

# **Der Baustoff Holz in innovativen Geschäftsmodellen – Holztürme für Windkraftanlagen**

Wood as a construction material in innovative applications – wooden towers for wind power plants

Le matériau bois dans les modèles innovateurs d'entreprise – des mats en bois pour éoliennes

Il legno in modelli commerciali innovativi – torri di legno per centrali eoliche

Dipl. Bau-Ing. Gregor Prass  
TimberTower GmbH  
Hannover, Deutschland





## 1. Der Begriff Innovation

„Bevor ihr euch streitet, klärt die Begriffe“ (Konfuzius 551 bis 479 v. Chr.)

Der hier gewählte Innovationsbegriff leitet sich aus der Betriebswirtschaftslehre ab. Jean-Philippe Deschamps hat hierzu in den letzten Jahren intensiv geforscht und dabei erheblich zur Begriffsdefinition beigetragen.

Wie beschreibt man innovativ? In der Literatur existieren heute unterschiedliche Ansätze, sich dem Innovationsbegriff zu nähern. Abhängig davon, in welchen Bereichen des Unternehmens die Innovation entwickelt wird, wird sie auch beschrieben. Handelt es sich um Güter oder Dienstleistungen, so spricht man von Produktinnovationen, wohingegen man im Bereich der Fertigung und Produktion eher von Verfahrensinnovationen spricht. Werden Geschäftspraktiken oder die Außenbeziehungen verändert, bezeichnet man dies als betriebliche Innovation.

Regelmäßig treten diese Innovationen als Mischformen auf, wobei sie von mindestens zwei Aspekten begleitet werden. Dies sind zum einen die Veränderung, die über den üblichen Betriebsalltag hinausgeht und zum anderen ein über den allgemeinen Geschäftsbetrieb hinausgehendes kaufmännisches Risiko.

Es gibt Möglichkeiten den Innovationsgrad zu bewerten. Eine sehr einfache aber hier völlig ausreichende Möglichkeit ist die Unterscheidung von inkrementellen und radikalen Innovationen. Die folgende Darstellung zeigt die wichtigsten Charakteristika von inkrementellen und radikalen Innovationen.

Inkrementelle Innovation	Radikale Innovation
Reduktion der Kosten oder funktionelle Verbesserungen bei bestehenden Produkten, Dienstleistungen oder Prozessen	Neue Produkte, Dienstleistungen oder Prozesse mit bislang nicht gekannten Eigenschaften
Nutzt vorhandenes Wissen	Basiert auf neuem Wissen
Erhöht die Wettbewerbsfähigkeit in vorhandenen Märkten oder Branchen	Bewirkt wesentliche Veränderung, die ganze Märkte oder Branchen transformiert oder auch neu kreiert
Geringe Unsicherheit	Hohe Unsicherheit

Abbildung 1: inkrementelle und radikale Innovationen

Die radikalen Innovationen ziehen durch ihren hohen „Neuheitsgrad“ das spontane Interesse aller auf sich. Aber neben der menschlichen Neugier gibt es darüber hinaus auch weitere Gründe, sich mit den radikalen Ideen zu beschäftigen.

### Geringe Wertschätzung von radikalen Ideen

Innovationsart	Wertschätzung	Renditeerwartung	tatsächliche	Flop-Rate	Anteil F&E
Altprodukte	hoch	7,3%	5,2%	-	19%
Produktpflege	mittel	6,8%	3,7%	-	31%
Verbesserung	hoch	14,9%	6,9%	69	22%
Erneuerung	mittel	15,1%	11,8%	67	16%
Radikal	gering	9,1%	14,7%	61	7%
Vision/Mission	ablehnend	3,2%	19,9%	64	5%

Abbildung 2: Quelle Düsseldorfer Akademie Schloss Garath

Auch die Flop-Rate einer radikalen Innovation gegenüber einer „schlichten“ Verbesserung erschließt sich erst, wenn man bedenkt, dass es schon nicht allzu leicht sein kann, Gutes zu verbessern, verglichen mit dem Aufwand gleich etwas Neues zu entwickeln.

Neue innovative Geschäftsmodelle sind selten, aber es gibt sie und in einigen sehr spannenden Beispielen spielt Holz eine bedeutende Rolle. Für die folgenden Ausführungen ist es notwendig den Begriff des Holzes einzugrenzen: Holz als Baustoff beschreibt im Folgenden Vollholz und/ oder Furniere und Baustoffe, die aus Vollholz und/ oder Furnier hergestellt wurden.

## 2. Historische Beispiele für innovative Anwendungen mit Holz

### 2.1. Einsatz von Holz als Rohstoff für die Bauindustrie, den Maschinenbau, dem Fahrzeugbau, der Chemie und als Energieträger



Abbildung 3: Streusalzbehälter aus Holz

Holz ist sicherlich der älteste Baustoff, den die Menschen kennen und verwenden, da Primaten Äste und Zweige für Ihren Nestbau und als Werkzeug verwendet haben. Heute ist Holz immer noch einer der wichtigsten Baustoffe weltweit. Dabei sind es die einzigartigen Werkstoffeigenschaften, die für die Verwendung von Holz als Baustoff wichtig sind. So ist z.B. die Widerstandsfähigkeit von Holz gegenüber Salz der Grund, warum heute Behälter für Streusalz wieder aus Holz anstatt aus Stahl gebaut werden.

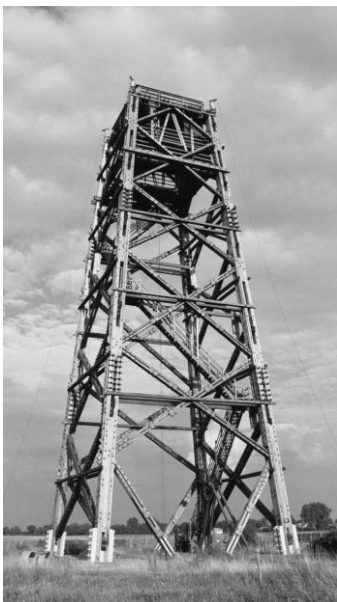


Abbildung 4: Messturm

Stahl und somit auch Stahlbeton haben durch die ferromagnetischen Eigenschaften für elektromagnetische Felder abschirmende und konzentrierende Eigenschaften. Auch haben Stahlkonstruktionen immer einen Dipolcharakter, d.h. sie wirken wie eine Empfangs- und Sendeantenne. Die besonderen elektromagnetischen Eigenschaften von Holz ermöglichen eine Turmkonstruktion, die - wenn sie vollständig auf Metall verzichtet - sich neutral verhält. In eine solche Konstruktion können Antennen eingehängt und vermessen werden, ohne das die Konstruktion selbst die Messung beeinflusst. Ein Beispiel dafür sind die Messtürme der Deutschen Telekom in Brück (Abbildung 4).

Insbesondere die geringere Leitfähigkeit und die kleinere Wärmeausdehnung von Holz gegenüber Metallen sorgten dafür, dass vor allem in der Feinmechanik Holz eine bedeutende Rolle spielte.

Der Name John Harrison ist für viele Menschen Synonym für einen der spannendsten Wettkämpfe der Menschheit. In der Geodäsie hat die Bestimmung des Längengrades im Gegensatz zum Breitengrad immer ein großes Problem dargestellt. 1714 hat das englische Parlament 20.000 Pfund als Preisgeld für eine Lösung ausgelobt. (Das als sehr hoch angesehene Jahreseinkommen eines Rechtsanwaltes wird für diese Zeit mit 1000 Pfund angegeben.) John Harrison löste die Aufgabe durch den Bau einer hochpräzisen Uhr,

während die namhaften Astronomen die Lösung durch Himmelsbeobachtungen herbeizuführen versuchten. Obwohl zu jener Zeit üblicherweise Metalle im Uhrmacherhandwerk eingesetzt wurden, hat der autodidaktische Uhrmacher seine erste Pendeluhr 1713 mit Holzrädern gebaut. Die schmierungsfreien Holzräder vermieden Abweichungen durch verharzendes Öl, die bei metallischen Zahnrädern immer Probleme verursachten.

Auch im Fahrzeugbau ist Holz bei jeder Fahrzeugform dabei. Schiffe, Kutschen aber auch die ersten Automobile wurden aus Holz gebaut. Bei Luftschiffen wie der Hindenburg aber auch bei Flugzeugen hat Holz immer Funktionen übernommen. Das größte Flugzeug wurde z.B. auch aus Holz gefertigt (Abbildung 5: Hughes Spruce Goose).

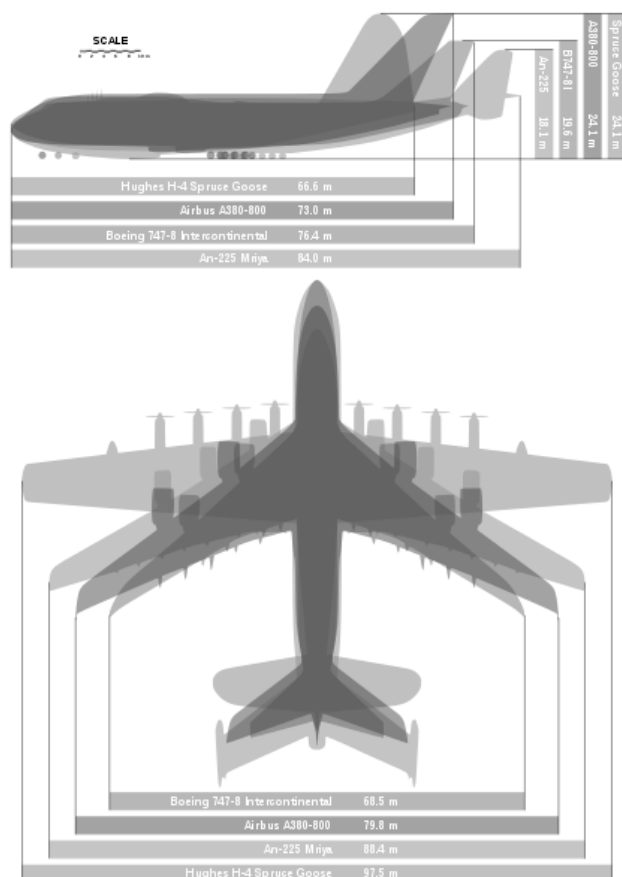


Abbildung 5: Größe verschiedener Flugzeugtypen

Der Einsatz von Holz ist bis heute im Fahrzeugbau deutlich zurückgedrängt worden. Aktuelle Anwendungen sind nur noch in bestimmten Nischen zu finden. Auch wenn im ICE Buchenfurniersperrholz verbaut wird oder erste Personenbusse über eine tragende Konstruktion aus Furniersperrholz verfügen, bildet die Verwendung von Holz im klassischen Maschinenbau eher die Ausnahme. Auch in modernen Erdgastankern wird in großem Umfang bereits Birkenfurniersperrholz eingesetzt. Die Zukunft wird zeigen, ob dies Leuchttürme für die Verwendung von Holz sind oder Zeichen für eine massive Substitutionsbewegung von Stahl zum Holz im Fahrzeugbau. Lediglich im Bereich der erneuerbaren Energien - als einen Teil der Energiewirtschaft - ist die Bedeutung von Holz, sowohl als Baustoff wie auch als Energieträger von Anbeginn einzig.



Abbildung 6: Holzpellets



Abbildung 7: traditionelle Bockwindmühle

Der Wind- und Wassermühlenbau der vergangenen Jahrhunderte wäre ohne Holz nicht möglich gewesen. Auch der zunehmende Anteil von Holz an der weltweiten Stromproduktion ist für die erneuerbaren Energien von großer Bedeutung. Es zeigt sich, dass Holz - in unterschiedlichsten Anwendungen - breit gestreut in allen Technologiebereichen - von Anbeginn der Menschheit - eine bedeutende Rolle gespielt hat. Auch die mehrfach geäußerte Befürchtung, dass Holz durch die Industrialisierung verdrängt werden wird, konnte bis jetzt nicht beobachtet werden.

Die Frage nach der Zukunft ist naturgemäß erwünscht und kann nicht sicher beantwortet werden. Als sicher anzunehmen ist nur, dass die Frage in welcher Rolle in Zukunft Holz zum Einsatz kommt nicht nur von einem Kriterium beeinflusst wird. Mitunter sieht man den Einsatzbereich von Rohstoffen als einen „Markanteil“ an. Beispielsweise spricht man vom „Markanteil“ des Ziegelbaus am Einfamilienhausneubau. Üblicherweise werden Entscheidungen in einem Markt über Kosten bzw. Preiskriterien getätigt. Bekanntermaßen wird mit unterschiedlichen Methoden daran gearbeitet, Aspekte der Nachhaltigkeit und der Ökologie hier besser zu berücksichtigen und die Auslagerung der Kosten auf die Allgemeinheit zu begrenzen. Auch wenn unterschiedliche Systeme im Wettstreit stehen, wird dies wohl zukünftig mit deutlich größerer Bedeutung in unser Leben eintreten. Die Spielregeln des Marktes sind somit wie in allen Bereichen einer stetigen Justierung unterworfen. Ein meist vernachlässigter Punkt bei der Beurteilung von Märkten und eine Grundvoraussetzung sind die Informationen. Auch wenn Marktteilnehmer aus unterschiedlichen Gründen in einem Markt privilegiert sind, so nutzt es ihnen wenig, wenn die anderen Marktteilnehmer keine oder nur begrenzte Kenntnis von ihnen haben. Der Wood First Act in British Columbia beispielsweise wird erst dann seine volle Wirkung für den Holzbau zeigen, wenn auch das Angebot vom Ingenieurholzbau der Nachfrage voll

entsprechen wird. Insbesondere scheint es, dass die Konsequenz für den Massivbau und hier den Ingenieurstahlbetonbau sich noch nicht voll abzeichnet.

Gerade für die Informationslage für den Einsatz von Holz sind neuerliche oder wiederentdeckte Einsatzbereiche von Bedeutung. Neue Technologien und das Entstehen ganzer Branchen setzen Innovationen voraus.

### **3. Beispiele für aktuelle Innovationen**

#### **3.1. Furniersperrholz für Flügel von WEA der Megawattklasse - UPM**

Das Unternehmen UPM Plywood aus Lahti in Finnland hat jahrelange Erfahrung in der Verarbeitung von Sperr- und Furnierholz. Die Produkte der UPM sind vielseitig. So ist UPM sowohl in der Transportindustrie als auch in der Möbelindustrie tätig und auch wenn es für das Unternehmen sicher nicht der wichtigste Unternehmenszweig ist, ist UPM im Holzbau für die Verwendung von Birkenfurniersperrholz sehr bekannt. Dieses Birkenfurniersperrholz findet aber auch in anderen Bereichen ihren Einsatz. So werden z.B. in den Isolationsbehälter eines Erdgastankers [LNG (Liquified natural Gas)] ca. 4000 m<sup>3</sup> dieses Materials verbaut. Die Materialeigenschaften von Birkenfurniersperrholz sind in verschiedenen Punkten ähnlich denen von Glasfaser-Verbundwerkstoffen. Es liegt somit nahe, dass es auch in denselben Anwendungen zum Einsatz kommt. So entstand auch die Idee, Rotorblätter für Windkraftanlagen aus Furniersperrholz zu entwickeln. Hersteller großer Anlagen stehen vermehrt vor dem Problem, große Flügel zu günstigen Preisen herzustellen. Holz als Werkstoff stellt hier eine interessante Alternative dar. Besonders die technischen Vorteile wie Steifheit, Tragfestigkeit und hohe Dämpfung bei niedrigen Temperaturen spielen für die Entwicklung von Rotorblättern eine wichtige Rolle.

Rotorblätter aus dem WISA Sperrholz von UPM drehen sich derzeit in Windmühlen in den USA und anderen Ländern. Natürlich stellen die Holzflügel noch eine absolute Seltenheit in der Branche dar. Konventionelle Flügel werden aus Glasfaser-Verbundstoffen hergestellt. UPM ist bisher der einzige Hersteller, der sich mit dieser Thematik befasst. Ein Flügel von 40m besteht aus fast 2000 Sperrholzteilen, die sich aus etwa 100 unterschiedlichen Teilen zusammensetzen. Die Länge der Teile variiert von 10cm bis 3,60m. Die Furniersperrholzteile werden mit Hilfe einer flügel förmigen Form zusammengesetzt. Obwohl es sich um eine so große Anzahl von Einzelteilen handelt, werden für einen Flügel weniger als 6m<sup>3</sup> Sperrholz benötigt. Derzeit werden diese Rotorblätter in Turbinen mit 1,65MW verwendet. Die Vorteile des Birkenfurniersperrholzes: kein Schwinden oder Schwellen, geringes Gewicht, aber trotzdem sehr haltbar bezogen auf das Gewicht. Bis jetzt gab es noch keine Ausfälle bei den Rotorblättern aus Holz.<sup>1</sup>

#### **3.2. Holzachterbahnen Ingenieurholzbau – Cordes**

Die Firma Ing. Holzbau Cordes hat sich in den letzten Jahren bereits in vielen Bereichen des Holzbaus einen Namen gemacht. Maßgeblich war der Betrieb aus Rotenburg/Wümmen zum Beispiel am Bau der ersten komplett aus Holz hergestellten Achterbahn im Erlebnispark Tripsdrill beteiligt. „Mammut“ – ein Großprojekt wie der Name schon erahnen lässt. Cordes trug die Gesamtverantwortung für das Projekt und war erstmals nicht nur für die kompletten Holzbauarbeiten, sondern auch für die Fahrschiene verantwortlich. Lediglich eine dünne Stahlaufleger wird auf die selbsttragenden Schienenkörper aus Holz aufgebracht. Um die Verbindungsstellen über Jahre hinweg vor Holzfäule zu schützen, wurden die Hölzer bereits vor der Behandlung komplett abgebunden.

<sup>1</sup> [http://www.upm.com/en/about\\_upm/media/upm\\_stories/plywood\\_blades\\_spin\\_power\\_from\\_wind/](http://www.upm.com/en/about_upm/media/upm_stories/plywood_blades_spin_power_from_wind/)



Abbildung 8: Colossos Tripsdrill

Die „Mammut-Bahn“ besteht aus rund 70.000 Einzelteilen, die fast alle individuell aus heimischer Kiefer gefertigt wurden, zusammen etwa 1.100m<sup>3</sup> und ca. 2Mio. Verbindungsmittel, die größtenteils in den Schienen verbaut wurden. Um dieses riesige „Holz-Puzzle“ aufzubauen, waren natürlich auch umfassende Fundamentarbeiten nötig. So wurden unter anderem 19.000m<sup>3</sup> Erde bewegt, 180t Armierungsstahl verbaut und 950 Stützenfundamente erstellt. Die Bahn selbst ist 860m lang und ragt am höchsten Punkt 30m in die Höhe. Auf dieser schnellen Bahn erreicht man bis zum 80km/h, eine Runde dauert ca. 75-80 Sekunden.

Die Achterbahn in Tripsdrill ist für Cordes bereits das vierte Projekt dieser Art. Allerdings ist „Mammut“ die erste Bahn, die komplett in Eigenregie und komplett aus Holz gebaut wurde. Für Cordes steht bei solchen Bauwerken die Konstruktion an sich im Vordergrund und nicht die eigentliche Funktion des Bauwerkes. Alle Hölzer wurden vor dem Imprägnieren komplett fertig gestellt, d.h. zugeschnitten, gefräst und gebohrt. Nur so kann ein wirksamer Holzschutz aufgetragen werden. Die Imprägnierung des technisch getrockneten Holzes erfolgt im Kesseldruckverfahren, so wird eine 100%ige Durchtränkung aller besonders belasteten Bereiche gewährleistet.



Konstruktiver Holzschutz ist hier das Stichwort. Die vorher erwähnten Stützenfundamente schützen die Ständer dauerhaft vor Feuchtigkeit und Erdkontakt. Für eine lange Lebensdauer sorgen auch die gewählten Verbindungsmittel. Hier wurden Schraubnägeln, Schrau-



ben und Bolzen verwendet. Für besonders belastete Verbindungen wurden Verbindungsmittel mit zwei Gewinden verwendet, die sich nach dem Einbringen selbst festziehen. Stöße wurden zusätzlich mit Laschen und GK-Dübeln fixiert.

50 Jahre soll die Achterbahn halten und das ist noch konservativ kalkuliert. Im Vergleich zu Stahl-Achterbahnen hat die Holzvariante keine Nachteile. Zum Beispiel übersteigen die Verschwindungskräfte durch thermische Ausdehnung im Metall, die Quell- und Schwindbewegungen im Holz bei weitem. Auch die Wartung stellt bei der Verwendung von Holz keinen Nachteil dar. Die Vorgänger der „Mammut-Achterbahn“ (z.B. Colossos im Heidepark) zeigen auch nach jahrelangem Betrieb keinerlei größere Probleme.

Durch eine Berechnung der Geometrie in einem wesentlich engeren Raster, konnten Toleranzen im Bahnverlauf deutlich reduziert werden. Auch die neuartige Schienenkonstruktion von Cordes trägt zur besonderen Qualität der Bahn bei. Durch CAD-Vorgaben und aufwändige Hilfsschablonen konnten die acht Kiefernbohlen exakt gehobelt werden, die den Schienenkörper bilden. Spezielle Verbindungsmittel und Verklebungen gewährleisten, dass der Schienenkörper den enormen Belastungen standhält.

### 3.3. Fundamente aus Holz - wood foot GmbH i.G.

#### „Wer hohe Türme bauen will, muss lange beim Fundament verweilen“

Eine Alternative zum Betonfundament für Windenergieanlagen wird nun durch den sog. WoodFoot geboten. Die 87 Tonnen schwere Holzkonstruktion wird zu einer der großen Innovationen im modernen Holzbau werden.

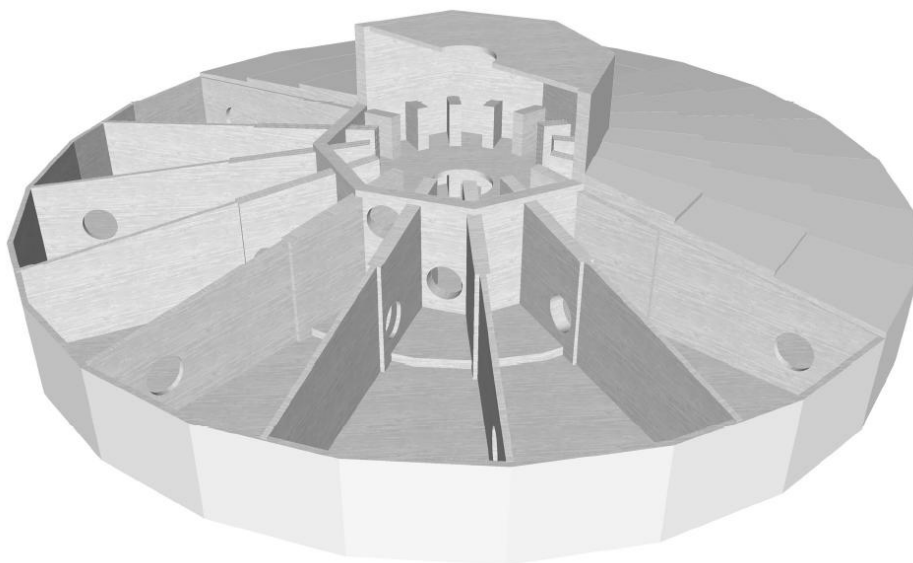


Abbildung 9: Schnitt durch ein Holzfundament. Der Durchmesser des Fundamentes beträgt 20m, die gesamthöhe 5m gut zu erkennen sind die Öffnungen welche der Belüftung des Bauwerkes dienen.

#### 3.3.1. Planungskonzept

Es war lediglich eine Frage der Zeit bis neben den bekannten Holztürmen für Windenergieanlagen der Firma TimberTower das Fundament einer Windenergieanlage aus Holz entwickelt wird. Die Entwicklung ist noch am Anfang, aber die ersten Ergebnisse bieten greifbare Vorstellungen der Umsetzung. Sinn und Zweck des Fundamentes ist - wie beim Holzturm - neben der positiven CO<sub>2</sub>-Bilanz, die einfache Entsorgung des Bauwerkes nach dem Betrieb der Windenergieanlage.

Auch ist die Logistik dieses Bauwerkes unschlagbar einfach. Bei kleineren Windparks wird außerhalb jeglicher Betonwerke eine stationäre Betonmischanlage auf der Baustelle errichtet. Das entfällt bei der Nutzung der Holzfundamente und damit ist die Errichtung von Windenergieanlagen auch im „Outback“ einfach. Alle Elemente der Konstruktion passen auch bei dieser Konstruktion in 40 Fuß Container, was den schnellen und günstigen Transport der Elemente ermöglicht.

### 3.3.2. Die Konstruktion

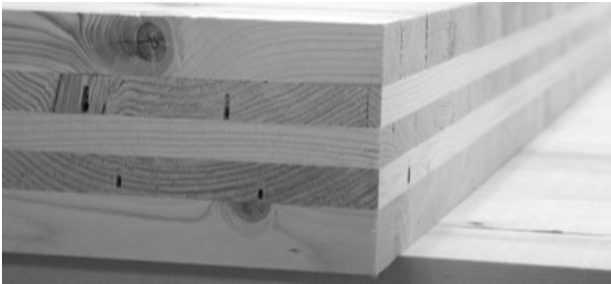


Abbildung 10: kreuzweise verleimtes Brettsperrholz

Die Konstruktion besteht ebenso wie der TimberTower aus Brettsperrholz, welches an den Verbindungen durch Zweikomponentenkleber verklebt ist. Die Verbindungen, welche unter der Hauptbeanspruchung stehen, können längs zur Faser und ohne mechanische Verbindungsmittel verklebt werden. Die Stärke der kreuzverleimten Brettsperrholzplatten variiert über die gesamte Konstruktion zwischen 12 und 30cm, je nach Beanspruchung der Elemente.

### 3.3.3. Holzschutz

Natürlich ist die Holzkonstruktion nicht den für Holz schwierigen Bedingungen im Erdreich ausgeliefert. Die Konstruktion ist von außen mit einer Schutzschicht umgeben und wird von innen mit der Abwärme des Anlagenequipments belüftet. Ein Ventilator sorgt für eine ständige Luftzirkulation im Fundament (Abbildung 11).

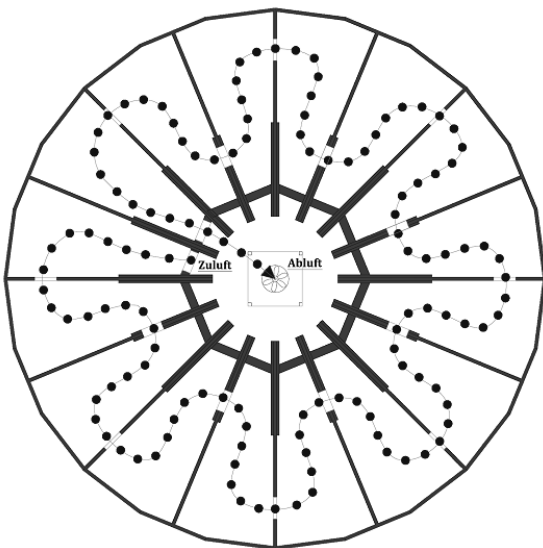


Abbildung 11: Belüftungsprinzip des Fundamentes

Ebenso wird durch die Belüftung auch die Tragfähigkeit des Holzes begünstigt, da die Konstruktion unter der Nutzungsklasse-1 eingestuft werden kann.

### 3.3.4. Belastung & Tragfähigkeit

Ausgelegt ist der erste Entwurf des Fundamentes für eine Windenergieanlage von Vensys mit 1,5MW Leistung auf einer Nabenhöhe von 100m. Erste Untersuchungen haben ergeben, dass die benötigte Steifigkeit und Tragfähigkeit des Fundamentes schon mit sehr feinen und filigranen Holzscheiben erreicht werden kann. Die Berechnung und Optimierung sind derzeit in vollem Gange.

Die Ingenieure arbeiten derweil an verschiedenen Möglichkeiten und Alternativen der Konstruktions- und Geometriefindung. Als eine große Herausforderung erweist sich dabei die Lösung von Konstruktionsdetails in denen in bestimmten Lastkombinationen große Spannungen entstehen können.

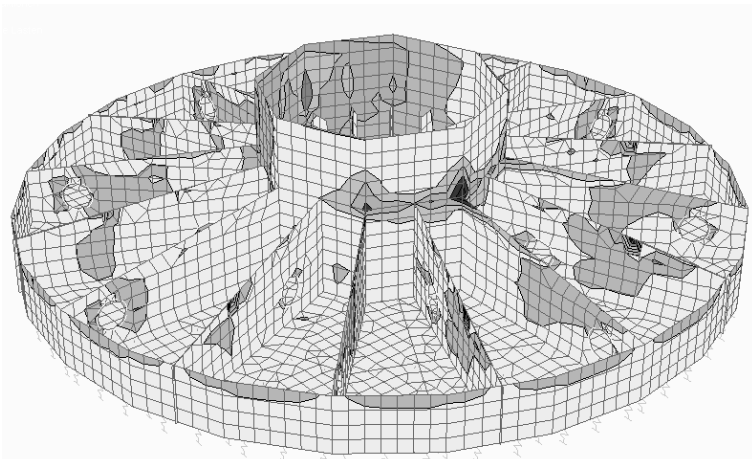


Abbildung 12: Spannungsverlauf an der positiven Flächenseite

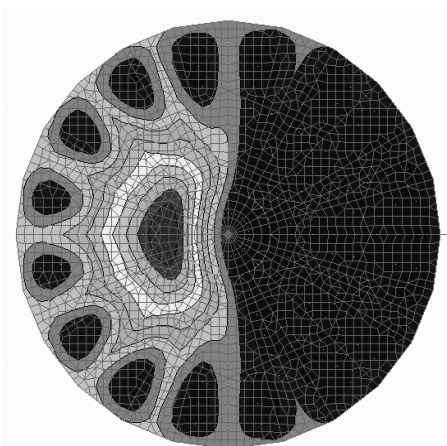


Abbildung 14: Spannungsverlauf in z-Richtung, Bodenpressung oder Kontaktspannung

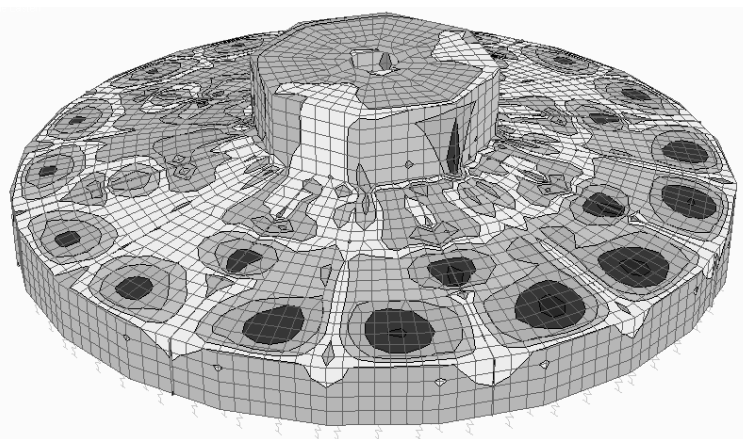


Abbildung 13: Rechts Bild 5: Spannungsverlauf in Haupttragrichtung der Konstruktion positiven Flächenseite

### 3.3.5. Wirtschaftlichkeit

Es ist kalkuliert, dass sich die Holzfundamente mit einer benötigten Holzmenge von 190 bis 220m<sup>3</sup> preislich mit den herkömmlichen Fundamenten für Windenergieanlagen aus Beton messen können. Einschlägiger Vorteil des Holzfundamentes im wirtschaftlichen Sinne ist, dass es wie bereits erwähnt einen großen logistischen Vorteil mit sich bringt und vor allem auch in ökologischer Hinsicht in Kombination mit dem TimberTower allen anderen Konstruktionen im Windenergieanlagenbau weit voraus sein wird.

## 4. Die Entwicklung von TimberTower von September 2009 bis Herbst 2010

Im Jahr 2009 erfolgte die finale Entwicklung des TimberTower und mündete in der Ausstellung der ersten Typenprüfung/Zertifizierung für eine 1,5 MW-Anlage der Vensys Energy AG (Vensys 77) mit einer Nabenhöhe von 100 m. Die Typenprüfung/Zertifizierung wurde vom TÜV Nord für die Windzone II gemäß DIBt (2004) ausgestellt. Darüber hinaus erfolgte der Nachweis der Versicherbarkeit, der Finanzierbarkeit und Vermarktungsfähigkeit. Zudem erhielt TimberTower im Juli 2009 den Schweighofer Preis, auch bezeichnet als Nobelpreis der Europäischen Forst- und Holzwirtschaft.

**Exkurs Typenprüfung Zertifizierung:**

In der Regel reicht es aus, eine Windkraftanlage nach der DIN EN IEC 61400 durch ein akkreditiertes Prüfunternehmen wie dem Germanischen Lloyd oder dem TÜV Nord zu prüfen. Dies ist eine maschinenbauliche Prüfung, die die komplette Windkraftanlage bestehend aus Fundament, Turm, Generator und Flügel umfasst. Eine Zertifizierung besitzt weltweit Gültigkeit, d.H. die Anlage kann weltweit aufgestellt und betrieben werden. Lediglich in Deutschland und in Dänemark, wird der Turm und das Fundament nicht zur Anlage gezählt und einer Extraprüfung durch die DIBT Richtlinie für Windkraftanlagen - nach der Türme und Fundamente für Windkraftanlagen geprüft werden - unterzogen. Während in allen Ländern eine Zertifizierung als Grundlage der Baugenehmigung für eine Windkraftanlage ausreicht, ist in Deutschland und Dänemark eine Typenprüfung notwendig, die aber wiederum die Zertifizierung mit einschließt.

Größter Unterschied der beiden Verfahren ist, dass die Zertifizierung nach der DIN EN 61400 erfolgt und diese auf nationale Zulassungen keinen Bezug nimmt. In der Typenprüfung nach der DIBT Richtlinie wird zusätzlich auf nationale Zulassungen geachtet.

Auf Grundlage des gleichen Zertifizierungsverfahrens wurde die technische Machbarkeit mittels der Zertifizierung/Typenprüfung bewiesen. Neben der Zertifizierung/Typenprüfung wurden auf Basis praktischer Tests verschiedenste Gutachten erstellt. Der Oberflächenschutz wurde in der Universität Hannover und der TU Dresden in einem Langzeitgroßversuch mechanisch und klimatisch getestet. Ergebnis ist, dass der gewählte Oberflächenschutz eine Haltbarkeit von mindestens 25 Jahren besitzt. Zudem wurde in dem Versuch untersucht, ob sich die Platten bei extremen Temperaturschwankungen ausdehnen oder verformen. Auch hier gab es keine Beanstandungen. Der Turm wird sich nur innerhalb eines zu vernachlässigenden Toleranzspektrums verformen.

Weiter wurden die Verbindungsmittel an der Materialprüfanstalt (MPA) Wiesbaden auf ihre Belastbarkeit überprüft. Die Versuche zeigen, dass sich die gewählten Verbindungsmittel für den Holzturm eignen.

Bei dem patentrechtlich abgesicherten Turm der TimberTower GmbH handelt es sich um einen Hohlkörper aus Holz, der in Einzelteilen verpackt und per Standard LKW oder in 40 Fuß Containern auf die Baustelle gebracht und dort montiert wird. Ziel ist es, die in der Windkraftbranche mit Stahltürmen einhergehenden Nachteile zu lösen. Gemeint ist damit vornehmlich eine Vereinfachung der Logistik, indem Schwertransporte überflüssig werden und eine Verbesserung der Kalkulation auf Grund stark schwankender Stahlpreise. Nicht zu vergessen natürlich die Verbesserung der Ökobilanz des Turmes durch die Nutzung eines nachwachsenden Rohstoffes. Hier wird großer Wert auf den einwandfreien Nachweis der Holzherkunft gelegt. Mit dem PEFC-Zertifikat der Holzlieferanten wird garantiert, dass der verwendete Rohstoff aus einer ökologisch, ökonomisch und sozial verantwortlichen Waldwirtschaft stammt. Die Einzelteile des Turms werden in einer Helixstruktur angeordnet. Die Massivholzplatten haben eine Länge von mindestens 3,75 m bis maximal 15 m und eine Breite von mindestens 1,18 m bis maximal 2,72 m. Eine Plattenstärke von 30cm sorgt für die nötige Belastbarkeit des Turms. Für einen TimberTower mit einer Höhe von 100 Metern werden ca. 500 m<sup>3</sup> Holz verbaut. Dafür werden ungefähr 1.000 Festmeter Holz benötigt, was in etwa 1000 Fichten mit einer Höhe von 30 m entspricht. Hört sich nach einer Menge Holz an? Richtig! Setzt man diese Mengen aber in Relation zum jährlichen Holzaufkommen, entsteht ein ganz anderes Bild. 500 Holztürme würden nur ca. 0,6% des Rohholzaufkommens in Deutschland ausmachen.

Die untersten Holzelemente werden mit einem Stahlbetonfundament verschraubt. Die Massivholzplatten untereinander werden durch Einfügen von Lochblechen miteinander verklebt. Das Verbindungsstück zwischen Holzturm und der Windenergieanlage (WEA) bildet ein Stahlrohradapter in Form eines Zylinders. Die Windkraftanlagen verschiedener Herstellerfirmen bilden mit dem Rotor den oberen Abschluss des Turmes. Die Befestigung des Adapters erfolgt ebenfalls durch eingeklebte Lochbleche. Der gesamte Holzturm wird vollflächig mit einer Bautextile versehen, die nach dem Zuschnitt in der Plattenproduktion

aufgebracht wird. Nach der Errichtung des Turmes werden die entstehenden Stöße verschweißt. Der Aufstieg zum Turmkopf erfolgt über ein leitergeführtes Aufzugsystem oder über eine Steigleiter.

Geplant ist, Anfang nächsten Jahres auf dem Universitätsgelände in Hannover-Marienwerder einen Holzturm mit einer Nabenhöhe von 100 Metern zu errichten. Dieser Turm wird eine 1,5 MW Anlage der Firma Vensys Energy AG tragen. Für den Standort liegt eine Baugenehmigung seitens der Stadt Hannover vor.

Die Gondel für den ersten Prototyp wird von der Firma Vensys Energy AG geliefert. Wie der bekannte Windenergieanlagenhersteller Enercon setzt auch Vensys auf das Prinzip der getriebelosen Anlagen. Mit der Vensys gelang es der TimberTower GmbH, einen weltweit agierenden Anlagenentwickler und -hersteller aus der Windenergiebranche als ersten Kunden zu gewinnen. Für den Prototypen wurde eine Anlage vom Typ „Vensys 77“ (1,5 MW) gekauft. Weiterhin ist die Vensys Energy AG sehr interessant für den Einstieg in den chinesischen und amerikanischen Markt. Seit 2008 ist die Vensys Energy AG zu 70% im Besitz des chinesischen Anlagenbauers Goldwind. Goldwind wiederum ist der zweitgrößte Windkraftanlagenbauer Chinas mit einem Marktanteil in 2009 von 25% und mittlerweile 2000 aufgestellten Anlagen der 1,5 MW Klasse. Weltweit ist Goldwind die Nummer 5 der Anlagenbauer. Die von uns zertifizierte Vensys 77 ist baugleich mit der Goldwind 77 und kann ohne Weiteres mit einem Holzturm ausgerüstet werden.

Die benötigten Brettsperrholzplatten werden von der StoraEnso Timber GmbH und der KLH Massivholz GmbH in Österreich gefertigt und abgebunden. Mit beiden Unternehmen, wurden exklusive Lieferverträge geschlossen.

Die in Rotenburg/ Wümme ansässige Firma Ing.-Holzbau Cordes GmbH & Co. KG wird die Errichtung des Turmes übernehmen. Diese niedersächsische Firma hat eine lange Tradition und genießt im Holzbau schon jetzt mit Ihrem Produkt „Holzachterbahn“ sowie der Teilnahme an der Errichtung des bekannten „Expodaches“ auf dem Messegelände in Hannover weltweites Renommee.

Für die Qualitätsoffensive wurde mit dem Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems nach EN ISO 9001:2008 begonnen. Der Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems nach EN ISO 9001:2008 ist Grundlage für die Erreichung der Qualitätsführerschaft in der Herstellung von Türmen für Windkraftanlagen. Zudem ist die Zertifizierung bei den meisten großen Herstellern von Windkraftanlagen Voraussetzung zur Aufnahme als Lieferant.

Ab 2011 soll mit der Nullserienfertigung begonnen werden. Mit den bestehenden Entwicklungspartnern aus Industrie und Forschung wird der Turm weiter optimiert, so dass dieser in Serie optimal gefertigt werden kann.

Ziel ist es, ein serienreifes Produkt zu entwickeln. Dies wird sichergestellt durch die gemeinsame Entwicklung von Türmen mit den Windkraftanlagenherstellern. Durch das anschließende Aufstellen der Holztürme mit den Anlagenherstellern werden die Prozesse soweit optimiert, dass die zertifizierten Türme im Jahr 2012 in Serie produziert werden können. Für die TimberTower GmbH bedeutet diese Entwicklung den Sprung auf die nächste Stufe der Unternehmensentwicklung; der Planung und Umsetzung der Serienfertigung.

Parallel zur Nullserie wird mit der Planung zum Aufbau einer Referenzproduktion zur Serienfertigung begonnen. Die Referenzproduktion soll über eine jährliche Kapazität von 500 bis 700 Türmen verfügen. Dadurch kann TimberTower die eingeschränkten Kapazitäten (100 bis 200 Türme) der weltweiten Brettsperrholzlieferanten ausbauen und eine Effizienzsteigerung im Produktionsprozess generieren. Eine auf den TimberTower zugeschnittene Serienfertigung wird die Herstellungskosten der Plattenelemente um mindestens 25% reduzieren.

Die Vision des Unternehmens ist, dass in spätestens fünf Jahren Holztürme für Windkraftanlagen der Multimegawattklasse zum festen Bestandteil des Anlagenportfolios aller großen Anlagenhersteller gehören.