

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden - Pillnitz

N - Nachlieferungspotenzial an zwei Pfirsichstandorten

Bachelor-Arbeit

von

Volker Birth

zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Science (B.Sc.)

im Fachbereich **Gartenbau**

Betreuer: Prof. Dr. habil. Siewert, Prof. Dr. habil. Siegl

Dresden-Pillnitz, 23.07.2015

Erklärung über eigenständige Anfertigung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorgelegte Arbeit mit dem Titel „N-Nachlieferungspotenzial an zwei Pfirsichstandorten“ selbstständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie alle wörtlich oder sinngemäß übernommenen Stellen in der Arbeit als solche und durch Angabe der Quelle gekennzeichnet habe. Dies gilt auch für Zeichnungen, Skizzen, bildliche Darstellungen sowie für Quellen aus dem Internet.

Mir ist bewusst, dass die Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden Abschlussarbeiten stichprobenartig mittels Softwareverwendung zur Erkennung von Plagiaten überprüft.

Dresden-Pillnitz, den 23. Juli 2015



Volker Birth

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Zielstellung.....	4
2	Material und Methoden	5
2.1	Probenahme und -aufbereitung	6
2.2	N _{min} -Bestimmung und Inkubation.....	6
2.3	Thermogravimetrische Analysen.....	7
2.4	Ertrags erfassung und sonstige Beobachtungen.....	8
3	Ergebnisse	8
3.1	N _{min} -Bestimmung und Inkubation.....	8
3.2	Thermogravimetrische Analysen.....	10
3.3	Erträge und sonstige Beobachtungen.....	12
4	Diskussion	13
4.1	Standort Baal.....	14
4.2	Vergleich mit Standort Carsdorf.....	16
4.3	Bewertung und Empfehlungen.....	17
5	Fazit.....	19
6	Zusammenfassung.....	20
A	Abkürzungsverzeichnis	21
B	Tabellenverzeichnis	22
C	Abbildungsverzeichnis	22
D	Literaturverzeichnis.....	23
E	Anhang	25

1 Hintergrund und Zielstellung

Die optimale Nährstoffversorgung von Obstgehölzen ist sowohl im Erwerbs- als auch Hobbyanbau ein bedeutendes Thema. In beiden Anbauvarianten zählen zu den erwünschten Zielen u.a. möglichst hohe Erträge, gute Fruchtqualitäten und vitale Gehölze mit einem geringen Krankheits- bzw. Schädlingsbefall (STANGL 2014; STRAUß UND NOVAK 1998). Insbesondere eine bedarfsgerechte N-Düngung ist für das Erreichen dieser Ziele essentiell. Beim Anbau von Pfirsichen (*Prunus persica*) muss deshalb genau auf die N-Versorgung geachtet werden, denn sie benötigen vergleichsweise hohe Mengen an N für das Triebwachstum und die Ausbildung der Früchte (WURM ET AL. 2010; STRAUß UND NOVAK 1998).

Die Stickstoffverfügbarkeit ist der limitierende Faktor für Wachstum und Ertrag in der Ernährung von Obstgehölzen (WURM ET AL. 2010), aber im Falle von Überschüssen auch ein Risikofaktor für Umwelt und Pflanze (KNITTEL ET AL. 2012). Eine N-Übersorgung hat zur Folge, dass Nitrat ins Grundwasser ausgewaschen wird und Schäden an den Pflanzen entstehen (STANGL 2014; STRAUß UND NOVAK 1998). In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, in wie weit das N-Nachlieferungspotenzial an zwei Beispielstandorten für Pfirsichbäume diesen Anforderungen an eine optimale N-Versorgung gerecht werden kann. Insbesondere die Erreichbarkeit der o.g. Anbauziele, positive Effekte oder Probleme an den Standorten und mögliche bessere Alternativen zur praktizierten Bodenpflege sollen betrachtet werden.

Ziel sind Empfehlungen für eine zukünftige Handhabung der N-Versorgung an den Beispielstandorten sowie zur am meisten praktikablen Kulturweise.

2 Material und Methoden

Jeweils ein typischer Pfirsichstandort in einem Hausgarten und auf einer Obstwiese wurde für die Arbeit ausgewählt.

Der Hausgarten befindet sich in Baal (Kreis Heinsberg, Nordrhein-Westfalen). Hier werden bisher zwei Pfirsichbäume kultiviert. Es handelt sich um Sämlinge der Sorte 'Roter Ellerstädter', von denen ein Baum im Ertrag steht (Pflanzjahr 2009). Jeweils im Frühjahr erfolgt eine Düngung mit eigenem Grünkompost sowie mit frischem Schnittmaterial von *Thuja occidentalis* (Abendländischer Lebensbaum). In den Sommermonaten wird hier auf eine ausreichende Wasserversorgung geachtet und bei Bedarf bewässert. Für einen Wiesenstandort wurde als Beispiel eine Obstwiese mit mehreren Pfirsichbäumen in Carsdorf (Kreis Mittelsachsen) ausgesucht. Auch hier steht ein Sämling der Sorte 'Roter Ellerstädter' mit Pflanzjahr 2009 im Ertrag. Es erfolgt jedoch keine zusätzliche Düngung und Bewässerung. Jeweils im Juli wird die Wiese zur Erzeugung von Heu gemäht.

Die Bodentypen beider Standorte sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Bodentypen der Pfirsichstandorte nach Bodenübersichtskarte 1:200.000 (BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE 2012)

Standort	Bodentyp
Baal	Braunerde aus verlehmtem Terrassensand und aus Löss über Terrassensand (Boden der älteren Flussterrassen)
Carsdorf	Parabraunerde-Pseudogley aus periglaziärem Löss oder Kolluvisol aus Kolluviallöss (Boden der Lösslandschaften des Berglandes)

Zur Untersuchung des N-Nachlieferungspotenzials der Standorte wurden Mischproben aus gestörter Lagerung verwendet, in denen der N-Gehalt nach Probenahme und nach Inkubation im Labor bestimmt wurde. Um ergänzend dazu die Versorgung mit organischer Bodensubstanz (OBS) zu ermitteln, wurden für jede Bodenprobe Thermogravimetrische Bodenanalysen (TGBA) durchgeführt. SIEWERT (2004) und KUČERÍK ET AL. (2012) empfehlen dies als neue Methode zur Untersuchung von Böden auf die Versorgung mit OBS. Bei der Auswertung der jeweiligen Ergebnisse wurden die konkreten Erträge und Wachstumsmerkmale der vorhandenen Pfirsichbäume einbezogen.

2.1 Probenahme und -aufbereitung

Es wurde jeweils eine 2000 g umfassende Mischprobe, bestehend aus fünf Einzelproben mit ca. 400 g, aus dem Einzugsbereich der Pfirsichbäume entnommen. Die Entnahmetiefe betrug 30 cm. Am Standort Baal erfolgte die Probenahme an zwei Terminen, einerseits am 13.10.2013 und andererseits am 15.3.2014. Die Bodenprobe aus Carsdorf wurde am 5.4.2014 genommen.

Zur Aufbereitung für die Analysen wurden die Bodenproben luftgetrocknet und anschließend auf 2 mm gesiebt. Für die Inkubationsversuche wurde die Feuchtigkeit der je 20 g umfassenden Analyseproben auf ca. 75 % der Feldkapazität eingestellt, um optimale Versuchsbedingungen für die Bodenorganismen zu schaffen. Zur Vorbereitung der TGBA wurden ca. 15 g der gut durchmischten Bodenproben entnommen und in einem abgeschlossenen Gefäß für zwei Wochen bei einer Luftfeuchtigkeit von 76 % konditioniert.

2.2 N_{\min} -Bestimmung und Inkubation

Für die Bewertung der N-Versorgung sind die aktuellen Gehalte an mineralischem Stickstoff (N_{\min}) und die Nachlieferung durch Mineralisierung zu berücksichtigen (LIND ET AL. 1998; RÖBER UND SCHACHT 2007; STANGL 2014; WURM ET AL. 2010). Um das N-Nachlieferungspotenzial innerhalb eines Jahres unter natürlichen Bedingungen zu simulieren, werden üblicherweise Inkubationsversuche unter Laborbedingungen verwendet. Sie gelten als bewährte Methode zur Ermittlung der zu erwartenden N-Mineralisierung (KANDELER ET AL. 1993). Nachfolgend ist die konkrete Durchführung der Untersuchungen beschrieben.

Zur direkten Bestimmung des N_{\min} -Gehalts in der Bodenlösung wurde ein Multi-Ionen-Analysegerät für Pflanzennährstoffe der Firma CleanGrow Ltd. (Little Island, Irland) verwendet. Die Messungen sollten jeweils vor Beginn und nach Beendigung des Inkubationsversuchs erfolgen. Aus den ermittelten Werten für Nitrat und Ammonium wurde anschließend der Gesamt- N_{\min} -Gehalt der Bodenprobe vor und nach der Inkubation

berechnet, sodass der Zuwachs an N_{\min} festgestellt werden konnte. Die erste Bodenprobe des Standorts Baal vom 13.10.2013 wurde bereits im November 2013 nach dieser Methode untersucht.

Da das Multi-Ionen-Analysegerät für Pflanzennährstoffe der Firma CleanGrow Ltd. ab Juli 2014 wegen eines technischen Defekts nicht einsetzbar war, wurde für die inkubierten Bodenproben vom Frühjahr 2014 eine indirekte Ermittlung der Mineralisierung vorgenommen. Diese erfolgte anhand des nach 30 Tagen im Mittel pro Bodenprobe akkumulierten CO_2 unter Beachtung des C/N-Verhältnisses der Böden: Zunächst wurde die Masse des umgesetzten reinen Kohlenstoffs über den Stoffmengenanteil im akkumulierten CO_2 berechnet. Danach erfolgte entsprechend des C/N-Verhältnisses die Umrechnung auf die Masse mineralisierten Stickstoffs.

Die technische Realisierung der Inkubationsversuche erfolgte in Anlehnung an KUČERÍK ET AL. (2012) mit einer „Respicond“-Inkubationsanlage von Nordgren Innovations AB (Bygdeå, Schweden). Je eine vorbereitete Analyseprobe (vgl. Abschnitt 2.1) zzgl. vierfacher Wiederholung pro Standort wurde eingewogen und bei einer Temperatur von 20°C bebrütet. Das durch die Atmungsaktivität der Bodenorganismen akkumulierte CO_2 wurde während der Versuchsdauer zweistündlich nach der Methode von NORDGREN (1988) gemessen und aufgezeichnet. Nach 30 Tagen wurden die Versuche beendet und die Ergebnisse ermittelt, wie oben erläutert.

2.3 Thermogravimetrische Analysen

Die Durchführung Thermogravimetrischer Bodenanalysen (TGBA) wird von SIEWERT (2004), KUČERÍK ET AL. (2012) und GHABBOUR ET AL. (2014) beschrieben. Bei dieser Methode wird der Gewichtsverlust von Bodenbestandteilen während der Erhitzung von 25 bis 1000 °C aufgezeichnet und durch Zuordnung zu den Komponenten der OBS ausgewertet. Damit ist es möglich, genaueren Aufschluss über die qualitative und quantitative Versorgung eines Standorts mit OBS zu erhalten.

Für jede Bodenprobe wurde eine Analyse mit einfacher Wiederholung durchgeführt. Es wurden jeweils etwa 600 - 800 mg Boden in Keramiktiegeln zur Analyse in eine SDTGA

851^e-Thermowaage der Firma Mettler-Toledo (Zürich, Schweiz) gegeben. Während der Erhitzung der Analyseproben mit einer Geschwindigkeit von 5 °C / min erfolgte eine kontinuierliche Gewichtsverlustbestimmung im Intervall von 4 s. Die Auswertung der Daten erfolgte mittels des für die Thermowaage entwickelten „Analyser for Thermogravimetric Data of Mineral Soils“, Version 1.01 der Mettler-Toledo GmbH. (SIEWERT 2004; KUČERÍK ET AL. 2012)

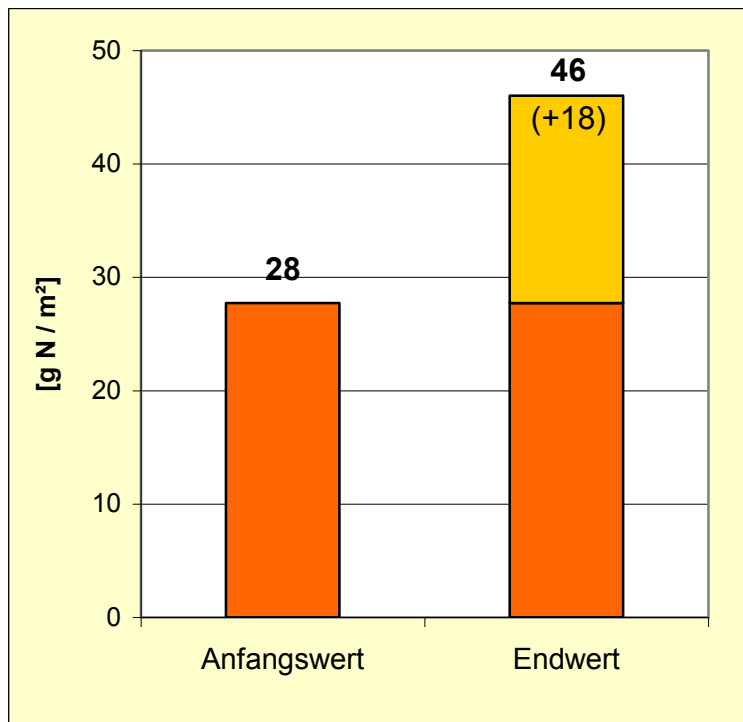
2.4 Ertragserfassung und sonstige Beobachtungen

Die Ernteerträge der Pfirsichbäume in den Jahren 2013 und 2014 wurden an beiden Standorten gewogen und festgehalten. Während der Vegetationszeit erfolgten regelmäßig Beobachtungen zum Befall mit Krankheiten und Schädlingen sowie zu den Wuchseigenschaften. Zudem wurde beobachtet, ob die Blüten- und Fruchtbildung durch unerwartete Witterungsbedingungen negativ beeinflusst war.

3 Ergebnisse

3.1 N_{min}-Bestimmung und Inkubation

Die mittleren N_{min}-Gehalte vor und nach Inkubation der Bodenprobe des Standorts Baal vom Herbst 2013 sind in Grafik 1 dargestellt. Demnach waren zur Zeit der Probenahme ca. 28 g N / m² in mineralischer Form pflanzenverfügbar. Durch die Inkubation wurden weitere 18 g N_{min} nachgeliefert, hochgerechnet pro m².

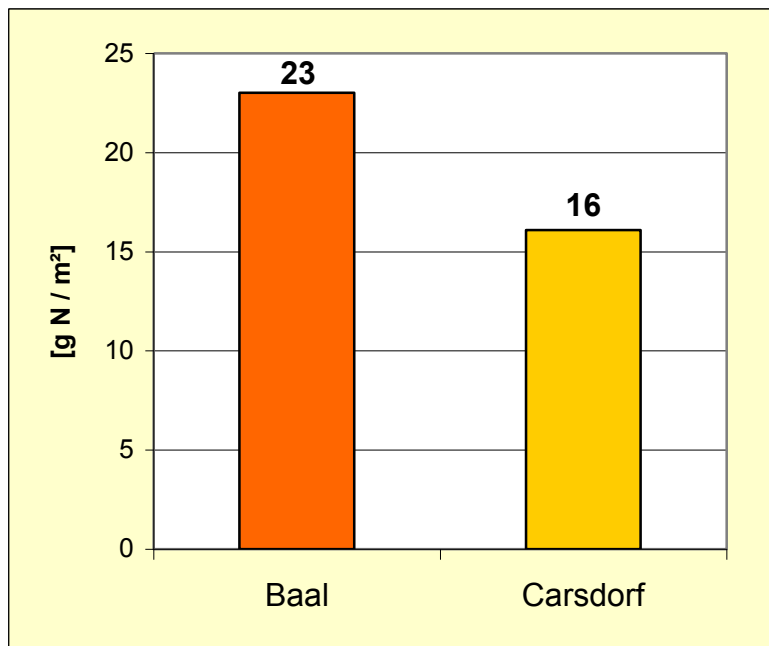


Grafik 1: N_{min} -Bestimmung für Standort Baal, Ergebnisse Inkubationsversuch 2013

Die Bodenproben beider Standorte vom Frühjahr 2014 wurden im Juli 2014 parallel in einem zweiten Inkubationsversuch untersucht. Die zu erwartende N-Nachlieferung wurde indirekt anhand der Atmungsaktivität der Bodenorganismen ermittelt (vgl. Abschnitt 2.2). In Tabelle 2 und Grafik 2 sind die Ergebnisse dargestellt.

Tabelle 2:
Inkubationsversuch 2014 – CO_2 -Umsatz und zu erwartende N-Nachlieferung bei $C/N=12$

Bodenprobe	CO ₂ -Umsatz [mg/30d]		N-Nachlieferung [g/m ²]
	Mittelwert	Standardabweichung	
Baal	51,90	2,89	23,01
Carsdorf	37,96	0,95	16,10



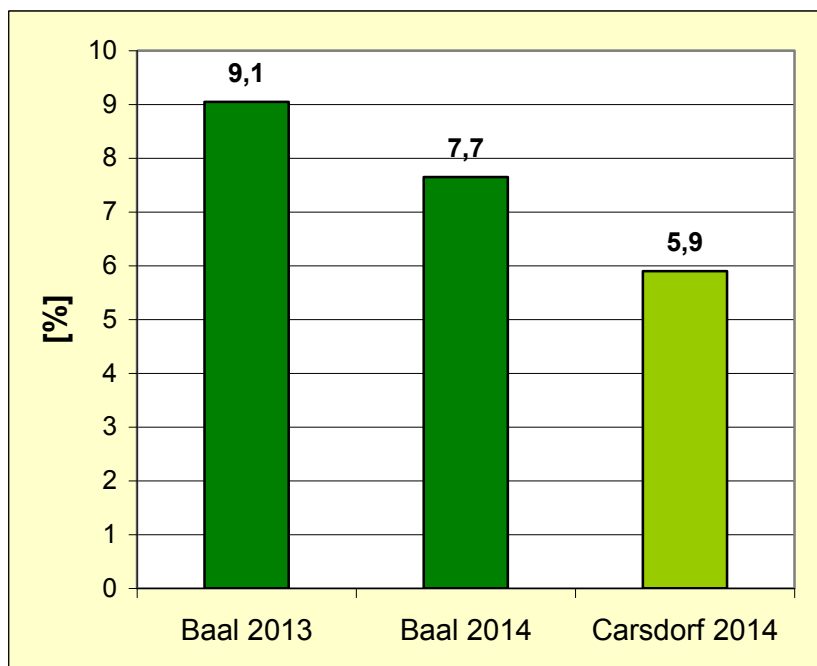
Grafik 2: N-Nachlieferungspotenziale der Pflirsichstandorte im Jahr 2014, indirekt ermittelt nach Inkubation

Im Jahr 2014 wurde somit am Standort Baal eine Mineralisierung von ca. 23 g N / m² aus den organischen N-Vorräten im Boden gemessen. Am Standort Carsdorf wurde für 2014 eine Nachlieferung von ca. 16 g / m² an verfügbarem N festgestellt.

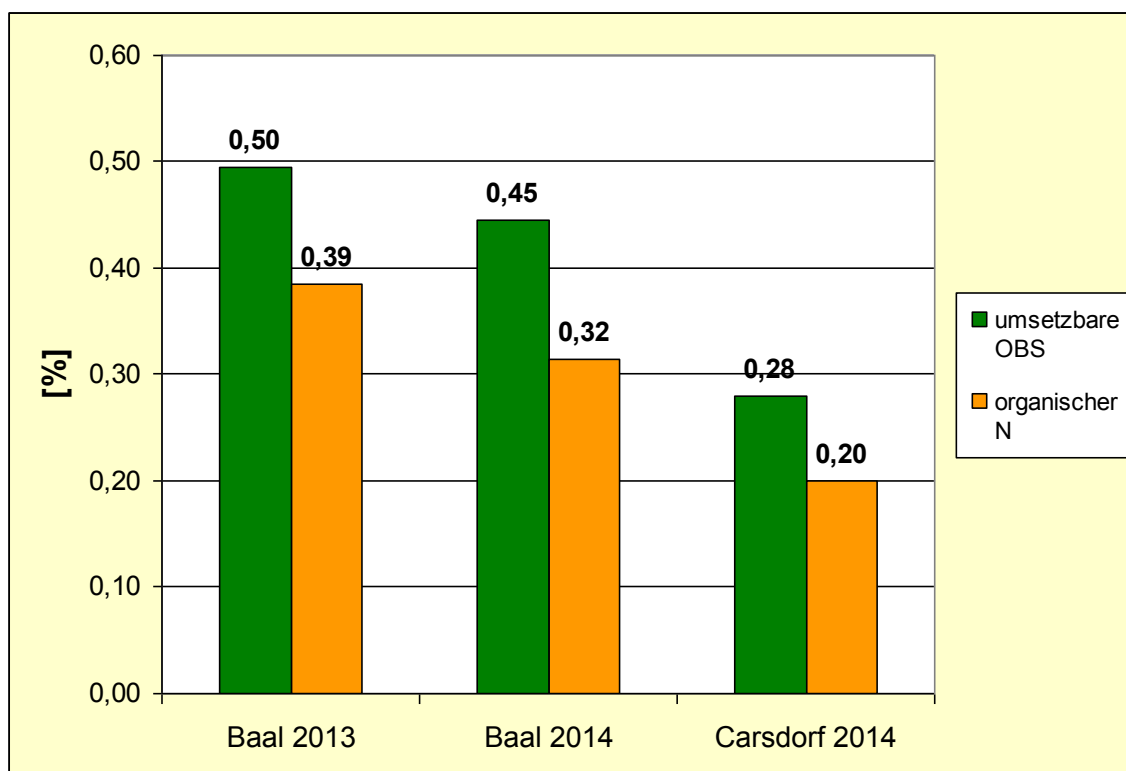
3.2 Thermogravimetrische Analysen

Die Ergebnisse der Thermogravimetrischen Bodenanalysen (TGBA) sind in Grafik 3 und 4 sowie in Tabelle 3 dargestellt. Berücksichtigt ist der jeweilige Gehalt an OBS insgesamt, an biologisch umsetzbaren Bestandteilen der OBS und an organischem Stickstoff. Ermittelt wurden diese Ergebnisse unter Anwendung des „Analyser for Thermogravimetric Data of Mineral Soils“ der Firma Mettler-Toledo (vgl. Abschnitt 2.3). Dabei erfolgte die Zuordnung des Gewichtsverlusts zu den einzelnen Komponenten anhand der spezifischen Intervalle, in denen diese temperaturbedingt zerfallen. Die Bewertung der Analyseergebnisse durch das Auswertungsprogramm erfolgte anhand der Spannweite der Verhältnisse in naturnahen Böden (SIEWERT 2004; KUČERÍK ET AL. 2012), dargestellt in Tabelle 3. Zudem wurde bei allen Bodenproben in mindestens einer Analyse-

probe die Zusammensetzung des organischen C als geringfügig abweichend von naturnahen Verhältnissen eingestuft.



Grafik 3: Gesamtgehalt an organischer Bodensubstanz (Glühverlust nach DIN 18128)



Grafik 4: Gehalt an umsetzbaren Bestandteilen der OBS und organischem N (laut Analyser for Thermogravimetric Data of Mineral Soils, Version 1.01)

Tabelle 3: Bewertung des Gehalts an organischer Bodensubstanz und organischem Stickstoff (laut Analyser for Thermogravimetric Data of Mineral Soils, Version 1.01)

Bodenprobe	OBS gesamt	umsetzbare OBS	organischer Stickstoff
Baal 2013	hoch	überversorgt	sehr hoch
Baal 2014	mittel	überversorgt	hoch
Carsdorf 2014	gering	hoch	gering

3.3 Erträge und sonstige Beobachtungen

Die vorliegenden Ertragsdaten für die Jahre 2013 und 2014 sind in der folgenden Tabelle 4 dargestellt. An beiden Standorten wurden weder 2013 noch 2014 schwer kalkulierbare Einflüsse auf die Ertragsbildung verzeichnet, z.B. frostbedingte Blüten- und Fruchtschäden oder Astbruch durch Windeinwirkungen.

Tabelle 4: Pfirsich-Erträge pro Baum am jeweiligen Standort

	Baal	Carsdorf
September 2013	21 kg	15 kg
August 2014	33 kg	16 kg

Die Pfirsiche am Standort Baal wiesen im Jahr 2013 einen Zuwachs vieler kräftiger Langtriebe auf. Auch nach dem jährlichen Rückschnitt brachten sie im Frühjahr 2014 einen hohen Fruchtansatz hervor. Es war eine Ausdünnung notwendig, um ausreichende Fruchtqualitäten zu erhalten. Zudem war der jährliche Befall mit dem Schädling *Myzus persicae* (Grüne Pfirsichblattlaus) und dem Pilz der Schrotschusskrankheit (*Stigmina carpophila*) wesentlich höher als erfahrungsgemäß zu erwarten. Frühe Blattverluste und deformierte, mit schorfartigen Flecken versehene Früchte waren die Folgen.

Am Standort Carsdorf bildeten die Bäume jeweils viele einjährige, fruchtende Triebe aus, die aber eine relativ geringe Länge aufwiesen. Somit war der Fruchtansatz eingeschränkt, wie die Erträge von 15 bis 16 kg pro Baum bestätigen. Eine Ausdünnung im Laufe der Reifezeit war nicht erforderlich, um eine zufriedenstellende Qualität der

Früchte zu erhalten. Des Weiteren war ein Befall mit dem Pilz *Stigmina carpophila* und dem Schädling *Myzus persicae* erwartungsgemäß jährlich vorhanden, trat aber nicht in schädigendem Ausmaß auf.

4 Diskussion

Zur Bewertung der N-Nachlieferung an beiden Pfirsichstandorten muss zunächst die generelle Bedeutung der N-Versorgung von Pfirsichen beachtet werden, vor allem im Hinblick auf die primären Anbauziele.

Um regelmäßig hohe Erträge und gute Fruchtqualitäten bei einer Pfirsichkultur zu erreichen, ist ein ausgeprägter Zuwachs kräftiger Langtriebe pro Jahr notwendig. Nur an diesem einjährigen Holz können die Bäume im Folgejahr qualitativ hochwertige Früchte ausbilden (STANGL 2014). Damit das Triebwachstum gewährleistet ist, erfolgt jedes Jahr ein starker Schnitt - andernfalls würden die Bäume von innen vergreisen und das Wachstum würde abnehmen (STANGL 2014; GROßMANN 2011). Zum Aufbau der Biomasse für die neu zu bildenden Triebe sind jährlich hohe Nährstoffmengen notwendig (STRAUß UND NOVAK 1998). Insbesondere benötigen Pfirsiche eine ausreichende Versorgung mit N – für leistungsfähige Anlagen werden mindestens 10 g / m² im Jahr empfohlen (WURM ET AL. 2010). Vor dem Hintergrund der jährlich aufzubauenden Biomasse ist diese Angabe plausibel, denn Stickstoff ist essentiell für die pflanzliche Proteinsynthese, die vorwiegend in jungen, im Wachstum befindlichen Organen stattfindet (KNITTEL ET AL. 2012). Zudem sind Pfirsiche selbstbefruchtend und stehen somit bei fachgerechtem Schnitt und günstigem Kleinklima oft im Vollertrag (WURM ET AL. 2010; STANGL 2014). Dadurch liegt auch zur Ausbildung der Früchte ein vergleichsweise hoher N-Bedarf für die Proteinsynthese vor.

Eine Abdeckung der N-Versorgung ausschließlich durch organische Düngung ist möglich, wenn in den Monaten Mai bis Juli eine ausreichende Bodenfeuchtigkeit vorhanden ist. Damit werden optimale Lebensbedingungen für Mikroorganismen aufrechterhalten, die N aus der OBS umsetzen und für die Mineralisierung sorgen (LIND ET AL. 1998;

STANGL 2014). Eine verstärkte Mineralisierung tritt bereits Mitte April ein - von diesem Zeitpunkt an steigt auch der N-Bedarf von Obstbäumen stark, bis er im Juni das Maximum erreicht (WURM ET AL. 2010; LIND ET AL. 1998). Deshalb ist es besonders wichtig, dass in den Sommermonaten günstige Bedingungen für den biologischen N-Umsatz vorliegen durch den Ausgleich eines evtl. vorhandenen Wasserdefizits. Im Februar und März wird hingegen die Versorgung mit N durch Reservestoffe gewährleistet, die im vorangegangenen Herbst aus den Blättern in ausdauernde Baumteile umgelagert wurden (RÖBER UND SCHACHT 2007).

4.1 Standort Baal

Die Ergebnisse der N_{\min} -Bestimmungen zur Bodenprobe vom Herbst 2013 zeigen Gehalte auf, die deutlich über dem zu erwartenden Bedarf liegen. Vor der Inkubation standen bereits $28 \text{ g N} / \text{m}^2$ zur Verfügung. Im Laufe der Mineralisierung im Inkubationsversuch kamen weitere $18 \text{ g N} / \text{m}^2$ hinzu. Es ist anzunehmen, dass ein großer Teil der Nitrate nach der Probenahme ausgewaschen wurde aufgrund des milden, niederschlagsreichen Winters 2013/14 (STRAUß UND NOVAK 1998). Dennoch wäre die N-Mineralisierung aus der organischen Bodensubstanz (OBS) in der folgenden Vegetationsperiode mit $18 \text{ g} / \text{m}^2$ ausreichend für die N-Versorgung einer Pfirsichkultur. Nach WURM ET AL. (2010) ist davon auszugehen, dass leistungsfähige Pfirsichkulturen $10 \text{ g} / \text{m}^2$ an reinem Stickstoff pro Jahr benötigen. Folglich würde die N-Nachlieferung im Jahr 2014 den Bedarf eines Pfirsichbaums sogar übersteigen, auch wenn keine weitere N-Düngung im Frühjahr erfolgt.

Wegen der zu erwartenden N-Übersversorgung wurde die Düngung mit Grünkompost im März 2014 deutlich reduziert auf ca. $2 \text{ kg} / \text{m}^2$. Anhand des Ergebnisses des Inkubationsversuchs zur Bodenprobe vom Frühjahr 2014 ist jedoch eine anhaltende N-Übersversorgung erkennbar. Erneut ist das N-Nachlieferungspotenzial mit $23 \text{ g } N_{\min} / \text{m}^2$ deutlich höher als der Bedarf von Pfirsichbäumen. Für die Vegetationsperiode im Jahr 2014 ist also mindestens mit einem N-Überschuss von $13 \text{ g} / \text{m}^2$ zu rechnen.

Auf Grundlage der Ertragsdaten (Tabelle 4) und der Beobachtungen des Triebwachstums (vgl. Abschnitt 3.3) sind erste Konsequenzen aus der N-Übersorgung des Standorts abzuleiten. Im Jahr 2013 wurden zu viele kräftige Langtriebe ausgebildet, sodass trotz der üblichen Schnittmaßnahmen ein hoher Fruchtansatz im Folgejahr vorlag und eine Ausdünnung mit zusätzlichem Arbeitsaufwand nötig war. Dies hätte durch angepasste, geringere Düngergaben vermieden werden können. Damit kann ein weniger intensives, ausgeglicheneres Triebwachstum erzielt werden (RÖBER UND SCHACHT 2007). Außerdem kam es zu frühen Blattverlusten und schlechten Fruchtqualitäten in Folge eines erhöhten Krankheits- und Schädlingsbefalls (vgl. Abschnitt 3.3). Dies kann auch auf die N-Übersorgung zurückzuführen sein, weil dadurch die Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen aufgrund von besonders weichem und nahrhaftem Blattgewebe ansteigt (STANGL 2014; LIND ET AL. 1998; GRIEGEL 2003). Sollte der Standort über das Jahr 2014 hinaus mit mineralisiertem N aus der OBS übersorgt werden, sind als weitere Folgen eine geringe Ausfärbung und Festigkeit der Früchte sowie späte Holzreife und Frostschäden durch die verlängerte Aktivität des Baums zu erwarten (WURM ET AL. 2010; RÖBER UND SCHACHT 2007). Nicht zu vernachlässigen ist auch ein möglicher negativer Einfluss auf die Umwelt. Bei anhaltender Übersorgung des Bodens mit N kommt es zu Nitratauswaschungen ins Grundwasser (STANGL 2014; KNITTEL ET AL. 2012; LIND ET AL. 1998), die in jedem Fall zu vermeiden sind.

Die Ergebnisse der Thermogravimetrischen Bodenanalysen (TGBA) zeigen auf, dass durch die Reduzierung der organischen Düngung im März 2014 eine leichte Verringerung des Gehalts an organischer Bodensubstanz (OBS) im Vergleich zur Bodenprobe vom Oktober 2013 erzielt wurde. Der Gehalt an organischem N ist ebenfalls leicht zurückgegangen, aber nach wie vor als hoch einzustufen (vgl. Tabelle 3). Zudem ist der Boden weiterhin übersorgt mit umsetzbarer OBS, sodass auch von einer hohen N-Mineralisierung auszugehen ist. Damit wird das hohe N-Nachlieferungspotenzial bestätigt, das durch die Inkubationsversuche festgestellt wurde (vgl. Abschnitt 4.1).

Anhand der Übersorgung mit umsetzbarer OBS ist auch zu erklären, warum die Zusammensetzung des organischen C in je einer Analyseprobe als geringfügig abwei-

chend von naturnahen Verhältnissen eingestuft wird. Leicht umsetzbarer Kohlenstoff ist in natürlichen, landwirtschaftlich ungenutzten Böden nur in geringen Mengen zu finden (KUČERÍK ET AL. 2012), sodass im Vergleich mit diesen nur eine eingeschränkte Naturnähe gegeben ist. Aufgrund der Zufuhr von frischem pflanzlichen Schnittmaterial und Grünkompost wurde der Boden also hinsichtlich der Naturnähe abgewertet. Das damit zusammenhängende hohe N-Nachlieferungspotenzial am Standort ist folglich eindeutig auf eine überhöhte, nicht angepasste organische Düngung zurückzuführen.

4.2 Vergleich mit Standort Carsdorf

Das Ergebnis des Inkubationsversuchs zur N-Nachlieferung auf der Obstwiese in Carsdorf ist im Vergleich zum Standort Baal unauffälliger. Mit 16 g / m^2 ist die zu erwartende N-Mineralisierung zwar auch höher als der Bedarf von Pfirsichbäumen, jedoch in einem geringeren Ausmaß. Darüber hinaus wird die reale Nachlieferung von N_{\min} aufgrund fehlender zusätzlicher Bewässerung in Trockenzeiten niedriger sein, da die Bodenfeuchtigkeit dadurch ungünstiger für Mikroorganismen ist als unter konstanten Laborbedingungen im Inkubationsversuch. Durch die vorhandene Grasnarbe wird allerdings eine völlige Austrocknung verhindert (WURM ET AL. 2010), sodass weniger starke Schwankungen der N-Mineralisierungsrate, verglichen mit einer offenen Bodenoberfläche, anzunehmen sind.

Die begrenzte Verfügbarkeit von N am Standort Carsdorf ist auch konkret am Wachstum und an den Erträgen der Pfirsichbäume erkennbar (vgl. Abschnitt 3.3). Das Triebwachstum fiel sichtbar geringer aus als am Standort Baal, obwohl Sorte und Schnittpraxis gleich sind. Es waren in jedem Jahr viele einjährige, fruchtende Triebe vorhanden, die aber eine wesentlich geringere Länge aufwiesen. Dies wirkte sich wiederum günstig auf den Fruchtansatz und die Fruchtqualitäten aus, sodass keine Ausdünnung erforderlich war. Die Erträge waren mit 15 bis 16 kg pro Baum geringer als in Baal, dafür jedoch in den Jahren 2013 und 2014 relativ konstant. Zudem war der Befall mit Krankheiten und Schädlingen nicht schädigend im Gegensatz zum Standort Baal.

Anhand der Auswertungsergebnisse der TGBA ist für den Standort Carsdorf eine als hoch einzustufende Versorgung mit leicht umsetzbarer OBS erkennbar. Dagegen ist der Gehalt an OBS insgesamt und an organischem N als gering zu bewerten. Im Vergleich zum Standort Baal ist hier also insgesamt eine deutlich geringere Versorgung mit OBS vorhanden. Diese ist auf die fehlende zusätzliche organische Düngung zurückzuführen. Insbesondere findet an diesem Standort keine Zufuhr von N-reicher, frischer organischer Substanz statt, sodass die Einstufung der N-Vorräte durch das Auswertungsprogramm der TGBA ebenso plausibel erscheint. Folglich ist die ständig im Auf- und Abbau befindliche OBS im Wurzelbereich der Wiese die einzige Quelle für die N-Mineralisierung an diesem Standort. Die hohe Versorgung mit umsetzbarer OBS lässt aber darauf schließen, dass die Mineralisierung aus der vorhandenen OBS möglicherweise ausreichend ist, um die N-Versorgung der Pfirsichbäume sicherzustellen. Das zu diesem Standort im Inkubationsversuch ermittelte N-Nachlieferungspotenzial für das Jahr 2014 bestätigt diesen Eindruck, da mit einer N-Mineralisierung von 16 g / m² im Jahr tatsächlich der N-Bedarf einer Pfirsichkultur gedeckt werden kann.

4.3 Bewertung und Empfehlungen

Am Standort Baal, der als ein typischer Hausgarten ausgewählt wurde, ist die Kulturweise riskant im Hinblick auf das Erreichen der Anbauziele. Die praktizierte Düngung mit frischer organischer Substanz und Grünkompost ruft N-Überschüsse hervor, die sich ungünstig auf die Gesundheit des Pfirsichbaums und die Fruchtqualität auswirken. Zum Erhalt einer ausreichenden Fruchtqualität ist sogar die Ausdünnung des Fruchtansatzes als zusätzliche Kulturmaßnahme notwendig. Vermutlich lässt sich wegen der kleinen Beetstrukturen im Hausgarten nur schwierig abschätzen, in welcher Höhe eine organische Düngung bereits zur N-Versorgung eines Pfirsichbaums ausreicht.

Um die anhaltend überhöhte N-Nachlieferung zukünftig zu vermeiden, ist zunächst ein Aussetzen der organischen Düngung für mindestens ein Jahr empfehlenswert. Soweit das Licht in der Nähe des Pfirsichbaums ausreichend ist, sollten auch weitere N-bedürftige Kulturen wie Pfingstrose (*Paeonia sp.*), Brombeere (*Rubus fruticosus*) oder

Gemüsearten angebaut werden. Damit kann der Überschuss an mineralisiertem N abgebaut werden, bevor eine Auswaschung von Nitrat ins Grundwasser erfolgt. Nach Wiederaufnahme der Düngung sollte möglichst kein frisches organisches Schnittmaterial verwendet werden, sondern in geringen Mengen Kompost mit Holzanteilen, da dieser weniger leicht umsetzbar ist und einen geringeren Gehalt an N aufweist (LAND- UND FORSTWIRTSCHAFTLICHES VERSUCHSZENTRUM LAIMBURG 2004). Die Düngergaben sollten außerdem mengenmäßig genau festgehalten werden und anhand von Ertrag und Gesundheit der Bäume regelmäßig hinsichtlich positiver oder negativer Effekte bewertet werden.

Auf der Obstwiese am Standort Carsdorf wird eine vergleichsweise weniger aufwändige, aber erfolgreichere Kulturweise praktiziert. Da keine Bewässerung in den Sommermonaten vorgesehen ist und keine zusätzliche Düngung erfolgt, bleiben Probleme in Folge einer N-Übersorgung aus. Die Gesundheit der Pfirsichbäume ist ebenso zufriedenstellend wie die Qualität der Früchte. Konstante Erträge auf einem mäßigen Niveau (ca. 15 kg pro Baum) zeigen auf, dass die N-Versorgung angepasst ist für einen ausreichenden Zuwachs an fruchtenden Trieben pro Jahr. Die Anbauziele einer Pfirsichkultur werden also an diesem Standort problemlos und mit relativ wenig Aufwand erreicht.

Überlegenswert ist bei dieser Kulturweise, ob die Wiese im Bereich der Pfirsichbäume bereits im Juni gemäht werden kann, um den Grasschnitt als Mulchmaterial zu nutzen. Einerseits wäre der Boden damit besser vor Austrocknung geschützt, sodass ein Ausbleiben des biologischen N-Umsatzes in den Sommermonaten vermieden werden kann. Andererseits kann dadurch das Maximum des N-Bedarfs im Juni sicher gedeckt werden, da frisches Schnittmaterial schnell umgesetzt und mineralisiert wird (LAND- UND FORSTWIRTSCHAFTLICHES VERSUCHSZENTRUM LAIMBURG 2004). Zur Evaluierung dieser Maßnahme ist eine Probenahme und N_{\min} -Bestimmung im Herbst empfehlenswert, sodass hohe N_{\min} -Restgehalte mit der Gefahr von Nitrat auswaschung ins Grundwasser ausgeschlossen werden können.

5 Fazit

Am Standort Baal ist eine Reduktion der N-Nachlieferung empfehlenswert. Dies könnte durch geringere Gaben an Kompost und einen Verzicht auf frisches organisches Schnittmaterial als Dünger erfolgen. Aufgrund der akuten N-Übersorgung ist ein Aussetzen der Düngung für mindestens ein Jahr überlegenswert. Außerdem sollten die Mengen der Düngergaben zukünftig genau erfasst und in Abhängigkeit von Ertrag und Gesundheit der Bäume bewertet werden. Die N-Versorgung auf der Obstwiese in Carsdorf ist hingegen ausreichend für die vorhandene Pfirsichkultur. Zur nachhaltigen Ertragsgestaltung ist der Einsatz von Mulchmaterial in Form von Grasschnitt überlegenswert, sodass der maximale N-Bedarf im Juni abgedeckt werden kann.

Die Pfirsichkultur auf der Obstwiese ist hinsichtlich der N-Düngung praktikabler als die Kulturweise bei offener Bodenoberfläche im Hausgarten. Eine fehlerhafte Einschätzung der N-Nachlieferung aus der OBS im Hausgarten kann Ursache zu hoher Düngergaben sein, mit denen unerwünschte Risiken für Kultur und Umwelt verbunden sind. Der Anbau mit begrünter Bodenoberfläche bietet dagegen nur begrenzte Möglichkeiten zur organischen Düngung, die aber für eine optimale N-Versorgung von Pfirsichen ausreichen.

6 Zusammenfassung

Ein wichtiger Aspekt bei der Kultur von Pfirsichen (*Prunus persica*) ist die optimale, bedarfsgerechte N-Versorgung. Durch diese werden Höhe und Qualität der Erträge sowie die Gesundheit der Pflanzen beeinflusst, aber auch unerwünschte Effekte auf die Umwelt vermieden. Ziel der Arbeit waren daher Empfehlungen zur zukünftigen Handhabung der N-Versorgung an zwei Beispielstandorten und zur praktikabelsten Kulturweise. Es wurden N_{\min} -Bestimmungen, Inkubationsversuche und Thermogravimetrische Bodenanalysen durchgeführt, um die N-Nachlieferung aus der organischen Bodensubstanz an den Standorten zu beschreiben. Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Überversorgung der Kultur im Hausgarten auf - die Pfirsiche auf der untersuchten Obstwiese sind hingegen optimal mit N versorgt. Empfohlen wird deshalb eine Reduzierung der organischen Düngung im Hausgarten, verbunden mit einem Verzicht auf frisches organisches Schnittmaterial als Dünger. Bei der Pfirsichkultur auf der Obstwiese ist die Einführung von Mulchmaßnahmen überlegenswert. Der Standort mit begrünter Bodenoberfläche ist gegenüber dem Hausgarten mit offener Bodenoberfläche vorzuziehen, da die N-Nachlieferung bei einer Begrünung einfacher handhabbar ist und weniger Risiken hinsichtlich einer N-Überversorgung vorhanden sind.

A Abkürzungsverzeichnis

°C	Grad Celsius
a	Jahr
C	Kohlenstoff
cm	Zentimeter
evtl.	eventuell
g	Gramm
kg	Kilogramm
m ²	Quadratmeter
mg	Milligramm
min	Minute
N	Stickstoff
N _{min}	mineralischer Stickstoff
OBS	organische Bodensubstanz
s	Sekunde
TGBA	Thermogravimetrische Bodenanalysen
zzgl.	zuzüglich
vgl.	vergleiche

B Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bodentypen der Pfirsichstandorte nach Bodenübersichtskarte 1:200.000 (BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE 2012)	5
Tabelle 2: Inkubationsversuch 2014 – CO ₂ -Umsatz und zu erwartende N-Nachlieferung bei C/N=12.....	9
Tabelle 3: Bewertung des Gehalts an organischer Bodensubstanz und organischem Stickstoff (laut Analyser for Thermogravimetric Data of Mineral Soils, Version 1.01)	12
Tabelle 4: Pfirsich-Erträge pro Baum am jeweiligen Standort	12

C Abbildungsverzeichnis

Grafik 1: N _{min} -Bestimmung für Standort Baal, Ergebnisse Inkubationsversuch 2013....	9
Grafik 2: N-Nachlieferungspotenziale der Pfirsichstandorte im Jahr 2014, indirekt ermittelt nach Inkubation	10
Grafik 3: Gesamtgehalt an organischer Bodensubstanz (Glühverluste nach DIN 18128)	11
Grafik 4: Gehalt an umsetzbaren Bestandteilen der OBS und organischem N (laut Analyser for Thermogravimetric Data of Mineral Soils, Version 1.01).....	11

D Literaturverzeichnis

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (Hrsg., 2012): **Bodenübersichtskarte 1:200.000**. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.

GHABBOUR, E. A.; DAVIES, G.; CUOZZO, N. P.; MILLER, R. O. (2014): **Optimized conditions for determination of total soil organic matter in diverse samples by mass loss on ignition**. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, Vol. 177, No. 6, pp. 914-919. Wiley-VCH Verlag, Weinheim.

GRIEGEL, A. (2003): **Mein gesunder Obstgarten**. Großer Krankheits- und Schädlingskalendar. Neunte Auflage. Griegel Verlag, Dorsheim.

GROßMANN, G. (2011): **Obstgehölze schneiden**. Schnitt für Schnitt. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

KUČERÍK, J.; ČTVRTNÍČKOVÁ, A.; SIEWERT, C. (2012): **Practical application of thermogravimetry in soil science. Part 1: Thermal and biological stability of soils from contrasting regions**. In: Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, Vol. 113, No. 3, pp. 1103–1111. DOI: 10.1007/s10973-012-2849-6. Akadémiai Kiadó, Budapest.

KANDELER, E.; SCHINNER, F.; ÖHLINGER, R.; MARGESIN, R. (Hrsg., 1993): **Bodenbiologische Arbeitsmethoden**. Zweite Auflage. Springer Verlag, Berlin und Heidelberg.

KNITTEL, H.; ALBERT, E.; EBERTSEDER, T. (2012): **Praxishandbuch Dünger und Düngung**. AgriMedia-Verlag, Clenze.

LAND- UND FORSTWIRTSCHAFTLICHES VERSUCHSZENTRUM LAIMBURG (Hrsg., 2004): **Boden und Pflanzenernährung im Obstbau, Weinbau und Bioanbau**. Südtiroler Beratungsring für Obst- und Weinbau, Laimburg.

- LIND, K.; LAFER, G.; SCHLOFFER, K.; INNERHOFER, G.; MEISTER, H. (1998): **Biologischer Obstbau**. Leopold Stocker Verlag, Graz.
- NORDGREN, A. (1988): **Apparatus for the continuous, long-term monitoring of soil respiration rate in large numbers of samples**. In: Soil Biology & Biochemistry, Vol. 20, No. 6, pp. 955-957. Pergamon Press, Oxford.
- RÖBER, R.; SCHACHT, H. (2007): **Pflanzenernährung im Gartenbau**. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- SIEWERT, C. (2004): **Rapid Screening of Soil Properties using Thermogravimetry**. In: Soil Science Society of America Journal, Vol. 68, September-October 2004, pp. 1656–1661. Soil Science Society of America, Madison.
- STANGL, M. (2014): **Das BLV Handbuch Obst**. Umfassendes Expertenwissen: Obstgehölze und Beerensträucher. BLV Buchverlag, München.
- STRAUB, E.; NOVAK, R. (1998): **Obstbau - Praxis**. Anlage - Pflege - Ernte - Lagerung - Sorten. Zweite Auflage. Österreichischer Agrarverlag, Klosterneuburg.
- WURM, L.; STEINBAUER, L.; RÜHMER, T.; LAFER, G.; KICKENWEIZ, M. (2010): **Erfolgreicher Obstbau**. Österreichischer Agrarverlag, Wien.

E Anhang

(siehe beiliegende CD)

1. Bilder vom Standort Carsdorf
2. Bilder vom Standort Baal
3. Ergebnisse der Laboruntersuchungen
4. Primärdaten der Thermogravimetrischen Bodenanalysen;
Analyser for Thermogravimetric Data of Mineral Soils, Version 1.01
5. Primärdaten der Inkubationsversuche