

# WOW!

La rivista tecnica per i giovani e per coloro che lo sono ancora

# TechnoScope

2/14  
by SATW

## Il legno

In tutto il mondo ogni anno sono prodotte 400 milioni di tonnellate di carta e cartone. I maggiori produttori sono Cina, USA, Giappone e Germania.

In tutto il mondo a causa del disboscamento o di catastrofi naturali, si perdono ogni anno circa 130'000 km quadrati di foreste. Vale a dire circa tre volte la superficie della Svizzera.

Il 43% della superficie boschiva svizzera protegge le infrastrutture del traffico e gli insediamenti dai pericoli naturali.

Il legno di guaiaco è uno dei più duri del mondo. La sua durezza è doppia rispetto al legno di frassino o quercia ed è tanto pesante da non galleggiare sull'acqua.

Il ponte U-Bein di Myanmar (Birmania) è il più lungo ponte di legno del mondo. Ha una lunghezza di 1,2 km e attraversa il lago Taungthaman presso Amarapura.

Le foreste occupano circa un terzo del territorio svizzero. Il 29% è di proprietà privata.

Stesso rendimento energetico, diverse quantità di combustibile: 1 barile di olio combustibile (159 litri) è in grado di produrre la stessa energia di un mucchio di ritagli di legno di circa 1,5 metri cubi.

### SATW

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



Un materiale versatile

Un materiale da costruzione che fa tendenza

Dal legno di scarto al materiale high-tech

Con un concorso



## Un materiale versatile

**Il legno è un materiale eccezionale: fornisce energia, è perfetto per le costruzioni, è indispensabile per la produzione della carta, inoltre è un materiale rinnovabile e particolarmente ecocompatibile.**

Nessun altro materiale naturale è versatile come il legno, materia prima per la costruzione di case e mobili, fonte di fibre per la produzione di carta e cartone o fonte di energia rinnovabile: il legno può essere usato nei modi più diversi. Non c'è da stupirsi che questo materiale sia sempre stato usato dall'uomo, tant'è vero che originariamente in latino materia significava 'legname da costruzione'. Ancora oggi, nell'era dei materiali high-tech, il legno è ancora una delle materie prime più importanti. A livello mondiale si produce più legname rispetto, per esempio, all'acciaio, all'alluminio o al calcestruzzo.

È notevole il fatto che il legno, come materia prima, non sia solo versatile, ma anche molto ecologico. Se, abbattuto un certo numero di alberi, si ha la cautela di non abbatte altri finché non ne siano ricresciuti dei nuovi, si può dire che si tratti di una materia rinnovabile all'infinito. Un altro fatto positivo è che il legno può essere riutilizzato più volte. Per esempio le

vecchie travi possono essere trasformate in pannelli di fibre e questi, a loro volta, utilizzati come fonte di energia, quando vengono bruciate. Un tale utilizzo a cascata oggi però non è sempre applicabile, perché, per esempio, il legname di latifoglie viene utilizzato in gran parte direttamente per la produzione di energia, senza essere usato prima come materiale da costruzione.

### Un potenziale non sfruttato

Considerando anche cortecce e rami, in Svizzera si raccolgono circa 5,5 milioni di metri cubi di legname all'anno. Circa due terzi degli alberi abbattuti è costituito da conifere, principalmente usate come legname da costruzione. È notevole che il potenziale del legname come materia prima in Svizzera sia ben lontano dall'essere sfruttato del tutto. Attualmente vengono raccolti circa due terzi della quantità di legname che potrebbe essere raccolto dai nostri boschi, senza rischio di eccessivo sfruttamento. Questo è il

paradosso: nonostante le costruzioni in legno siano sempre le preferite e la richiesta di legname come fonte di energia rinnovabile sia in aumento, negli ultimi tre anni la produzione di legname in Svizzera è in calo. Causa principale di questo fenomeno è il fatto che, specialmente nel settore edile, si tende a importare prodotti esteri meno cari. Perciò la richiesta interna si riduce.

Se si aggiunge il legname importato dall'estero, il legname riciclato e la raccolta di carta da riciclare, il consumo complessivo di legname annuo in Svizzera si attesta intorno ai 10 milioni di metri cubi. Quasi la metà di questa quantità è usata per la produzione di energia. La percentuale di impianti di combustione che lavorano con pellet e cippato di legno è in costante aumento. Il resto del legname usato si divide in modo uniforme tra la produzione di carta e cartone e la creazione di prodotti di legno massiccio o materiali lignei come il truciolato.

### Che cos'è il legno?

Si chiama legno la fibra solida di alberi e arbusti. Il legno si forma nel sottile strato degli alberi chiamato cambio, che si trova appena sotto la corteccia. A seconda del periodo dell'anno le nuove cellule del legno hanno dimensioni diverse e cambiano leggermente anche nel colore. In questo modo si formano i caratteristici anelli, in base ai quali è possibile determinare l'età di un albero.

Il legno è formato da tre componenti principali: fino al 40-50% è costituito da cellulosa. Questa forma la struttura portante e assorbe le forze di trazione cui è sottoposto l'albero. Il resto del legno è costituito da emicellulosa e lignina. Queste due sostanze fungono da materiale di riempimento e assorbono le forze di compressione. L'interazione dei tre materiali determina le caratteristiche meccaniche del legno, determinando infine la flessibilità e la resistenza del materiale. Poiché il legno ha una composizione diversa secondo il tipo di albero, si differenziano diversi tipi di legno in base alla struttura. Da queste differenze dipendono le singole caratteristiche di ciascun legno e perciò anche le applicazioni per cui un tipo di legno è adatto o non lo è.



Le case di legno fanno tendenza.

► Progetto per un edificio di 30 piani a Vancouver, Canada  
Azienda: mcfarlane green biggar ARCHITECTURE + DESIGN  
Project Lead Architect: Michael Green, Architect AIBC



## Il legno fa tendenza

**Il legno è un materiale da costruzione che presenta molti vantaggi, perciò le case di legno si stanno diffondendo sempre più. Grazie alla combinazione con altri materiali, questo materiale naturale viene ulteriormente migliorato.**

Lo skyline della città canadese di Vancouver sarà in futuro abbellito da un grattacielo di legno di 30 piani! Anche in altri paesi ci sono progetti simili, destinati a far lievitare la tendenza alle costruzioni lignee. «Anche per gli edifici di legno è in atto una gara alla costruzione più alta», afferma Andrea Frangi, professore per le costruzioni lignee del Politecnico di Zurigo. «Peraltro, non sono questi edifici spettacolari a determinare la tendenza, che invece vede protagonisti edifici a più piani ma 'normali'; questi ultimi sono sempre più diffusi».

Secondo una statistica della Scuola universitaria professionale di Berna, nel 2013 in Svizzera sono stati costruiti 1530 immobili tra case plurifamiliari, empori commerciali ed edifici pubblici, con un incremento del 50% rispetto a cinque anni prima. «Gli edifici lignei sono sempre solo una piccola parte delle nuove costruzioni», spiega Frangi. «Tuttavia, la tendenza è chiara: il legno si sta affermando!». E a ragione! È un materiale rinnovabile, particolarmente ecologico. Inoltre, il legname permette di costruire più rapidamente. «Le case di legno sono costruite a

secco e i singoli componenti possono essere prefabbricati. Un duplice risparmio di tempo», continua Frangi. Va altresì considerato che il legno è più leggero del calcestruzzo o dell'acciaio, perciò, nel caso di edifici di grandi dimensioni, le fondamenta devono sopportare un carico inferiore. Non da ultimo, il legno offre anche vantaggi in caso di terremoto, perché le costruzioni lignee sono sottoposte a sollecitazioni inferiori rispetto a costruzioni massicce.

### Unire le forze

Il legno, tuttavia, presenta anche svantaggi. Le costruzioni in legno non offrono sempre un'isolazione acustica ottimale. Anche stabilità e affidabilità limitate sono due fattori negativi delle costruzioni di legno. Frangi, insieme al suo team di ricerca, sta tentando di capire come migliorare in modo mirato le caratteristiche delle componenti lignee. «Nelle travi di legno, per esempio, i buchi dei nodi compromettono la stabilità del materiale». «Rinforzando questi punti con un materiale legante in fibra, questo svantaggio potrebbe essere ovviato, migliorando l'affidabilità del materiale». Anche la combinazione di legno

e calcestruzzo è una variante interessante, poiché il legno assorbe le sollecitazioni da trazione, il calcestruzzo quelle da compressione. Combinando i due materiali si ottiene, nel caso ideale, un materiale costruttivo con un'elevata resistenza alla compressione e anche alla trazione. Il raggiungimento del risultato desiderato dipende tuttavia in gran parte da come vengono collegati i materiali, per esempio tramite addentellatura o viti.

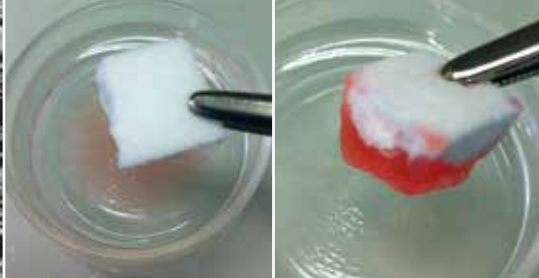
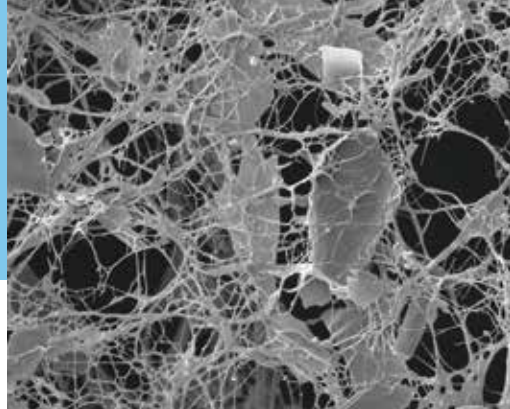
I ricercatori si occupano anche di un'altra questione: le case di legno sono realizzate quasi esclusivamente con legname di conifere. Questo legname ha una densità inferiore rispetto a quello delle latifoglie e perciò è più facile da lavorare in segheria. Inoltre, il legno di faggio, il più diffuso in Svizzera, reagisce in modo più sensibile all'umidità e si deforma in modo relativamente rapido. Frangi sta attualmente effettuando ricerche su come deve essere lavorato il legname di latifoglie, per utilizzarlo come materiale da costruzione. «Nei nostri boschi abbiamo molte latifoglie. È peccato non poter sfruttare questa risorsa».



## La protezione antincendio richiede cura

Ancora fino a 10 anni fa in Svizzera non si costruivano edifici di legno a più piani perché le norme antincendio non lo consentivano. Dal 2003 la relativa regolamentazione si è però ammorbidita, consentendo la costruzione di case di legno fino a sei piani. Questo è stato possibile, tra l'altro, grazie ad ampie ricerche sugli incendi attraverso le quali si è analizzato con precisione il comportamento in caso d'incendio delle costruzioni lignee.

La costruzione di case di legno a più piani richiede la massima cura. «Massima precisione in fase di progettazione, esecuzione a regola d'arte e totale garanzia di qualità sono essenziali» afferma Andrea Frangi. «Per esempio, rispetto alle costruzioni massicce, con le case di legno non basta, sul cantiere, applicare un foro supplementare per una conduttura modificata. Questo potrebbe infatti compromettere la protezione antincendio dell'edificio». Anche se il legno viene combinato con acciaio, materiali sintetici o calcestruzzo, è necessario sapere con precisione come si comportano queste combinazioni in caso di incendio. Se la stabilità del sistema integrato dovesse improvvisamente cedere in caso di elevato calore, le conseguenze per le persone nell'edificio potrebbero essere fatali.



▲ Spugne per la rimozione di petrolio in acqua: a sinistra, prima dell'assorbimento del petrolio, di colore rosso, a destra dopo.

◀ La rete di fibrille di cellulosa con particelle di argilla, in grado di frenare l'ossigeno e il vapore acqueo, onde mantenere freschi gli alimenti.



I ricercatori dell'Empa creano nanocellulosa in gel da carta straccia e ne studiano le possibili applicazioni. Per la produzione di nanocellulosa i ricercatori usano anche questo apparecchio di mineralizzazione.



### Funghi del legno per un violino eccezionale

I funghi decompongono il legno, perciò non sono apprezzati. Se impiegati in modo mirato, tuttavia, possono apportare al legno modifiche utili. I ricercatori dell'Empa hanno dimostrato che i violini di legno, se trattati in precedenza con un determinato fungo, suonano meglio. Nel 2009 un violino di questo tipo è stato messo a confronto durante un concerto con uno Stradivari da due milioni di dollari. Ebbene, una giuria ha valutato migliore il suono del violino biotech, più rotondo e caldo, rispetto al suo illustre avversario. Parola di esperti.

## Dal legno di scarto al materiale high-tech

**I ricercatori dell'Empa spappolano e macinano gli scarti di legno per ricavare materiali del tutto nuovi. La cellulosa nanofibrillata potrebbe presto essere usata nell'industria degli imballaggi, nel settore medico e per le bonifiche dopo disastri petroliferi.**

Il legname è un materiale per oggetti solidi come tavoli, sedie e listoni per tetti. Questa sostanza naturale si sta distaccando sempre più dalla sua immagine rustica e va affermandosi come materiale hightech nel settore della ricerca e dello sviluppo. «Il legno è un materiale per costruzioni leggere assolutamente affascinante, ottimizzato in modo stabile e funzionale», spiega Tanja Zimmermann. Da dieci anni all'Empa di Dübendorf effettua ricerche su materiali innovativi basati sul legno. «Studiando con precisione la struttura del legno impariamo molte cose per le nostre ricerche e ricaviamo idee per nuovi materiali a base lignea». Nel gruppo di ricerca della Zimmermann il legname non è lavorato sotto forma di travi e listoni, ma sotto forma di fibre piccolissime. La materia prima è costituita da scarti di fibre derivanti dalla produzione della carta, da paglia o carta straccia. Queste vengono inzuppate d'acqua in grandi contenitori d'alluminio, poi sminuzzate e spappolate. Infine, i ricercatori macinano la poltiglia di cellulosa o la pressano con una pompa ad alta pressione attraverso capillari molto ramificati. Il risultato: una sospensione in gel, costituita

da milioni di fibre di cellulosa con diametro da 10 a 100 nanometri e lunghe pochi micrometri.

### Imballaggi di cellulosa per alimenti

La cosiddetta cellulosa nanofibrillata ha una struttura chimica molto ramificata e un'ampia superficie. Per la gioia dei ricercatori si tratta di un materiale particolarmente reattivo. Modificando chimicamente la nanocellulosa, si modificano le proprietà del materiale. Per esempio, la Zimmermann e il suo team hanno mescolato le minuscole fibrille con argilla, sviluppando così un nuovo materiale da imballaggio. La pellicola prodotta frena l'ossigeno presente nell'aria e il vapore acqueo, in modo da conservare freschi cibi e bevande. Il grande vantaggio rispetto agli imballaggi d'alluminio o plastica è il seguente: la cellulosa-argilla è combustibile e compostabile senza problemi, poiché le fibrille di cellulosa sono biodegradabili.

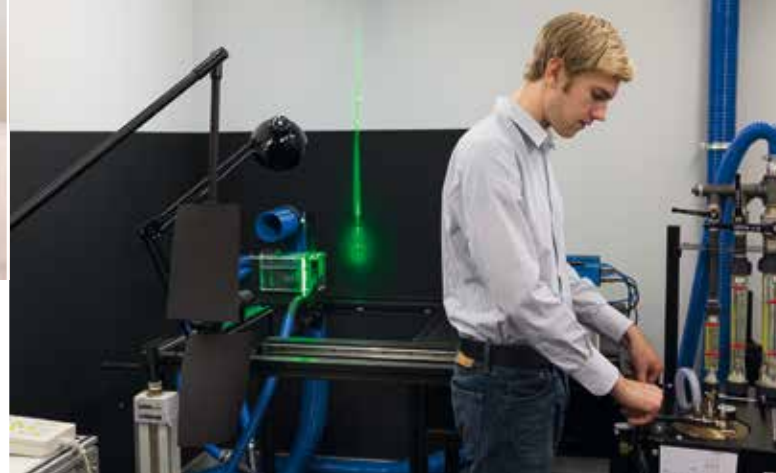
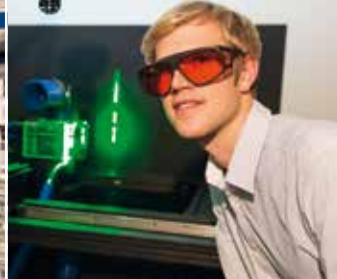
Anche in medicina la nanocellulosa apre nuove possibilità. Insieme al Politecnico di Losanna, gli scienziati della Zimmermann sono alla ricerca di un materiale sostitutivo artificiale per il nu-

cleo polposo. Questa è una massa gelatinosa che si trova nei dischi intervertebrali della nostra spina dorsale. A causa delle forti sollecitazioni nel corso di tutta la vita, questo nucleo tende progressivamente a danneggiarsi, con effetti che si risentono in vecchiaia. Se potesse essere sostituito da un materiale idoneo, molte persone ne trarrebbero giovamento. L'idrogel sviluppato al Politecnico di Losanna all'inizio non si avvicinava alle proprietà meccaniche del nucleo naturale. Solo miscelando le nanofibre di cellulosa è stato possibile migliorarne decisamente le proprietà. Il nuovo materiale è già stato brevettato e attualmente a Losanna se ne sta testando la compatibilità nelle code di bovini.

### Legno contro i disastri petroliferi

La più recente e promettente applicazione della nanocellulosa è costituita dalle spugne per la rimozione di petrolio dalle acque. I ricercatori estraggono dal gel di fibra di cellulosa tutta l'acqua tramite essiccazione per congelamento. Rimane una spugna asciutta, molto porosa. Poiché questa assorbirebbe sia il petrolio, sia l'acqua, le fibre devono prima essere modificate chimicamente. Attraverso la silanizzazione la spugna perde la propria idrofilia, trattenendo quindi solo il petrolio. Negli esperimenti in laboratorio queste spugne silanate hanno assor-

bito olio minerale e motore fino a 50 volte il proprio peso. La spugna imbevuta di petrolio galleggia sull'acqua ed è quindi facile da raccogliere. Questo materiale potrebbe essere utile dopo collisioni o avarie di grandi petroliere per ripulire il più presto possibile il mare inquinato. La spugna magica è già stata richiesta dalla polizia lacustre di Zurigo. La si vuole utilizzare in caso di danni ai motori sul lago. L'Empa però non è ancora pronta. Per produrre maggiori quantità di spugna i ricercatori hanno ora bisogno di un partner industriale.



Patrick Schwingruber lavora oltre che per il master presso l'università di Lucerna nel gruppo di ricerca Bioenergia. Già nel bachelor si è specializzato nel settore delle energie rinnovabili, perché, dice «ritengo che questa forma di energia in futuro possa essere ancora più importante e che questo settore possa offrire numerosi campi di attività per gli ingegneri».

Nel gruppo di ricerca Bioenergia Patrick Schwingruber ottimizza la miscela di gas di combustione e aria per i riscaldamenti a legna industriali. Più si riuscirà a ottimizzare questa miscela, migliore sarà il rendimento energetico e minori le emissioni nocive. «Pertanto, da un lato lavoriamo al computer con calcoli numerici sui flussi, dall'altro facciamo esperimenti con piccoli modelli di riscaldamenti».

## Studiare e fare ricerche per riscaldamenti a legna sostenibili

**Patrick Schwingruber è sempre stato portato per la tecnica e le energie rinnovabili. Con un corso di diploma presso la Scuola universitaria professionale di Lucerna si prepara per una carriera molto promettente da ingegnere.**

Ho sempre lavorato volentieri con il legno, perché mio padre è falegname e naturalmente da piccolo ero spesso nel suo laboratorio. All'epoca non immaginavo certo che avrei poi scritto una tesi sullo sfruttamento energetico di questa materia prima.

Durante l'adolescenza la mia passione per la tecnica e i motori crebbe. Naturalmente ero un ragazzino appassionato di motorini e passavo ore in garage a smontare il motore, a truccarlo un po' e a rimontarlo. Al liceo cantonale di Willisau notai presto di essere bravo in matematica e fisica. E' per questo che dopo la maturità decisi di cominciare uno studio di ingegneria. Visitai il Politecnico di Zurigo e la Scuola universitaria professionale di Lucerna per la tecnica e l'architettura (HSLU-T&A). Alla fine optai per la Scuola universitaria professionale di Lucerna, perché il corso di studi è più orientato alla pratica e meno anonimo.

### Esperienza pratica in officina

Per poter cominciare il corso di studi doveti prima svolgere uno stage di tre mesi in un'officina

specializzata. Presso la «Müller Martini Maschinen & Anlagen AG» a Hasle lavorai in officina, producendo pezzi con macchine CNC o saldando tra loro pezzi per costruzioni in lamiera. Per me fu avvincente, perché vedevo l'intera catena di produzione nella lavorazione di lamiere, dalla preparazione del lavoro fino alla produzione e al premontaggio di moduli costruttivi. Successivamente, durante le vacanze tra due semestri, lavorai occasionalmente anche come montatore per altre aziende, per guadagnare un po' di denaro.

Lo studio per il bachelor in tecnica meccanica all'HSLU è molto vasto e comprende materie come la meccanica, lo sviluppo di prodotti, la termodinamica e fluidodinamica, la tecnologia di processo, l'ingegneria ambientale, il controllo di processi e di sistemi. Durante l'ultimo anno gli studenti si specializzano approfondendo un determinato ambito. Volevo assolutamente fare qualcosa nell'ambito delle energie rinnovabili. Questo perché ritengo che questa forma di energia in futuro possa essere ancora più importante

e possa offrire numerosi campi di attività per gli ingegneri. La produzione di energia da biomasse, di cui fa parte il legno, sta acquisendo un ruolo particolare. Infatti oggi, con una percentuale di circa il dieci per cento sul consumo energetico a livello mondiale, è la fonte energetica rinnovabile più importante. Insieme ad un altro collega di corso, ho dunque scritto una tesi sulla cogenerazione nella combustione di pellet di legno, vale a dire bastoncini di legno pressato. Abbiamo fatto tutte le verifiche possibili su una mini centrale termoelettrica. Si tratta di un riscaldamento che oltre a calore produce anche corrente per la casa. Abbiamo descritto il metodo di funzionamento dell'apparecchio, determinato il rendimento e analizzato le emissioni di sostanze nocive. Abbiamo inoltre calcolato se i costi di acquisto potrebbero essere coperti a lungo termine dal risparmio di corrente e olio combustibile. È stato un lavoro splendido! Soltanto il linguaggio scientifico ci ha fatto venire un po' di mal di testa... Alla fine ce l'abbiamo fatta. La nostra tesi contava comunque più di 60 pagine.

### Alla ricerca della miscela ottimale

Dopo il bachelor, l'università di Lucerna mi offrì, oltre allo studio per il master, di lavorare al 50% nel gruppo di ricerca sulla bioenergia. Qui sto attualmente ottimizzando la miscela di gas di combustione e aria per i riscaldamenti a legna industriali. Più si riuscirà a ottimizzare questa miscela, migliore sarà il rendimento energetico e minori le emissioni nocive per l'ambiente. Pertanto, da un lato lavoriamo al computer con calcoli numerici sui flussi, dall'altro facciamo esperimenti con piccoli modelli di riscaldamenti. Facciamo poi esperimenti con la «Particle Image Velocimetry» (PIV). Con questo metodo possiamo creare tramite laser e fotocamere ad alta velocità immagini dei flussi di gas. Queste ci danno spiegazioni sulla composizione e la miscela dei flussi nel riscaldamento reale.

Dovrei finire il mio master a gennaio. Trascorrerò poi due mesi negli USA e in Canada per «alleggerire» un po' la testa dopo gli studi. Non vedo l'ora di trovare il mio primo impiego impegnativo come ingegnere nel settore delle energie rinnovabili.

# Ah, ecco!



## Cosa c'è nella carta «senza legno»?

La carta è costituita in gran parte da fibre vegetali che, a seconda del tipo di carta, possono essere lunghe da pochi millimetri a qualche centimetro. Queste fibre sono ricavate dal legno, che in una prima fase viene trasformato in pasta di legno o cellulosa. Da questi due componenti vengono poi prodotti carta e cartone.

La differenza tra pasta di legno e cellulosa è che quest'ultima è costituita appunto solo da cellulosa, mentre la pasta di legno presenta ancora grandi quantità di lignina. La carta che contiene lignina sbiadisce piuttosto rapidamente, quindi la pasta di legno si usa soprattutto per carta da utilizzare per breve tempo (giornali o opuscoli pubblicitari). Per la produzione di cartone, la lignina presente nella pasta di legno è un vantaggio, perché rende il materiale più rigido.

La carta 'senza legno' è quella che contiene una percentuale di pasta di legno inferiore al 5% ed è quindi praticamente costituita solo da cellulosa. La definizione 'senza' non è dunque del tutto corretta, perché la cellulosa è comunque prodotta dal legno.

Con la cellulosa pura si può invece produrre carta più resistente. Tuttavia, per la produzione di cellulosa, il legno viene sfruttato solo al 50%, perché deve essere rimossa tutta la lignina. Nella produzione della pasta di legno viene sfruttato fino al 90% del legno.

L'utilizzo della carta riciclata permette di ridurre considerevolmente il consumo di legno nella produzione della carta. Oggi è possibile produrre carta usando praticamente solo carta riciclata. Poiché le fibre con il riutilizzo nel tempo perdono in qualità, non sarà mai possibile rinunciare completamente all'impiego di fibre nuove.

[www.satw.ch/concorso](http://www.satw.ch/concorso)



## Che cosa sai sul legno?

Il legno è un materiale eccezionale: fornisce energia, è perfetto per le costruzioni e indispensabile per la produzione di carta. È anche usato come materia prima per la produzione di materiali high-tech.

Metti alla prova le tue conoscenze sul legno come materia prima e vinci uno dei cinque KUBB. A questo gioco, detto anche gli scacchi dei vichinghi, possono partecipare da due a dodici giocatori. Il concorso è aperto fino al 30 novembre 2014.

[www.satw.ch/concorso](http://www.satw.ch/concorso)

## Formazione

Diverse **scuole universitarie professionali** offrono corsi di bachelor e master nel settore del legno. Tra le altre:

**Bachelor of Science SUPSI in Ingegneria civile**  
Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI)

**Bachelor e master in tecnologia del legno SUP**  
Scuola universitaria professionale bernese (BFH) in Architettura, Legno e Costruzione, Bienne

**Bachelor in economia forestale SUP, Master in scienze agrarie e forestali applicate**  
Scuola universitaria professionale bernese, Scuola universitaria di scienze agrarie, forestali e alimentari (HAFL)

[www.orientamento.ch](http://www.orientamento.ch) > Formazioni > Scuole universitarie professionali (SUP)

Sia il Politecnico di Zurigo (ETH), sia il Politecnico di Losanna (EPFL) offrono un corso di studi per il bachelor e per il master in ingegneria civile.

[www.ethz.ch](http://www.ethz.ch) > Studium (in lingua tedesca e inglese)

[www.epfl.ch](http://www.epfl.ch) > EPFL EN BREF > Formations (in lingua francese e inglese)

## Newsletter

Ora SimplyScience pubblica anche una newsletter con avvincenti informazioni sulle scienze naturali e la tecnica. È possibile abbonarsi alla versione per bambini e ragazzi o alla versione per insegnanti.

[www.simplyscience.ch](http://www.simplyscience.ch)

### Impressum

SATW Technoscope 2/14, settembre 2014  
[www.satw.ch/technoscope](http://www.satw.ch/technoscope)

Idea e redazione: Beatrice Huber  
Collaboratori di redazione: Felix Würsten, Samuel Schläfli  
Foto: Franz Meier, Fotolia, Empa, M. Rhonheimer  
Foto del titolo: Flavio Wanninger e Claude Leyder dell'istituto di statica e costruzione dell'ETH di Zurigo presso il laboratorio della sede ETH di Hönggerberg

### Abbonamento gratuito e ordini supplementari

SATW, Gerbergasse 5, CH-8001 Zürich  
[technoscope@satw.ch](mailto:technoscope@satw.ch)  
Tel +41 (0)44 226 50 11

Technoscope 3/14 uscirà a dicembre 2014.