

WOW!

Das Technikmagazin für Junge und Junggebliebene

TechnoScope

2/14
by SATW



Weltweit werden jährlich rund 400 Millionen Tonnen Papier, Karton und Pappe produziert. Die grössten Produzenten sind China, die USA, Japan und Deutschland.

Weltweit gehen jährlich durch Abholzung oder Naturkatastrophen rund 130 000 Quadratkilometer Wald verloren. Das entspricht etwa der dreifachen Fläche der Schweiz.

43 Prozent der Schweizer Waldfläche schützen Verkehrsanlagen und Siedlungen vor Naturgefahren.

Gleiche Energieleistung, unterschiedliche Brennstoffmenge: 1 Fass Heizöl (entspricht 159 Litern) hat gleich viel Energie wie ein Schnitzelhaufen von rund 1,5 Kubikmeter Holz.

Pockholz ist eines der härtesten Hölzer der Welt. Es ist mehr als doppelt so hart wie Eschen- oder Eichenholz und so schwer, dass es auf dem Wasser nicht mehr schwimmt.

Die U-Bein-Brücke in Myanmar (Burma) ist die längste Holzbrücke der Welt. Sie hat eine Länge von 1,2 Kilometern und überquert den Taungthaman-See bei Amarapura.

Rund ein Drittel der Landesfläche der Schweiz ist von Wald bedeckt. 29 Prozent davon befinden sich in Privatbesitz.

SATW

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften
Académie suisse des sciences techniques
Accademia svizzera delle scienze tecniche
Swiss Academy of Engineering Sciences

Rohstoff Holz



Ein vielseitiger Rohstoff

Als Baustoff im Trend

Vom Abfallholz zum High-Tech-Material

Mit Wettbewerb



Ein vielseitiger Rohstoff

Holz ist ein aussergewöhnliches Material: Es liefert Energie, eignet sich ideal zum Bauen und ist für die Papierherstellung unabdingbar – und es ist als nachwachsender Rohstoff besonders umweltfreundlich.

Es gibt wohl kein anderes natürliches Material, das derart vielseitig ist wie Holz. Sei es als Bau- und Werkstoff für Häuser und Möbel, als Lieferant von Fasern für die Papier- und Kartonherstellung oder als erneuerbarer Energieträger – Holz kann auf ganz unterschiedliche Weise eingesetzt werden. Kein Wunder wird dieses Material seit jeher von den Menschen genutzt. Und auch heute, im Zeitalter der Hightech-Materialien, ist Holz einer der wichtigsten Roh- und Werkstoffe überhaupt. Weltweit gesehen wird mehr Holz produziert als beispielsweise Stahl, Aluminium oder Beton.

Bemerkenswert am Rohstoff Holz ist nicht nur seine Vielseitigkeit, sondern auch, dass es sich um ein sehr ökologisches Material handelt. Sofern nicht mehr Bäume geschlagen werden als neue nachwachsen, handelt es sich um einen erneuerbaren Rohstoff, der im Prinzip unbegrenzt genutzt werden kann. Positiv ins Gewicht fällt auch, dass Holz mehrfach genutzt werden

kann. So lassen sich beispielsweise alte Dachbalken zu Faserplatten weiterverarbeiten und anschliessend auch noch energetisch nutzen, indem man sie verbrennt. Eine solche Kaskadennutzung gibt es heute allerdings erst ansatzweise, weil beispielsweise das Holz von Laubbäumen grösstenteils direkt für die Energieerzeugung genutzt wird, ohne es vorher als Baumaterial zu verwenden.

Ungenutztes Potenzial

Berücksichtigt man auch die Rinde der Bäume und die Äste, werden in der Schweiz pro Jahr rund 5,5 Millionen Kubikmeter Holz geerntet. Etwa zwei Drittel der gefälltten Bäume sind Nadelbäume, die vorwiegend als Bauholz genutzt werden. Bemerkenswert ist, dass das Potenzial des Rohstoffs Holz in der Schweiz bei weitem nicht ausgeschöpft wird. Zurzeit wird nur etwa zwei Drittel der Holzmenge geerntet, die man ohne Übernutzung aus unseren Wäldern gewinnen könnte. Paradox dabei ist: Obwohl das

Bauen mit Holz immer beliebter wird und auch die Nachfrage nach erneuerbaren Energieträgern steigt, ist die Holzproduktion in der Schweiz in den letzten Jahren rückläufig. Dies liegt vor allem daran, dass insbesondere im Holzbau günstige Produkte aus dem Ausland eingeführt werden und dadurch die Nachfrage im Inland sinkt.

Nimmt man die Einfuhren aus dem Ausland sowie das rezyklierte Holz und das eingesammelte Altpapier hinzu, beläuft sich der gesamte jährliche Holzverbrauch in der Schweiz auf über 10 Millionen Kubikmeter. Knapp die Hälfte dieser Menge wird für die Energieerzeugung verwendet. Dabei nimmt der Anteil an Feuerungen, die mit Holzpellets oder -schnitteln arbeiten, kontinuierlich zu. Der Rest des verwendeten Holzes verteilt sich etwa gleichmässig auf die Papier- und Kartonherstellung sowie auf die Erzeugung von Produkten aus Massivholz oder Holzwerkstoffen wie beispielsweise Spanplatten.

Was ist Holz?

Als Holz bezeichnet man das feste Gewebe von Bäumen und Sträuchern. Holz entsteht im Kambium der Bäume, einer dünnen Schicht, die sich direkt unter der Rinde befindet. Je nach Jahreszeit sind die neu gebildeten Holz-zellen unterschiedlich gross und haben eine leicht andere Farbe. Dadurch entstehen die charakteristischen Jahresringe, anhand denen man das Alter eines Baumes bestimmen kann.

Holz setzt sich aus drei Hauptbaustoffen zusammen: Zu 40 bis 50 Prozent besteht es aus Zellulose. Diese bildet das Grundgerüst und nimmt die Zugkräfte auf, die auf den Baum wirken. Der Rest des Holzes besteht aus Hemicellulose und Lignin. Diese beiden Substanzen wirken als Füll- und Stützmaterial und nehmen die Druckkräfte auf. Das Zusammenspiel der drei Baustoffe prägt die mechanischen Eigenschaften des Holzes und bestimmt damit letztlich, wie biegsam und belastbar das Material ist. Da das Holz bei jeder Baumart einen etwas anderen Aufbau hat, lassen sich die verschiedenen Holzarten anhand ihrer Struktur unterscheiden. Diese Unterschiede sind auch dafür verantwortlich, dass die einzelnen Hölzer charakteristische Eigenschaften haben und sich dementsprechend für bestimmte Anwendungen mehr oder weniger gut eignen.



Häuser aus Holz sind im Trend.

► Entwurf für ein 30-stöckiges Gebäude in der kanadischen Metropole Vancouver
Firm: mcfarlane green biggar ARCHITECTURE + DESIGN
Project Lead Architect: Michael Green, Architect AIBC

Holz im Trend

Holz hat als Baustoff viele Vorteile. Deshalb werden in letzter Zeit auch immer mehr Holzhäuser gebaut. Dank der Kombination mit anderen Materialien lässt sich der natürliche Baustoff Holz weiter verbessern.

Ganze 30 Stockwerke hoch soll das Holzhaus werden, das künftig die Skyline der kanadischen Stadt Vancouver zieren soll. Auch in anderen Ländern gibt es ähnliche Projekte, die den Holzbau buchstäblich in neue Höhen führen sollen. «Auch bei den Holzhäusern gibt es einen Wettbewerb, wer am höchsten baut», stellt Andrea Frangi, Professor für Holzbau an der ETH Zürich, fest. «Doch in der Praxis stehen nicht diese spektakulären Bauwerke im Vordergrund, sondern die «normalen» mehrgeschossigen Gebäude, die in immer grösserer Zahl entstehen.»

1530 Mehrfamilienhäuser, Gewerbebauten und öffentliche Gebäude wurden gemäss einer Statistik der Fachhochschule Bern im Jahr 2013 in der Schweiz gebaut, 50 Prozent mehr als noch fünf Jahre zuvor. «Holzhäuser machen zwar immer noch einen kleinen Teil der neu gebauten Häuser aus», meint Frangi. «Doch der Trend ist klar: Holz setzt sich als Baustoff immer mehr durch.» Mit gutem Grund: Holz ist als nachwachsender Rohstoff ein besonders ökologisches Material. Zudem kann man mit Holz schneller bauen. «Holzhäuser werden in Trockenbauweise erstellt und

die einzelnen Bauteile können in der Werkstatt vorfabriziert werden. Beides spart Zeit», erläutert Frangi. Holz ist zudem leichter als Beton oder Stahl, sodass gerade bei grösseren Gebäuden das Fundament weniger stark belastet wird. Und nicht zuletzt bietet Holz Vorteile im Falle eines Erdbebens, weil Konstruktionen aus Holz im Vergleich zu Massivbauten geringeren Kräften ausgesetzt sind.

Die Stärken kombinieren

Allerdings hat Holz auch gewisse Nachteile. Holzbauten schneiden etwa beim Schallschutz nicht immer optimal ab. Und auch die beschränkte Festigkeit und Zuverlässigkeit sind ein Nachteil der Holzbauweise. Frangi untersucht deshalb mit seiner Forschergruppe, wie man die Eigenschaften von Holzbauteilen gezielt verbessern könnte. «Bei Holzbalken beeinträchtigen beispielsweise Astlöcher die Festigkeit des Materials», erklärt er. «Wenn man diese Stellen mit Faserverbundwerkstoff verstärkt, lässt sich dieser Nachteil beseitigen und die Zuverlässigkeit des Materials verbessern.» Auch die Kombination von Holz mit Beton ist eine interessante Va-



riante. Holz kann gut Zugspannungen aufnehmen, Beton hingegen hält hohem Druck stand. Wenn man beide Materialien verbindet, entsteht im Idealfall ein Bauelement, das sowohl eine hohe Druckfestigkeit als auch eine hohe Zugfestigkeit hat. Ob das gewünschte Resultat erreicht wird, hängt jedoch massgeblich davon ab, wie die Materialien verbunden werden – beispielsweise mit mechanischen Verzahnungen oder Schrauben.

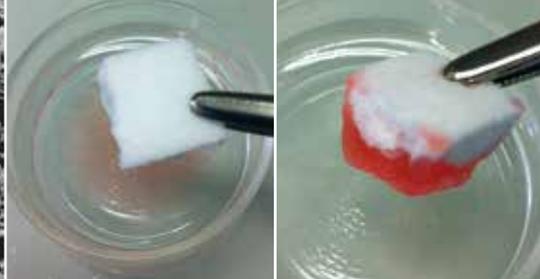
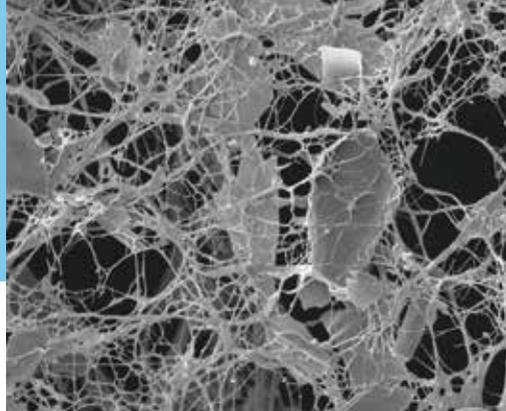
Und noch ein anderes Thema beschäftigt den Forschenden: Holzhäuser werden praktisch nur aus Nadelholz gefertigt. Dieses hat eine geringere Dichte als das harte Laubholz und lässt sich in der Sägerei leichter verarbeiten. Zudem reagiert das Holz der Buche, die in der Schweiz am häufigsten vorkommt, empfindlich auf Feuchtigkeit und verzieht sich relativ schnell. Frangi untersucht nun, wie man Laubholz konkret verarbeiten muss, damit es als Baustoff genutzt werden kann. «Wir haben in unseren Wäldern viele Laubbäume. Eigentlich ist es schade, dass wir diese Ressource noch kaum zum Bauen verwenden.»



Brandschutz erfordert Sorgfalt

Noch vor gut 10 Jahren wurden in der Schweiz keine mehrgeschossigen Gebäude aus Holz gebaut, weil die Brandschutzvorschriften dies verboten. Das änderte sich 2003, als das entsprechende Regelwerk gelockert und der Bau von sechsgeschossigen Holzhäusern erlaubt wurde. Möglich wurde dies unter anderem durch umfangreiche Brandversuche, bei denen im Detail untersucht wurde, wie sich Holzkonstruktionen im Brandfall verhalten.

Wer mehrgeschossige Holzhäuser bauen will, muss sorgfältig arbeiten. «Es braucht eine genaue Planung, eine fachgerechte Ausführung und eine umfassende Qualitätssicherung» erklärt Andrea Frangi. «Im Gegensatz zu Massivbauten kann man bei Holzhäusern zum Beispiel auf der Baustelle nicht einfach ein zusätzliches Loch für eine abgeänderte Leitung anbringen. Denn dies könnte den Brandschutz des Gebäudes beeinträchtigen.» Auch wenn man Holz mit Stahl, Kunststoffen oder Beton kombiniert will, muss man genau wissen, wie sich diese Verbindungen im Brandfall verhalten. Wenn die Festigkeit des Verbundes bei grosser Hitze plötzlich nachlässt, kann das für die Menschen im Gebäude fatale Folgen haben.



▲ Schwämme zur Öl-Entfernung in Gewässern. Links bevor der Schwamm das rot eingefärbte Öl absorbiert hat, rechts danach.
◀ Zellulosefibrillennetzwerk mit verteilten Tonpartikeln, das Sauerstoff und Wasserdampf zurückhält, sodass Lebensmittel frisch bleiben.



Empa-Forschende stellen zum Beispiel aus Altpapier eine Gel-artige Nanozellulose her und suchen nach möglichen Anwendungen. Für die Produktion der Nanozellulose nutzen die Forschenden unter anderem dieses Aufschlussgerät.



Mit Holzpilzen zur Meistergeige

Pilze zersetzen Hölzer und sind deshalb unbeliebt. Doch gezielt eingesetzt, können sie willkommene Veränderungen im Holz hervorrufen. Empa-Forschende haben bewiesen, dass

Geigen, die aus Holz gebaut sind, das zuvor mit einem bestimmten Pilz behandelt wurde, besser klingen. 2009 wurde eine solche Geige bei einem Konzert mit einer zwei Millionen US-Dollar teuren Stradivari-Geige verglichen. Die Jury beurteilte die pilzbehandelte Biotech-Geige besser; ihr Klang sei runder und wärmer, so das Expertenurteil.

Vom Abfallholz zum High-Tech-Material

Forschende der Empa zerquetschen und mahlen Holzabfälle, um daraus komplett neue Werkstoffe zu gewinnen. Solche nanofibrillierte Holz-Zellulose könnte bald in der Verpackungs-Industrie, Medizin und bei Aufräumarbeiten nach Erdöl-Katastrophen zum Einsatz kommen.

Holz gilt als Baustoff für Handfestes, wie Tische, Stühle und Dachlatten. Doch immer mehr löst sich der natürliche Werkstoff von seinem rustikalen Image und mausert sich zum High-Tech-Material in Forschung und Entwicklung. «Holz ist ein absolut faszinierender Leichtbau-Werkstoff, der stabil und funktional optimiert ist», erklärt Tanja Zimmermann. An der Empa in Dübendorf forscht sie seit über zehn Jahren an innovativen holzbasierten Materialien. «Indem wir die Holzstruktur genau studieren, lernen wir viel für unsere Forschung und gewinnen Ideen für neuartige Holz-Materialien.» In Zimmermanns Forschungsgruppe wird Holz nämlich nicht in Form von Balken und Latten verarbeitet, sondern in der Gestalt winziger Fasern. Als Ausgangsstoffe dienen Faserabfälle aus der Papierproduktion, Stroh oder Altpapier. Diese werden im Labor in grossen Aluminiumkübeln in Wasser eingeweicht, zerkleinert und zerquetscht. Anschliessend zermahlen die Forschenden den Zellulosebrei oder pressen ihn mit einer Hochdruckpumpe durch dünne, stark verzweigte Kapillaren. Das Ergebnis: Eine Gel-artige Suspension, bestehend aus Millionen von

Zellulosefasern mit einem Durchmesser von zehn bis 100 Nanometern und wenigen Mikrometern Länge.

Zellulose-Verpackungen für Lebensmittel

Diese so genannte nanofibrillierte Zellulose hat eine stark verzweigte chemische Struktur und eine grosse Oberfläche. Zur Freude der Forschenden ist sie dadurch ausgesprochen reaktionsfreudig. Indem sie die Nanozellulose chemisch modifizieren, ändern sich die Eigenschaften des Materials. Zum Beispiel haben Zimmermann und ihr Team die winzigen Fibrillen mit Ton versetzt und daraus ein neues Verpackungsmaterial entwickelt. Die produzierte Folie hält Luftsauerstoff und Wasserdampf zurück, sodass Esswaren und Getränke frisch bleiben. Der grosse Vorteil gegenüber Aluminium- oder Kunststoff-Verpackungen: Die Tonzellulose kann man problemlos verbrennen oder kompostieren, denn die Zellulose-Fibrillen sind biologisch abbaubar.

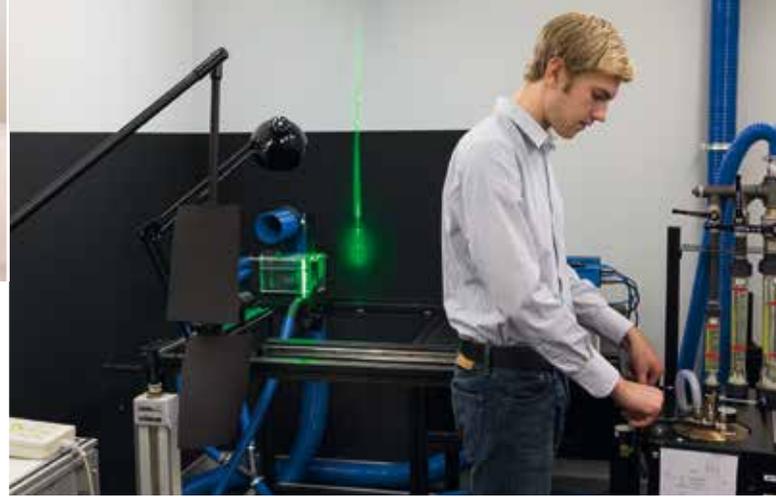
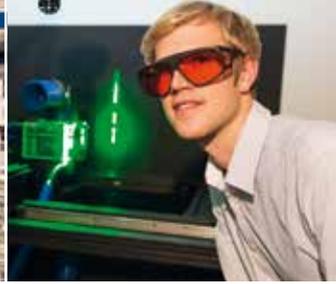
Auch in der Medizin eröffnet die Nanozellulose neue Möglichkeiten. Gemeinsam mit der EPFL forschen Zimmermanns Wissenschaftler an einem

künstlichen Ersatzmaterial für den Gallertkern. Das ist eine Gel-artige Masse in den Bandscheiben unserer Wirbelsäule. Dieser Kern wird durch die starke Beanspruchung im Alter zunehmend abgebaut. Könnte man ihn durch ein passendes Material ersetzen, wäre tausenden von Menschen geholfen. Das an der EPFL entwickelte Hydrogel kam zu Beginn nicht an die mechanischen Eigenschaften des natürlichen Kerns heran. Erst durch Beimischen von Zellulose-Nanofasern konnten die Eigenschaften deutlich verbessert werden. Bereits wurde das neuartige Material patentiert und derzeit wird in Lausanne die Verträglichkeit des Materials in Rinderschwänzen getestet.

Holz gegen Ölkatastrophen

Die neuste, ebenfalls sehr vielversprechende Anwendung von Nanozellulose sind Schwämme zur Öl-Entfernung in Gewässern. Dafür entziehen die Forschenden dem Zellulosefaser-Gel mittels Gefriertrocknung sämtliches Wasser. Zurück bleibt ein trockener, sehr poröser Schwamm. Da sich dieser nun sowohl mit Öl als auch mit Wasser vollsaugen würde, mussten die Fasern zuerst chemisch modifiziert werden. Durch Andocken von sogenanntem Alkoxysilan verliert der Schwamm seine hydrophile, also wasserliebende Eigenschaft und bindet nur noch Öl. In Laborversuchen saugten solche silylierten Schwämme 50 Mal

mehr Mineral- und Motorenöl auf als ihr Eigengewicht. Und da der mit Öl gesättigte Schwamm auf dem Wasser aufschwimmt, kann er einfach eingesammelt werden. Ein solches Material könnte nach Kollisionen oder Havarien von grossen Öltankern helfen, das verschmutzte Meer möglichst rasch zu säubern. Bereits hat die Zürcher Seepolizei nach dem magischen Schwamm gefragt. Sie will ihn bei Motorschäden auf dem See einsetzen. Noch ist man an der Empa aber nicht soweit. Um grössere Mengen des Schwammes zu produzieren, sind die Forschenden nun auf die Hilfe eines Industriepartners angewiesen.



Patrick Schwingruber arbeitet zusätzlich zum Masterstudium an der Hochschule Luzern in der Forschungsgruppe Bioenergie. Schon im Bachelorstudium hat er sich in Richtung Erneuerbare Energien spezialisiert, denn «ich glaube, dass diese Energieform in Zukunft noch wichtiger wird und sich auf diesem Gebiet vielfältige Tätigkeitsfelder für Ingenieure öffnen.»

In der Forschungsgruppe Bioenergie optimiert Patrick Schwingruber die Mischung von Verbrennungsgasen und Luft bei industriellen Holzfeuerungen. Denn je besser dieses Gemisch eingestellt ist, desto besser ist auch der Wirkungsgrad und kleiner sind die Emissionen. «Wir arbeiten dabei einerseits mit numerischen Strömungsberechnungen und andererseits experimentieren wir aber auch mit kleinen, nachgebauten Modellen der Feuerungen.»

Studieren und forschen für nachhaltige Holzfeuerungen

Patrick Schwingruber hatte schon früh ein Flair für Technik und erneuerbare Energien. Mit einem Studium an der Hochschule Luzern bereitet er sich auf eine vielversprechende Laufbahn als Ingenieur vor.

Ich habe schon immer gern mit Holz gearbeitet, denn mein Vater ist Schreiner und natürlich war ich als Kind oft in seiner Werkstatt. Dass ich später einmal eine Studienarbeit über die energetische Nutzung dieses Rohstoffs schreiben würde, konnte ich damals natürlich noch nicht ahnen.

Als Teenager wuchs meine Begeisterung für Technik und Motoren. Natürlich war ich ein «Töffli-Bueb» und verbrachte Stunden in der Garage, um den Motor meines Mofas zu zerlegen, ihn ein wenig zu frisieren und dann wieder zusammensetzen. Am Gymnasium an der Kantonsschule Willisau merkte ich bald, dass ich stark in Mathematik und Physik bin. Deshalb entschloss ich mich, nach der Matura ein Ingenieurstudium zu beginnen. Ich besuchte Schnuppertage an der ETH Zürich und an der Hochschule Luzern Technik & Architektur (HSLU-T&A). Schliesslich entschied ich mich für die Fachhochschule in Luzern, weil das Studium etwas praxisorientierter und weniger anonym ist.

Praxiserfahrung in der Werkstatt

Damit ich das Studium überhaupt beginnen konnte, musste ich ein dreimonatiges Praktikum in einem Technikbetrieb absolvieren. Bei der «Müller Martini Maschinen & Anlagen AG» in Hasle arbeitete ich in der Werkstatt, fertigte Werkstücke mit CNC-Maschinen oder schweisste Blechkonstruktionen zusammen. Das war sehr spannend, denn ich sah die ganze Wertschöpfungskette der blechbearbeitenden Fertigung von der Arbeitsvorbereitung über die Produktion bis zur Vormontage von Baugruppen. Später konnte ich dann während den Semesterferien gelegentlich auch als Monteur für andere Unternehmen arbeiten, um etwas Geld zu verdienen. Das Bachelorstudium in Maschinentechnik an der HSLU ist sehr breit und umfasst Themen wie Mechanik, Produktentwicklung, Thermo- und Fluidodynamik, Verfahrens- und Umwelttechnik sowie Prozess- und Systemsteuerung. Im letzten Jahr spezialisieren sich die Studierenden auf eine bestimmte Vertiefungsrichtung. Ich wollte unbe-

dingt etwas mit Erneuerbaren Energien machen. Denn ich glaube, dass diese Energieform in Zukunft noch wichtiger wird und sich auf diesem Gebiet vielfältige Tätigkeitsfelder für Ingenieure öffnen. Energiegewinnung aus Biomasse, zu welcher auch Holz gehört, nimmt dabei eine Sonderrolle ein. Denn sie ist heute mit einem Anteil von rund zehn Prozent am Weltenergieverbrauch der wichtigste erneuerbare Energieträger überhaupt. Gemeinsam mit einem Studienkollegen habe ich deshalb eine Arbeit über die Wärme-Kraft-Kopplung bei der Verbrennung von Holzpellets, also klein gepressten Holzstäbchen, geschrieben. Dabei haben wir ein Mini-Blockheizkraftwerk auf Herz und Nieren getestet. Das ist eine Heizung, die neben Wärme gleich auch noch Strom für den Haushalt liefert. Wir beschrieben die Funktionsweise des Geräts, bestimmten den Wirkungsgrad und analysierten die Schadstoffemissionen. Zudem berechneten wir, ob die Anschaffungskosten langfristig über das Einsparen von Strom und Erdöl gedeckt werden können. Das war eine tolle Arbeit! Nur das wissenschaftliche Schreiben hat uns manchmal ein wenig Kopfweh bereitet. Doch auch damit kamen wir zurecht. Am Ende umfasste unser Bericht immerhin über 60 Seiten.

Auf der Suche nach der optimalen Mischung

Nach dem Bachelor bot mir die Hochschule Luzern an, zusätzlich zum Masterstudium 50 Prozent in der Forschungsgruppe Bioenergie zu arbeiten. Dort optimiere ich aktuell die Mischung von Verbrennungsgasen und Luft bei industriellen Holzfeuerungen. Denn je besser dieses Gemisch eingestellt ist, desto besser ist auch der energetische Wirkungsgrad und kleiner sind die umweltschädlichen Emissionen. Wir arbeiten dabei einerseits mit numerischen Strömungsberechnungen am Computer. Andererseits experimentieren wir aber auch mit kleinen, nachgebauten Modellen der Feuerungen. Diese untersuchen wir dann mittels «Particle Image Velocimetry» (PIV). Mit dieser Methode können wir über Laser und Hochgeschwindigkeitskameras Bilder von Gasströmungen erstellen. Diese geben uns Aufschluss über die Zusammensetzung und Mischung der Strömungen in der realen Feuerung. Im Januar werde ich mein Masterstudium voraussichtlich abschliessen. Dann will ich erst einmal für zwei Monate in den USA und in Kanada reisen, um den Kopf nach dem Studium ein wenig zu «lüften». Und danach freue ich mich auf meine erste anspruchsvolle Ingenieursstelle im Bereich der Erneuerbaren Energien.

AHA!



Was ist in holzfreiem Papier?

Papier besteht zum grössten Teil aus pflanzlichen Fasern, die je nach Papiersorte wenige Millimeter bis einige Zentimeter lang sind. Diese Fasern gewinnt man aus Holz, das in einem ersten Schritt zu Holzstoff oder Zellstoff verarbeitet wird. Aus diesen beiden Komponenten wird dann Papier und Karton hergestellt.

Der Unterschied zwischen Holzstoff und Zellstoff besteht darin, dass Zellstoff nur aus Zellulose besteht, während sich im Holzstoff auch noch grössere Mengen an Lignin finden. Papier, das Lignin enthält, verbleicht relativ schnell; deshalb wird Holzstoff vor allem für Papier verwendet, das nur kurzzeitig gebraucht wird, beispielsweise für Zeitungen oder Werbeprospekten. Für die Kartonherstellung hingegen ist das Lignin im Holzstoff ein Vorteil, weil es das Material fester macht.

Als «holzfrei» bezeichnet man Papier, wenn es nicht mehr als 5 Prozent Holzstoff enthält, also

praktisch nur aus Zellstoff besteht. Die Bezeichnung «holzfrei» ist also etwas irreführend, weil Zellstoff ja ebenfalls aus Holz erzeugt wird.

Mit reinem Zellstoff kann man also lang haltbares Papier herstellen. Allerdings wird bei der Zellstoffherstellung das Holz nur etwa zu 50 Prozent genutzt, da ja das ganze Lignin aus dem Holz entfernt werden muss. Bei der Holzstoffherstellung hingegen wird bis zu 90 Prozent des Holzes verwertet.

Durch das Rezyklieren von Altpapier lässt sich der Holzverbrauch bei der Papierproduktion markant reduzieren. Heute ist es sogar möglich, Papier herzustellen, das praktisch nur aus Altpapier besteht. Da die Fasern durch die Wiederverwertung mit der Zeit an Qualität einbüßen, wird es jedoch nie möglich sein, auf den Einsatz von neuen Fasern vollständig zu verzichten.

www.satw.ch/wettbewerb



Was weisst du über Holz?

Holz ist ein aussergewöhnliches Material: Es liefert Energie, eignet sich ideal zum Bauen und ist für die Papierherstellung unabdingbar. Zudem wird es auch als Grundstoff für High-Tech-Materialien genutzt.

Teste dein Wissen zum Rohstoff Holz und gewinne eines von fünf KUBB. Das Spiel – auch Wikinger-Schach genannt – eignet sich für zwei bis zwölf Spielerinnen und Spieler. Der Wettbewerb ist offen bis zum 30. November 2014.

www.satw.ch/wettbewerb

Ausbildung

Mehrere **Fachhochschulen** bieten Bachelor- und Master-Studiengänge im Bereich Holz an. Unter anderem:

Bachelor und Master in Holztechnik FH
Berner Fachhochschule BFH, Architektur, Holz und Bau Biel

Bachelor in Forstwirtschaft FH, Master in angewandten Agrar- und Forstwissenschaften
Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL

Bachelor in Bautechnik FH
Hochschule Luzern – Technik & Architektur

Bachelor in Bauingenieurwesen FH
HSR Hochschule für Technik Rapperswil
www.berufsberatung.ch > Studium > Fachhochschulen > Fachhochschulen: Studiengang suchen > Holz > Suchen

Sowohl die **ETH Zürich** wie auch die **EPFL** bieten einen Bachelor- und einen Master-Studiengang in Bauingenieurwissenschaften an.

www.ethz.ch > Studium

www.epfl.ch > EPFL EN BREF > Formations

Newsletter

Nun gibt's von SimplyScience auch einen Newsletter mit spannenden Infos rund um Naturwissenschaft und Technik. Je eine Version für Kinder und Jugendliche beziehungsweise für Lehrerinnen und Lehrer kann abonniert werden.

www.simplyscience.ch

Impressum

SATW Technoscope 2/14, September 2014
www.satw.ch/technoscope

Konzept und Redaktion: Beatrice Huber
Redaktionelle Mitarbeit: Felix Würsten, Samuel Schläfli
Bilder: Franz Meier, Empa, Fotolia, Masuku Grinder, Hochschule Luzern, M. Rhonheimer, Wikipedia
Titelbild: Flavio Wanninger und Claude Leyder vom Institut für Baustatik und Konstruktion der ETH Zürich in der Bauhalle am ETH-Standort Höggerberg

Gratisabonnement und Nachbestellungen
SATW, Gerbergasse 5, CH-8001 Zürich
technoscope@satw.ch
Tel +41 (0)44 226 50 11

Technoscope 3/14 erscheint im Dezember 2014.