

Rechteckige-Pergola an einem Amphitheater



Basisdaten

- Ort: Außenbereich
- Begrünungstyp: Vertikale Begrünung, ins Erdreich gepflanzt
- Pflanzen: Kletterpflanzen
- Konstruktion: Holzpergola, an eine Natursteinmauer angebaut, Rankhilfen
- Bewässerung: Nein

Wichtige Vorbemerkungen

Dieses Dokument beschreibt ein individuelles Projekt, das im Friedrich-Wilhelm-Gymnasium in Köln (Deutschland) umgesetzt worden ist. Die Pergola wurde dort an ein bestehendes kleines "Amphitheater" angebaut. - Die Bauanleitung kann daher (nur) exemplarisch aufzeigen, wie vorgegebene Standortfaktoren genutzt wurden - sie kann hingegen **nicht** an beliebigen anderen Orten reproduziert werden!

Die Pergola steht in sich stabil. Sie ist aber ausdrücklich **nicht** dafür geschaffen, größere Lasten aufzunehmen. Sie eignet sich insbesondere **nicht** als Klettergerüst für Menschen, und auch hinsichtlich der Bepflanzung gibt es Einschränkungen. Details dazu in den Sicherheitshinweisen am Ende des Dokuments.

Das ganze Bauprojekt ist so geplant und umgesetzt worden, dass der Aufbau der Pergola an einem einzigen Projekttag stattfinden konnte. Daran waren ca. 15 Schülerinnen und Schüler, sowie mehrere erwachsene Betreuungspersonen beteiligt; es konnten somit kleine Gruppen mit jeweils einer Betreuungsperson gebildet werden.

Die gesamte Vorbereitung der Konstruktionshölzer wurde vom Holzbauer vorgenommen – sodass am Projekttag nicht mehr gesägt oder gestemmt werden musste. Der Schutzanstrich der Pergola, der Anbau der Seile / Kletterhilfen und die Begrünung erfolgen im Nachgang.

Wir danken dem Holzbauer Sascha Unger, welcher dieses Bauprojekt vorbereitet und angeleitet hat!

Inhaltsverzeichnis

Basisdaten	1
Wichtige Vorbemerkungen	1
Auswahl des Standortes	3
Material	3
Hölzerne Pergola	3
Rankhilfe	4
Pflanzen	4
Werkzeug.....	4
Schritt-für-Schritt-Anleitung.....	5
Planung und Maße	5
Vorbereiten, Aufstellen und Befestigen der Pfosten (Pfosten-Gruppe)	5
Verankern der Pfosten im Boden (Beton-Gruppe)	7
Aufbauen des Rähms (Rähm-Gruppe)	8
Aufräumen, Werkzeug reinigen	11
Sicherheit und Holzschutz, Begrünung und Pflege.....	11
Sicherheit und Holzschutz	11
Begrünung und Pflege	12

Auswahl des Standortes

Der Standort für die Pergola war von der Schule vorgegeben: Das kleine Amphitheater auf dem Schulhof. Es sollte in einen begrünten und somit im Sommer schattigen Ort verwandelt werden, der im Sommer als Outdoor-Klassenzimmer und als Pausenaufenthalt genutzt werden kann.

Zu den Spezifika des Standortes gehören:

- außerhalb der befahrbaren Fläche des Schulhofes - daher kein Konflikt mit Feuerwehzufahrt etc.
- teilweise (zeitweise) verschattet durch große Bäume
- relativ dicht an einer Fensterfront des Schulgebäudes - mit Auswirkungen auf die Begrünung (siehe dort).



Material

Die folgende Liste gibt einen Überblick über die benötigten Materialien, einschließlich ungefährer Abmessungen und Mengen, für eine rechteckige Pergola-Konstruktion mit den Maßen ca. 5,00 x 7,50 m und einer Höhe von ca. 2,70 m.

Als Bauholz wurde Konstruktionsvollholz (Fichte) verwendet. Es ist trocken und hat eine glatte, unbehandelte Oberfläche.

Hölzerne Pergola

- **Quadratisches Bauholz ~ 120/120 mm ~ ca. 25 laufende Meter**
 - 8 Stück á 2,70 m (Pfosten)
 - 8 Stück á 30 cm (Hilfs-Hölzer)
- **Rechteckiges Bauholz ~ 120/60 mm ~ ca. 40 laufende Meter**
 - 2 Stück á ~ 5,00 m (Rähm – kurze Seiten)
 - 2 Stück á ~ 4,00 m (Rähm – lange Seite)
 - 10 Stück á ~ 73 cm (Kopfbänder)*
 - 24 Stück á ~ 60 cm (kurze Sparren)*

****Maßangabe ist jeweils die längste Seite des Bauteils.
Zuschnitt + Verbau der Kopfbänder und Sparren siehe Foto.***



- **Bodenanker H-Form**
 - 8 Stück (einer pro Pfosten), Höhe ~ 40 cm, Öffnung ~ 12 cm
- **Metallwinkel**
 - 2 Stück ca. 8 x 8 x 8 cm
- **Beton max. 0,8 t**
 - Bausand/Kies, Zement und Wasser für die Produktion von bis zu 0,8 t Beton
- **Schrauben**
 - 16 Holzbauschrauben 8x180 mm mit Sechskantkopf + passende Dübel 6 cm
 - 64 Holzbauschrauben 8x120 mm
 - 16 Schlossschrauben 8x140 mm, incl. Muttern und Unterlegscheiben

Rankhilfe

- Stahldraht (gedreht) 4 mm [d] ~ 50 laufende Meter
- Befestigungsmaterial (z. B. Bindfaden, Kabelklemmen, Draht)

Pflanzen

- Kletterpflanzen (windend) – z.B. Wein, Blauregen und rankende Gemüsepflanzen.

Aufgrund des speziellen Standortes - dicht an einer Fensterfront der Schule - sollten Pflanzen verwendet werden, die im Winter ihr Laub abwerfen. Somit wird verhindert, dass im Winter - wenn die Sonne tiefer steht und das Sonnenlicht knapp ist - die hinter der Pergola befindlichen Klassenräume verschattet werden.

Die Pflanzen werden in den Erdboden gepflanzt, sie bleiben also das ganze Jahr draußen – also müssen sie zudem winterhart sein.

Werkzeug

- Akku-Bohrschrauber + Bit-Set
- Holzbohrer
- Stein-/Betonbohrer
- Universalmesser
- Schraubenschlüssel (für Bodenanker, Kabelklemmen)
- Kabelschneider
- Gartenschere
- Eimer
- Schaufeln
- Gartenkellen
- Gießkanne oder Gartenschlauch

- Leitern, ca. 2 m Stehhöhe (2 Stück)
- Wasserwaage
- Hammer
- Gummihammer
- Schubkarren
- Spaten
- Maurerkübel
- Betonmischer (Zwangsmischer)

Schritt-für-Schritt-Anleitung

Planung und Maße

Die Grundfläche der Pergola war durch das bestehende kleine Amphitheater vorgegeben. Die Höhe war frei wählbar.

Der Zimmermann hat vorab einen Plan des Bauwerks entwickelt, das Material besorgt, die Hölzer zugeschnitten und erste Markierungen sowie Bohrungen vorgenommen. Er hat ferner den Ablaufplan entwickelt.

Sobald alle Materialien vom Zimmermann beschafft und vorbereitet sind, kann die Montage beginnen.

Um eine effiziente Installation an nur einem Projekttag mit Schüler*innen zu gewährleisten, können viele Arbeitsschritte parallel ausgeführt werden. Dazu wurden drei Arbeitsgruppen gebildet:

- Vorbereiten, Aufstellen und Befestigen der Pfosten (Pfosten-Gruppe)
- Verankern der Pfosten im Boden (Beton-Gruppe)
- Aufbauen des Rähms (Rähm-Gruppe)

Vorbereiten, Aufstellen und Befestigen der Pfosten (Pfosten-Gruppe)

Das Amphitheater ist von einer rechteckigen Natursteinmauer umrandet. Somit konnten die Pfosten zuerst an die Steinmauer angeschraubt und dabei ausgerichtet werden, die Verankerung im Boden erfolgte danach.

Die Standorte der Pfosten werden mit Kreide an der Steinmauer markiert.

Die Hilfs-Hölzer werden an die vorgegebenen Markierungen der Pfosten angeschraubt.

Zudem wird jeder Pfosten mit einem H-förmigen Bodenanker verschraubt. Der Bodenanker wird an den Balken angesetzt - so, dass der Fußpunkt des Pfostens die oberste waagerechte Strebe des Ankers berührt. Der Pfosten erhält zwei Bohrungen - jeweils durch die gegenüberliegenden Löcher in dem Bodenanker. Jeweils eine Schlossschraube 8 x 140 mm wird hindurch gesteckt und mittels Unterlegscheiben und Mutter fest verschraubt. Somit ist der Pfosten fest mit dem Bodenanker verbunden.

Sobald die Beton-Gruppe Löcher in den Boden gegraben hat, besteht ausreichend Tiefe, sodass die Pfosten mitsamt Bodenanker aufgestellt werden kann.

Jeder einzelne Pfosten wird so an die Außenseite der Mauer angestellt, dass das Hilfs-Holz auf der Oberkante der Mauer aufliegt.



Die Pfosten waren am unteren Ende bereits mit zwei Bohrlöchern versehen. Durch eines dieser Löcher wird mit Hilfe eines Steinbohrers ein Loch in die Steinmauer gebohrt.

Durch das Loch wird ein Dübel in die Mauer gesteckt.



Eine Schraube mit Unterlegscheibe wird eingeschraubt - aber noch nicht festgezogen.

Jetzt wird der Pfosten mittels Wasserwaage senkrecht ausgerichtet. Zwei Personen halten den Pfosten in dieser Position.

Auch die zweite Befestigung an der Steinmauer erfolgt, wie oben beschrieben - also Loch bohren, Dübel einstecken, Schraube mit Unterlegscheibe einschrauben.

Damit ist der Pfosten "in Laufrichtung" der Mauer bzw. der Holzkonstruktion ausgerichtet.

Die Ausrichtung quer dazu erfolgt beim Festziehen der beiden Schrauben. Da die Steinmauer Unebenheiten aufweist, müssen ggf. Keile oder flache Streifen aus Kunststoff zwischen Mauer und Pfosten eingeschoben werden.

Nun „hängt“ der Pfosten senkrecht und fest an der Mauer; er „steht“ zudem auf dem seitlich angebrachten Hilfs-Holz.

Sechs der acht Pfosten werden so Fläche an Fläche an der Steinmauer befestigt. Die beiden Eckpfosten werden anders befestigt, nämlich Kante an Kante. Sie sind dafür anders vorgebohrt – nämlich diagonal durch den quadratischen Querschnitt des Holzes. Nachdem sie so an die Ecke/Kante der Steinmauer angeschraubt sind, sind sie noch nicht so sicher fest, dass sie alleine stehen gelassen werden können. Sie werden daher mit zwei Dachlatten stabilisiert, die seitlich angeschraubt und dann schräg nach außen auf den Boden gestellt werden. Zusätzlich wird ein Metallwinkel zwischen Pfosten und Steinmauer angebaut.



Am Ende sind alle Pfosten aufgestellt und fixiert. Sie werden erst durch die Verbindung zum Rähm und das Einbetonieren des Bodenankers dauerhaft fest.

Verankern der Pfosten im Boden (Beton-Gruppe)

An den Stellen, wo die Pfosten stehen sollen, werden Löcher von ca. 40x40x40 cm in die Erde gegraben. Diese Arbeit ist aufwändig, weil der Boden mit Steinen / Schotter / Bauschutt durchsetzt ist. Diese Arbeit beginnt parallel zum Aufstellen der Pfosten; dabei arbeiten beide Gruppen idealer Weise immer an unterschiedlichen Stellen.

Nachdem die Pfosten-Gruppe die Pfosten aufgestellt und an der Steinmauer befestigt hat und nachdem die Rähm-Gruppe das Rähm angebracht hat, wird Beton angemischt.

Dazu werden 4 Teile Sand/Kies mit 1 Teil Zement im Maurerbottich zunächst trocken vermischt. Dann wird so viel Wasser zugegeben, dass ein dicker - nicht fließender - Beton entsteht. Zum Mischen wird eine elektrischer Zwangsmischer eingesetzt.



Der Beton wird in die Erdlöcher eingefüllt - bis ca. 3 cm unterhalb des Endes vom Pfosten.

Die Oberfläche des Betons wird mit einer kleinen Schaufel / Kelle glattgerieben. Das erhöht die Festigkeit, zudem wird eine leichte Wölbung erzeugt, sodass Niederschlagswasser möglichst gut ablaufen kann.



Am Ende ist der Beton zu einem Fundament ausgehärtet, welches den Bodenanker fest umschließt und somit den Pfosten trägt.

Aufbauen des Rähms (Rähm-Gruppe)

Sobald alle Pfosten einer Seite der Pergola stehen, kann oben das Rähm aufgebaut werden.

Das bedeutet, dass die Rähm-Gruppe ihre Arbeit am Bauwerk erst etwas später beginnen kann als die beiden anderen Gruppen. Diese Zeit nutzt sie u.a. dafür, das gesamte Bauholz vom Fahrzeug abzuladen und es dorthin zu transportieren, wo es jeweils benötigt wird. Außerdem übt die Gruppe den Umgang mit Schraubzwingen, die später benötigt werden.

Das Rähm wird aufgebaut, sobald alle Pfosten einer Seite an der Steinmauer angeschraubt sind – und bevor die Bodenanker einbetoniert werden. Die Verschraubung an der Mauer gibt dem Pfosten bereits ausreichende Festigkeit.

Damit das Rähm gut passt, müssen die Pfosten ziemlich genau aufgestellt worden sein. Abweichungen im Rahmen weniger Millimeter werden durch die Elastizität des Holzes ausgeglichen. Wenn die Abweichungen größer sind, müssen sie durch eine Veränderung an der Verschraubung zwischen Pfosten und Steinmauer korrigiert werden. (Deshalb findet das Einbetonieren der Bodenanker und damit die endgültige Fixierung der Balken als Letztes statt.)

Zwei Trittleitern werden an der jeweiligen Seite positioniert, fest aufgestellt und von jeweils 1-2 Personen festgehalten, solange eine Person auf der Leiter arbeitet.

Die als Rähm vorbereiteten Kanthölzer werden auf die Pfosten gesetzt und zunächst mit Schraubzwingen fixiert.





Dann werden Bohrungen vorgenommen. Das Rähm wird mit jedem Pfosten mit Hilfe von jeweils zwei Schlossschrauben 8x140, incl. Mutter und U-Scheiben, fest verschraubt.

An den beiden Eckpfosten, wo zwei Rähms aufeinandertreffen, wird jedes nur mit einer Schlossschraube befestigt.

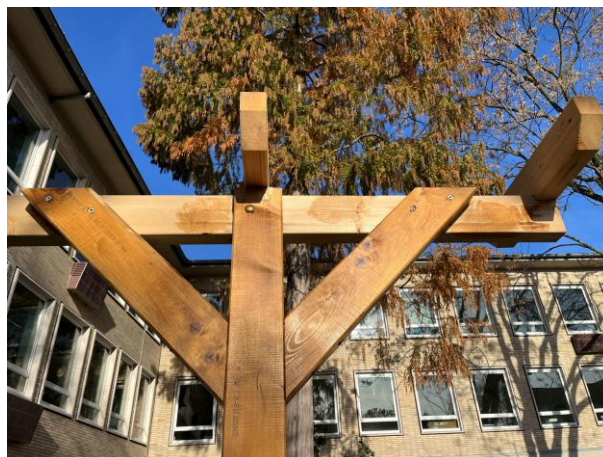


Eine Besonderheit stellt das Rähm der langen Seite (7,50 m!) dar. Es wäre nicht praktikabel gewesen, das in einem Stück anzuliefern. Es wurde also in zwei Stücken vorbereitet und angeliefert. Diese werden an der Verbindungsstelle senkrecht gebohrt und mit zwei Schlossschrauben verschraubt.

Nun werden die insgesamt 10 Kopfbänder eingebaut – und zwar je zwei an den Eckpfosten und an den beiden vordersten Pfosten, sowie je eines an den beiden mittleren Pfosten der langen Seite. Ein Kopfband ist eine diagonale Verbindung zwischen Pfosten und Rähm, welche das Bauwerk stabilisiert.

Jedes Kopfband wird zunächst mit einer Schraubzwinge am Rähm fixiert – das untere Ende liegt bündig am Pfosten an. Nun wird das Kopfband mit je zwei Holzbauschrauben am Rähm und am Pfosten verschraubt; für jede Schraube wird ein Loch vorgebohrt.





Schließlich werden die kurzen Sparren verbaut. Sie werden zunächst auf das Rähm aufgesteckt, dann auf die gewünschten Abstände ausgerichtet und schließlich mit jeweils einer Holzbauschraube an der gewünschten Stelle verschraubt. Wiederum wird für jede Schraube ein Loch vorgebohrt.

Aufräumen, Werkzeug reinigen

Nach Abschluss der Arbeiten werden...

- ...alle Werkzeuge gereinigt – insbesondere alle Bottiche, Spaten, Mischer und Schaufeln, die mit Beton in Kontakt gekommen sind, müssen schnell und gründlich gereinigt werden
- ...Betonrest so auf einen Haufen gekippt, dass der Hausmeister sie nach dem Erhärten entsorgen kann
- ...alle Werkzeuge zurückgestellt – zum Auto des Zimmermanns bzw. In den Werkzeugschuppen der Schule
- ...eventuell noch herumliegende Kleinteile eingesammelt
- ...Stromkabel und Wasserschlauch abgebaut.

Sicherheit und Holzschutz, Begrünung und Pflege

Sicherheit und Holzschutz

Die hier beschriebene Holzkonstruktion steht in sich stabil. Sie ist aber **nicht** für außergewöhnliche Belastungen ausgelegt. Daraus folgt:

- Die Pergola darf **nicht** als Klettergerüst oder Sportgerät missbraucht werden! Das gilt nicht nur für die Holzkonstruktion, sondern auch für eventuelle Spanndrähte bzw. für die Kletterhilfen.
- Spanndrähte und Kletterhilfen müssen so angebracht werden, dass sie die Sparren bzw. das Rähm nicht einseitig zu stark belasten.
- Spanndrähte bzw. Kletterhilfen müssen zudem auch gegen unbeabsichtigte Überlastungen geschützt werden – also insbesondere dagegen, dass Menschen darüber stolpern, dabei große Zugkräfte entwickeln und sich zudem selbst verletzen.
- Die Begrünung muss ausschließlich vertikal erfolgen. Es ist **nicht** zulässig, Kletterhilfen horizontal von einer Seite des Rähms zur anderen anzubringen und dann ein „grünes Dach“ zu schaffen. Die dabei entstehenden Kräfte würden insbesondere die Standsicherheit der beiden vorderen Pfosten gefährden.

- Eine seitliche (schräge) Abspannung vor allem der beiden vorderen Pfosten sollte geprüft werden. Dabei wird ein Drahtseil beidseitig schräg auf der Pfostenposition zur Erde geführt und über Betonage oder Erdanker gut fixiert.
- Die gesamte Konstruktion muss regelmäßig auf ihre Standfestigkeit, Holzzustand und Spannung kontrolliert werden.
- Auch die Begrünung ist sicherheitsrelevant, denn die Pflanzen können eine große Masse entwickeln und zusätzlich bei Wind eine Segelwirkung entfalten. Die Begrünung sollte daher regelmäßig kontrolliert und bei Bedarf zurückgeschnitten werden. Starkwüchsige Kletterpflanzen wie Efeu oder Wilder Wein sind ungeeignet.

Holz ist ein Naturmaterial, das – vor allem unter Einwirkung von Wasser – u.a. von Insekten und Pilzen allmählich „aufgefressen“ wird. Damit verliert es nicht nur den frischen Look, sondern auf Dauer auch seine Festigkeit. Holzschutz ist damit aus ästhetischen und vor allem aus Sicherheits-Gründen erforderlich.

- Die gesamte Holzkonstruktion sollte vor der Begrünung – möglichst bei Trockenheit – mit einem geeigneten, das Holz schützenden Anstrich versehen werden. Die Anwendungs- und Sicherheitshinweise des Herstellers sind dabei unbedingt zu beachten. - Für „natürlichen“ Holzschutz mit Anstrichen auf Leinöl-Basis gibt es auf der Green Cool Schools Website eine eigene Arbeitsanleitung.
- Der Zustand des Holzes und des Anstrichs muss ebenfalls regelmäßig kontrolliert werden.

Begrünung und Pflege

Die zur Begrünung vorgesehenen Kletterpflanzen benötigen Rankhilfen – dafür ist (geflochtener) Metalldraht vorgesehen. Zum Anbau der Rankhilfen sind bereits die kurzen Sparren montiert; sie haben auch bereits beidseitig Bohrungen 8mm zum Durchziehen der Drähte.

Nach unten hin werden die Rankhilfen ebenfalls befestigt – mittels Schraubösen in der Natursteinmauer oder mittels Erdankern / Erdhaken im Boden.

Die Bepflanzung soll im Frühjahr stattfinden. Die Pflanzen werden ins Erdreich gepflanzt. Falls der Boden weiterhin viel Bauschutt und Steine enthält, sollte Kompost oder Pflanzerde eingebracht werden.

Zur Pflege gehören dann insbesondere folgende Aufgaben:

- In den ersten Wochen (Anwachsphase): täglich prüfen und ggf. gießen
- Nach guter Wurzelentwicklung: 2-3x pro Woche prüfen und ggf. Gießen
- rechtzeitig Bewässerung für die Sommerferien klären
- Fortlaufend bei Bedarf:
 - Triebe am Rankgitter leiten und ggf. anbinden
 - Braune Blätter und abgestorbene Triebe nach Bedarf entfernen
 - bei zu starkem Wuchs Pflanzen beschneiden
 - ggf. düngen (Frühjahr/Sommer)
 - ggf. Abgestorbene Pflanzen entfernen und ersetzen.

Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Europäischen Exekutivagentur für Bildung und Kultur (EACEA) wider. Weder die Europäische Union noch die EACEA können dafür verantwortlich gemacht werden.