

# So nutzen wir diesen wertvollen Rohstoff nachhaltig

10

## Wissen

Wie viel Holz steht in Zürcher Wäldern? / Das Prinzip Nachhaltige Nutzung / Die Menge Nutzholz eines Baumes berechnen / Wie Forstdienste den Holzvorrat eines Waldes bestimmen / Ein hoher Holzvorrat kann Nachteile haben / Gründe für einen tiefen Holzvorrat

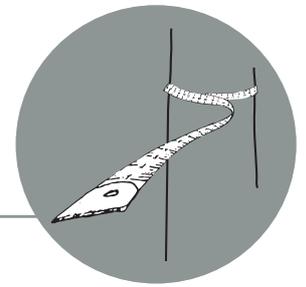
## Unterrichtsideen

Eine Baumkluppe herstellen oder improvisieren / Richtig kluppieren und rechnen / Baumhöhen schätzen / Stichprobenflächen anlegen / Den Holzvorrat messen und für ein Waldstück hochrechnen

## Die Eltern - unter Leitung ihrer Kinder ...

- ... erfahren Wesentliches zu Holzvorrat und Nachhaltigkeit im Wald
- ... messen und berechnen die Nutzholzmenge eines Baumes
- ... bestimmen den Holzvorrat auf Stichprobenflächen
- ... schätzen die Höhe frei stehender Bäume

JUWEL  
FINALE



**Unterstufe**

**Fächer:** Mensch und Umwelt, Mathematik

- Lernziele:** Die Schülerinnen und Schüler
- können die Nutzholzmenge eines Baumes berechnen
  - können den Holzvorrat auf Stichproben-Flächen systematisch erfassen und die Daten protokollieren
  - können den Holzvorrat eines Waldstückes errechnen

**Wissen**

Der Holzvorrat ist die Menge stehenden Holzes pro Waldfläche. Weil wir in der Schweiz höchstens so viel Holz schlagen wie nachwächst, müssen wir wissen, wie viel Holz in unseren Wäldern steht und nachwächst. Holz ist einer der wenigen Rohstoffe der Schweiz. Ein Rohstoff, der ständig nachwächst, CO<sub>2</sub>-neutral ist, an vielen Orten wächst, einfach zu verarbeiten, vielseitig zu nutzen ist.

1. Der Holzvorrat in unseren Wäldern
2. Die Holzmenge eines Baumes berechnen
3. Den Holzvorrat in einem Wald bestimmen
4. Hoher und tiefer Holzvorrat

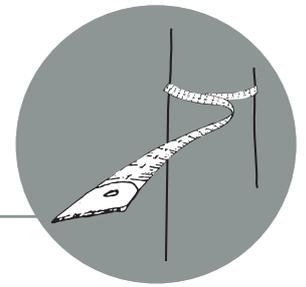
**1. Der Holzvorrat in unseren Wäldern**

Im **Zürcher Wald** stehen durchschnittlich 407 Tariffestmeter (tfm) Holz pro Hektare. Ein Tariffestmeter (tfm) ist das Volumenmass für stehende Bäume und entspricht etwa einem Kubikmeter (m<sup>3</sup>) nutzbaren Holzes. Bei rund 50'000 Hektaren Wald stehen im Kanton Zürich also über 20 Millionen Tariffestmeter Holz. Der Holzvorrat der stehenden Bäume wird in Tariffestmetern, das gefällte Holz wird in Kubikmetern gerechnet. Eine Hektare (ha) ist eine Fläche von 100 x 100 Metern. Zum Vergleich: Ein Fussballfeld misst knapp drei Viertel einer Hektare.

Im **Schweizer Wald** stehen durchschnittlich 365 Tariffestmeter Holz pro Hektare. Beeinflusst wird der Holzvorrat durch die Forstdienste unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit. Nachhaltigkeit heisst: Es wird höchstens so viel Holz genutzt, wie nachwächst. Beeinflusst wird der Holzvorrat aber auch durch Naturereignisse wie Stürme, Schneedruck, Lawinen.

**2. Der Holzvorrat in unseren Wäldern**

Um den Holzvorrat im Wald zu berechnen, beschränkt man sich auf jene Bäume, deren Durchmesser auf Brusthöhe 12 Zentimeter und mehr misst. Der Brusthöhendurchmesser (BHD) wird 130 Zentimeter über dem Boden gemessen. Der Holzvorrat eines Baumes lässt sich mit folgender einfachen Faustregel schätzen:



Brusthöhendurchmesser (BHD) in Dezimetern<sup>2</sup> / 10

**Rechenbeispiel 1:** Ein Baum hat einen BHD von 40 cm = 4 dm.

Berechnung:  $4 \times 4 = 16$ .  $16 / 10 = 1.6$  Tariffestmeter Holzvorrat

### 3. Den Holzvorrat in einem Wald hochrechnen

Für den Förster ist es wichtig zu wissen, wie viel Holz im Wald steht und wie viel nachwächst, damit er diesen nicht übernutzt. Im Zürcher Wald stehen Millionen von Bäumen. Es wäre zu aufwändig, sie einzeln zu messen und zu zählen. Daher misst man den Holzvorrat auf Stichprobenflächen und rechnet die Werte dann auf eine ganze Waldfläche hoch. Im Kanton Zürich misst eine Stichprobenfläche in der Regel 3 Aren (a) = 300 Quadratmeter. Sie ist kreisrund und weist einen Radius von 9.77 m auf.

#### Rechenbeispiel 2

In einer Stichprobenfläche stehen fünf Bäume, die je einen Brusthöhendurchmesser von 40 cm haben (wie oben im Rechenbeispiel 1).

Der Holzvorrat auf den 3 a beträgt:  $5 \times 1.6 \text{ tfm} = 8 \text{ tfm}$

Der Holzvorrat auf 1 ha (= 100 a) beträgt:  $8 \text{ tfm} / 3a \times 100a = \text{etwa } 270 \text{ tfm}$

### 4. Hoher Holzvorrat – tiefer Holzvorrat

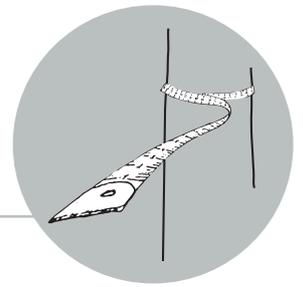
Ein **hoher Holzvorrat** ist im Wirtschaftswald nicht immer erstrebenswert. Ein hoher Holzvorrat bedeutet meist, dass die Bäume dicht stehen. Bei dicht stehenden Bäumen entwickelt sich ihr Schlankheitsgrad, das ist das Verhältnis von Höhe zum Durchmesser, ungünstig. Bäume mit einem zu hohen Schlankheitsgrad sind instabil. Wenn einzelne Bäume umfallen, zum Beispiel durch Schneedruck, dann kann der Wald grossflächig zusammenbrechen. Ein weiterer Nachteil eines zu hohen Holzvorrates: Wegen der dicht stehenden Bäume scheint nur wenig oder kein Licht in den Wald; der Baumbestand wird sich darum nur schlecht oder gar nicht verzüngen.

Ein **tiefer Holzvorrat** im Wald kann verschiedene Gründe haben: Übernutzung durch den Menschen, nährstoffarmer Boden, Höhenlage mit tiefen Temperaturen. Bäume, die viel Platz haben, sind in der Regel stabil. Ihr Nachteil ist, dass sie astiger und damit von tieferer Qualität sind.



#### Links und Literatur

- Waldwerkstatt, Zytglogge Werkbuch, Zytglogge Verlag Bern, 2. Auflage 1995, Martin Ryser, 138 Seiten, ISBN 3-7296-0440-6 / Seiten 42-43 (Stockmethode), Seiten 72-73 (Holzvorrat)
- Gis-Browser des Kanton Zürichs: <http://maps.zh.ch/>

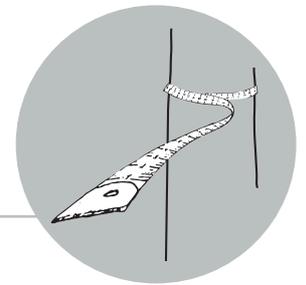


### Unterrichtsideen

1. Eine Kluppe herstellen
2. Mit der Kluppe richtig messen und die Holzmenge eines Baumes berechnen
3. Baumhöhe schätzen
4. Stichprobenzentren bestimmen – Stichprobenflächen markieren
5. Den Holzvorrat von Stichprobenflächen messen und hochrechnen

### Tipp zu den Unterrichtsideen

Die Unterrichtsideen 2 bis 5 an einem Halbtage im Wald nacheinander durchführen



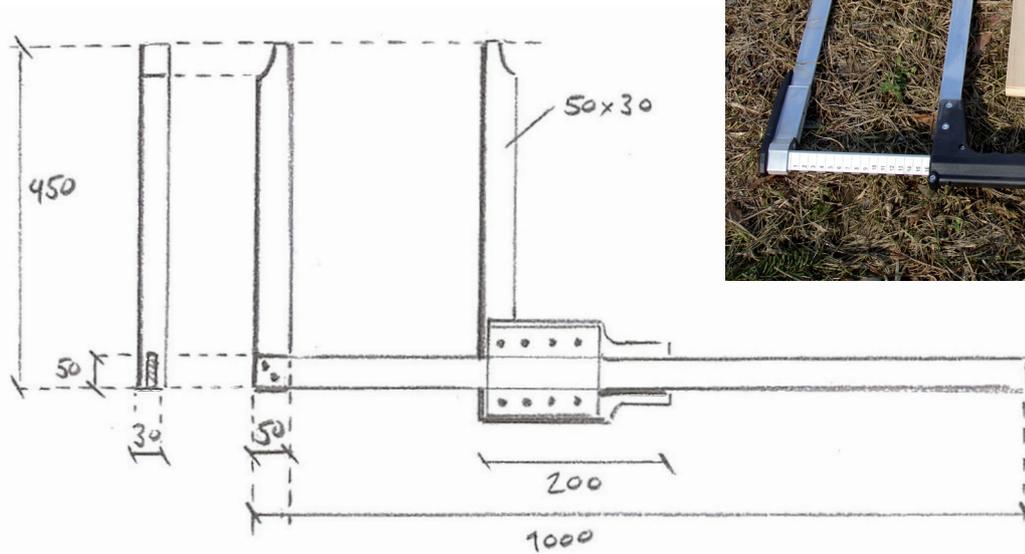
## 1. Eine Kluppe herstellen



<b>Fächer:</b>	Werken
<b>Lernziele:</b>	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen das Werkzeug Kluppe</li> <li>• stellen das Werkzeug selbst her</li> </ul>
<b>Zeitbedarf:</b>	150 Minuten
<b>Material:</b>	Holz gemäss Skizze
<b>Vorbereitung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holz und Skizze bereitstellen</li> <li>• Werkunterricht vorbereiten</li> </ul>

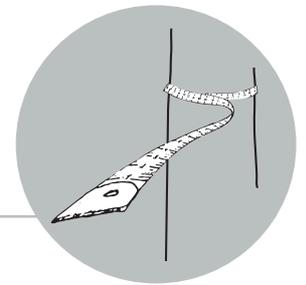
### Ablauf

Die Kluppe gemäss Foto und Skizze herstellen.



### Kluppen improvisieren

- Mit dem angewinkelten Doppelmeter und einem geraden Ast parallel zum abgewinkelten Teil des Doppelmeters messen.
- Zwei gerade Holzstäbe parallel an den Stamm halten und den Abstand mit einem Doppelmeter messen.



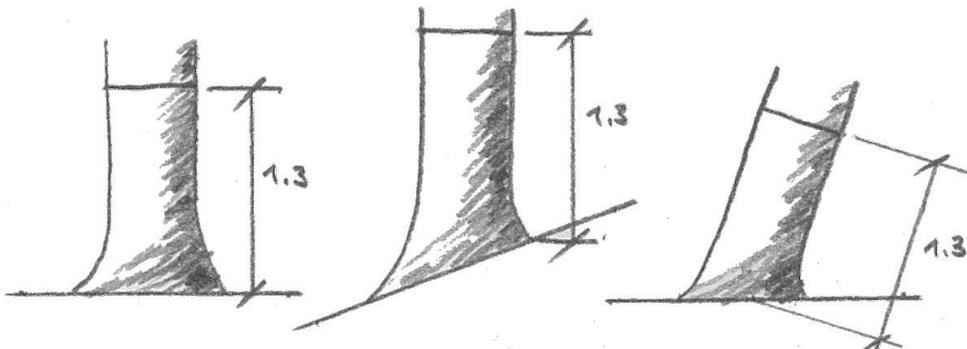
## 2. Mit der Kluppe richtig messen und die Holzmenge eines Baumes berechnen

**i**

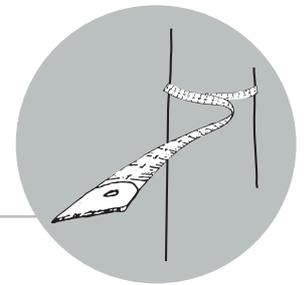
<b>Fächer:</b>	Mensch und Umwelt, Mathematik
<b>Lernziele:</b>	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> <li>• können das Messinstrument Kluppe korrekt handhaben</li> <li>• können die Nutzholzmenge eines Baumes berechnen</li> </ul>
<b>Zeitbedarf:</b>	60 Minuten
<b>Material:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kluppen selbst hergestellt oder improvisiert oder vom Förster zur Verfügung gestellt. <a href="http://www.zueriwald.ch/servicemenu/adressen/revierfoerster/">http://www.zueriwald.ch/servicemenu/adressen/revierfoerster/</a></li> <li>• 1 Doppelmeter für jedes Zweierteam</li> <li>• Wäscheklammern, um an den Kleidern der Schüler 130 cm Höhe anzuzeigen.</li> </ul>
<b>Vorbereitung:</b>	Ein geeignetes Waldstück für die Übung rekonozieren

### Ablauf

- In Zweierteams mehrere Bäume an verschiedenen Orten korrekt messen:
  - o Auf Brusthöhe = 130 Zentimeter über dem Boden
  - o Am Hang bergseits
  - o Bei schräg stehenden Bäumen im rechten Winkel zur Stammachse.



- Mit der Faustregel Brusthöhendurchmesser (BHD) in Dezimetern<sup>2</sup> / 10 die Nutzholzmenge der Bäume berechnen.



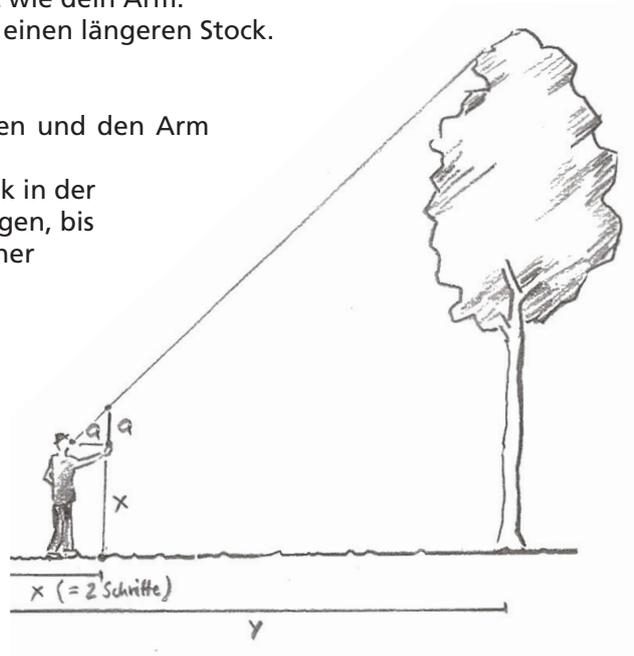
### 3. Baumhöhen schätzen

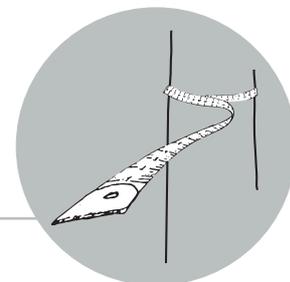


<b>Lernziele:</b>	Die Schülerinnen und Schüler können mit einer einfachen Methode die Höhe eines stehenden Baumes messen
<b>Zeitbedarf:</b>	30 Minuten
<b>Material:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holzstock, 70 Zentimeter lang</li> <li>• Doppelmeter</li> <li>• Messband</li> </ul>
<b>Vorbereitung:</b>	Einen geeigneten, frei stehenden Baum finden

#### Ablauf

- a) Suche einen Stock, der gleich lang ist wie dein Arm.
- b) Wenn du keinen findest, dann suche einen längeren Stock.  
Halte diesen dort, wo die Distanz auch deiner Armlänge entspricht.
- Den Stock senkrecht in die Faust nehmen und den Arm waagrecht nach vorne ausstrecken.
- Jetzt mit dem senkrecht gehaltenen Stock in der Faust sich vorwärts oder rückwärts bewegen, bis die Stockspitze und die Baumspitze in einer geraden Linie liegen. Das entspricht der Länge des Baumes ohne die Distanz von deinem Arm zum Boden.
- Mache 2 Schritte (= x) zurück. Diese 2 Schritte entsprechen der Distanz vom ausgestreckten Arm bis zum Boden = x.
- Stehen bleiben und den Standort mit einem Stein oder Ast markieren.
- Die Distanz vom Standort bis zum Stammfuss messen.
- Das ergibt die Höhe des Baumes = y.





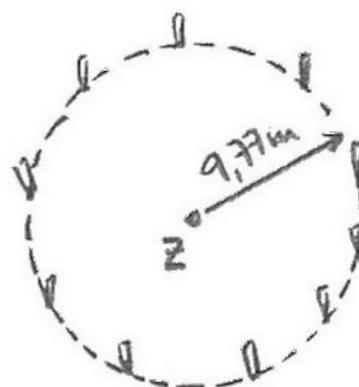
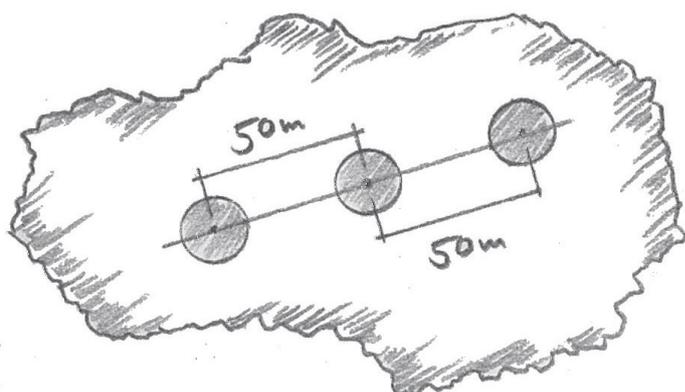
#### 4. Stichprobenzentren bestimmen – Stichprobenflächen markieren

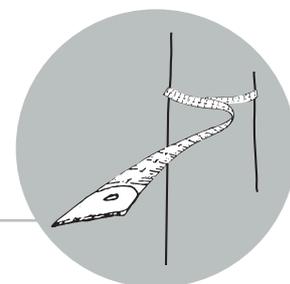


<b>Fächer:</b>	Mensch und Umwelt, Mathematik
<b>Lernziele:</b>	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen das Prinzip der Stichprobenerhebung</li> <li>• können Stichprobenflächen und ihre Zentren selbst bestimmen</li> </ul>
<b>Zeitbedarf:</b>	90 Minuten
<b>Material:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartenausschnitte der zu untersuchenden Waldabschnitte, aus dem Internet ausgedruckt: <a href="http://maps.zh.ch/">http://maps.zh.ch/</a></li> <li>• Kompass</li> <li>• Messband, mindestens 20 Meter</li> <li>• Markierband, Holzpflocke</li> </ul>
<b>Vorbereitung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine Waldfläche rekognoszieren, die folgende Kriterien erfüllt:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- ebenes Gelände, mitten im Wald – nicht am Waldrand</li> <li>- wenig oder kein Unterwuchs</li> <li>- gleichmässig dicke und hohe Bäume, zum Beispiel gleichaltrige Rottannen oder Buchen</li> </ul> </li> <li>• Stichprobenflächen für die Gruppenarbeit bestimmen: Kreisförmig, mit einem Radius von 9,77 Metern, mit einem Abstand von etwa 50 Metern voneinander.</li> </ul>

##### Ablauf

- Gruppen von 5 bis 6 Schülerinnen und Schülern bilden
- Jeder Gruppe eine oder mehrere Stichprobenflächen zuteilen; diese mit dem Kompass möglichst in einer Linie bestimmen
- Gruppenarbeit: Bei jeder Stichprobenfläche
  - o Das Stichprobenzentrum (Z) festlegen und mit einem Holzpflock markieren
  - o Vom Zentrum aus einen Kreis mit einem Radius von 9,77 Metern abstecken und mit Holzpflocken markieren
  - o Bestimmen, welche Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser  $\geq 12$  Zentimeter zur Stichprobenfläche gehören





## 5. Den Holzvorrat von Stichprobenflächen messen und hochrechnen



<b>Fächer:</b>	Mensch und Umwelt, Mathematik
<b>Lernziel:</b>	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> <li>• können den Holzvorrat auf einer Stichprobenfläche erfassen</li> <li>• können den Holzvorrat in einem Waldstück bestimmen</li> <li>• haben erste Erfahrungen mit der Beurteilung eines Waldbestandes</li> </ul>
<b>Zeitbedarf:</b>	90 Minuten
<b>Material:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Kluppe pro Gruppe</li> <li>• Schulkreide, Taschenrechner</li> <li>• Arbeitsblatt <i>Holzvorrat-Aufnahmeprotokoll</i>, Schreibzeug und Notizblock</li> </ul>
<b>Vorbereitung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Je 6er Gruppe eine Stichprobenfläche festgelegt und markiert (<i>Unterrichtsidee 3</i>)</li> <li>• Arbeitsanweisungen und Berechnungen durchdacht</li> </ul>

### Ablauf

- **Diskussion mit der Klasse**
  - o Wirkt der Waldbestand eher dicht und dunkel oder licht und hell?
  - o Abschätzen: Ist der Holzvorrat hoch oder tief?
  - o Liegt der Holzvorrat über dem Zürcher Durchschnitt von 407 Tariffestmetern pro Hektare?
- **Aufgabenteilung in den Gruppen festlegen:** 1 Protokollführerin (Gruppenverantwortliche), 2 Kluppenführer, 1 Markierer, 2 Messbandführerinnen – eine im Zentrum, eine am Rand der Stichprobenfläche
- **Arbeitsmethode mit der Klasse absprechen:**
  - o Die Nordrichtung bestimmen
  - o Zum Kluppieren im Norden der Stichprobenfläche beginnen
  - o Dann sich in der Stichprobenfläche im Uhrzeigersinn von Baum zu Baum bewegen
  - o Kluppieren eines Baumes vom Stichprobenzentrum her auf der linken Seite und auf Brusthöhe (130 cm). Der lange Teil der Kluppe mit der Masseinheit berührt den Stamm und zeigt gegen das Stichprobenzentrum.
  - o Mit dem Messband entscheiden, ob Bäume am Rand der Stichprobenfläche zu erfassen sind oder nicht. Dazu auf Brusthöhe die Distanz vom Stichprobenzentrum zur Mitte des Baumstammes messen.  
Distanz 9.76 Meter → Baum erfassen; Distanz 9.78 Meter → Baum nicht erfassen
- **Gruppenarbeit**
  - o Die Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser  $\geq 12$  cm messen und im Aufnahmeprotokoll notieren
  - o Erfasste Bäume mit Kreide markieren
  - o Wenn alle Bäume gemessen sind: Den Holzvorrat der Stichprobenfläche zusammenzählen
- **Klassenarbeit**
  - o Wenn der Holzvorrat aller Stichprobenflächen der Gruppen berechnet ist: Den Holzvorrat auf das untersuchte Waldstück und auf eine Hektare hochrechnen.
  - o Kontrolle: Wie gut stimmt das Resultat mit den Beurteilungen und Schätzungen zu Beginn der Arbeiten überein?
  - o Was meint der Förster zum Resultat?

JUWEL – Finale

Die Schülerinnen und Schüler ...

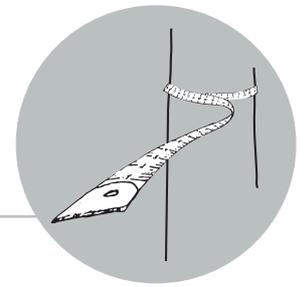
- ... vermitteln ihren Eltern Wissen
  - zum Holzvorrat im Zürcher Wald
  - zur nachhaltigen Nutzung des Waldes
  - zum Thema „Hoher und tiefer Holzvorrat“
- ... lassen die Eltern den Brusthöhendurchmesser eines Baumes messen und seine Nutzholzmenge berechnen (*Unterrichtsidee 2*)
- ... messen mit den Eltern den Holzvorrat von Stichprobenflächen und bestimmen den Holzvorrat im ausgewählten Waldstück (*Unterrichtsidee 4*)
- ... zeigen den Eltern, wie sie die Höhe eines Baumes schätzen können (*Unterrichtsidee 5*)

Schlussrunde unter Eltern, im Beisein der Kinder:  
Was habe ich gelernt? Was hat mich erstaunt?

Zvieri zum Abschluss

Zeitbedarf: 1 bis 2½ Stunden





### Holzvorrat-Aufnahmeprotokoll

Datum	
-------	--

#### Stichprobe

Team

Gemeinde	
Lokalname	

Nr.		
Fläche		Aren
Radius		m

Berechnungsformel Holzmenge eines Baumes:

Durchmesser in dm x Durchmesser in dm : 10
=

Beispiel: Fichte 5.5 x 5.5 = 30.25 : 10 = 3.02

Reihenfolge der Baummessung <small>(Beginn Nord, Richtung Ost, Süd, Nord)</small>	Baumart	Brusthöhen Durchmesser in Dezimeter (ab 12 cm)	Ungefähre Holzmenge pro Baum in Tariffestmeter (Tfm)
<i>Beispiel</i>	<i>Fichte</i>	<i>5.50</i>	<i>3.00</i>
Baum 1			0.00
Baum 2			
Baum 3			
Baum 4			
Baum 5			
Baum 6			
Baum 7			
Baum 8			
Baum 9			
Baum 10			
Baum 11			
Baum 12			
Baum 13			
Baum 14			
Baum 15			
Baum 16			
Baum 17			
Baum 18			
Baum 19			
Baum 20			0.00
<b>Total Vorrat auf der Stichprobe Nr. ....</b>			<b>0</b>