

# Monitoringkonzept für Schulwälder

## Anleitung für SchullehrerInnen

### VORWORT

Das vorliegende Konzept dient der Vermittlung komplexer Zusammenhänge der Forstwirtschaft an Schüler. Ziel ist es den Schülern den Wald als Wirtschaftsobjekt und natürliches Ökosystem näher bringen, aber auch auswertbare Daten über die Schulwälder erzeugen zu können. Das Konzept ist Teil meiner Bachelorarbeit und wurde für die Flächen des *Schulwaldprojektes* der *Stiftung Zukunft Wald* erarbeitet, daher bezieht es sich auf gepflanzte Wälder in den ersten 30 Jahren nach der Pflanzung. Übertragbarkeit auf andere junge Waldflächen ist möglich, da auch die Flächen der Stiftung sehr unterschiedlich sind und Wert auf Allgemeingültigkeit gelegt wird. Allerdings beziehen sich die vergleichenden Bilder auf Laubholz, da dies den Großteil der Baumarten auf den Schulwaldflächen ausmacht. Dem Konzept liegen vier konkrete Handzettel für die Arbeit mit den Schülern auf der Waldfläche bei.

### VERWENDUNG DES KONZEPTE

Projektstage oder -wochen bieten sich für die Arbeit mit dem *Monitoringkonzept für Schulwaldflächen* in der an. Es ist so aufgebaut, dass auch nur einzelne Teilbereiche ausgewählt und mit den Schülern in unterschiedlich langen Zeiträumen durchgeführt werden können.

### WICHTIGES HINTERGRUNDWISSEN

#### HOLZ UND GELD

In der Forstwirtschaft werden Einnahmen hauptsächlich durch den Verkauf von Holz in verschiedenen Sortimenten erzielt (SPRINGER 2015). Das Rohholz, also „die gefällt[e]n, entwipfelte[n] und/oder entastete[n] Bäume [...] [oder] Baumteile“ (DFWR, DHWR 2014: 2), wird zur stofflichen oder energetischen Nutzung verkauft. Stofflich wird Holz zum Beispiel zur Herstellung von Bauholz, Möbeln, Papier, Paletten und Holzwerkstoffen verwendet. Energetisch wird es als Brennholz genutzt. Dies geschieht entweder in Form von Scheiten, Hackschnitzeln, Briketts oder Pellets (vgl. MANTAU 2012).

Die Höhe des Ertrags, der sich beim Verkauf von Holz erzielen lässt, hängt stark von der Dimension und der Qualität des Holzes ab. Kriterien für eine gute Qualität unterscheiden sich je nach Verwendungszweck. Für Furnierholz (Möbel, Instrumente etc.) und Sägeholz (Möbel, Bauholz etc.) sind die Ansprüche am höchsten (vgl. STMELF 2015). Für Brennholz, zur Herstellung von Papier oder

Faserplatten sind die Qualitätsansprüche, damit auch die Wertschöpfungspotenziale, deutlich geringer (vgl. StMELF 2015, LWK Nds 2015).

## HOLZQUALITÄT

Kriterien für gute Holzqualität, die sich am lebenden Baum erkennen und gegebenenfalls beeinflussen lassen, sind die Geradheit des Stammes (Krümmung, Drehwuchs), die Astigkeit (Anzahl und Stärke der Äste), Fäule und Kernbildung (Zersetzung oder Verfärbung des Holzes), Abholzigkeit (Unterschied des oberen zum unteren Stammdurchmesser), Ovalität des Stammes und Insektenfraß (AMMER ET AL. 2004, BÖRNER ET AL. 2003, DFWR, DHWR 2014: 41ff.). Einige dieser Kriterien sollen den Schülern anhand des vorliegenden Konzeptes anschaulich gemacht werden.

Für besonders hochwertige und „interessante“ Furniere können zum Teil auch eigentlich qualitätsmindernde Merkmale zu Eigenschaften werden, die zu besonders hoher Wertschöpfung führen (zum Beispiel „Vogelaugenahorn“ oder „Katzenpfötchen-Furniere“).

## AUSGANGSSITUATION SCHULWÄLDER

Die Schulwälder sind kleine Waldflächen von 0,5 bis 2,5 ha Flächengröße. Sie wurden vor der Waldbegründung landwirtschaftlich genutzt oder lagen brach. Der Großteil der jeweiligen Fläche wurden von Schülern mit an den Standort angepassten Baumarten bepflanzt (HÜSING 2015a). Auf Teilflächen wird der natürliche Sameneintrag und damit die natürliche Sukzession und Waldentwicklung zugelassen. Der Schwerpunkt der gepflanzten Baumarten liegt bei der Traubeneiche und allgemein bei Laubbäumen. Die Eiche wurde gewählt, da sie schwer natürlich zu verjüngen ist (RÖHRIG ET AL. 2006: 108ff.), eine hohe Wertschöpfung erzielen kann (KOHLER ET AL. 2015: 4) und standortgemäß ist. Allgemein orientierte man sich bei der Baumartenwahl an der potentiell natürlichen Vegetation, indem nur heimische Arten berücksichtigt wurden (HÜSING 2015b). Zu den Eichen wurden eine oder mehrere Mischbaumarten (zum Beispiel Hainbuchen) flächig eingebracht und heimische Straucharten sowie zu Anschauungszwecken die *Bäume der Jahre* gepflanzt (HÜSING 2015b).

## DER BAUM UND SEINE UMWELT

In jungen Wäldern lässt sich die Entwicklung der Bäume und ihr Erscheinungsbild (Habitus), das für die Holzqualität maßgeblich ist, beobachten. Die Bäume können sich durch verschiedene Faktoren ihrer Umwelt ganz unterschiedlich entwickeln. Zu den Einflussfaktoren gehören abiotische Faktoren, vor allem Strahlung (Sonne), Wasser, Wind, Temperatur und Boden (und damit Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit), und biotische Faktoren, wie Schalenwild und Insekten, aber auch die Konkurrenz zwischen Bäumen und zu anderen Pflanzen (RÖHRIG ET AL. 2006: 53f.). Diese Faktoren nehmen direkt und indirekt Einfluss auf die oben erwähnten messbaren Kriterien der Holzqualität.

Es wird empfohlen, den Schülern diese grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen Wald, Holzproduktion, Holzverwendung und dem Baum als durch seine Umwelt beeinflusstes Individuum nahezubringen, um damit das Fundament für tiefergehendes aktives Lernen mit den Handzetteln im Schulwald zu legen.

## **ARBEIT MIT DEN HANDZETTELN**

Die Handzettel für den Unterricht in den Schulwäldern sollen Kriterien für unterschiedliche Holzqualität der gepflanzten Bäume anhand einfacher Vergleichsbilder und Messungen für die Schüler anschaulich machen

### **HANDZETTEL 1 UND 2**

Die Handzettel 1 und 2 können für Schüler aller Klassenstufen verwendet werden. Sie zeigen einfache Bilder zum Verstehen und Vergleichen der Bäume in ihrem Schulwald. Ereignisse, die die Qualität oder das Überleben der Bäume des Schulwaldes beeinträchtigen, sind aufgeführt.

### **HANDZETTEL 1**

Dieser Handzettel gilt für das Altersstadium der jungen Bäume bis zum Erreichen eines geschlossenen Waldes (Definition siehe Handzettel 2) und behandelt Ereignisse, die vor allem in den ersten Jahren zu Schäden (Qualitätseinbußen/Ausfall) an den Bäumen führen können. Derartige Schäden sollten den Schüler gezeigt werden, falls sie auftreten, ansonsten sind sie schwer zu vermitteln.

## **QUALITÄTSTYPEN JUNGER LAUBBÄUME**

Das Schaubild zeigt die Unterscheidung junger Laubbäume nach ihrer Wuchsform. Es werden 5 Qualitätstypen unterschieden: 1 ist hierbei die höchste Qualität und 5 die geringste. Die Schüler sollen zunächst mit dem Lehrer und später in Kleingruppen oder einzeln die in ihrem Schulwald gepflanzten Bäume in die Qualitätstypen einordnen. Diese Übung soll den Schülern aufzeigen, welche Wuchsformen im jungen Alter angestrebt werden, um später qualitativ hochwertiges Holz zu erzeugen.

Mögliche Ausweitung: Einordnung aller Bäume im Schulwald und Berechnung (Häufigkeitsverteilung) der einzelnen Qualitätstypen.

## **NATÜRLICH EINGETRAGENE BÄUME (NATURVERJÜNGUNG)**

In nahezu jeden gepflanzten Wald kommen auf natürliche Weise zusätzlich Bäume, Sträucher und Begleitvegetation (vor allem Kräuter, Gräser). Dies ist der normale Verlauf der Sukzession, durch die auch jedes andere Brachland früher oder später verbuscht oder zu Wald wird (SPEKTRUM 2001b). Die jungen Bäume, beziehungsweise die Samen, können dabei auf unterschiedliche Weise eingetragen werden: durch Wind, Wasser, Tiere (über Fell und Kot) oder Herabfallen von umliegenden Büschen und Bäumen (SPEKTRUM 1999). Nahe Bäume und Büsche bilden oft auch Wurzelbrut, wissenschaftlich vegetative Fortpflanzung genannt (SPEKTRUM 2001a).

In dieser Übung geht es lediglich darum, den Schülern zu zeigen, wie sich Bäume auf natürliche Weise vermehren. Zudem sollten gemeinsam junge Bäume begutachtet und bestimmt werden, wenn der Lehrer über entsprechende Kenntnisse verfügt.

## FRASS VON WILD- UND WEIDETIEREN (VERBISS)

Wild- und Weidetiere fressen häufig junge Triebe und Knospen von Bäumen, da diese für sie schmackhaft sind (als Verbiss bezeichnet). Bei jungen Bäumen können dadurch schnell Qualitätseinbußen entstehen, weil sie sich durch den Verbiss stärker verzweigen oder sogar absterben. Absterben können die Bäume, da sie keine Blätter mehr für Photosynthese und damit für die Zuckererzeugung zur Verfügung haben oder die verbissene Stelle als Eintrittspforte für Pilze und Bakterien dient (vgl. REIMOSER 1998).

Die Übung soll den Konflikt zwischen Baum als Nahrungsquelle für Tiere und als Wirtschaftsobjekt aufzeigen. Der Lehrer soll sich mit den Schülern außerdem einen Überblick verschaffen, ob im Schulwald Verbiss stattgefunden hat und wenn ja, in welchem Ausmaß.

## SPÄTFROST

Spätfrost tritt im April/Mai ein, wenn die Bäume schon ausgetrieben haben, die frischen Triebe allerdings durch im Frühjahr auftretenden Frost absterben, da sie noch zu empfindlich sind, um extreme Temperaturen auszuhalten. Dies führt zu einem nicht erwünschten stärkeren Verzweigen der Bäume (LWF 2015).

## TROCKNIS

Trocknis tritt in Perioden mit zu geringen Niederschlägen auf, in Deutschland meist nur, wenn es in den Sommer- oder Frühsommermonaten kaum regnet. Durch anhaltenden Wassermangel können die Bäume ihre Stoffwechselprozesse nicht mehr richtig ausführen und sterben nach und nach ab. Durch Bewässerung in Hitzeperioden kann dies verhindert werden. Dies ist auch nur in den ersten Jahren nach der Pflanzung notwendig, da die Bäume anschließend ein großes Wurzelsystem ausgebildet haben, das in der Regel ausreicht, um sie ausreichend mit Wasser zu versorgen.

## HANDZETTEL 2

Dieser Handzettel gilt für das Altersstadium der jungen Bäume ab dem Erreichen eines geschlossenen Waldes, der dann gegeben ist, wenn sich die Baumkronen berühren. Dies ist ab einer Baumhöhe von ungefähr 5 Metern beziehungsweise bei der Eiche ab einem Alter von 15 Jahren zu erwarten.

## STÄRKE DER BÄUME IM KAMPF UM LICHT, WASSER UND NÄHRSTOFFE (KONKURRENZKRAFT)

Bäume in einem Wald stehen untereinander in Konkurrenz um Licht, Wasser und Nährstoffe. Das Schaubild zeigt stilisiert Bäume unterschiedlicher Stärke im Konkurrenzkampf (Kraft'sche Klassen genannt): Baumklasse 1 sind dabei die Stärksten und 5 die Schwächsten. Wie auf dem Handzettel beschrieben, sollen die Schüler einzelne Bäume diesen Klassen zuordnen und ein Verständnis für natürliche Konkurrenz entwickeln.

## INSEKTENFRASS

Es gibt viele verschiedene Insekten, die sich von Bäumen ernähren und oft sogar auf einzelne Baumarten spezialisiert sind. Käfer, Motten und Schmetterlinge fressen an Blättern. Borken- und andere Käfer bilden Fraßgänge unter und an der Rinde und im Holz. Außerdem gibt es Insekten, die Wurzeln oder Früchte befallen. Das Spektrum ist extrem breit und Fraß durch Insekten kann in jedem Altersstadium eines Baumes stattfinden (vgl. NOVÁK ET AL. 1992). In der Regel schaden die Insekten dem Baum nicht so stark, dass er abstirbt oder es zu Qualitätseinbußen am Holz kommt. Bei Massenvermehrungen einer Insektenart durch günstige Wetterbedingungen kann es zu dennoch zu solchen Schäden kommen (KAULFUSS 2012).

## FRASS VON WILD- UND WEIDETIEREN (VERBISS)

Wenn die Bäume größer geworden und die frischen Knospen und Triebe für die Wild- und Weidetiere nicht mehr erreichbar sind und sonstige Nahrung wie Gras oder Blätter nicht mehr ausreicht, wie es im Winter häufig der Fall ist, beginnen sie am Stamm der Bäume und an den Ästen die Rinde abzuziehen und zu fressen (Schälen, vgl. REIMOSER 1998). Dies kann bis zum Absterben eines Baumes führen, da die leitende Bastschicht (Phloem) unterbrochen wird. Stirbt der Baum nicht, vernarbt er und bekommt einen unregelmäßigen Holzaufbau.

## HANDZETTEL 3 UND 4

Die Handzettel 3 und 4 geben Anleitung zum Messen von Baumhöhen und Stamm- und Ast-durchmessern, die Anhaltspunkte für die spätere Holzqualität und -dimension der Bäume geben.

Sie sind hauptsächlich für Schüler höherer Klassenstufen entworfen worden. Die einfacheren Messungen können jedoch auch von jüngeren Schülern durchgeführt werden.

Der Handzettel 3 gilt (wie der Handzettel 1) bis zum Erreichen eines geschlossenen Waldes und der Handzettel 4 ab diesem Zeitraum (wie Handzettel 2). Eine Ausnahme bilden jedoch die Anleitungen zu natürlich eingetragenen Bäumen, da man diese zeitlich nicht fest einordnen kann (siehe unten).

Grundsätzlich sind alle Messanleitungen auf den beiden Handzetteln gegeben. In Klammern wird erläutert, auf welchem Bild etwas zu sehen ist. Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, muss den Schülern das genaue Messprinzip klar gemacht werden und gezeigt werden, dass kleine Änderungen (zum Beispiel Schiefhalten der Schieblehre oder des Zollstockes) zu großen Abweichungen führen können. Da es viel Zeit benötigen würde, alle Bäume zu messen, wird vereinfachend immer der höchste Baum pro Pflanzgruppe ausgewählt. Falls zwei Bäume gleich hoch sind, ist der dickere zu messen. Diese systematische Auswahl ist zu rechtfertigen, da die Höhe einen direkten Rückschluss auf die Konkurrenzstärke eines Baumes erlaubt. Ein Baum im Wald „investiert“ immer zuerst in sein Höhenwachstum (um mehr Licht zu bekommen) und dann in das Durchmesserwachstum (vgl. MAGNUSSEN 1983). Der höchste Baum je Pflanzgruppe wird sich also langfristig vermutlich gegenüber den anderen durchsetzen. Wenn bereits Bäume der Pflanzgruppe abgestorben sind, werden diese nicht berücksichtigt. Es werden nur lebende Bäume gemessen.

Es wird generell empfohlen, zu runden, da die Messungen nicht exakt durchgeführt werden können. Dies zeigt sich, wenn eine Messung mehrfach durchgeführt wird. Zum Beispiel ist es im Jungwuchs zweckmäßig, bei der Höhenmessung auf halbe Zentimeter und bei den Durchmessermessungen auf ganze Millimeter zu runden.

Die Ergebnisse der Messungen lassen sich digitalisieren und (statistisch) auswerten. Dies könnte übergreifend in den Schulfächern Biologie und Mathematik oder Informatik erfolgen.

Je einheitlicher die Daten in den einzelnen Schulwäldern gesammelt werden, desto besser sind diese später untereinander vergleichbar. Die Messungen sollten am Anfang oder am Ende der Vegetationsperiode durchgeführt werden, d. h. im Februar/März oder Ende September/Anfang Oktober. Nur so sind die Daten verschiedener Jahre gut vergleichbar, da die Bäume dann das komplette Wachstum eines Jahres abgeschlossen, beziehungsweise noch nicht begonnen haben (AMMER ET AL. 2004: 90).

## AUSWERTUNG DER DATEN

Die aus den Messungen gewonnenen Daten lassen sich statistisch auswerten. Im Beispiel (Tab. 1) werden zwei Flächen verglichen. Dazu wurden die Mittelwerte (arithmetisches Mittel), Standardabweichungen, Variationskoeffizienten und die Extreme der drei am Baum gemessenen Werte, Höhe, Stamm- und Astdurchmesser, bestimmt. Dies lässt sich mithilfe von Standardprogrammen wie *Microsoft Excel* leicht umsetzen. Auf Grundlage der berechneten Verteilungsmaße können Vergleiche gezogen werden. Es wurden im Beispiel nur die gepflanzten Traubeneichen gemessen, da es ansonsten zu einer Verzerrung der Statistik gekommen wäre. Grund hierfür ist, dass auf Gut Herbigshagen (bei Duderstadt) Hainbuchen als Mischbaumart eingebracht wurden, in Langenholtsen (bei Northeim) jedoch nicht.

Tab. 1. Auswertung der beispielhaften Messungen auf zwei Schulwaldflächen

Fläche	Höhe höchster Baum je Pflanzgruppe in cm (gerundet auf 0,5 cm)			Stammdurchmesser in mm (gerundet auf 1 mm)			Durchmesser stärkster Ast in mm (gerundet auf 1 mm)		
	Arithmetisches Mittel (Extreme)	Standardabweichung	Variationskoeffizient	Arithmetisches Mittel (Extreme)	Standardabweichung	Variationskoeffizient	Arithmetisches Mittel (Extreme)	Standardabweichung	Variationskoeffizient
Langenholtensen (n = 56)	90,5 (67 - 125)	± 12,28	0,14	11,5 (7 - 21)	± 2,50	0,22	3 (1 - 6)	± 1,12	0,37
Gut Herbigshagen (n = 131)	93 (72,5 - 153,5)	± 12,28	0,13	12,5 (7 - 24)	± 3,12	0,25	4 (2 - 7)	± 1,22	0,30

n = Anzahl der gemessenen Bäume/Pflanzgruppen

Auf der Schulwaldfläche auf Gut Herbigshagen sind die Eichen im Mittel 2,5 cm höher als die in Langenholtensen (Tab. 1). Auch die Durchmesser der Stämme und der stärksten Äste sind auf Gut Herbigshagen durchschnittlich um 1 mm größer. Die Abweichung der Einzelwerte vom Mittelwert, wie sich aus den kaum unterschiedlichen Standardabweichungen und Variationskoeffizienten ablesen lässt, ist in allen drei Fällen ähnlich.

Die Fläche auf Gut Herbigshagen wurde im Herbst 2013 bepflanzt, die in Langenholtensen ein Jahr später im Herbst 2014. Die beiden Flächen besitzen unterschiedliche Bodentypen, so findet man in Langenholtensen eine Rendzina auf Muschelkalk (geringe Wasserspeicherung) und auf Gut Herbigshagen eine Braunerde aus Sandstein, Löss und Lehm (bessere Wasserspeicherung). In Langenholtensen sind durch Trockenheit im Frühsommer 2015 viele der Traubeneichen abgestorben, auch die überlebenden Bäume wurden dadurch in ihrem Wachstum beeinflusst.

Anhand der Messwerte und den weiteren Informationen (v. a. zum Standort) lässt sich in diesem Beispiel nicht genau feststellen, warum die Bäume auf Gut Herbigshagen im Durchschnitt höher und dicker sind und stärkere Äste besitzen. Es gibt dafür mehrere Erklärungen. Die Fläche ist ein Jahr älter, somit hatten die Pflanzen eine Vegetationsperiode mehr, um zu wachsen, der Standort unterscheidet sich in der Durchwurzelungstiefe und der Nährstoff- und Wasserversorgung und es gibt Unterschiede in der Anzahl der Pflanzen und ihrer Verteilung auf der Fläche.

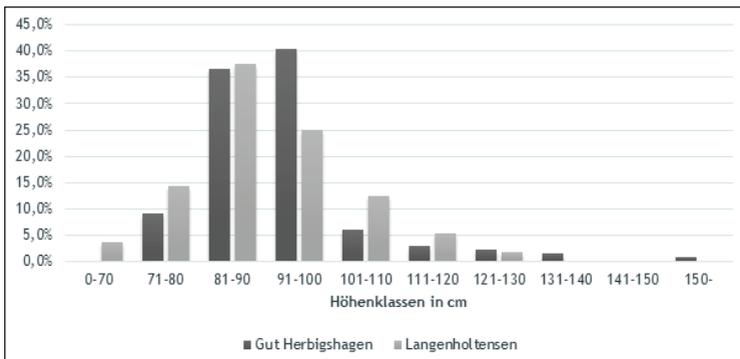


Abb. 1: Relative Häufigkeit der Höhenklassen auf den Schulwaldflächen in Langenholtensen und auf Gut Herbigshagen

Es lassen sich auch Häufigkeitsverteilungen der gemessenen Parameter erstellen. Im Beispiel (Abb. 1, siehe oben) wurde dies für die Baumhöhen der Eichen getan. Hierzu müssen die Daten erst in sinnvollen Abständen klassiert und die absolute Häufigkeit je Klasse bestimmt werden. Aus der absoluten Häufigkeit je Klassen und dem Stichprobenumfang bestimmt man anschließend die relative Häufigkeit je Klasse. Nur relative Häufigkeiten sind zum Vergleich von Flächen mit unterschiedlicher Anzahl an Pflanzgruppen geeignet.

Wie in Abb. 1 zu sehen, sind die Höhenklassen 81-90 cm und 91-100 cm auf beiden verglichenen Flächen am häufigsten. Dabei konzentriert sich die Verteilung auf Gut Herbigshagen mit knapp 80% aller Eichen vor allem auf diese beiden Klassen, in Langenholtensen fallen nur gut 60% in diese beiden Klassen, d. h. die Verteilung streut hier mehr. Es lässt sich also sagen, dass die Höhen der Eichen in Langenholtensen sich stärker unterscheiden als die auf Gut Herbigshagen. Daraus könnte zum Beispiel auf stärkeren Konkurrenzdruck auf Gut Herbigshagen, durch die hier engere Pflanzung, geschlossen werden.

Es ist auch möglich, Verbindungen zwischen den Messungen der Klimastation des Schulwaldes und den jährlichen Zuwächsen, d. h. den Unterschieden der Durchmesser und Höhen am Anfang und am Ende des Jahres, herzustellen. Hier kann beispielhaft genannt werden: „Durch die starke Hitze und den geringen Niederschlag in den Monaten Mai bis August stagnierte das Baumwachstum in diesem Zeitraum. Dies zeigte sich in der nur extrem geringen Zunahme der Stammdurchmesser und der Baumhöhen.“

## NATÜRLICH EINGETRAGENE BÄUME (NATURVERJÜNGUNG)

Dieser Teilbereich auf den Handzetteln 3 und 4 lässt sich zeitlich nicht genau einordnen, da unklar ist, ob und wann Bäume und Sträucher natürlich in den betreffenden Schulwald eingetragen werden. Bis die eingetragenen Bäume eine ähnliche Höhe wie die gepflanzten erreicht haben, ist die Bestimmung der Anzahl ausreichend. Bei zumindest gleich hohen Pflanzen aus Naturverjüngung und Pflanzung ist eine Höhenmessung sinnvoll. Denn wenn die natürlich eingetragenen Bäume genauso groß oder größer als die gepflanzten Bäume sind, ist es wahrscheinlich, dass sie konkurrenzstark genug sind, um das spätere Waldbild maßgeblich mitzubestimmen.

Der Rahmen für ein Aufnahmequadrat (1 m<sup>2</sup>) lässt sich leicht mithilfe zweier Zollstöcke (2 m), die in der Mitte im rechten Winkel geknickt werden, erstellen (siehe rechts).



Abb. 2: Aufnahmequadrat  
Foto: O. GRÖNE

## HINWEISE ZU DEN WERKZEUGEN

Bei der Wahl der Messwerkzeuge wurde darauf geachtet, dass diese relativ preisgünstig zu erwerben sind. Schieblehre, Zollstock und Maßband finden sich im Baumarkt. Zur Durchmessermessung lassen sich auch Maßbänder für den Nähbedarf verwenden. Die Kluppe wurde der Vollständigkeit halber mit aufgenommen. Sie ist das Standardwerkzeug eines Försters zur Ermittlung des Stammdurchmessers. Eine Kluppe ist allerdings deutlich teurer als ein Maßband und lässt sich in Geschäften für Forstbedarf beziehen.

## WEITERE MÖGLICHKEITEN

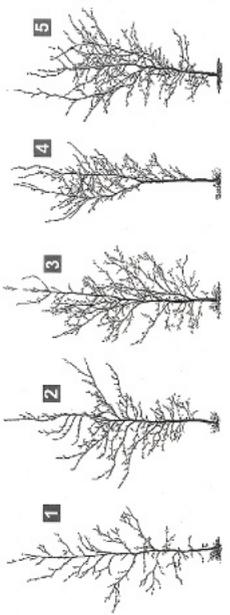
Es ist möglich, die Messungen beliebig auf eine größere Anzahl von Bäumen auszuweiten. In diesem Fall sind bei der Auswahl aber immer statistische Grundsätze zu beachten, um keine Verzerrung der Gesamtheit durch Stichprobenergebnisse zu erhalten. Die Frequenz der Messungen können, je nach verfügbarer Zeit, variiert werden. Zusätzlich können auch weitere Baumarten bestimmt werden und auf diese näher eingegangen werden. Mithilfe der Handzettel können auch Facharbeiten oder andere Projekte entwickelt werden.

## AUTOR

Ole-Elias Gröne, Am Fuchsberg 20, 37077 Göttingen,  
ole.groene@naturbeobachtung.de

**HANDZETTEL IN ZUM AUSDRUCKEN UND VERWENDEN UNTER:**  
<http://www.naturbeobachtung.de/publikationen/nabei/nabei2000>

**Handzettel 1: Jungwuchs (Alterstadium von der Pflanzung bis zum geschlossenen Wald)**  
**Natürlich eingetragene Bäume (Naturverjüngung)**  
 kommen auf natürliche Weise in den Wald durch Wind, Wasser, Tiere oder Herabfallen von angrenzenden Bäumen.



1 = Feinast-Typ 2 = Grobäst-Typ 3 = Stielast-Typ 4 = Zwiesel-Typ 5 = Busch-Typ  
 Quelle: DB F, Göttsman L, Barisch N. 2003. Qualität von Buchenaltwäldern auf Weidenflächen. AFZ-DerWald. 52(03): 265

**Fraß von Wild- und Weidtieren (Verbiss)**

Rehe, Hirsche, Hasen, Kaninchen und Mäuse aber auch Nutztiere wie Kühe, Pferde, Schafe oder Ziegen fressen frische Zweige, Knospen und Blätter der Bäume.



Quelle: Reimoser F., Reimoser S., Ullrich R. 1989. Richtiges Erkennen von Weilschäden am Wald. Wein, 51

Verbiss an Bergahorn



Quelle: Ökologische Landeskonsult für Wald und Forstwirtschaft (1993) 2010. Naturverjüngung – Potential für die Zukunft. Forstliche Lehr-Handreichung, Nr. 2: 2

Laubbaum-Keimlinge

**Trocknis**

tritt in den Sommermonaten bei geringen Niederschlägen und Luftfeuchte auf.



© Grottel, Otho-Ellis

Trocknis an Traubeneiche



Quelle: Ökologische Landeskonsult für Wald und Forstwirtschaft (1993) 2010. Naturverjüngung – Potential für die Zukunft. Forstliche Lehr-Handreichung, Nr. 2: 2

Nadelbaum-Keimlinge

**Spätfrost**

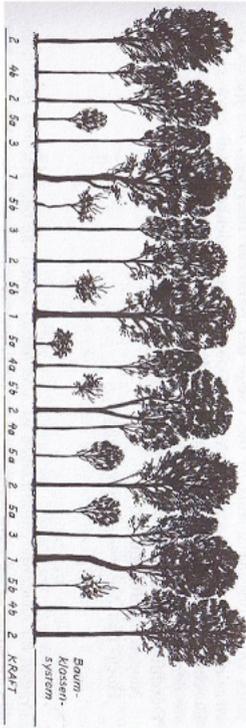
tritt im April/Mai ein, wenn Bäume schon ausgetrieben haben und die frischen Triebe durch Frost absterben.



Quelle: zur Verfügung gestellt von Barisch, Dr. Michael

Spätfrost an Buche

## Handzettel 2: Junger Bestand (Alterstadium ab dem geschlossenen Wald, Kronen berühren sich) Stärke der Bäume im Kampf um Licht, Wasser und Nährstoffe (Konkurrenzkraft)



Quelle: verändert nach: Burckler F., Huss J., 1997: Grundris des Waldbaus, Bonn, 347

### Insektenfresser

Insekten fressen Blätter und unter/ an der Rinde von Bäumen



Quelle: <http://www.foxpix.com/stock-photo/142081188.html>  
grün am Käsebildet\_Land\_74489001.html (08.05.13)

### Fraß des Markkäfers

**Fraß von Wild- und Weidetieren (Schälten)**  
Rehe, Hirsche, Hasen, Kaninchen und Mäuse aber auch Nutztiere wie Kühe, Pferde, Schafe oder Ziegen fressen an Bäumen. Sie fressen nicht nur frische Zweige und Blätter der jungen Bäumchen, sondern auch die Rinde der älteren Bäume. Dies machen sie besonders im Winter, da dann anderes Futter knapp ist.



Quelle: <http://www.foxpix.com/stock-photo/142081188.html>  
04-Hirsch-Schälchen1592718714206.jpg (16.04.15)

### Schälten des Rotwildes

Bäume ernähren sich von Licht, Wasser und Nährstoffen aus dem Boden.  
In einem Wald stehen die Bäume sehr dicht beieinander, deshalb müssen sie mit ihren Nachbarn um Nahrung (Ressourcen) kämpfen. Dieser Kampf wird Konkurrenz genannt.  
Der Baum selbst und seine Umgebung können unterschiedlich beschaffen sein. Dadurch kann ein Baum in diesem Wettkampf stark oder schwach sein. Ein starker Baum wird dabei aber nicht ohne weiteres zum schwachen oder umgekehrt.

Die Zahlen unter den Bäumen (links) drücken ihre Stärke im Kampf aus. 1 sind dabei die Stärksten und 5 die Schwächsten. Ordnet einzelne Bäume den Stärken zu.



Quelle: <http://www.foxpix.com/stock-photo/142081188.html>  
04-Hirsch-Schälchen1592718714206.jpg (16.04.15)

### Fraßspuren von Hase oder Kaninchen



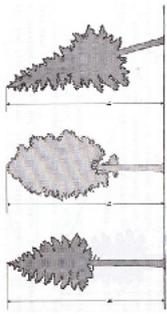
© Corbis, Deutscher Fachschriften-Verlag

### Fraßspuren des Damhirsches

### Handzettel 3: Jungwuchs (Altersstadium vom Pflanzen bis zum geschlossenen Wald)

#### Was ist die Höhe?

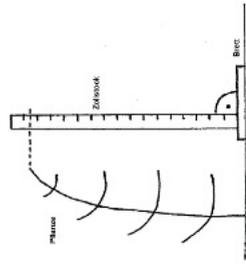
Die Höhe eines Baumes ist der lotrechte Abstand der Baumspitze zum Boden (un-  
ten).



Quelle: Göttsche H., Siller A., 1985: Lehrsätze für Denkmaler und Denkmalrestauratoren, 1. Aufl., 13

#### Höhe messen

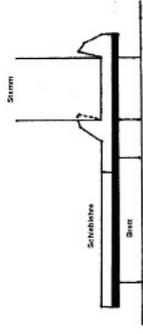
Die Höhe kleiner Bäume wird mit einem Zollstock bestimmt. Legt ein wenige Zentimeter dickes Brett auf den Boden neben den Stamm. Das gleiche Bodenuntenheiten aus. Von diesem Brett aus misst ihr, wie weit die oberste Spitze des Baumes vom Brett entfernt ist (unten, Handzettel 4). Dabei muss der Zollstock genau gerade nach oben stehen, also im rechten Winkel zum Boden sein. Wichtig ist, dass ihr den Baum nicht biegt. Messt jeweils den höchsten Baum jeder Pflanzgruppe. Notiert die Höhe.



© Göttsche, 2016-2018

#### Stammdurchmesser messen

Der Durchmesser des Stammes kleiner Bäume wird mit einer Schiebellehre (unten mitte) gemessen. Das macht ihr kurz über dem Boden. Legt ein dünnes Brett auf den Boden neben den Stamm. Auf das Brett legt ihr die Schiebellehre (mitte) im rechten Winkel zum Stamm. Lest nun den Durchmesser ab und notiert ihn. Messt immer den höchsten Baum jeder Pflanzgruppe.

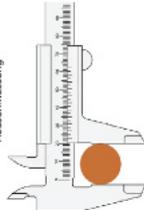


© Göttsche, 2016-2018

#### Astdurchmesser messen

Durchmesser von Ästen werden auch mit einer Schiebellehre gemessen. Messt jeweils den dicksten Ast des höchsten Baumes jeder Pflanzgruppe und notiert den Durchmesser. Da der Ast am Anfang dicker ist, messt ihn einen Zentimeter von Stamm entfernt.

#### Ausmessung



Quelle: <http://www.schiebellehre.de/ast-durchmesser-messung/>,  
images/messungsbildschirm.jpg (10.04.15)

#### Natürlich eingetragene Bäume (Naturverjüngung)

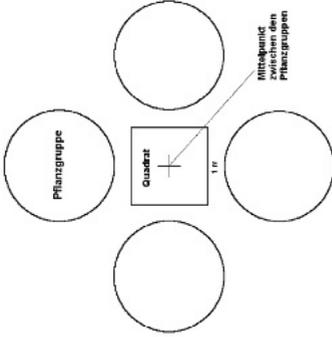
In euren Wald kommen auf natürliche Weise weitere Bäume zu denen, die ihr gepflanzt habt hinzu.

Wind, Wasser oder Tiere bringen ihre Samen hierher oder sie fallen von angrenzenden Bäumen herab.

Geht jeweils in die Mitte zwischen den Pflanzgruppen oder auf die extra freigelassenen Randflächen.

Messt hier ein Quadrat von einem Meter mal einem Meter aus (links). Steck dieses

mit Stöckern und Bindfäden ab oder nehmt einen Rahmen. Nun zählt ihr in diesem



© Göttsche, 2016-2018

Quadrat die kleinen Bäume, die nicht von euch gepflanzt wurden. Ihr könnt auch zwischen Nadel- und Laubbäumen unterscheiden (unten).



Quelle: Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hess), 2015, Naturverjüngung – Potential für die Zukunft, Bericht im LWF-Merkblatt Nr. 22, 2

#### Laubbaum-Keimlinge

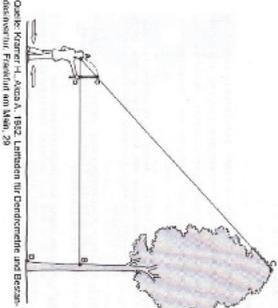


#### Nadelbaum-Keimlinge

## Handzettel 4: Junger Bestand (Alterstadium ab dem geschlossenen Wald, Kronen berühren sich)

### Höhe messen

Die Höhe von Bäumen, die man nicht mehr mit dem Zollstock messen kann, kann mithilfe eines Stockes relativ gut geschätzt werden. Dazu benötigt ihr einen Stock, der so lang ist, wie euer ausgestreckter Arm. Haltet den Stock am ausgestreckten Arm mit der Faust auf Augenhöhe. Peilt nun über eure Faust einen Punkt auf eurer Augenhöhe am Baum an. Nun bewegt ihr euch solange nach vorne oder hinten bis ihr über die Stockspitze genau die Baumspitze anpeilt. Euer Abstand zu Baum plus eure Augenhöhe ergibt die Höhe des Baumes. Beides könnt ihr mit einem Maßband oder Zollstock messen.



### Stammdurchmesser messen

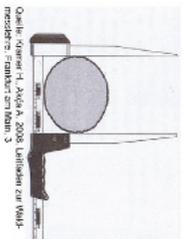
Sobald sich euer Schulwald geschlossen hat, misst ihr den Stammdurchmesser nicht mehr über dem Boden. Jetzt wird in 1,3 m Höhe (Brusthöhe genannt) gemessen. Er kann dann meistens nicht mehr mit einer Schiebeline gemessen werden. Stattdessen nehmt ihr ein Maßband. Dies legt ihr um den Baum und bestimmt damit seinen Umfang. Wenn der Baum an dieser Stelle Äste oder Unebenheiten besitzt, müsst ihr das Maßband etwas nach oben oder unten verschieben. Aus dem Umfang könnt ihr mithilfe der Kreisformel den Durchmesser errechnen.

### Berechnung:

$$\text{Durchmesser} = d = U/\pi$$

$$U = \text{gemessener Umfang}$$

Wenn ihr habt, könnt ihr auch eine sogenannte Kluppe nehmen. Die ist eigentlich nur eine größere Schiebeline. Wendet keine Gewalt beim Kluppezusammenschieben auf. Eure Messungen werden dann ungenau, weil sich die Kluppe, „verkatet“. Auch mit der Kluppe wird wieder im rechten Winkel zum Stamm gemessen.



### Astdurchmesser messen

Die Astdurchmesser größerer Bäume könnt ihr genau wie die kleinerer messen. Dies wird mit einer Schiebeline gemacht. Macht alles genau so wie es auf Handzettel 3 erklärt ist.

### Höhe der natürlich eingetragenen Bäume messen



Ihr könnt die natürlich eingetragenen Bäume nicht nur zählen (Handzettel 3), sondern auch die Höhen mit denen der gepflanzten Bäumen vergleichen.

Wenn die Bäume noch klein sind, könnt ihr die Höhe wie auf Handzettel 3 beschreiben mit einem Zollstock messen (links). Wenn die Bäume schon größer sind als ihr selbst, müsst ihr die auf diesem Zettel verwendete Methode anwenden.

### Was ist ein geschlossener Wald?

Ein Wald ist „geschlossen“, wenn sich die Kronen der Bäume berühren. Dies ist meist ab einer Pflanzhöhe von ungefähr 5 Metern geschehen. Bei Eichen dauert das ungefähr 15 Jahre.

Wenn euer Wald sich geschlossen hat, müsst ihr zum Vermessen eurer Bäume, wie auf diesem Handzettel beschrieben, vorgehen.



Geschlossenes Kronendach

**LITERATUR:**

- AMMER C., BRANG P., KNOKE T., WAGNER S. (2004). Methoden zur Waldbaulichen Untersuchung von Jungwüchsen. *Forstarchiv* 75, 83-110
- BAYRISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (LWF) (HRSG.) (2015). Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt Nr. 31
- BAYRISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (STMELF) (HRSG.) (2015). Holzsortimente – Ordnung ins Holz bringen. <http://www.waldbesitzer-portal.bayern.de/054770/index.php>
- BÖRNER M., GUERICKE M., LEDER B., NUTTO L., STÄHR F., WEINREICH A. (2003). Erhebung qualitäts-relevanter Parameter am Einzelbaum – Aufnahme-standards für junge bis mittelalte Laub-hölzer als Grundlage für wissenschaftliche Untersuchungen. *Forstarchiv* 74, 275-282
- DEUTSCHER FORSTWIRTSCHAFTSRAT E.V. (DFWR) (HRSG.), DEUTSCHER HOLZWIRTSCHAFTSRAT E.V. (DHWR) (HRSG.) (2014). Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland. Berlin
- HÜSING, F. (2015a). Persönliches Gespräch bei der Besichtigung der Schulwaldflächen in Langenholtensen und auf Gut Herbigshagen mit Herrn Franz Hüsing, Direktor der Stiftung Zukunft Wald am 11.06.2015
- HÜSING, F. (2015b). Persönliches Gespräch und Besichtigung einzelner Schulwaldflächen mit Herrn Franz Hüsing, Direktor der Stiftung Zukunft Wald am 16.04.2015 in Braunschweig
- KAULFUSS, S. (2012). Überwachung und Prognose von Schadinsekten. [http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/fva\\_schadinsekten\\_is2/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/fva_schadinsekten_is2/index_DE)
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (LWK NDS) (2015). Aktuelle Holzpreise im Privatwald Niedersachsen – August 2015. <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/4/nav/0/article/15277.html>
- MAGNUSSEN S. (1983). Wirkungen von Licht, Wasser und Nährstoffen auf junge Küstentannen. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 154, 10-20
- MANTAU, U. (2012). Holzrohstoffbilanz in Deutschland, Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung von 1987 bis 2015, Hamburg. [http://www.dhwr.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/00\\_Holzrohstoffbilanz-2012.pdf](http://www.dhwr.de/fileadmin/user_upload/downloads/00_Holzrohstoffbilanz-2012.pdf)
- NOVÁK V., HROZINKA F., BOHUMIL S. (1992). Atlas schädlicher Forstinsekten, übersetzt von Rack K.. Stuttgart
- REIMOSER F., REIMOSER S. (1998). Richtiges Erkennen von Wildschäden am Wald. Wien
- RÖHRIG E., BARTSCH N., VON LÜPKE B. (2006). Waldbau auf ökologischer Grundlage. 7. Auflage. Stuttgart
- SPEKTRUM AKADEMISCHER VERLAG (HRSG.) (2001a). Kompaktlexikon der Biologie, Fortpflanzung, Heidelberg. <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/fortpflanzung/4340>
- SPEKTRUM AKADEMISCHER VERLAG (HRSG.) (2001b). Kompaktlexikon der Biologie, Sukzession, Heidelberg. <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/sukzession/11458>
- SPEKTRUM AKADEMISCHER VERLAG (HRSG.) (1999). Lexikon der Biologie, Samenausbreitung. Heidelberg. <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/samenausbreitung/58321>
- SPRINGER FACHMEDIEN WIESBADEN (HRSG.), EGGERT WINTER (HRSG.) (2015). Gabler Wirtschaftslexikon, Forstwirtschaft. Wiesbaden. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/8561/forstwirtschaft-v9.html>