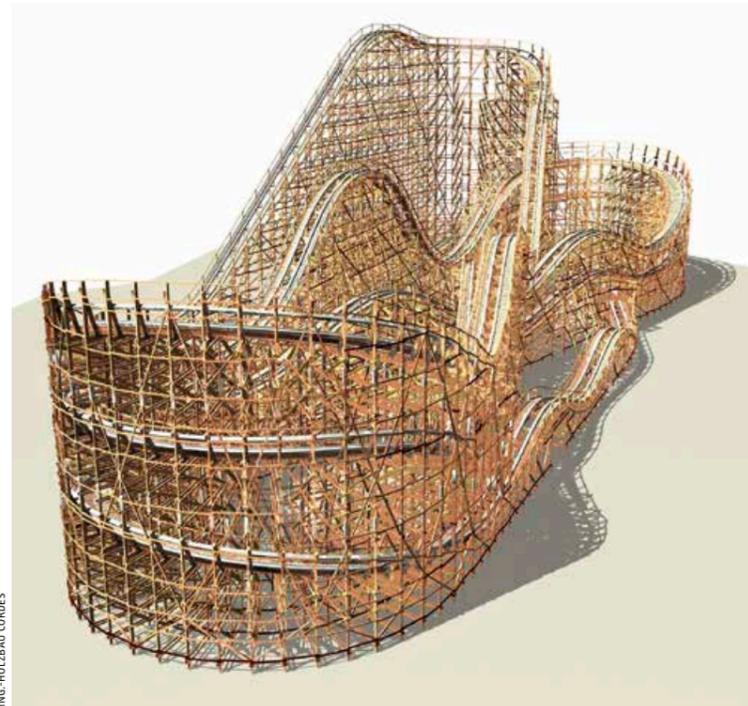


Holzachterbahnen

# Shake, rattle and roll!

Wie werden Holzachterbahnen holzbautechnisch realisiert? Welche Verbindungen sind nötig? Das zeigen ältere und neue Konstruktionen solcher Bahnen.



◀ Die „Balder“ im schwedischen Göteborg wurde 2015 zur besten Holzachterbahn gekürt

▶ 2012 entstand auf insgesamt 1,6 Hektar Fläche die erste Holzachterbahn des Europa-Parks in Rust: die Wodan Timbur



Zu den höchsten Bahnen aus Holz zählt beispielsweise die rund 1500 m lange „Colossos“ im Heidepark Soltau in der Lüneburger Heide. 3000 m<sup>3</sup> Holz stecken in dem bis zu 60 m hohen Koloss und 3000 Zeichnungen fertigten die Tragwerksplaner an, bevor es an den Bau ging. Dabei stand jeder Holzquerschnitt, jedes Profil, jeder Bolzen und Nagel fest. Ein planarisches Wunderwerk, über das man mit bis zu 120 km/h hinwegbrettern kann. Bei solchen Geschwindigkeiten wirken hohe Kräfte auf die Bahn, sodass die Konstruktionen teilweise sehr aufwendig sind. Die verschiedenen Achterbahnbauer gehen damit unterschiedlich um. Das US-amerikanische

Unternehmen Great Coasters International (GCI) beispielsweise setzt auf Tradition und baut auf althergebrachte Stecksysteme, sondern mit handwerklichem Geschick direkt auf der Baustelle. Mehr als 20 Holzachterbahnen hat GCI bereits errichtet. Darunter die Wodan Timbur im Europa-Park in Rust. Doch bleiben wir bei „Colossos“, der schnellsten und höchsten Bahn in Europa und der zweithöchsten der Welt, die das Holzbau-Unternehmen Cordes im Hightech-Verfahren geplant und errichtet hat und auf dessen Basis bis heute zahlreiche Nachfolger konstruiert wurden – in jeweils optimierter Form, versteht sich. Anders als bei

GCI wurden alle Teile von Colossos über CNC-Abbund im Werk vorgefertigt und dann vor Ort passgenau zusammengebaut.

### Ein 120 000-Teile-Tragwerk

Das Primärtragwerk von Colossos setzt sich aus Fachwerken aus Holzstützen (Hauptquerschnitte: 6/14 cm, 8/14 cm, 10/14 cm, bzw. 10/20 cm) mit Diagonalverbänden sowie schrägen Abstrebrungen als Abstützung gegen Seitenwind und Fliehkräfte zusammen. Die Abstrebrungen stützen alle 7,5 m das innere Fachwerk ab und wirken als Zug- und Druckstäbe, da sie nur normalkraftbeansprucht sind. Das Sekundärtragwerk wird

von genagelten Längsaussteifungen aus Latten (6/10 cm, 4,5/10 cm, 8/10 cm) und diagonalen Auskreuzungen (10/14 cm) für die Knicksicherheit der Stützen gebildet. Die Diagonalen nehmen die Kräfte aus der horizontalen Beanspruchung, den Windlasten sowie aus dem Fahrtrieb auf und leiten diese in die Einzelfundamente ab. Für das Holztragwerk der etwa 1500 m langen Achterbahn wählte man festigkeitssortiertes Kiefernholz (S10, S13), wodurch die Ausnutzung der Stammware bei nur 25 bis 30 Prozent lag. Für Querschnitte mit S13-Qualität hat man bis zu 140 Jahre alte Bäume verwendet. Das Holz wurde kerngetrennt, mit Übermaß geschnitten,



▶ Colossos ist die höchste und schnellste Holzachterbahn in Europa. Ihre Konstruktion ist prototypisch für viele Nachfolger-Bahnen



▲ Die Fachwerke erhalten jeweils Einzelfundamente. Fußanker und Grundplatte nehmen die Stützen auf



▲ Quer verlaufende Diagonalen bilden ein rautenförmiges Netz zur Aussteifung in Bahnrichtung



▲ Schienenkörper aus Furnierschichtholz erfüllen alle geforderten Eigenschaften, vor allem Witterungsbeständigkeit

auf Tränkfeuchte getrocknet, gehobelt und gefast, dann abgebunden und imprägniert. Das Ziel war, vollmäßige Querschnitte zu erhalten. Das gesamte Tragwerk besteht aus über 120000 Einzelbauteilen, die exakt zusammenpassen mussten.

#### Fundament mit gestapelten Stützen

Jede Stütze erhielt ein Einzelfundament aus Stahlbeton, um die dynamischen Beanspruchungen besser kontrollieren zu können. Jedes Fundament wurde daher auch gemäß seiner spezifischen Beanspruchung statisch nachgewiesen und ausgeführt. Aus Stahlformteilen zusammengesetzte Fußanker mit Grundplatte

nehmen die Holzquerschnitte der Stützen über zwei Passbolzen auf. Um die gewünschten Steigungen und Gefällestrrecken zu erzeugen, wurden unterschiedlich hohe Fachwerke hergestellt, deren Stützen aus übereinandergestellten, stumpf gestoßen Einzelstützen (max. Holzlänge = 11,60 m) bestehen (der höchste Punkt liegt bei ca. 60 m). Die Stöße wurden – wie beim klassischen Stoß eines Fachwerkbinders – durch zwei seitlich angebrachte Holzlaschen (ca. 1 m lang) sowie vier Bolzen hergestellt. Die Stützen nehmen Wind, Eigenlast und dynamische Beanspruchungen auf. Durch die Wechselbeanspruchung sind sie auf Zug und Druck gleichermaßen beansprucht, wobei Zugbeanspruchungen über die

Bolzenverbindungen aufgenommen werden, Druckbeanspruchungen über Kontaktpressung. Die seitlichen Fachwerkabstreben sind untereinander ebenfalls abgestrebt.

Für die statischen Berechnungen wurden die zum Zeitpunkt der Planung gültige Holzbau-Norm DIN 1052, die Brückenbau-Norm DIN 1074 sowie die DIN 4112 für „Fliegende Bauten“ herangezogen. Maßgeblich beteiligt hinsichtlich der Betriebssicherheit der Achterbahn war auch der TÜV Süddeutschland.

#### Fertigung Querschnitte

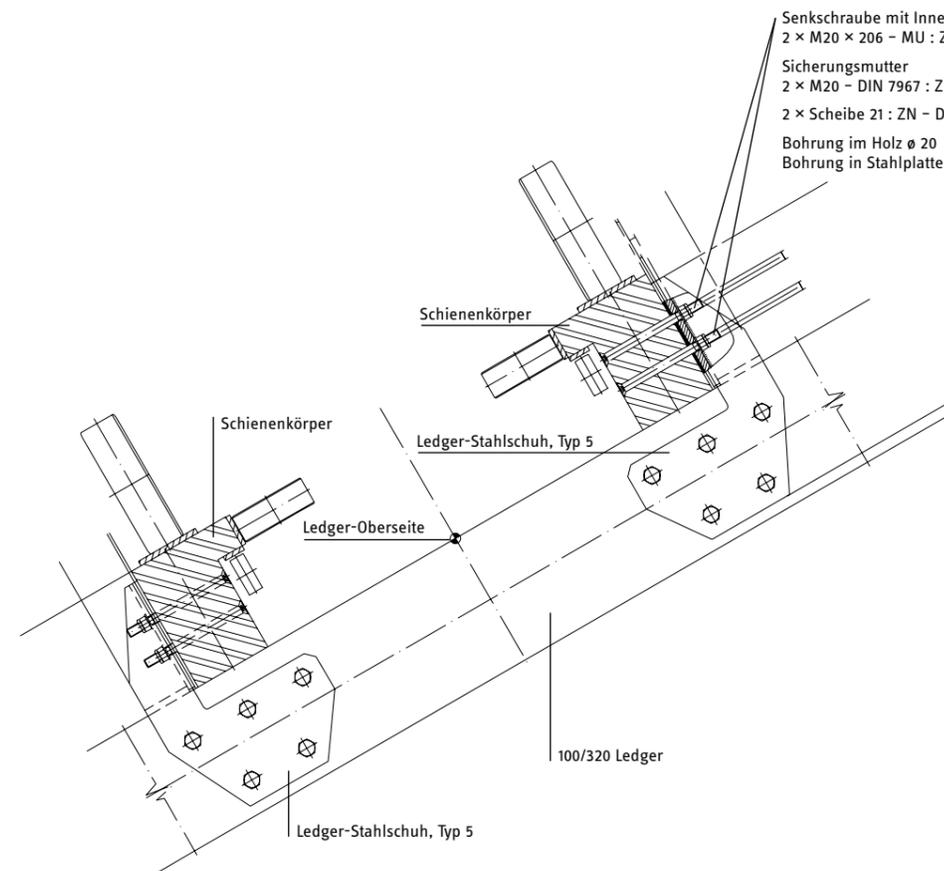
Am schwierigsten gestaltete sich die Herstellung der Schienenkörper und deren Stahlblechabdeckungen



▲ Auf den sogenannten „Ledgern“ wurden die Schienenkörper über spezielle Stahlschuhe montiert. Die Schienenverwindungen sind auf der 1500 m langen Strecke überall unterschiedlich. Daher wurden die Schienen abschnittsweise als Einzelteile vorgefertigt



▲ Scharnierähnlich ausgeführte Stahlanschlussteile zur Verbindung der Schienenabschnitte



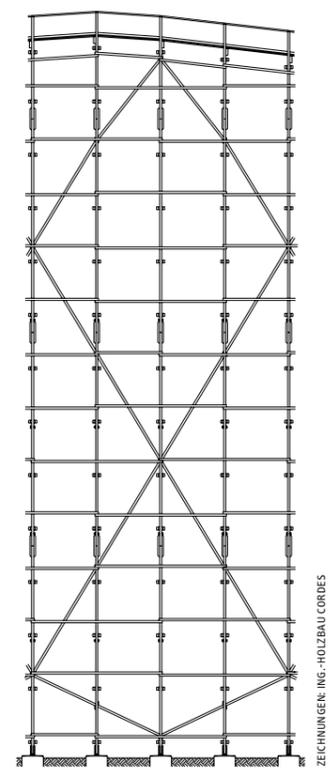
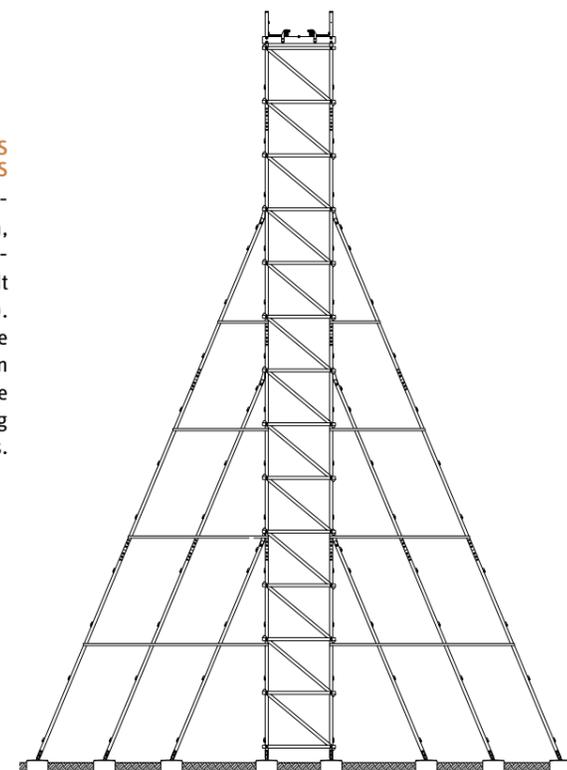
#### AUFLAGERUNG DER SCHIENEN AUF DEN „LEDGERN“

Auf den Querträgern, den sogenannten „Ledgern“, wurden die Schienenkörper über spezielle Stahlschuhe montiert. In den geraden Bereichen erfolgt der Anschluss Schwelle/Schiene über zwei Bolzen je Stahlschuh, in den geneigten Bereichen zur Aufnahme der Horizontal- und Vertikalkräfte über fünf Bolzen. Der Schwellenabstand liegt zwischen 1,60 m und 3,20 m, je nach Streckenabschnitt. Die Schienenabschnitte werden über scharnierartig ausgeführte Stahlanschlussteile miteinander verbunden.

#### SCHNITT UND TEILANSICHT EINES STRECKENABSCHNITTS

Links: Um die gewünschten Steigungen und Gefällestrrecken zu erzeugen, wurden unterschiedlich hohe Fachwerke mit Abstreben hergestellt (Primärtragwerk).

Rechts: Die quer über die Fachwerke verlaufenden Diagonalen nehmen horizontale Beanspruchungen auf. Die Neigung der Diagonalen ist abhängig vom Kraftfluss.





ING-HOLZBAU CORDES

▲ Bei „Mammut“ in Tripsdrill haben die Planer erstmals eine modifizierte Schiene eingesetzt

als Laufflächen für die Fahrzeigräder. Denn jede einzelne Schiene weist in den Kurvenbereichen eine unterschiedliche Krümmung und Verwindung auf. Für die etwa 20 cm x 30 cm messenden Schienenquerschnitte wurde Kerto Furnierschichtholz (FSH) gewählt, da es hochtragfähig, beliebig verkleb- und fräsbar sowie durchimprägniert und damit äußerst witterungsbeständig ist. Die Schienenkörper wurden abschnittsweise im Werk vorgefertigt, nummeriert und in Positionspläne eingetragen. Die gleiche Schwierigkeit

▼ Die neue Kerto-Schiene erhielt lediglich eine 10 mm dicke, aufgeschraubte Stahlaufklappe

stellte sich bei der Herstellung der Stahlblechabdeckung, die sich genau auf der Oberseite der Schienenkörper anschmiegen musste. Durch Biegen, Walzen, Strecken und Stauchen konnten auch die Abdeckungen für jeden Abschnitt exakt angefertigt werden. Ähnlich komplex war die Fertigung der zum Primärtragwerk zählenden Ledger (engl. Fachbegriff bei Achterbahnen; entspricht den Eisenbahnschwellen), also der Auflagerbalken (S13) für die Schienen. Auch hier handelte es sich um eine Einzelteilfertigung, da jede Schwelle im Bereich der Schienenaufklappe unterschiedlich angeschrägt werden musste, um eine ganzflächige Auflagerung sicherzustellen. Die Schienen liegen lose auf den Schwellen auf und werden durch Stahlschuhe, ähnlich einem Sparrenpfettenanker, aus feuerverzinktem Stahl (t = 12 mm) an die Schwellen angeschlossen.

### Verbindungsmittel

Aufgrund der unterschiedlichen Belastungsvarianten kamen 40 verschiedene Verbindungsmittel zum Einsatz, obwohl man aus Wirtschaftlichkeitsgründen darauf achtete, möglichst wenig verschiedene

Verbindungsmittel zu verwenden. Eingebaut wurden zudem rund 55 550 Geka-Dübel. Die Wahl fiel aus Gründen der sehr großen zu übertragenden Kräfte auf die hochtragfähigen und damit verformungsarmen Sonderdübel. Sie wurden überwiegend zweiseitig eingepresst. Für ein Bauwerk wie eine Achterbahn, das dauerhaft der Witterung ausgesetzt ist, war es zwingend erforderlich, den vorgegebenen Korrosionsschutz zu erfüllen. Alle Verbindungsmittel mussten daher feuerverzinkt und dadurch als Sonderanfertigung produziert werden.

### Maßtoleranzen und Aussteifung

Die Maßtoleranzen wurden äußerst eng gewählt, damit keine ungewollten Zwängungen auftraten. Die Schienen bilden in den Kurvenbereichen die Form eines Lassos und haben dadurch eine große aussteifende Wirkung in Längsrichtung (gekrümmtes Zugband).

Diese wurde jedoch rechnerisch nicht in Ansatz gebracht, sodass die tatsächliche horizontale Verschiebung geringer anzunehmen ist als die errechnete von 10 cm.

Susanne Jacob-Freitag, Karlsruhe ■



ING-HOLZBAU CORDES