

Quelle: wissenwiki.de

## Ablauf

### 1. Begrüßung am Waldrand (kurz)

#### Behauptung/These:

„Unsere Konsumgesellschaft braucht den Wald mehr als je zuvor!“

Die Schüler stellen erste Vermutungen auf, sollten Zusammenhang zwischen Wald, Klima und Mensch formulieren.

#### Leitfrage:

Worin besteht der Zusammenhang zwischen Wald, Klima und Konsumgesellschaft?

→ Unser Wald als CO<sub>2</sub> Senke

### 2. Aufsuchen und beschreiben des zu untersuchenden Beispielwaldbestandes (ca. 10 Minuten):

Die Schüler schauen sich vor Ort um und berichten, welche Hauptbaumarten sie erkannt haben. Die Schüler geben Schätzungen zu Baumalter, -höhe und -durchmesser ab. Evtl. können sie auch erkennen, ob der Wald gepflanzt wurde oder natürlich nachgewachsen ist.

### 3. Bildung von Expertengruppen

1-7 Gruppen (je nach Klassenstärke) = CO<sub>2</sub>-Emittenten:

Auto, Käse, Rindfleisch, Kartoffeln, Jeans, Heiße Dusche, Föhn

Der Auftrag:

- Vermessung der Stichprobenfläche ca. 0,1 ha (32m \* 32m)
- Ermittlung der Anzahl der relevanten Bäume nach Baumarten
- Vermessung der bereits markierten Bäume (Höhe und Durchmesser in Brusthöhe) sowie Volumenermittlung → Berechnungen siehe Arbeitsblatt
- Früchte und Blätter der Bäume des zu bearbeitenden Waldbestandes sammeln
- Einbeziehen von Totholz oder Stammholz: Vermessung eines gefällten Baumes (Länge und Mittendurchmesser) und Volumenermittlung und Zählen der Jahresringe zur Altersermittlung und betrachten diese in Hinblick auf das Baumwachstum

### 4. Auswertung:

Die Schüler präsentieren ihre Ergebnisse, möglichst an ihrem Arbeitsort

Sie haben die absorbierte CO<sub>2</sub> - Menge dieses untersuchten Waldbestandes bestimmt.

Sie berechnen und vergleichen diese absorbierte CO<sub>2</sub> - Menge mit den CO<sub>2</sub>- Mengen ihres Emittenten (Auto, Käse ...).

Die Schüler ziehen Rückschlüsse und Überlegungen zur Eingangsthese auf.

Der Wald speichert über viele Jahre CO<sub>2</sub> in unterschiedlicher Form: Holz; Blätter/Früchte bzw. Humus.

Die Schüler erklären anhand einer Baumscheibe den Zuwachs durch CO<sub>2</sub>- Absorption zu erkennen in Form der Jahresringe eines Baumes

*Beachte: Die Ausprägung der Jahresringe hängt von sehr vielen verschiedenen Faktoren ab und nicht allein von Witterung und CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre!*

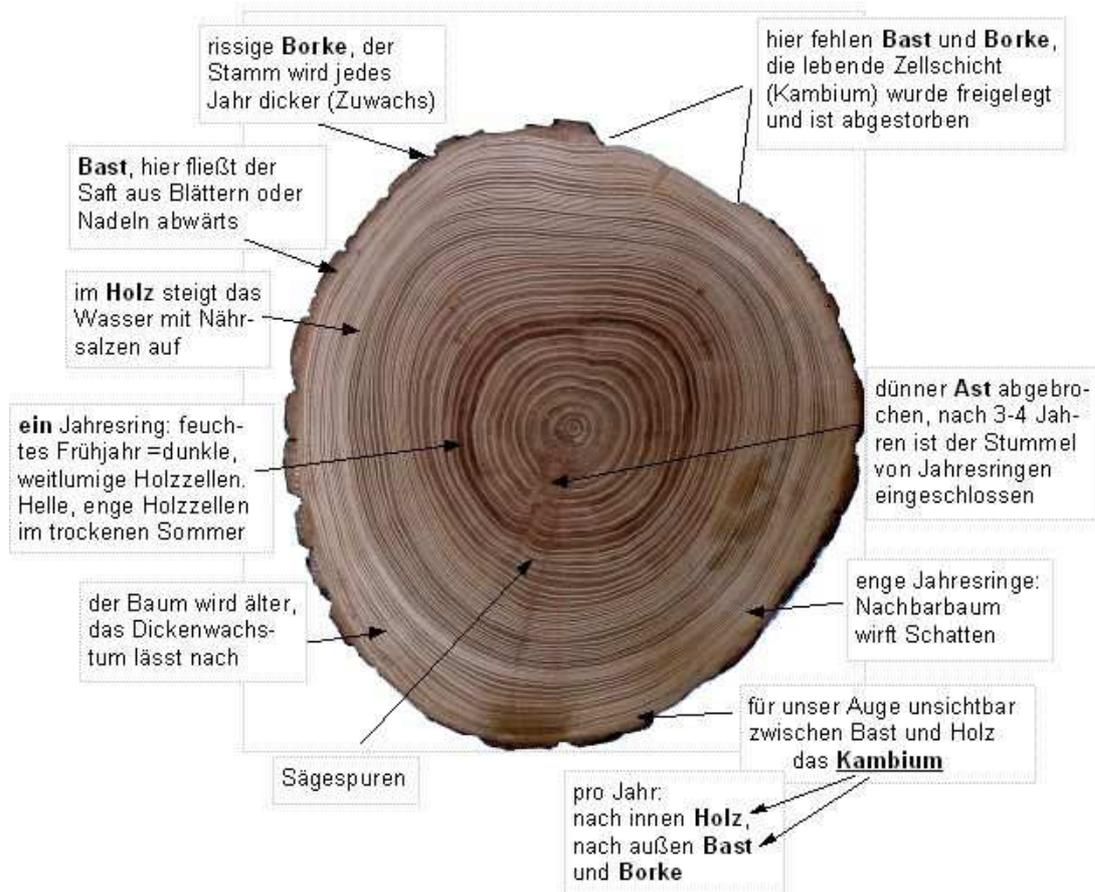


Abbildung 1: ods.dokom.net

**Hinweis/ Querbezug:** Wald als Energiespeicher/Holz als Baumaterial, d.h. langfristige CO<sub>2</sub> Bindung auch im Boden (kurzfristiger Speicher, bis Blätter, Äste... bis sie vollständig abgebaut sind).

## Unser nachhaltig bewirtschafteter Wald: Großartige Leistungen auf 100 x 100 m



Alle Angaben beziehen sich auf ein Jahr.

Grafik ©Capree/die Bayerische Staatsforsten | überarbeitet von: Landesforsten Rheinland Pfalz & Deutscher Forstwirtschaftszentrum

### 5. Ausblick:

Die Schüler entwickeln Szenarien, die durch Klimawandel entstehen können.

→ Bezug: Ausbildung von Jahresringen, je besser es dem Wald geht, desto besser sind die Jahresringe ausgebildet, desto mehr CO<sub>2</sub> kann absorbiert werden.

Die Schüler reflektieren ihr eigenes Handeln in Bezug auf Rohstoffnutzung und erkennen die Nachhaltigkeit in der Verwendung von Holzprodukten.

Rückschluss:

**Nachhaltige Nutzung von Wäldern fördert die CO<sub>2</sub>- Bindung.**

### 6. Zur Erinnerung:

Alle Schüler erhalten eine Baumscheibe (von einem Ast z.B.) und einen Baum- Samen oder Sämling zum Pflanzen.

**Gruppenarbeit: Ermittlung des Vorrates und der CO<sub>2</sub> Bindungsmenge**

Materialien: Bestimmungshilfen, Taschenrechner, Stifte, Kluppe, Zollstock, Markierband

Baumart Hauptbestand: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_ Nachwuchs: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_

Durchmesser (d) = 1,30m vom Stammfuß aus, Ab 20 cm wird kreuzweise gemessen. Die Formel für das Volumen (Fm) eines Baumes ist:

**m<sup>3</sup> (Festmeter) = (π : 4) \* d<sup>2</sup>\* h\* 0,5 vereinfacht: d<sup>2</sup>\*h\*0,4**

(3,14: 4) \* d<sup>2</sup> (Durchmesser) \* h (Höhe) \* 0,5 (Formzahl) Es muss in der Einheit Meter (m) gerechnet werden (28 cm = 0,28 m)

**Holzgewichte** (als Trockengewicht, 0% Wassergehalt) ([www.kaminholzwissen.de](http://www.kaminholzwissen.de))

Fichte:	430 kg pro m <sup>3</sup>	Buche:	680 kg pro m <sup>3</sup>
Eiche:	660 kg pro m <sup>3</sup>	Ulme, Esche:	600 kg pro m <sup>3</sup>
Lärche:	550 kg pro m <sup>3</sup>	Erle:	530 kg pro m <sup>3</sup>

Holzbestandteile bei trockenem Holz: ca **50% Kohlenstoff (C)** , 43% Sauerstoff, 6% Wasserstoff, 1% andere Elemente z.B. Stickstoff, Asche ([www.halbmikrotechnik.de](http://www.halbmikrotechnik.de))

Umrechnungsfaktor Kohlenstoff **C** in Kohlendioxid **CO<sub>2</sub>** = \***3,67** (12kg C +32kg O<sub>2</sub>=44kg CO<sub>2</sub>)

Nr.	Baumart	Gemittelter Durchmesser (d)	Höhe (h)	Volumen d <sup>2</sup> *h*0,4	Volumen+ 30% Wurzel- und Astmasse	Gewicht	50% davon C	CO <sub>2</sub> Absorption = C * 3,67 gerundet
Bsp	Fi	0,28 m	25 m	0,78 m <sup>3</sup>	1,01 m <sup>3</sup>	434,3 kg	217,15 kg C	797 kg CO <sub>2</sub>
1								
2								
3								
Summe								
Summen Gruppe 1) _____ + Gruppe 2) _____ + Gruppe 3) _____ + Gruppe 5) _____ + Gruppe 6) _____ + Gruppe 7)								



## Übertragung auf die Lebenswelt (1-7 Gruppen, jede Gruppe stellt seinen Vergleich am Ende vor)

### Der Beispielbaum Fichte, 82 Jahre hat 797kg CO<sub>2</sub> aus der Luft absorbiert und gebunden

#### 1) Fortbewegung: Auto

1 km Autofahren produziert im Schnitt 0,150 kg CO<sub>2</sub>.

Dieser Baum hat im Laufe seines Lebens den CO<sub>2</sub> Ausstoß von 5313 km Autofahrten aufgenommen (z.B. Berlin- Accra (Ghana) / ein Weg).

#### 2) Ernährung: Käse\*

1 kg Käse verursacht ca. 8,34 kg CO<sub>2</sub>

Dieser Baum hat im Laufe seines Lebens die CO<sub>2</sub> Menge absorbiert, die der bei der Produktion von 95,56 kg Käse entstehen.

#### 3) Ernährung: Rindfleisch\*

Bei der Herstellung von 1 kg Rindfleisch entstehen ca. 6,43 kg CO<sub>2</sub>

Dieser Baum hat im Laufe seines Lebens die CO<sub>2</sub> Menge absorbiert, die der bei der Produktion von 123,9 kg Rindfleisch entstehen.

#### 4) Ernährung: Kartoffeln

Bei der Herstellung von 1 kg Kartoffeln entstehen ca. 0,2 kg CO<sub>2</sub>

Dieser Baum hat im Laufe seines Lebens die CO<sub>2</sub> Menge absorbiert, die der bei der Produktion von 3985 kg Kartoffeln entstehen.

### 5) Kleidung: Jeans

Bei der Herstellung von 1 Jeans entstehen ca. 23,5 kg CO<sub>2</sub>

Dieser Baum hat im Laufe seines Lebens die CO<sub>2</sub> Menge absorbiert, die bei der Produktion von 33,9 Jeans entstehen.

### 6) Hygiene: Heiß duschen

Bei 1 Minute heiß duschen entstehen ca. 0,9 kg CO<sub>2</sub>

Dieser Baum hat im Laufe seines Lebens die CO<sub>2</sub> Menge absorbiert, die 885,5 Minuten (also 14,7 Stunden) heiß duschen entstehen.

### 7) Hygiene: Haare föhnen

1 Minute Haare föhnen verursacht 0,15kg CO<sub>2</sub>

Dieser Baum hat im Laufe seines Lebens die CO<sub>2</sub> Menge absorbiert, die 5313 Minuten (also 88,5 Stunden) Haare föhnen entstehen.

Quellen:

<http://www.co2-emissionen-vergleichen.de/>

*\*Wer auf Fleisch verzichtet, bewirkt damit nicht unbedingt geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen. So sorgt die Produktion von Käse für doppelt so viel Treibhausgase wie Schweinefleisch. Schuld daran sind mehrere Verarbeitungsprozesse, die Kühlketten und Transportwege. Je fetter der Käse ist, desto mehr Treibhausgase entstehen bei seiner Herstellung.*

## Gruppe Auto

### Fortbewegung: Auto

1 km Autofahren produziert im Schnitt 0,150 kg CO<sub>2</sub>.

Dieser Baum hat im Laufe seines Lebens den CO<sub>2</sub> Ausstoß von \_\_\_\_\_ km

Autofahrten absorbiert (das ist so weit wie von.....nach.....)

## Gruppe Käse

### Ernährung: Käse

1 kg Käse verursacht ca. 8,34 kg CO<sub>2</sub>

Dieser Baum hat im Laufe seines Lebens die CO<sub>2</sub> Menge absorbiert, die der bei  
der Produktion von \_\_\_\_\_ kg Käse entstehen.

## Gruppe Rind

### Ernährung: Rindfleisch

Bei der Herstellung von 1 kg Rindfleisch entstehen ca. 6,43 kg CO<sub>2</sub>

Dieser Baum hat im Laufe seines Lebens die CO<sub>2</sub> Menge absorbiert, die bei der Produktion von \_\_\_\_\_ kg Rindfleisch entstehen.

## Gruppe Kartoffeln

### Ernährung: Kartoffeln

Bei der Herstellung von 1 kg Kartoffeln entstehen ca. 0,2 kg CO<sub>2</sub>

Dieser Baum hat im Laufe seines Lebens die CO<sub>2</sub> Menge absorbiert, die bei der Produktion von \_\_\_\_\_ kg Kartoffeln entstehen.

## Gruppe Jeans

### Kleidung: Jeans

Bei der Herstellung von 1 Jeans entstehen ca. 23,5 kg CO<sub>2</sub>

Dieser Baum hat im Laufe seines Lebens die CO<sub>2</sub> Menge absorbiert, die der bei der Produktion von \_\_\_\_ Jeans entstehen.

## Gruppe Dusche

### Hygiene: Heiß duschen

Bei 1 Minute heiß duschen entstehen ca. 0,9 kg CO<sub>2</sub>

Dieser Baum hat im Laufe seines Lebens die CO<sub>2</sub> Menge absorbiert,

die \_\_\_\_ Minuten (also \_\_ Stunden) heiß duschen entstehen.

## Gruppe Föhn

### Hygiene: Haare föhnen

1 Minute Haare föhnen verursacht 0,15kg CO<sub>2</sub>

Dieser Baum hat im Laufe seines Lebens die CO<sub>2</sub> Menge absorbiert,

die \_\_\_\_\_ Minuten (also \_\_\_ Stunden) Haare föhnen entstehen.

## **Eure Aufgaben:**

### **These:**

„Unsere Konsumgesellschaft braucht den Wald mehr als je zuvor!“  
Stimmt die Aussage? Worin besteht der Zusammenhang?

1. Sucht euch jeweils 3 zu vermessende Bäume.
2. Bestimmt das Volumen der Bäume:

Höhenmessung

Durchmesserbestimmung

Berechnung laut Tabelle

Damit bestimmt ihr die Menge an CO<sub>2</sub>, die eure Bäume aufgenommen haben.

3. Markiert die vermessenen Bäume mit eurer Farbe.
4. Sucht euch einen Baum aus, an dem ihr berechnet wie viele eurer CO<sub>2</sub> Emittenten (Verursacher) ihr durch diesen Baum herstellen könnt.
5. Überlegt ob die These stimmt und begründet eure Antwort.
6. Jetzt stellen wir uns unsere Ergebnisse vor.

# Arbeitshilfen zum Projekt

## „Der Wald, das Klima und ich“

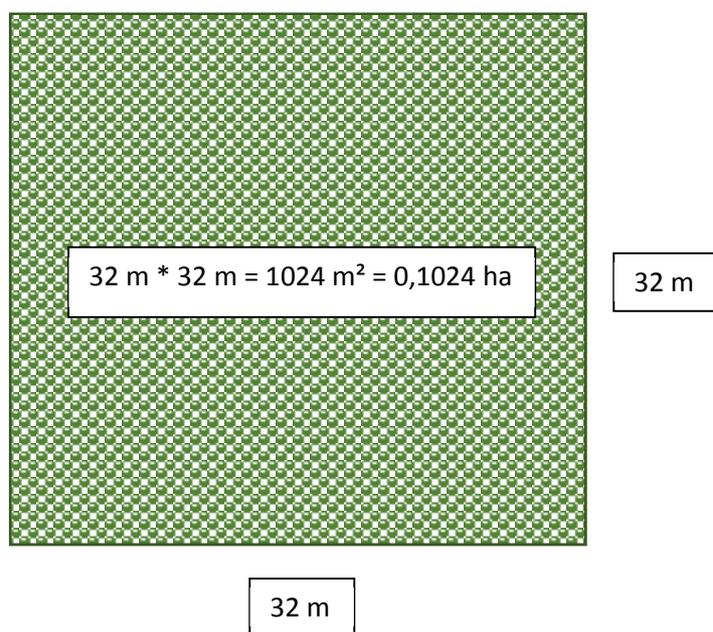
- A) Eine Probefläche einmessen (anlegen)
- B) Baumhöhen messen
- C) Brusthöhen- und Mittendurchmesser messen
- D) Stammvolumen eines nicht gefällten Baumes ermitteln
- E) Stammvolumen eines gefällten Baumes ermitteln

## A) Eine Probefläche einmessen (anlegen)

10.000 m<sup>2</sup> entsprechen einem Hektar (ha). Das ist die übliche Bezugsgröße für alle Prozesse die im Forst ablaufen. Zum Beispiel werden alle Angaben zu Holzvorrat, Holzzuwachs und Holzentnahme (Nutzung) in Festmeter pro Hektar gemacht.

Die Probefläche, auf der die anschließenden Messungen der Bäume stattfinden, sollte eine Größe von ungefähr 1.000 m<sup>2</sup> haben.

Durch eine einfache Multiplikation mit dem Faktor 10 können wir somit unsere auf der Probefläche ermittelten Werte hochrechnen.

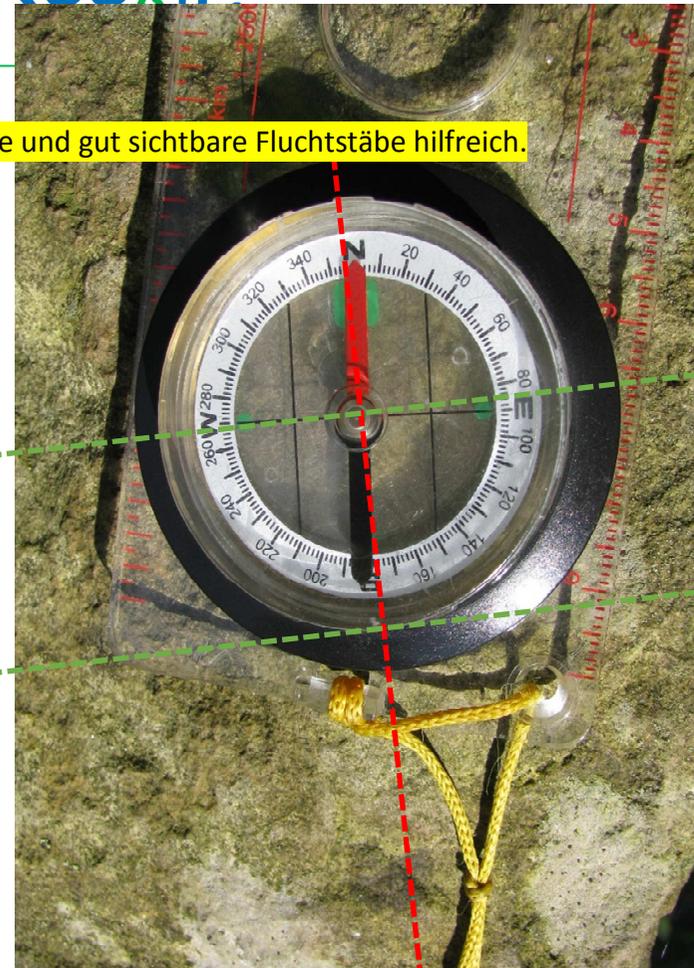
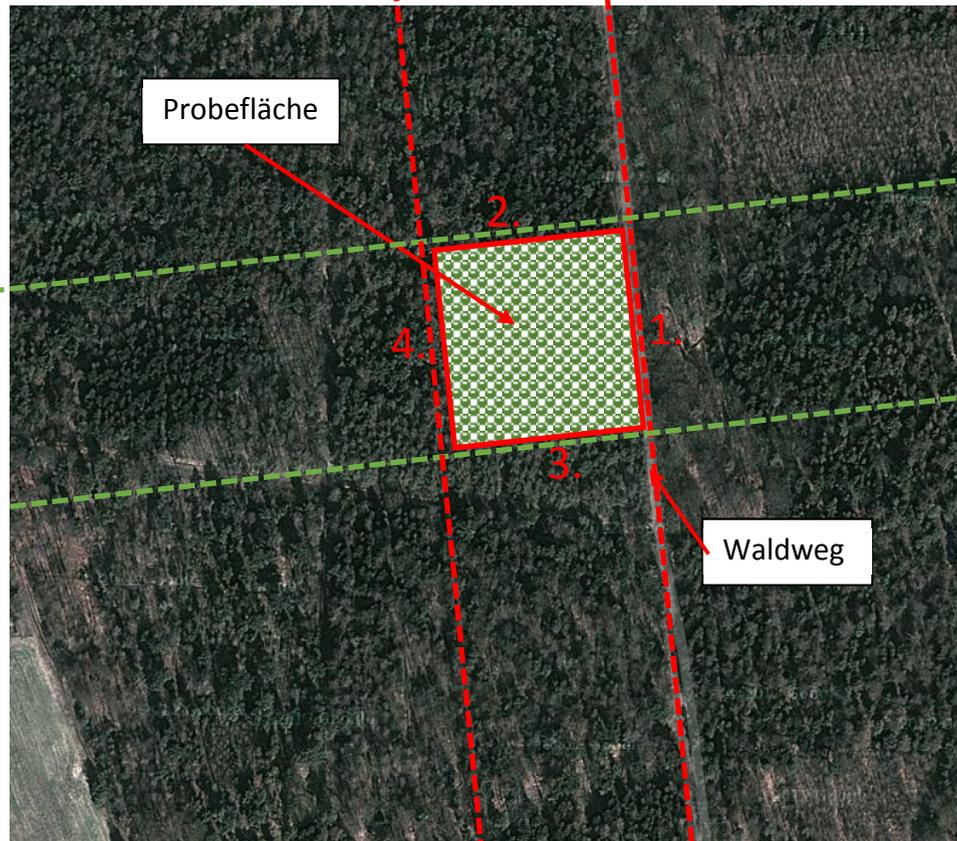


Eine quadratische Fläche mit der Größe 0,1 ha hat eine Seitenlänge von ca. 32 m.

Als Ausgangspunkt für die Messung wird am besten eine linienartige Struktur (Waldweg, Rückegasse, Grundstücksgrenze, Graben o.Ä.) im Wald ausgewählt und ein Abschnitt mit der Länge 32 m mit einem Rollmaßband ermittelt. Die End- (Eck-) punkte werden markiert.



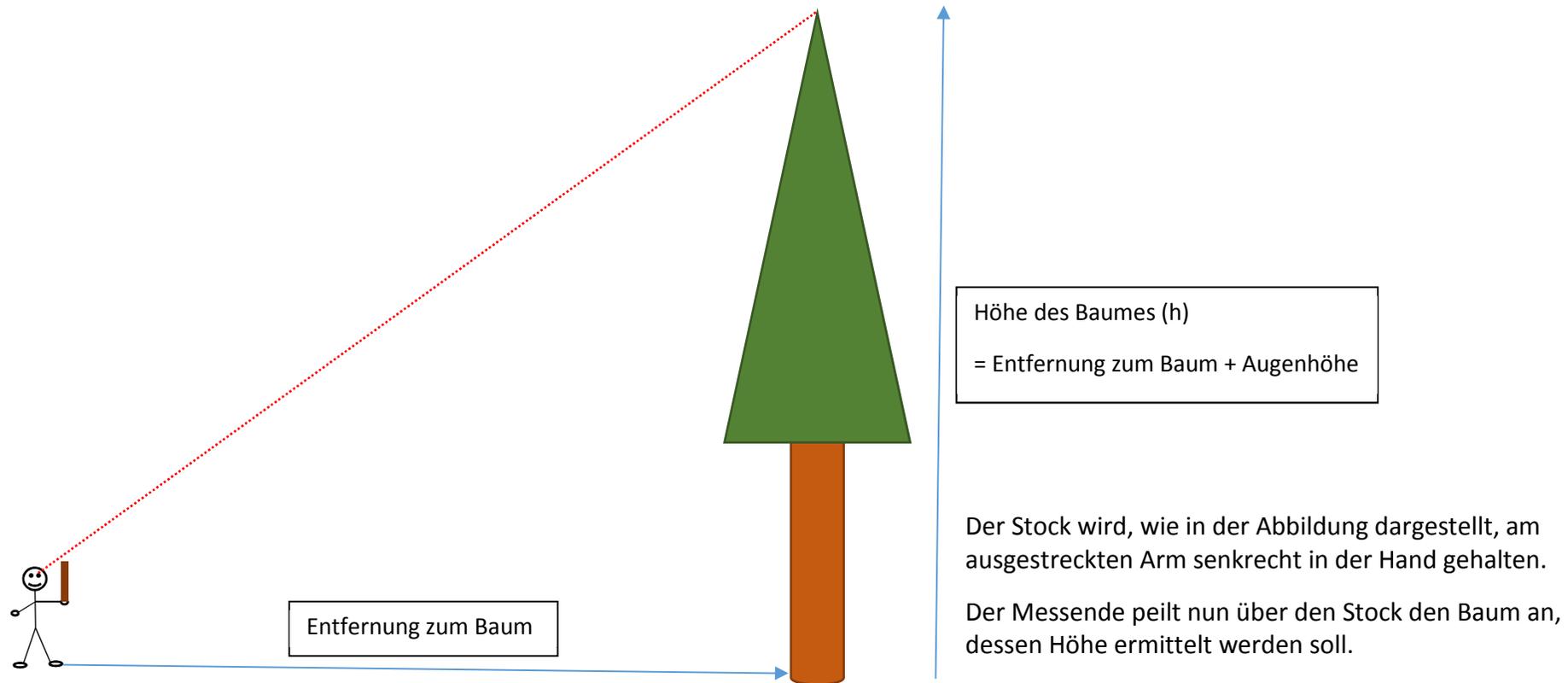
Um die weiteren Linien in den Wald zu legen sind ein Kompass oder eine Bussole und gut sichtbare Fluchtstäbe hilfreich.





## B) Baumhöhen messen

Um das Holzvolumen eines Baumes ermitteln zu können ohne ihn vorher fällen zu müssen, wird unter anderem die Höhe des Baumes benötigt. Diese Höhe kann mit der sogenannten Spazierstockmethode annähernd genau gemessen werden. Dazu benötigt man einen geraden Stock, der in etwa die Länge des ausgestreckten Arms des Messenden hat.



## Kooperative Klima- und Energiebildung

Kaliningrad und Norddeutschland - Deutsch-Russisches Kooperationsprojekt

Кооперативное образование по климатическим и энергетическим вопросам

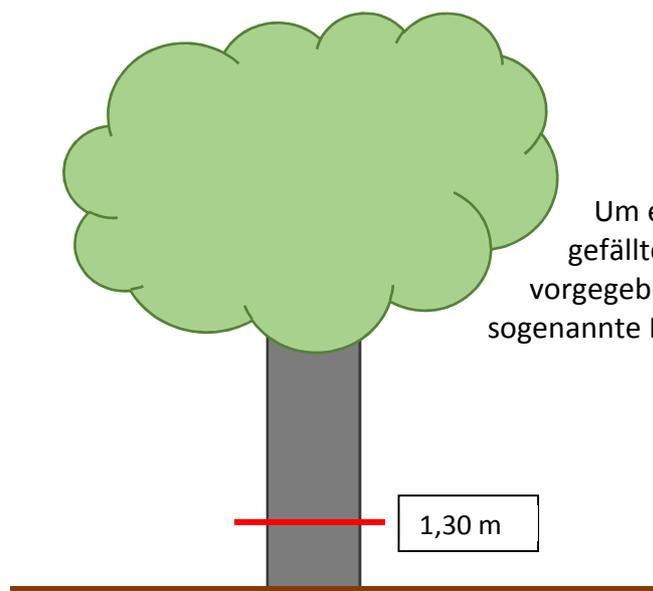
Калининград и Северная Германия Российско-Германский проект сотрудничества



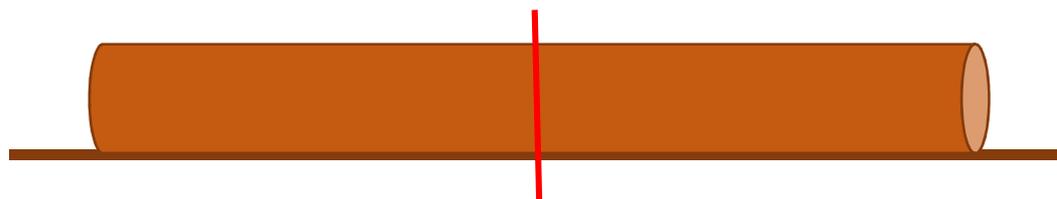
Dabei müssen Stock und Baum übereinander gebracht werden, sodass die Spitze des Stockes mit dem obersten Wipfel des Baumes abschließt. Dazu muss man in der Regel in einiger Entfernung zum Baum stehen. Diese Entfernung zzgl. der Augenhöhe (ungefähr Körpergröße) entspricht im Ergebnis der Baumhöhe. Die Entfernung kann abgeschrieben (Schrittmaß beachten!) oder mit einem Rollmaßband gemessen werden.

### C) Brusthöhen- und Mittendurchmesser messen

Als weitere Eingangsgröße zur Ermittlung des Holzvolumens eines Baumstammes benötigt man einen Durchmesser. Der Durchmesser wird am Stamm mit Hilfe einer Kluppe gemessen.



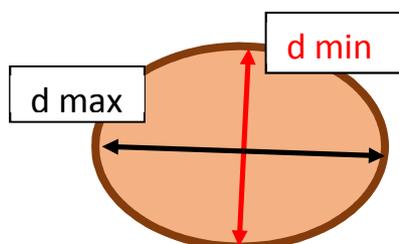
Um einen Durchmesser an einem noch nicht gefällten Baum zu messen, wird in einer vorgegebenen Höhe (nämlich 1,30 m) der sogenannte Brusthöhendurchmesser gekluppt.



Beim liegenden Baumstamm wird der tatsächliche Durchmesser in der Stammmitte gemessen. Das ist der Mittendurchmesser.

Nicht alle Baumstämme sind kreisrund. Deswegen muss bei ovalen Stammquerschnitten zweimal gekluppt werden.

Nämlich einmal der geringste ( $d_{\min}$ ) und einmal der größte ( $d_{\max}$ ) Durchmesser.



Aus beiden Werten muss für weitere Rechnungen der Mittelwert gebildet werden.

$$(d_{\max} + d_{\min}) : 2$$

*Das Ergebnis wird forst-üblich auf den vollen Zentimeter abgerundet!*

## D) Stammvolumen eines nicht gefällten Baumes ermitteln

Das Volumen kann unter Verwendung der ermittelten Baumhöhe und des gemessenen und ggf. gemittelten Brusthöhendurchmessers mit folgender Formel errechnet werden.

$$\text{Baumvolumen } (V_{\text{Baum}}) = (\pi : 4) * d^2 * h * 0,5$$

Dabei ist der Faktor 0,5 als pauschale Formzahl zu betrachten, die der speziellen Baumform Rechnung trägt.

Diese Formzahl berücksichtigt einerseits die Abholzigkeit des Stammes. D.h. der Baumstamm hat oben immer einen geringeren Durchmesser als am unteren Ende. Andererseits beinhaltet die Formzahl auch das zum Stamm dazukommende Holz aus der Baumkrone.

## E) Stammvolumen eines gefällten Baumstammes ermitteln

Um das Volumen am liegenden Stamm zu ermitteln muss zuerst die Länge des Stammes mit einem Rollmaßband gemessen werden.

Die gemessene Länge und der Mittendurchmesser (ggf. gemittelter Wert) werden in die folgende Formel eingesetzt, um das Volumen des Stammes zu berechnen.

$$\text{Stammvolumen (V Stamm)} = (\pi : 4) * d^2 * h$$

## Begriffe für das Holzvolumen in der Forstwirtschaft

Festmeter:

Kubikmeter feste Holzmasse ohne Luftzwischenräume, z.B. ein Baumstamm

Raummeter:

Kubikmeter feste Holzmasse inkl. Luftzwischenräume, z.B. aufgestapeltes Kurzholz