)

Variante	Bor	Eisen	Kupfer	Mangan	Zink
Kontrolle	35,8	99,2	36,7	63,2	23,1
Vinasse	33,7	94,0	31,6	57,9	39,3
Biokal	33,3	74,0	32,2	57,7	32,4
Phytoamin	32,1	96,4	30,3	57,2	31,8
Wuxal	35,2	85,6	33,4	56,8	22,8
Humulus	32,3	78,6	33,9	59,6	41,5
Optimalwert ^{1) 2)}	20 - 60	60 - 200	5 - 15	60 - 250	20 - 60

¹⁾ DRAHORAD, 1997, ²⁾ QUASt, 1986

Alle Varianten lagen bei den Spurennährstoffen Bor, Eisen und Zink im Optimum. Bei Biokal und Humulus waren tendenziell die Gehalte an Eisen in den Blättern am niedrigsten. Sämtliche Versuchsvarianten befanden sich oberhalb des Optimumbereichs von Kupfer. Speziell bei relativ guten Humusgehalten und trockenen Bedingungen wird das Mangan durch die Bakterien im Boden zu nicht aufnehmbaren Formen oxidiert (QUAST, 1986). Durch die sehr trockenen Bedingungen im Juni und August konnte nicht genügend Mangan aufgenommen werden, deshalb bewegten sich alle Varianten im leichten Mangelbereich.

Die Varianten Humulus und Vinasse wiesen die höchsten Zinkgehalte in den Blättern auf. Dagegen bewegten sich Wuxal Ascofol und die Kontrolle an der unteren Grenze des optimalen Versorgungsbereichs. Eine optimale Versorgung mit allen Spurenelementen wurde bei keiner Variante erreicht.

3.3.2 Blüh- und Ertragsverhalten

3.3.2.1 Knospenanalyse Januar 2003

Der Schnitt der Astproben wurde nach dem selben Verfahren wie bei Exaktversuch 1 durchgeführt. Im Versuch 2 wurden zu Versuchsbeginn 68 % Blütenknospen ausgezählt, so dass mit einem normalen Blütenbesatz zu rechnen war, sofern es keine Schäden durch Blütenfröste gibt. Beim Winterschnitt sollte eine normale Schnittstärke eingehalten werden. Bezüglich der Ausdünnung zu diesem Zeitpunkt zeichnete sich ab, dass Ausdünnungsmaßnahmen nur bei Überbehang erforderlich sein werden.

3.3.2.2 Blütenbesatz im Frühjahr 2003

Analog zum Exaktversuch 1 wurden im Stadium der 'Roten Knospe' an jedem markierten Baum die Gesamtzahl an Blütenbüschel ermittelt. Der Blütenbüschelbesatz lag im Schnitt bei 168 Blütenbüschel/Baum. Durch die Frostnächte Anfang April kam es zu deutlichen Frostschäden an den noch geschlossenen Blütenknospen. Der Anteil an erfrorenen Blütenknospen betrug 20,7 %. Die Auswertung des Frostschadens erfolgte nach dem selben Muster wie bei Versuch 1. Der Blütenbüschelbesatz pro Baum war gut, durchschnittlich wurden 194 Blütenbüschel/Baum gezählt. Die Bäume waren 1998 gepflanzt worden und hatten 2002 (4. Standjahr) einen hohen Ertrag.

3.3.2.3 Fruchtansatz

Da im Verlaufe des Versuchs Schwankungen zwischen den Bäumen beobachtet wurden, wurde für die Auswertung der Stichprobenumfang eingeschränkt, indem speziell bei dem Merkmal Fruchtansatz nur Bäume mit einem Besatz von 100 bis 300 Blütenbüschel/Baum berücksichtigt wurden. Die Tabelle 62 zeigt den Fruchtansatz an mehreren Terminen.

Tabelle 62: Blütenbüschel/Baum, Fruchtansatz im Mai und Juni, Zahl Äpfel/Baum Juni, Fruchtansatz zur Ernte, Durchschnittswerte über alle Varianten

Behandlung	Blüten- büschel/ Baum	Äpfel/ Blüten- büschel Mai	Äpfel/ Blüten- büschel Juni	Zahl Äpfel/ Baum Juni	Äpfel/ Blüten- büschel Zur Ernte
Kontrolle	208	1,70	0,79	164	0,73
Vinasse	192	1,90	0,92	172	0,76
Biokal	197	1,70	0,72	134	0,65
Phytoamin	201	1,86	0,91	155	0,79
Wuxal	173	2,02	1,02	152	0,93
Humulus	196	1,90	0,85	167	0,77
Durchschnitt	194	1,85	0,87	157	0,77

Mitte Juli wurde als betriebsübliche Maßnahme ein Teil der Baumspitzen entfernt. Die entfernten Äpfel wurden gezählt (23.07.2003) und über den relativen Fruchtansatz der Blütenbüschelbesatz bei den betroffenen Bäumen korrigiert.

Im Versuch 2 war der Fruchtansatz sehr einheitlich. Den besten Ansatz im Mai im Vergleich zur Kontrolle wies die Variante Wuxal Ascofol mit etwa 2 Äpfel/Blütenbüschel auf. Auch im Juni zeigte sich das gleiche Bild, das heißt, die Anzahl Äpfel pro Baum war über alle Varianten sehr ähnlich, bei Wuxal Ascofol am höchsten. Zur Ernte erreichte Wuxal Ascofol mit ca. 0,90 Äpfel/Blütenbüschel den besten Wert. Bei allen Varianten war kein signifikanter Unterschied bei den Merkmalen Blütenbüschel/Baum, Apfel/Blütenbüschel im Mai und Apfel/Blütenbüschel zur Ernte der Blattdünger gegenüber der Kontrolle festzustellen. Eine leichte Verringerung des Fruchtansatzes zwischen Juni und Ernte war normal, Verluste können durch Junifruchtfall, Befall mit Apfelwickler oder Monilia entstehen. Beim Fruchtansatz konnten an allen drei Terminen keine Unterschiede zwischen den Varianten statistisch abgesichert werden (Jeder Baum wurde als eine Wiederholung gewertet).

3.3.2.4 Ertragsdaten Ernte 2003

Größere Unterschiede zwischen den Varianten wurden bei den typischen Ertragsmerkmalen festgestellt. Die erste Pflücke war am 25.08.2003, die zweite Pflücke am 02.09.2003 und die dritte Pflücke am 12.09.2003. Die Daten wurden bei der Ernte erfasst und beziehen sich auf den Rohertrag/Baum. Die Bäume wurden an drei Terminen gepflückt, komplett geerntet und nicht vorsortiert beim Pflücken. In Tabelle 63 sind die Ertragszahlen Äpfel/Baum, der Einzelbaumertrag und das Einzelfruchtgewicht dargestellt.

Tabelle 63: Ertragsdaten 2003, Zahl Äpfel/Baum, Einzelbaumertrag, Fruchtgewicht, Durchschnittswerte über alle Varianten

Behandlung	Äpfel/Baum	Einzelbaumertrag kg/Baum	Fruchtgewicht g/Frucht
Kontrolle	143	16,35 b	114,3 b
Vinasse	132	15,71 b	119,2 b
Biokal	118	12,83 a	108,5 ab
Phytoamin	126	15,21 b	120,4 b
Wuxal	131	14,66 a	111,9 ab
Humulus	141	14,74 a	104,9 a
Durchschnitt	132	14,92	113,2

Das Fruchtgewicht wird in der Regel stark vom Einzelbaumertrag und von der Zahl Äpfel pro Baum beeinflusst. Der niedrigste Einzelbaumertrag wurde bei der Variante Biokal mit 12,83 kg/Baum festgestellt (signifikant schlechter als die Kontrolle). Ebenfalls etwas schwächer im Ertrag waren die Varianten Wuxal Ascofol und Humulus. Im Vergleich dazu wiesen die Kontrolle und Vinasse und Phytoamin die signifikant höchsten Erträge auf.

Die höchsten Einzelfruchtgewichte hatten die Varianten Vinasse und Phytoamin. An sich ist für die Sorte 'Elstar' ein Einzelfruchtgewicht von durchschnittlich 113 g relativ klein, in 2003 war dies durch die extreme Trockenheit im August bedingt. Die Variante Humulus hatte das signifikant geringste Einzelfruchtgewicht gegenüber den Varianten Phytoamin, Vinasse und der Kontrolle.

3.3.2.5 Reife- und Festigkeitsmessungen

Anschließend werden die Ergebnisse der Reifemessungen vom September 2003 gezeigt (siehe Tabelle 64). Die Äpfel wurden an drei Terminen gepflückt. Es wurden zwei Festigkeitsmessungen durchgeführt, die erste erfolgte im Rahmen der Bestimmung des Streif-Index und die zweite am 27.11.2003.

Tabelle 64: Streif-Index, Refraktometerwert, Stärkeabbau und Fruchtfleischfestigkeit von Elstar in Abhängigkeit vom Pflücktermin

Variante	Pflücke	Ø Streif F/(R*S)	Ø Brix %	Ø Stärke 1 - 10	Ernte Ø Festigkeit kg/cm ²	27.11.2003 Ø Festigkeit kg/cm ²
Kontrolle	1	0,10	13,7	5,5	7,3	4,6
Vinasse	1	0,14	14,2	4,3	8,0	5,2
Biokal	1	0,14	15,1	4,6	8,3	5,0
Phytoamin	1	0,11	13,4	5,3	7,3	5,7
Wuxal	1	0,09	14,4	5,8	7,4	4,4
Humulus	1	0,17	14,7	4,1	8,5	5,7
Kontrolle	2	0,10	13,8	5,7	7,3	4,5
Vinasse	2	0,10	14,0	5,1	7,2	5,1
Biokal	2	0,11	16,1	4,7	7,7	4,3
Phytoamin	2	0,10	13,9	5,4	7,1	4,4
Wuxal	2	0,11	14,2	5,1	7,4	4,7
Humulus	2	0,11	15,5	4,7	8,0	5,0
Kontrolle	3	0,10	15,3	5,2	7,4	4,6
Vinasse	3	0,10	14,5	5,2	7,1	4,9
Biokal	3	0,10	15,2	5,4	7,5	4,7
Phytoamin	3	0,10	13,8	5,2	6,9	4,8
Wuxal	3	0,08	13,8	5,7	6,6	4,6
Humulus	3	0,10	14,9	5,0	7,2	4,9
Optimalwert ¹⁾		0,30	11,5 - 12,5	2 - 3	7,0 - 8,0	> 5,5 ²⁾

¹⁾ BAAB, 2002, ²⁾ LINNEMANNSTÖNS, 2004

Die niedrigen Indexwerte lassen sich zum Teil durch die höheren Zuckerwerte erklären (siehe Formel). Analog zu Exaktversuch 1 lagen die Werte des Streif-Index unterhalb des Optimalwertes. Nur bei der ersten Pflücke gab es Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten. Im Vergleich zur Kontrolle wiesen die Varianten Humulus, Vinasse und Biokal einen besseren Streifindex auf. Bei diesen Varianten war das auf den geringeren Abbau der Stärke und die relativ gute Festigkeit der Früchte zurückzuführen. Zusätzlich hatte die Variante Biokal im Vergleich zur Kontrolle ein signifikant kleineres Fruchtgewicht, wodurch die Früchte härter waren.

Bei der Festigkeitsmessung Ende November gab es nur bei der ersten Pflücke Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten. Die Varianten Humulus und Phytoamin hatten gegenüber der Kontrolle deutlich festere Früchte. Nur wenige Varianten lagen mit der Festigkeit über dem Schwellenwert von $5,5 \text{ kg/cm}^2$, der vom Verbraucher noch als angenehm "bissfest" empfunden wird (LINNEMANNSTÖNS, 2004).

3.3.3 Äußere Qualität

3.3.3.1 Fruchtgröße und Ausfärbung

Nachfolgend ist die Auswertung der Größensortierung in 5 mm Kalibrierungen in den Abbildungen 22 - 23 dargestellt.

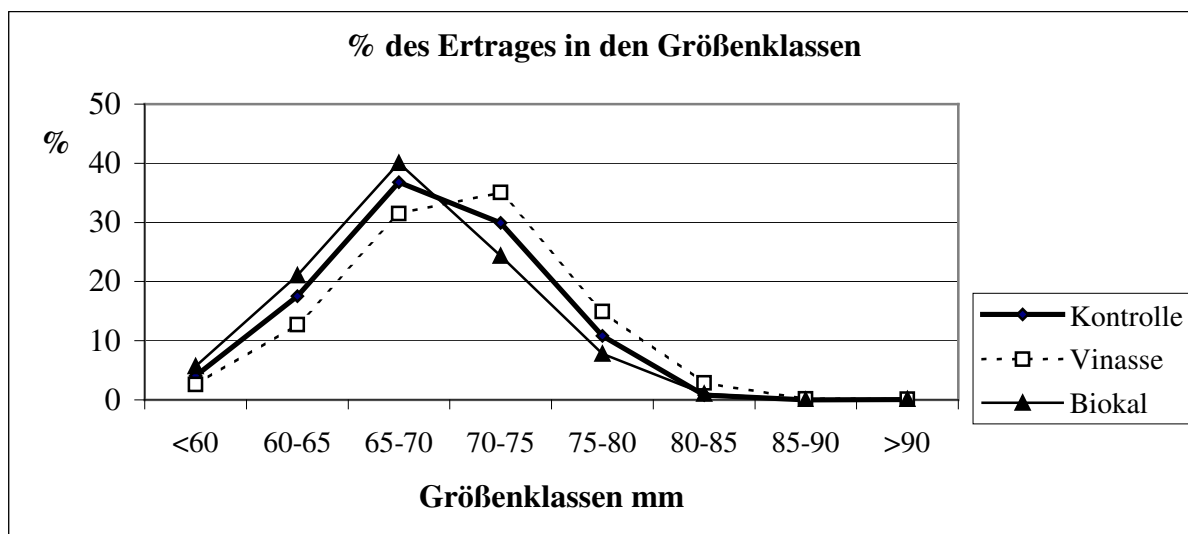


Abbildung 22: Größenverteilung Elstar 2003

Aufgrund des sehr guten Ertrages und der Trockenheit waren die meisten Äpfel im Bereich 65 - 70 mm. Bei Vinasse ergab sich durch den geringeren Ertrag eine leichte Verschiebung zu 70-75 mm.

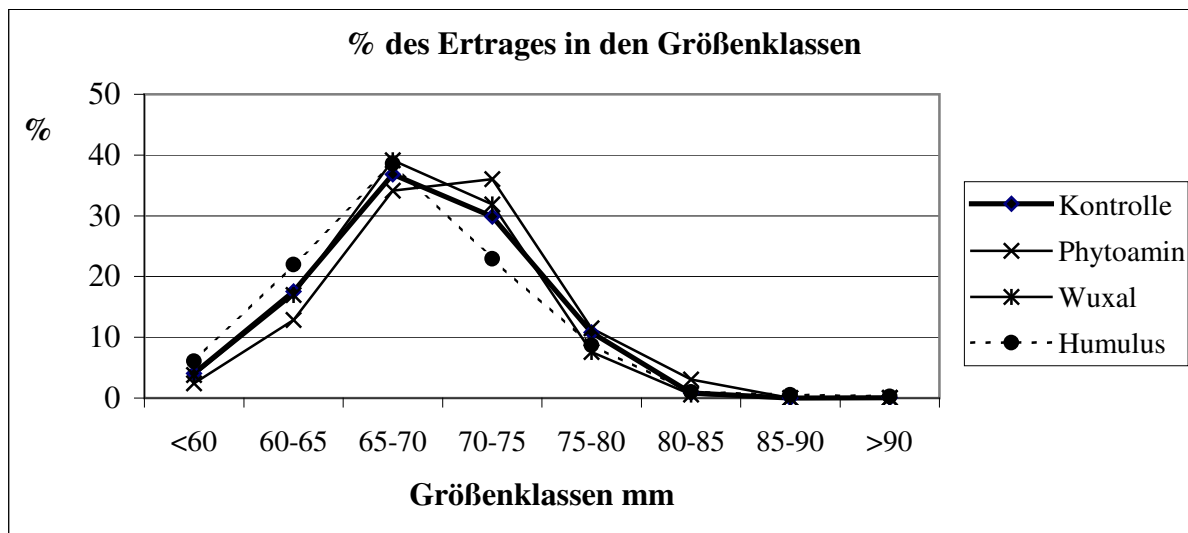


Abbildung 23: Größenverteilung Elstar 2003

Die übrigen Varianten hatten eine ähnliche Größenverteilung wie die Kontrolle.

In Tabelle 65 werden zusammengefasste Qualitätsgruppen bewertet, die eine Kombination aus Größen- und Farbsortierung darstellen.

Tabelle 65: Qualitätsgruppen [% des Ertrags], klein/zu grün, mittlere und sehr gute Ausfärbung

Qualitätsgruppen	Kontrolle	Vinasse	Biokal	Phytoamin	Wuxal	Humulus
klein/zu grün	22,82	16,71	27,34	15,64	21,33	29,59
mittlere Farbe	20,67	25,77	19,71	20,32	16,49	17,34
sehr gute Farbe	56,97	57,71	53,76	64,45	62,52	53,68

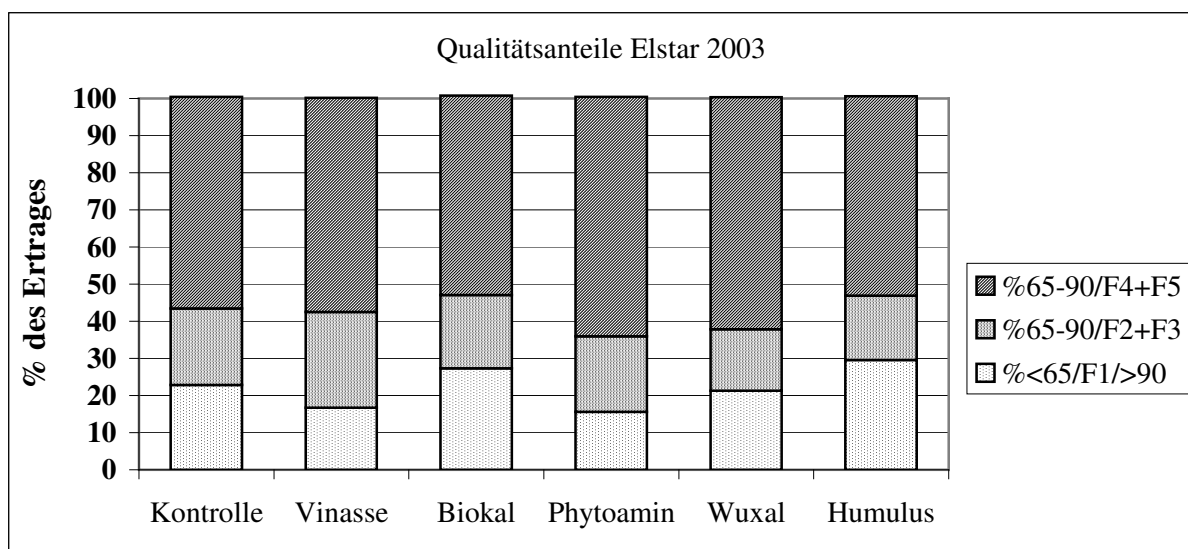


Abbildung 24: Qualitätsanteile Elstar 2003

Insgesamt war die Ausfärbung in diesem Versuch wesentlich besser als im Versuch 1 (kleinere, wüchsigerer Bäume). Die Kontrolle und die Variante Vinasse wiesen etwa 55 % sehr gut ausgefärbte Früchte auf. Bei der Variante Phytoamin und Wuxal Ascocol war diese Qualitäts-

gruppe leicht erhöht. Den höchsten Anteil an zu kleinen und schlecht ausgefärbten Früchten hatten die Varianten Biokal und Humulus mit ca. 30 %.

3.3.3.2 Berostung

In der Abbildung 25 wird der prozentuale Anteil der Äpfel in den Berostungsklassen B3 (10 - 30 %) und B4 (> 30 % berostet) graphisch dargestellt, da solche Äpfel schlechter vermarktbar sind.

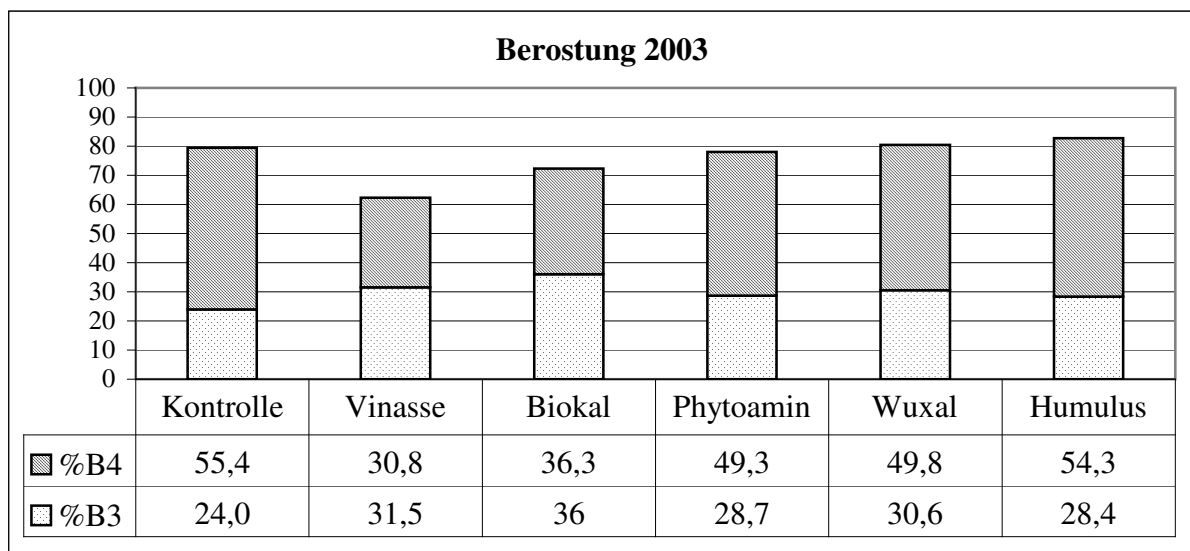


Abbildung 25: Fruchtberostung 2003, Anteile in %

Die Varianten Vinasse (ca. 60 %) und Biokal (etwa 75 %) hatten den geringsten Anteil in den Klassen 3 und 4 im Vergleich zur Kontrolle. Dagegen lagen die Kontrolle, Phytoamin, Wuxal Ascofol und Humulus bei einem Berostungsanteil von etwa 80 %. Die Äpfel auf Betrieb 2 waren tendenziell stärker berostet als auf Betrieb 1 (durchschnittlich über alle Varianten ca. 50 %). Ursachen für die stärkere Berostung können tiefe Temperaturen vor der Blüte oder die betriebsüblich ausgebrachten Pflanzenschutzmittel sein, beispielsweise kann bei einem Einsatz von Gesteinsmehlen während der Blüte die Berostung erhöht sein.

3.3.4 Innere Qualität

3.3.4.1 Messung von Zucker, Säure und Vitamin C

Wichtige Fruchtinhaltsstoffe wurden aus einer Stichprobe bestimmt, die zu Apfelsaft gepresst wurde. Die Gehalte von Zucker und Säure, das Zucker/Säure Verhältnis und der Vitamin-C Gehalt sind in Tabelle 66 aufgeführt.

Tabelle 66: Gehalte an Zucker, Säure, Zucker/Säure-Verhältnis und Vitamin C, Werte aus der Literatur bei der Sorte Elstar

Variante	Zucker % Brix	Säure g/l	Verhältnis Z/S	Vitamin C mg/l
Kontrolle	13,4	6,2	21,6	10
Vinasse	13,8	7,5	18,4	30
Biokal	15,5	8,7	17,8	43
Phytoamin	13,7	7,0	19,6	18
Wuxal	13,4	7,0	19,1	12
Humulus	15,0	8,4	17,9	22
Durchschnitt	14,1	7,5	19,1	22,5
Optimalwert ¹⁾	13,2 - 14,2	6,7 - 13,4 ²⁾	15 - 20 : 1	32 - 190

¹⁾ FISCHER, 2003, ²⁾ Gesamtsäure

Die Ertragshöhe hat einen starken Einfluss auf die Inhaltsstoffe, bei einem zu hohen Ertrag sinken die Gehalte an Zucker und Säure (KNOLL, ÖSTERREICHER, TORGGGLER und UNTERTHURNER, 1998). Bei allen Varianten lagen die Brixwerte im Durchschnittsbereich. Einen deutlich höheren Gehalt an Zucker als die Kontrolle wiesen die Varianten Biokal und Humulus auf, dies war durch den geringeren Ertrag in den beiden Varianten zu begründen. Die Säuregehalte der Früchte bewegten sich alle im unteren Bereich. Das war auf den guten Ertrag bei Betrieb 2 zurückzuführen. Der geringere Gehalt an Säure in der Kontrolle im Vergleich zu den übrigen Varianten war wahrscheinlich bedingt durch den höheren Einzelbauertrag. Die Varianten Biokal und Vinasse hatten einen normalen Vitamin C Gehalt. Dagegen hatten die anderen Varianten einen deutlich niedrigeren Gehalt an Vitamin C, aber immer noch tendenziell höher als in der Kontrolle. Infolge der trockenen Wetterbedingungen konnte weniger Vitamin C gebildet werden (FRIEDRICH, NEUMANN und VOGEL, 1986). Die Tendenz zeigte, das im Versuch 1 ein höheres Zucker- und Säureverhältnis festgestellt wurde als im Versuch 2. Bei allen Varianten wurde das Verhältnis von Zucker zu Säure als optimal bewertet.

3.3.4.2 Analyse von Kalium, Calcium und Magnesium

In Tabelle 67 sind die Kalium-, Calcium- und Magnesiumgehalte in den Früchten sowie die Maßzahlen für die Stippeanfälligkeit dargestellt.

Tabelle 67: Kalium, Calcium und Magnesiumgehalte der Früchte in % TS, Stippeanfälligkeit

Variante	K	Ca	Mg	K/Ca	Stippegefahr	(K+Mg)/Ca	Bewertung
Kontrolle	0,818	0,039	0,042	21,0	niedrig	22,1	gut
Vinasse	0,811	0,035	0,042	23,2	niedrig	24,4	gut
Biokal	0,912	0,033	0,042	27,6	niedrig	28,9	gut - mittel
Phytoamin	0,981	0,034	0,046	28,9	niedrig - mittel	30,2	gut - mittel
Wuxal	0,914	0,047	0,046	19,5	niedrig	20,4	gut
Humulus	0,821	0,043	0,043	19,1	niedrig	20,1	gut
Optimalwert*	K/Ca = 25 zu 1				*	(K+Mg)/Ca = 20	

* WILCKE, 1982

Bei Betrieb 2 wiesen alle Varianten ein ausgewogenes Verhältnis von Kalium zu Calcium von ca. 20 - 25 zu 1 auf. Aufgrund des relativ guten Ertrages waren die Bäume nicht besonders wüchsig, daher war allgemein die Stippegefahr nicht so hoch wie bei stark wachsenden Bäumen. Zusätzlich war infolge des guten Behanges der Nährstoffgehalt von Kalium in den Blättern und Früchten nicht zu hoch (QUAST, 1998). Bei einem Stippeindex über 25 zu 1 steigt der Anteil stippiger Früchte. Ein etwas ungünstiger Wert wurde bei Phytoamin festgestellt.

3.3.5 Lagerverhalten der Früchte

Zu Beginn der Lagerung standen ca. 350 Äpfel pro Variante zur Verfügung (Mischprobe aus drei Pflücken), die am 27.11.2003 und abschließend am 11.02.2004 bonitiert wurden. Der prozentuale Ausfall durch *Gloeosporium* an beiden Terminen wurde aufsummiert und in Abbildung 26 zusammengefasst. Die übrigen Lagerpilze oder physiologischen Schäden traten nur vereinzelt auf.

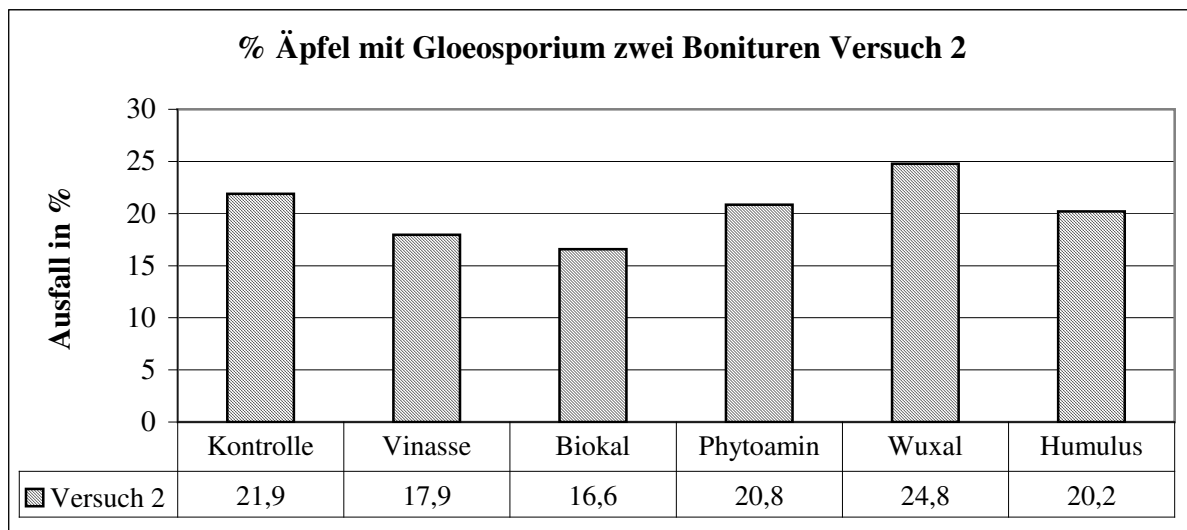


Abbildung 26: Lagerbonitur vom 27.11.2003 und 11.02.2004

Im Versuch 2 war der Ausfall durch Bitterfäule im Durchschnitt über alle Varianten bei 20 %. Im Vergleich zur Kontrolle wiesen nur die Varianten Biokal und Vinasse einen leicht geringeren Befall auf. Die Varianten Phytoamin und Humulus lagen auf dem gleichen Niveau wie die Kontrolle. Der stärkste Schaden durch *Gloeosporium* war bei der Variante Wuxal Ascofol festzustellen. Beim Vergleich zwischen Versuch 1 und 2 kann keine Variante hervorgehoben werden, die die *Gloeosporium*fäule eindeutig fördern würde.

3.3.6 Knospenanalyse Dezember 2003

In der folgenden Abbildung 27 werden die Ergebnisse der Knospenanalyse vom Dezember 2003 dargestellt.

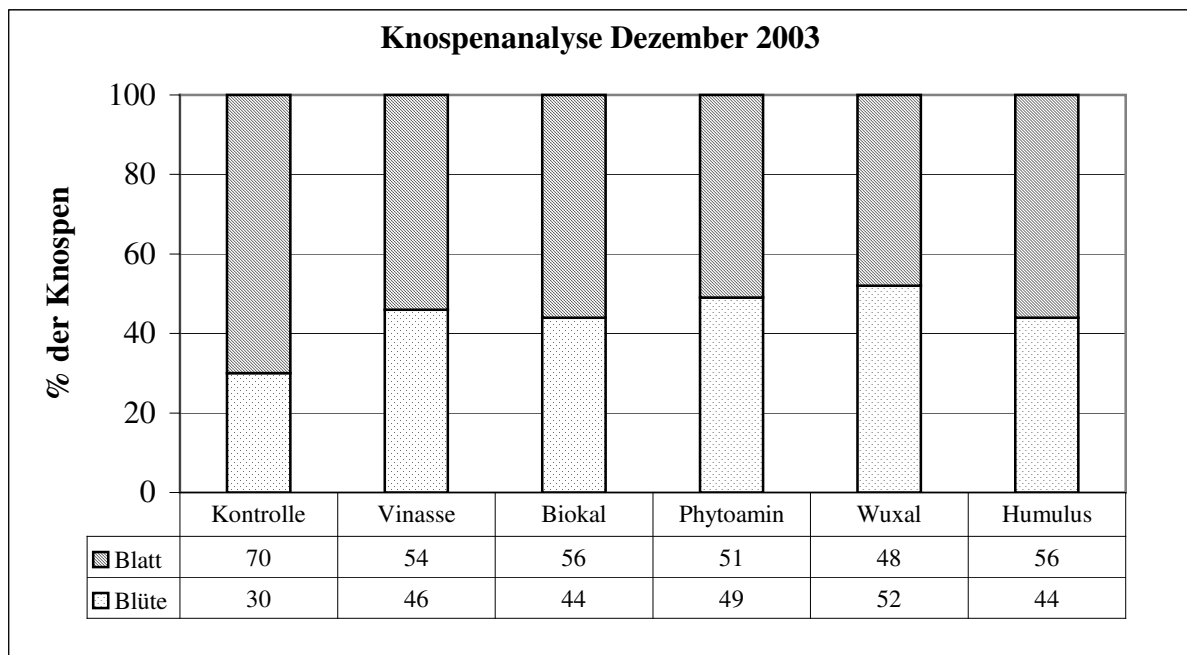


Abbildung 27: Ergebnisse der Knospenuntersuchung Dezember 2003

Der niedrigste Anteil an Blütenknospen wurde in der Kontrolle festgestellt, nur 30 % der Knospen waren Blütenknospen. Eine Ursache dafür war der relativ hohe Ertrag ohne begleitende Blattdüngung. Unter den Blattdüngungsvarianten konnten Wuxal Ascofol und Phytoamin den besten Effekt erzielen (gegenüber der Kontrolle ca. 20 % mehr Blütenknospen). Bei den anderen Varianten lag der Anteil um etwa 15 % höher. Als Mittelwert über alle Varianten errechnete sich ein Anteil von Blütenknospen von 45 %.

Im Vergleich zum Vorjahr waren die Werte etwas niedriger, für 2004 ist daher nur mit einem mittleren Ertrag zu rechnen. Das war durch die sehr guten Fruchterträge 2003 und die trockene Witterung zu begründen. Aus den prozentualen Blütenknospenanteilen wurden wichtige Maßnahmen zum Winterschnitt und zur Düngung sowie zur Ausdünnung für Betrieb 2 abgeleitet. Es sollte nur ein mäßiger Schnitt erfolgen. Mit den Blattdüngungsmaßnahmen sollte nicht zu viel Stickstoff ausgebracht werden. Erst nach der Blüte sollte die Ausdünnungsstrategie vom tatsächlichen Fruchtansatz abhängig ausgewählt werden.

Eine genauere Bewertung des Einflusses der Blattdünger auf die Blüte 2004 war bis zum Ende der Projektlaufzeit nicht möglich, da der Besatz mit Blütenbüscheln erst im April 2004 ausgezählt werden kann.

3.3.7 Auswertung der Fragebögen

Die Auswertung des Fragebogens ist in den Tabellen 68 - 69 dargestellt. Für die Interpretation der Ergebnisse zum Fruchtansatz und zum Ertrag wichtige Details aus der Auswertung der Fragebögen sollen kurz erläutert werden. Die Pflanzdichte betrug 3000 Bäume pro Hektar, bei einer Reihenausrichtung Nord/Süd und einer gesamten Parzellengröße bei der Sorte 'Elstar' von 0,25 ha. Spezielle Maßnahmen zur Förderung von Wildbienen wurden nicht ergriffen, aber Bienenvölker wurden zur Verbesserung der Befruchtungsverhältnisse während der Apfelblüte in der Anlage aufgestellt. 2002 war die Vollblüte bei 'Elstar' am 05. Mai, 2003 wesentlich früher am 25. April. 2001 und 2003 wurde ein Teil der Äpfel von Hand ausgedünnt (aber nicht auf der Fläche des Exaktversuchs).

Tabelle 68: Krankheits- und Schädlingsbefall in den Jahren 2001 - 2003 (Einschätzung der Betriebsleiter)

Jahr	Schorf	Mehlige Laus	Spinnmilben
2001	Niedrig	Niedrig	Mittel
2002	Mittel	Niedrig	Mittel
2003	Niedrig	Niedrig	Niedrig

Im Jahr 2003 gab es keinen starken Schorfbefall, die mehlig Apfelblattlaus oder Spinnmilben traten selten auf, während 2001 und 2002 wurde der Spinnmilbenbefall als "mittel" eingestuft.

Tabelle 69: Bodendüngungsmaßnahmen 2001, 2002 und 2003

Jahr	Angaben in kg Rein-Stickstoff/ha und Jahr
2001	Hornspäne: 40 kg, Vinasse: 5 kg, Erbsenkorn: 40 kg
2002	Vinasse: 20 kg, Trester: 80 kg, Erbsenkorn: 30 kg
2003	Vinasse: 15 kg, Erbsenkorn: 40 kg

Über den Boden wurde hauptsächlich Vinasse in flüssiger Form ausgebracht. In den Jahren 2001 wurde über die Blätter zusätzlich Vinasse in Höhe von 1,3 kg und 2002 in Höhe von 2,7 kg Rein-Stickstoff appliziert. 2003 wurden keine Blattdünger gespritzt. Die Bodenbearbeitung wurde analog zur Sorte 'Topaz' bei der Status Quo Analyse durchgeführt. Ein Wurzelschnitt erfolgte im Februar 2002 und 2003 einseitig im Abstand von 35 cm zum Stamm.

Die Erträge in den Vorjahren wurden vom Betriebsleiter mit 9 t/ha in 2001 und 12 t/ha in 2002 angegeben, wobei die Früchte in 2002 eher groß waren. Mit der Deckfarbe und der Berostung gab es in 2001 und 2002 wenig Probleme.

3.4 Exaktversuch 3 (Betrieb 6)

3.4.1 Nährstoffsituation

3.4.1.1 Bodenanalysen Dezember 2002

Auch bei Betrieb 6 wurden die Bodenproben am 19.12.2003 gezogen. Analysiert wurden die Gehalte an organischem Kohlenstoff (1,52 %), Gesamtstickstoff (0,184 %), Humus, pH-Wert, Kalkgehalt sowie Haupt- und Spurennährstoffe.

Das **C/N-Verhältnis** von 8,3 wurde als 'sehr gut' eingestuft. Der Humusgehalt von 2,62 % sollte nicht weiter absinken. Die vorhandene Bodenart des Betriebes 6 wurde als schluffiger Lehm (Löß) bewertet. Der pH-Wert von 6,7 bewegte sich in einem optimalen Bereich. Die Nährstoffgehalte der Böden mit Phosphor, Kalium und Magnesium sind in Tabelle 70 zusammengefasst.

Tabelle 70: Nährstoffgehalte (mg/100 g Boden) und Versorgungsgrad mit Phosphor, Kalium und Magnesium

Nährstoff	Gehalt	Optimalwert*	Versorgungsgrad
Phosphor	28	15 - 25	hoch
Kalium	34	15 - 25	hoch
Magnesium	16	> 12	hoch

*SCHALLER, 1993

Die Versuchsfläche auf Betrieb 6, der ökologisch bewirtschafteten Versuchsfläche der LVWO Weinsberg, war mit Phosphor, Kalium und Magnesium sehr gut versorgt, diese Werte sind teilweise auf den geologischen Untergrund zurückzuführen. Bei den Spurennährstoffen war Bor im Optimum, aber bei Zink lag eine Mangelsituation vor. Die Mikronährstoffgehalte des Bodens auf den Flächen des Exaktversuches 3 sind im Anhang auf der Seite 108 aufgeführt.

3.4.1.2 Blattanalysen April 2003

Die Entnahme der Blätter für die Analyse erfolgte am 14.04.2003 analog zu den anderen Versuchen. Vor diesem Termin wurden keine Blattdünger appliziert. In der Tabelle 71 werden die Untersuchungsergebnisse für die Makronährstoffe und der Versorgungsgrad der Blätter mit Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium gezeigt.

Tabelle 71: Hauptnährstoffgehalte, Optimalwerte und Versorgungsgrad der Rosettenblätter April 2003 (Angaben in % TS)

Nährstoff	Gehalt	Optimalwert*	Versorgungsgrad
Stickstoff	4,37	3,80 - 4,50	optimal
Phosphor	0,55	0,36 - 0,40	hoch
Kalium	2,36	2,20 - 2,30	optimal
Magnesium	0,22	0,30 - 0,38	niedrig
Calcium	0,49	0,70 - 1,30	niedrig

* LINDICKE, 2003

Der Betrieb 6 lag im Optimalbereich von **Stickstoff**. Infolge der relativ guten Phosphorgehalte im Boden waren die Gehalte an **Phosphor** in den Blättern leicht erhöht. Der Betrieb 6 hatte den höchsten **Kalium**gehalt im Boden und wies auch einen hohen Gehalt in den Blättern auf. Auch auf dieser Fläche lag ein relativer **Magnesiummangel** vor. Zusätzlich wurde infolge der hohen Konzentration an Kalium im Boden die Aufnahme von Magnesium begrenzt (QUAST, 1986). Außerdem wurde infolge der hohen Konzentrationen an Kalium und Magnesium im Boden (Antagonismus) die Aufnahme von Calcium behindert (QUAST, 1986), daher war der **Calcium**gehalt im unteren Versorgungsbereich. Eine optimale Versorgung mit allen Hauptnährstoffen konnte nicht festgestellt werden. In Tabelle 72 sind die Spurennährstoffgehalte und der Versorgungsgrad mit Bor, Eisen, Kupfer, Mangan und Zink zusammengefasst.

Tabelle 72: Spurennährstoffgehalte, Optimalwerte und Versorgungsgrad der Rosettenblätter April 2003 (Angaben in mg/kg TS)

Nährstoff	Gehalt	Optimalwert ¹⁾	Versorgungsgrad
Bor	58	48 - 60	optimal
Eisen	119	80 - 240 ²⁾	optimal
Kupfer	156	15 - 25	hoch
Mangan	29	120 - 220	niedrig
Zink	56	100 - 140	niedrig

¹⁾ LINDICKE, 2003, ²⁾ STIMPFL, 2001

Optimalwerte wurden in den Rosettenblättern bei **Bor** und **Eisen** festgestellt, hohe Werte wurden aufgrund der Vorblütenbehandlungen gegen Schorf beim **Kupfer** gefunden. Auch bei Betrieb 6 waren die Gehalte von **Mangan** und **Zink** in den Blättern zu niedrig. Eine optimale Versorgung der Blätter konnte nur bei den Mikroelementen Bor, Eisen und Kupfer festgestellt werden.

3.4.1.3 Blattanalysen Juni 2003

Die Blätter wurden ebenfalls am 16.06.2003 entnommen. Bei diesem Exaktversuch entspricht die Variante Vinasse 2w (2 wöchentlich, 7 Behandlungen insgesamt) der Vinasse-Variante in den beiden anderen Exaktversuchen. Folgende Abkürzungen werden im Versuch 6 in den Tabellen verwendet: Vinasse wö (wöchentlich), Vinasse 2w (zweiwöchentlich) und Vinasse 3w (dreiwöchentlich). In Tabelle 73 sind die Makronährstoffgehalte Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium der Blätter im Monat Juni dargestellt.

Tabelle 73: Hauptnährstoffgehalte und Optimalwerte der Blätter Juni 2003 (Angaben in % TS)

Variante	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Magnesium	Calcium
Kontrolle	2,60	0,21	1,19	0,39	1,84
Vinasse wö	2,46	0,19	1,60	0,31	1,24
Vinasse 2w	2,57	0,19	1,28	0,37	1,81
Vinasse 3w	2,40	0,18	1,16	0,36	1,71
Optimalwert ¹⁾²⁾	2,50 - 2,80	0,28 - 0,32	1,30 - 1,80	0,23 - 0,33	1,30 - 1,80

¹⁾ LINDICKE, 2003, ²⁾ DRAHORAD, 1997

Im Vergleich zur April Analyse ergaben sich folgende Veränderungen. Die **Stickstoff**werte lagen im optimalen Bereich. Im Vergleich zur Kontrolle konnten die Stickstoffgehalte nicht erhöht werden. Alle Versuchsvarianten bewegten sich einheitlich unterhalb des optimalen Versorgungsbereichs von **Phosphor**.

Bei Vinasse wöchentlich wurde vermutlich das Verhältnis Kalium, Magnesium und Calcium beeinflusst: diese Variante hatte den höchsten **Kalium**wert, dafür aber die niedrigsten Calcium- und Magnesiumwerte. Demgegenüber war der Kaliumwert in der Kontrolle niedrig, aber **Magnesium** und **Calcium** am höchsten. Bei fast allen Varianten waren Magnesium Calcium im Optimum. Bei Kalium waren die Werte in der Kontrolle und bei Vinasse dreiwöchentlich niedriger. Der optimale Versorgungsgrad bei allen Nährstoffen konnte bei keiner Variante erreicht werden.

3.4.1.4 Blattanalysen August 2003

Die Blattentnahme erfolgte am 13.08.2003. In Tabelle 74 sind die Makronährstoffgehalte Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium der Blätter im August zusammengefasst.

Tabelle 74: Hauptnährstoffgehalte und Optimalwerte der Blätter August 2003
(Angaben in % TS)

Variante	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Magnesium	Calcium
Kontrolle	2,16	0,21	1,01	0,38	2,27
Vinasse wö	2,30	0,23	1,25	0,37	2,10
Vinasse 2w	2,09	0,23	1,42	0,41	1,95
Vinasse 3w	2,17	0,21	1,22	0,38	2,00
Optimalwert ¹⁾²⁾	2,20 - 2,60	> 0,15	1,10 - 1,40	> 0,20	> 1,00

¹⁾ DRAHORAD, 1997, ²⁾ QUAST, 1986

Die Variante Vinasse wö (wöchentlich) lag deutlich im Optimum bei **Stickstoff**. Alle anderen Varianten befanden sich unterhalb des optimalen Versorgungsbereich. Durch das sehr trockene Wetter im Juni und August konnte weniger Stickstoff aufgenommen werden. Die Stickstoffgehalte der Blätter innerhalb der Variante Vinasse wö konnten durch die 13 Behandlungen mit Vinasse im Vergleich zur Kontrolle erhöht werden.

Alle Varianten lagen im Optimum von **Phosphor**. Sämtliche Blattdüngervarianten bewegten sich im optimalen Versorgungsbereich von **Kalium**. Aufgrund des geringeren Ertrages bei Vinasse 2w war der Kaliumgehalt im Vergleich zu den anderen Varianten um ca. 0,2 - 0,4 % höher (Quast, 1986). Der Gehalt an Kalium konnte gegenüber der Kontrolle leicht erhöht werden.

Die **Magnesium**werte der einzelnen Varianten waren sehr einheitlich. Im Vergleich zur Analyse im Juni hatte sich die Versorgungssituation bei **Calcium** noch verbessert, alle Varianten lagen im optimalen Bereich. Der optimale Versorgungsgrad mit allen Nährstoffen konnte nur bei der Variante Vinasse wö festgestellt werden. Die folgende Tabelle 75 beschreibt die Mikronährstoffgehalte Bor, Eisen, Kupfer, Mangan und Zink im August.

Tabelle 75: Spurennährstoffgehalte und Optimalwerte der Blätter August 2003 (Angaben in mg/kg TS)

Variante	Bor	Eisen	Kupfer	Mangan	Zink
Kontrolle	34,5	92,0	9,6	40,4	12,3
Vinasse wö	34,8	82,4	9,9	40,6	11,9
Vinasse 2w	36,2	78,0	9,6	41,3	11,7
Vinasse 3w	36,0	80,8	9,6	38,5	11,8
Optimalwert ¹⁾²⁾	20 - 60	60 - 200	5 - 15	60 - 250	20 - 60

¹⁾ DRAHORAD, 1997, ²⁾ QUAST, 1986

Alle Varianten befanden im Optimum von **Bor**, **Eisen** und **Kupfer**. Die Kontrolle wies bei Eisen den höchsten Gehalt auf. Analog zu den anderen Exaktversuchen waren durch die sehr trockenen Wetterbedingungen im Juni und August die **Mangan**gehalte in den Blättern bei allen Varianten unterhalb des Optimums. Eine ausreichende Zinkversorgung ist gegeben, wenn sich das Verhältnis von Phosphor zu Zink unter 100 zu 1 bewegt (QUAST, 1986). Auch unter Berücksichtigung der Phosphorgehalte lag der **Zink**wert bei allen Varianten unterhalb des optimalen Versorgungsbereich. Außerdem bewegten sich die absoluten Zinkgehalte in den Blättern auf einem niedrigen Niveau. Bei allen Nährstoffen gab es zwischen den einzelnen Varianten nur geringe Unterschiede. Eine optimale Versorgung mit allen Spurennährstoffen war bei keiner Variante gegeben.

3.4.2 Blüh- und Ertragsverhalten

3.4.2.1 Knospenanalyse Januar 2003

Die Knospenanalyse wurde nach dem selben Schema wie bei den anderen Betrieben durchgeführt. Bei Betrieb 6 wurde ein mäßiger Anteil von 42 % Blütenknospen ausgezählt. Deshalb war bei diesem Exaktversuch eine Förderung des Fruchtansatzes durch Blattdüngung sinnvoll, um noch einen angemessenen Fruchtbehang zu erreichen. Es wurde nur ein mäßig starker Winterschnitt empfohlen. Ausdünnungsmaßnahmen sollten erst nach dem Junifruchtfall erfolgen.

3.4.2.2 Blütenbesatz im Frühjahr 2003

Zum Stadium der 'Roten Knospe' wurde die gesamte Zahl an Blütenbüschel ausgezählt, durchschnittlich waren es 76 Blütenbüschel pro Baum. Zusätzlich wurde der Frostschaden an einer Stichprobe von 40 noch geschlossenen Blütenbüscheln je Variante ermittelt. Es ergab sich ein Anteil von erfrorenen Blüten von 29,1 %. Die Bäume der Anlage wurden 1999 auf-gepflanzt. Der Ertrag für das Jahr 2002 (3. Standjahr) wurde als hoch eingestuft, so dass in 2003 von einer leichten Alternanz ausgegangen werden konnte.

3.4.2.3 Fruchtansatz

Im Versuch 3 wurden für die wichtigen Ertragsmerkmale nur die Bäume berücksichtigt, die zwischen 30 - 150 Blütenbüscheln pro Baum hatten. In der nachfolgenden Tabelle 76 ist der Fruchtansatz dargestellt.

Tabelle 76: Blütenbüschel/Baum, Fruchtansatz im Mai und Juni, Zahl Äpfel/Baum Juni, Fruchtansatz zur Ernte, Durchschnittswerte über alle Varianten

Behandlung	Blüten- büschel/ Baum	Äpfel/ Blüten- büschel Mai	Äpfel/ Blüten- büschel Juni	Zahl Äpfel/ Baum Juni	Äpfel/ Blüten- büschel Zur Ernte
Kontrolle	69	2,50	1,91	136	1,29
Vinasse/wö	81	2,56	1,76	156	1,10
Vinasse/2w	74	2,25	1,59	125	1,25
Vinasse/3w	81	2,72	1,85	154	1,34
Durchschnitt	76	2,51	1,78	143	1,25

Bei Betrieb 6 wurden die Stammverlängerungen am 10.07.2003 eingekürzt. Die entfernten Früchte wurden gezählt und der Blütenbüschelbesatz pro Baum entsprechend nach unten korrigiert.

Der Versuch 3 hatte einen relativ normalen Blütenansatz über alle Varianten. Nur beim Fruchtansatz im Mai war die Variante Vinasse 3w tendenziell besser als die Kontrolle. Daraus entwickelte sich ein normaler Fruchtansatz im Juni. Bei Betrieb 6 wurden am 21.07., 28.07., 04.08. und am 13.08.2003 die fauligen und angepickten Äpfel entfernt. Damit lässt sich der starke Verlust im Fruchtansatz bis zur Ernte über alle Versuchsvarianten erklären. Trotzdem war zur Ernte noch ein guter Fruchtbehang gegeben. Im Vergleich zur Kontrolle waren bei diesen Merkmalen keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Düngervarianten festzustellen.

3.4.2.4 Ertragsdaten Ernte 2003

Beim Vergleich der wichtigsten Ertragszahlen waren keine großen Unterschiede zu erkennen. Die Zahlen wurden bei der Ernte aufgenommen und der Rohertrag/Baum berechnet. Die erste Pflücke erfolgte am 26.08.2003 und die zweite Pflücke am 01.09.2003. Die Bäume wurden ganz abgeerntet und keine Vorsortierung vorgenommen. In Tabelle 77 sind die Ertragsdaten Äpfel/Baum, der Einzelbaumertrag und das Fruchtgewicht dargestellt.

Tabelle 77: Ertragsdaten 2003, Äpfel/Baum, Einzelbaumertrag, Fruchtgewicht, Gesamtübersicht der Mittelwerte

Behandlung	Äpfel/Baum	Einzelbaumertrag kg/Baum	Fruchtgewicht g/Frucht
Kontrolle	88	11,36	129,6
Vinasse wö	91	11,03	121,4
Vinasse 2w	92	10,34	112,1
Vinasse 3w	101	12,50	123,9
Durchschnitt	93	11,31	121,8

Analog zum Fruchtansatz ließ sich beim Einzelbaumertrag und Einzelfruchtgewicht zwischen der Kontrolle und den einzelnen Varianten kein signifikanter Unterschied feststellen. Tendenziell wies die Variante Vinasse 3w den höchsten Ertrag und die meisten Früchte/Baum im Vergleich zu den anderen Varianten auf.

3.4.2.5 Reife- und Festigkeitsmessungen

In Tabelle 78 sind die Reifemessungen vom September 2003 und die Messungen der Festigkeit zusammengefasst. Die erste Festigkeitsmessung wurde bei der Reifemessung gleich nach der Ernte und die zweite nach der Auslagerung am 27.11.2003 durchgeführt.

Tabelle 78: Streif-Index, Refraktometerwert, Stärkeabbau und Fruchtfleischfestigkeit von Elstar in Abhängigkeit vom Pflücktermin

Variante	Pflücke	Ø Streif F/(R*S)	Ø Brix %	Ø Stärke 1 - 10	Ernte Ø Festigkeit kg/cm ²	27.11.2003 Ø Festigkeit kg/cm ²
Kontrolle	1	0,13	15,9	4,3	7,7	5,5
Vinasse wö	1	0,10	15,2	5,2	7,9	4,7
Vinasse 2w	1	0,09	15,2	5,9	7,9	4,9
Vinasse 3w	1	0,10	14,9	5,4	7,4	4,9
Kontrolle	2	0,15	14,9	4,2	7,7	5,3
Vinasse wö	2	0,16	14,4	3,8	7,6	4,7
Vinasse 2w	2	0,15	15,5	3,8	8,2	4,7
Vinasse 3w	2	0,11	14,6	4,9	7,7	4,7
Optimalwerte ¹⁾		0,30	11,5 - 12,5	2 - 3	7,0 - 8,0	> 5,5 ²⁾

¹⁾ BAAB, 2002, ²⁾ LINNEMANNSTÖNS, 2004

Auch im Versuch 3 bewegten sich die Streifindexwerte unterhalb des Optimums für die Langzeitlagerung. Das war wiederum auf die erhöhten Zuckerwerte zurückzuführen. Der Stärkeabbau war schon weit fortgeschritten. Bei der ersten Pflücke hatte die Kontrolle den besten Streifindexwert, weil die Stärke noch nicht so weit abgebaut war wie bei den anderen Varianten.

Die Früchte wiesen zur Ernte eine ausreichende Festigkeit auf. Zwischen den Varianten waren kaum Unterschiede festzustellen. Der auffallendste Unterschied war, dass die Festigkeit am 27.11.2003 in den Äpfeln der Kontrolle höher war als bei denen der Vinasse-Varianten. Dieser Eindruck konnte auch in einer Verkostung mit drei Personen sensorisch bestätigt werden. Innerhalb der Düngervarianten waren die Festigkeitswerte sehr einheitlich. Bereits Ende November lag die Festigkeit bereits unter der Schwelle von 5,5 kg/cm². Für eine optimale "Bissfestigkeit" waren alle Früchte zu weich (LINNEMANNSTÖNS, 2004). Auch im konventionellen Anbau hatte die Festigkeit der Äpfel schnell abgebaut.

3.4.3 Äußere Qualität

3.4.3.1 Fruchtgröße und Ausfärbung

In Abbildung 28 sind die Ergebnisse der Größensortierung in 5 mm Sortierungen graphisch dargestellt.

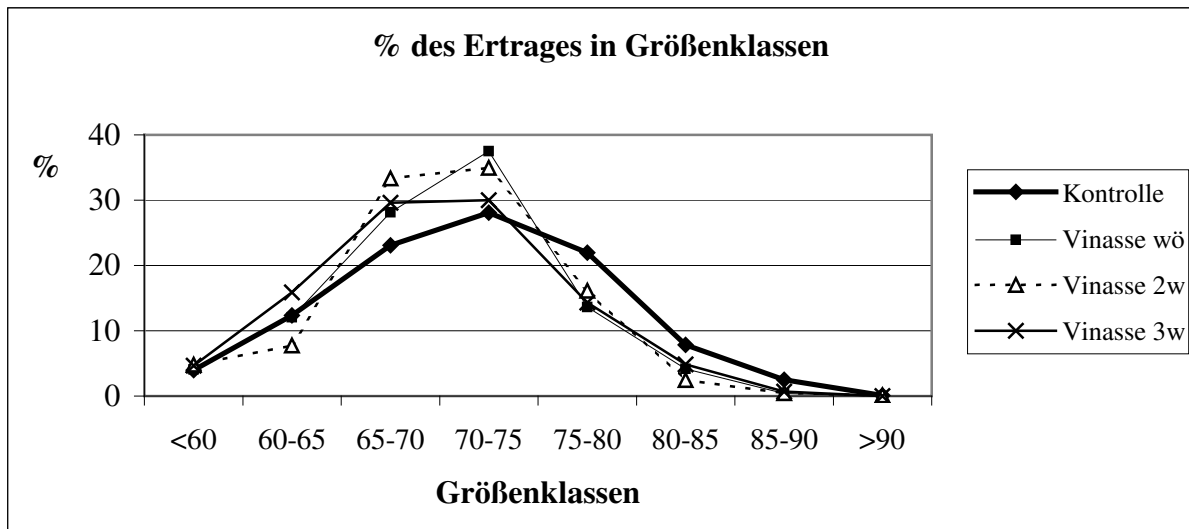


Abbildung 28: Größenverteilung Elstar 2003

Aufgrund des gleichmäßigen Ertrages gab es bei der Größensortierung wenig Unterschiede, die meisten Äpfel waren im Größenbereich von 65 bis 80 mm. In der Kontrolle war die Verteilung am ausgeglicheneren.

In Tabelle 79 sind zusammengefasste Qualitätsgruppen bewertet, die eine Kombination aus Größen- und Farbsortierung darstellen.

Tabelle 79: Qualitätsgruppen [% des Ertrags], klein/zu grün, mittlere und sehr gute Ausfärbung

Qualitätsgruppen	Kontrolle	Vinasse wö	Vinasse 2w	Vinasse 3w
klein/zu grün	19,58	19,19	17,05	25,58
mittlere Farbe	52,08	57,67	47,79	48,81
sehr gute Farbe	28,29	23,09	35,09	25,57

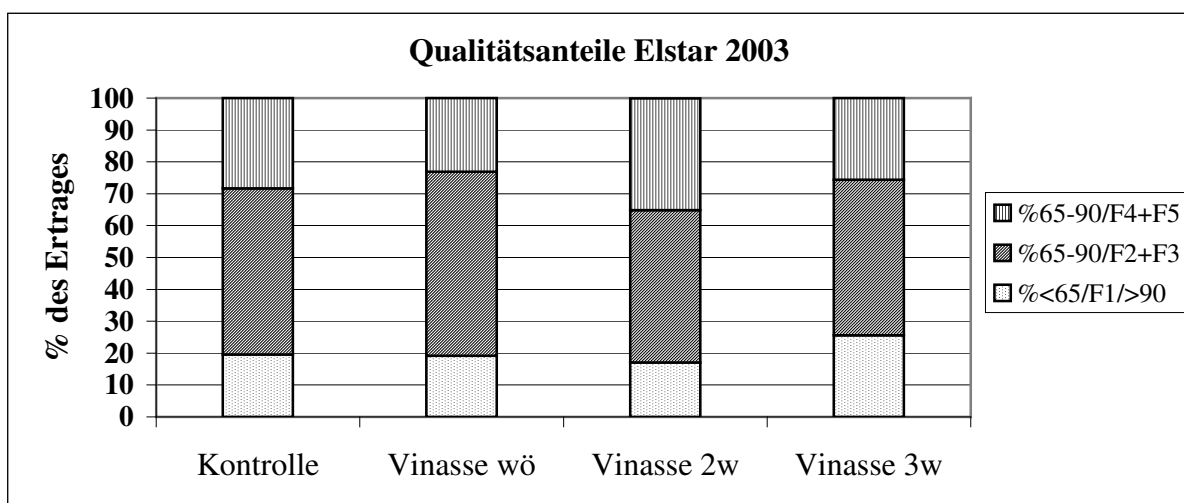


Abbildung 29: Qualitätsanteile Elstar 2003

Die Kontrolle wies einen Anteil von ungefähr 30 % sehr gut ausgefärbten Äpfeln auf. Einen leicht geringeren Anteil in dieser Qualitätsgruppe hatten die Varianten Vinasse wö und 3w.

Im Vergleich zur Kontrolle hatte die Variante Vinasse 2w einen ca. 5 % größeren Anteil in dieser Gruppe, dies kann durch den geringeren Ertrag bedingt sein.

3.4.3.2 Berostung

In Abbildung 30 wird nur der Anteil in den Berostungsstufen B3 und B4 (in Prozent der Äpfel) gezeigt.

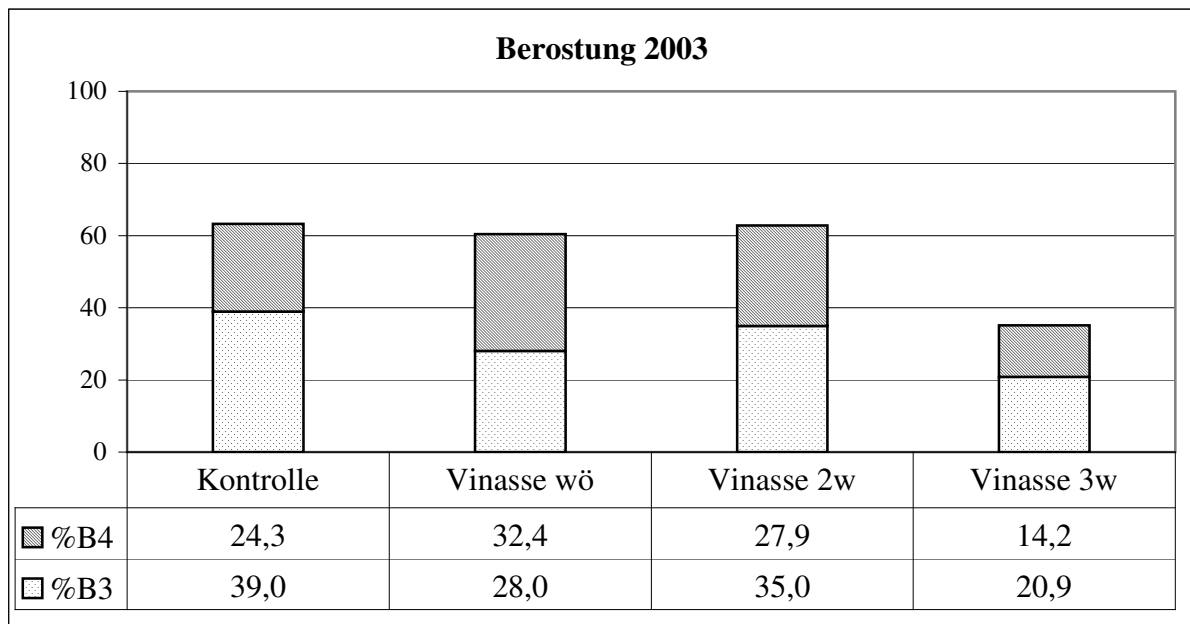


Abbildung 30: Fruchtberostung 2003, Anteile in %

Die Variante Vinasse 3w wies im Vergleich zur Kontrolle den geringsten Anteil von ca. 35 % in den Berostungsklassen 3 und 4 auf. Dagegen lag die Kontrolle, Vinasse wö und Vinasse 2w bei einem Berostungsanteil von etwa 60 %. Der durchschnittliche Berostungsanteil über alle Varianten betrug etwa 55 %. Aus diesen Ergebnissen kann allenfalls auf ein leichte Förderung der Berostung durch Vinasse geschlossen werden.

3.4.4 Innere Qualität

3.4.4.1 Messung von Zucker, Säure und Vitamin C

Die Ergebnisse der Untersuchungen des Zucker- und Säuregehaltes, des Zucker/Säure Verhältnisses und des Vitamin C-Gehaltes sind in Tabelle 80 dargestellt.

Tabelle 80: Gehalte an Zucker, Säure, Zucker/Säure-Verhältnis und Vitamin C
Werte aus der Literatur bei der Sorte Elstar

Variante	Zucker % Brix	Säure g/l	Verhältnis Z/S	Vitamin C mg/l
Kontrolle	14,1	7,3	19,3	n.n. ³⁾
Vinasse wö	13,6	7,1	19,2	n.n.
Vinasse 2w	14,6	8,2	17,8	10
Vinasse 3w	13,9	6,8	20,4	n.n.
Durchschnitt	14,1	7,4	19,2	10,0
Optimalwerte ¹⁾	13,2 - 14,2	6,7 - 13,4 ²⁾	15 - 20 : 1	32 - 190

¹⁾ FISCHER, 2003, ²⁾ Gesamtsäure ³⁾ n.n. = Nicht nachweisbar

Bei allen Varianten befanden sich die Zuckergehalte in % Brix im Durchschnittsbereich. Die Säuregehalte der Früchte lagen noch in einem normalen Bereich. Bei allen Versuchsvarianten war der Gehalt an Vitamin C sehr niedrig. Aufgrund des heißen Wetters konnte tendenziell weniger Vitamin C gebildet werden. Die Variante Vinasse 2w hatte den geringsten Ertrag und das kleinste Fruchtgewicht. Im Vergleich zu Versuch 1 waren bei Versuch 3 tendenziell die Gehalte an Zucker- und Säure niedriger. Das ist durch den guten Ertrag zu begründen. Das Z/S-Verhältnis wird als optimal eingestuft.

3.4.4.2 Analyse von Kalium, Calcium und Magnesium

In der nachfolgenden Tabelle 81 sind die Ergebnisse der Nährstoffanalyse der Früchte auf Kalium, Calcium und Magnesium sowie Maßzahlen für die Stippeanfälligkeit aufgeführt.

Tabelle 81: Kalium, Calcium und Magnesiumgehalte der Früchte in % TS, Stippeanfälligkeit

Variante	K	Ca	Mg	K/Ca	Stippegefahr	(K+Mg)/Ca	Bewertung
Kontrolle	0,771	0,032	0,037	25,3	niedrig	24,1	gut
Vinasse wö	0,780	0,041	0,042	20,1	niedrig	19,0	gut
Vinasse 2w	0,713	0,026	0,035	28,8	niedrig - mittel	27,4	gut
Vinasse 3w	0,771	0,076	0,046	10,8	niedrig	10,1	gut
Optimalwert*	K/Ca = 25 zu 1				*	(K+Mg)/Ca = 20	

* WILCKE, 1982

Auch im Versuch 6 war bei allen Varianten ein ausgeglichenes Verhältnis von Kalium zu Calcium festzustellen. Das war auf den gleichmäßigen Fruchtertrag zurückzuführen. Dadurch waren keine Probleme während der Lagerung mit Stippe zu erwarten. Infolge des sehr hohen Calciumgehaltes in den Früchten hatte die Variante Vinasse 3w das beste K/Ca-Verhältnis (10:1).

3.4.5 Lagerverhalten der Früchte

In der Abbildung 31 wird nur der Anteil in Prozent von Äpfeln dargestellt, die bis zum 11.02.2004 mit *Gloeosporium* befallen waren. Die Ergebnisse der zwei Bonituren wurden in der Abbildung 31 zusammengefasst. Für die Lagerbonitur wurden 350 Früchte pro Variante untersucht (Mischprobe von beiden Pflücken).

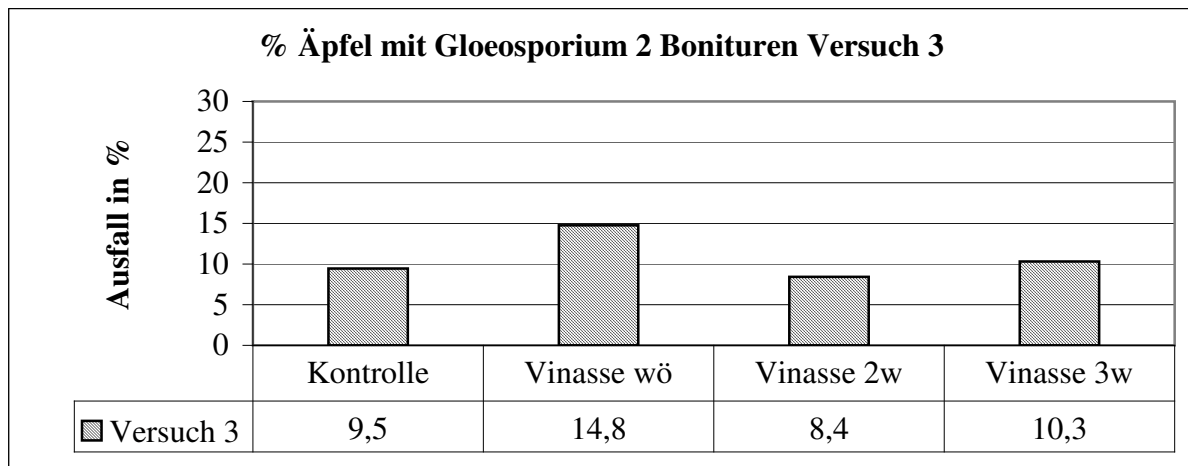


Abbildung 31: Lagerbonitur vom 27.11.2003 und 11.02.2004

Im Versuch 3 lag der Ausfall durch Gloeosporium im Schnitt bei ca. 10 %. Im Vergleich zur Kontrolle hatten die Varianten Vinasse 2w und 3w den gleichen Befall. Dagegen wies die Variante Vinasse wö den stärksten Befall mit Gloeosporium auf. Das könnte auf die deutlich häufigeren Behandlungen und die damit zusätzlich ausgebrachten Stickstoff- und Kaliummengen zurückzuführen sein. Durch diese erhöhten Konzentrationen können Lagerfäulen gefördert werden (FRIEDRICH, NEUMANN und VOGL, 1986). Die Stickstoffgehalte der Früchte sind im Anhang Seite 109 und die Kaliumgehalte bei Kapitel 3.3.4.2 aufgeführt.

3.4.6 Knospenanalyse Dezember 2003

Die Abbildung 32 zeigt die Ergebnisse der Knospenanalyse vom Dezember 2003.

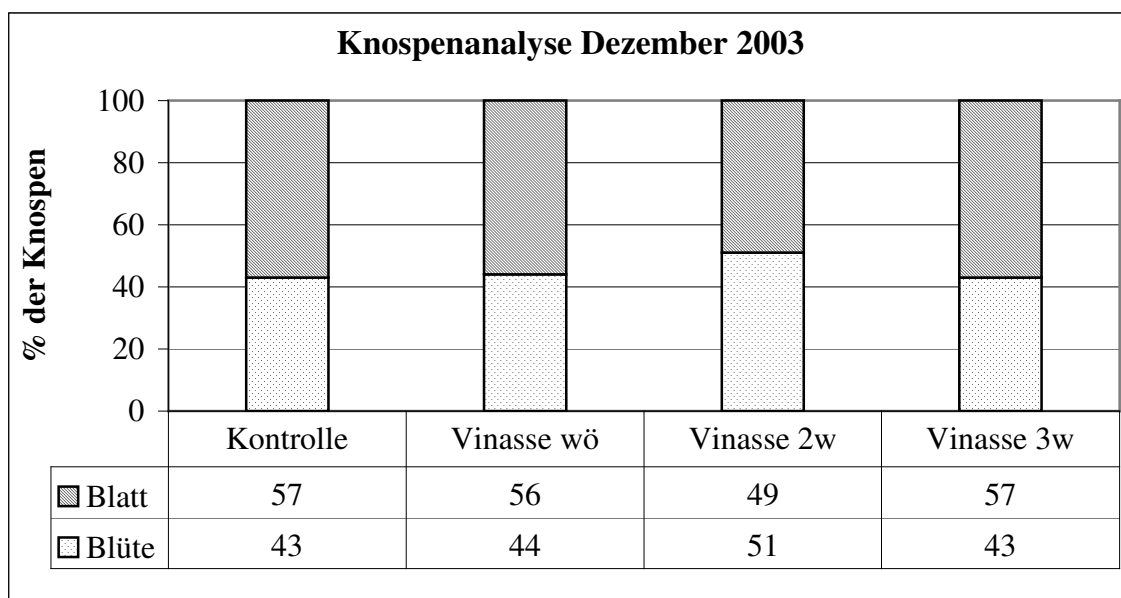


Abbildung 32: Ergebnisse der Knospenuntersuchung Dezember 2003

Im Versuch 3 ergab sich im Schnitt über alle Varianten ein Blütenknospenanteil von ca. 45 %. Im Vergleich zur Kontrolle (43 % Anteil Blütenknospen) ließ sich der Blütenansatz nur leicht verbessern (um etwa 5 %). Der etwas erhöhte Anteil Blütenknospen in dieser Variante kann auch auf den etwas schwächeren Ertrag zurückzuführen sein.

Analog zu Betrieb 2 war der niedrige Blütenbesatz im Jahr 2004 auf die sehr guten Erträge 2003 sowie die trockenen Wetterverhältnisse zurückzuführen. In diesem Jahr sollte nur mit einem mittleren Behang gerechnet werden. Auch für diesen Standort wurden aus den prozentualen Anteilen an Blütenknospen wichtige Empfehlungen zum Schnitt, zur Blattdüngung sowie zu Ausdünnungsmaßnahmen abgeleitet. Die Eingriffe sollten beim Winterschnitt nicht zu stark erfolgen. Bei der Blattdüngung sollte der Stickstoff nicht überbetont werden. Eine Ausdünnung der Früchte sollte in Abhängigkeit vom tatsächlichen Fruchtbehang nach der Blüte durchgeführt werden.

3.4.7 Auswertung der Fragebögen

Von der Auswertung der Fragebögen werden nur die wichtigsten Ergebnisse dargestellt (Tabellen 82 - 84). Bei Betrieb 6 standen pro Hektar 2400 Bäume, die Reihenausrichtung war Ost/West und die Parzellengröße bei der Sorte 'Elstar' 0,08 ha. Es wurden spezielle Nistmöglichkeiten zur Förderung von Wildbienen geschaffen und 2003 Bienenvölker zur Verbesserung der Befruchtungsverhältnisse während der Apfelblüte in der Obstanlage aufgestellt. Im Jahr 2002 war die Vollblüte bei 'Elstar' am 15. 04. und 2003 am 20. April. Lediglich 2002 wurde eine Handausdünnung durchgeführt.

Tabelle 82: Krankheits- und Schädlingsbefall in den Jahren 2001 - 2003, (Einschätzung durch den Betriebleiter)

Jahr	Schorf	Mehlige Laus	Spinnmilben
2001	Niedrig	Niedrig	Mittel
2002	Hoch	Hoch	Mittel
2003	Niedrig	Niedrig	Niedrig

Im Jahr 2001 und 2002 trat lediglich ein mittlerer Befall durch Spinnmilben auf. Zusätzlich wurde 2002 ein hoher Befall durch Schorf und die mehlig Apfelblattlaus festgestellt. Der Krankheits- und Schädlingsbefall war 2003 als gering zu bewerten.

Tabelle 83: Gesamtertrag, Fruchtgröße, Deckfarbe und Berostung

Jahr	Ertrag in t/ha	Fruchtgröße	Deckfarbe	Berostung
2001	10	Mittel	Gut	Wenig
2002	9	Mittel	Gut	Mittel
2003	25	Mittel	Gut	Wenig

Die Hektarerträge wurden vom Betriebleiter mit 10 t/ha 2001 und 9 t/ha in 2002 angegeben, wobei die Früchte in 2001 und 2002 eher mittelgroß waren, aber eine gute Deckfarbe hatten. Die Fruchtberostung wurde nur 2002 als mittel eingestuft.

Im Jahr 2002 wurden 5l/ha Biokal 02 über die Blätter ausgebracht. 2003 wurde 30 kg/ha Rein-Stickstoff mit Rizinusschrot über den Boden gedüngt

Tabelle 84: Bodenbearbeitungsmaßnahmen

Jahr	Geräte und Anzahl Behandlungen	Zeitpunkt
2001	Spedo und Handhacke, 5 mal	April, Mai, Juni, Juli und Oktober
2002	Spedo und Handhacke, 5 mal	April, Mai, Juni, Juli und Oktober
2003	Spedo und Handhacke, 4 mal	April, Mai, Juni, und Oktober

Der Baumstreifen wurde 2001 und 2002 jeweils fünf und 2003 vier mal mechanisch bearbeitet. Es wurde nur mit dem Spedogerät und der Handhacke gearbeitet.

3.5 Vergleich der Ergebnisse aus den drei Exaktversuchen

3.5.1 Nährstoffsituation

3.5.1.1 Bodenanalysen Dezember 2002

Die Bodenproben der ausgewählten Betriebe im mittleren Neckarraum wurden im Dezember 2002 gezogen und auf Haupt- und Spurennährstoffe untersucht. Bei allen drei Betrieben wurde die Bodenart schluffiger Lehm festgestellt. Der Humusgehalt, der pH-Wert und das C/N-Verhältnis lagen bei den drei Exaktversuchen in einem günstigen Bereich. Der Versuch 1 war optimal mit Kalium versorgt. Bei den Flächen auf den Versuchen 2 und 3 konnte eine optimale Versorgung mit Phosphor, Kalium und Magnesium festgestellt werden. Bei allen drei Exaktversuchen lag nur das Spurenelement Zink im Mangelbereich.

3.5.1.2 Blattanalysen April 2003

Bei den Blattanalysen im April vor Versuchsbeginn gab es nur geringe Unterschiede. Eine optimale Versorgung mit den Hauptnährstoffen konnte nur bei Versuch 1 festgestellt werden. Infolge des Kaliumantagonismus war der niedrige Gehalt an Magnesium in den Blättern bei den Versuchen 2 und 3 zu begründen. Zusätzlich wurde bei Versuch 3 auch die Aufnahme von Calcium negativ beeinflusst.

3.5.1.3 Blattanalysen Juni und August 2003

Es wird ein Vergleich zwischen den Versuchen 1, 2 und 3 für die Blattanalysen im Juni und August beschrieben. Bei dem Versuch 3 wurde die Variante Vinasse 2w (Vinasse zweiwöchentlich appliziert) für diesen Vergleich herangezogen. Es wurden bei allen drei Exaktversuchen sieben Behandlungen mit den verschiedenen Blattdüngern durchgeführt. Anschließend werden die wichtigsten Unterschiede bei den Versuchen 1, 2 und 3 der Hauptnährstoffe Stickstoff, Kalium und Calcium im Juni und August dargestellt (siehe Tabellen 85 und 86).

Tabelle 85: Stickstoff-, Kalium- und Calciumwerte der Blätter Juni und August, Versuch 1 und 2

Gehalte	Werte	Versuch 1	Versuch 2
N Juni	Niedrig	Kontrolle	Vinasse, Biokal
	Mittel	Vinasse, Phytoamin, Wuxal Ascofol	Humulus
	Hoch	Biokal, Humulus	Kontrolle, Wuxal Ascofol, Phytoamin
N August	Niedrig	Kontrolle, Biokal, Phytoamin, Wuxal Ascofol	Kontrolle
	Mittel	Vinasse, Humulus	Phytoamin, Wuxal Ascofol, Biokal
	Hoch		Humulus, Vinasse
K Juni	Niedrig		
	Mittel	Kontrolle, Biokal, Humulus	Phytoamin, Wuxal Ascofol, Humulus
	Hoch	Vinasse, Phytoamin, Wuxal Ascofol	Kontrolle, Vinasse, Biokal
K August	Niedrig		Biokal, Humulus
	Mittel	Kontrolle, Biokal, Humulus	Kontrolle, Vinasse, Phytoamin, Wuxal Ascofo
	Hoch	Vinasse, Phytoamin, Wuxal Ascofol	
Ca Juni	Niedrig	Biokal, Phytoamin	Kontrolle, Vinasse
	Mittel	Vinasse, Wuxal Ascofol, Humulus	Biokal, Phytoamin, Wuxal Ascofol, Humulus
	Hoch	Kontrolle	
Ca August	Niedrig		
	Mittel	Kontrolle, Vinasse, Biokal, Humulus	
	Hoch	Phytoamin, Wuxal Ascofol	Alle Varianten

Daraus ergab sich bei den Hauptnährstoffen je nach Versuch und Ertragshöhe im einzelnen Versuch ein sehr uneinheitliches Bild. Im Versuch 1 lag das Stickstoffniveau im Juni höher als im Versuch 2. Zu diesem Zeitpunkt schienen die Behandlungen mit den Blattdüngern einen positiven Effekt auf die Stickstoff-Gehalte im Blatt zu haben. Im Versuch 2 war dagegen bei den N-Gehalten erst im August ein deutlicher Einfluss der Blattdüngerbehandlungen zu sehen.

Die Tendenzen verhielten sich beim Calcium umgedreht wie beim Kalium. Beim Kalium ergaben sich ebenfalls keine vergleichbaren Ergebnisse zwischen den beiden Versuchen. Speziell im Versuch 2 waren die Calciumwerte über alle Varianten in einem optimalen Bereich.

Tabelle 86: Stickstoff-, Kalium- und Calciumwerte der Blätter Juni und August, Versuch 3

Gehalte	Niedrig	mittel	hoch
N Juni		Vin wö, Vin 3w	Kontrolle, Vin 2w
N August		Kontrolle, Vin 2w, Vin 3w	Vin wö
K Juni	Kontrolle, Vin 2w, Vin 3w	Vin wö	
K August	Kontrolle	Vin wö, Vin 3w	Vin 2w
Ca Juni	Vin wö	Vin 3w	Kontrolle, Vin 2w
Ca August		Vin 2w	Vin 3w, Vin wö, Kontrolle

Der Unterschied zwischen der Kontrolle und den Varianten Vinasse 2w und Vinasse 3w war nicht so groß. An einzelnen Terminen war der Einfluss der wöchentlichen Behandlungen mit Vinasse deutlich zu sehen: Im August war der Stickstoffgehalt erhöht, ebenso im Juni der Kaliumgehalt, dagegen war im Juni auch der Calciumgehalt entsprechend niedriger. Kalium und Calcium können einen Einfluß auf die Festigkeit und die Lagerfähigkeit der Früchte haben (Siehe Kapitel 3.4.4.2).

Bei den Nährstoffen Phosphor und Magnesium waren wie in den beiden anderen Exaktversuchen wenig Einflüsse der Behandlungen feststellbar.

Bei den Spurennährelementen lagen auf allen 3 Versuchsflächen die Werte bei Bor, Eisen und Kupfer im April und im August im Optimum. Wie im April waren im August die Manganwerte ebenfalls in allen drei Versuchen im Mangel. Teilweise war dies durch die trockenen Bedingungen im Boden bedingt. Zink lag in allen drei Versuchen im April im Mangel, selbst im August war der Mangel noch in den Versuchen 1 und 3 festzustellen. Ursachen dafür können neben der Mangelsituation im Boden auch der Kalkgehalt und der pH-Wert des Bodens im Versuch 1 sein. Bei Versuch 3 beeinflusste zusätzlich der hohe Phosphorgehalt im Boden die Aufnahme von Zink negativ. Lediglich im Versuch 2 wurden im August optimale Werte festgestellt.

3.5.2 Blüh- und Ertragsverhalten

3.5.2.1 Fruchtansatz und Ertragsmerkmale

Der höchste Blütenknospenanteil im Januar 2003 vor Beginn der Vegetationsperiode wurde im Versuch 2 mit 68 % ermittelt. Wesentlich niedrigere Werte wurden in den Versuchen 1 (23 % Blütenknospen) und 3 (42%) ausgezählt. Daraus ergab sich zur Blüte ein durchschnittlicher Besatz mit Blütenbüscheln pro Baum von 38 (Versuch 1), 194 (Versuch 2) und 76 (Versuch 3). Die Tendenzen beim Fruchtansatz sind im Vergleich zur Kontrolle in Tabelle 87 zusammengefasst.

Tabelle 87: Einfluss der Blattdüngungsvarianten auf den Fruchtansatz (Äpfel pro Blütenbüschel) im Vergleich zur Kontrolle (Mai, Juni und zur Ernte 2003)

Fruchtansatz	Im Vergleich zur Kontrolle	Versuch 1	Versuch 2
Mai	Niedriger	Biokal, Wuxal Ascofol	
	gleich	Humulus	Biokal
	höher	Vinasse, Phytoamin	Phytoamin, Vinasse, Humulus, Wuxal Ascofol*
Juni	Niedriger	Wuxal Ascofol	
	gleich	Biokal, Humulus	Biokal, Humulus
	höher	Vinasse, Phytoamin	Vinasse, Phytoamin, Wuxal Ascofol*
Zur Ernte	Niedriger	Biokal, Wuxal Ascofol	Biokal
	gleich	Humulus	Vinasse, Phytoamin, Humulus
	höher	Vinasse, Phytoamin	Wuxal Ascofol*

* Wuxal Ascofol hatte tendenziell den geringsten Blütenbüschelbesatz, daher war der Fruchtansatz insgesamt etwas höher.

Betrachtet man den Einfluss der Blattdünger auf den Fruchtansatz in beiden Versuchen, so ergibt sich tendenziell folgendes Bild: Humulus und Biokal scheinen keinen fördernden Effekt zu haben, eine leichte Erhöhung des Ansatzes ergab sich bei Vinasse und Phytoamin. Bei Wuxal Ascofol dagegen waren keine einheitlichen Tendenzen zu erkennen: Im Versuch 1 war der Ansatz schlechter als in der Kontrolle, in Versuch 2 dagegen wesentlich besser.

Im Versuch 3 waren nur sehr geringe Unterschiede beim Fruchtansatz in der laufenden Vegetationsperiode zu erkennen. In allen drei Versuchen ließen sich die Unterschiede allerdings nicht signifikant absichern.

Bei den Merkmalen Einzelbaumertrag und Fruchtgewicht waren nur geringe Unterschiede statistisch absicherbar. Humulus hatte im Versuch 1 negative Effekte auf den Ertrag, bei Biokal war im Versuch 2 das Fruchtgewicht geringer als in der Kontrolle. In beiden Versuchen konnte der Ertrag oder die Zahl Äpfel/Baum durch den Blattdüngereinsatz nicht verbessert werden. Im Versuch 3 konnte während der Versuchslaufzeit auch durch die sehr häufige Anwendung von Vinasse (13 mal) der Fruchtansatz und der Ertrag nicht direkt beeinflusst werden.

3.5.2.2 Reife- und Festigkeitsmessungen

Bei den Reifemessungen ergaben sich folgende Auffälligkeiten:

Versuch 1:

- Biokal günstigerer Streif-Index als die Kontrolle (nur 1. Pflücke)
- Phytoamin und Wuxal Ascofol hatten festere Früchte (bei 2. Pflücke)
- Bei der zweiten Festigkeitsmessung keine Unterschiede mehr zur Kontrolle

Versuch 2:

- Biokal, Humulus und Vinasse günstigerer Streif-Index als Kontrolle (1. Pflücke, Äpfel fester, Stärkeabbau noch nicht so weit)
- Bei Biokal durch kleinere Früchte bedingt
- Bei der zweiten Festigkeitsmessung kaum Unterschiede zur Kontrolle (Phytoamin und Humulus etwas festere Äpfel)

Versuch 3:

- Beim Streif-Index kaum Unterschiede
- Bei der zweiten Festigkeitsmessung waren die Äpfel aus den Varianten mit Vinasse tendenziell weicher als in der Kontrolle

Die hier beobachteten Unterschiede waren teilweise durch das Ertragsniveau der Varianten beeinflusst. Ein zu hoher oder zu niedriger Behang kann dazu führen, dass die Fruchtfleischfestigkeit zu gering ist.

3.5.3 Äußere Qualität

3.5.3.1 Qualitätsanteile

In der Abbildung 33 werden die Qualitätsanteile der Exaktversuche 1 und 2 dargestellt.

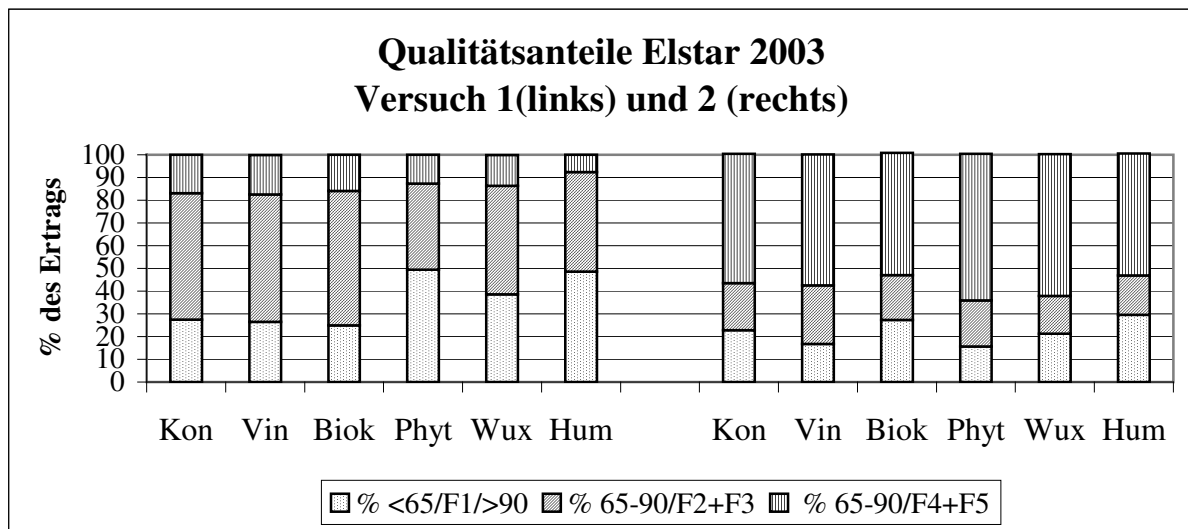


Abbildung 33: Qualitätsanteile Elstar 2003, Versuch 1 und 2

Eine Verbesserung des Anteils an Äpfel mit einer guten Qualität konnte nur bei zwei Varianten im Versuch 2 erreicht werden (bei Phytoamin und Wuxal Ascofol), diese Tendenz konnte aufgrund der Ergebnisse im Versuch 1 aber nicht bestätigt werden.

Tabelle 88: Vergleich der Qualitätsanteile in den Blattdüngervarianten mit der Kontrolle

	Im Vergleich zur Kontrolle	Versuch 1	Versuch 2
Baumzustand		Bäume in der Alternanz, hoher Anteil an schlecht ausgefärbten Früchten	Guter Ertrag, gute Belichtung der Bäume
Anteil schlechte Qualität	= Kontrolle	Vinasse, Biokal	Vinasse
	> Kontrolle	Phytoamin, Wuxal Ascofol, Humulus	Biokal, Humulus
Anteil gut ausgefärbter Äpfel	< Kontrolle	Phytoamin, Wuxal Ascofol, Humulus	
	= Kontrolle	Vinasse Biokal	Vinasse, Biokal, Humulus
	> Kontrolle		Phytoamin, Wuxal Ascofol

3.5.3.2 Berostung

Ein Einfluss der geprüften Blattdünger auf die Fruchtberostung konnte nicht eindeutig festgestellt werden, auch hier gab es große Unterschiede zwischen den beiden Exaktversuchen (siehe Tabelle 89)

Tabelle 89: Wirkung der Blattdünger auf die Fruchtberostung - Vergleich mit der Kontrolle

	Im Vergleich zur Kontrolle	Versuch 1	Versuch 2
Berostungsniveau im Versuch		Kontrolle 50 %	Kontrolle 80 % (Andere Pflanzenschutzstrategie)
% Äpfel in Klassen B3 und B4	< Kontrolle	Phytoamin	Vinasse, Biokal
	= Kontrolle	Wuxal Ascofol, Vinasse, Biokal, Humulus	Phytoamin, Wuxal Ascofol, Humulus

Im Versuch 3 schien die wöchentliche Behandlung mit Vinasse die Berostung im Vergleich zur Kontrolle etwas zu fördern.

3.5.4 Innere Qualität

3.5.4.1 Messung von Zucker, Säure und Vitamin C

Die Tabelle 90 zeigt den Vergleich der Zucker- und Säurewerte der zwei Exaktversuche.

Tabelle 90: Zucker- und Säurewerte in Versuch 1 und 2

	Zucker		Säure	
	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 1	Versuch 2
allgemein				
Besonderheiten	Wuxal Ascofol > Kontrolle (wegen geringerem Ertrag)	Biokal, Humulus > Kontrolle (Ertrag geringer)	Wuxal Ascofol, Biokal > Kontrolle	Alle Varianten > Kontrolle (Ertrag geringer)

Zur Bewertung der inneren Qualität wurden die Gehalte an Zucker, Säure und Vitamin C bei Stichproben der zweiten Pflücke bestimmt. Allgemein waren bei der Ernte 2003 witterungsbedingt die Zuckerwerte sehr hoch und die Vitamin C-Gehalte sehr niedrig. Die Zucker- und Säurewerte werden durch das Ertragsniveau beeinflusst, d. h. lagen die Werte einer Variante beim Zucker oder bei der Säure über denen der Kontrolle, war meist auch der Ertrag niedriger als in der Kontrolle. Beispielsweise war deswegen im Versuch 1 der Zuckerwert bei Wuxal Ascofol höher als in der Kontrolle, im Versuch 2 dagegen die Zuckerwerte von Biokal und Humulus höher als in der Kontrolle. Aus dem gleichen Grund waren in Versuch 1 die Säurewerte von Biokal und Humulus und im Versuch 2 die Säurewerte von allen Varianten höher als in der Kontrolle. Im Versuch 3 gab es bei den Inhaltsstoffen kaum Unterschiede zwischen den Varianten.

3.5.4.2 Analyse von Kalium, Calcium und Magnesium

Für die Stippeanfälligkeit der Früchte sind die Verhältnisse von Kalium, Calcium und Magnesium sehr wichtig. Da sich die Bäume bei Versuch 1 in der Alternanz befanden, wurde das Verhältnis von K zu Ca durch die zusätzlichen Behandlungen verschlechtert. Früchte der Varianten mit Blattdünger hatten einen ungünstigeren Stippeindex (K/Ca-Verhältnis > 40 zu 1). Nur die Kontrolle wies ein optimales K/Ca Verhältnis auf. Aufgrund des guten Ertrages in den Versuchen 2 und 3 lag bei den Früchten ein ausgeglichenes Verhältnis von Kalium zu Calcium vor (20 - 25 zu 1).

3.5.5 Lagerverhalten der Früchte

In der Abbildung 34 sind die Lagerbonituren vom 27.11.2003 und 11.02.2004 aufsummiert dargestellt.

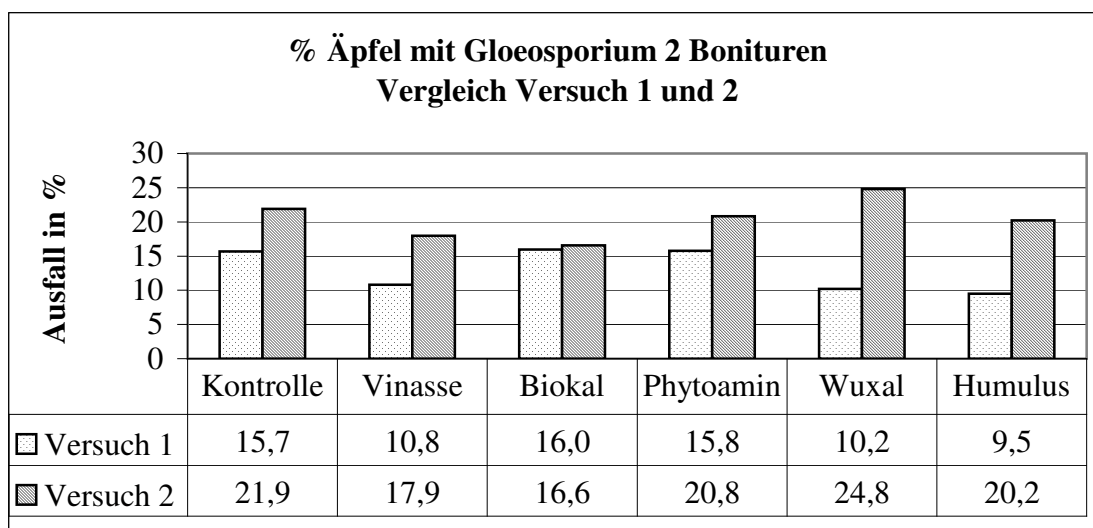


Abbildung 34: Lagerbonitur von Versuch 1 und 2, Summe von 27.11.2003 und 11.02.2004

Bei den Lagerbonituren konnte die Stippeanfälligkeit bei Versuch 1 nicht bestätigt werden. In beiden Exaktversuchen wurden generell Unterschiede zwischen den Varianten beobachtet. Im Versuch 1 war der Ausfall durch *Gloeosporium* vergleichbar mit der Kontrolle in den Varianten Biokal und Phytoamin, bei den Varianten Vinasse, Wuxal Ascofol und Humulus dagegen um etwa 5 % geringer. Im Versuch 2 waren die Varianten Phytoamin und Humulus mit der Kontrolle vergleichbar, Wuxal Ascofol etwas schlechter und Vinasse und Biokal weniger stark befallen als die Kontrolle. Die Ursachen konnten auch nicht beim Vergleich der Be-

fallswerte mit den Ergebnissen der Fruchtanalyse (z. B. Calcium, Kalium und Stickstoffgehalte) eindeutig geklärt werden. Lediglich im Versuch 3 könnte das verstärkte Auftreten von *Gloeosporium* bei der Variante "Vinasse wöchentlich" auf den erhöhten Stickstoffgehalt zurückzuführen sein. Dagegen kann beim Vergleich zwischen Versuch 1 und 2 keine Variante hervorgehoben werden, die den Ausfall durch *Gloeosporium* erhöhen würde.

3.5.6 Knospenanalyse Dezember 2003

In der Abbildung 35 sind die Ergebnisse der Knospenanalyse vom Dezember 2003 für die Versuche 1 und 2 dargestellt.

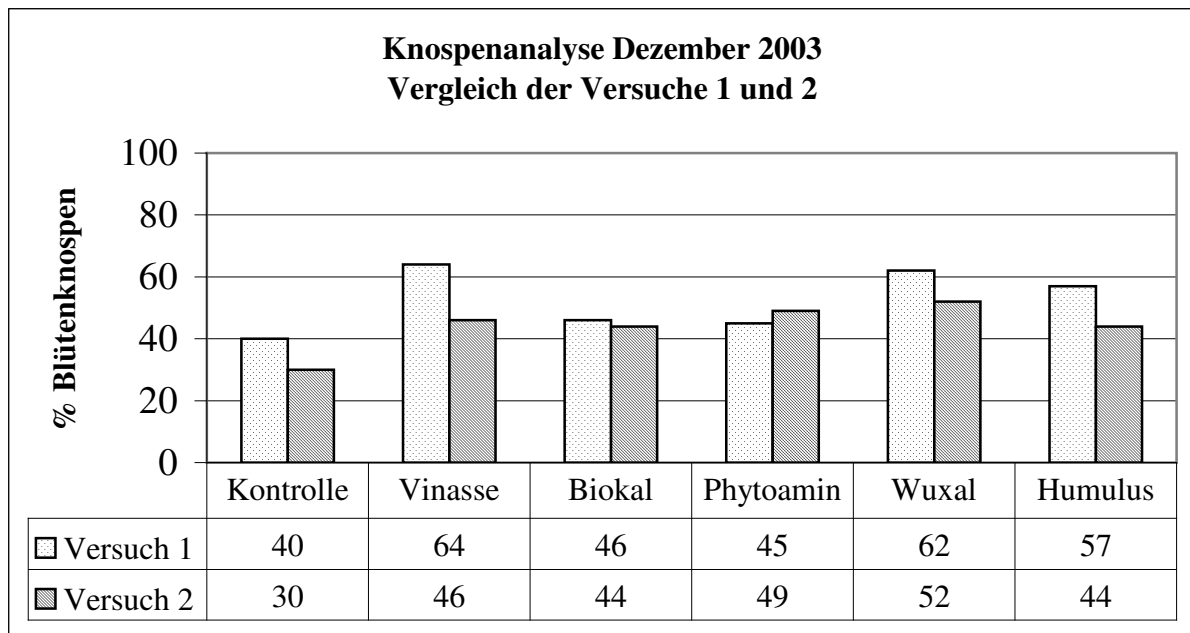


Abbildung 35: Knospenuntersuchung von Versuch 1 und 2, Dezember 2003

Im Versuch 1 waren die Kontrolle, Biokal und Phytoamin vom Blütenknospenbesatz (40 - 45 %) vergleichbar, eine Erhöhung wurde durch Vinasse, Wuxal Ascofol und Humulus erreicht. Im Versuch 2 wurde bei allen Varianten eine Verbesserung erreicht, am stärksten bei Wuxal Ascofol. Allerdings war der Ertrag in der Kontrolle am höchsten.

Im Versuch 3 war nur bei der Variante Vinasse 2w (ungefähr 50 %) ein leicht erhöhter Blütenknospenanteil im Vergleich zur Kontrolle mit etwa 45 % festzustellen. In der Variante Vinasse 2w war der Ertrag pro Baum etwa 1 kg schwächer, daraus lässt sich der geringfügig höhere Anteil an Blütenknospen erklären. Der Mittelwert über alle Varianten betrug 45 %.

Die Ertragsaussichten für 2004 können auf allen Standorten als mittel bewertet werden, wobei in Betrieb 1 der Ertrag tendenziell etwas höher sein dürfte, da die Bäume sich 2003 im Alteranzjahr befanden. Laut NOACK (2001) konnte bei 'Elstar' mit Phytoamin in einem dreijährigen Versuch die Alternanz gebrochen und deutliche Mehrerträge erzielt werden. Ein Blattdüngungseinsatz erscheint nur dann sinnvoll, wenn der Ertrag über mehrere Jahre gleichmäßig gesteigert werden kann bzw. wenn eine Erhöhung des Fruchtansatzes keine Verstärkung der Alternanz im Folgejahr bewirkt.

3.6 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

3.6.1 Abschließende Beurteilung der getesteten Blattdünger

Im folgenden werden die fünf untersuchten Blattdünger mit Angaben aus der Literatur und mit Düngerbeschreibungen erläutert. Die Angaben zu den Kosten beziehen sich auf eine Wasseraufwandmenge von 800 l/ha sowie sieben Behandlungen je Hektar.

3.6.1.1 Vinasse

Bei Vinasse handelt es sich um einen organischen Flüssigdünger, der sowohl über das Blatt als auch über den Boden ausgebracht werden kann. Vinasse entsteht als Nebenprodukt bei der Zuckerrübenverarbeitung. (BERATUNGSDIENST ÖKOLOGISCHER OBSTBAU E. V., 1998).

Die Herstellerangaben für Vinasse geben folgende Werte an:

- 3,0 - 5,0 % Stickstoff
- 0,14 - 2,0 % Phosphor
- 5,0 - 7,5 % Kalium

Zu den Spurenelementen wurden keine Angaben gemacht, in Analysen der in den Versuchen verwendeten Vinasse wurden 3,4 % Stickstoff sowie 15 ppm Bor, 200 ppm Eisen, 55 ppm Zink und 70 ppm Mangan festgestellt.

Einzelnährstoffdünger enthalten wesentlich höhere Mengen, z. B. Solubor 205g Bor/kg, Fertilon 130 g Eisen/kg, Zinflow 100 g Zink/kg sowie Mantrac 500 g Mangan/kg.

Wirkung der Vinasse in den Versuchen:

- Leichte Steigerung der Stickstoffgehalte im Blatt möglich, Ergebnisse von RENNER (2002) konnten bestätigt werden
- Möglicherweise unerwünschte Erhöhung des Kaliumgehaltes der Blätter und/oder Früchte
- Fruchtansatz konnte tendenziell verbessert werden, die Ergebnisse von STOCKERT (1999 und 2002) konnten bestätigt werden
- Leichte Erhöhung des Blütenknospenanteils

Kosten/Nutzen

- Bei 1 % iger Anwendung (800 l Wasser/ha) und sieben Behandlungen werden pro ha 56 l benötigt.
- Pro Liter 0,25 EURO bei Abnahme von 1000 l Gebinden
- Pro ha Kosten von 14 EUR zuzüglich MwSt
- Ausgebrachte Stickstoffmenge sehr niedrig $56 \text{ l} * 3 \% \text{ N}$ ergibt ca. 2 kg Stickstoff/ha

Fazit: Vinasse ist ein relativ günstiger Dünger. Es ist unbedingt ein Analysenzertifikat bzgl. Stickstoffwerte aus der gelieferten Charge erforderlich. Vorsicht ist geboten bei guten Kaliumwerten im Boden. Ein zu häufiger Einsatz ist unter Umständen negativ für die Lagerfähigkeit.

3.6.1.2 Biokal

Biokal 01 und 02 werden aus Heilkräutern und Heilwasser hergestellt. Biokal 01 besteht laut Herstellerangaben aus 57 % Heilpflanzenextrakt, 38 % Biohumusextrakt sowie 5 % Ätherischen Ölen und wird für die Anwendung vor der Blüte empfohlen. Biokal 02 enthält dagegen nur 45% Heilpflanzenextrakt, 40 % Biohumusextrakt, 10 % Holzasche und 5 % Ätherische Öle (KECSKES, 2002), es soll nach der Blüte eingesetzt werden.

Durch die Spritzung der beiden Präparate soll laut Herstellerangaben der Ertrag gesteigert und die Fruchtqualität verbessert werden.

In den Analysen der beiden Produkte wurden nur ganz geringe Mengen an Hauptnährstoffen gemessen, Stickstoff war nicht nachweisbar, Kalium lag bei 0,05 - 0,10 %, bei den Spurennährstoffen konnten 4,5 ppm Bor nachgewiesen werden.

Wirkung von Biokal 01 und 02 in den Versuchen:

- Biokal hatte keinen großen Einfluss auf den Nährstoffgehalt der Blätter, Ausnahme war Stickstoff bei Versuch 2
- Es konnte kein fördernder Effekt auf den Fruchtansatz festgestellt werden, die Ergebnisse von STOCKERT, 2002 konnten nicht bestätigt werden
- Leichte Erhöhung des Blütenknospenanteils

Kosten/Nutzen

- 3 Behandlungen vor der Blüte mit Biokal 01, 4 Behandlungen nach der Blüte mit Biokal 02
- 6,5 % empfohlene Anwendungskonzentration, insgesamt 364 l/ha
- Biokal 01 4,37 EURO/Liter, Biokal 02 4,54 EURO/Liter bei Abnahme von 1000 l Gebinden
- Pro ha Kosten von ca. 1630 EUR zuzüglich MwSt

Fazit: Biokal ist ein sehr teurer Blattdünger. Bei diesem Preis müsste eine deutliche Ertragssteigerung erreicht werden können.

3.6.1.3 Phytoamin

Phytoamin besteht aus reinem kaltgepresstem Braun- und Rotalgensaft mit 8 % Nährstoffen. Das Phytoamin soll laut Herstellerangaben zu einem besseren Fruchtansatz führen sowie zu gleichmäßigen Erträgen. Außerdem soll die Fruchtqualität und die Lagerfähigkeit verbessert werden (LEBOSOL DÜNGER GMBH, 2002).

Phytoamin enthält laut Herstellerangaben in geringen Mengen Stickstoff (0,14 %), Phosphor (0,25 %), Kalium (1,0 %), Bor sollte mit ca. 40 ppm enthalten sein, Zink mit 3 ppm und Mangan mit 28 ppm. In der Untersuchung der verwendeten Charge wurden folgende Gehalte festgestellt: 18,5 ppm Bor, 11 ppm Eisen, 4 ppm Zink und 2,3 ppm Mangan.

Wirkung von Phytoamin in den Versuchen:

- NOACK (2001) stellte beim Einsatz von Phytoamin in einem dreijährigen Versuch positive Effekte auf Fruchtansatz, Ertrag und Gleichmäßigkeit der Erträge fest.
- In den im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Versuchen wurden folgende Tendenzen festgestellt: Phytoamin hatte keinen großen Einfluss auf die Erhöhung der Nährstoffgehalte der Blätter mit Ausnahme von Stickstoff bei Versuch 2
- Der Fruchtansatz wurde in Versuch 1 leicht verbessert
- Leichte Erhöhung des Blütenknospenanteils

Kosten/Nutzen

- Empfohlene Konzentration 0,75 %, bei sieben Behandlungen werden pro ha 42 l benötigt.
- Pro Liter 6,0 EURO bei Abnahme von 20 l Gebinden
- Pro ha Kosten von 250 EUR zuzüglich MwSt

Fazit: Preis im mittleren Bereich, bei einer Ertragssteigerung (Verringerung der Alternanz im Ausfalljahr) um ca. 5 % könnten die Mehrkosten gedeckt werden.

3.6.1.4 Wuxal Ascofol

Wuxal Ascofol wird aus Braunalgen gewonnen, wobei Borsäure zugesetzt wird. Es soll die Zellteilung positiv beeinflussen und dadurch die Fruchtgröße verbessern, außerdem soll der Fruchtansatz gefördert werden. (WILHELM HAUG GMBH & CO. KG, 2002).

Wuxal Ascofol enthält laut Herstellerangaben 2,3 % Stickstoff und 1,5 % Kalium, unter den Spurennährelementen sind insbesondere 30 g/kg Bor sowie 50 ppm Eisen, 5000 ppm Zink und 8000 ppm Mangan zu nennen. Auffallend ist der hohe Borgehalt, der so natürlicherweise nicht in Algenextrakten vorkommt und eindeutig auf die Zugabe von Bor bei der Produktion zurückzuführen ist. Im Vergleich mit einem Einzelnährstoffdünger wie Solubor (205 mg/kg Präparat) würden bei sieben Behandlungen etwa die gleiche Menge Bor ausgebracht wie mit zwei Solubor-Behandlungen.

Wirkung von Wuxal Ascofol in den Versuchen:

- Bei RENNER (2002) konnte kein Einfluss auf den Ertrag festgestellt werden, jedoch konnten die Mangan, Zink und Eisengehalte in den Blättern gegenüber der Kontrolle erhöht werden
- Bei diesem Forschungsprojekt wurden folgende Tendenzen festgestellt: Eine Veränderung bei den Spurenelementen konnte in den beiden Exaktversuchen bei der Augusanalyse nur bei Bor, Eisen und Kupfer und bei Versuch 2 zusätzlich bei Zink und dem Hauptnährstoff Stickstoff festgestellt werden.
- Im Versuch 2 wurde durch Wuxal Ascofol eine Verbesserung beim Fruchtansatz im Vergleich zur Kontrolle erreicht
- Beim Blütenknospenbesatz im Dezember 2003 konnte in beiden Versuchen eine deutliche Verbesserung gegenüber der Kontrolle erzielt werden, teilweise war dies durch die geringere Ertragshöhe beeinflusst

Kosten/Nutzen

- Empfohlene Anwendungskonzentration 0,3 %, bei sieben Behandlungen werden pro ha 17 l benötigt.
- Pro Liter 6,7 EURO bei Abnahme von 25 l Gebinden
- Pro ha Kosten von 110 EUR zuzüglich MwSt

Fazit: Die Kosten liegen im mittleren Bereich. Es sind nennenswerte Mengen von Spurenelementen enthalten. Der Zusatz von Bor bei der Herstellung ist unter ökologischen Obstbauern momentan etwas umstritten.

3.6.1.5 Humulus

Humulus wird aus Kompost von Traubentrester hergestellt. In den Traubenkernen sind alle wichtigen Hauptnährstoffe und Spurenelemente in natürlicher Form enthalten. Die Gehalte im flüssigen Blattdünger selbst sind jedoch sehr gering. Durch die Anwendung von Humulus TK 42 + soll die Blütenbildung verbessert werden (TIMROTT BIO-PRODUKTE, 2002). Die Hauptnährstoffe wurden nur in geringen Mengen gefunden (< 0,1 %), Spurennährstoffe waren nicht nachweisbar.

Wirkung von Humulus in den Versuchen:

- Die Aufnahme von Stickstoff konnte bei Versuch 2 im August erhöht werden
- Der Fruchtansatz konnte nicht verbessert werden
- Der Einfluss auf den Blütenknospenanteil im Dezember 2003 war mittel

Kosten/Nutzen

- Bei 5 % iger Anwendung und sieben Behandlungen werden pro ha 280 l benötigt.
- Pro Liter 2,0 EURO bei Abnahme von 20 l Gebinden
- Pro ha Kosten von 560 EUR und MwSt

Fazit: Es ist ein sehr teurer Dünger. Desweiteren konnten nur geringe Effekte auf die Ertragsmerkmale festgestellt werden. Humulus ist zur Steigerung des Ertrages nicht empfehlenswert.

3.6.2 Aufbereitung und Darstellung der Ergebnisse für die Praxis

Die bisherigen und geplanten Aktivitäten sind in Tabelle 91 zusammengefasst.

Tabelle 91: Übersicht zur Aufbereitung der Ergebnisse für die Praxis

Termin	Veranstaltung	Art der Darstellung
Febr. 2003	Ökologische Obstbautagung	Vortrag zu Ergebnissen des Forschungsprojektes
Juli 2003	Versuchsbegehung Katzental für Öko-Obstbauern	Erläuterung der Forschungsaktivitäten
Jan. 2004		Vorbereitung der wichtigsten Ergebnisse für diverse Internetseiten (LVWO Weinsberg, Föko)
Jan. 2004	Einführungskurs Ökologischer Obstbau Weinsberg	Vorstellung der Ergebnisse für Seminarteilnehmer während der Versuchsbegehung
Febr. 2004	Treffen mit Betriebsleitern	Vorstellung der Ergebnisse für die beteiligten Betriebsleiter
Febr. 2004	Ecofruit-Conference Weinsberg	Vortrag zu Ergebnissen des Forschungsprojektes, Publikation im Tagungsband
Febr. 2004	Ökologische Obstbautagung	Vortrag zu Ergebnissen des Forschungsprojektes
Febr. 2004		Veröffentlichung im Jahresbericht der LVWO Weinsberg
März 2004		Artikel in Mitteilungen des Beratungsdienstes ökologischer Obstbau geplant

4 Zusammenfassung

Im vorliegenden Forschungsprojekt wurde das Thema „Untersuchungen zum Einsatz von Blattdüngern im ökologischen Obstbau - Status Quo Analyse und Prüfung von Blattdüngern“ bearbeitet.

Ziel der Status Quo Analyse war, die zur Zeit betriebsüblichen Boden- und Blattdüngungsstrategien mit Hilfe von Blattanalysen zu kontrollieren. Sämtliche Kulturmaßnahmen wie Düngung über den Boden und die Blätter sowie Bodenbearbeitungsmaßnahmen wurden dokumentiert. Als Vergleich wurden Richtwerte für Blattanalysen aus der integrierten Produktion herangezogen. Erhebungen zum Blüten- und Fruchtansatz, Ertrag, Größensortierung, äußere und innere Qualität wurden durchgeführt. In drei Exaktversuchen wurden verschiedene organische Blattdünger für den ökologischen Obstbau geprüft.

Status Quo Analyse

Für die Status Quo Analyse wurden auf ökologisch bewirtschafteten Betrieben im mittleren Neckarraum im Dezember 2002 je drei Flächen der Sorte 'Elstar' und der Sorte 'Topaz' ausgesucht. Zusammen mit den Versuchsflächen der Exaktversuche wurden insgesamt auf 6 Standorten Untersuchungen durchgeführt. Zu Vegetationsbeginn wurden jeweils 20 Bäume markiert, die bezüglich ihres Habitus einheitlich waren und dem Durchschnitt der Apfelanlage entsprachen. Es wurden Bodenproben gezogen und auf Haupt- und Spurennährstoffe untersucht.

Das C/N-Verhältnis wurde bei allen Betrieben als 'sehr gut' eingestuft. Der Humusgehalt sollte bei allen Betrieben nicht weiter sinken. Lediglich bei den Betrieben 4 und 5 wurde aufgrund ihres niedrigen pH-Wertes ein Aufkalkung empfohlen. Der Betrieb 3 hatte einen optimalen pH-Wert. Bei den Betrieben 1 und 2 waren die pH-Werte etwas hoch. Eine optimale Versorgung bei den Hauptnährstoffen Phosphor, Kalium und Magnesium konnte nur auf dem Betrieb 3 bei der Sorte 'Elstar' und auf dem Betrieb 5 bei 'Topaz' festgestellt werden. Auf den anderen Betrieben war mindestens ein Nährstoff im leichten Mangelbereich. Bei allen Betrieben wurde ein Zinkmangel im Boden festgestellt.

Um Rückschlüsse auf den Versorgungsgrad der Bäume mit Nährstoffen ziehen zu können, erfolgte am 14.04.2003 eine frühe Blattanalyse. Eine optimale Versorgung mit den Hauptnährstoffen Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium konnte bei fast allen Betrieben festgestellt werden. Jedoch sollten die Stickstoffgehalte der Rosettenblätter beachtet werden, da sie zwischen grüner und roter Knospe bereits sinken können (KOPP und GUTBERLETT, 2002).

Als Bodendünger wurde 2003 hauptsächlich Vinasse verwendet, zur Blattdüngung wurde ebenfalls Vinasse eingesetzt. Über den Boden wurden je nach Betrieb 10 bis 35 kg Stickstoff pro Hektar ausgebracht. Ein Betrieb setzte bei Mangel zink- und manganhaltige Blattdünger ein.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus dem Projekt sowie aus den Untersuchungen von KOPP und GUTBERLETT (2003) liegt der Schluss nahe, dass es Sortenunterschiede bei der Nährstoffaufnahme von Hauptnährstoffen und vom Spurenelement Bor gibt. 'Topaz' scheint Kalium und Bor schlechter aufzunehmen. Bei fast allen Betrieben wurde in den Rosettenblättern ein Mangel an Mangan und Zink festgestellt, teilweise war dies durch Trockenheit im

Boden bedingt. Lediglich bei einem Betrieb, der nach Absprache mit der Kontrollstelle Spurennährstoffdünger ausbrachte, waren die Gehalte im optimalen Bereich.

Im Neckarraum wurde bei der Blattanalyse im Juni ein leichter Mangel an Stickstoff festgestellt, obwohl in den Betrieben eine zusätzliche Blattdüngung erfolgt war. Im Bodenseegebiet dagegen waren die Niederschlagsverhältnisse etwas günstiger, so dass dort die Stickstoffgehalte höher waren (KOPP und GUTBERLETT, 2003).

Bei der Blattanalyse im August wurden die Haupt- und Spurennährstoffe untersucht. Eine optimale Versorgung lag bei Phosphor, Magnesium und Calcium vor, in einem Betrieb war der Stickstoffgehalt zu niedrig. Bei Bor, Eisen und Kupfer waren alle Betriebe optimal versorgt. Mit einer Ausnahme wurden Mangelsituationen bei Mangan und Zink festgestellt. Daher sollte für das Frühjahr 2004 unbedingt eine Blattdüngung mit Zink eingeplant werden.

Im Januar 2003 wurde bei 'Elstar' in zwei Betrieben ein mittlerer Blütenknospenanteil festgestellt, in einem Betrieb ein guter Blütenknospenanteil. Bei 'Topaz' war der Blütenansatz mit ca. 70 % sehr gut. Bei dieser Sorte ist wegen der starken Blütenfrostempfindlichkeit und wegen der Neigung zu einem stärkeren Junifruchtfall ein höherer Anteil Blütenknospen günstig.

Der Fruchtansatz wurde vor und nach dem Junifruchtfall bestimmt. Bei 'Elstar' war der Fruchtansatz trotz des Frostschadens der Blüten im April höher als bei 'Topaz' (Frostschäden, Junifruchtfall). Aufgrund des guten Blühwetters 2003 war der Fruchtansatz zur Ernte nicht viel geringer als im konventionellen Anbau. Das Ertragsniveau schwankte von Betrieb zu Betrieb zwischen ca. 10 t/ha und 48 t/ha bei 'Elstar' (Angaben als Rohertrag, unsortiert) sowie 25 t/ha und 48 t/ha bei 'Topaz', ohne Berücksichtigung des Alters der Anlagen. Bedingt durch die Trockenheit war das Fruchtgewicht etwas geringer als in Normaljahren, aber nicht zu niedrig. Bei der Größensortierung gab es keine Auffälligkeiten, lediglich auf einer Fläche wurde eine Handausdünnung durchgeführt, die zu einer Verschiebung der Größenkalibrierung führte. Bei den Reifemessungen nach der Ernte waren die Zuckerwerte erhöht, die Stärkewerte niedriger, die Festigkeit im normalen Bereich, aber während der Lagerung bauten die Früchte stark ab. 'Topaz' wies sortenbedingt eine bessere Festigkeit auf als 'Elstar'.

Bei den Qualitätsgruppierungen gab es starke Schwankungen zwischen den Betrieben. Der Anteil guter Qualität (gute Größe und Ausfärbung) schwankte bei 'Elstar' zwischen 35 % und 82 %, bei 'Topaz' zwischen 56 und 83 %. Hier machte sich eine Handausdünnung positiv bemerkbar.

Trotz der guten Erträge wurden die Gehalte an Zucker und Säure in den Früchten durch die Trockenheit beeinflusst. Die Betriebe mit den niedrigen Erträgen hatten bessere Zucker- und Säurewerte. Bei der Sorte 'Elstar' lag bei zwei Betrieben ein niedriger Calciumgehalt in den Früchten vor. Alle Betriebe wiesen bei der Sorte 'Topaz' ein optimales K/Ca Verhältnis auf.

Allgemein hatte die Sorte 'Elstar' einen höheren Ausfall durch *Gloeosporium* als 'Topaz'. Der Betrieb 4 wies den größten Anteil (24 %) an Bitterfäule auf. Die Betriebe 1 und 3 lagen auf dem selben Niveau (13,5 %). Die Betriebe 2 und 5 hatten bei der Sorte 'Topaz' einen Lagerfäuleanteil von etwa 9 %. Der Betrieb 3 wies den stärksten Befall durch *Gloeosporium* auf (17 %). Der hohe Befall bei Betrieb 4 ('Elstar') und 3 ('Topaz') wurde besonders durch die Äpfel der dritten Pflücke verursacht.

Im Dezember 2003 wurde nochmals eine Knospenanalyse durchgeführt. Allgemein zeigte der Behang 2003 und der sehr trockene und warme Sommer negative Auswirkungen auf den

Blütenknospenanteil für 2004. Der Betrieb 1 hatte bei der Sorte 'Elstar' den höchsten Anteil von 47 % Blütenknospen im Dezember 2003. Infolge der Alternanz hätte sich eigentlich ein deutlich höherer Blütenbesatz für das nächste Jahr entwickeln sollen. Bei den Betrieben 3 und 4 war aufgrund der sehr guten Erträge 2003 nur mit einem geringen Blütenansatz zu rechnen (etwa 30 % Blütenknospen). Im Vergleich zu der Knospenanalyse der Sorte 'Topaz' vom Januar 2003 wurde nur ein deutlich geringerer Blütenknospenanteil erreicht. Deshalb ist bei 'Topaz' für 2004 lediglich von einem mittleren Behang auszugehen.

Aus den Erhebungen der Status Quo Analyse lässt sich schließen, dass die Ernährung der Früchte im gleichen Jahr in der Regel ausreichend ist, jedoch die Reservestoffbildung für die folgende Vegetationszeit beeinträchtigt ist, so dass weitere Untersuchungen zur Behangsregulierung und Düngung nötig sind.

Exaktversuche

Die Untersuchungen zum Boden sowie die Bonituren zum Blütenbesatz und zum Fruchtansatz wurden in den Exaktversuchen analog zur Status Quo Analyse durchgeführt. Mit Hilfe der Betriebsleiter wurden ebenfalls alle Kultur- und Düngemaßnahmen der letzten beiden Jahre zusammengefasst. Bei allen drei Exaktversuchen wurde als Bodenart schluffiger Lehm festgestellt. Der Humusgehalt, der pH-Wert und das C/N-Verhältnis befanden sich in einem günstigen Bereich. Lediglich der Versuch 1 lag im optimalen Versorgungsbereich von Kalium. Bei den Versuchen 2 und 3 waren die Böden sehr gut mit Phosphor, Kalium und Magnesium versorgt. Wiederum wurde ein Zinkmangel im Boden gemessen.

Blattanalysen zeigen ein besseres Bild, welche Nährstoffe tatsächlich von Baum aufgenommen wurden, dies wird sehr stark durch die Witterungsbedingungen beeinflusst. Bei der ersten Blattanalyse im April vor Beginn der Blattbehandlungen waren nur geringfügige Unterschiede festzustellen. Nur der Versuch 1 war optimal mit allen Hauptnährstoffen versorgt. Die Blätter bei Versuch 2 und 3 wiesen einen niedrigen Magnesiumgehalt auf. Zusätzlich war bei Versuch 3 der Gehalt an Calcium in den Blättern sehr niedrig. Zu diesem Termin lagen alle 3 Exaktversuche im Mangelbereich von Mangan und Zink.

Beim Vergleich der Hauptnährstoffe der Blätter im Juni und August zwischen den Versuchen 1 und 2 ergaben sich keine einheitlichen Tendenzen. Eine Erhöhung des Stickstoffgehaltes in den Blättern wurde im Versuch 1 im Juni und im Versuch 2 im August festgestellt. Zu diesen Terminen erhöhte sich der Stickstoffgehalt bei der Variante Humulus um etwa 15 % im Versuch 1 im Juni und im Versuch 2 im August. Durch die Vinasse konnte der Stickstoffgehalt ebenfalls erhöht werden. Die Variante Biokal zeigte keine einheitlichen Ergebnisse. Phytoamin und Wuxal Ascofol bewegten sich im mittleren Bereich, je nach Termin und Versuch.

Alle Blattdüngungsvarianten zeigten keine einheitliche Wirkung bei den Hauptnährstoffen Phosphor und Magnesium. Lediglich kleine Unterschiede waren bei den Nährstoffen Kalium und Calcium zu erkennen. Die Kaliumgehalte der Blätter wurden stark durch den Ertrag beeinflusst. Im Vergleich zwischen den einzelnen Varianten wurden keine klaren Tendenzen festgestellt. Bei Versuch 1 hatten die Varianten Phytoamin und Wuxal Ascofol im August die höchsten Calciumgehalte gegenüber der Kontrolle. Die Gehalte an Calcium waren bei Versuch 2 sehr einheitlich über alle Varianten und deutlich höher als bei Versuch 1.

Bei Versuch 3 konnte der Stickstoffgehalt im Vergleich zur Kontrolle nur im August bei der Variante Vinasse wö (wöchentlich) deutlich erhöht werden. Im Versuch von RENNER und HELM (2002) am Bodensee wurde im August mit Vinasse die untere Grenze des Optimal-

wertes für Stickstoff in den Blättern erreicht. Bei den Varianten Vinasse wö und 2w konnte der Gehalt an Kalium in den Blättern im Juni und August gegenüber der Kontrolle gesteigert werden. Beim Calcium hatte nur die Variante Vinasse wö im Juni einen niedrigen Gehalt, ansonsten lagen alle Varianten auf dem gleichen Niveau. Bei Phosphor und Magnesium waren keine besonderen Unterschiede zwischen den Varianten festzustellen und aufgrund der Zusammensetzung der Dünger auch nicht unbedingt zu erwarten.

Im August waren bei allen drei Exaktversuchen die Blätter optimal mit den Spurennährstoffen Bor, Eisen und Kupfer versorgt. Auch infolge der Trockenheit lagen die Mangangehalte der Blätter bei allen drei Versuchen im unteren Versorgungsbereich. Lediglich bei Versuch 2 konnte eine optimale Versorgung der Blätter mit Zink festgestellt werden. Bei RENNERT und HELM (2002) konnte mit Wuxal Ascofol der Zink-, Mangan- und Eisengehalt in den Blättern gegenüber der Kontrolle deutlich erhöht werden. Diese Tendenz konnte in den beiden Versuchen des Projektes nicht so eindeutig bestätigt werden.

Bei der Knospenanalyse im Januar 2003 erreichte der Versuch 2 einen Anteil an Blütenknospen von 68 %, daraus konnte sich ein normaler Blütenansatz entwickeln. Im Vergleich dazu wurde im Versuch 1 mit 23 % und Versuch 3 mit 42 % Blütenknospen ein geringerer Blütenbesatz erwartet und in der Bonitur des Blütenbüschelbesatzes auch bestätigt.

Der Fruchtansatz wurde vor und nach dem Junifruchtfall ermittelt. Der Versuch 1 hatte einen niedrigen Blütenbesatz und infolgedessen einen schwachen Junifruchtfall. Die Varianten Phytoamin und Vinasse erreichten tendenziell gegenüber der Kontrolle den besten Fruchtansatz zur Ernte. Bei den Versuchen 1, 2 und 3 waren bei den Boniturmerkmalen Blütenbüschelbesatz/Baum, Äpfel/Blütenbüschel im Mai, Juni und zur Ernte keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zur Kontrolle feststellbar. Die Variante Wuxal Ascofol hatte bei Versuch 2 in der Tendenz den besten Fruchtansatz zur Ernte gegenüber der Kontrolle. Eine Förderung des Fruchtansatzes durch Biokal (STOCKERT, 2002 bei der Sorte 'Topaz') konnte bei diesem Projekt nicht bestätigt werden.

Die Ertragszahlen wurden als Rohertrag erfasst. Bei den Versuchen 1 und 3 konnten keine signifikanten Unterschiede beim Einzelbaumertrag und dem Fruchtgewicht gegenüber der Kontrolle abgesichert werden. Bei Versuch 2 wiesen die Varianten Biokal, Wuxal Ascofol und Humulus einen signifikant kleineren Fruchtertrag im Vergleich zur Kontrolle auf. Die Kontrolle und die Varianten Vinasse und Phytoamin erzielten die signifikant höchsten Einzelbaumerträge. Die Variante Humulus hatte gegenüber der Kontrolle und den Varianten Phytoamin und Vinasse das signifikant kleinste Einzelfruchtgewicht.

Die Sortierung der Äpfel erfolgte in 5 mm Kalibrierungen. Bei der Farbsortierung wurden drei wichtige Qualitätsgruppen gebildet. Bei den Versuchen 1 und 3 befanden sich die meisten Äpfel in allen Varianten im Bereich von 65-80 mm. Aufgrund der wüchsigen Bäume bei Versuch 1 hatte dieser tendenziell einen höheren Anteil an Mostobst (schlecht ausgefärbte Früchte) als der Versuch 2. Bei diesem Versuch 2 waren die Äpfel tendenziell 5 mm kleiner wegen des guten Ertrages. Infolge der sehr unterschiedlichen Ergebnisse aus den Versuchen 1 und 2 bei den Qualitätsgruppen konnte keine Variante hervorgehoben werden, die sich besonders positiv auf die Deckfarbenausprägung auswirkte.

Bei Versuch 2 hatten die Varianten Phytoamin und Wuxal Ascofol einen höheren Anteil an sehr gut ausgefärbten Früchten im Vergleich zur Kontrolle. Bei Versuch 3 waren bei der Größen- und Farbsortierung keine Unterschiede zwischen den Varianten festzustellen. Bei

RENNER und HELM (2002) konnten bei Vinasse und Wuxal Ascofol bei der Sorte 'Golden Delicious' kein Einfluss auf den Ertrag und die Fruchtgröße festgestellt werden.

Um die Berostungswirkung der Blattdünger zu ermitteln, wurden die Berostungsklassen B3 und B4 aufsummiert. Bei der Berostung ergaben sich keine eindeutigen Unterschiede zwischen den Varianten. Die Berostung wurde wesentlich stärker durch die betriebsübliche Pflanzenschutzstrategie beeinflusst. Deshalb konnte die berostungsmindernde Wirkung von Wuxal Ascofol (RENNER und HELM, 2002) und der berostungsfördernde Einfluss von Vinasse und Biokal (STOCKERT, 2002) nicht bestätigt werden.

In 2003 waren in allen drei Versuchen die Gehalte an Zucker höher als die Literaturangaben, die Säure- und Vitamin C Gehalte dagegen niedriger. In den einzelnen Varianten wurden die Gehalte stärker durch das Ertragsniveau bestimmt als durch die Blattbehandlungen selbst. Tendenziell hatten die Äpfel in den Versuchen 2 und 3 (höheres Ertragsniveau) niedrigere Vitamin C-Gehalte.

Ein Verhältnis von Kalium zu Calcium von 20 - 25 zu 1 sollte erreicht werden, damit die Anfälligkeit der Früchte für Stippe nicht so hoch ist. Bei Versuch 1 wiesen die Äpfel in allen Varianten mit Blattdüngern eine mittlere Stippeanfälligkeit auf (K/Ca-Verhältnis > 40 zu 1). Infolge der Alternanz der Bäume und der zusätzlichen Applikationen mit Blattdüngern wurde auch der Quotient von K zu Ca negativ beeinflusst. Lediglich die Kontrolle hatte ein ausgewogenes K/Ca-Verhältnis. Aufgrund der guten Erträge bei den Versuchen 2 und 3 wiesen diese Äpfel ein optimales Verhältnis von Kalium zu Calcium auf.

Bei der ersten Bonitur am 27.11.2003 der Früchte hinsichtlich des Auftretens von Lagerfäulen konnten zwischen den Blattdüngungsvarianten kleine Unterschiede im Befall festgestellt werden. Mit einer zweiten Bonitur am 11.02.2004 wurden diese Tendenzen überprüft, dabei ergaben sich folgende Auffälligkeiten: Im Versuch 1 war der Befall mit *Gloeosporium* in der Kontrolle auf dem selben Niveau wie in den Varianten Biokal und Phytoamin, bei den Varianten Vinasse, Wuxal Ascofol und Humulus dagegen um ca. 5 % geringer. Bei Versuch 2 waren die Varianten Phytoamin und Humulus mit der Kontrolle vergleichbar, Wuxal Ascofol etwas schlechter und Vinasse und Biokal schwächer befallen. Im Versuch 3 könnte das verstärkte Auftreten von Bitterfäule bei der Variante "Vinasse wöchentlich" durch den erhöhten Stickstoffgehalt der Früchte zu begründen sein. Beim Vergleich zwischen Versuch 1 und 2 konnte keine Variante hervorgehoben werden, die die *Gloeosporium*-Fäule fördern würde. Der Erntetermin hatte auch einen leichten Einfluss auf den Befall, vor allem die späteren Pflücktermine hatten stärkere Symptome.

Zum Abschluss des Projektes erfolgte im Dezember 2003 eine zweite Knospenanalyse. Die Kontrollen wiesen die geringsten Anteile an Blütenknospen auf (40 % bei Versuch 1 und 30 % bei Versuch 2). Bei Versuch 1 wurde ein fördernder Einfluss auf den Anteil Blütenknospen bei Vinasse, Wuxal Ascofol und Humulus festgestellt. Im Versuch 2 wurden die Varianten Wuxal Ascofol und Phytoamin positiv bewertet. Der Anteil Blütenknospen war zum Teil in den Kontrollen durch den hohen Ertrag in 2003 so niedrig. Bei der Blütenknospenanalyse war der positive Einfluss der Behandlungen mit den Blattdüngern deutlich zu erkennen. Im Versuch 3 war der Einfluss der Vinasse-Behandlungen dagegen sehr gering.

Insgesamt sind die Ertragserwartungen für 2004 nur als mittel einzustufen (ca. 15 t/ha), tendenziell bei den Bäumen des Versuches 1 etwas höher. Allgemein war die Ertragshöhe in 2003 sehr gut, es konnten aber zu wenig Reservestoffe für 2004 eingelagert werden.

5 Geplante Ziele – Erreichte Ziele. Eine Gegenüberstellung

5.1 Status Quo Analyse

Die Auswahl der Betrieb erfolgte in Absprache mit dem Beratungsdienst ökologischer Obstbau. Alle in 2003 geplanten Arbeitsschritte konnten durchgeführt und die projektierten Ziele erreicht werden. Zusätzlich zum Arbeitsplan wurden die Blattproben im August 2003 auf Spurenelemente untersucht und eine Messung des Stammdurchmessers im Winter 2002 durchgeführt. Eine zweite Auswertung des Auftretens von Lagerfäulen erfolgte im Februar 2004.

Die abschließenden Arbeiten für alle relevanten Ergebnisse der Status Quo Analyse konnten wie geplant im weiteren Verlauf des Projektes durchgeführt werden.

5.2 Exaktversuche

Auch in den Exaktversuchen konnten alle im Berichtszeitraum geplanten Arbeitsschritte in vollem Umfang durchgeführt werden.

Die abschließenden Arbeiten für alle relevanten Ergebnisse der Exaktversuche konnten wie geplant im weiteren Verlauf des Projektes durchgeführt werden. Die zusätzlichen Bonituren (siehe 5.1) wurden auch bei den Exaktversuchen ausgewertet.

6 Literaturverzeichnis

- BAAB, G. (2002): Reifevergleich 2001 - 2002. Rundbrief Obstbau Rheinland Pfalz Nord.
- BERATUNGSDIENST ÖKOLOGISCHER OBSTBAU E. V. (1998): Liste der im ökologischen Obstbau eingesetzten zugelassenen Pflanzenschutzmitteln in der BRD. Marktübersicht für den Obstbau 1998. Alternative Pflanzenbehandlungsmittel, Pheromone, Nützlinge, Geräte zur Beikrautregulierung. Beratungsdienst Ökologischer Obstbau e. V., Weinsberg (Hrsg.), 6. Auflage.
- DRAHORAD, W. (1997): Düngung im Obstbau, Leitfaden 1997 Integrierter Pflanzenschutz Bodenpflege Ausdünnung Düngung.
- FISCHER, M. (2003): Farbatlas Obstsorten. Ulmer , Stuttgart, 2. Auflage.
- FRIEDRICH; G., NEUMANN, D. und VOGL, M. (1986): Physiologie der Obstgehölze, 2. Auflage, 1986 Springer-Verlag Berlin: 323 - 334.
- KECSKES, V. (2002): Biokal 01 & 02 Produktinformation, Wendelstein.
- KOPP, B. und B. GUTBERLETT (2002): Bericht Pflanzenernährungsprojekt, Beratungsdienst Ökologischer Obstbau e.V. und Marktgemeinschaft Bodenseeobst e.G.
- KOPP, B. und B. GUTBERLETT (2003): Bericht Pflanzenernährungsprojekt, Beratungsdienst Ökologischer Obstbau e.V. und Marktgemeinschaft Bodenseeobst e.G.
- KNOLL; M., ÖSTERREICHER; J., TORGGLER, B. und UNTERTHURNER, M. (1998): Optimale Behangdichte - wo liegt sie, was bringt sie ? Obstbau/Weinbau **35**: 219 - 221.
- LEBOSOL DÜNGER GMBH (2002): Phytoamin, Produktinformation, Deidesheim.
- LINDICKE, M. (2003): Grenzwerte für Blattanalysen, persönliche Mitteilung.
- LINNEMANNSTÖNS, L. (2004): 'Pinova' - Apfel des Jahres. Obstbau **29**: 33.
- NOACK, B (2001): Blattdüngungsversuch mit Meeresalgensaft-pur, Obstbau **11**: 1 - 4.
- PFLEIDERER, H. (1998): Beratungsgrundlagen für die Düngung im Ackerbau und auf Grünland.
- QUAST, P. (1986): Düngung, Bewässerung und Bodenpflege im Obstbau. Ulmer , Stuttgart, 1. Auflage.
- RENNER, U. und H.-U. HELM (2002): Blattdünger im ökologischen Apfelanbau. Mitteilungen 1/02 des Beratungsdienstes Ökologischer Obstbau e.V. an der LVWO Weinsberg: 13 - 14.
- SCHALLER, K. (1993): Praktikum zur Bodenkunde und Pflanzenernährung. Gesellschaft zur Förderung der Forschungsanstalt Geisenheim, (Hrsg.): 270

- SCHIRMER, H., TRIERWEILER, B., GRÄF, V., HOFFMANN, N., TAUSCHER, B. und SCHUCHMANN, P. (2003): Heißes Wasser hält Äpfel gesund. Die Heißwasserbehandlung: eine Methode zur Reduzierung der Gloeosporium- Fruchtfäule an ökologisch produzierten Äpfeln. Forschungsreport 1/2003: 27 - 29.
- STIMPFL, E. (2003): Richtwerte für Basalblätter zur Zeit der Blüte. Labor Laimburg 2001, Italien.
- STOCKERT, T. (2000): Zwischenergebnisse eines Blattdüngungsversuches im ökologischen Apfelanbau bei 'Elstar'. FÖKO (Hrsg.), 9. Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau (01. bis 02.02.2000), Weinsberg: 106 - 110.
- STOCKERT, T. (2002): Blattdünger im ökologischen Apfelanbau bei 'Topaz', Mitteilungen 1/02 des Beratungsdienstes Ökologischer Obstbau e.V. an der LVWO Weinsberg: 9 -10.
- TIMROTT BIO-PRODUKTE (2003): Produktinformation Humulus TK 42 +, Ilbesheim.
- WILCKE, C. (1982): Physikalische Parameter der Lagerfähigkeit des Apfels. Colloquia Pflanzenphysiol. der Humboldt- Univ. Berlin, Nr. 6 (1982) 7 - 20.
- WILHELM HAUG GMBH & CO. KG (2002): Wuxal Ascofol Produktinformation, Ammerbuch.

7 Anhang

7.1 Weitere Ergebnisse der Status Quo Analyse

7.1.1 Spurennährstoffe Boden

Tabelle 92: Spurennährstoffgehalte des Bodens (Angaben in mg/kg)

Sorte	Betrieb	Bor	Eisen	Kupfer	Mangan	Molybdän	Zink
Elstar	1	0,70	23,8	5,2	266	0,03	3,0
Elstar	3	0,90	42,2	4,8	233	0,01	3,5
Elstar	4	1,05	35,2	10,6	356	0,01	4,3
Topaz	2	0,65	14,6	5,2	140	0,05	2,2
Topaz	3	0,85	50,6	6,4	266	0,01	2,6
Topaz	5	0,70	45,0	6,8	357	0,01	3,6

Tabelle 93: Bewertung der gemessenen Gehalte im Boden anhand der Optimalwerte (Angaben in mg/kg) und Düngeempfehlung

Spurennährstoffe	Optimalwerte	Empfehlung für alle Betriebe
Bor	0,7 - 2,0 ¹⁾	Ausreichend vorhanden
Eisen	Keine Angaben	Bodenverdichtungen vermeiden. Bei auftretendem Eisenmangel Blattdüngungsmaßnahmen mit der Kontrollstelle und der Beratung absprechen
Kupfer	5,1 - 10,0 ²⁾	Ausreichend vorhanden
Mangan	50,0 - 100,0 ²⁾	Ausreichend vorhanden
Molybdän	0,08 - 0,15 ²⁾	Molybdän ist im höheren pH-Bereich (> 7,0) besser verfügbar.
Zink	6,1 - 15,0 ²⁾	Bedarf vorhanden, Düngung sehr empfehlenswert

¹⁾ Schaller, 1993

²⁾ Pfeleiderer, 1998

7.1.2 Hauptnährstoffe der Früchte

Tabelle 94: Hauptnährstoffgehalte der Früchte (Angaben in %)

Sorte	Betrieb	Kohlenstoff	Stickstoff	Phosphor
Elstar	1	52,2	0,34	0,085
Elstar	3	52,5	0,31	0,073
Elstar	4	51,3	0,32	0,093
Topaz	2	51,4	0,28	0,056
Topaz	3	49,9	0,27	0,065
Topaz	5	51,4	0,28	0,052

7.1.3 Stammdurchmesser

Tabelle 95: Mittelwerte der Stammdurchmesser (mm)

Betrieb, Sorte	1, Elstar	3, Elstar	4, Elstar	2, Topaz	3, Topaz	5, Topaz
Stammdurchmesser	56,3	56,8	82,6	39,0	71,9	46,6

7.2 Weitere Ergebnisse aus den Exaktversuchen

7.2.1 Spurennährstoffe Boden

Tabelle 96: Spurennährstoffgehalte des Bodens (Angaben in mg/kg)

Sorte	Versuch	Bor	Eisen	Kupfer	Mangan	Molybdän	Zink
Elstar	1	0,65	18,8	4,0	159	0,03	2,4
Elstar	2	0,50	34,2	7,6	314	0,02	2,8
Elstar	3	0,60	40,0	18,2	428	0,02	4,5

Tabelle 97: Vergleich der Bodengehalte mit den Optimalwerten (Angaben in mg/kg) und Düngeempfehlung

Spuren-nährstoff	Optimalwerte	Empfehlung für alle Betriebe
Bor	0,7 - 2,0 ¹⁾	Ausreichend vorhanden
Eisen	Keine Angaben	Bodenverdichtungen vermeiden. Bei auftretendem Eisenmangel Blattdüngungsmaßnahmen mit der Kontrollstelle und der Beratung absprechen
Kupfer	5,1 - 10,0 ²⁾	Ausreichend vorhanden
Mangan	50,0 - 100,0 ²⁾	Ausreichend vorhanden
Molybdän	0,08 - 0,15 ²⁾	Molybdän (Mo) ist im höheren pH-Bereich (> 7,0) besser verfügbar.
Zink	6,1 - 15,0 ²⁾	Bedarf vorhanden, Düngung sehr empfehlenswert

¹⁾ Schaller, 1993

²⁾ Pfeleiderer, 1998

7.2.2 Hauptnährstoffe der Früchte

Tabelle 98: Hauptnährstoffgehalte der Früchte (Angaben in %), Versuch 1

Variante	Kohlenstoff	Stickstoff	Phosphor
Kontrolle	51,8	0,45	0,088
Vinasse	51,8	0,34	0,082
Biokal	51,8	0,41	0,098
Phytoamin	52,4	0,36	0,083
Wuxal	52,0	0,34	0,084
Humulus	52,3	0,39	0,063

Tabelle 99: Hauptnährstoffgehalte der Früchte (Angaben in %), Versuch 2

Variante	Kohlenstoff	Stickstoff	Phosphor
Kontrolle	52,6	0,33	0,059
Vinasse	52,7	0,35	0,065
Biokal	52,4	0,31	0,069
Phytoamin	52,2	0,33	0,074
Wuxal	53,1	0,38	0,073
Humulus	52,8	0,29	0,067

Tabelle 100: Hauptnährstoffgehalte der Früchte (Angaben in %), Versuch 3

Variante	Kohlenstoff	Stickstoff	Phosphor
Kontrolle	52,4	0,27	0,072
Vinasse wö	51,6	0,32	0,082
Vinasse 2w	51,5	0,25	0,069
Vinasse 3w	51,3	0,32	0,081

7.2.3 Stammdurchmesser

Tabelle 101: Mittelwerte der Stammdurchmesser (mm), Versuch 1

Variante	Kontrolle	Vinasse	Biokal	Phytoamin	Wuxal	Humulus
Stammdurchmesser	59,8	57,2	60,4	57,2	56,8	61,1

Tabelle 102: Mittelwerte der Stammdurchmesser (mm), Versuch 2

Variante	Kontrolle	Vinasse	Biokal	Phytoamin	Wuxal	Humulus
Stammdurchmesser	44,3	43,9	39,2	43,7	42,2	41,4

Tabelle 103: Mittelwerte der Stammdurchmesser (mm), Versuch 3

Variante	Kontrolle	Vinasse wö	Vinasse 2w	Vinasse 3w
Stammdurchmesser	41,2	43,0	40,7	45,3

7.3 Vergleich der Ergebnisse aus den drei Exaktversuchen

Anschließend sind die wichtigsten Tabellen für den Vergleich der drei Exaktversuche dargestellt (siehe Kapitel 3.5.1.3 und 3.5.2.1).

Tabelle 104: Stickstoffgehalte der Blätter im Juni und August, Versuch 1 und 2

Variante	Stickstoff Blatt Juni		Stickstoff Blatt August	
	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 1	Versuch 2
Kontrolle	2,36	2,58	2,14	2,03
Vinasse	2,55	2,40	2,17	2,42
Biokal	2,59	2,48	2,11	2,35
Phytoamin	2,52	2,64	2,12	2,25
Wuxal Ascofol	2,45	2,60	2,13	2,34
Humulus	2,72	2,54	2,20	2,39

Tabelle 105: Kaliumgehalte der Blätter im Juni und August, Versuch 1 und 2

Variante	Kalium Blatt Juni		Kalium Blatt August	
	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 1	Versuch 2
Kontrolle	1,61	1,90	1,19	0,93
Vinasse	1,63	1,91	1,39	1,02
Biokal	1,79	1,71	1,28	0,77
Phytoamin	1,84	1,59	1,47	0,94
Wuxal Ascofol	1,73	1,61	1,43	0,98
Humulus	1,62	1,57	1,36	0,75

Tabelle 106: Calciumgehalte der Blätter im Juni und August, Versuch 1 und 2

Variante	Calcium Blatt Juni		Calcium Blatt August	
	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 1	Versuch 2
Kontrolle	1,81	1,20	1,83	2,44
Vinasse	1,56	1,19	1,88	2,42
Biokal	1,14	1,30	1,68	2,34
Phytoamin	1,22	1,40	2,02	2,35
Wuxal Ascofol	1,57	1,36	2,19	2,43
Humulus	1,46	1,48	1,88	2,43

Tabelle 107: Stickstoff-, Kalium- und Calciumgehalte der Blätter im Juni und August Versuch 3

Variante	Stickstoff Blatt		Kalium Blatt		Calcium Blatt	
	Juni	August	Juni	August	Juni	August
Kontrolle	2,60	2,16	1,19	1,01	1,84	2,27
Vinasse wö	2,46	2,30	1,60	1,25	1,24	2,10
Vinasse 2w	2,57	2,09	1,28	1,42	1,81	1,95
Vinasse 3w	2,40	2,17	1,16	1,22	1,71	2,00

Tabelle 108: Blütenbüschel/Baum, Fruchtansatz im Mai und Juni, Zahl Äpfel/Baum Juni, Fruchtansatz zur Ernte, Gesamtübersicht der Mittelwerte, Versuch 1 und 2

Behandlung	Blütenb./ Baum		Äpfel/ Blütenb. Mai		Äpfel/ Blütenb. Juni		Zahl Äpfel/ Baum Juni		Äpfel/ Blütenb. Zur Ernte	
	V. 1	V. 2	V. 1	V. 2	V. 1	V. 2	V. 1	V. 2	V. 1	V. 2
Kontrolle	47	208	2,85	1,70	2,27	0,79	107	164	1,80	0,73
Vinasse	34	192	3,04	1,90	2,51	0,92	86	172	2,10	0,76
Biokal	36	197	2,60	1,70	2,20	0,72	79	134	1,86	0,65
Phytoamin	37	201	3,33	1,86	2,77	0,91	103	155	2,25	0,79
Wuxal	40	173	2,60	2,02	2,14	1,02	85	152	1,70	0,93
Humulus	37	196	2,87	1,90	2,24	0,85	82	167	1,76	0,77
Durchschnitt	38	194	2,88	1,85	2,36	0,87	90	157	1,91	0,77

Tabelle 109: Ertragsdaten, Äpfel/Baum, Einzelbaumertrag, Fruchtgewicht, Gesamtübersicht der Mittelwerte Versuch 1 und 2

Behandlung	Äpfel/Baum		Einzelbaumertrag kg/Baum		Fruchtgewicht g/Frucht	
	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 1	Versuch 2
Kontrolle	84	143	10,63	16,35 b	126,8	114,3 b
Vinasse	72	132	8,96	15,71 b	124,4	119,2 b
Biokal	67	118	8,79	12,83 a	131,8	108,5 ab
Phytoamin	83	126	10,31	15,21 b	129,5	120,4 b
Wuxal	68	131	9,02	14,66 a	133,7	111,9 ab
Humulus	64	141	8,10	14,74 a	126,3	104,9 a
Durchschnitt	73	132	9,30	14,92	128,7	113,2

7.4 Fragebogen

Betrieb:

Sorte:

Pflanzjahr:

Pflanzherkunft:

Virusstatus:

Durchsetzung mit Befruchtensorten: Ja Nein

Bienen in der Anlage: Ja Nein

Förderungsmaßnahmen von Wildbienen: Ja Nein

Zeitpunkt der Blüte 2002:

Parzellengröße (ha):

Pflanzdichte (Bäume/ha):

Pflanzabstand:

Reihenausrichtung: Ost/West Nord/Süd

1. Ausdünnung: (z. B. Blütenspritzung/von Hand)

	2001	2002
Mittel		
Menge l/kg//ha		
Häufigkeit		
Zeitpunkt Blütenspritzung		
Zeitpunkt Handausdünnung		

2. Pflanzenkrankheiten/Insektenbefall (Zutreffendes ankreuzen)

2001	Niedrig	Mittel	Stark
Schorfbefall			
Mehlige Apfelblattlaus			
Spinnmilben			

2002	Niedrig	Mittel	Stark
Schorfbefall			
Mehlige Apfelblattlaus			
Spinnmilben			

3. Angaben zum Ertrag

Alternanzneigung: niedrig hoch

Erntemenge (t/ha): **2001** **2002**

Früchte **2001** (Zutreffendes ankreuzen)

Fruchtgröße:	Großfallend	mittel	kleinfallend
Deckfarbe:	gut	mittel	schlechte Ausfärbung
Berostung:	wenig	mittel	starke Berostung

Früchte **2002** (Zutreffendes ankreuzen)

Fruchtgröße:	Großfallend	mittel	kleinfallend
Deckfarbe:	gut	mittel	schlechte Ausfärbung
Berostung:	wenig	mittel	starke Berostung

4. Düngung

Zeitpunkt der letzten Bodenprobe:

Welche Nährstoffe wurden untersucht:

4.1 Düngung über den Boden (Komposte/organische feste oder flüssige Dünger) z. B. Vinasse

2001	Düngerart	Nährstoffanteile %	Düngermenge l/kg/ha	Reinnährstoffmenge kg/ha

2002	Düngerart	Nährstoffanteile %	Düngermenge l/kg/ha	Reinnährstoffmenge kg/ha

4.2 Blattdüngung

Wurden bereits Blattanalysen durchgeführt Nein Ja
 Wenn ja Zeitpunkt:

2001	Düngerart	Nährstoffanteile %	Düngermenge l/kg/ha	Wasseraufwand l/ha

2002	Düngerart	Nährstoffanteile %	Düngermenge l/kg/ha	Wasseraufwand l/ha

4.3 Gründüngung (z. B. Erbsen o. ä. im Baumstreifen)

2001	Art der Baumstreifenbegrünung	Saatmenge kg/ha *	Umbruchzeit

* Für ha Baumstreifen (ingesäte Fläche)

2002	Art der Baumstreifenbegrünung	Saatmenge kg/ha *	Umbruchzeit

* Für ha Baumstreifen (ingesäte Fläche)

5. Bodenbearbeitung (z. B. Ladurner, Spedo, Müller-Flachschar/ Handhacke)

2001	Geräteart	Anzahl der Behandlungen	Zeitpunkt

2002	Geräteart	Anzahl der Behandlungen	Zeitpunkt

6. Wurzelschnitt (Zutreffendes ankreuzen)

	einseitig	beidseitig	Zeitpunkt	Abstand zum Stamm
2001				
2002				