

# Bambus als Baumaterial

---

## Einleitung



Bambusart *Guadua angustifolia*

Bambus ist ein natürliches und sich schnell reproduzierendes Baumaterial. Es hat in Südamerika, Afrika aber vor allem in Südostasien eine uralte Tradition und zählt zu den ältesten Baumaterialien. Bambus kann in sehr vielen Bereichen eingesetzt werden, gilt aber auch heute noch als Baustoff der Armen.

## Bambuspflanze

### Botanische Einordnung



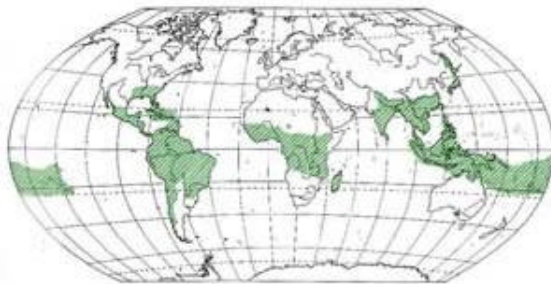
Bambusarten

Der Name Bambus wurde vom indischen Wort "Mambu" oder "Bambu" abgeleitet und 1778 vom Naturforscher Carl von Linné eingeführt. Bambus gehört zur Familie der Gräser (Gramineae) und wird auch als Riesengras bezeichnet. Zu den Gramineen zählen neben den Bambusgewächsen auch Reis, Mais und Zuckerrohr. Es gibt etwa 500 verschiedene Bambusarten mit teilweise hunderten von Unterarten.

Unter Bambus sind alle baum- oder strauchartigen Gräser mit ausdauerndem, verholztem oder verzweigtem Stamm zu verstehen. Da der Zellenaufbau des Bambusgewebes dem Holzgewebe sehr ähnlich ist, wird Bambus auch "Holz" genannt. Allerdings ist Bambus, im Gegensatz zu Holz, aussen hart und innen weich.

Je nach der Art des Wurzelnetzes (Rhizom), zusammen mit der Bildung von aufrecht stehenden Halmen, unterscheidet man 3 Bambusgruppen. Zur ersten Gruppe zählen die monopodialen Bambuspflanzen. Sie bilden lange, dünne Rhizomastläufer, aus deren Knospen in geregelten Abständen einzelne Triebe sprießen. Die zweite Gruppe bilden die sympodialen Bambuspflanzen. Diese haben kurze, dicke Wurzelstämme, aus deren Spitzen sich die neuen Halme entwickeln. Die Kletterbambuse bilden die dritte Gruppe. Diese Pflanzen können wirr ineinander verschlungen wachsen und undurchdringliche Dickichte bilden.

## Verbreitung und Wachstumsbedingungen



Verbreitung des Bambus

Die Hauptverbreitung von Bambus liegt in den tropischen Gebieten, vor allem Südasiens. Er wächst sowohl auf Meeressniveau als auch in 3800m Höhe.

Abhängig von der Bambusart kann Bambus Temperaturen zwischen  $-28^{\circ}\text{C}$  und  $+50^{\circ}\text{C}$  aushalten. Bambus steht überwiegend auf sandigem Lehm bis lehmigen Tonböden. Der Boden sollte gut drainiert sein aber der Bambus gedeiht auch auf nassen bis sumpfigen Böden. Salzigen Boden verträgt der Bambus nicht.

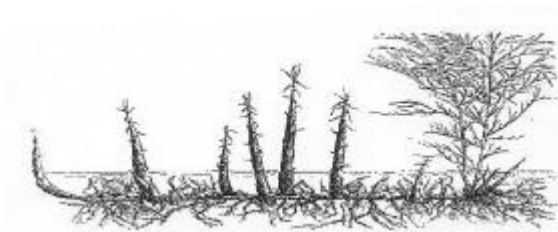
## Wachstum

Die Wachstumsverhältnisse von Bambus sind eine Mischung aus Gras, Laubbaum und Palme. Wie die Gräser hat der Bambus eine röhrenförmige Gliederung der Halme, lanzettförmige Blätter und rispenartige Blüten. Er bildet vom unterirdischen Wurzelstock aus weitkriechende Ausläufer mit dichten bis lockeren Büschen (Horste). Unterschiedlich zu den Gräsern ist die vieljährige Lebensdauer der Halme, die Verzweigung und die Verholzung.

Wie die Laubbäume vergrößert der Bambus jedes Jahr seine Krone durch neuen Zweigansatz und wirft jährlich seine Blätter ab.

Der Wuchs des Stammes gleicht dem der Palme. Der Bambusspross bricht mit seinem definierten Umfang aus dem Boden heraus, ohne sich später noch zu verdicken, wie es alle Laub- und Nadelbäume tun. Der Bambus wächst nur noch in die Höhe. Der "Guadua angustifolia" erreicht eine Höhe von etwa 20 bis 25m und einen Durchmesser von 12cm.

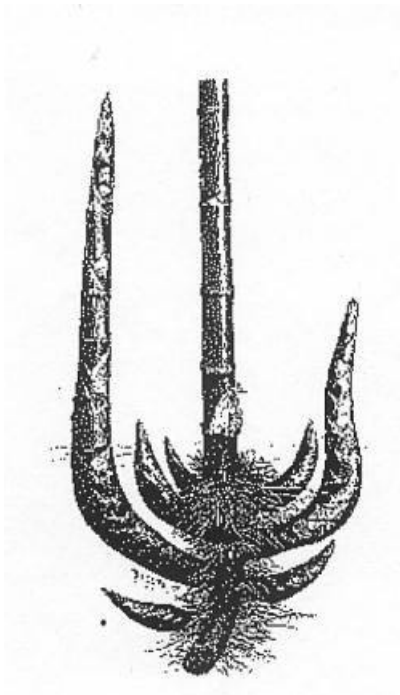
## Wurzel



Monopodiales Rhizom

Der Bambus wächst aus einem ausdauernden Wurzelnetz heraus, den Rhizomen. Nachdem aus einem Samen ein Ur-Rhizom entstanden ist, beginnt dessen Aufbau. Das Dicken- und Längenwachstum des Rhizoms steigert sich jährlich. Erst nach ca. 12 Jahren bringen die Rhizome Halme in ihrer vollen Dicke und Höhe hervor.

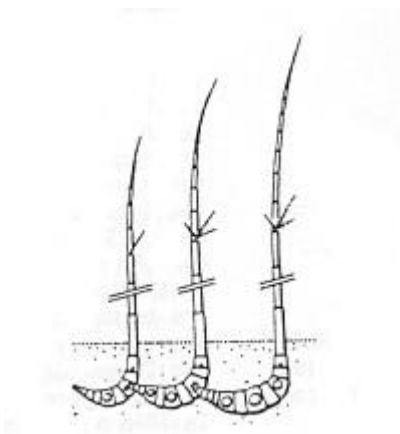
Monopodiale Arten wachsen über weite Strecken horizontal. Ein Rhizomstrang verlängert sich ca. 1 bis 6 m/ Jahr bei einer durchschnittlichen Lebensdauer von 10 Jahren. In unregelmäßigen Abständen sprießen aus seitlichen Knospen einzelne Halmstiele hervor. Diese Arten kommen eher in subtropischen Gebieten oder Zonen mit gemäßigttem Klima vor.



Sympodiales Rhizom

Sympodiale Arten entwickeln sich über kurze Strecken hin horizontal. Sie haben eine kreisförmige Flächenausbreitung von 1 bis 3 Rhizomknollen zusätzlich pro Stammrhizom. Diese Arten sind für die Tropen charakteristisch. Es können sich auch mehrere Wurzelgeflechte durchdringen und überlagern. Das Wurzelnetz von Bambus wirkt dadurch als Erosionsschutz. Es wirkt abfluß- und sickerverögernd auf das Regenwasser ein und dient als Feuchtigkeitsspeicher.

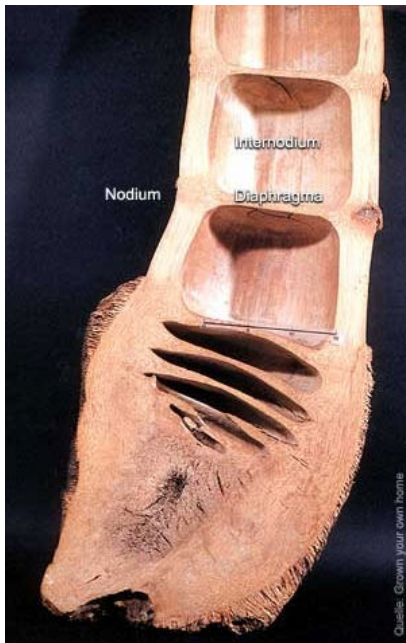
## Halm



Halmsegmentierung

Der Grundkörper des Bambus besteht aus einem Zweigsystem segmentierter Achsen. Eine Hauptachse oder ein Hauptstamm fehlen. Es gibt eine regelmäßige Folge von Knoten (Nodien) und Kammern (Internodien) in Rhizomen, Halmen und Zweigen. Die Form des Halmes kann zwischen exakt gerade aufrecht, mit überhängendem Wipfel bogenförmig bis zickzack gekrümmt oder liegend variieren.

Der Bambus zeichnet sich durch Längenwachstum aus. Er ist die am schnellsten wachsende Pflanze der Welt. Einige Bambusarten haben eine Wuchsleistung von bis zu 5cm in der Stunde. Der u.a. für Konstruktionen geeignete "Guadua angustifolia" wächst ca. 12cm am Tag.



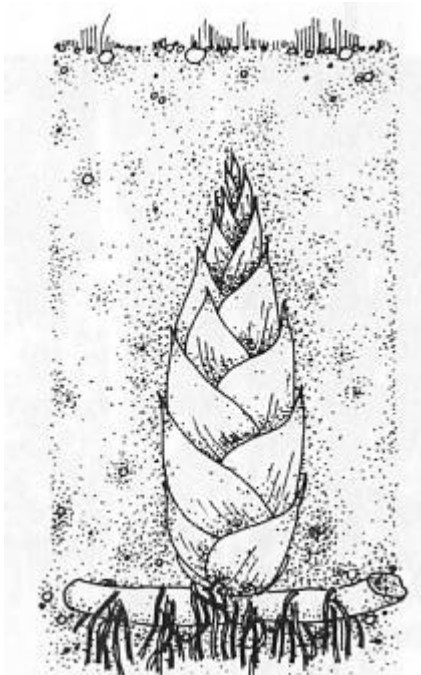
Schnitt durch Rhizom

Ein Bambushalm besteht aus Knoten (Nodien), Kammern (Internodien) und Trennwänden (Diaphragmen). Zuerst stehen die Halme als kleine Knospen an den Knoten des Rhizoms und werden von den sogenannten Scheideblättern umgeben. Dort wachsen sie mehrere Jahre lang, bis sie als kurze, dicke kegelförmige Sprosse aus der Erde hervorbrechen. Von da an erreicht der Bambusspross innerhalb eines Jahres seine volle Höhe und wirft die Scheideblätter nach und nach ab.

Die durchschnittlichen Halmlängen betragen 8 bis 15 m bei 5 bis 12 cm Durchmesser und 10 mm Wandstärke.

Der Halmdurchmesser bleibt von Anfang an gleich, solange der Halm steht. Deshalb lässt sich das Alter eines Bambusrohres nicht nach der Dicke bestimmen (wie beim Laubbaum), sondern wird nach dem Klang und dem Aussehen der Oberfläche beurteilt.

Jeder Spross enthält schon sämtliche Nodien, Internodien und Diaphragmen, die teleskopartig zusammengestaucht sind. Zuerst vergrößert sich das bodennächste Internodium, zuletzt das Spitzennodium. Die Anzahl und die Längen von Internodien pro Halm differieren artspezifisch. Kleinere Arten gliedern ihre Halme in 15 bis 20 Internodien, größere Arten können bis zu 55 Internodien aufweisen. Die Internodienlänge nimmt von der Basis bis zur Halmmitte zu, von da an bis zur Spitze wieder ab. Die meisten Bambusarten haben eine durchschnittliche Internodienlänge von 35 cm. Das Halminnere bleibt meist hohl. Gelegentlich werden jedoch die Spitzeninternodien massiv.



Knospe mit Scheideblättern

Die Nodien sind die Einfügestellen der abgefallenen Scheideblätter. Als Verstärkungsknoten erhöhen sie die Spalt- und Knickfestigkeit des Halmes.

Bambushalme haben einen kreisrunden Querschnitt und axial eine leicht konische Form. Sie verjüngen sich von der Basis bis zur Spitze nur ganz allmählich. Kurze Halmformen zeigen einen stärker konischen Verlauf als lange Halme. Aus diesem Grund werden die langwüchsigen Rohre als Baumaterial bevorzugt. Mit zunehmender Höhe nimmt der Durchmesser und die Wandstärke der Rohre ab.

Etwa vom 3. Lebensjahr an verholzen und verkieseln langsam die Halme. Die Oberfläche des Bambus wird durch zunehmende Kieselsäureeinlagerung immer härter und widerstandsfähiger. Erst dann werden die Bambushalme als Baumaterial für tragende Teile wertvoll. Wegen der harten Silikatschicht der äußeren Oberfläche ist Bambus gegen chemische, tierische und mechanische Angriffe sehr widerstandsfähig.

Die Oberfläche des Halmes ist anfangs grün. Nach dem Fällen wird sie gelblich, teils braun bis

schwarz und einfarbig. Sie ist matt oder glänzend. Einige Bambusarten sind durch andersfarbige, unterschiedlich breite Längslinien gestreift.

## Zweige und Blätter



Astgabel als Auflager

Der Bambushalm bleibt unverzweigt, bis er spätestens nach einem Jahr seine volle Höhe entwickelt hat. Der Vorgang des Verzweigens erfolgt von der Spitze aus nach unten und kann sich bei wenigen Arten bis zur Basis erstrecken. Die Astansätze befinden sich an den Nodien und sind fest verflochten zwischen Diaphragma und Nodienwulst. Die Astgabeln eignen sich als Auflager für leichtere Konstruktionen. Die Zweige tragen gestielte Grasblätter, die mehr oder weniger breit ausfallen können. Je höher der Bambushalm ist, desto kleiner werden im allgemeinen die Blätter. Bambus wirft, wie unsere Laubbäume, jährlich seine Blätter ab, nur mit dem Unterschied, daß die neuen Blätter kurze Zeit später schon wieder nachwachsen. Bambusblätter ergeben eine gute Dämmung als Schüttung bei zweischaligem Boden- oder Wandaufbau. Wegen des geringen Gewichts werden die tragenden Bauteile kaum zusätzlich belastet. Lange und breite Bambusblätter können auch als Blätterdeckung zu einer Dachhaut verarbeitet werden.



Zweige mit Blättern

## Blüte, Frucht und Reife



Bambus blüht gewöhnlich nur einmal in seinem Leben und stirbt nach dem Fruchten. Einige Arten können auch jährlich blühen ohne abzusterben. Im Laufe der Blütezeit werfen die Halme ihre Blätter ab, die dann nicht mehr nachwachsen. Kleinere Bambusarten kommen ungefähr nach 3 bis 4 Jahren, größere Arten nach 20 bis 80 eventuell auch 120 Jahren zur Blüte. Es werden zwei Arten der Blüte unterschieden.

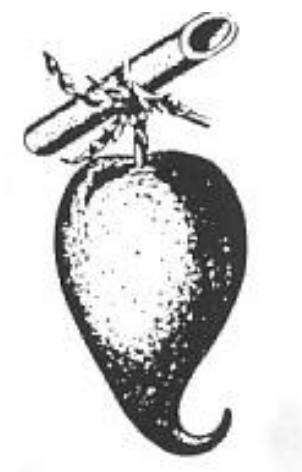
Beim sporadischen Blühen setzt die Blüte nur an manchen Horsten ein, wobei am betroffenen Horst alle oder nur einzelne Halme blühen.

Beim Massenblühen stehen alle Horste



Bambusblüten

gleichzeitig in Blüte. Es kann über große Strecken, sogar über Länder verbreitet sein. Der Blütenstand beim Bambus wird von Ähren und Rispen gebildet. Die einzelne Blüte ist nur wenige Millimeter groß. Der Bambus blüht gewöhnlich in den letzten Monaten eines Jahres und die Samen reifen dann zu Jahresbeginn. Zu Beginn der Regenzeit nach einer Samenreife sind am Boden die ersten neuen Bambuspflänzchen zu sehen. Es sind 10 bis 50 cm hohe, dünne Stengel mit Blättern. Jedes Jahr kommen wieder neue Halme hinzu, die dicker und länger sind als die bestehenden. Der Grund hierfür sind die kräftiger werdenden Rhizome. Erst nach vielen Jahren sind die Rhizome vollständig entwickelt und können von da an Halme mit voller Höhe und Dicke hervorbringen.



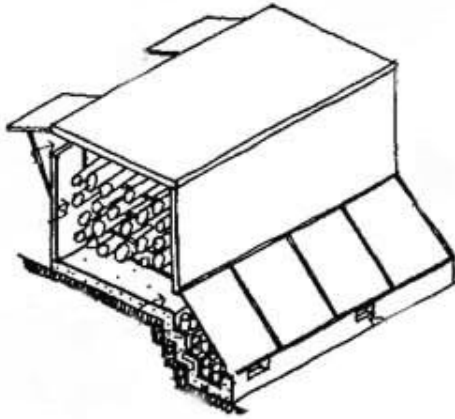
Bambusfrucht

Alle Bambusfrüchte sind essbar. Viele Bambusarten bilden jedoch nur selten reife Früchte, die meisten Früchte fallen vorzeitig zu Boden. Die Keimfähigkeit der Samen ist daher sehr gering. Folglich ist die künstliche Vermehrung durch Teilung, aus Stecklingen oder über Ableger sicherer und schneller.

## Lebensdauer

Nur wenige Wochen nach der Blüte und dem Fruchten sterben die Bambushalme ab und fallen zu Boden. Häufig sind auch ihre Rhizome erschöpft und gehen zugrunde. Der Bambus verholzt dann bis zum Verstopfen der Leitgefäße. Bei den größeren Bambusarten ist die Lebensdauer durch die Blütezeit bestimmt. Diese Arten können mitunter bis zu 100 Jahre alt werden. Kleinere Arten sterben manchmal schon nach 5 Jahren ab. Diese Arten können mitunter öfters blühen, ohne abzusterben.

## Ernte, Lagerung und Trocknung



Lagerungsgestell

Bambushalme sollten mindestens 3 Jahre stehen bevor sie gefällt werden. Denn erst nach dem dritten Lebensjahr ist der Bambus ausreichend verholzt, d.h. der Wassergehalt ist vermindert und der Holz- und Kieselsäuregehalt ist erhöht. Dabei werden alle 2 bis 4 Jahre dem Horst bis zu 30% der "reifen" Bambusstangen entnommen. Die belassenen Stangen stützen nicht nur die jungen Triebe, sondern erhalten auch die volle Wuchskraft der Rhizome. Drei- bis fünfjährige Bambus-stangen gelten als gut geeignete Bau- und Werkstoffe. Um einem Befall von Insekten vorzubeugen, sollte der Bambus in den Subtropen im Herbst und Winter, in den Tropen während der Trockenzeit geerntet werden, da die Insekten in dieser Zeit inaktiv sind. Zum Fällen werden kleine, sehr scharfe Äxte oder kurze Macheten benutzt. Nach dem Fällen müssen die Zweige so vorsichtig von den Bambusstangen entfernt werden, daß die Außenhaut nicht verletzt wird. Nach dem Ernten sollte der Bambus liegend gelagert werden, um Verbiegungen zu vermeiden. Zusätzlich sollte der Bambus während dieser Zeit vor Sonne, Regen und Erdfeuchte geschützt werden.

Es gibt zwei Arten um den Bambus zu trocknen: Die Lufttrocknung erfolgt in gut belüfteten Gestellen und ist nach 6 bis 12 Wochen abgeschlossen. Die Trocknung im Ofen dauert nur 2 bis 3 Wochen. Generell sollte der Bambus langsam getrocknet werden, um hohe Spannungen zu vermeiden, denn manche Bambusarten vertragen keine rasche Austrocknung. Bei der schnelleren Ofentrocknung kann die Rinde rissig werden oder die Rohre spalten sich streckenweise axial auf.

## Holzschutz

### Allgemeines



Splintholzkäfer (Lyctidae)

Je höher der Feuchtigkeitsgehalt im Bambus ist, desto höher ist auch seine Anfälligkeit gegenüber Pilzen, Schwämmen, Käfern und Termiten. Daher ist der beste Erntezeitpunkt die trockene und kühlere Jahreszeit, in der die Schädlinge weniger aktiv sind.

Die Schädlinge befallen sowohl die noch wachsenden als auch die bereits geschlagenen Pflanzen. Sie können die Halme derart zersetzen, dass sie als Baustoff nicht mehr geeignet sind.

### Passive Methoden



Überdachte Brücke von Jörg Stamm

Einfache konstruktive Massnahmen, wie das Herausheben der Stützen oder ein grosser Dachüberstand, können die Lebensdauer des Bambus deutlich steigern und sind sehr empfehlenswert.

## Aktive Methoden



Räucherofen

Quelle: Grow your own house

### Räuchern:

Eine andere Möglichkeit des Holzschutzes liegt im Räuchern im eigenen Harz, das die Rinde des Bambus für Insekten ungeniessbar macht. Hierbei ergibt sich eine Braunfärbung des Materials.

### Erhitzen:

Durch kurzes Erhitzen auf 150° C wird die Aussenwand des Bambus ebenfalls widerstandsfähiger, allerdings können die Rohre leicht aufplatzen. Beim Kochen (ca. 15 - 60 min.) werden Stärke und Zucker herausgeschwemmt. Hier stellt sich die Frage nach einem geeigneten Gefäss.

### Wässern:

Lagert man die frisch geschlagenen Stangen 4-12 Wochen in Wasser, werden ebenfalls Stärke und Zucker aus dem Bambus herausgeschwemmt, die das Hauptnahrungsmittel für Schädlinge darstellen. Dabei ist fliessendes Wasser besser geeignet als stehendes, da hier mehr Austausch stattfindet. Salzwasser ist nicht geeignet, da sich das Salz im Bambus anlagert und später Feuchtigkeit und Schimmel anzieht.

### Anstriche:

Anstriche mit Borax sind ökologisch sinnvoll und werden häufig verwendet. Ebenso Kalkschlämme, Rangoo Öl oder eine Mischung aus Kalk und Kuhmist.

Eine Behandlung mit Insektiziden ist aus ökologischen Gründen nicht akzeptabel. Dazu zählen Kerosin, DDT, PCP und andere.

## Ziel

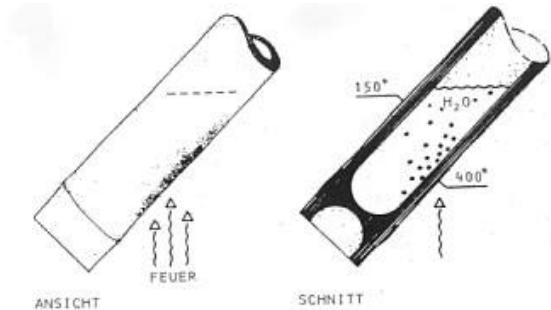
Diese Methoden verhindern das Eindringen von Schädlingen durch Veränderung der Oberfläche, oder entziehen dem Bambus die Nährstoffe der Insekten (Stärke und Zucker). Der Schutz vor Pilzen und Schimmel besteht hauptsächlich darin, Feuchtigkeit fernzuhalten.

Will man den Holzschutz auch innenseitig anwenden, muss man entweder die Trennwände durchstossen oder jede Kammer einzeln aufbohren. Dadurch entstehen Schwachstellen, die sich negativ auf die Tragfähigkeit auswirken.



Die Lebensdauer von unbehandeltem Bambus beträgt ca. 2 ½ Jahre, die von behandeltem Bambus ca. 10 Jahre.

## Eigenschaften



Brennverhalten - Bambusrohr wassergefüllt

### Zugfestigkeit:

Die Fasern des Bambus verlaufen axial. In der Randzone befinden sich hochelastische Leitbündel, die eine sehr hohe Zugfestigkeit besitzen. Diese ist zwar höher als die von Baustahl, allerdings lassen sich keine Anschlüsse konstruieren, die diese Zugkräfte übertragen könnten.

### Schrumpfverhalten:

Bambus schrumpft stärker als Holz. Durch den Feuchtigkeitsverlust beim Trocknen kommt es zu Spannungen, die zu Rissen führen. Diese treten zunächst an den Nodien (Knoten) auf. Bambus schrumpft im Querschnitt um 10-16 %, in der Wanddicke um 15-17 %.

### Brennverhalten:

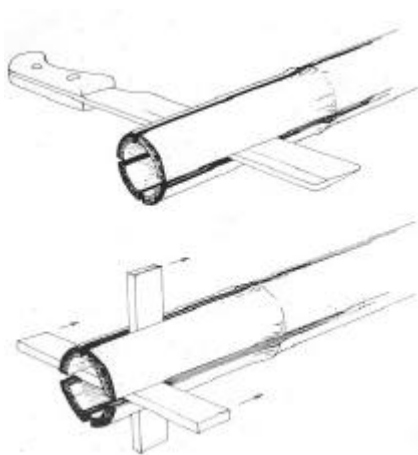
Das Brennverhalten ist sehr gut, da Bambus aufgrund des hohen Kieselsäuregehalts der Rinde schwer entflammbar ist. Er kann Temperaturen bis zu 400°C aushalten.

### Elastizität:

Die enorm hohe Elastizität von Bambus macht ihn zu einem sehr erdbebensicheren Baustoff.

Ein weiterer Vorteil ist sein geringes Eigengewicht, das die Handhabung beim Transport und der Verarbeitung erleichtert. Im Gegensatz zum Baustahl kann man mit Flaschenzügen arbeiten und benötigt selten Kräne.

## Bearbeitung



Spalten eines Bambusrohres

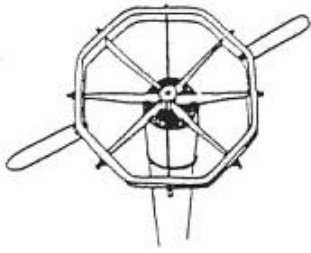
Bambus lässt sich mit den einfachsten Werkzeugen bearbeiten. Diese müssen recht scharf sein, da die Aussenwand sehr hart ist. Daher ergibt sich ein höherer Werkzeugverschleiss.

### Empfehlenswerte Methoden:

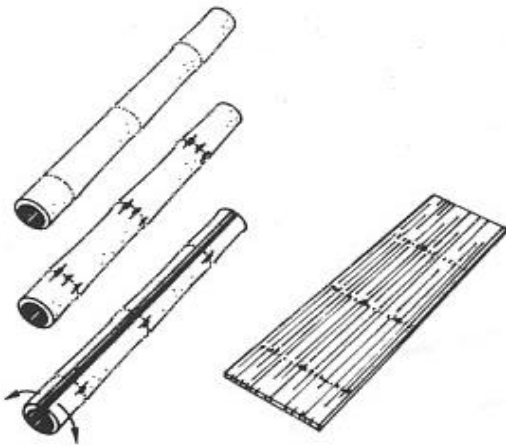
Spalten: sehr einfach, weil man in der Faserrichtung arbeitet. Das Rohr wird erst halbiert, dann geviertelt, anschliessend treibt man Keile hinein, um das gesamte Rohr aufzuspalten. Man kann auch Kranzmesser verwenden, die das Rohr in kleinere Segmente teilen.

Schneiden mit Hau- oder Schneidmessern.  
Sägen

Brennbohren: Beim Brennbohren erhält man saubere Löcher und die Rissbildung wird deutlich vermindert, beim einfachen Bohren fransen die Löcher sehr leicht aus.

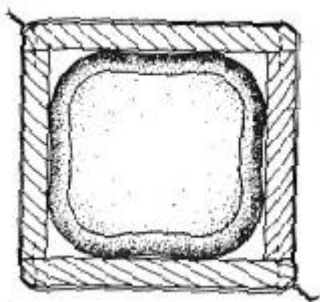


Spalten des Bambus mit einem Kranzmesser



Herstellung von Bambusbrettern

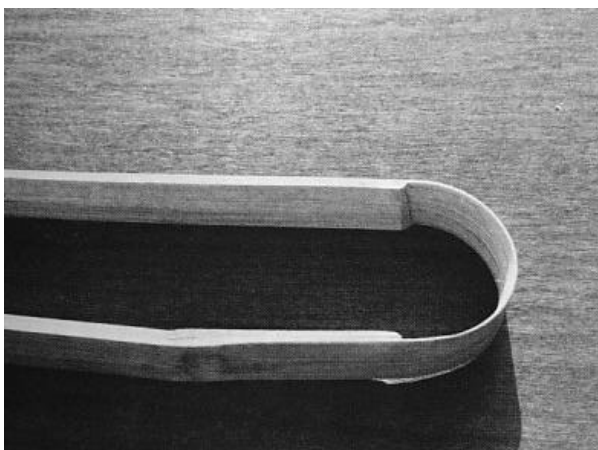
Durch das Spalten erhält man Rohrhälften, Latten und Leisten. Will man Bretter erhalten, so muss man den Bambus an allen Nodien an mehreren Stellen aufschlagen, das Rohr über die ganze Länge aufspalten und "abwickeln". Bis zu einem Alter von 18 Monaten kann man die Rinde des Bambus abschälen, so gewinnt man Binde- und Flechtmaterial, woraus man Stricke und Seile fertigen kann.



Bambus wird in eine Kastenform gezwängt

Formen:

Bambus, den man in eine Kastenform hineinwachsen lässt, erhält die quadratische Form, in die er hineingezwungen wird. So erhält man eine grössere Auflagerfläche für spätere Anschlüsse; der Bambus kann nicht so leicht abscheren wie bei einem runden Querschnitt, es ist eine bessere Kraftübertragung möglich.



Biegen:

Unmittelbar nach der Ernte kann man Bambus Kaltbiegen, so bleibt seine Form nach dem Trocknen erhalten. Erhitzt man Bambus auf 150°C, behält er seine Form nach dem Erkalten.



Unter Hitze verformter Bambus

## Oberflächenbehandlung

Die Informationen über das Bleichen und Färben sind für Leisten und kleinere Teile im Drachenbau bestimmt. Hier stellt sich die Frage nach geeignet grossen Gefässen und ob das Bleichen und Färben die Struktur des Bambus nicht soweit verändert, dass seine Tragfähigkeit darunter leidet. Trotz allem sollen diese Methoden kurz vorgestellt werden.

### Bleichen:

Das Einlegen in Wasserstoff-Superoxid entfernt Spuren von Wachs oder Harz. Lässt man ihn zu lange liegen, wird er porös!

### Färben:

Jedes Land hat dazu seine eigene traditionelle Methode entwickelt. Grundsätzlich gilt:

1. Die Wachsschicht entfernen, weil sonst keine Farbe eindringen kann.
2. Vor dem Färben Bleichen, damit das Farbergebnis regelmässiger wird.
3. Nach dem Färben in Essiglösung fixieren.

### Andere Methoden:

In Japan wird die äussere Haut abgeschabt und Salzsäure auf das Rohr aufgetragen, anschliessend im Ofen erhitzt. Man erhält einen Branton.

Die Behandlung mit Kupfersulfat ergibt einen leuchtenden Grünton und schützt ausserdem vor Schimmelpilzen.

Räuchern ergibt einen Branton und schützt vor Insekten.

Diese Methoden färben nur die Oberfläche des Bambus. Mit der Technik der Karbonisierung kann man eine Durchfärbung des Bambus erreichen. Dabei wird der Bambus in einem Druckkessel bei einem Druck von 5 kg/cm<sup>2</sup> und einer Temperatur von 150 °C 20-30 min. inkubiert, wobei man einen durchgehenden Branton erhält.

## Anwendungsbereiche

Bambus findet in den unterschiedlichsten Bereichen Anwendung.

Als Baumaterial in der Bambusarchitektur wird er für die verschiedensten Konstruktionen eingesetzt, wobei im Folgenden nur einige näher betrachtet werden.

### Bambushäuser



Bambushaus als Skelettbau

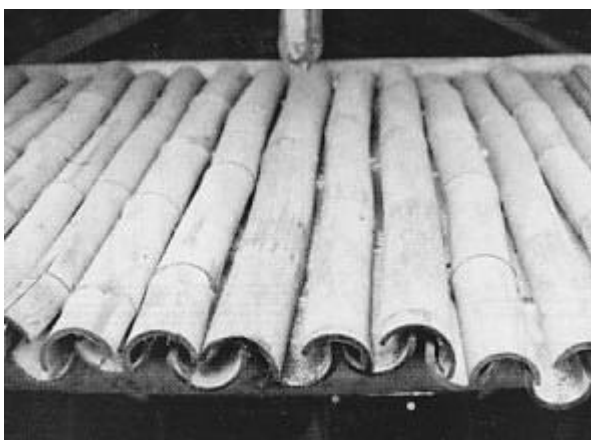
Bambushäuser sind ausschließlich Skelettbauten, meist mit aufgeständerten Fußböden und eingespannten Pfosten. Typische Bambusteile für die Errichtung sind Rohre, Rohrhälften, Latten, Stäbe, Leisten, Bambusbretter und Seilbund. Vorteile dieser Bauteile sind einfache Montage, leichtes Auswechseln von Einzelteilen sowie Demontage und Wiederverwendbarkeit.

Die Pfosten, Rähme, Riegel, Pfetten und Sparren bilden Längs- und Querrahmen aus Bambusrohr. Es werden überwiegend Bambusrohre mit einem Durchmesser von 5 bis 10 cm verwendet. Wände, Böden und Dachflächen dienen zur Ausfachung der Gelenkrahmen, da Streben und Diagonalstäbe in diesen Ebenen fehlen. Standsicher werden diese Häuser ausschließlich durch die eingegrabenen Pfosten, welche als eingespannte Stützenfüße wirken. Winddruck, durchnäßte Dachhaut (entspricht unserer Schneelast), Verkehrslasten und Eigengewicht ergeben die vertikal und horizontal wirkenden Kräfte.

Die Rahmentragwerke haben Gelenkknoten. Alle Stäbe sind geringfügig verschieblich und drehbar miteinander verbunden. Jeder Stab ist in der Lage, die Normal- und Querkräfte, jedoch keine Biegemomente in die anderen Stäbe zu übertragen. Steife Knoten werden selten ausgeführt. Das Konstruktionsgefüge muß vor allem dynamischen Belastungen, wie Windböen, widerstehen können.

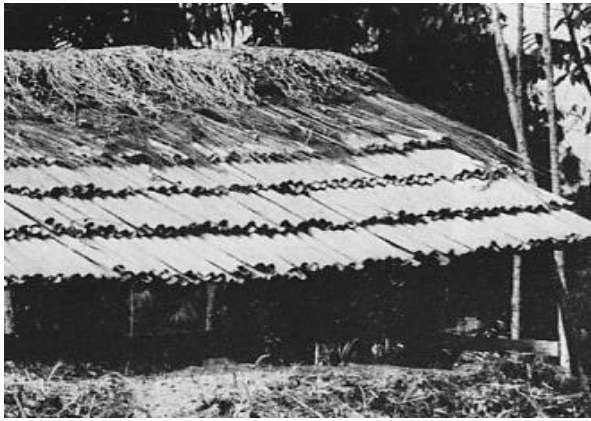
Baumaterial und Gefüge besitzen eine hohe Elastizität und geringes Eigengewicht. Aus diesem Grund gelten Bambushäuser als erdbebensicher.

## Dachdeckung



Mönch-Nonne-Deckung

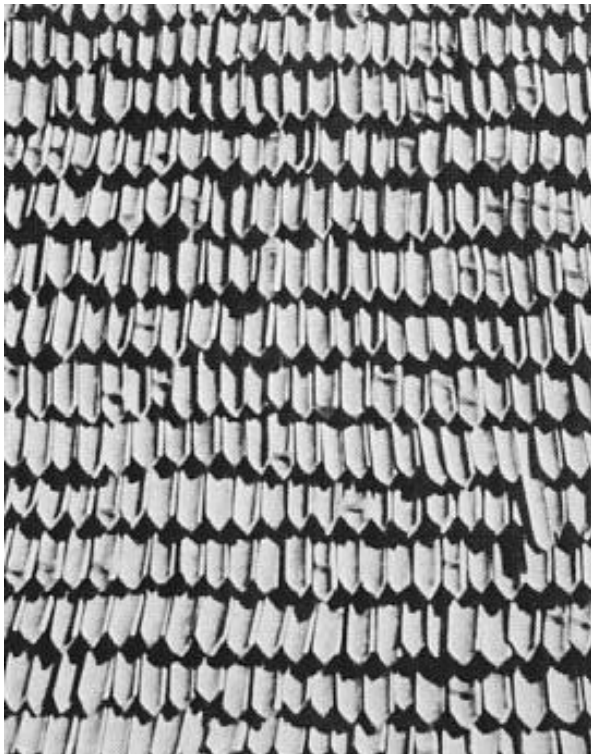
Die einfachste Dachdeckung läßt sich mit Bambusschindeln in Sparrenlänge herstellen. Die Bambusrohre werden axial halbiert und die Diaphragmen entfernt. Am First werden die Schindeln aufgefädelt und in Mönch-Nonne-Lagen geschichtet. An der Fußpfette bleiben sie unbefestigt. Nur das Eigengewicht hält sie in dieser Lage.



Schindeldoppeldeckung

Bei der Schindeldoppeldeckung wird jede Schindelreihe in Mönch-Nonne-Lage auf eine Steckleiste gefädelt und an eine Stange gebunden. Da diese Stange gleichzeitig als Pfette und Dachlatte dient, ergeben sich Pfettenpaare.

Die mehrlagige Schindeldeckung ist die aufwendigste und schwerste Dachdeckung. Die Dachhaut erreicht hierbei fast Mauerstärke. Eine Schicht liegt auf der anderen und reiht sich bis zum First hoch. Aufgrund des hohen Gewichts dieser Dachdeckung haben diese Häuser Dachstühle aus Massivholz.



Lanzettschindeldeckung

Eine weitere Möglichkeit sind Dachdeckungen aus Lanzettschindeln. Diese Schindeln sind Abschnitte von Bambusrohren in der Länge eines Internodiums. Auf dem Schindelrücken wird ein Zungenstreifen aus der Rindenschicht abgespannt, der sich wie eine Blattfeder zwischen die Dachlattenpaare klemmt. Die Lanzettschindeln liegen konvex in der Dachfläche. Wegen des besseren Regenablaufes sollten die Schindeln keine Nodienstelle außerhalb des Lattenbereiches haben. Die Lanzettschindeldeckung ist sehr aufwendig.

Eine Dachdeckung aus Bambusblättern hat einige Nachteile gegenüber der Deckung mit Palmblättern. Die Lanzettform, die gefächerte Richtung der Blattzweige und das Verwinden der Blätter erzwingen wesentlich vierschichtigere Blattbündel mit einer steileren Dachneigung und einer aufwendigeren Unterkonstruktion. Selbst bei 10 bis 15 cm dicker Schichtung ist diese Dachdeckung bei längerem Regen nicht regendicht.

Dachdeckungen aus Bambusspäneschindeln sind aufgrund des dicken Dachpolsters besonders wind- und regendicht. Die Späneschindeln sehen aus wie langborstige Besen. Sie werden Schicht für Schicht über eine Latte gebogen und vernäht.

Bei diesen Dachdeckungen mit organischen Materialien ist der First der anfälligste Bereich innerhalb der regendichten Dachhaut. Bei hartem Deckmaterial wird die Hälfte eines Bambusrohres mit großem Durchmesser wie eine umgedrehte Dachrinne über die Firstfuge gestülpt.



Bambusrohr als Firstsicherung



Bambusblätter als Firstsicherung

Bei weichen Materialien muß eine besonders sorgfältige Lagenschicht den Scheitel am First überdecken. Diese Lagenschicht wird mit Windstangen gesichert.

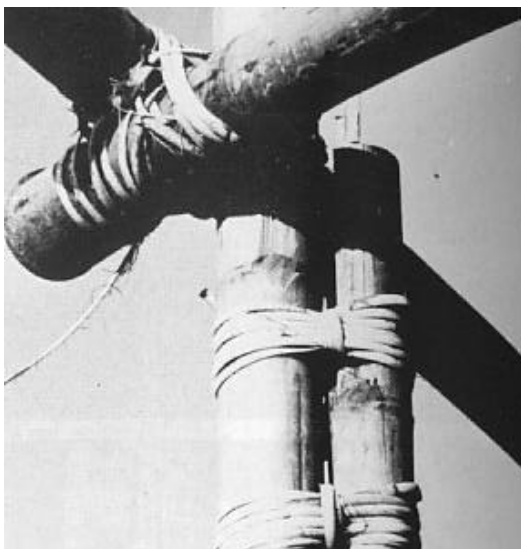
Die Windsicherung der Dachflächen übernehmen weitmaschige Gitter aus Bambuslatten. An den Ortgängen sind Windbretter aus Bambusrohrhälften mit Stecklatten in die Sparrenlage eingebunden. Dachrinnen sind an Bambushäusern nicht üblich. Eine Ausnahme bilden ringförmige Pfetten aus Bambusrohren, welche aber nur als Nebeneffekt das Regenwasser sammeln.

## Baugerüste

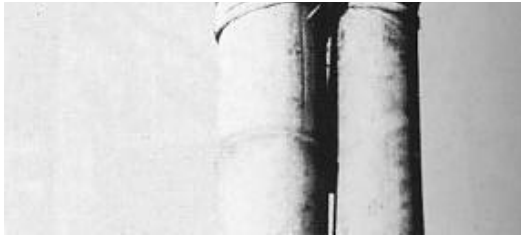


Baugerüst aus Bambusrohren

Mit Bambus lassen sich aufgrund des günstigen Verhältnisses von Tragfähigkeit zu Eigengewicht sichere Gerüste sogar für extreme Hochhäuser errichten. Wie die Bambushäuser gelten auch diese Konstruktionen als erdbebensicher.



Die Stangen werden an den Knotenpunkten unbearbeitet verwendet. Die Verbindung selbst wird durch Seilbund aus Bambusrinde hergestellt. Eine Stangenverlängerung erfolgt mit mehrfachen Wicklungen um die Stangenenden herum. Der Seilbund sollte dabei so liegen, daß sich bei abwärts gerichtetem Druck die Nodienwülste beider Stangen in den Schlingen keilförmig verklemmen. Bei größeren Rohrdurchmessern läßt sich die Reibung steigern, wenn die Schlingen zwischen den Stangen hindurch nachgespannt werden. Vertikale und horizontale Gerüststangen werden fast ausschließlich durch weiches Seilbundmaterial und Rödelsstangen verbunden. Der Vorteil ist, daß die Knoten mühelos nachgespannt aber auch schnell wieder gelöst

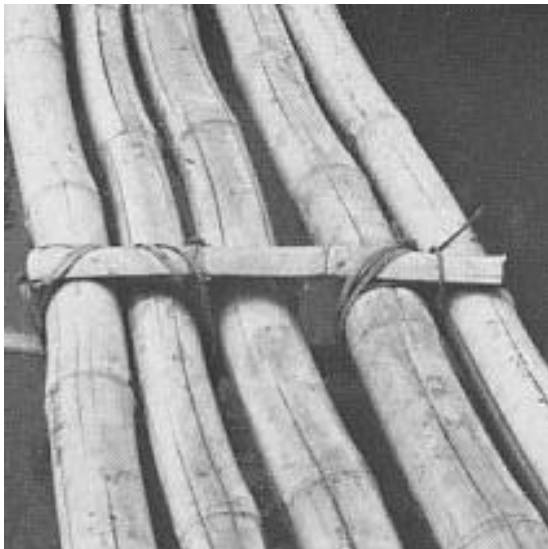


Verbindung der Bambusrohre durch Seilbund

## Stege und Brücken

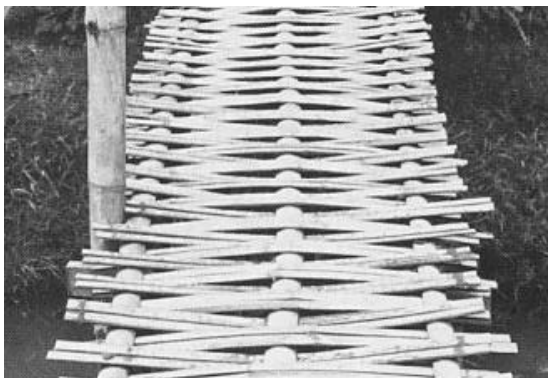
werden können.

Mit Bambusmaterial werden auch Stege und Brücken gebaut. Da Bambus viel elastischer ist als Massivholz, müssen bei der Konstruktion die Schwingungen, Durchbiegungen und Drehungen begrenzt werden. Stege und Brücken sind Baugefüge, die ungeschützt der Witterung ausgesetzt sind, sofern sie nicht überdacht werden. Ohne konstruktiven Schutz haben sie nur etwa ein Drittel der Lebensdauer von Skelettkonstruktionen der Bambushäuser. Die Verwendungsmöglichkeiten reichen von der einfachen Balkenlage über einen Wassergraben bis zum doppelten Hängesprengwerk über einen 30 bis 50 m breiten Fluß. Die folgenden Beispiele sollen eine Übersicht der Möglichkeiten geben und werden nur kurz erläutert.



Fußgängersteg ohne Gehbelag

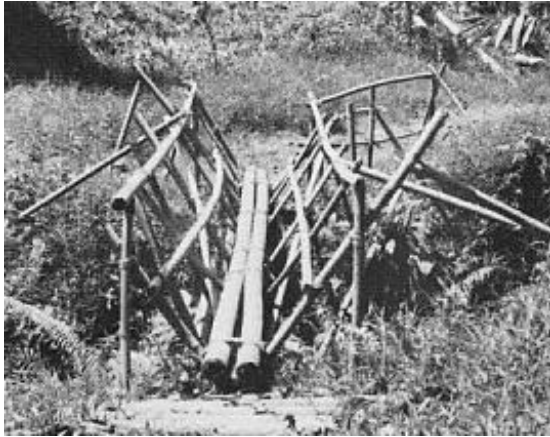
Fußgängersteg ohne Gehbelag  
Lattenklammern halten die Bambusrohre zusammen und wirken als Lastverteiler. Die Stangenenden sind an den Seiten in das Erdreich gepflocht und somit gegen Drehung und Verschieben gesichert.



Fußgängersteg mit geflochtenen Bambuslatten als Gehbelag

Die Stangenlage hat unterschiedliche Zwischenräume. Der Flechtbelag aus Latten steift gleichzeitig aus und verteilt den Druck. Pfähle dienen als Zwischenaufleger und als Geländerpfosten.

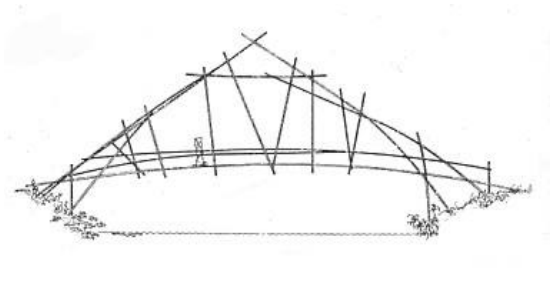
Fußgängersteg mit Gehbelag



Brücke mit eingebundenem Geländer



Brücke mit Zwischenpfosten



Brücke als doppeltes Hängesprengwerk

Fußgängersteg als Rohrbündel mit eingebundenem Geländer

Ein Bündel aus fünf Bambusrohren ist zu einem Balkenträger verarbeitet. Der Seilbund besteht aus Bambusrindenstreifen. Die Geländerpfosten sind zwischen den Balken diagonal eingebunden und halten diese gleichzeitig in ihrer Lage. Die Handläufe sind an den Enden vertikal in das Erdreich abgestützt. Zur Kippsicherung sind sie in Brückenmitte mit langen Streben zum Ufer hin abgestrebt.

Bambusbrücke mit Zwischenpfosten im Flußbett

Mit vielen Pfählen werden die Spannweiten meist unter 2 m gehalten. Sie stehen zu zweit oder zu dritt als Pfahlbündel, wobei nur einer nach oben durchläuft und den Handlauf trägt. In Längs- und Querrichtung werden sie mit Diagonalstäben ausgesteift. Der Belag ist ein Flechtwerk, das nur mit Randstäben auf der Balkenlage gehalten wird. Die Pfähle verhindern das seitliche Verschieben.

Fußgängerbrücke als doppeltes Hängesprengwerk

Die Gehfläche befindet sich in der Ebene der Streckbalken. Die Tragkonstruktion liegt teils ober- teils unterhalb dieser Balken. Das oberste Stabdreieck aus Druckgurten und Strebenenden wirkt längsausteifend. Auf den Streben und Hängeträgern ruht die Balkenlage. Durch die hoch aufragenden Bauteile ist diese Brücke jedoch sehr windanfällig.





Überdachte Brücke von Jörg Stamm

Überdachte Brücke von Jörg Stamm  
Diese Brücke dient als Beispiel für einen konstruktiven Holzschutz durch Dachüberstand. Dadurch wird die Lebensdauer erheblich erhöht.

---

## Literaturliste

Dunkelberg, Klaus: Bambus als Baustoff, in: IL31 Bambus, Karl Krämer Verlag Stuttgart 1992

Eberts, Wolfgang: [www.bambuszentrum-deutschland.de](http://www.bambuszentrum-deutschland.de)

Beiträge des Seminars: Entwerfen mit Bambus, RWTH Aachen SS 2001

## Url

[http://europa.eu.int/comm/dg10/culture/program-2000\\_en.html\\_vom\\_08.02.2000\\_22:00](http://europa.eu.int/comm/dg10/culture/program-2000_en.html_vom_08.02.2000_22:00)

[tinib@surfeu.de](mailto:tinib@surfeu.de)

[Sandra.Schneidereit@web.de](mailto:Sandra.Schneidereit@web.de)