

2 0/670/\$ 8

Blattreihen als Abbild des Triebwachstums

Methode, Beispiele
und Interpretation
Deutsche Bearbeitung, 2002

Joke Bloksma en
PieterJans Jansonius



LOUIS BOLK INSTITUUT
natuurwetenschappelijk onderzoek

Über das Louis Bolk Instituut

Das Louis Bolk Institut ist ein privates Institut mit zwei Abteilungen: Landbau und Heilkunde & Ernährung. Die Mitarbeiter der Landbau-Abteilung haben Erfahrung in der Forschung hinsichtlich biologisch-dynamischer und ökologischer Landwirtschaft. Sie sind spezialisiert auf betriebsbegleitende Forschung. Dabei hilft der Forscher dem Betriebsleiter, Übersicht darüber zu gewinnen, wie sich verschiedene Maßnahmen auf seinen eigenen Betrieb auswirken. So kann der Betriebsleiter fundierte Entscheidungen treffen. Wenn die Fragestellung dazu Anlass gibt, kann die phänomenologische Untersuchungsmethode angewandt werden, die auf Goethe zurück geht. Diese Methode wird bei Grundlagenforschung entwickelt, um die Prämissen der biologisch-dynamischen Landwirtschaft und der anthroposophischen Heilkunde und Ernährung zu festigen.

Sie können die Forschung im Allgemeinen durch eine jährliche Spende in Höhe von mindestens 25 euro auf das unten angegebene Postbankkonto unterstützen.

Sie erhalten dann jährlich den allgemeinen Jahresbericht des Instituts und eine Liste der erhältlichen Publikationen.

Für weitere Informationen:

Louis Bolk Institut
Hoofdstraat 24, NL 3972 LA Driebergen,
Tel.: NL-(0)343-517814;
Fax: NL-(0)343-515611.
Kontonummer Postbank: 3530591
auf den Namen
Louis Bolk Instituut, Driebergen
E-Mail: info@louisbolk.nl oder
www.louisbolk.nl

IMPRESSUM

2002, Louis Bolk Institut, Driebergen.
Übernahme mit Quellenangabe möglich.

Publikation LF68

This publication is also available in English as publication number LF58. Deze publicatie is ook beschikbaar in het Nederlands als publicatie nummer LF57.

Diese Publikationen sind Teil der Serie FRUIT-TEELT Publikationen des Louis Bolk Instituts, und sie können telefonisch unter der oben angegebenen Telefonnummer bestellt werden.

Inhalt

	Seite
Zusammenfassung	1
Summary	2
1 Allgemeine Aspekte der Methode	3
1.1 Einleitung	3
1.2 Aspekte der Arbeit mit Blattreihen	3
1.3 Blattreihenarten	4
1.4 Zeitpunkt des Pflückens	5
1.5 Standardisierung	5
1.6 Anschauen der Blattreihe	6
1.7 Interpretation der Blattreihen	6
1.8 Erste Erfahrungen mit Rosetten-Blattreihen	8
2 Anweisung zur Herstellung einer Blattreihe	9
3 Die Beziehungen zwischen Blattreihen und anderen Merkmalen	11
3.1 Wachstum der Internodien im Zeitverlauf	11
3.2 Ausrichtung des Triebes	13
3.3 Lage im Baum	14
3.4 Unterschiede zwischen den Sorten	16
3.5 Anzahl der Früchte	17
3.6 Sonnenlicht und Auszackung des Blattes	18
3.7 Rosetten Blattreihen	18
4 Beispiele für Forschungsanwendungen	20
4.1 Mehligte Apfelblattlaus (<i>Dysaphis plantaginea</i>) mit üppigem Wachstum	20
4.2 Bodenzustand	20
4.3 Stress durch Wassermangel	22
4.4 Virusbedingte Wachstumsstörung	24
4.5 Schorfentwicklung	25
4.6 Wachstumskontrollmaßnahmen	25
4.7 Einfluss der Untersaat	27
4.8 Auswertung der Blattschäden	29
5. Literatur	30

Zusammenfassung

Blattr Reihen als Abbild des Triebwachstums

Die aufeinander folgenden Blätter eines Triebs lassen eine „Biographie“ der Wachstumssaison erkennen. Die Form der Blätter zeigt die Bedingungen, unter denen sich die Blätter gebildet haben. Um dieses Bild zu bewahren, werden die Blätter vom Trieb gepflückt, getrocknet, nebeneinander aufgeklebt und, sofern erforderlich, gezeichnet. Der Abstand zwischen den kleinen Blattstielen stimmt mit dem ursprünglichen Abstand zwischen den Blättern am Stiel überein. Dies wird eine „Blattrreihe“ genannt.

Kennzeichen der Arbeit mit Blattrreihen sind zum Beispiel:

- ◆ Die Blattrreihe gibt ein Abbild der Entwicklung im Zeitverlauf und präsentiert nicht nur den Endzustand.
- ◆ Eine Blattrreihe fasst verschiedene Kennzeichen zusammen: Zweiglänge, Blattgröße, Regelmäßigkeit usw. Sie ist ein „Gesamtbild“.
- ◆ Die Blattrreihe trägt zu einer besseren Kommunikation zwischen dem Forscher und dem Obstbauern bei. Obstbauern beurteilen ihre Bäume als „Bildeindruck“ und nicht als „Zahlen“.
- ◆ Man konzentriert sich auf einen repräsentativen Trieb; es handelt sich nicht um eine Wahrnehmungsweise, die zehnmal wiederholt wird und von der man die durchschnittliche Standardabweichung berechnet.

Der Anlass, diese Methode zu entwickeln, waren sowohl Fragen von Obstbauern als auch Fragen der Forscher. Bei Obstanbau-Forschern besteht das Interesse, die vegetative Entwicklung im Verlauf der Wachstumsperiode fest zu halten. Die Qualität der Triebe mit ihren Blättern bestimmt immerhin das „Produktionsvermögen“ des Baumes, sowie die Qualität des Obstes und der Blütenknospen für das folgende Jahr. Bei Obstbauern besteht Interesse an zusätzlichen Merkmalen, um selbst ihre Bäume auf den Obstwiesen zu beurteilen und zu sehen, ob ihre Anbaumaßnahmen korrekt waren.

Das Louis Bolk Institut stellte die „Blattrreihenmethode“ im Jahr 1992 als Analysemöglichkeit vor. Seither entwickelte es die Methode in vielfachen Forschungsprojekten weiter. Im Jahr 2000 erschien diese bearbeitete Publikation über die Methode und Beispiele auf Niederländisch und auf Englisch. Es ist nun auch eine deutsche Fassung erhältlich, übersetzt von Christopher Johnson, Carina und Stephan Wiczorek.

Summary

Leaf series as an image of shoot growth

The sequential leaves of the shoot show a 'biography' of the growing season. The shape of the leaves shows the condition under which the leaves are formed. To save this picture, the leaves are picked from the shoot, dried and pasted next to each other. If necessary, they are also drawn. The distance between the petioles is equivalent to the original distance of the leaves along the shoot. This is referred to as a 'leaf series'.

The advantages of working with leaf series include:

- ◆ The leaf series provides a picture of the development in time and not only the final result. For example, it is possible to recognize periods with luxuriant growing conditions or poor growing conditions.
- ◆ The leaf series comprises various characteristics such as shoot length, leaf size, regularity, etc. It is a 'total picture'.
- ◆ The leaf series contributes to better communication between researcher and fruit grower. Fruit growers know and evaluate their trees as a 'picture' and not as a 'number'.
- ◆ This concerns a representative shoot and not an observation which you need to repeat ten times and calculate the average and standard deviation.

This method was developed to help answer the questions of fruit growers and researchers. Fruit cultivation researchers need to record vegetative development during the course of the growing season. The quality of the shoots with the leaves determines the 'production capacity' of the tree and the quality of the fruit and the buds for the next year. Fruit growers need extra characteristics to be able to evaluate their trees themselves and to see in the field whether they have taken the proper cultivation measures.

The Louis Bolk Institute introduced the concept of the 'leaf series method' in 1992. Since then the Institute has continued to develop the method during a number of research projects. A revised publication about the method with examples has been produced in 2000 in Dutch and English (publication number LF58) and this one in 2002, also, in German.

1 Allgemeine Aspekte der Methode

1.1 Einleitung

In der Obstbauforschung ist es oft schwierig, das vegetative Wachstum eines Baumes richtig zu beschreiben. Man beschränkt sich meist auf das Endresultat: auf die Gesamtlänge der neuen Triebe, oder auf eine Art 'Bewertungsziffer' für Wachstum und Blattstellung. Zusätzlicher Einblick in die Entwicklung während der Vegetationszeit ist manchmal auch erwünscht. Es macht sehr viel aus, ob ein Trieb mit gleichmäßigem oder ruckweisem Wachstum seine maximale Länge erreicht. Darüber hinaus wollen manche Obstbauern ihre Bäume auf Basis dessen bewerten können, was sie selbst auf den Obstwiesen wahrnehmen. Dadurch werden sie weniger abhängig von Labortestresultaten. Als Antwort auf diese Anforderungen aus Forschung und Praxis versucht das Louis Bolk Institut die 'Blattreihenmethode', bei der aufeinanderfolgende Blätter auf einem Trieb als eine Art Biographie der Vegetationszeit angesehen werden, zu entwickeln. Die Form der Blätter zeigt die Bedingungen, unter denen die Blätter sich gebildet haben. Um die Beobachtung des Triebes zu verbessern, Vergleiche mit anderen Situationen anzustellen und die Beobachtungen festzuhalten, werden die Blätter gepflückt, getrocknet und nebeneinander aufgeklebt. Bei diesem Verfahren entspricht die Entfernung zwischen den Blattstielen (Internodien) der ursprünglichen Entfernung von einem Blatt zum nächsten. Diese Methode wurde 1992 vom LBI als Analysemöglichkeit eingeführt und 1996 auf Anfrage anderer Forscher, die auch mit dieser Methode experimentieren wollten (Bibliographie 1.2), veröffentlicht. Damals waren noch viele Fragen unbeantwortet:

1. Wie wählt man einen Trieb so bewusst und objektiv wie möglich aus?
2. Welchen Maßstab benutzt man als Vergleich?
3. Ist es möglich, eine genaue Zeitangabe für jede Blattbildung zu machen? Dafür muss man wissen, wie lange die Internodien sich weiter strecken, nachdem das junge Blatt sich abgelöst hat.
4. Für welche Zwecke kann eine Blattrihe angemessener, einfacher oder billiger als gewöhnliche Untersuchungsmethoden sein? Und vor allem: Sagt die Blattrihe etwas über die Stickstoffzufuhr aus?
5. Ist diese Methode auch für Clusterblätter nützlich?
6. Gibt es eine Beziehung zwischen 'Regelmäßigkeit' in der Blattrihe und der Qualität der Früchte? Wenn ja, kann man durch Regelmäßigkeit eine gute Qualität voraussagen?

In der jetzigen Version (2000) werden die Fragen 1 bis 5 zumindest teilweise beantwortet. Frage 6 steht zukünftiger Forschung offen. Darüber hinaus haben wir diese Methode in einigen Studien benutzt und Einzelheiten zur Beschreibung der Methode hinzugefügt. Natürlich sind wir für weitere Verbesserungsmöglichkeiten offen. In diesem Bericht wird die Methode im zweiten Kapitel beschrieben, im dritten Kapitel werden die Grundlagen der Methode weiterführend erschlossen. Vorläufig liegt der Schwerpunkt in der Anwendung beim Apfelbau. Beispiele von Forschungsanwendungen der Blattreihenmethode werden im vierten Kapitel dargestellt.

Wir nehmen nicht an, dass Obstbauern diese arbeitsaufwendige Methode des Pflückens, Trocknens und Aufklebens benutzen werden. Sie beobachten normalerweise den intakten Trieb am Baum. Die hier dargestellte Methode zur Deutung einer gezeichneten Blattrihe entspricht aber der Deutung des Triebes am Baum. Pflücken und Aufkleben sind nur dann notwendig, wenn die Triebgestalt festgehalten werden muss.

1.2 Aspekte der Arbeit mit Blattreihen

1. Zusätzlich zu Messungen der Gesamtlänge des Triebes im Winter nach der Vegetationszeit, die nur ein Endresultat geben, vermittelt die Blattrihe ein Bild der zeitlichen Entwicklung des Triebes.
2. Eine Blattrihe fasst verschiedene Parameter zusammen: Länge der Triebe, Blattgröße, Regelmäßigkeit usw. Man kann sie benutzen, um ein Gesamtbild zu bekommen.
3. Die Blattrihe trägt zur besseren Kommunikation zwischen Forscher und Obstbauer bei. Das Bildmaterial passt oft besser mit dem Bild, das der Obstbauer über das Wachstum seiner Bäume hat, zusammen, als Zahlen über Blattstand, durchschnittliche Trieb länge u.Ä. Obstbauern kennen und

- bewerten ihre Bäume als Bildeindruck und nicht als Zahlen.
- 4 Eine Blattreihe ist keine Beobachtungsart, die man zehnmal an verschiedenen Stellen wiederholt und bei der man dann Mittelwert und Standardabweichung errechnen muss. Stattdessen sucht man einen typischen Trieb. Bei großen Abweichungen sind womöglich zwei oder drei Blattreihen für ein typisches Bild notwendig. Einen typischen Trieb kann man auf verschiedene Weise aussuchen (siehe §1.3).
 - 5 Das Betrachten einer Blattreihe öffnet einem manchmal im Nachhinein die Augen für Merkmale, denen man vorher im Freien keine Bedeutung beigemessen hat. Hierdurch können neue Hypothesen für weitere Forschung aufgestellt werden (siehe z.B. §4.1).

1.3 Blattreihenarten

Je nach der zu bearbeitenden Frage kann eine bestimmte Blattreihenart ausgewählt werden. Man kann die folgenden Arten unterscheiden:

1. Illustrative Blattreihe (Leaf series as a picture.) Eine solche Blattreihe wird benutzt, um andere Beobachtungen wie Durchschnittslänge des Triebes, Blattgröße und Befallsgrad darzustellen. Die Blattreihe fügt keine neuen Informationen hinzu. Der Sinn dieser Blattreihe liegt darin, verschiedene Informationen visuell, in einem Bild zusammenzufassen. Wenn man Blätter von diesem einzelnen Trieb abpflückt, sind die betreffenden Durchschnittswerte bereits errechnet worden, und man sucht gezielt einen Trieb, der diesen Durchschnittswert veranschaulicht. Mit dieser Anwendungsart haben wir bisher am häufigsten gearbeitet.
2. Charakteristische Blattreihe (Leaf series as an image.) Diese Blattreihe spiegelt wieder, was der Beobachter als charakteristisches Wachstum der betreffenden Parzelle oder des betreffenden Baumes erfährt. Die Auswahl des Triebes ist persönlich und subjektiv. Sie kann vom Durchschnittswert abweichen oder die Durchschnittswerte sind mitunter gar nicht bekannt. Die Auswahl ist oft etwas übertrieben, um ein bestimmtes charakteristisches Merkmal zu betonen. Sie findet nach einer ausgiebigen Beobachtung mit geübtem 'Obstbauerblick' statt. Der Beobachter geht zwischen den Bäumen auf und ab, um sich ein inneres Bild aller Wachstumsaspekte zu machen. Um diesen Eindruck zusammenzufassen, wählt er/sie versuchsweise einen Trieb, der wieder während des Gangs durch den Obstgarten geprüft wird. Verschiedene Beobachter können auch die Charakteristika ihrer Versuchstriebe vergleichen. Indem die Auswahl wechselseitig erläutert wird, entwickeln die verschiedenen Beobachter für immer mehr Aspekte Sensibilität. In dem Grade, wie sich ihr Beobachtungsvermögen erweitert, verringern sich die Unterschiede zwischen den endgültig ausgewählten Trieben. Demzufolge ist diese Methode 'intersubjektiv', zwar persönlich gefärbt aber übertragbar. In beratender, betriebsbegleitender Forschung ist es zweckmäßig, wenn Obstbauer und Forscher lernen, diesen Prozeß zusammen durchzugehen, sodass sie voneinander das Beobachten lernen können.
3. Entwicklungsreihe (Leaf series as a developmental sequence.) Diese Blattreihe wird benutzt, wenn man sehr genau wissen muss, wann sich jedes Blatt zeitlich entwickelt: Zum Beispiel kann es wichtig sein zu wissen, wie das vegetative Wachstum auf Witterung reagiert oder man will die Infektionsperiode bei Schorfbefall durch die Beobachtung der befallenen Blätter erkennen. Sobald die langen Triebe zu wachsen anfangen, werden einige anfangende Triebe markiert und mit einem Triebmessband (siehe 2. Kapitel) versehen. Danach wird die Länge alle ein bis zwei Wochen gemessen und/oder die Anzahl der entwickelten Blätter gezählt. Wenn der Trieb in einer Endknospe endet, kann er gepflückt werden, kann die Blattreihe aufgeklebt und können die Entwicklungsdaten aufgeschrieben werden. Weil der Trieb ganz am Anfang der Vegetationszeit ausgesucht wird, kann man nicht wissen ob er ein typischer sein wird. Dieses Problem kann teilweise gelöst werden, indem man eine Anzahl Triebe (5 bis 10) markiert, und dann später den durchschnittlichsten oder typischsten auswählt.

Zusammenfassung der drei Blattreihenarten

	Ziel	Auswahl
1 Illustrative Blattreihe	vermittelt eine visuelle Anschauung, um bekannte Angaben über Wachstum des Triebes zu illustrieren	nach der Vegetationszeit, wenn Durchschnittswerte bekannt sind, wird ein Trieb ausgewählt, der den Durchschnittswert am besten trifft
2 Charakteristische Blattreihe	drückt das charakteristische vegetative Wachstum eines spezifischen Baumes oder einer spezifischen Obstwiese aus	nach der Vegetationszeit wird, nach aufmerksamer Beobachtung, der typischste Trieb subjektiv oder intersubjektiv ausgewählt (er kann etwas übertrieben sein).
3 Entwicklungsreihe	vermittelt einen Überblick der zeitlichen Entwicklung der Blattreihe, durch die Witterungsverhältnisse und/oder Zeitpunkte von Krankheitsbefall erkennbar sind.	vor der Vegetationszeit werden mehrere Triebe markiert, dann alle zwei Wochen gemessen, sodass die Daten, wann jedes Blättchen sich bildet, festgehalten werden können.

1.4 Zeitpunkt des Pflückens

Blattreihen können im Prinzip jederzeit zwischen Mitte Juni, wo sie kräftig wachsen, bis kurz vor dem Blattfall geerntet werden. Um ein Bild der ganzen Vegetationszeit zu bekommen, muss man warten bis das Wachstum aufgehört hat (irgendwann zwischen Ende Juni und Anfang September). Bei bevorstehendem Sommerschnitt oder wenn Blattschäden oder früher Blattfall möglich sind, sollte man das Pflücken sowenig wie möglich aufschieben. Clusterblätter können bereits früher geerntet werden (siehe §1.8).

1.5 Standardisierung

Das Wachstum des Triebes hängt von vielen Faktoren ab, z.B. der Lage im Baum, der Ausrichtung des Triebes, ob ein Trieb von einem Fruchtkuchen wächst oder nicht, und der Anzahl der Früchte an der Triebbasis. Um die Größe dieser Unterschiede zu veranschaulichen, werden illustrative Blattreihen in §§3.2, 3.3 und 3.4 abgebildet.

Wenn Bäume oder Parzellen miteinander verglichen werden müssen, ist eine Standardisierung für eine spezifische Situation unerlässlich. Dies gilt für Triebe, die für alle drei Ziele benutzt werden. Vorläufig gelten für den 'Standardtrieb' folgende Merkmale:

- Er befindet sich in Brusthöhe (auf schwachwüchsiger Unterlage).
- Ein gemischter Trieb wird auf eine Frucht gelichtet (wenn nicht nach etwas anderem geforscht wird).
- Eine Ausrichtung des Triebes von 45° nach oben. Kein Seitentrieb vom Stamm, kein Endtrieb und keine Endfrucht (wenn nicht nach etwas anderem geforscht wird).

Bei den Apfelsorten Elstar, Jonagold und Boskoop ist diese Normierung für ein Jahr und eine Obstwiese zufriedenstellend. Es ist schwieriger so zu normen, dass Blattreihen von verschiedenen Obstbauern und Jahrgängen miteinander verglichen werden können. Wenn z.B. ein im Winkel von 45° ausgerichteter Trieb, der im Mai markiert wird, sich im Laufe der nächsten Monate herunter biegt, kann er im August nicht mehr als 45° Trieb bezeichnet werden. Wir sind deshalb von dem Gedanken weggekommen, dass man eine echte Norm vorschreiben kann. Stattdessen legen wir nur innerhalb einer Versuchsreihe eine den Gegebenheiten angepasste Norm fest. Zum Beispiel ist die Bestimmung '10cm lange, senkrechte Triebe' auch eine brauchbare Norm (siehe Kapitel 4.5).

Wo die Blattrosetten der Bäume sich kaum zu Trieben entwickeln (z.B. bei der Apfelsorte Alkmene oder einem Baum mit einer schweren Obstlast), kann kein typischer gemischter Trieb abgepflückt werden. Für Clusterblätter ist die Darstellung der Blattreihen in einem Kreis oft klarer als in einer geraden Linie (siehe Darstellung §3.7). Die Qualität der kurzen Triebe ist besonders wichtig in der Zeit zwischen Blühen und

Junifall. Bei vielen Birnbäumen ist es schwierig, einen 45° Trieb zu finden. Unsere Erfahrung mit Birnbäumen ist noch begrenzt; für sie muss eine besondere Standardisierung entwickelt werden. Pflaumen und Kirschen haben keine gemischten Triebe, hier muss man mit langen Trieben arbeiten.

1.6 Anschauen der Blattrihe

Beim Anschauen einer Blattrihe sind folgende Charakteristika wichtig:

- Länge des Triebes
- Anzahl der Blätter
- Ob sich noch neue Blätter bilden oder ob der Trieb eine Endknospe hat
- Entfernung zwischen der aufeinanderfolgenden Blätter (Internodien)
- Länge des Blattstieles
- Größe und Bündelungsgrad der Stützblätter
- Form des Blattes: Blattgröße, Verhältnis zwischen Länge und Breite, Unebenheit der Oberfläche (nach dem Trocknen als 'Fälteln' erkennbar).
- Blattfarbe (die nach dem Trocknen verschwindet)
- Feinheiten wie Blattadern und -zahnung (nicht erkennbar, wenn man nur den Umfang zeichnet)
- Befall, z.B. Schorf, Insektenschaden, durch Blattläuse verursachtes Kräuseln
- Regelmäßigkeit der oben genannten Merkmale, insbesondere während des Übergangs von Rosette zum Trieb
- Blattfläche (scannen, Umfang zeichnen und die Oberfläche mit dem Computer berechnen).

1.7 Interpretation der Blattrihen

Unten sind Beispiele für Informationen, die durch Blattrihen erlangt werden können, abgebildet. Um diese Beobachtungen zu stützen, werden einige der Merkmale mit anderen Beobachtungen im Kapitel 3 verglichen.

Vegetativer oder gemischter Trieb

Ein gemischter Trieb kann an der Rosettenbildung erkannt werden; diese kann man in der Blattrihe sehen, wenn viele Blätter am Anfang des Triebes nahe beieinander sind. Ein vegetativer Trieb beginnt mit Blättern, die weiter auseinander sind. Ein gemischter Trieb ohne versagte Fruchtansatz ergibt ein Bild, das zwischen den beiden anderen liegt.

Gemischter Trieb mit Rosette

Blattrieb

Datum der neuen Blattbildung

Um eine verlässliche Relation zwischen der Lage des Blattes am Trieb und dem Datum der Blattbildung am Triebmessband aufzeigen zu können, ist es wichtig, dass die Internodien sich nicht weiter verlängern. Zur Beantwortung dieser Frage wurde eine wöchentliche Blattrihe erstellt die in §3.1 vorgestellt wird. Laut

diesem Beispiel verlängern sich die Internodien nur während der Woche, in der sich ein neues Blatt bildet; danach verlagern die Blätter sich nicht mehr am Trieb entlang. Es genügt deshalb, wenn man die jeweilige Länge des Triebes mit Datum über die ganze Saison aufzeichnet. Nach Ablauf der Beobachtungszeit ist klar, welches Blatt sich in welcher Woche gebildet hat.

Wachstum hat aufgehört, oder geht weiter

Neue Blätter bilden sich noch filzig, weiße Oberlättchen weisen darauf hin, dass das Wachstum noch mindestens weitere sechs Wochen anhalten wird.

Das Wachstum hat mit einer Endknospe aufgehört.

Die Apfelgallmücke hat das Wachstum des Triebes beendet.

Messung des Wachstums

Stark wachsende Bäume haben lange Triebe; die Blattstiele sind weit auseinander und es gibt viele Blätter. Die Blätter sind groß und das Wachstum des Triebes hört erst spät im Jahr mit einer Endknospe auf.

***starkes Wachstum
lange Blattstiele
lange Internodien
große, breite Blätter***

***schwaches Wachstum
kurze Blattstiele
kurze Internodien
kleine, schmale Blätter***

Wasserversorgung

Zeiten schweren Wassermangels werden durch kleine Blätter und kurze Internodien, gefolgt von erneutem Wachstum mit stark gebündelten großen Stützblättern, angezeigt (siehe §4.3).

Wenn der Wassermangel weniger extrem ist, wie in manchen Obstanlagen im Jahr 1996, kann die Trockenperiode durch kleine Blätter ohne gebündelte Stützblätter erkannt werden (siehe z.B. §4.2, dritte Blattrreihe).

***Schwerer Wassermangel
zu beachten: die „Nebenblätter“***

Leichter Wassermangel

Stickstoffzufuhr während der Vegetationszeit

Wir versuchten herauszufinden, ob man anhand der Blattrreihe den Stickstoffgehalt eines Triebes über die ganze Saison exakt ablesen kann. Hoher Stickstoffgehalt ist an den großen und dunkelgrünen Blättern erkennbar. Eine sichtbare Veränderung tritt jedoch erst bei sehr niedrigem Stickstoffgehalt auf: Die Blätter werden kleiner, gelbgrün und schärfer gezahnt mit roten Spitzen. Kleinere Blätter werden jedoch nicht nur durch einen niedrigen Stickstoffgehalt, sondern auch durch alle möglichen Wachstumsbeeinträchtigungen hervorgerufen: schweres Fruchtttragen (§3.5), Wassermangel (§4.3), Virenbefall (§4.4) usw. Die stickstoffanalyse des Blattgewebes ist weiterhin sinnvoll, um kleinere Veränderungen in der durchschnittlichen Stickstoffaufnahme anzuzeigen. Bei einigen Blattrreihen wird der Stickstoffgehalt einer Parzellenprobe aufgezeichnet.

Beschreibung der Vegetationszeit

1996 gab es einen guten Frühling, im Mai bildeten sich große, runde Blätter. Im Juni und Juli war es sehr trocken, was an den kleinen Blättern zu erkennen ist. Im August regnete es regelmäßig, die Blätter sind wieder größer (siehe z.B. §4.2, dritte Blattrreihe).

Befallsresistenz

Beim Auswerten des Spritzplanes kann man durch die Lage der schorfbefallenen Blätter erkennen, in welcher Periode die Schorfkontrolle ungenügend war. In diesem Beispiel hatten die Triebe mit üppigem Wachstum den stärksten Schorfbefall (siehe §4.2 und §4.4).

1.8 Erste Erfahrungen mit Rosetten-Blattrreihen

Bei der Darstellung einer Clusterblattrreihe in einer geraden Linie gehen sehr viele Informationen verloren, falls die Blätter mehr oder weniger übereinander aufgeklebt werden. Wir haben uns deswegen im Falle von Clusterblättern für eine Darstellung im Halbkreisformat entschieden, bei der die Triebe in der Reihenfolge ihrer Entstehung aufgeklebt werden. Beispiele von Rosetten Blattrreihen sind unter §3.7 und §4.8 dargestellt. Rosetten-Blattrreihen sind besonders wichtig bei Auswertungen der Bäume im Mai, wenn sich noch sehr wenige lange Triebe gebildet haben. Zu diesem Zeitpunkt liegt natürlich noch keine ganze Biographie der Vegetationszeit vor. Wir müssen auch betonen, dass die eigentliche Ausrichtung im Raum um die Endknospe anders ist als die in der Blattrreihe angezeigte Reihenfolge der Entstehung. Beispiele für die Ausrichtung im Raum werden skizzenhaft unter §3.7 aufgezeigt.

2 Anweisung zur Herstellung einer Blattreihe

Bei der Herstellung einer Blattreihe können fünf Schritte unterschieden werden. Je nach Ziel der Blattreihe können mehr oder weniger Schritte notwendig sein.

1. Markieren des Triebes am Baum.

Die Markierung und Wachstumsoberwachung des Triebes am Baum sind nur im Falle einer Entwicklungsreihe notwendig, bei der es von Bedeutung ist, welches Blatt sich in welcher Woche entwickelt hat. Im Mai muss man drei Triebe markieren, um später den typischsten auszuwählen. Triebe werden mit Hilfe eines 'Triebmessbands' markiert. Dieses wird am Trieb befestigt und bleibt dort während der ganzen Vegetationszeit. Die Trieblänge wird markiert, indem man alle 1 bis 2 Wochen mit einem wasserfesten, dünnen Filzstift einen Strich und ein Datum am Wachstumspunkt des Triebes notiert.

Benötigte Gegenstände: Triebmessbande, wasserfester Filzstift (1mm).

Selbstgemachtes Triebmessband aus grellfarbigem Nylon, das in ca. 1,5 cm breite Streifen geschnitten wird. Die Länge wird gemäß der zu erwartenden Maximallänge des Triebes modifiziert. Auf einer Seite wird ein Loch gestanzt (mit einer Lochzange) und ein Spalt von 1,5cm geschnitten (mit einer Schere), wie es auch von Schlitzetiketten her bekannt ist.

2. Auswählen und pflücken.

Dieser Schritt ist wichtig, wenn eine charakteristische Blattreihe hergestellt wird. Die Auswahl des Triebes im Obstgarten dauert zwischen 10 und 30 Minuten pro Trieb, je nach Erfahrung und je nachdem wie viele Akteure sich über die Auswahl einigen müssen. Das Auswahlverfahren wird unter 'Blattreihenarten' in §1.3 beschrieben. Wenn man sich bei der Auswahl nur darüber einigen muss, was charakteristisch ist, genügt Schritt 2. Wenn der Trieb aufgehoben werden muss, sind weitere Schritte notwendig: Der ausgewählte Trieb wird markiert und in einer Plastiktüte im Kühlschrank (max. 2 Tage) aufbewahrt bis Zeit zum Trocknen ist.

Benötigte Gegenstände: Markierband, Filzstift, Plastiktüten.

3. Trocknen.

Der Trieb wird neben ein Lineal oder Messband gelegt und jedes Blatt einzeln abgepflückt. Jedes Blatt wird auf eine eigene Seite beispielsweise eines alten Telefonbuchs gelegt und seine ursprüngliche Entfernung zum Anfang des Triebes dazu geschrieben. Fehlende Blätter am Trieb bekommen eine leere Seite, auf die die Lage der leeren Blattachsel geschrieben wird. Dieses Verfahren dauert etwa drei Minuten pro Trieb. Die Blätter können mehrere Tage oder sogar mehrere Jahre im Buch aufbewahrt werden; sie werden zusammengepresst, indem man das Buch mit Gummibändern umwickelt. Wenn man im nächsten Schritt Blätter aufklebt, ist es gut, wenn sie noch nicht zu trocken, also biegsam sind.

Benötigte Gegenstände: Telefonbücher, große Gummibänder, Kugelschreiber.

4. Aufkleben der Blätter.

Weißes Filterpapierblätter eignen sich gut für das Aufkleben von Blättern, da sie groß sind und die Restfeuchtigkeit gut aufsaugen. Das Lineal wird entlang der Unterseite des Papiers so gelegt, dass der Nullpunkt 3cm von der linken Seite und 1,5cm von der Unterseite liegt. Die Blätter werden einzeln aus dem Telefonbuch genommen. Das Ende des Blattstieles wird an das Lineal entsprechend der ursprünglichen Entfernung vom Anfang des Triebes gelegt. Die getrockneten oder halbtrockenen Blätter werden so aufgeklebt, dass Blattstiel, Hauptader und Blattspitze so gut als möglich in einer senkrechten, geraden Linie liegen. Die Blätter werden mit durchsichtigem Klebestreifen festgeklebt. Es kann sein, dass man hier ein

wenig ausprobieren muss, da die Blätter beim Trocknen manchmal eigenartige Formen annehmen, besonders wenn sie uneben waren. Links ist der Anfang eines Triebes, mit den Anfangsblättern; die späteren Blätter werden so geklebt, dass sie die anderen bedecken oder teilweise bedecken. Folglich verschwinden die kleinen Anfangsblätter oft unter den späteren größeren; wenn also die Anfangsblätter die wichtigen sind, muss die Reihenfolge umgekehrt werden. Auf diese Weise kann der jüngste Teil des Triebes am klarsten gezeigt werden. Die Endknospe wird angezeigt, indem man einen fetten Punkt entsprechend der tatsächlichen Größe malt; Blattachsen der fehlenden Blätter werden mit kleinen Punkten angezeigt. Der Bogen wird dann so gefaltet, dass über der zerbrechlichen Blattrihe ein schützendes Papier liegt. So können die Blattrihen zur Aufbewahrung gestapelt werden. Dieser ganze Vorgang dauert ungefähr 6 Minuten pro Trieb. Blattrihen zum Vorzeigen werden in Plastikfolie laminiert, sobald sie völlig trocken sind. Für sehr lange Triebe müssen zwei Filterpapierblätter zusammengeheftet werden. So aufs Papier geklebt, können die Blattrihen je nach Bedarf fotokopiert werden; man muss beim Verkleinern den hellsten Farbton wählen, sodass Einzelheiten noch gut erkennbar sind. Für sehr feine Einzelheiten wie die Form der Blattrandzackung sind vergrößerte Kopien der Blattrihen sehr nützlich.

Benötigte Gegenstände: DIN A3 Blätter weißes Filterpapier, die bei Labortechnikbeliefern erhältlich sind, ein langes Lineal, Tesafilm. Wenn erwünscht, auch ein A3 Fotokopierer und durchsichtiges Laminierplastik.

Beispiele älterer Blätter über jüngere geklebt

Beispiele jüngerer Blätter über ältere geklebt

5. Durchpausen.

Wenn die Blattrihe in verkleinertem Format gedruckt werden muss, können die sichtbaren Teile des Blattrandes mit einem schwarzem Zeichenstift auf Pauspapier gemalt werden. Die Blattrihe kann dann auf dem Fotokopierer soweit wie nötig verkleinert werden (von 50% bis 20%), sodass sie in eine Publikation passen. Während dieses Vorganges gehen viele Einzelinformationen wie Blattrandzackung, Adern oder Schorfverletzungen verloren; andererseits vermittelt eine durchgepauste Blattrihe leichter eine Gesamtübersicht – man kann mehrere Reihen auf einen Blick sehen, merkwürdige Farben, die nach dem Trocknen entstehen, lenken nicht mehr ab usw. Beim Durchpausen können alle durch den Trockenvorgang verzerrten Aspekte des Blattes wiederhergestellt werden: Abgebrochene Blattspitzen können wieder eingezeichnet werden, Stützblätter in ihren ursprünglichen senkrechten Lagen, verbogene Blattstiele gerade gezeichnet, unwichtige oder uninteressante Schäden am Blatt weggelassen werden. Jedes Blatt wird einzeln durchgepaust, es gibt keine 'Verschmelzung', wo die Blätter übereinander liegen. Man muss eine Zentimeterskala neben die Zeichnung setzen, sodass der ursprüngliche Maßstab auch nach dem Kopieren und Verkleinern weiterhin bekannt ist.

Der Vorgang des Durchpausens dauert etwa 10 Minuten pro Trieb oder 30 Minuten, wenn alle Zackungen am Blattrand mitgezeichnet werden.

Benötigte Gegenstände: Zeichenstift (0,5mm Feder mit Tusche), Pauspapier A3 (ca. 85g/qm), Zentimeteraufkleber, Fotokopierer.

Vom LBI benutzte Abkürzungen
Pflückdatum: Jahr–Datum–Monat

Beispiel: 961508-PEN-Ea:
961508 (15. August 1996)

Die ersten 2 Buchstaben des Familiennamens des Obstbauers
Erster Buchstabe des Namens/Nummer des Grundstücks

PE (Obstbauer Peters)
N (Grundstück Negenvingerland)

Erster Buchstabe der Sorte
a, b, c usw. für besondere Unterteilungen oder Varianten.

E (Apfelsorte Elstar)
a (Serie a, es gibt auch eine Serie b)

3 Die Beziehungen zwischen Blattreihen und anderen Merkmalen

3.1 Wachstum der Internodien im Zeitverlauf

Entwicklungsreihen von Elstar

Einige dieser Reihen wurden angefertigt, um die Frage zu beantworten, wie lange sich die Internodien nach der Blattbildung weiter verlängern. Diese Frage war für den Gebrauch von Triebmessbanden wichtig. Für diese Blattreihen wurden die Blätter entlang des Triebes jede Woche gezeichnet, ohne sie zu beschädigen. Eine einzelne Reihe wird hier als typisches Beispiel gezeigt. Schlussfolgerungen:

- Internodien verlängern sich nur in der Woche, in der sich das neue Blatt bildet, danach nicht mehr.
- Der Blattstiel erreicht schnell seine maximale Länge.
- Die Blätter sind zunächst spitz, wachsen zu ihrer maximalen Länge, werden dann über mehrere Wochen breiter bis sie sowohl am Blattfuß als auch an der Spitze rundlicher werden.

991705-BL-E: **17. Mai**, Trieb von einer unbestäubten gemischten Knospe, Ausrichtung 45° nach oben.

993006-BL-E: **30. Juni**, derselbe Trieb, 15° nach unten; die Blätter haben ihre Maximalgröße erreicht.

992505-BL-E: **25. Mai**, derselbe Trieb 15° nach oben; das erste Blatt ist abgefallen.

992106-BL-E: **21. Juni**, derselbe Trieb, 5° nach unten.

993105-BL-E: **31. Mai**, derselbe Trieb, 5° nach oben.

990706-BL-E: **7. Juni**, derselbe Trieb, waagrecht.

3.2 Ausrichtung des Triebes

Charakteristische Blattrihe von James Grieve

Die Ausrichtung eines Triebes bestimmt zum größten Teil seine Wachstumskraft. Jede Reihe zeigt eindeutig diese wohlbekannteste Regel. Es ist deshalb wichtig, die Ausrichtung zu standardisieren. Ein Trieb mit einer Ausrichtung von 45° im Mai kann bis August wegen seines Gewichtes fast bis auf die Waagerechte sinken. Siehe §3.1 und Bemerkungen zur Standardisierung.

921409-GRO-JGa: **senkrechter**, gemischter Trieb, jetzt ohne Früchte.

921409-GRO-JGb: **gemischter Trieb**, Ausrichtung 45° schräg nach oben, jetzt ohne Früchte.

921409-GRO-JGc: **waagerechter**, gemischter Trieb, jetzt ohne Früchte.

3.3 Lage im Baum

Charakteristische Blattrihe von Elstar

Alle Triebe fingen als gemischte Triebe an, wie man an ihrer Rosettenbildung erkennen kann. Als sie gepflückt wurden, hatten sie alle ihre Früchte verloren. Die großen Blätter von Trieb a sind für seine Lage im niedrigeren Teil des Baumes nicht charakteristisch; sie sind wahrscheinlich auf den verhältnismäßig frühen Fruchteverlust zurückzuführen. Die spitzeren Blätter sind dagegen für die höheren Lagen im Baum charakteristisch (c=sehr spitz, a=weniger spitz, b=dazwischen). Dennoch ist die Höhe des Baumes nicht so folgenreich. Es ist aber doch nützlich, die Lage zu standardisieren, z.B. Brusthöhe (1,5m) bei schwachen Unterlagen. Die beschatteten Blätter hatten denselben Umfang wie die in der Sonne wachsenden, waren aber dünner. Einzelheiten über die Dicke der Blätter gehen beim Durchpausen verloren. Angaben zu Sonnenlage oder Schattenlage werden vorläufig nicht in die Standardisierung aufgenommen.

962609-TLB-Ea: **Sonnige Lage** im unteren Teil des Baumes (Südosten, 80cm hoch)

962609-TLB-Eb: **Sonnige Lage** in der Mitte des Baumes (Südosten, 140cm hoch), $N_{\text{Blatt}}=2,1\%$ (Aug.)

962609-TLB-Ec: **Sonnige Lage im oberen Teil des Baumes** (Südosten, 200 cm hoch)

962609-TLB-Ed: **Schattige Lage in der Mitte des Baumes** (Nordwesten, 140cm hoch)

3.4 Unterschiede zwischen den Sorten

Erkennbar sind Unterschiede bezüglich der Art und Weise, wie die verschiedenen Sorten Wachstumsbedingungen ausdrücken. Apfelsorten wie Elstar, Jonagold, James Grieve und Boskoop zeigen die Unterschiede viel klarer als z.B. Cox's und Lombarts.

933006-DVZ-GD: **Golden Delicious**

962806-TLO-B: **Boskoop**

961508-PE-C: **Cox's O.P.**

Siehe § 3.2 für James Grieve; §3.3 für Elstar; §4.4 für Jonagold

3.5 Anzahl der Früchte

Charakteristische Blattrihe von Elstar, Ende Juni

Diese Blattrihe zeigt eindeutig das wohlbekanntes Verhältnis zwischen Erhöhung der Fruchtanzahl und Abnahme der Wachstumskraft. Der Trieb ist kürzer, die Blätter werden auch deutlich kleiner, dünner und die Internodien sind enger zusammen. Der Zeitpunkt, an dem ein Trieb (teilweise) die Früchte verliert, hat einen großen Einfluss auf das Wachstum.

962806-TLB-Ea: **Trieb ohne Früchte**

962806-TLB-Eb: **Trieb mit 1 Frucht**

962806-TLB-Ec: **Trieb mit 3 Früchten**

962806-TLB-Ed: **Trieb mit 4 Früchten**

3.6 Sonnenlicht und Auszackung des Blattrandes

Typische Blattreihe von Elstar

Die Auszackungen am Blattrand verändern sich im Laufe der Vegetationszeit. Die größten Blätter in der Rosette haben klare, scharfe Auszackungen. Später in der Saison werden sie runder und weniger ausgeprägt. Die Auszackungen am oberen Ende des Blattes sind schärfer als die am Blattstiel. Wir nahmen zunächst an, dass der Blattrand bei stärkerem Licht stärker ausgezackt sein würde. Es wurden jedoch keine Unterschiede zwischen besonnten und beschatteten Blättern beobachtet. Auch wurden keine Unterschiede beobachtet zwischen Bäumen, die mit biologisch-dynamischen Feldpräparaten behandelt wurden, und unbehandelten Bäumen (941209-POT-C efg, nicht abgedruckt). Es wurde allerdings ein Unterschied in der Auszackung des Blattrandes beobachtet zwischen Elstar mit normalem Wachstum und derselben Sorte mit sehr schwachem Wachstum aufgrund starken Wurzelschnitts; dieser führte zu Stickstoffmangel und Stress durch Wassermangel. Die Auszackungen des Blattrandes waren in diesem Fall fein, scharf, und rot zugespitzt; an den unbehandelten Bäumen waren sie groß, rund und grün. Diese feinen, roten Auszackungen können nur in den ursprünglichen Blattreihen gesehen werden, z.B. 992408-BtLLW-Ed (nicht abgedruckt). Für die meisten Anwendungen können die Auszackungen des Blattrandes beim Durchpausen ignoriert werden.

962609-TLB-Eb*: **Es wurden nur wenige Blätter mit Auszackungen gezeichnet.**

3.7 Rosetten Blattreihen

Illustrative Blattreihe von Elstar

Clusterblattreihen werden in einem Halbkreis dargestellt. Die ursprüngliche Ausrichtung der Blattreihe ist dabei notiert worden. Am Ende der Vegetationszeit kann man gemischte Blattcluster sehen, die geblüht haben und Früchte tragen, oder getragen haben (siehe den offenen Kreis in der Mitte), meist mit nur wenigen Blättern. Darüber hinaus haben sich neue Blattbündel mit viel mehr Blättern und einer Endknospe gebildet (die Endknospe ist schwarz gezeichnet worden). Beide kann man an einem kurzen Zweig finden (siehe 992709-GR-Eb).

992709-GR-Ea: **Blattrosetten am kräftigen, einjährigen Holz am Ende der Vegetationszeit.**

992709-GR-Eb: Drei Blattrosetten an einem Fruchtkuchen am Ende der Vegetationszeit. Der ursprüngliche gemischte Cluster mit Fruchtsielnarbe ist oben abgebildet. In der Mitte und unten sind die zwei neugebildeten Blattrosetten mit mittlerer (A) und schwacher (B) Endknospe abgebildet.

4 Beispiele für Forschungsanwendungen

4.1 Mehliges Apfelblattlaus (*Dysaphis plantaginea*) mit üppigem Wachstum

Charakteristische Blattreihe von Elstar im Zusammenhang mit §3.5

Dieser Trieb zeigt eine außerordentliche Vitalkraft: riesige Blätter und lange Internodien. Die meisten Triebe mit einem oberem Blattlausbefall zeigen explosives Wachstum in der ersten Hälfte des Triebes (siehe Tabelle). Die meisten Triebe ohne Blattlausbefall zeigen gemäßigteres Wachstum (siehe §3.5). Die neue, durch Beobachtung der Blattreihen entstandene Hypothese lautete: ein Trieb mit großen Blättern im Mai läuft größere Gefahr, später von der Apfelblattlaus befallen zu werden. Die großen Blätter waren vor der Zusammenstellung der Blattreihe an den intakten Zweigen nicht so auffällig. Als kleiner Versuch wurde diese Idee mit 40 Trieben getestet (siehe Tabelle). Es stellte sich heraus, dass die Triebe mit Wachstumsbehinderung durch Fruchttragen am wenigsten anfällig für späten Befall mit der Apfelblattlaus waren. Diese Hypothese bedarf weiterer Verifizierung. Die Antwort darauf ist für die Frage von Bedeutung, welche Wachstumsart (oder welches Blattreihenbild) wir im Mai anstreben, um sowohl optimale Fruchtbildung als auch wenig Blattläuse zu erhalten.

Klassifizierung des Wachstums und des Fruchttragens von 20 Trieben mit und 20 ohne Blattläusen

Klassifizierung der Triebe am 28. Juni 1996	explosives Wachstum im Mai		gemäßigtes Wachstum im Mai	
	keine Früchte	1 bis 3 Früchte	keine Früchte	1 bis-3 Früchte
20 Triebe mit Blattläusen	15	3	2	0
Triebe ohne Blattläuse	0	1	3	16

962806-TBL-Ee: Trieb ohne Früchte, **durch mehliges Apfelblattlaus verursachtes Blattkräuseln.**

4.2 Bodenzustand

Charakteristische Blattreihe von Elstar

Es ist auffällig, dass die Blätter und Stützblätter an Bäumen, die auf sandigem Boden wachsen, größer sind. Dies wurde auch an Jonagold beobachtet (961107-FL5-Jab, unveröffentlicht). Wassermangel und/oder Blattlaus kann dazu führen, dass die Blätter kleiner werden. Ein eindeutiges Verhältnis zwischen der Blattreihe und N_{\min} in der Erde war nicht nachweisbar. Die obige Blattreihe mit großen Blättern zum Beispiel, kommt auch auf sandigem Boden mit hohem N_{\min} vor.

961408-EL1-E: **humusreiche, sandige Erde**, kein Wassermangel, Raupen im Frühling (R), Apfelgallmücke (G), eine Frucht, $N_{\text{Blatt}} = 2,7\%$ (Juni) und $2,3\%$ (August).

961408-AL-E: **Flußtonerde, Wassermangel im Juni**, Schorf (S), eine Frucht $N_{\text{Blatt}}=2,3\%$ (Juni) und $1,9\%$ (August).

961508-PEN-Ea: **Flußlehm**, Apfelblattlaus in den Blattachselknospen (B), Apfelgallmücke (G), Schorf (S), eine Frucht, $N_{\text{Blatt}} = 2,3\%$ (Juni) und $2,1\%$ (August).

4.3 Stress durch Wassermangel

Charakteristische Blattreihe von Elstar in einem Topfversuch mit schwerem Wassermangel in verschiedenen Monaten.

Wegen der fruchtbaren Topferde sind dies wohlgenährte Bäume mit hohem Stickstoffanteil (alle $N_{\text{Blatt}} > 2,5\%$, August). Krankheiten und Schädlinge wurden chemisch bekämpft.

Als Vergleich auch die Blattreihen für Elstar in verschiedenen Erdearten in biologischen Obstanlagen in §4.2. Die Wassermangelperiode kann man an der Wachstumsstockung, sehr kleinen runden Blättern mit langen, gebündelten Stützblättern und sehr kurzen Internodien erkennen. (Mehr Daten im Forschungsbericht von R. van der Maas, FPO, bislang unveröffentlicht.)

Durchschnittliche Trieblänge in cm während des Sommers

Topfversuche 1996	28. Juni	27. Juli	20. Aug.	16. Sept.
Kein Wassermangel	8	10	17	21
Wassermangel im Mai	4	7	13	15
Wassermangel im Juni	6	9	17	21
Wassermangel im Juli	7	9	12	18 durch Nachwuchs!

962609-P83-E: **eine Frucht**, kein Wassermangel

962609-P35-E: **eine Frucht**, Wassermangel im Mai

962609-P26-E: **eine Frucht**, Wassermangel im Juni

962609-P72-E: **eine Frucht**, Wassermangel im Juli

4.4 Virusbedingte Wachstumsstörung

Charakteristische Blattrihe von Jonagold

Die großen Unterschiede bezüglich der Wachstumskraft, die vom Obstbauern bemerkt wurden, waren auch anhand der Blattrihen sichtbar. Die virusfreien Bäume wachsen stärker und hören später auf zu wachsen. Nach vier Jahren haben sie ein größeres Volumen und deshalb einen höheren Bruttoertrag. Allerdings sind diese wachstumsintensiven Bäume schorfanfälliger. Nach Aussortierung der schorfbefallenen Äpfel ist der Nettoertrag der gleiche (siehe Tabelle). Nachdem in den darauffolgenden Jahren Wachstumskontrollmaßnahmen unternommen wurden, verschwand dieser Unterschied.

4-jähriger Jonagold	kg/Baum Brutto Produktion	kg/Baum Klasse 1+2	schorfbedingter Verlust
Virusfreie Jungbäume	15	11,6	20%
Nicht virusfreie Jungbäume	12	11,5	4%

962806-TLM-Ja: **Trieb mit einer Frucht**, virusfreies Pflanzmaterial Jonica auf M9, viel Schorf (S)

962806-TLM-Jb: **Trieb mit einer Frucht**, nicht virusfreies Pflanzmaterial Jonica auf M9, wenig Schorf (S),
 $N_{\text{Blatt}}=2,7\%$ (Juni) und $2,2\%$ (August).

4.5 Schorfentwicklung

Illustrative Blattrihe von Elstar

Diese Blattrihe wurde gemacht, um das Spritzprogramm gegen Schorf im Nachhinein auszuwerten. Die Blattrihe zeigte, dass Schorfbefall Mitte Juni anfang. Der Ansteckungszeitraum für Schorf beträgt 2-3 Wochen. Das Warnmodell für Schorf ergab u.a. einen Befallshöhepunkt Ende Mai, in dieser Zeit waren die Bäume also nicht genügend geschützt. Während der vorherigen Höhepunkte wurden sie ausreichend geschützt.

Die schwarzen Striche geben Perioden von 1 Woche an. Daraus ist abzulesen, dass sich ziemlich konstant ungefähr 1,5 Blatt pro Woche abtrennte.

982008TLB-Ed: keine Früchte, Regen Ende Mai, Trockenheit Anfang Juni, ab Mitte Juni starkes Wachstum und Schorfbefall, danach hörte Wachstum sofort auf.

4.6 Wachstumskontrollmaßnahmen

Illustrative Blattrihe von Elstar

Diese Reihe wurde angefertigt, um die Wirkung von Wurzelschnitt, Wurzelunterschneidung und Stammkerbung zu beobachten. In dieser Obstanlage mit Alternanzjahr und fruchtbarem Lehmboden war die Wachstumskraft ungeheuer groß, wie man an dem unbehandelten Baum sehen kann: große, ständig hervorsprossende Blätter. Eine Trockenperiode sowie Gallmücke im August beendeten dies.

Der Wurzelschnitt und die Stammkerbung verlangsamten das Wachstum etwas (kleinere Blätter, kürzere Internodien), aber es genügte nicht. Durch die beiden Maßnahmen wurde vor allem die Trockenperiode Anfang Juni deutlicher sichtbar in Form von plötzlich kleineren Blättern. Das Unterschneiden des Wurzelsystems mit einem Wurzelmesser führte zu einem erheblichen Wachstumsrückgang. In diesem Fall entwickelten sich kaum lange Triebe, und die Bäume zeigten Mangelerscheinungen. Alle Varianten wurden mit und ohne zusätzlicher Düngung ausgeführt. Die Düngung bewirkte keine Unterschiede in äußeren Merkmalen wie z.B. Länge des Triebes, Zeitpunkt des Wachstumsendes und Entwicklung von Krankheiten (diese Blattrihen werden hier nicht dargestellt). Die Analyse der Blätter wies tatsächlich höhere Kalium- und Stickstoffwerte in den gedüngten Varianten (Stickstoffwerte sind in der Tabelle vermerkt) nach. In allen Blattrihen sind die Trockenperioden Anfang Juni (kleinere Blätter) und August (Wachstumsende) vermehrt erkennbar. Die Blattrihe wurde auf 0 Früchte an einem 10cm langen, senkrecht wachsenden Trieb standardisiert.

992408-AL-Ea: **Unbehandelt**, viel Gallmücke während Trockenperioden Anfang Juni und August.

992408-AL-Eb: **Zweiseitiger Wurzelunterschnitt 30cm.**

992408-AL-Ee: **Unterschneidung mit Wurzelmesser**, 40cm tief und 40cm um den Stamm herum.

%N Blattanalyse	9. Juni	14. Juli
Unbehandelt	2,7	2,0
Wurzelschnitt ohne Düngung	2,5	1,9
Wurzelschnitt mit Düngung	2,8	2,0
Unterschneidung	2,4	1,8
Unterschneidung mit Düngung	2,5	2,1
Stammkerbung	2,7	2,1
Stammkerbung mit Düngung	2,7	2,2
Sollwert IKC	2,5	2,3

992408-AL-Eg: **Zwei Stammkerben 20cm auseinander.**

4.7 Einfluss der Untersaat

Charakteristische Blattreihe von Ecolette (siehe die nächsten 2 Seiten)

Ziel dieser Studie war es herauszufinden, ob durch Untersaat die Optimierung des zur Verfügung stehenden Stickstoffes möglich war. Man wollte die Fruchtbildung im Frühling durch mehr Stickstoff verbessern und das Reifen der Früchte im Spätsommer durch Stickstoffreduzierung fördern. Bei der Variante, bei der alles Unkraut durch Hacken beseitigt worden war, ist ersichtlich, dass das Wachstum regelmäßig war und über eine längere Zeit anhielt. Bei der Variante mit Gras- und Kleeuntersaat unter den Bäumen sind Konkurrenz während einer Trockenperiode im Sommer und frühes Wachstumsende klar feststellbar. Bei der Variante, bei der im Spätsommer untergesät wurde, gab es im Frühling üppigeres Wachstum und ein frühes Wachstumsende. Die Analysezeffern zeigen auch, dass die spätsommerliche Untersaat die Stickstoffzufuhr für den Baum vom Sommer auf den Frühling verlegen kann, durch vorübergehende Bindung in die Untersaat. Es war kein wesentlicher Unterschied im Stickstoffgehalt des Blattes nachweisbar, auch konnte man keinen Unterschied finden in der gesamten Trieblänge eines jeden Baumes, aufgrund der großen Variation im Triebwachstum (siehe 5 in der Bibliographie). Es gab keinen wesentlichen Unterschied in der durchschnittlichen gemessenen Trieblänge, aber die verschiedenen Beobachter waren sich darüber einig, was ein typischer Trieb für die Variante war. Und wie Sie in diesen Blattreihen sehen können, gab es klare Unterschiede zwischen den Varianten.

Baumstreifen 1995 und 1996	Bodenstickstoff in ppm Nitrat			Ertrag in kg pro Baum		#Blüten- büschel pro Baum
	Nov.'95	April'96	Sept.'96	1995	1996	
Keine Untersaat im Jahr	4,7 a	13,8 ab	3,2 a	4,0 a	8,0 a	141 b
Permanentes Gras + Klee	5,4 a	10,3 a	8,1 c	3,7 a	5,7 a	94 a
Keine Untersaat im Frühling; im August Untersaat Raps + Bienenweide	2,3 b	17,0 c	1,0 a	3,5 a	7,1 a	145 b

962908-W30-Eco-a: eine Frucht, gehackter Boden unterm Baum, Punkt = fehlendes Blatt.

962908-W30-Eco-b: eine Frucht, permanente Gras und Kleeuntersaat; m = Miniermotte.

962908-W30-Eco-c: eine Frucht, Raps und Bienenweideuntersaat im Spätsommer und Winter.

4.8 Auswertung der Blattschäden

Illustrative Blattrihe von Elstar in einer Studie über die Nebeneffekte der chemischen Schorfbekämpfung

Wenn Blattrihen von Clusterblättern während der Blüte hergestellt werden, sind diese viel kleiner als die von Clusterblätter, die am Ende der Vegetationszeit ausgewachsen sind (wie in §3.7). Die Unterschiede zwischen den Varianten können schon während der Blütezeit wesentlich und sehr klar sein. Bei diesem Beispiel mit Kupferschäden war später in der Vegetationszeit in der Blattrihe von ausgewachsenen Trieben kein Unterschied sichtbar; die ersten, schwarzumrandeten Blätter waren schon abgefallen.

980705-FL-Ea: **Unbehandelte Blattrosetten in der grünen Blüte.** Rechts das gefaltete Blatt eines fruchtspießes, der gerade anfängt zu wachsen.

980705-FL-Eb: Die gleiche Parzelle: hier wurde kurz vor der Blüte bei kalter, nasser Witterung Kupfer gespritzt; kleine, schwarzumrandete Blätter. Kein Hinweis auf einen Fruchtkuchen.

5. Literatuur

1. Bloksma, J, 1991: Leaf Series as a Picture of Twig Growth/Blattentwicklungsserien zum Bild des Triebwachstums. Tagungsband 5. Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum ökologischen Obstbau, 1992, S.82-84.
2. Bloksma, J, 1992: Bladreeksen als beeld van de twijggroei: methode beschrijving. LBI Driebergen.
3. Bloksma, J, 1994: Vruchtzetting in de biologische fruitteelt. LBI Driebergen. (Elstar op M9 bij 6 verschillende telers eind juni 1993 en Elstar met verschillende bladbespuitingen, S. 16 und 17).
4. Bloksma, J, 1996: Mogelijkheden voor bodemverzorging in de fruitteelt vanuit biologische gezichtspunten. LBI, Driebergen. (blz 154 en 155 reeksen van 10 verschillende varianten bodemverzorging Elstar M9 proef Katzentel LVWO; blz 152 reeksen Elstar M9 bij 4 verschillende bemestingsvarianten incl. stikstofbladanalyse en N_{\min} in de bodem).
5. Bloksma, J. en P.J. Jansonius, 2000: Bladreeksen als beeld van de twijggroei. LBI Driebergen. publ.no. LF57
6. Bloksma, J. en P.J. Jansonius, 2000: Leaf series as an image of shoot growth. LBI Driebergen. publ.no. LF58
7. Schenk, A, H. Veijer, 1997: Betere stikstofvoorziening in biologische fruitteelt door ondergroei. Fruitteelt 32, S.14-15.

Blattr Reihen als Abbild des Triebwachstums

Methode, Beispiele und Interpretation
Deutsche Bearbeitung 2002

Die aufeinander folgenden Blätter eines Triebes lassen eine „Biographie“ der Wachstumsaison erkennen. Die Form der Blätter zeigt die Bedingungen, unter denen sich die Blätter gebildet haben. Um dieses Bild zu bewahren, werden die Blätter vom Trieb gepflückt, getrocknet, nebeneinander aufgeklebt und, sofern erforderlich, gezeichnet. Der Abstand zwischen den kleinen Blattstielen stimmt mit dem ursprünglichen Abstand zwischen den Blättern am Stiel überein. Dies wird eine „Blattrreihe“ genannt.

Kennzeichen der Arbeit mit Blattrreihen sind zum Beispiel:

- ◆ Die Blattrreihe gibt ein Abbild der Entwicklung im Zeitverlauf und präsentiert nicht nur den Endzustand.
- ◆ Eine Blattrreihe fasst verschiedene Kennzeichen zusammen: Zweiglänge, Blattgröße, Regelmäßigkeit usw. Sie ist ein „Gesamtbild“.
- ◆ Die Blattrreihe trägt zu einer besseren Kommunikation zwischen dem Forscher und dem Obstbauern bei. Obstbauern beurteilen ihre Bäume als „Bildeindruck“ und nicht als „Zahlen“.
- ◆ Man konzentriert sich auf einen repräsentativen Trieb; es handelt sich nicht um eine Wahrnehmungsweise, die zehnmal wiederholt wird und von der man die durchschnittliche Standardabweichung berechnet.

Der Anlass, diese Methode zu entwickeln, waren sowohl Fragen von Obstbauern als auch Fragen der Forscher. Bei Obstanbau-Forschern besteht das Interesse, die vegetative Entwicklung im Verlauf der Wachstumsperiode fest zu halten. Die Qualität der Triebe mit ihren Blättern bestimmt immerhin das „Produktionsvermögen“ des Baumes, sowie die Qualität des Obstes und der Blütenknospen für das folgende Jahr. Bei Obstbauern besteht Interesse an zusätzlichen Merkmalen, um selbst ihre Bäume auf den Obstwiesen zu beurteilen und zu sehen, ob ihre Anbaumaßnahmen korrekt waren.

Das Louis Bolk Institut stellte die „Blattrreihenmethode“ im Jahr 1992 als Analysemöglichkeit vor. Seitdem entwickelte es die Methode in vielfachen Forschungsprojekten weiter. Im Jahr 2000 erschien diese bearbeitete Publikation über die Methode und Beispiele auf Niederländisch und auf Englisch. Es ist nun auch eine deutsche Fassung erhältlich.