

# TECHNIK

## IN BAYERN

Das Regionalmagazin für **VDI** und **VDE**



**Holz**

Eventkalender & Aktuelles  
Ingenieurskunst. Aus Liebe zur Technik  
INUAS Konferenz 2021



## Fleet Manager – Instandhaltungskordinator / Technischer Koordinator, Techniker Elektrotechnik / Mechatronik bzw. Fuhrparkmanager (w/m/d) Schienenfahrzeuge, Instandhaltung, Maintenance

Wir sind die deutsche Tochtergesellschaft des weltweit sechstgrößten Rail Solutions Providers und größtenteils Instandhalters für Lokomotiven, Nah- und Fernverkehrszüge & U-Bahnen auf dem europäischen Kontinent. Unsere Kompetenz in der Wartung von Schienenfahrzeugen wird auch international in Afrika und Südamerika geschätzt. Wir sind bereits mit einem Instandhaltungsbetrieb in Ungarn aktiv und möchten nun auch in Deutschland, dem Schlüsselmarkt der Schienenfahrzeugindustrie, unsere Kompetenz in der

Instandhaltung von Fahrzeugen anderer Hersteller unter Beweis stellen.

Wir sind daher höchst erfreut, dass wir im Zuge des Verkehrsvertrages von Go-Ahead für das E-Netz Allgäu und das Augsburgener Netz, den Zuschlag für die Instandhaltung der kompletten Zugflotte erhalten haben. Wir werden hierzu 22 Stadler FLIRT EMU, 44 Siemens MIREO und 12 Siemens DESIRO mindestens für die Dauer der nächsten 13 Jahre bis 2034 instandhalten. Hierzu werden wir zunächst die beste-

hende Werkstatt eines Partnerbetriebes nutzen und parallel den Neubau eines eigenen modernen Werkstattbetriebs/Betriebsbahnhofs/Depots im Umkreis von Augsburg errichten.

Wir suchen momentan die Mitarbeiter der ersten Stunde für unser Augsburgener Start-Team, denen wir nicht nur einen krisensicheren Arbeitsplatz, sondern auch eine langfristige Perspektive innerhalb des Wachstum ausgerichteten Konzerns bieten können.

## Fleet Manager / Flottenmanager (w/m/d)

Instandhaltungskordinator bzw. Technischer Koordinator Instandhaltung / Fuhrparkmanagement / ECM 3

### Ihre Aufgabe als Fleet Manager / Flottenmanager (w/m/d)

Sie fungieren als technische Schnittstelle zwischen dem operativen Betrieb und der mobilen & stationären Fahrzeuginstandhaltung (ECM 3). Zu Ihren Aufgaben zählen auszugsweise:

- Bewertung und Analyse der im Betrieb auftretenden Störungen an den Fahrzeugen
- Flottenmanagement, Planung der Werkstattzuführungen und Arbeitsinhalte
- Überwachen der terminlichen Vorgaben, Prioritäten abstimmen, Arbeitsfortschritte berichten mittels Planungssoftware (MS Office und Maintenance Management System)
- Überwachung des Fahrzeugzustands und Auswertung der Fahrzeugverfügbarkeit und -zuverlässigkeit in Absprache mit ECM 2
- Erfassung und Nachverfolgung technischer Probleme bei Serienschäden
- Prüfung der Planung und Bereitstellung der erforderlichen Prüf- und Hilfsmittel, Betriebsmittel, Tools und Messadapter
- Unterstützung und Planung des operativen Materialbedarfs
- Planung, Überwachung und Instandhaltung der Betriebsmittel in der Werkstatt
- Absicherung von teilweisem Wechsel-Bereitschaftsdienst während der Betriebszeiten der Fahrzeuge
- Vertretungsfunktion für den Standortleiter

### Ihre Qualifikation als Fleet Manager / Flottenmanager (w/m/d)

Mit dieser Aufgabe wenden wir uns an berufserfahrene Experten aus der Schienenfahrzeugtechnik und dem Fahrzeug- und Transportbereich (Kfz- und Lkw-Technik, Maschinenbau etc.), die vergleichbare Instandhaltungs-, Support- und Koordinierungsfunktionen durchgeführt haben. Ihr Erfahrungsprofil sollte aufweisen:

- Eine abgeschlossene technische Ausbildung, z. B. als Meister Elektrotechnik / Mechatronik bzw. als Wagenmeister, Betriebsvorbereiter, Lokführer mit Meister-Qualifikation, Techniker Elektrotechnik / Mechatronik (w/m/d)
- Erfahrung im Bereich der Instandhaltung und Instandhaltungsplanung
- Kenntnisse der RAMS EN 50126 und der Fahrzeug-Zustands-Norm DIN 27200 wären vorteilhaft
- Vorhandene Systemkenntnisse von Schienenfahrzeugen sowie deren Baugruppen und Komponenten sind wünschenswert
- Für unsere neuen Mitarbeiter ohne Eisenbahnkenntnisse bieten wir eine sechsmonatige Trainings- und Einarbeitungszeit an (bei vollem Gehalt)
- Gute Kommunikations- und Organisationsfähigkeit
- Zuverlässigkeit und ein hohes Maß an Verantwortungsbewusstsein
- Englischkenntnisse

### Unser Angebot – ein Neuanfang

Mit einem ersten über die nächsten 13 Jahre fest vereinbarten Dienstleistungsvertrag können wir Ihnen einen langfristig sicheren Arbeitsplatz anbieten. Die neu produzierten Züge stehen uns bereits im Vorfeld für mehrere Monate zu vorbereitenden Trainings- und Schulungszwecken zur Verfügung, bevor der tatsächliche Betrieb beginnt.

Mit der Fertigstellung unseres Werkstatt-Neubaus werden Sie zudem ein modernes Arbeitsumfeld mit neuesten Maschinen einweihen können. Erleben Sie die Aufbruchstimmung hautnah in dem erfrischend neuen Kollegenkreis unserer gerade gegründeten deutschen Organisation ohne eingefahrene Wege und empfehlen Sie uns Ihren Lieblingskollegen weiter. Wir bieten Ihnen die Chance, sich und Ihre Talente bei uns einzubringen und sich über Schulungen weiter zu qualifizieren.

Eine attraktive Vergütung rundet unser sicher nicht alltägliches Angebot ab. Die Schienenfahrzeugbranche hat sich in den zurückliegenden Jahrzehnten als solider und beständiger Arbeitgeber erwiesen. Mit technologisch höchst anspruchsvollen Produkten und Dienstleistungen sowie Menschen mit einer besonderen Leidenschaft für ihren Beruf, wird die Eisenbahn auch in Zukunft unverzichtbarer Bestandteil einer mobilen Gesellschaft sein.

### Planen Sie Ihre Zukunft mit uns und leisten mit Ihrer Arbeit einen Beitrag zur Verkehrswende

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung oder ggf. auch über die Weiterleitung dieses Profils an jene, von denen Sie vermuten, dass diese Vakanz wie auch die Rahmenbedingungen auf sie zugeschnitten sind.

Der von uns beauftragte Personalberater Herr Dieter Feige steht Ihnen im Rahmen einer ersten telefonischen Kontaktaufnahme und eines Gedankenaustausches unter +49 (0)172 54 84 555 gern zur Verfügung. Ihre Bewerbung senden Sie bitte unter der Kennziffer 1597 mit Ihrer Einverständniserklärung per E-Mail an

[bewerbung.augsburg@feige-business-advisors.de](mailto:bewerbung.augsburg@feige-business-advisors.de)



Foto: Roland Maier

Silvia Stettmayer  
Redaktion TiB

## Auf dem Holzweg?

Es gibt unterschiedliche Wege, die man einschlagen kann, um an einen bestimmten Ort zu gelangen. Das gilt nicht nur für Fahr- und Gehwege, sondern auch im übertragenen Sinne für Gedankengänge und Entscheidungen. Der ideale, schnellste und eleganteste Weg zum Ziel ist der Königsweg. Man kann auch auf einer komplizierten Strecke gehen, die länger dauert und beschwerlicher ist, und einen Umweg machen. Und manchmal, wenn man sich in einem gedanklichen Geflecht verirrt, oder die Überlegungen in einer Sackgasse enden, befindet man sich auf einem Irrweg. Genau diesen umschreibt die Redewendung „Auf dem Holzweg sein“. Aber woher kommt diese Redensart?

Die ersten Holzwege und ihre sprichwörtliche Verwendung sind seit dem 15. Jahrhundert belegt. Es waren Schneisen, die durch den Abtransport der schweren Bäume entstanden – breite und einladende Pfade und Wege, die aber nirgendwo hin-

fürten, sie endeten mitten im Wald. Schon in ihrem „Deutschen Wörterbuch“ von 1854 beschreiben die Gebrüder Grimm den „Holzweg (als einen) weg, der zu wirtschaftszwecken in ein holz gemacht ist und nicht der verbindung zweier orte unter einander dient“ und weiter „der gegensatz des holzwegs zur geraden und rechten strasze scheint in häufigen sprichwörtlichen redensarten wieder, die den holzweg als weg des irrtums, als falsche bahn hinstellen.“

Mit diesem negativen Sprachgebrauch erklärt sich ein Teil der antiquierten, verstaubten Anmutung, die den Werkstoff Holz bis heute umgibt. Ich meine zu Unrecht, wie die Beiträge unseres Schwerpunktes aufzeigen.

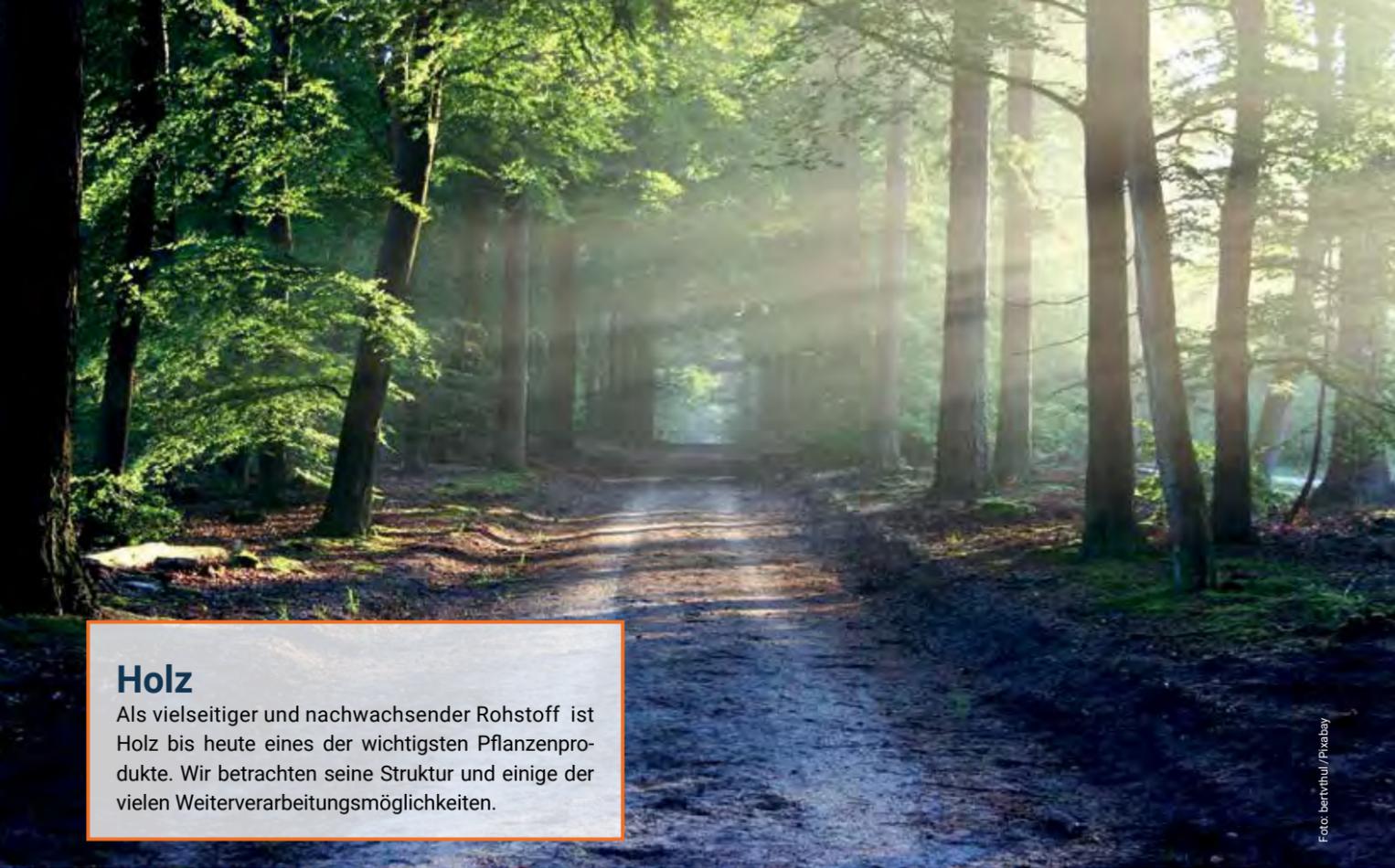
Holz ist ein wertvolles und intelligentes Material, dass durch profunde Forschung und vielfältige technische Entwicklungen immer mehr Einzug in den kalkulierbaren Ingenieurbau hält. Im Zuge der wachsenden Ressourcenknappheit erfährt eine

weitere Eigenschaft des Holzes mehr und mehr Aufmerksamkeit: Die des einzigen nachwachsenden (Bau-)Stoffes. Und nicht zuletzt für das drängendste Problem unserer Zeit, die Erreichung der Klimaziele, bietet sich Holz, verbaut in der städtischen Infrastruktur, als weitere CO<sub>2</sub>-Senke im urbanen Umfeld an. Ein Umstand, der zunehmend auch politisches Handeln nach sich zieht.

Zugegeben, es ist nicht einfach sich von jahrhundertealten Überlieferungen zu trennen, aber sind wir heute wirklich noch „auf dem Holzweg“ im ursprünglichen Sinn, wenn wir falsche Entscheidungen treffen? Ich denke nein. Es ist an der Zeit, uns für Irrwege und Sackgassen andere Umschreibungen zu suchen. Der Weg zum Holz wird jedenfalls immer mehr zum Königsweg.

Viel Spaß bei der Lektüre!

*Silvia Stettmayer*



## Holz

Als vielseitiger und nachwachsender Rohstoff ist Holz bis heute eines der wichtigsten Pflanzenprodukte. Wir betrachten seine Struktur und einige der vielen Weiterverarbeitungsmöglichkeiten.

Foto: bertvthul/Pixabay

## SCHWERPUNKT

Zurück zu den Wurzeln – hoch hinaus Theresa Faust und Veronika Auer	06
Der Umgang mit Holz muss weiter gedacht werden Grußwort von Heinrich Köster	09
Holz ist ein breit nutzbares und intelligentes Material Gespräch mit Klaus Richter	10
Neues vom Lederstein Matthias Langhansl, Cordt Zollfrank, Ronja Scholz, Frank Walther	12
Überlegenheit mit Funktion Gottfried Steiner	14
Holz im Fahrzeugbau Ulrich Müller	16
Holz in Kaskaden und Kreisläufen Veronika Auer und Theresa Faust	18
Holzbau in der Praxis Rebecca Noy und Thorsten Grantner	20
Sauber bauen?! Nicole & Harald Bolsinger	22
Holznutzung in der Geschichte Der historische Hintergrund von Frank Dittmann	25



Holzbau in der Praxis

Foto: Josefine Unterhauser

## HOCHSCHULE UND FORSCHUNG

INUAS Konferenz: Urbane Transformationen und Ressourcen Christiane Taddigs-Hirsch, Hochschule München	32
Bayern wagt den Quantensprung Bayerische Akademie der Wissenschaften	35
Forschungsinstitut für maschinelles Lernen u. intelligente Systeme Ralf Kastner, Hochschule München	38

## AKTUELLES

VDI BV München + acatech: Predictive Maintenance	26
VDI BV Bayern Nordost: 10. Cramer-Klett-Preis 2021	26
VDI BV München: Ingenieurskunst. Aus Liebe zur Technik	27
VDI BV München: VDI Preise 2020	28
VDE Südbayern: Klaus Bayer ist neuer Vorsitzender	30
VDI Netzwerk Digitalisierung & Nachhaltigkeit Bayern Nordost	33
VDE Bayern: VDE Bayern Award 2020	34
VDI Landesverband Bayern: Treffen mit den bayerischen BVs	36
VDI suj München: Questions and Answers im Herbst	37
VDI BV Bayern Nordost: Das neue Zukunftsmuseum in Nürnberg	41
VDI AK Unternehmer und Führungskräfte München: Licht	42
VDI AK FiB Nürnberg: Führungskompetenz	44
VDI suj München und Cross Cultural Group München	46

## RUBRIKEN

Veranstaltungskalender	39
Leserbrief	45
Buchbesprechungen	47/48
Ausstellungstipp	49
Impressum	49
Cartoon	50
Vorschau	50



Titelbild:  
Totholz im Wald  
Foto: Theresa Faust

VDI Landesverband Bayern  
VDI Bezirksverein München, Ober- und Niederbayern e.V.  
Westendstr. 199, D-80686 München  
Tel.: (0 89) 57 91 22 00, Fax: (0 89) 57 91 21 61  
www.vdi-sued.de, E-Mail: bv-muenchen@vdi.de

VDI Bezirksverein Bayern Nordost e.V.  
c/o Ohm-Hochschule, Keßlerplatz 12, D-90489 Nürnberg  
Tel.: (09 11) 55 40 30, Fax: (09 11) 5 19 39 86  
E-Mail: vdi@th-nuernberg.de

VDE Bayern, Bezirksverein Südbayern e.V.  
Hohenlindener Straße 1, D-81677 München  
Tel.: (0 89) 91 07 21 10, Fax: (0 89) 91 07 23 09  
www.vde-suedbayern.de, E-Mail: info@vde-suedbayern.de

**Die Redaktion  
der TiB wünscht  
allen  
Leserinnen und  
Lesern  
Alles Gute  
für das  
Neue Jahr!**

Foto: Pixabay

# Zurück zu den Wurzeln – hoch hinaus

**H**olz, leicht und dabei hoch belastbar, ist seit Urzeiten Teil der Menschheitsgeschichte. Stets dient es als Werkstoff und Wärmequelle und erlebt seit einigen Jahren eine Renaissance als zukunftsfähiger Rohstoff. Sei es als Basis für innovative Textilien und biobasierte Materialien, als Ersatz für Kunststoff oder im mehrgeschossigen Wohnungsbau.

Das angenehme Wohnklima war früher das Argument, das für den Baustoff Holz gesprochen hat. Heute zählt insbesondere der Klimaschutz, zu dem Holz grundsätzlich beiträgt.

Welche Herausforderungen und Potenziale bietet dieser Rohstoff, auf dem dieses Heft hier – im doppelten Sinne – basiert?

## Der Wald,

Lieferant des relevanten nachwachsenden Rohstoffs, bedeckt etwa ein Drittel der deutschen Landesfläche. Dieses Drittel mit einem jährlichen Zuwachs von ca. 121,6 Mio. m<sup>3</sup> bindet durch die Photosynthese im Jahr 58 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> (vgl. Abb. 1) [1].

Wälder besitzen viele gesellschaftliche Funktionen ökologischer, ökonomischer und sozialer Natur (z. B. Rückhalt und Filterung von Wasser, Temperatenausgleich, Erosions-, Immissions- und Artenschutz) und das Interesse der Bevölkerung am Wald als Raum der Erholung steigt. Um Schwerpunkte der Nutzung setzen und abstimmen zu können ohne andere Waldfunktionen zu ignorieren, bedarf es einer breiten und fachlich vernetzten Ausbildung [2].

Solange im Rahmen der nachhaltigen Waldbewirtschaftung für absterbende oder geerntete Bäume neue nachwachsen, ist eine positive Klimaschutzwirkung des Waldes gewährleistet. Die stoffliche Nutzung des Holzes und die daraus resultierende dauerhafte Fixierung des Kohlenstoffs in Holzprodukten und Gebäuden erhöht den CO<sub>2</sub>-Speichereffekt. Die energetische Substitution fossiler Energieträger sowie der geringere Energieverbrauch bei der Herstellung und Entsorgung von Holzprodukten gegenüber Produkten aus anderen Materialien sparen Treibhausgase

ein (vgl. Abb. 1). Damit leisten der Wald, die Waldbesitzer und die nachhaltige Forst- und Holzwirtschaft einen grundlegenden Beitrag zum Klimaschutz [3].

57 % von rund 2,5 Mio. ha Wald in Bayern sind Privateigentum; 30 % gehören dem Freistaat selbst und 11 bzw. 2 % gehören Körperschaften und dem Bund [4]. Der Wald ist direkt oder indirekt eine Einkommensgrundlage für etwa 1,1 Mio. Beschäftigte in der Bundesrepublik Deutschland und bietet vorwiegend im ländlichen Raum viele Arbeitsplätze [3].

## Der Umbau

des Waldes ist eine der Maßnahmen der deutschen Forstwirtschaft mit einem für sie gewohnt langen Planungshorizont. Die Gebirgsbaumart Fichte (*Picea abies*) war eine probate, schnelle Lösung, um kahle Flächen wieder zu bewalden und auch die Verluste durch die Reparationshiebe nach dem Zweiten Weltkrieg durch die zügige Aufforstung möglichst gering zu halten. Sie wurde dadurch die häufigste der vier Hauptbaumarten in deutschen Wäldern und steht somit auch auf für sie ungeeigneten Standorten [5]. Angesichts des Klimawandels und der damit einhergehenden Kalamitäten setzt die Bundesrepublik seit fast drei Jahrzehnten einen stetigen Waldumbau um. Von reinen, einschichtigen kalamitätsanfälligen Nadelwäldern hin zu stabilen, mehrschichtigen Mischwäldern [2]. Auch wenn hierbei die Risiken beim Waldumbau auf mehrere Baumarten verteilt werden, bleiben dennoch Unsicherheiten für den Wald der Zukunft bestehen, denn die ein oder andere heimische Baumart zeigt mancherorts Probleme bei der Anpassung an die Klimaänderung. Um den Wald für veränderte Wachstumsbedingungen breiter aufzustellen, werden sogenannte fremdländische Baumarten als Beimischung in Betracht gezogen. Teilweise können ein-

geführte Exemplare in botanischen Gärten beurteilt werden, welche bereits älter sein können. Die Erfassung der ökonomischen und ökologischen Eignung erfolgt allerdings über Jahrzehnte hinweg in Feldversuchen im Wald. Insbesondere das Invasivitätspotenzial der Baumart wird dabei eingeordnet [6;7;8].

Bereits zwischen der zweiten und dritten Bundeswaldinventur sank der Vorrat der Fichte um rund 4 %. Durch die Sturm- und Trockenereignisse in den letzten zwei Jahren (2018/2019) setzt sich dieser Trend beschleunigt fort [1]. „Der Waldumbau führt zu einem höheren Laubholzangebot und damit zukünftig zu einem veränderten Rohstoffsortiment für die Holzwirtschaft.“ [9]. Insbesondere für die etablierte und auf homogen gewachsenes Nadelholz ausgerichtete Sägeindustrie ist dies eine Herausforderung. Ca. 75 % der Wertschöpfung der Forst- und Holzwirtschaft basieren auf der Nutzung und Verarbeitung von Nadelholz. Die Laubbaumarten in Deutschland sind in ihren Wuchseigenschaften größtenteils nicht mit Nadelholz vergleichbar und insbesondere im Baubereich sind Massenprodukte aus Laubholz bislang kaum etabliert. „Derzeit wird das Laubholz (noch) überwiegend (58 %) energetisch genutzt.“ [10]. Eine höherwertige stoffliche Verwendung mit Option zur Mehrfachnutzung sind im Sinne des Klimas und der Wertschöpfung Ziel der Charta Holz 2.0 [9;10;11].

## Der Holzbau

macht in Deutschland bislang nur etwa 18 % des gesamten Bausektors aus [3]. Bisher wurde die sogenannte „Graue Energie“ beim Bau von Gebäuden nachrangig betrachtet; das ist die Energie, die zur Herstellung, Transport, Instandsetzung und Entsorgung von Produkten benötigt wird. Hier kann der Holzbau neue ökonomische und ökologische Potenziale

erschließen. Jeder Kubikmeter verbautes Holz enthält etwa 250 kg Kohlenstoff. Dafür entzog der Baum zuvor der Atmosphäre durch den Vorgang der Photosynthese fast eine Tonne CO<sub>2</sub> [12;13]. Der moderne Holzbau bietet insbesondere in Ballungsräumen neue Chancen. Der Wohnraumbedarf steigt und durch das leichte, aber stabile Holz sind nachträgliche Aufstockungen und Nachverdichtungen auf Dächern bestehender Gebäude oder in schmalen Häuserlücken möglich. Die leichte Bauweise ermöglicht die Erschließung vergleichsweise schlechter Baugründe, bietet aber zudem Vorteile beim Bau selbst. Auch größere Bauteile können vorgefertigt, im Ganzen transportiert und in kürzester Zeit montiert werden. Ein Einfamilienhaus kann so binnen eines Tages auf dem fertigen Fundament stehen [14;15]. Holzbau findet man aber nicht nur im Hallen- oder im Einfamilienhausbau, mittlerweile gibt es 18-stöckige Gebäude; ein neuartiger Wettlauf nach oben beginnt (bspw. Mjøstårnet Brumunddal/Norwegen und das HoHo Wien in Holz-Hybridbauweise) [16].

## Die Facetten

und Betrachtungsebenen des Holzes sind zahlreich (vgl. Abbildung 2). Der natürliche Werkstoff ist anisotrop, inhomogen und hygroskopisch. Alle Holzarten bestehen hauptsächlich aus den chemischen Elementen Kohlen- (50 %), Sauer- (44 %), Wasser- (6 %) und Stickstoff (0,05–0,25 %) [17]. Während die Elementarzusammensetzung für die verschiedenen Baum- und Holzarten sehr vergleichbar ist, unterscheiden sich die Hölzer in den Anteilen der chemischen Verbindungen, was schließlich auch die Eigenschaften wesentlich beeinflusst. Der Haupt-Holzbestandteil Cellulose (40–50 Massenprozent) ist für die Zugfestigkeit verantwortlich, die kürzeren, verzweigten

Hemicellulosen (15–30 Massenprozent) beeinflussen die Quellung des Holzes und seine Viskoelastizität [18]. Die Druckfestigkeit und Steifigkeit erhält das Holz durch Lignine (20–30 Massenprozent). Die organischen Extraktstoffe beeinflussen u. a. die Farbe, den Geruch, die Dauerhaftigkeit der einzelnen Holzarten und haben wie auch die Mineralstoffe erhebliche Auswirkungen auf die Holzverarbeitung, die Beileimung und den chemischen

## Quellen

- [1] Schmitz, F.; Polley, H.; Henning, P.; Kroiber, F.; Marks, A.; Riedel, T.; Schmidt, U.; Schwitzgebel, F.; Stauber, T. (2018): Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur, 3. Aufl., Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft Referat 535 (Hrsg.) Berlin
- [2] BMELV (2011): Waldstrategie 2020. Nachhaltige Waldbewirtschaftung – eine gesellschaftliche Chance und Herausforderung, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Referat 533 (Hrsg.), Bonn
- [3] KIWUH (2019): Wald und Holz in Deutschland, 2. Aufl., Kompetenz- und Informationszentrum Wald und Holz (Hrsg.), Gülzow-Prüzen
- [4] StMELF (2017): Waldbesitz, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), <https://www.lwf.bayern.de/waldbesitz-forstpolitik/waldbesitz/index.php> (30.10.2020)
- [5] Fenner, R. (2016): Die Gewöhnliche Fichte (*Picea abies*): 2) Historie. <https://www.baumdes-jahres.de/baeume-1989-2019/die-fichte/historie/> (30.10.2020)
- [6] Vor, T.; Spellmann, H.; Bolte, A.; Ammer, C.; (Hrsg.) (2015): Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten, Bd. 7 in der Reihe: Göttinger Forstwissenschaften, Universitätsverlag Göttingen, Göttingen online verfügbar unter: [https://univerlag.uni-goettingen.de/bitstream/handle/3/159-978-3-86395-240-2/GoeForst7\\_baumarten.pdf?sequence=4&](https://univerlag.uni-goettingen.de/bitstream/handle/3/159-978-3-86395-240-2/GoeForst7_baumarten.pdf?sequence=4&) (30.10.2020)
- [7] Liesbach, M. (2001): Anbauversuche mit fremdländischen Birken [https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/waldbau-bergwald/dateien/w28\\_anbauversuche\\_mit\\_fremdlaendischen\\_birken.pdf](https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/waldbau-bergwald/dateien/w28_anbauversuche_mit_fremdlaendischen_birken.pdf) (30.10.2020)
- [8] Springer, S.; Frischbier, N.; Binder, F. (2020): Versuchsarbeiten für den Wald der Zukunft <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/waldumbau/testen-fuer-den-zukunftswald> (30.10.2020)

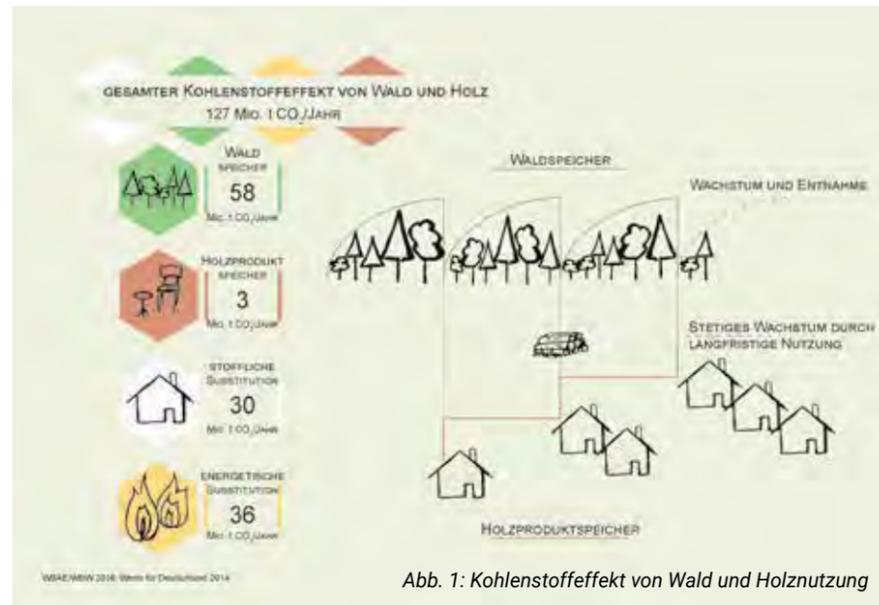


Abb. 1: Kohlenstoffeffekt von Wald und Holznutzung

## Quellen

- [9] Alfter, D.; Knauf, M.; Lüdtk, J.; Maack, C. (2018): Klima schützen. Werte schaffen. Ressourcen effizient nutzen. Charta für Holz 2.0, 3. Aufl., Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) Referat 53 (Hrsg.), Bonn
- [10] BMEL (2017): Waldbericht der Bundesregierung 2017, Bundesministerium für Ernährung u. Landwirtschaft (BMEL) Referat 533 (Hrsg.), Bonn
- [11] Knauf, M.; Frühwald, A. (2020): Laubholz-Produktmärkte aus technisch-wirtschaftlicher und marktstruktureller Sicht, 1. Aufl., Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.), Gülzow-Prüzen
- [12] Zeumer, M.; John, V.; Hartwig, J. (2009): Nachhaltiger Materialeinsatz – Graue Energie im Lebenszyklus in DETAILGreen 2009/1
- [13] proHolz Austria (Hrsg.) (2017): Holz ist genial. 1 Kubikmeter Holz bindet 1 Tonne CO<sub>2</sub>. Berechnung von Frühwald, A, Universität Hamburg <https://www.holzistgenial.at/blog/1-kubikmeter-holz-bindet-1-tonne-co2/> (30.10.2020)
- [14] Wald und Holz NRW (2018): Bauen mit Holz in NRW Neubau, Nachverdichtung und Sanierung, Münster online verfügbar unter [https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Publikationen/Broschueren/2017-Bauen-mit-Holz-in-NRW\\_PDF\\_Einzelseiten\\_web-web.pdf](https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Publikationen/Broschueren/2017-Bauen-mit-Holz-in-NRW_PDF_Einzelseiten_web-web.pdf) (30.10.2020)
- [15] Cheret, P.; Seidel, A. (2013): Urbaner Holzbau, <https://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-1-der-neue-holzbau/?L=0> (30.10.2020)
- [16] Linner, A. (2019): Die 7 spektakulärsten Holzhochhäuser der Welt, <https://wohnglueck.de/artikel/spektakulaere-holzhochhaeuser-15161> (30.10.2020)
- [17] Lohmann, U.; Annies T. (2012): Holz-Handbuch. 7. Aufl. DRW-Verl., Leinfelden-Echterdingen.
- [18] Wagenführ, A.; Scholz, F. (Hrsg.) (2012): Taschenbuch der Holztechnik. 2. Aufl. Fachbuchverl. Leipzig, München.
- [19] Fengel, D.; Wegener, G. (2003): Wood: Chemistry, ultrastructure, reactions. Kessel, Remagen.
- [20] Dunky, M.; Niemz, P. (2002): Holzwerkstoffe und Leime: Technologie und Einflussfaktoren. 1. Aufl. Springer, Berlin.
- [21] de Jong, E.; Higson, A.; Walsh, P.; Wellisch, M. (2012): Bio-based Chemicals. Value Added Products from Biorefineries. Hg. v. IEA Bioenergy – Task 42 Biorefinery. Online verfügbar unter <http://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/10/Task-42-Bio-based-Chemicals-value-added-products-from-biorefineries.pdf> (30.10.20)
- [22] Hämäläinen, S.; Näyhä, A.; Pesonen, H. (2011): Forest biorefineries – A business opportunity for the Finnish forest cluster. In: Journal of Cleaner Production 19 (16), S. 1884–1891. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.01.011.
- [23] Sillanpää, M.; Ncibi, C. (2017): A Sustainable Bioeconomy: The Green Industrial Revolution. Cham: Springer International Publishing

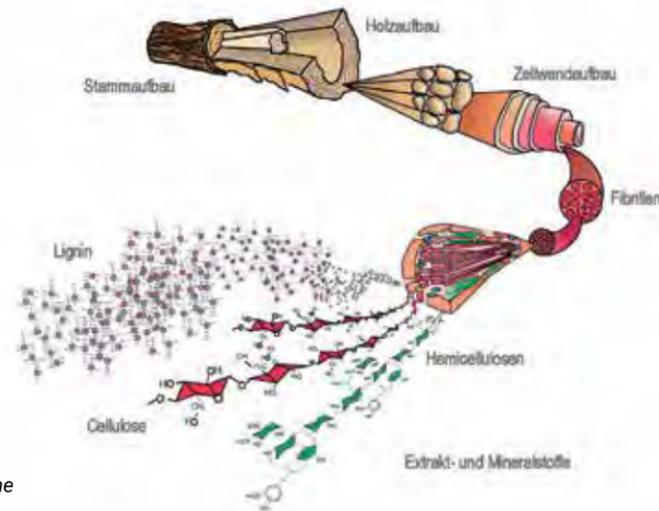


Abb. 2:  
Holzaufbau auf  
struktureller und  
chemischer Ebene

Holzaufschluss [18,19]. Dadurch und durch individuelle strukturelle Besonderheiten und Holzbestandteile unterscheidet sich Holz nicht nur stark von anderen Werkstoffen, sondern auch zwischen den Baumarten und innerhalb eines Stammes [18]. All diese Faktoren müssen bei der Holzbe- und -verarbeitung beachtet werden, aber diese Vielfältigkeit bietet auch

#### Chancen.

In unterschiedliche Partikel zerlegt und neu zusammengefügt, können je nach Partikelgröße andere, homogenere physikalische Eigenschaften erreicht werden als die des Holzes selbst. Auch Schwachhölzer – nur Althölzer oder Sägenebenprodukte – erleben dadurch eine (neue) Wertschöpfung [18;20].

Durch die mechanische Bearbeitung des Baumes mittels Säge-, Schäl- oder Zerspanungstechnologie entstehen verschiedene Strukturelemente bspw. als Basis für Vollholz- oder Holzwerkstoffprodukte für den Holz- und Möbelbau oder es folgt im weiteren Verlauf über Hackschnitzel und Fasern der chemisch-mechanische Rohstoffaufschluss. Je nach Verfahren führt der Aufschluss zu den jeweiligen bereits genannten Holzbestandteilen (Cellulose, Hemicellulose, Lignin, Extraktstoffe); einerseits dienen diese als Basis für Papier, Vliesstoffe und mikrofibrillierte Cellulosen (MFC), andererseits für die Ligninchemie bzw. die bio-basierte Plattformchemikalien, welche wiederum Grundlage für Polyester und Polymere bzw. neuartige Werkstoffe sind [21;22].

Wie heute noch beim Erdöl, kann in Zukunft eine Holz-Bioraffinerie in ähnlichem Maß sowohl Chemikalien, Werkstoffgrundlagen (z. B. verschiedenste Fasern) als auch Kraftstoffe aus dem Rohstoff Holz herstellen. Holzbasierte Bioraffinerien bieten neue Marktchancen, indem Koppel- und Nebenprodukte intelligent und möglichst stofflich genutzt werden. Als letzte Stufe der Kaskadennutzung bleibt die Energieerzeugung [23].

#### Im Ganzen

oder aufs kleinste Molekül heruntergebrochen bietet Holz eine Vielzahl an Nutzungsmöglichkeiten. Das Potenzial ist groß und es gilt, Alternativen für Produkte auf Basis der Petrochemie zu finden sowie innovative Werkstoffe, Chemikalien und Produkte aus Holz zu entwickeln.

Holz ist kein standardisierter Werkstoff. Er ist biologisch gewachsen und stellt die verschiedenen Akteure des Forsts und der Holzindustrie bis hin zur Recyclingwirtschaft vor Herausforderungen. Doch aus Holz lässt sich so gut wie fast alles herstellen; eine intelligente Verwendung und ein effizienter Rohstoffeinsatz kann die vielversprechende, ökonomisch und ökologisch lohnende Bioökonomie vorantreiben.

*Theresa Faust, M.Sc. und  
Dipl.-Wirtschaftsing. (FH) M.Eng.  
Veronika Auer  
Zentrum für biobasierte Materialien  
Technische Hochschule Rosenheim*



Foto: TH Rosenheim

*Prof. Dr. h.c. Heinrich Köster  
Präsident der Technischen Hochschule  
Rosenheim*

# Der Umgang mit Holz muss heute viel weiter gedacht werden

Ich freue mich sehr, dass sich das Magazin „Technik in Bayern“ in seiner aktuellen Ausgabe dem Schwerpunktthema Holz widmet. Für die Technische Hochschule Rosenheim stellt dieser Werkstoff gewissermaßen die Keimzelle dar. 1925 wurde das Holztechnikum in der Stadt am Inn eröffnet, aus dem mit ein paar Zwischenschritten schließlich Anfang der 70er-Jahre die heutige Hochschule hervorging. In diesem Jahr feiern die Rosenheimer „Holzer“ also das 95-jährige Bestehen.

Holz gewinnt im Zeitalter von Klimadebatten und Diskussionen über zukunftsorientiertes Wirtschaften als Roh- und Werkstoff zunehmend an Bedeutung. Das zeigt sich zum Beispiel in der Baubranche: Lange Zeit hat Holz gegenüber anderen Materialien wie Ziegel, Beton oder Stahl ein Schattendasein gefristet. Das hat sich deutlich verändert, weil Nachhaltigkeitsaspekte immer wichtiger werden und Holz gegenüber den mineralischen und erdölbasierten Baustoffen ein nachwachsender Rohstoff ist.

Auch wenn sich am Rohstoff an sich nichts verändert hat, so ist die wissenschaftliche Sichtweise darauf heute eine ganz andere als früher. Wenn es einst nur darum ging, wie man aus massivem Holz stabile Konstruktionen baut, so muss im Umgang mit Holz heute viel weiter gedacht werden: Das betrifft nicht nur die Be- und Verarbeitung, sondern auch den

ressourcenschonen Einsatz. Im gleichen Maße beschäftigen wir uns an der TH Rosenheim mit den Produktionsvoraussetzungen, die die Verarbeitung von Holz und Holzwerkstoffen überhaupt erst ermöglichen.

Gerade die umfassende Betrachtungsweise von Holz als Roh- und Werkstoff macht den Standort Rosenheim einzigartig als Aus- und Weiterbildungszentrum für die gesamte Holzbranche. Die Fakultät für Holztechnik und Bau bietet acht Bachelor- und Masterstudiengänge rund ums Holz, zudem kooperieren wir sehr eng mit verschiedenen Aus- und Weiterbildungseinrichtungen in der Region. Zusammen mit internationalen Firmen der Holzverarbeitenden Wirtschaft ergibt sich ein einmaliges Cluster.

Mit dem im Aufbau befindlichen Zentrum für biobasierte Materialien in Waldkraiburg bauen wir diese Stellung weiter aus. Hier entsteht ein Forschungsstandort, an dem die ganzheitliche, kaskadierende Nutzung des Rohstoffs Holz wissenschaftlich untersucht wird. Wir sehen hier großes Potenzial mit Blick auf das Bemühen, nachhaltige Kunststoffe aus dem heimischen Rohstoff Holz und nicht mehr aus Erdöl zu gewinnen. Mehr dazu können Sie in diesem Heft nachlesen. Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre!

*Prof. Dr. h.c. Heinrich Köster*

# Holz ist ein breit nutzbares und intelligentes Material

Durch die absehbare Verknappung verbreiteter Baustoffe wie Stahlbeton wird die Nutzung von Holz immer attraktiver. Wir sprachen mit Prof. Dr. Klaus Richter, Professor für Holzwissenschaft an der Technischen Universität München sowie Leiter des TUM Forschungslaboratoriums Holz.

**Technik in Bayern:** Prof. Richter, obwohl die TUM-Studiengänge der Life Sciences in Freising angesiedelt sind, ist Ihr Lehrstuhl und die Holzforschung mitten in Schwabing. Wie kommt das?

**Prof. Klaus Richter:** Die Holzforschung München wurde 1954 mit einer Anbindung an die forstwissenschaftliche Ausbildung der LMU gegründet. Der erste Professor war Maschinenbauer. Er hat die Technologie des Holzes vorangebracht und weltweit Maßstäbe gesetzt. Das hatte auch damit zu tun, dass die deutsche Maschinenindustrie eine starke Rolle in der Holz-Verfahrenstechnik innehatte, wobei das für die Umsetzung von Konzepten für die Werkstoffproduktion auch heute noch gilt. Ich wurde 2011 als Holzwissenschaftler berufen und fokussiere auf die Verbesserung der Materialeigenschaften der Holzarten und damit den Anwendungen in den stofflichen Werkschöpfungsketten. Im Jahr 2000 wurden die forstwissenschaftlichen Institute nach Freising verortet, nur unsere infrastrukturell intensive Forschungseinrichtung und die Xylotheke hat man hier belassen. Damit bilden wir aber eine gute Verbindung zwischen den Live Sciences und z.B. den Bau- und Ingenieur fakultäten der TUM.

**TiB:** Die Holzforschung an der TUM ist sehr breit aufgestellt und geht weit über die

reine Materialwissenschaft hinaus. Können Sie uns das Gesamtkonzept vorstellen?

**Richter:** Wir haben erkannt, dass die Stellung des biologischen Materials nicht ohne den Bezug zur Produktionsweise im Waldsystem definiert werden kann. Man muss nicht nur über den Werkstoff, sondern auch über seine Entstehung im Waldsystem mehr verstehen, um das Material auf die technischen Anwendungen bestmöglich auszurichten. Vielfach wird dem Holz zu wenig zugetraut, die erreichten Entwicklungen werden nur zögernd wahrgenommen. Die negativen Attribute, z. B. seine Brennbarkeit und biologische Abbaubarkeit, bestimmen das Meinungsbild von Holz als (Bau)Material. Dem wollen wir etwas entgegensetzen und die vielfältigen Entwicklungen im Zusammenhang mit Holz sichtbar werden lassen. Zu diesem Zweck haben wir vor acht Jahren TUM.wood ins Leben gerufen, einen Forschungsverbund von der Waldbewirtschaftung über die Holzernte, die Materialwissenschaft und -technologie bis hin zu den Anwendungen im konstruktiven Holzbau und der Architektur. Für die Studierenden haben wir eine Ringvorlesung etabliert, um die Zusammenhänge auch zwischen den Disziplinen darzustellen.

**TiB:** Welche Rolle spielt die deutsche Wissenschaftslandschaft international?

**Richter:** International gibt es unterschiedliche Trends. Die Holzbauforschung ist in den letzten Dekaden merklich von den mitteleuropäischen und skandinavischen Ländern beeinflusst worden. Die Technologie um die lastaufnehmenden Mehrschichtplatten aus Vollholz wurde entwickelt, ebenso wie Sortierungs-, Bemessungs-, und Fertigungskonzepte, zu den letzteren zählt auch die Holzklebung. Ein derzeit wichtiger Bereich der Materialforschung ist die Modifikation des Materials auf Zellwandebene, hier wird weltweit geforscht und entwickelt, der Schritt von



der Labor- über die Pilotphase in die Anwendung ist aber ein weiter. Mehr und mehr werden auch Verfahren der künstlichen Intelligenz in der holzwissenschaftlichen Forschung eingesetzt, wenn es um Holzartenerkennung geht. Digitalisierung wird auch bei der Frage, wie wir die Rohstoffeffizienz in den Nutzungssystemen verbessern können, eine Rolle spielen, um die Materialflüsse abbilden zu können.

**TiB:** Welche internationale Bedeutung hat die deutsche Holzindustrie?

**Richter:** Die Holzindustrie basiert auf der vollständigen Nutzung und Aufwertung des Rundholzes in Haupt- und Sekundärprodukte und deren Anwendung in der Bau-, Möbel-, Verpackungs-, Transport- und Zellstoffindustrie. Wenn wir die gesamte Werkstoff- und Produktionstechnik betrachten, braucht man neben den Rohstoffen effiziente, aber eben auch robuste Maschinen- und Prozesstechnologien, und hier sind deutsche Konzerne weltweit weiter in der Spitzengruppe.

**TiB:** Wird Holz zu wenig wahrgenommen?

**Richter:** Holz ist eine Systemleistung

unseres Waldes und diese Aspekte müssen deutlich gemacht werden – insbesondere in der Kommunikation zu den Nutzern und der Bevölkerung. Die nachhaltige Bewirtschaftung und Nutzung unserer einheimischen Holzvorräte ist sehr wichtig. Natürlich kann und wird Holz auch international gehandelt, aber die Zeit des Kolonialdenkens (daheim schützen und im Ausland nutzen) ist vorüber und unakzeptabel. Unsere Waldsysteme erlauben eine sehr hohe Selbstdeckung unserer Bedürfnisse, denn Deutschland hat hohe Holzvorräte. U.a. sind wir im Schnittholzsektor unter den fünf weltgrößten Produzenten, das ist schon beachtlich für so ein flächenmäßig dann doch kleines Land.

**TiB:** Wird Holz auch in Bezug auf den Klimaschutz immer wichtiger?

**Richter:** Holz hat umweltpolitisch eine enorme Bedeutung erlangt, weil es das einzige klimawirksame Baumaterial ist. Im Wald gilt Biomasse schon immer als Kohlenstoffs Senke. Seit einigen Jahren hat die Staatengemeinschaft anerkannt, dass auch Holzprodukte in der Infrastruktur als C-Speicher wirken und dabei andere Baustoffe, die mehr CO<sub>2</sub> verbrauchen, substituieren. Damit lässt sich neben den Wäldern eine weitere CO<sub>2</sub>-Senke in unseren Städten aufbauen. Das bewirkt kein anderes Material. Beim Waldwachstum wird Holz durch Fotosynthese mit Licht, CO<sub>2</sub>, Wasser und Spurenelementen aus dem Waldboden ohne technische Hilfen quasi kostenlos zur Verfügung gestellt. Anders als bei anderen künstlich hergestellten Materialien haben wir keinerlei „man made“-Aufwendungen, wir müssen nicht düngen und in unseren Wäldern bisher nicht wässern. Der Wald ist eine Naturfabrik, die uns neben dem Rohstoff auch noch Biodiversität, Erholungsraum, Schutzfunktionen und noch weitere Ökosystemleistungen zur Verfügung stellt. Waldschutz und Holznutzung nach den Grundsätzen der Nachhaltigkeit schliessen sich nicht aus.

**TiB:** Welche Entwicklungen sehen Sie in Bezug auf den Werkstoff Holz?

**Richter:** Wir haben erreicht, dass Holzbau mittlerweile eine anerkannte Bautechnologie ist. Auch auf politischer Ebene wird Holzbau inzwischen ernstgenommen.

Das hat klimapolitische, aber auch technische Gründe. Es ist gelungen, den Ingenieuren Kenngrößen an die Hand zu geben, um diesen biologischen Rohstoff berechenbar zu machen. Vieles jedoch ist auf die vorherrschende Holzartengruppe der Nadelgehölze umgesetzt. Es bedarf einiger Anstrengungen, die viel heterogenen Laubholzarten ähnlich effizient nutzbar zu machen. Hier sind auch Verbund- und Hybridlösungen denkbar. Die holzbasierte Bioökonomie wird sich dann entwickeln, wenn weitere Neben- und Sekundärströme aus Wald- und Holznutzung wertsteigernd nutzbar gemacht werden, und die Zellwandbestandteile ihrerseits in Bio-raffinerieprozessen isoliert und stofflich-chemisch nutzbar gemacht werden.

**TiB:** Sprechen wir über die Anwendung: Welche Bereiche dominieren die Holznutzung heute?

**Richter:** Die stoffliche und energetische Holznutzung. Energetisch hat die Nutzung in den letzten beiden Dekaden deutlich zugenommen und macht heute 50 % der Gesamtnutzung aus. Stofflich war Holz lange Zeit im Bauwesen Hilfs- und allenfalls Ausbaumaterial. Sein Anteil beim Ein- und Zweifamilienhaus in Bayern lag bei ca. 10 %. Durch die Integration in die Baukonstruktion liegt der Holzanteil hier inzwischen bei 19 %, Tendenz grundsätzlich steigend. Im urbanen, mehrgeschossigen Bau liegt dieser Anteil aber erst bei 5 % und hier sollte der Holzbau stärker werden, denn dort liegen die größten Potenziale auch aus Klimaschutzgründen. Holzbau wird auch in Bezug auf die Nachverdichtung und die Möglichkeit der Aufstockung in den Städten immer wichtiger. Der Werkstoff ist leicht in Bezug auf seine Festigkeiten, und übernimmt dank des Zellaufbaus gleichzeitig Isolationsaufgaben. Zudem ist er für eine Vorplanung und Vorfertigung prädestiniert. Holzbau kann damit in Fabrikationshallen sehr qualitätsbezogen vorgefertigt werden. Da laufen geplante, standardisierte, kontrollierte Prozesse ab, und die fertigen Elemente lassen sich mit einfacher Transporttechnologie auf die Baustellen bringen und versetzen. Weitere Pfeiler der stofflichen Nutzung sind der Innenausbau (Leichtbau) und weiterhin die Möbelindustrie. In der

Verpackungsindustrie steigt die Nachfrage als Leichtbau- und Faserstoff, ebenso wie im Hygienebereich.

**TiB:** Inwieweit wird das Prinzip der Nachhaltigkeit in der Holznutzung realisiert?

**Richter:** Würde Holz nicht im Rahmen der Waldbewirtschaftung als Durchforstungs- oder Rohholz aus dem Wald entnommen, würde die Baubiomasse durch Mikroorganismen zersetzt werden, und es würde sich ein Gleichgewichtszustand bzgl. Kohlenstoffaufnahme und -abgabe einstellen. Die Forstwirtschaft entnimmt dieses nutzbare und intelligente Material Holz selektiv und kleinflächig, und lässt einen neuen Waldbestand nachwachsen. Es erfolgt keine Änderung der Landnutzung, das ist die Voraussetzung für forstliche Nachhaltigkeit. Wenn dieser Grundsatz gegeben ist, können auf die langfristigen Nutzungen im Bauwesen die aufgezeigten positiven Klimaeffekte angerechnet werden. Nach der Nutzung als Baustoff kann das Material in die thermische Verwertung gehen oder wir können sogar für das stofflich unversehrte Holz nochmal eine weitere Nutzung finden. Diese sogenannte Kaskadennutzung ist beim Holz prinzipiell sehr gut umzusetzen, mittlerweile nutzt die deutsche Spanplattenindustrie mehr als 35 % Gebrauchtholz als Sekundärrohstoff.

**TiB:** Wie wird sich die Holzforschung Ihrer Meinung nach weiterentwickeln?

**Richter:** Die zentrale Frage ist, ob wir in der Lage sein werden in 20–30 Jahren einen so effizienten und sinnvollen Holzbau zu betreiben, wie wir ihn jetzt die letzten 10–15 Jahre hatten. Unsere Zahlen bauen heute auf Fichtenholz auf, dem Werkstoff der Nachkriegszeit, der uns aber wegbricht, denn er wird die kommenden Klimaänderungen nicht überleben können. Wir werden sehr viel mehr Holzarten nutzen müssen. Unsere Aufgabe ist es, wie wir diese Holzarten charakterisieren können, was sie leisten und was wir an den technologischen Bearbeitungsverfahren ändern müssen.

Das Interview führten Fritz Münzel und Silvia Stettmayer

## Der älteste Biokunststoff aus Cellulose

## Neues vom Lederstein

Vulkanfiber, Cottonid, Lederstein – es existieren viele Bezeichnungen für einen der ältesten bekannten Kunststoffe. Im Jahr 1859 beschrieb der Engländer Thomas Taylor erstmals die Herstellung dieses Materials auf Basis von Hadernpapier, das er durch Tränken der Cellulosefasern in einem Zinkdichloridbad und dem anschließenden Verpressen mehrerer Lagen unter Wärmeeinwirkung herstellte. Aus den zuvor weichen Fasern entstand ein harter, homogener Verbundwerkstoff. Er entwickelte damit einen biobasierten Kunststoff auf Basis des nachwachsenden Rohstoffs Cellulose, der Hauptbestandteil pflanzlicher Zellwände ist [1].

Chemisch betrachtet beschrieb Taylor in seinem Patent von 1871 die Pergamentierung von Cellulosefasern [2]. Bei diesem Prozess ist durch die Zugabe von Zinkchlorid bei einer Temperatur von 30 bis 65 °C auf mikroskopischer Ebene eine Quellung der Fasern festzustellen. Die dabei ablaufende hydrolytische Spaltung der glykosidischen Verknüpfung erzeugt niedermolekulare Fragmente, die für die spätere Repolymerisation bzw. Vernetzung der einzelnen Cellulosefasern verantwortlich sind. Die Behandlung mit Zinkchlorid darf dabei nur solange dauern, bis die Fasern oberflächlich reagiert haben, da ansonsten der Abbau von Cellulosemolekülen und damit eine Materialschädigung einhergeht. Anschließend werden die einzelnen Lagen verpresst und der Vernetzungsprozess beginnt. Da das Zinkchlorid lediglich als Katalysator für die Pergamentierung wirkt, kann dieses zum Schluss nahezu komplett aus dem Material herausgewaschen und zurückgewonnen werden [3].

Cottonid bzw. Vulkanfiber wird meist als Halbzeug in Form von Tafeln, Rollenware, Rundstäben oder Rohren gehandelt. Durch das Erwärmen des Materials auf

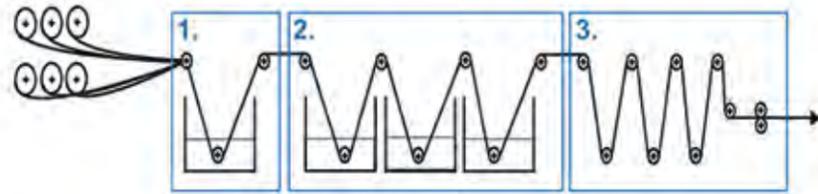


Abb. 1: Schematischer Aufbau Pergamentierstraße: 1. Pergamentieren, 2. Auswaschen, 3. Trocknen

80 – 100 °C kann dieses in Werkzeugen umgeformt werden. Spanende Fertigungsverfahren, Verschraubung, Verklebung oder Stanzen sind ebenfalls geeignete Verarbeitungsschritte. Aktuell wird Cottonid als Trägermaterial für Schleifscheiben, Dichtungen und als Isolationsmaterial in der Elektrotechnik, aber auch in der Automobilindustrie als Schalldämmung genutzt. Neuere Anwendungen sind in der Medizin- sowie Filtrationstechnik zu finden. Die industrielle Herstellung wird oft über eine kontinuierliche Fertigungsstraße realisiert, bei der die Cellulose dem Prozess in Form von Rohpapierbahnen zugeführt wird und dann mehrere Stationen durchläuft (s. Abb. 1) [4-7]. Aktuell wird in einem Kooperationsprojekt zwischen der Professur für Biogene Polymere am Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit der Technischen Universität München (TUM)

und dem Fachgebiet Werkstoffprüftechnik (WPT) der Technischen Universität Dortmund an der anwendungsorientierten Weiterentwicklung dieses historischen Werkstoffs geforscht. Über eine Optimierung des Herstellungsprozesses und der Variation einzelner Parameter soll die natürliche Hygroskopizität von Cottonid so maßgeschneidert werden, dass neben Komponenten für strukturelle Anwendungen auch klima-adaptive Elemente, z. B. für das Bauwesen, hergestellt werden können.

## Aktorische Systeme

Die Grundlage für solche adaptiven Elemente bilden Zweischichtsysteme aus einer aktiven und einer passiven Schicht. Durch einen materialspezifischen externen Stimulus, wie Feuchtigkeit, Licht oder Temperatur, dehnt sich die aktive Schicht weiter aus als die passive, was zu einer Bewegung des gesamten Systems führt.

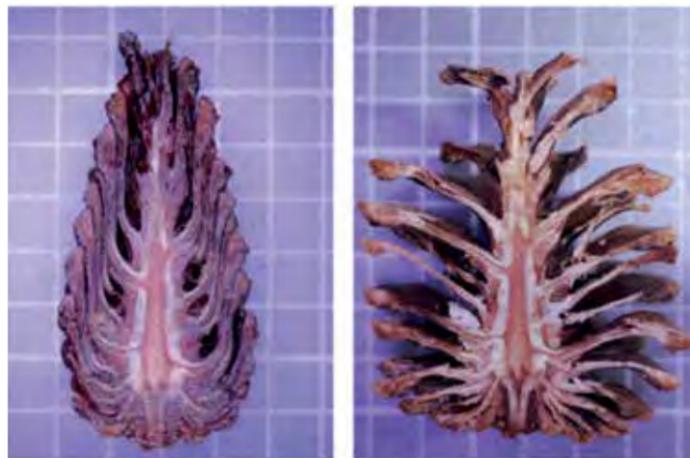


Abb. 2: Kiefernzapfen bei hoher Luftfeuchtigkeit, geschlossen, und bei niedriger Luftfeuchtigkeit, geöffnet.

Quelle: verändert im Anhalt an [9]

Quelle: Biogene Polymere – TUM

Ein bekanntes Beispiel für solche aktorischen Systeme sind Bimetalle, bei denen die Einzelkomponenten unterschiedliche Temperaturexpansionskoeffizienten besitzen.

Weitere autonome Aktuatoren finden sich in der Natur. Ein bekanntes Vorbild ist der Kiefernzapfen, der durch intrinsische Materialeigenschaften das Öffnen und Schließen seiner Schuppen bewerkstelligt (s. Abb. 2). Das faszinierende an diesem Mechanismus, der ohne Metabolismus abläuft, ist, dass hierfür faktisch keine Energie benötigt wird. Beim Kiefernzapfen entscheidet einzig die Luftfeuchte darüber, ob der Samen im inneren des Zapfens freigegeben wird oder nicht. Ein komplettes Öffnen bzw. Schließen des Zapfens dauert im Labor ca. 60 Minuten. Es ist aktuell noch nicht bekannt, wie oft ein Zapfen öffnen und schließen kann, bis sich Verschleißerscheinungen zeigen.

## Referenzen

- [1] Taylor, T. (1871): Improvement in the treatment of paper and paper-pulp. 880, U.S. Patent 114, 1871.
- [2] Scholz, R.; Langhansl, M.; Zollfrank, C.; Walther, F. (2020): Humidity-sensing material Cottonid – microstructural tuning for improved actuation and fatigue performance. *Front. Mater.* 7 (156), 1-10. doi: 10.3389/fmats.2020.00156
- [3] Scholz, R.; Mittendorf, R.-M.; Engels, J. K.; Hartmaier, A.; Künne, B.; Walther, F. (2016): Direction-dependent mechanical characterization of cellulose-based composite vulcanized fiber. *Mater. Test.* 58 (10), 813-817.
- [4] Dominghaus, H.; Elsner, P.; Eyerer, P.; Hirth, T. (2012): Kunststoffe. Eigenschaften und Anwendungen. Heidelberg: Springer-Verlag, 2012.
- [5] Vulkanfiber-Fabrik Ernst Krüger GmbH & Co KG (o. J.): Automotive. Online im Internet: [www.hornex.de/html/maerkte/automotive.html](http://www.hornex.de/html/maerkte/automotive.html) [Zugriff am 20.10.2020].
- [6] Dynos GmbH (o. J.): Schleifmittel Markt – Die Basis für den perfekten Schliff. Online im Internet: <https://www.dynos-gmbh.de/schleifmittelmarkt> [Zugriff am 20.10.2020].
- [7] Sachsenröder GmbH & Co. KG (o. J.): Vulkanfiber Savutec N. Dichten und Isolieren. Online im Internet: [https://sachsenroeder.com/vulkanfiber\\_savutec/anwendungsbereiche/dichten\\_und\\_isolieren](https://sachsenroeder.com/vulkanfiber_savutec/anwendungsbereiche/dichten_und_isolieren) [Zugriff am 20.10.2020].
- [8] Scholz, R.; Langhansl, M.; Zollfrank, C.; Walther, F. (2019): Experimental study on the actuation and fatigue behavior of the biopolymeric material Cottonid. *Mater. Today Proc.* 7, 476-483.
- [9] Vieweg, Richard (Hrsg.); Becker, Ernst (Hrsg.): Kunststoff-Handbuch Band III: Abgewandelte Naturwerkstoffe: Herstellung, Eigenschaften, Verarbeitung und Anwendung. München: Carl Hanser, 1965.

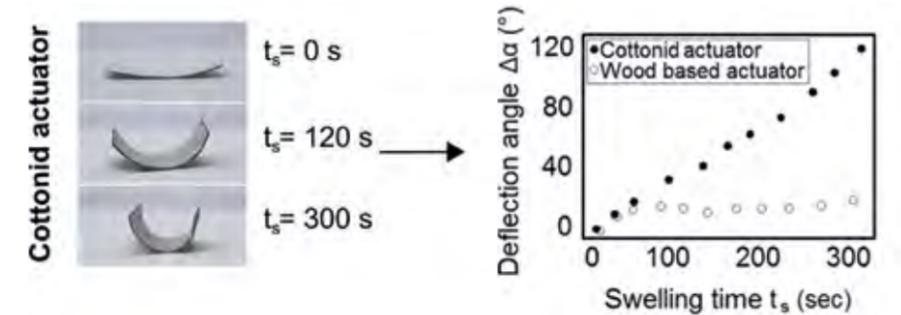


Abb. 3: Vergleichende Bewertung des feuchtegetriebenen Quellverhaltens eines Cottonid-basierten und eines holzbasierten Doppelschicht-Aktuators für eine Quellzeit  $t_s = 300$  s

Auf dieser wissenschaftlichen Grundlage werden im Rahmen des gemeinsamen Forschungsprojekts hygrosensitive Aktuatoren mit Cottonid als aktiver Schicht entwickelt. Diese sind zum einen schneller als ihre natürlichen Vorbilder und zum anderen kann durch die gezielte Veränderung der Herstellungsparameter die Hygroskopizität des Werkstoffs und damit die Bewegung gesteuert werden. Die Materialstärke entscheidet zudem über die Geschwindigkeit und die maximal möglichen Auslenkungen (s. Abb. 3) [2,8].

## Autonom reagierende Materialsysteme

Ein solches auf Veränderungen der Luftfeuchte autonom, ohne Energieverbrauch, reagierendes Materialsystem könnte beispielsweise als Verschattungselement an Gebäudefassaden zum Einsatz kommen. Eine weitere Mögliche Verwendung könnte in der Lüftungs- und Klimatechnik liegen. Zudem wird die Bioabbaubarkeit von Cottonid untersucht, um ein rundum nachhaltiges Material für die Kreislaufwirtschaft bereitstellen zu können. Zukünftig soll weiterführend eine Integration von Sensormaterialien zur Strukturüberwachung der klima-adaptiven Cottonid-Elemente untersucht werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Nutzung von Biopolymer-basierten und chemisch modifizierten Naturwerkstoffen wie Cottonid in technischen Prozessen im Hinblick auf umweltwirtschaftliche Engpässe energiesparend und rohstoffeffizient sind. Zudem weisen sie eine sehr gute Ökobilanz auf. Das Pergamentierungsverfahren stellt außerdem eine Möglichkeit dar, Defizite von Natur-

werkstoffen, wie geringere Festigkeit sowie Anfälligkeit gegenüber korrosiven Medien, zu minimieren und die mechanischen Eigenschaften auf ein Niveau bekannter vollsynthetischer Kunststoffe zu heben. Die Substitution der derzeit verwendeten Kunststoffe auf Basis fossiler Rohstoffe mit einem nachhaltigen Alternativwerkstoff auf Basis von Cellulose ist im Hinblick auf ökonomische und ökologische Problemstellungen vielversprechend. Auch der Ersatz elektrisch arbeitender Motoren durch feuchteadaptive Elemente aus Cottonid stellt einen energieeffizienten und bionischen Transfer der erzielten Forschungsergebnisse in die Wirtschaft dar.

Matthias Langhansl M.Sc.

Prof. Dr. Cordt Zollfrank

Biogene Polymere, Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit  
Technische Universität München

Ronja Scholz M.Sc.

Prof. Dr.-Ing. habil. Frank Walther

Fachgebiet Werkstoffprüftechnik (WPT)  
Technische Universität Dortmund

## DANKSAGUNG

Die Autoren danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Förderung des Forschungsprojekts „Biomechanische Qualifizierung des strukturoptimierten Funktionswerkstoffs Cottonid als adaptives Element“ (WA 1672/23-1; ZO 113/22-1) und „Mechanismenbasierte Entwicklung und Validierung einer strukturellen Zustandsüberwachung für klima-adaptive architektonische Cottonid-Elemente“ (WA 1672/23-2; ZO 113/22-2) sowie der Hahnemühle FineArt GmbH und der Ernst Krüger GmbH & Co. KG für die Bereitstellung von Rohstoffen und Probenmaterial.

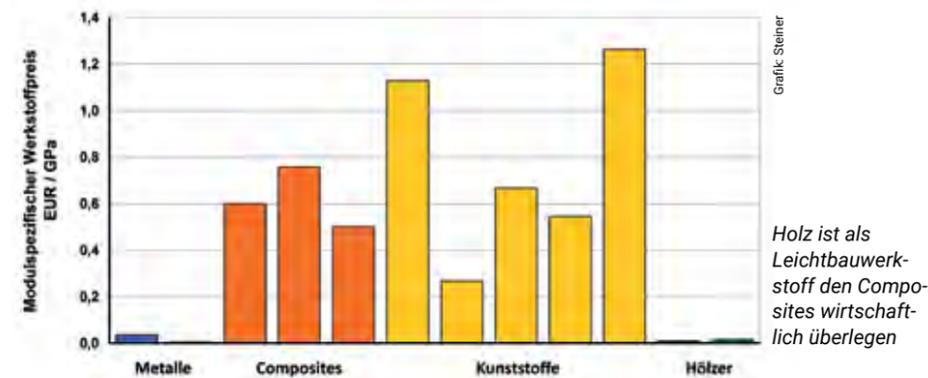
## Hybridbauteile aus Holz + Kunststoff

## Überlegenheit mit Funktion

**H**olz, was für ein toller, wertvoller Werkstoff, ist eine Aussage, die aus dem Munde eines erfahrenen, anerkannten Kunststoffingenieurs erst dann glaubhaft wird, wenn man die Gründe für diese Überzeugung kennt. Auf einem Bauernhof aufgewachsen, konnte ich schon als Kind intensive Erfahrungen mit allen Arten von Werkstoffen sammeln, ideal für einen Ingenieur. Dies nicht nur beim Zusehen, sondern beim Anfertigen, Reparieren und beim Einsatz von Arbeitsmitteln und technischen Einrichtungen. Die Tischlerwerkstätte mit den weichen, warmen und leichten Hölzern hat mich dabei immer mehr fasziniert, als die Schmiede mit den harten, meist heißen und schweren Metallen. Das Studium der Kunststofftechnik mit den polymeren Werkstoffen, speziell auch mit den abgewandelten Naturstoffen, war dann knapp vor dem Berufswunsch des Tischlers meine ganz klar getroffene Wahl.

**Optimal von der Natur produziert**

Holz wird von der Natur produziert, was eine ganze Reihe von Vorteilen mit sich bringt. Über Jahrtausende evolutionär entwickelt, ist ein Werkstoff entstanden, der



ohne Ressourcenverschwendung in seinen Eigenschaften für die Belastung optimal ausgelegt ist. Dies gilt für stark wechselnde Umgebungstemperaturen und Feuchtebedingungen in den Klimazonen unseres Planeten. Hohe Biegefestigkeit, beispielhafter Leichtbau und eine Schubfestigkeit, die gering anmutet, aber für die Anwendung voll ausreichend ist. Bei starkem Sturm versagt ein Baum nicht bevor alle Spannungen im Stamm das Festigkeitslimit erreicht haben.

Auch wenn die Herstellung lange dauert, die direkte Nutzung der Solarenergie macht aus Holz einen kostengünstigen, natürlichen Faserverbundwerkstoff, der

den synthetischen Composites in ökonomischer Hinsicht weit überlegen ist. Die ökologischen Vorteile mit der Aufnahme und Speicherung von CO<sub>2</sub> sowie als nachwachsende Ressource seien hier hervorgehoben, werden jedoch nicht weiter vertieft. Für die technische Performance kann angeführt werden, dass die aus Fichtenholz gebaute Hughes H-4 Hercules „Spruse Goose“ mit einer Spannweite von 97,5 m bis 2019 das größte jemals gebaute Flugzeug war, größer als der Airbus A380, und noch heute leistungsfähige Propeller von Motorflugzeugen aus Holz gefertigt werden.

**Renaissance en vogue**

Holz wurde nicht durch andere Werkstoffe substituiert, weil Holz für die daraus gefertigten Produkte nicht geeignet war, sondern weil man mit neuen Werkstoffen, zuerst Stahl, dann Kunststoffe, innovative Lösungen realisieren konnte, die bei konstanten Eigenschaften funktionelle Verbesserungen ermöglicht haben. Dies war insbesondere auch durch die neu entwickelten Verarbeitungsprozesse und Fertigungstechnologien geprägt, die im Zusammenspiel mit der Anwendung digitalisierter Entwicklungstools und numerischer Konstruktionsmethoden, wie CAX und FEM, immer leistungsfähigere und doch kostengünstig herstellbare Produkte ergaben. Der traditionelle Werkstoff Holz

hat sich im Wettbewerb zu den anderen Werkstoffen konservativ positioniert und ist dieser Technologieentwicklung über Jahrzehnte nur halbherzig gefolgt. „Festmeter“ war die Maßeinheit für wirtschaftlichen Erfolg der Akteure, nicht „Wertschöpfung“.

Der in der fachlichen Diskussion plakativ oft dargestellte Nachteil von Holz, seine Uneinheitlichkeit im Wuchs, seine Anisotropie im Stamm und seine Variantenvielfalt in der Art, ist einer der größten Vorteile der Holzwerkstoffe. Die richtige Auswahl, Veredelung in der Verarbeitung und Anwendung entsprechend den spezifizierten Produkteigenschaften ermöglicht vorteilhafte Lösungen, die alle technischen und wirtschaftlichen Anforderungen erfüllen. In der Kunststofftechnik wählt der Ingenieur aus ca. 200.000 Werkstofftypen (Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere), die am Markt verfügbar sind. Materialvielfalt ist auch hier ein in der Produktentwicklung wirksam eingesetzter Vorteil.

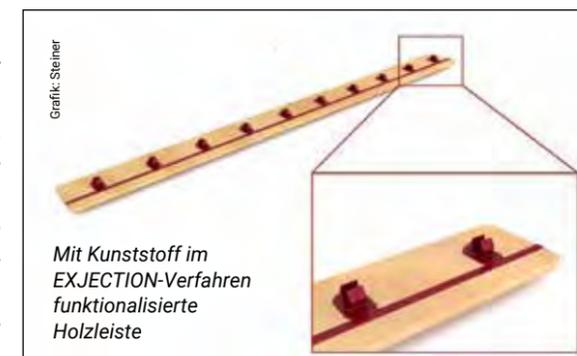
Als Kunststoffingenieur kennt man die Konstruktionsprinzipien für Faserverbundwerkstoffe, die bei gezielter Nutzung der Anisotropie Bauteileigenschaften möglich machen, die von isotropen Werkstoffen nicht erreicht werden können. Die spezifischen Festigkeiten und Steifigkeiten der Holzwerkstoffe, speziell Esche, Fichte und Birke, sind den Metallen überlegen, was Holz zu einem idealen, nachhaltigen Leichtbauwerkstoff macht. Faserverstärkte Verbundwerkstoffe, speziell Kohlefaser verstärkte Composites (CFK), zeigen hier zwar eine überlegene Performance, der um ein Mehrfaches höhere Materialpreis macht jedoch den Einsatz in Massenprodukten, etwa in der Großserie im Automobilbau, unwirtschaftlich. Holz ist daher der Werkstoff der Wahl für konstruktiven Leichtbau in zukünftigen Fahrzeugstrukturen, insbesondere auch für die Elektromobilität. Nach bionischen Prinzipien ist es vorteilhaft, die im Baum vorherrschenden Belastungskollektive bei der Auslegung der Komponenten zu berücksichtigen.

Durch die bewährte, historische Anwendung von Holz im Karosseriebau ist der Nachweis für die Tauglichkeit im Langzeiteinsatz bei Fahrzeugen bereits erbracht.

**Funktionalisierung von Holz**

Um den konstruktiven Nachteil der Funktionalisierung von Holz zu beseitigen und auch in einen Vorteil umzuwandeln, wurden im Jahr 2001 beim IB STEINER Forschungsarbeiten in Zusammenarbeit mit der HTBL Kapfenberg und mit der TU Graz aufgenommen, die eine Funktionalisierung durch Umspritzen von kompakten Holzkomponenten mit Kunststoff zum Ziel und Inhalt hatten. Dabei sollten nicht nur die Vorteile beider Werkstoffklassen vereint werden, sondern auch Herstellungstechnologien und Entwicklungsmethoden aus der Kunststofftechnik für Hybridbauteile aus Holz angewandt werden.

Es gibt ca. 50 Varianten der Spritzgießtechnologien, die je nach Produkthanforderungen eine wirtschaftliche Fertigung ermöglichen, ohne Kompromisse bei den Eigenschaften der Bauteile eingehen zu müssen. Um die Entwicklungsziele zu erreichen, wurde aus diesen Spritzgießverfahren der Hybridspritzguss und die nachfolgend entwickelte EXJECTION Technologie ausgewählt, untersucht und weiterentwickelt. Basierend auf den Ergebnissen der Forschungsarbeiten wurden als erste Produkte das Golftee TWINTEE von HYBRID COMPOSITE PRODUCTS Spielberg und der Holzschalungsträger H20 top von DOKA Amstetten in die Serie umgesetzt und nachfolgend in Millionen Stückzahlen produziert.

**Weiterführende Links**

[www.exjection.com](http://www.exjection.com)  
[www.cellulosecomposites.com](http://www.cellulosecomposites.com)  
[www.woodcar.eu](http://www.woodcar.eu)  
[www.hcp0.com](http://www.hcp0.com)  
[www.twintee.at](http://www.twintee.at)  
[www.ibsteiner.com](http://www.ibsteiner.com)

**Know-how für Erfolge am Markt**

Untersuchungen haben gezeigt, dass die Leistungsfähigkeit von Engineered Wood Components mit Holz als tragende, wirtschaftlich herstellbare Leichtbaukomponente durch Umspritzen mit Kunststoff deutlich gesteigert werden kann. Die Funktionalisierung der Hybridbauteile umfasst etwa Eigenschaftsverbesserungen an der Oberfläche, die Einbringung von krafteinleitenden Strukturen und die Integration von Montageelementen. Durch Spritzgießen wird auch eine Verdichtung des Holzes erreicht, die bei Sandwichträgern mit Holz in den Randschichten zu einer Steigerung der Festigkeit von 30 % bei Buche und von 45 % bei Fichte in Vergleich zu reinen Holzträgern führt. Im ERA-NET ForestValue Forschungsprojekt *Strong Composite* konnte gezeigt werden, dass mit delignifiziertem, verdichtetem Holz die Werkstoffeigenschaften von Aluminium in Festigkeit und E-Modul erreicht werden können. Dass Holzwerkstoffe für Anwendungen in Fahrzeugkarosserien auch mit Methoden der virtuellen Entwicklung gut beherrschbar sind, wurde speziell auch für Crashbelastungen im Forschungsvorhaben WoodC.A.R. nachgewiesen. Das Verhalten ist im Vergleich zu Stahl vorteilhafter, da von Holz mehr Energie absorbiert wird und damit die Fahrzeuginsassen weniger belastet werden. Die Synergien von Kunststoffindustrie und Holzindustrie, speziell bei der Fertigung von Hybridbauteilen aus Holz und Kunststoff, führen zu einer Renaissance der technischen Holzanwendungen, was nicht nur dem Zeitgeist des Green Deals der EU entspricht, sondern auch die Stärken unserer Länder im zentral-europäischen Raum am Markt wirksam werden lässt.

DI Gottfried Steiner VDI  
 IB STEINER, Spielberg



TWINTEE mit Holzschacht und bedruckbarem Kunststoffkopf

# WoodC.A.R. – Wood Computer Aided Research Holz im Fahrzeugbau

Die aktuelle Debatte zur Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz von zukünftigen Fahrzeugkonzepten dreht sich auch um Gewichtsreduktion und Verwendung nachhaltiger Materialien. Die Entwicklung von Holz-Hybrid-Komponenten verlangt nach neuen Produktionstechnologien, Materialsimulation, Fertigungsverfahren und Beherrschung von natürlichen Werkstoffen – die wesentlichen Schwerpunkte der Forschungsaktivitäten des Konsortiums „WoodC.A.R.“.

## Potenzial Holz

Holz, als natürlicher Hochleistungswerkstoff, besitzt hervorragende Festigkeits-, Steifigkeits- und Standfestigkeitswerte, exzellentes Dämpfungsverhalten, alles bei geringer Dichte und geringen Rohstoffkosten. Neben der verbesserten Versorgungssicherheit von Rohmaterialien könnte die Nutzung dieser Ressource als teilweise Substitution für Metall und Kunststoff wesentliche Vorteile hinsichtlich Ökologisierung der Wirtschaft bringen.

## Motivation Fahrzeugbau

In der Automobilindustrie wird intensiv nach neuen Leichtbaumaterialien gesucht. Neben Metallen und Kunststoffen wird für neue Fahrzeugkonzepte eine steigende

Menge an faserverstärkten Verbundwerkstoffen benötigt. Diese Werkstoffe sind allerdings schwer zu verarbeiten und führen aufgrund ihres Materialpreises und des erhöhten Fertigungsaufwands zu einer Erhöhung der Produktkosten. Die technische Leistungsfähigkeit des Materials Holz für technische Anwendungen ist durch den jahrzehntelangen Einsatz in der Luftfahrttechnik und durch Fahrzeuganwendungen belegt. In den letzten Jahrzehnten ist dieser Werkstoff allerdings von Kunststoffen und Metallen in vielen Bereichen verdrängt worden. Neue Fertigungsverfahren und bessere technische Beherrschbarkeit des natürlichen Materials rechtfertigen eine Rückführung in diese Bereiche.

## Forschungsfragen

Grundvoraussetzung für modernes Materialengineering und Industrial Design ist eine präzise und zuverlässige Materialbeschreibung aller verbauten Komponenten. Im Bereich des Ingenieurholzbau wird die exakte Berechenbarkeit des wertvollen Werkstoffs Holz konsequent umgesetzt. Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet haben zweifelsfrei zu dem wirtschaftlichen Erfolg im Holzingenieurbau beigetragen. Hier werden vorrangig Nadelhölzer eingesetzt, die aber nur bedingt für Anwendungen im Fahrzeugbau einsetzbar sind. Für diese Zwecke scheinen aufgrund ihrer technischen Eigenschaften und ihrer Verarbeitbarkeit sogenannte zerstreutporige Laubhölzer deutlich besser geeignet.

Bis dato konnten Materialdaten und Materialkarten von Laubholz für Simulation bei dynamischer Belastung und im Crashfall nicht zur Verfügung gestellt werden. Ebenso fehlte eine Einschätzung des technischen und wirtschaftlichen Potenzials der ausgewählten Holzarten für diese Anwendungen.

Das Projekt WoodC.A.R. (Wood – Computer Aided Research) hat zum Ziel, neue Anwendungsbereiche für den Werkstoff Holz zu identifizieren und Holz für diese Zwecke berechenbar zu machen. Im Rahmen des Projekts WoodC.A.R. (Laufzeit 4/2017 bis 2/2021) werden vorrangig Buche, Birke und Pappel hinsichtlich ihrer Werkstoffeigenschaften und Verarbeitbarkeit untersucht. Die Wahl fiel dabei auf Buche vorrangig wegen ihrer guten Verfügbarkeit, auf Birke aufgrund ihrer traditionellen Verwendung im Flugzeugbau und auf Pappel aufgrund des hohen Leichtbaupotenzials. Doch die Palette an Baumarten ist deutlich breiter. Derzeit wird auch der in Plantagen angepflanzte Blauglockenbaum untersucht. Die Eigenschaften sind mit schwereren Provenienzen von Balsa vergleichbar. Welche der zusätzlich rund 60 verfügbaren Baum- und Straucharten für technische Zwecke sonst noch genutzt werden können, bleibt Aufgabe zukünftiger Untersuchungen. In dem Projekt wurden in einem ersten Schritt Schichthölzer in Kombination mit Metallen und Kunststoffen untersucht. Bei der Verarbeitung der Holz-Hybridwerkstoffe wurde vorrangig auf bestehende Verarbeitungsverfahren zurückgegriffen. Laufende und zukünftige Untersuchungen beschäftigen sich mit der Verarbeitbarkeit vor allem in Hinblick auf die freie Formgebung.

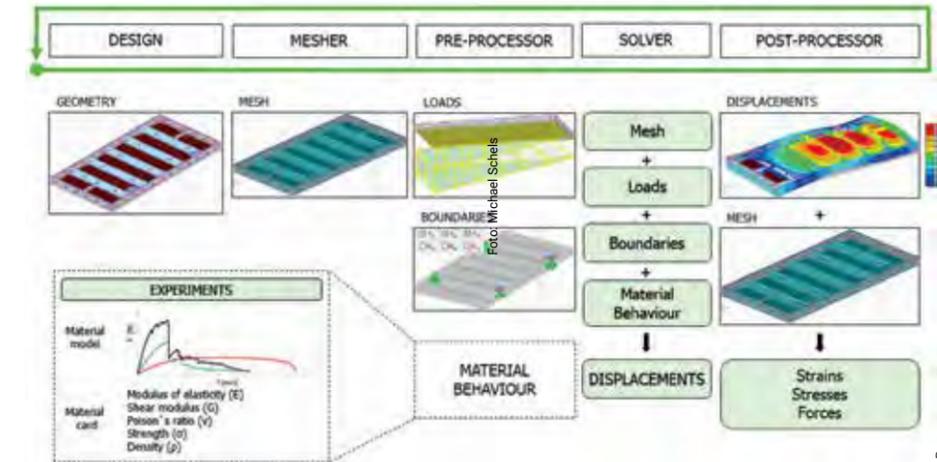
## Forschungsergebnisse

Materialmodellierung funktioniert durch die Bereitstellung von Kenndaten und die Anwendung geeigneter Materialmodelle. Zu diesem Zweck wurden von den genannten Holzarten Buche, Birke und Pappel rund 60.000 Einzelwerte gesammelt, die den Werkstoff Holz mechanisch charakterisieren. Materialvariabilität und das extrem anisotrope Werkstoffverhalten des natürlichen Werkstoffs Holz erklärt den hohen experimentellen Aufwand. Anhand

der durchgeführten Materialprüfungen wurden mit Hilfe von Videoaufnahmen geeignete Materialmodelle entwickelt, um das Materialverhalten oberhalb der Elastizitätsgrenze und während der vollständigen Entfestigung (also Zerstörung) zu beschreiben. Für die Materialmodellierung wurden LS-Dyna und Pam-Crash verwendet, zwei in der Fahrzeugindustrie weit verbreitete Simulationsprogramme. In einer ersten Stufe wurden die Simulationen durch die realen Normversuche validiert. In einem nächsten Schritt wurden größere Bauteile aus Holz-Hybridkomponenten hergestellt und statischen sowie dynamischen Crash-Versuchen unterworfen.

Damit konnten unabhängig von den Normversuchen die Materialsimulationen validiert werden. Erst in einem dritten Schritt wurden dann die für die gewählten Anwendungen hergestellten Bauteile Crashtests unterworfen und den Simulationsergebnissen gegenübergestellt. Die Abbildung zeigt die typischen Schritte für die Materialsimulation anhand eines simulierten Holz-Hybridbauteils. Durch die verfügbaren Materialdaten und die entwickelten Materialmodelle in den Simulationsprogrammen konnten für die entwickelten Bauelemente präzise Vorhersagen hinsichtlich des Verformungs- und Zerstörungsverhalten gewonnen werden. So konnte sowohl der Zerstörungszeitpunkt als auch die bei der Zerstörung auftretende Energieaufnahme mit ausreichender Genauigkeit vorhergesagt werden.

Um die komplexen Forschungsergebnisse möglichst frühzeitig in die Praxis zu transferieren, wurden gemeinsam mit den Firmenpartnern vier sogenannte Use Cases definiert: Seitenaufprallträger eines konventionellen PKWs, Chassis eines Funcars „Body-in-Wood“, Bustreppe eines



Arbeitsschritte bei der Simulation mit der Finite Element Modelling Methode anhand eines Holz-Metall-Hybridbauteils

Reisebusses und Chassis eines raupenbetriebenen Elektrofahrzeugs „Ardenner“. Die Entwicklung der Use Cases erfolgte in Anlehnung an den Produktentwicklungszyklus im Automobilbau. Erster Schritt war die Durchführung einer Topologieanalyse. Anhand von Randbedingungen (einwirkende Kräfte und Lagerbedingungen) errechnet die Software, welche Volumenbereiche zur Steifigkeit des Bauteils beitragen und welche entfernt werden können. Die so erhaltenen Strukturen wurden für die Entwicklung verschiedener Holz-Hybrid-Leichtbaustrukturen herangezogen. Die Rohkonzepte wurden durch Materialsimulationen weiter optimiert, wodurch der Entwicklungszyklus extrem verkürzt wurde.

Mit der Holz-Alu-Mischbauweise konnte gegenüber dem Prototyp aus Stahl rund 140 kg Gewicht eingespart werden. Die signifikante Gewichtsersparnis bei gleicher Performance deckt sich auch mit den Ergebnissen anderer Use Cases.

In der Tabelle ist das Ergebnis für den Seitenaufprallträger zusammengefasst.

## Resümee und Ausblick

Das vierjährige Forschungsprojekt mit einem Gesamtvolumen von fünf Mio. Euro war neben den technischen Erfolgen durchaus auch wissenschaftlich sehr erfolgreich. Mit dem Abschluss des Projekts sollten ca. 20 Masterarbeiten und fünf Dissertationen zu einem Abschluss kommen, sowie knapp 50 Fachartikel in Fachzeitschriften und referierten Journalen publiziert worden sein. Zukünftige Forschungsarbeiten werden sich vorrangig mit der Materialbeherrschung des natürlichen Rohstoffs befassen. Ziel des Forschungsprojekts CARpenTIER ist es, nicht nur die Berechenbarkeit des Materials Holz voranzutreiben und neue Produktionstechnologien zu entwickeln, sondern auch Produktionsprozesse digital abzubilden und damit effizienter und kostengünstiger zu machen. Außergewöhnlich für ein laufendes Forschungsprojekt ist, dass Kenntnisse und Ergebnisse bereits während der Laufzeit des Projekts angewandt werden. So laufen derzeit mehrere Umsetzungsprojekte, bei denen weitere Fahrzeugkomponenten bis zur Marktreife gebracht werden sollen.

	Seitenaufprallträger aus Holz	Konventioneller Seitenaufprallträger
Material	95 % biobasiert	Stahl
Gewicht	990 g	1250 g
Energieabsorption	1.845 J	1.884 J
Carbon-Footprint	37 kg CO <sub>2</sub> (539 MJ)	52 CO <sub>2</sub> (768 MJ)
Preis	> 6 EUR / Stk.	4.25 EUR / Stk.

Vergleich eines konventionellen Seitenaufprallträgers mit dem in WoodC.A.R. entwickelten und patentierten Crash-Element

Priv.-Doz. Dr. Ulrich Müller  
Universität für Bodenkultur (BOKU), Wien

## WoodC.A.R.

Das Konsortium wird vom steirischen Weizer Energie und Innovationszentrum (W.E.I.Z.) geleitet. Neben der BOKU sind die Technische Universität Graz, die Karl-Franzens-Universität, die FH Joanneum und das Kompetenzzentrum „Das Virtuelle Fahrzeug“ an den Forschungsarbeiten beteiligt. Die Idee „Holz im Fahrzeugbau“ geht auf ein sogenanntes Branchenprojekt des steirischen Holzclusters und den AC-Styria (Automobilcluster, Steiermark) zurück. Die beiden Cluster sowie die Plattform Forst – Holz – Papier (FHP) unterstützen das Projekt auch finanziell. Die beteiligten Firmenpartner kommen sowohl aus der Holz- (Weitzer Parkett, Collano, DOKA) als auch aus der Automobilbranche (Volkswagen AG – Konzernforschung, MAN, MAGNA, LS-Dyna, Lean MC, EJOT, MATTRO, IB STEINER). www.woodcar.eu

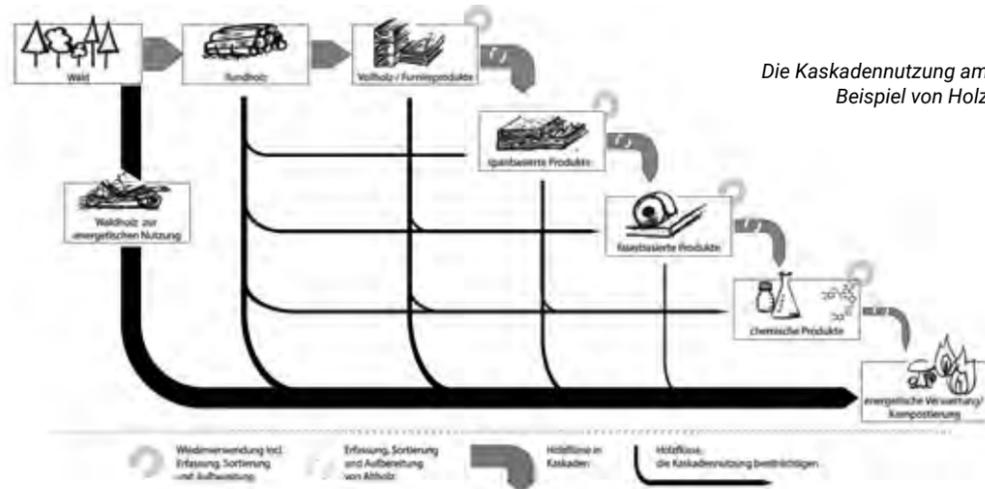
## Materialzyklen

## Holz in Kaskaden und Kreisläufen

Im Jahr 2020 entspricht der menschliche Bedarf an nachwachsenden Ressourcen der Produktionskapazität von 1,6 Erden [1]. Gleichzeitig ist die Weltwirtschaft erst zu 8,6 % kreislauffähig [2]. Holz ist ein nachwachsender Rohstoff und durch Zuwachsraten sowie Anbauflächen begrenzt. Die Prognose: in den nächsten Jahren werde mehr Holz benötigt, als derzeit nachhaltig seitens des Waldes geliefert werden kann [3]. Um Spannungen zwischen den Akteuren der Forst- und Holzbranche zu vermeiden und eine Versorgung sicherzustellen, muss Holz intelligent und effizient genutzt werden. Geeignete Werkzeuge, um die Ressourceneffizienz zu erhöhen sind die Kaskadennutzung und die Kreislaufwirtschaft.

## Die Kaskaden

Die Kaskade ist ein mehrstufiger Wasserfall, die Kaskadennutzung fokussiert den Gebrauch eines Rohstoffs über mehrere Stufen hinweg. Sie ist eine „Methode zur Optimierung der Nutzung von Ressourcen durch einen sequenziellen Wiedergebrauch der verbleibenden Ressourcenqualität zuvor genutzter Rohstoffe und Substanzen.“ [4]. Ausgehend von dieser Definition wird seit 1994 das Prinzip der Kaskadennutzung in unterschiedliche Konzepte mit teils variierenden Zieldefinitionen weiterentwickelt. Es ergibt sich ein komplex verwobenes Nutzungssystem, indem Nutzungsdauer, Ressourcenqualität, Verbrauchsmenge und Wiederverwertbarkeit Berücksichtigung finden [4]. Ziel ist es, den Rohstoff besonders hochwertig so oft und lange wie möglich stofflich zu nutzen, bevor er das Nutzungssystem zu Zwecken der Energiegewinnung verlässt. Je mehr Nutzungskaskaden ein Rohstoff hat und je



Grafik: modifiziert nach Höglmeier, K.; Weber-Blaschke, G.; Richter, K. [2015]: Evaluation of wood cascading

größer die Nutzungsspanne ist, desto besser die Flächeneffizienz der Landnutzung und desto höher das Wertschöpfungspotenzial [5]. Vorteilhaft beim Rohstoff Holz ist die sich mit längerer Nutzung erhöhende Kohlenstoffbindung. Diese geht mit einer Verringerung des CO<sub>2</sub>-Anteils in der Atmosphäre einher. Zusätzlich reduziert sich mit höherer Nutzung des Sekundärrohstoffs Altholz die Konkurrenz um Frischholz, was in Folge den Nutzungsdruck auf den Wald selbst senkt [6].

## Die Kreisläufe

Das von David W. Pearce und R. Kerry Turner 1990 initiierte Prinzip der Kreislaufwirtschaft (circular economy), stellt das Gegenteil zur noch vorherrschenden Linearwirtschaft dar. Durch das Verlangsamten und dem gleichzeitigen Schließen von Stoffkreisläufen minimiert sich der Einsatz von Energie und Ressourcen sowie die Entstehung von Abfall und Emissionen [7]. Die Verwertungsmöglichkeiten eines Produktes am Ende der Lebensdauer fokussiert die Kaskadennutzung im Sinne der Abfallhierarchie und ist somit fester Bestandteil der Kreislaufwirtschaft [8]. Daher sollen in einer Kreislaufwirtschaft eingesetzte Rohstoffe über den Produktlebens-

zyklus hinaus vollständig in den Produktionsprozess zurückgelangen. Dafür sind geschlossene Recyclingkreisläufe eine Voraussetzung [9].

## Kaskaden umsetzen und Kreisläufe schließen

Papier basiert heutzutage größtenteils auf aus Holz gewonnenen Zellstoff. Die Kaskadennutzung des Papiers gilt als effizient [4]. 2019 wurden etwa 22,1 Mio. t Papier, Karton und Pappe in Deutschland produziert. Das seit Jahrzehnten angewandte Sammel- und Recyclingssystem für genutztes Papier ermöglichte die Rückführung von etwa 17,2 Mio. t Altpapier für die weitere Produktion (Rücklaufquote 78 % in 2019) [10]. Hauptsächlich sind Recyclingfasern in der zweiten und dritten Verwendung im Umlauf, nur wenige Fasern werden öfter verwendet [11]. Obgleich die Papierindustrie bereits einen hohen Recyclinganteil aufweist, besteht bei Holzprodukten noch ungenutztes Potenzial. 2010 wurde in Europa Holz etwa anderthalbmal von der Holz- und Papierindustrie genutzt (Kaskadenfaktor 1,57) [3;4]. Das heutige Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), die Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV) und die Altholz-Verordnung

(AltholzV) bilden den rechtlichen Rahmen für die Altholzverwertung in Deutschland. Das Altholz wird nach Gruppen von AI (unbehandeltes Holz) bis AIV (schadstoffversetztes Holz) kategorisiert. Am Ende der Kaskade steht die energetische Verwertung. Eine Deponierung von Altholz ist in Deutschland nicht zulässig [12]. Derzeit findet die stoffliche Verwertung von Altholz hauptsächlich in der Produktion von Spanplatten mit einem Anteil von knapp 25 % am Gesamtprodukt statt [12;13]. Holz aus Abbruch und Rückbau tragen zu 47 % des Altholzaufkommens bei [12]. Dies bestätigt, Holz aus Lagerstätten des städtischen Gebäudebestandes ist eine nicht zu verachtende Quelle der Sekundärrohstoffgewinnung (Urban Mining).

Während das Altholzaufkommen in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen ist, stieg der Anteil der stofflichen Nutzung verhältnismäßig langsam [14]. Das inländische Altholzaufkommen ergab in Summe 10 t, wovon 17 % stofflich verwertet wurden. Werden die 6 % schadstoffbelastetes Altholzes berücksichtigt, würden ca. 77 % wiedernutzbares Altholz theoretisch als

Potenzial zur Verfügung stehen (Deutschland, 2016) [12].

## Kaskaden erhöhen und Kreisläufe schließen

Das Schließen von Kreisläufen und die Erhöhung der Kaskadennutzung sind erklärtes Ziel vieler Politikstrategien (z. B. European Green Deal). Um dies umzusetzen bedarf es der Lösungsfindung in verschiedenen Bereichen, wie Sortierung, Gesetzgebung, Design und Konstruktion. Eine Sortierung des Altholzes am Ort der Abfallentstehung, unterstützt durch ausgereifte Technik, ermöglicht eine verbesserte Sortierung und unterstützt die unbedenkliche Wiederverwendbarkeit der Rohstoffe. In Verbindung mit der rechtlichen Anpassung und Neudefinition weiterer Nutzungsmöglichkeiten kann die Kaskadennutzung so erhöht werden. Das Wissen zu physikalischen (z. B. Partikelgröße), chemischen (z. B. Beschichtung) Eigenschaften von Altholzsortimenten stellt eine Schlüsselkompetenz für Wiederverwendung und Recycling dar. Andererseits muss bereits bei der Herstellung der Produkte eine erneute Verwertung mitgedacht werden [4]. Untersuchungen

zur Verwendung von massivem Altholz in Vollholzprodukten zeigen aus ökologischer und wirtschaftlicher Sicht gute Marktchancen nach Klärung offener, technischer Fragen [15]. So wird das Produktdesign in jeder Nutzungsstufe zum Dreh- und Angelpunkt, um einen schnellen Rückbau (z. B. „Design for Disassembly“) oder eine wirtschaftliche Anpassung („Design for Adaptability“) vornehmen zu können [16;9].

Wie sich eine Änderung des Produktdesigns auf Kaskaden und Kreisläufe auswirkt, zeigt sich sehr zeitverzögert. Dies erschwert die Bewertung von langlebigen Produkten, insbesondere im biobasierten Bereich (z. B. Holzbau). Daher ist es dringend erforderlich neben den technischen Erfordernissen, auch Möglichkeiten und Einschränkungen der Nachhaltigkeitsbewertung, der Kohlenstoffbilanzierung sowie Instrumente der politischen Unterstützung weiterzudenken.

Dipl.-Wirtschaftsing. (FH) M.Eng. Veronika Auer und Theresa Faust M.Sc. Zentrum für biobasierte Materialien Technische Hochschule Rosenheim

## Quellen

- [1] Global Footprint Network (Hrsg.) (2020): EARTH OVERSHOOT DAY By the Numbers <https://www.overshootday.org/> (06.11.20)
- [2] Circularity Gap Reporting Initiative (2020): The Circularity Gap Reporting Initiative: aglobal score for circularity, <https://www.circularity-gap.world> (31.05.20)
- [3] Mantau, U.; Weimar, H.; Kloock, T. (2012): Standorte der Holzwirtschaft - Holzrohstoffmonitoring. Altholz im Entsorgungsmarkt – Aufkommens- und Vertriebsstruktur 2010. Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg.
- [4] Fehrenbach, H.; Köppen, S.; Breitmayer, E.; Essel, R.; Baur, F.; Kay, S.; Wern, B.; Bienge, K.; von Geibler, J.; Kauertz, B.; Detzel, A.; Wellenreuther, F.; Carus, M. (2017) Biomassekaskaden Mehr Ressourceneffizienz durch stoffliche Kaskadennutzung von Biomasse – von der Theorie zur Praxis, online verfügbar unter: [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz\\_3713\\_44\\_100\\_biomassekaskaden\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz_3713_44_100_biomassekaskaden_bf.pdf) (06.11.20)
- [5] Arnold, K.; von Geibler, J.; Bienge, K.; Stachura, C.; Borbonus, S.; Kristof, K. (2009): Kaskadennutzung von nachwachsenden Rohstoffen: Ein Konzept zur Verbesserung der Rohstoffeffizienz und Optimierung der Landnutzung, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (Hrsg.), Wuppertal online verfügbar unter: <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/3303/file/WP180.pdf> (06.11.20)
- [6] Schütze, G.; Günther, J.; Fee, E.; Klatt, A.; Döring, U.; Heidler, D.; Behne, A.; Reichart, A.; Nowack, A.; Brozowski, F.; Fischer, J.; Güth, M. (2016): Umweltschutz, Wald und nachhaltige Holznutzung in Deutschland, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/umweltschutz\\_wald\\_und\\_nachhaltige\\_holznutzung\\_in\\_deutschland\\_web.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/umweltschutz_wald_und_nachhaltige_holznutzung_in_deutschland_web.pdf) (06.11.20)
- [7] Eisenriegler (Hrsg.) (2020): Kreislaufwirtschaft in der EU, Eine Zwischenbilanz, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden doi: 10.1007/978-3-658-27379-8
- [8] Mair C.; Stern T. (2017) Cascading Utilization of Wood: a Matter of Circular Economy? Curr Forestry Rep 3(4):281–295. doi: 10.1007/s40725-017-0067-y
- [9] Hillebrandt, A. et al. (2018): Atlas Recycling. Gebäude als Materialressource, München: Detail Business Information GmbH.
- [10] Moldenhauer, T.; Burkhard, A.; Geiger, G. A. (2020) Papier 2020 Ein Leistungsbericht Verband Deutscher Papierfabriker e.V.(vdp) (Hrsg.), Bonn
- [11] Poldervaart, P.; Schönheit, E.; Trauth, J.; Würml, B. (2012): Papier, Wald und Klima schützen, 1. Auflage, Forum Ökologie & Papier (FÖP) & Förderverein für umweltverträgliche Papiere und Büroökologie Schweiz (FUPS) (Hrsg.), Hamburg online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/papier\\_wald\\_und\\_klima\\_schuetzen-reichert\\_1.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/papier_wald_und_klima_schuetzen-reichert_1.pdf) (06.11.20)
- [12] Flamme, S.; Hams, S.; Bischoff, J.; Fricke, C.; (2020): Evaluierung der Altholzverordnung im Hinblick auf eine notwendige Novellierung, Abschlussbericht, Umweltbundesamt (Hrsg.), Münster online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte\\_95-2020\\_evaluierung\\_der\\_altholzverordnung\\_im\\_hinblick\\_auf\\_eine\\_notwendige\\_novellierung.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_95-2020_evaluierung_der_altholzverordnung_im_hinblick_auf_eine_notwendige_novellierung.pdf) (06.11.20)
- [13] Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2017a): Rohstoffmonitoring Holz. Holzwerkstoffindustrie 2015. Entwicklung der Produktionskapazität und Holzrohstoffnutzung. Teilbericht. Hamburg.
- [14] Döring, P.; Cords, M.; Mantau, U. (2018): Altholz im Entsorgungsmarkt. Aufkommen und Verwertung 2016. Universität Hamburg, Hamburg.
- [15] Risse, M.; Richter, K. (2018) Ökologische und ökonomische Bewertung der kaskadischen Holznutzung (Teilvorhaben). Schlussbericht CaReWood – Cascading Recovered Wood, München
- [16] Jarre, M.; Petit-Boix, A.; Priefer, C.; Meyer, R.; Leipold, S. (2020): Transforming the bio-based sector towards a circular economy – What can we learn from wood cascading? Forest Policy and Economics 110:101872. doi: 10.1016/j.forpol.2019.01.017

## Holzbau in der Praxis

# Systematischer Ansatz eines nachhaltigen Bauobjektes

Das Haus von Familie Grantner wurde unter der Prämisse einer möglichst ganzheitlichen Nachhaltigkeit geplant.

Für die Inhaber der Zertifizierungsstelle OmniCert – die Umwelt-, Energie- und Nachhaltigkeitsmanagementsysteme von Unternehmen zertifiziert oder Beratung anbietet – war ein systematischer Analyse- und Planungsprozess unabdingbar, um die regional richtigen Nachhaltigkeitsaspekte für den eigenen Hausbau zu bedienen. Ausgehend von den Eingangsgrößen, den lokalen Gegebenheiten des Grundstücks und des zugrunde liegenden Bebauungsplans, stand die Identifizierung der für den Hausbau relevanten SDGs (UN Weltentwicklungsziele) am Beginn des Analyseprozesses. Der darauf aufbauende Planungsprozess des Hauses wurde von den Kriterien des Systems Cradle to Cradle [1] geleitet, ergänzt um die Kriterien Biodiversität (SDG 14 & 15: Leben unter Wasser und an Land) [2].



Das Kriterium Gesunde Inhaltsstoffe bedeutet, dass in den verwendeten Materialien möglichst wenig Gefahrstoffe verwendet werden, die bei der Herstellung der Materialien, beim Betrieb des Objektes oder beim späteren Rückbau Mensch oder Umwelt beeinträchtigen könnten. Derartige Materialien sind nicht nur gesünder, sondern in aller Regel auch kreislauf- also „recycling“-fähiger und tragen somit dem Aspekt wiederverwendete bzw. wiederverwendbare Rohstoffe Rechnung. Dies liegt oft an der Sortenreinheit der Materialien, seien es Baustoffe oder Materialien des täglichen Gebrauchs. Beispiele hierfür sind die konstruktive Gebäudehülle

der Firma Thoma [3], das sog. Holz100-System, bei dem Holzdübel anstatt Leim als Verbindungselemente des unbehandelten Holzes dienen. Eine PVC-freie Kunststoffbahn zur Dachabdichtung, halogenfreie Kabel, Lehmputz an den Wänden und Wollfilz als Möbeldecklage sind weitere Beispiele für gesunde Inhaltstoffe im Hausbau.



Um eine möglichst positive Klimabilanz des Objektes über seinen gesamten Lebenszyklus zu erzielen und um Ressourcen maximal zu schonen, ist der Einsatz wiederverwendbarer und vorzugsweise bereits wiederverwendeter Materialien unabdingbar. Verbundmaterialien oder zweckgebunden hergestellte Materialien erfüllen diese Vorgabe nur schwer. Zur Gründung der Bodenplatte des Hauses wurden Recyclingschotter in einer Stärke von 60 cm sowie als Isolationsschicht und Perimeterdämmung 30 cm Schaumglasschotter eingebracht. Auf die Verwendung von Recyclingbeton musste mangels Verfügbarkeit verzichtet werden. Die Haushülle besteht aus unbehandelten Lärchenschindeln, die Dämmung aus Holzfaserplatten. Im Innenbereich werden möglichst sortenreine Baustoffe verwendet, die jeweils regional beschafft wurden; Stein für Küche, Bad und Boden aus Bayern, Holz für Fußböden und Möbel.



In der an der TU München angefertigten Masterarbeit von M. Eng. (TU) Pia Meiller wurde dem Objekt eine energetische Amortisationszeit von 45 bis 55 Jahren zugesprochen. Das bedeutet, dass das Haus beim Betrieb mit erneuerbaren Energien

die für die Materialherstellung inkl. aller Vorprodukte, den Transport, die Errichtung, den Betrieb und den Rückbau des Objektes benötigte Menge an sog. „Grauer Energie“ wieder erneuerbar erzeugt haben wird. Dies wird mit einem Energiekonzept realisiert, das ein Photovoltaik-System (16 kW<sub>p</sub>), eine 12 kWh<sub>el</sub> Lithium-Eisenphosphat Batterie (LiFePo, 9,6 kWh<sub>el</sub> nutzbar) sowie eine Sole-Wärmepumpe im Zentrum hat.

Die PV-Module sind flach auf dem begrünten Dach, mit Ost-West-Ausrichtung, angebracht. Beim Wärmekonzept wurde ein bivalenter Ansatz gewählt: das Niedrigenergiehaus (55 kWh / (m<sup>2</sup> \* a)) wird – wenn ausreichend Solarleistung anliegt – von einer Wärmepumpe geheizt. An trüben Tagen oder wenn die PV-Module mit Schnee bedeckt sind, kann über den scheitholzbetriebenen Heizherd im Wohnzimmer sowohl direkt geheizt, als auch die beiden große Wasserspeicher (500 und 2.000 Ltr) geladen werden. Aufgrund der hohen thermischen Speichermasse des Massivholzhauses und der daraus resultierenden Temperaturträgheit wird die Feuerstätte im laufenden Betrieb selten genutzt, auch um die Feinstaubbelastung der Umgebung so gering wie möglich zu halten.

Die Überdimensionierung der Wärmepumpe hat sich im Betrieb des Hauses mit Fokus auf die Eigenbedarfsdeckung bewährt. Andere realisierte Projekte teilen diese Erfahrung [4]. Über eine selbst programmierbare und im Betrieb per App anpassbare Steuerung werden die energetischen Parameter jahreszeitabhängig geregelt. Dazu gehören Eigenstromnutzung, Betrieb der Batterie, Schaltzeiten der Wärmepumpe, Beladung der beiden Elektrofahrzeuge, Netzeinspeisung, etc. Um die Wertschöpfung in der Region zu



halten sowie das spezifische Knowhow zum nachhaltigen Hausbau unter den einzelnen Gewerken möglichst gut auszutauschen, wurden sämtliche Gewerke möglichst lokal und regional vergeben. Besonderer Fokus lag auf den Aspekten Arbeitsschutz inkl. Ordnung und Sauberkeit, dem Einhalten von Arbeitszeiten, der Bereitstellung eines schattigen Pausenraumes, der guten Versorgung der Handwerker mit regionalen Getränken und Lebensmitteln, der pünktlichen und vollständigen Bezahlung von Rechnungen, der Vermeidung von Schwarzarbeit sowie auf dem sicheren Zutritt von Gästen zur Baustelle, die das Projekt sehr zahlreich und interessiert in Augenschein nahmen.



Anfallendes Regenwasser wird auf den begrünten Dächern von Haus und Garage gesammelt und in einer 7,5 m<sup>3</sup> großen Zisterne für die Verwendung in den Toiletten, der Waschmaschine sowie zur Gartenbewässerung verwendet. An den Nachbarhäusern drainiertes oberflächennahes Grundwasser wurde vor Baubeginn auf dem Grundstück versickert. Dies wird ebenfalls der Zisterne zugeleitet und entsprechend verwendet. Das überschüssige Wasser speist drei zusammenhängende Feuchtlebensräume im Garten, in denen sich heimische Flora und Fauna angesiedelt hat und sehr eingriffsarm einer natürlichen Sukzession überlassen wird. Die Gründächer sowie die Außenanlagen wurden vom ökologisch fachkundigen



Gartenbaubetrieb Schwertner geplant und umgesetzt. Das Konzept beruht auf einer möglichst hohen, standortangepassten Artenvielfalt mit Feucht- und Trockenstandorten im Wechsel. Die auf möglichst lange Blühzeiten hin optimierte Blühwiese wird einschürig im Spätsommer von Hand gemäht, das Mahdgut zur Verhinderung von Rückdüngung entfernt und kompostiert. Auf die Pflanzung nicht heimischer Arten wurde vollständig verzichtet, um heimischen Insekten und somit Vögeln und Beutegreifern ein entsprechendes Nahrungsangebot darbieten zu können. Der integrierte Gemüseanbau erfreut sich aufgrund eines mittlerweile gut angepassten Ökosystems nur weniger Fraßschäden, die benachbarten Imker

eines stetigen Nahrungsangebotes. Die Kinder und Besucher der Familie genießen das Suchen und Erkennen der Vielfalt der heimischen Biodiversität – und die Eltern ihren Beitrag zu diesem stark unterschätzten Nachhaltigkeitsaspekt.

M.Sc. Rebecca Noy und  
Dipl.-Ing. (FH) Umweltgutachter  
Thorsten Grantner

## Literatur

- [1] Cradle to Cradle <https://t1p.de/ml2f>
- [2] UN SDG <https://unric.org/de/17ziele/>
- [3] <https://www.thoma.at/holz100/>
- [4] Energieautarkes EFH ohne Netzanschluss von Vallentin + Reichmann <https://t1p.de/2yi7> & <https://t1p.de/or28>

## Ein Entscheidungsbericht für Betongold und Holzplatin

# Sauber bauen?!

**P**rivates Bauen kann Auswirkungen auf mehrere Generationen haben und ist immer ein individueller Prozess von Abwägungs- und Entscheidungsschritten innerhalb der betroffenen Kernfamilie, die das Bauwerk gemeinsam bewohnen soll. Wir dokumentieren hier ausgewählte Aspekte auf dem Weg zur Entscheidung für die Errichtung eines Zweifamilienhauses in überwiegender Holzbauweise mit den Firmen RENSCH-HAUS GMBH und Luschberger ML Bau & Energie GmbH.

### Den Boden bereiten: Kriterien finden und austarieren

Jede vernünftige Planung wird zu Beginn vor dem Hintergrund bestehender Budgetrestriktionen und zukünftiger Liquiditätsanforderungen getroffen – so auch unsere. Wichtige Aspekte waren für uns aber nicht nur Wirtschaftlichkeit und Investitionsschutz, sondern auch Enkeltauglichkeit (z. B. positive Ökobilanz und hohe Energieeffizienz), soziale Akzeptanz für das Gebäude mit einer Flexibilität hinsichtlich verschiedener Nutzungsformen und einer zeitgemäßen und funktionalen Technik. Aufgrund dieser Überlegungen ist im Wesentlichen die Entscheidung für den Baustoff Holz gefallen.

### Enkeltauglichkeit – Ökologie und mehr!

Enkeltauglichkeit beinhaltet klassische Nachhaltigkeitsaspekte auf globaler und familiärer Ebene sowie wirtschaftliche Überlegungen. Das errichtete Gebäude soll nicht nur ressourceneffizient und effektiv nutzbar sein, sondern auch wertbeständig. Die Gesundheit spielt hier ebenso eine Rolle wie die flexible Gestaltung hinsichtlich zukünftiger Lebensstile aller Familienmitglieder.

Ökologisch gesehen muss vor dem Hintergrund des Klimawandels neben dem Ende fossiler Energienutzung auch die Zunahme extremer Wetterbedingungen

mitbedacht werden. Aber auch ein gesundes Wohnumfeld, welches langfristig und lebensphasengerecht flexibel gestaltet werden kann, ist Teil der „Enkeltauglichkeit“. Hier sind neben Stichworten wie Barrierearmut auch die Anzahl von Räumen und die Flexibilität eines Wohn-Essbereichs mit ausreichend Platz für Familienfeiern zu nennen.

Unsere Überlegungen liefen diesbezüglich in verschiedene Richtungen. Eine sinnvolle Nutzung der Immobilie im Alter hatte für uns mehrere Aspekte: zunächst stand natürlich eine barrierearme Wohnsituation im Alter im Vordergrund. Nicht außer Acht lassen wollten wir aber auch unterschiedliche Nutzungsoptionen der Wohnung im Obergeschoss. Diese wird in den kommenden Jahren zunächst von unseren Kindern bewohnt, kann aber später zur Vermeidung von Einkommenseinbußen in der Ruhestandsphase evtl. auch vermietet werden. Sinnvolle Raumgrößen für familiäre Zusammenkünfte und installationslose Zwischenwände für einfache Umgestaltung von Raumkonzepten bis hin zu hausweiter, kabelgebundener Vernetzung und Vorbereitungen für technische Auf- und Umrüstung durch technologischen Wandel mussten auch in die Planung mit einbezogen werden. Holzrahmenbauweise ist vor allem für die kostengünstige Installation und auch spätere Revision von Einbauten geeignet, da in der Hohlräumkonstruktion viel Platz für Technik und Kabelführung vorherrscht bzw. Wände sehr leicht entfernt werden können.

### Energieeffizienz und Ökobilanz

Holz ist einer der wichtigsten nachwachsenden Rohstoffe mit weitestgehender CO<sub>2</sub>-Neutralität im Verwertungsprozess. Im Gebäude langfristig eingebrachte Holzwerkstoffe sind sichere und problemlose Kohlenstoffspeicher, die entsprechende Emissionen bis zur thermischen Verwertung vollständig verhindern. Wird nach

einem Abriss oder gezielten Teilrückbau das Holz nicht verbrannt, sondern zu anderen Produkten weiterverarbeitet, fallen auch weiterhin keine nennenswerten CO<sub>2</sub>-Emissionen an. Eine Umnutzung des Holzes ist vor allem dann einfach, wenn durch den Einsatz von konstruktivem Holzschutz von Beginn an der chemisch unbehandelte Rohstoff vorliegt. Zusätzlich sorgt konstruktiver Holzschutz, der auf die Behandlung der Hölzer verzichtet, für ein wertvolles Raumklima, in dem man frei von Schadstoffen leben kann. Holzhäuser können nach einer Demontage sogar an anderer Stelle wieder aufgebaut werden.

Vor dem Hintergrund der heutigen Lebensdauer hochwertiger Fertighäuser in Holzbauweise von rund 100 Jahren wird das Klimaschutzpotenzial beim Bauen mit Holz sichtbar, das durch die Substitution von herkömmlichen klimabeeinträchtigenden und meist sehr energieintensiven Baustoffen noch weiter steigt. Durch Bauen mit Holz wird ein kontinuierlich zunehmender Energie- und CO<sub>2</sub>-Speicher aufgebaut. Wenn das Holz nachhaltig produziert ist und in der Zeitspanne der Nutzung vollständig nachwächst, lässt sich derzeit mit keinem anderen gängigen Baustoff eine bessere Klimaschutzwirkung erzielen. Der Import eines Holzfertighauses aus Übersee würde die positive Ökobilanz verderben und kommt deshalb nicht in Frage. Das verwendete Holz unseres Herstellers RENSCH stammt aus Deutschland, verfügt über ein aktuelles PEFC-Zertifikat und wird in einem Betrieb mit hochentwickeltem Energiemanagement produziert. Natürlich wird das Holz in unserem Haus konstruktiv und nicht chemisch geschützt. Baulicher Holzschutz ist also gelebte Nachhaltigkeit! So spielen Dachüberstände, Isolierung am Übergang Keller/Holzkonstruktion und die systematische Wasserabfuhr eine wesentliche Rolle.

Eine 10 kWh-PV-Anlage mit Batterietechnik für den Stromeigenverbrauch und

Vorbereitung für optionale Erweiterungen ist bei Betrachtung der Ökobilanz ein weiterer wichtiger Aspekt. Wir haben uns bei unserem Haus für eine minimale Dachbefensterung entschieden, um Platz für weitere Paneele in der Zukunft zu haben. Unser Haushersteller setzt auch beim Küchenbau auf Nachhaltigkeit und hat mit einer weltweit produzierenden, inhabergeführten Küchenfirma aus dem fränkischen Herrieden einen Hersteller langlebiger State-of-the-Art-Küchen aus PEFC-Holz einen passenden Partner gefunden: ein klimaneutraler Möbelhersteller mit vorbildlichem Energiemanagement und gesunden Lacken auf Wasserbasis.

### Bausubstanz: Investition in Resilienz, Sicherheit und Langlebigkeit

Wir möchten mit hybridem Bauen das Beste aus zwei Welten vereinen: Während der Keller als massive Betonkonstruktion in der Regel nicht abgerissen wird, kann ein darauf errichtetes Holzhaus einfach ersetzt werden. So können wir für zukünftige



Foto: Harald Bolsinger

Generationen eine Grundlage für viele weitere Aufbauvarianten legen und Flexibilität bewahren. Um möglicher Radonbelastung entgegenzuwirken und gegen drückendes Wasser gewappnet zu sein, bauten wir mit der Firma Luschberger ML Bau & Energie GmbH einen besonderen Keller, ausgeführt als wasserundurchlässige Stahlbetonkonstruktion mit zusätzlichem Bitumenanstrich und 30 Zentimeter dicken Wänden.

Doppeldämmplatten sichern die energetischen Vorteile des Holzhauses. „Betongold“ und „Holzplatin“ sind zwei Partner, die sich gut ergänzen. Für den wasserdichten und wirtschaftlichen Kellerbau ist Beton als Gemisch aus Zement, Sand, Kies und Wasser alternativlos. Ein Wermutstropfen für die Ökobilanz der Immobilie, der durch den Zementproduktionsstandort Deutschland etwas relativiert wird.

## Fachingenieur / Fachplaner Holzbau

WEITERBILDENDES ZERTIFIKATSSTUDIUM

Berufsbegleitend für Architekten, Ingenieure,  
Meister und Techniker. Jetzt bewerben!

holzbau@hs-augsburg.de  
www.hs-augsburg.de/holzbau

 Hochschule Augsburg  
University of Applied Sciences  
Institut für Bau und Immobilie

gP

Foto: Mikko Auermitty



Außenwand in der Entstehung

### Funktionale Technik für ein positives Wohnklima Lüften und Heizen

Aufgrund geringer Wärmeleitfähigkeit empfindet der Mensch die Berührung von Holz als warm und angenehm. Der natürliche Baustoff sorgt außerdem für einen Ausgleich von Schwankungen der Raumluftfeuchte. Das legt die Grundlage für ein behagliches Wohnklima. Gegebenheiten der Raumluft und thermische Faktoren wirken direkt auf den menschlichen Körper. Lüftungs- und Heizungstechnik müssen deshalb gemeinsam betrachtet werden. Die luftdichte Konstruktion moderner Holzhäuser erfordert ein technisch automatisiertes Lüftungskonzept. Für unsere Ansprüche erwies sich die Kombination von Fußbodenheizung und zentraler Wohnraumlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, die Partikel und Pollen filtert, als zukunftssicher. Unsere Luft-Wasser-Wärmepumpe benötigt nur eine sehr geringe Vorlauftemperatur und erzeugt keinen störenden Luftzug im Gegensatz zu einer Luft-Luft-Wärmepumpe.

### Wärme-, Schall- und Brandschutz

Beim Holzrahmenbau bilden Vollholzprofile einen tragenden Rahmen für die jeweiligen Bauteile, die vollständig ausgedämmt und beplankt werden. Durch die Dämmung innerhalb der Wand werden tiefe Dämmprofile trotz vergleichsweise geringer Gesamtwanddicke erzielt. Das ermöglicht einen überdurchschnittlich

hohen Wärmeschutz und minimiert den eingenommenen Raum für den Wandaufbau. Damit lässt sich im Vergleich zu konventionellem Mauerwerk mit zusätzlich aufgebracht Dämmung bei gleichen Hausaußenmaßen mehr Wohnraum erzeugen.

Extreme Wetterlagen werden durch den Klimawandel auch in Deutschland immer wahrscheinlicher. Deshalb ist uns ein Dämmkonzept mit ausreichender Phasenverschiebung wichtig, damit ein gutes Raumklima auch bei Extremtemperaturen gegeben ist. Unser Fertighaushersteller bietet dies mit seinem diffusionsoffenen Dämmkonzept, so dass sommers wie winters ein optimales Raumklima vorherrscht. Der „Blaue Engel“ belegt Emissionsarmut und gesundheitliche Unbedenklichkeit der verwendeten Holzplatten, Dämmstoffe und des umweltgerechten Wärmedämmverbundsystems. Die Wärmedämmleistung der Außenwände und der geringe Heizenergiebedarf zeigen sich im Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) von 0,14 W/(m²K). Vor allem der Schallschutz bei Trennwänden und Decken wird in mehrgeschossigen Holzhäusern oft als problematisch angenommen. Wir haben für unsere Immobilie bestmöglichen Schallschutz durch eine vorausschauende Konstruktion implementiert: die Treppe ins Obergeschoss wurde massiv ausgeführt. Die Wohnungstrenndecke wurde mit einer 6 cm starken Spezialsplittschüttung und 4 cm Dämmplatte unter dem Estrich ergänzt, Treppenhauswände sind mit zusätzlicher Schalldämmung ausgekleidet, Entwässerungsleitungen sind mit Spezial-Schalldämmung ausgeführt und die Lüftungsanlagen sind voneinander getrennt. Durch modernen, feuerhemmenden Holzbau gibt es in Holzhäusern keine erhöhte Brandgefahr. Dies spiegelt sich in den Versicherungsprämien wider, die kaum über denen von Massivbauten liegen.

### Soziale Akzeptanz im Umfeld

Für unser Bauprojekt wählten wir analog der Nachbarbebauungen eine klassische Hausform mit Satteldach, das parallel zu den Nachbarhäusern im Grundstück steht, auch wenn das bedeutet hat, auf etwas Ausbeute der PV-Anlage zu verzichten. Wir hätten zwar durch den Bebauungsplan

jegliche Hausform realisieren können, wollten aber zum einheitlichen Siedlungsbild beitragen. Bezüglich der Sichtbarkeit des Baustoffes Holz haben wir uns zu Gunsten eines normalen Außenfarbputzes entschieden, der das Haus auf den ersten Blick nur für Fachleute als Holzhaus erkennbar macht.

Bei der Bauausführung galt es, Belastungen für die Siedlungsbewohnerinnen und -bewohner aufgrund der Zufahrtssituation zu minimieren. Da unser Haus im Werk vorproduziert wurde und auch der Keller über vorgefertigte Außenwände verfügt, war es möglich, mit nur wenigen Tagen Autokranstellzeit die wesentlichen Baufortschritte zu realisieren, so dass keine monatelange Baustelle die einzige Zufahrt zu den anderen Grundstücken versperrte.

### Ausblick

Unsere Entscheidung für ein Bauen mit Holz wurde erst durch einen individuellen Analyse- und Reflektionsprozess möglich und gefestigt. Schnell war uns klar, dass ein Holzhaus eine deutlich kürzere Bauphase haben würde. Vom Kauf des Grundstücks bis zum Einzug sind gerade einmal 1 ¼ Jahre vergangen. Dies ist für Bauwillige ökonomisch gesehen natürlich oft ein Volltreffer, da so viel kürzer Doppelbelastungen zu tragen sind. Außerdem war für uns als Fachfremde wichtig, ausreichend Zeit für das Verständnis von holzbasierter Fertighausherstellung aufzubringen. Zahlreiche Vorurteile und Einwände Dritter konnten so auf Basis von Fakten geprüft und ausgeräumt werden. Wir sind vom Baustoff Holz absolut begeistert und freuen uns, mit RENSCH-HAUS einen besonders erfahrenen Premiumanbieter an unserer Seite haben, der mit großer Erfahrung, Geduld und einem exzellenten Außendienst hilft, unseren Traum vom „Holzplatin“ zu verwirklichen.

Nicole & Harald Bolsinger

### Info

Der Beitrag wurde inhaltlich nicht mit den Unternehmen abgestimmt und gibt ausschließlich die Meinung der Autorenschaft wieder. Die Autoren sind von den benannten Unternehmen unabhängig und erhalten keinerlei Vergütung für den vorliegenden Artikel.

# Holznutzung in der Geschichte

Anders als die meisten Metalle, die erst mit großem Aufwand aus Erz geschmolzen werden müssen, ist Holz ein einfach zugängliches Material, das wieder nachwächst. Hinzu kommen gute Eigenschaften, wie Zähigkeit, Festigkeit und leichte Bearbeitbarkeit. Seiner großen Bedeutung wegen widmete die Oeconomische Encyclopädie von Johann Georg Krünitz, die von 1773 bis 1858 in 242 Bänden erschien, dem Stichwort Holz ganze 500 Seiten. Die umfangreiche Nutzung machte Holz auch für die Politik interessant. So musste etwa im Zusammenhang mit dem Bau von Kriegs- und Handelsschiffen der Zugriff auf die benötigten Mengen und Qualitäten gesichert werden. Einerseits durfte das Holz keine Fehlstellen wie Astlöcher aufweisen, andererseits benötigte man für gekrümmte Bauteile in geeigneter Weise gewachsene Hölzer. Auch für die Errichtung von Gebäuden oder Brücken war gutes Holz unabdingbar. Zudem bestanden die meisten Maschinen, etwa Wind- und Wassermühlen, Hammer- und Schöpfwerke, Öl- und Weinpressen aus diesem Material. Holz war auch der Grundstoff für Wärme. So verbrannten Salinen gewaltige Holz-mengen unter den riesigen Siedepfannen, um die Sole einzudampfen. Töpfer, Glasmacher, Kalk- und Ziegelbrenner, Schmiede, Brauer und Bäcker waren

Großverbraucher. Holz diente auch zur Erzeugung von Holzkohle, die etwa Hüttenwerke, Eisenhämmer und Schmiede dringend benötigten. Holz war weiterhin ein Ausgangsstoff zur Pottaschegewinnung (Kaliumkarbonat), das mit Wasser aus der Asche ausgewaschen wurde und u. a. in die Seifen- und Glasherstellung ging. Aus Holz wurden durch Erhitzen auch Teer, Pech und Wagenschmiere hergestellt.

### Die ständige Klage über Holznot

Im Vorfeld der Industriellen Revolution kam die Holznutzung zu einem Höhepunkt, als viele neue Technologien auf das klassische Material zugriffen. So war Holz nicht nur der übliche Baustoff für Gebäude und Maschinen, sondern auch für die Schwellen neuer Eisenbahnlagen und als Material für notwenige Brücken unerlässlich. In dieser Zeit wurde die sog. Holznot vielfach thematisiert. So ist etwa im 14. Band (1843) des Universal-Lexikons von Heinrich August Pierer zu lesen: „Dennoch ist es eine wichtige Sorge des Staats-haushalts, die Holzanpflanzungen und die Holzerhaltung zu begünstigen, um den Mangel an Brenn- und bes. an Bau- und Nutz-Holz vorzubeugen. Schon längst ist es in holzarmen Gegenden daher staats-wirtschaftl. Regel, das Wegschlagen von Holzungen gar nicht, oder nur dann zu dulden, wenn für ausgerodete Holzungen an

anderen Orten neue angepflanzt werden. Jeder sollte sich aber, um diesem Holz-mangel vorzubeugen, der größten Holz-sparsparnis befleißigen und durch besondere Einrichtung der Küchen und der Oefen diese zur wirkl. Holzsparkunst zu treiben.“ Hier wird offensichtlich das Prinzip der Nachhaltigkeit beschrieben – den Begriff hatte 1713 der Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz geprägt – und mit einem Appell zur Senkung des Holz-verbrauchs für Koch- und Heizzwecke verbunden. Dazu muss man sagen, dass landesherrschaftliche Interessen an Holz, etwa für die Berg- und Hüttenindustrie oder als Baustoff stets dem Bedarf der Bevölkerung an Brennholz vorangestellt wurden. Vom Preisanstieg des knappen Gutes waren aber alle gleichermaßen betroffen. Ein Ausweg war die Ausweitung der Liefergebiete. Während Transporte über weite Entfernungen wegen fehlender oder schlechter Straßen sehr aufwendig waren, ermöglichte die Flößerei die Einbeziehung entfernter Holzeinschlaggebiete. Hauptsächlich aber ging man zur Bewirtschaftung des Waldes in Form von Plantagen über, die bis heute anhält. Weiterhin entwickelte man im 19. Jh. sog. Sparöfen und substituierte Holz als Brennmaterial. In diesem Sinne schreibt das Universal-Lexikon, dass der Holz-mangel in „holz-armen Gegenden ... noch weit bemerkbarer sein würde, wenn nicht das Auffinden von bedeutenden Stein- und Braunkohlen-lagern, von Torf ec., Feuerungssurrogate geboten hätte.“ So gesehen mussten sich bereits unsere Vorfahren mit Problemen auseinandersetzen, die ihre Ursache in der Verknappung wichtiger Rohstoffe hatten.

Frank Dittmann

### Zum Weiterlesen

Radkau, Joachim: Holz. Wie ein Naturstoff Geschichte schreibt. Oekom, München 2007



Blick in das Diorama Pottaschegewinnung aus Holz-asche im 18. Jh. (1918)

## VDI BV München in Kooperation mit acatech Vorhersage ist besser als Reparieren: Wo und wem nützt Predictive Maintenance?

Die Digitalisierung der industriellen Produktion schreitet weiter voran. Eine aktuelle Entwicklung der Industrie 4.0 heißt Predictive Maintenance. Vorausschauende Instandhaltung und bedarfsgerechte Wartung basieren auf der Echtzeit-Verarbeitung von Prozess- und Maschinendaten.

Ist Predictive Maintenance noch Zukunftsmusik oder bereits Realität? Worin liegt der konkrete Nutzen im Vergleich zu anderen Arten der Instandhaltung? Bei welchen Anwendungen liegen kurzfristig spezifische Chancen? Wo liegen derzeit Hürden zur Umsetzung?

Diese Fragen diskutieren wir bei „acatech am Dienstag“ u. a. mit Prof. Dr. Michael Henke (Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik), Markus Loinig (Senzoro GmbH) und Andreas Wüllner (Vorsitzender VDI BV München) und mit Ihnen am **9. März 2021, 19:30 bis 21:00 Uhr (via Zoom)**. Mehr Informationen in der TiB02/2021



## VDI BV Bayern Nordost 10. Cramer-Klett-Preis 2021

### Innovative Ingenieurleistungen aus Nordbayern gesucht

Bereits zum zehnten Male prämiiert der Verein Deutscher Ingenieure VDI Bezirksverein Bayern Nordost e. V. herausragende technisch-wissenschaftliche Ideen, Methoden, Verfahren oder Produkte aus Nordbayern mit dem Cramer-Klett-Preis.

Wesentliche Voraussetzung für die Preiswürdigkeit: Die Entwicklung muss entweder praktisch umsetzungsfähig sein oder ihre Alltagstauglichkeit bereits unter Beweis gestellt haben.

Ermittelt wird die Preisträgerin oder der Preisträger durch eine Experten-Jury aus Hochschulen, Instituten, der Industrie und dem VDI BVBNO e. V.

Der Preis hat einen Wert von ca. 3.000 Euro und wird im Juli 2021 im Rahmen einer Feierstunde im Hause der MAN AG in Nürnberg in Anwesenheit der Presse öffentlichkeitswirksam übergeben. Von



der Auszeichnung profitieren sowohl die Preisträgerin/der Preisträger als auch ihr/sein Unternehmen, das hierbei vorgestellt wird. Veranstalter des Wettbewerbs ist der VDI Bezirksverein Bayern Nordost mit Unterstützung durch das MAN-Werk in Nürnberg.

Die Teilnahmeunterlagen können ab sofort beim Verein Deutscher Ingenieure Bezirksverein Bayern Nordost e. V. 90489 Nürnberg Tel. 0911-554030 E-Mail: [VDI@th-nuernberg.de](mailto:VDI@th-nuernberg.de) angefordert werden.

Danach ist bis zum 31. März 2021 Zeit, die schriftlichen Unterlagen einzureichen.

Mit dem Cramer-Klett-Preis, den der VDI Bezirksverein Bayern Nordost e. V. bereits seit 2002 zum zehnten Male auslobt, stellt er die Bedeutung und Attraktivität des Ingenieurberufs in unserer Industriegesellschaft dar; gerade auch, um junge Menschen hierfür zu begeistern und zu gewinnen.

*Der Vorstand des VDI BV Bayern Nordost*

## SAVE THE DATE VDI TAG 2021 am 10. Juli 2021

„Ingolstadt, im Herzen von Bayern“

Das Veranstaltungsprogramm und viele weitere Informationen erscheinen in den nächsten Ausgaben der TiB

## VDI BV München

## Ingenieurskunst. Aus Liebe zur Technik VDI München startet neue Veranstaltungsreihe

Mit der VDI Veranstaltungsreihe zu Ingenieurskunst wollen wir die Einzigartigkeit ingenieurwissenschaftlicher Leistungen vermitteln und die Begeisterung für Technik und kunstvolle Gestaltung wecken und fördern. Ingenieur sein bedeutet viel mehr, als bloßes Berechnen oder Konstruieren.

Ziel der Projektreihe ist es, die Verschränkung von ingenieurwissenschaftlichem Tun und Kunst einem breiten Publikum zugänglich zu machen und zu zeigen. Im Zentrum der Reihe Ingenieurskunst stehen Vortragsabende, Präsentationen von Exponaten und ein Wettbewerb mit Preisverleihung zu herausragenden Beispielen der Ingenieurskunst, in denen höchste technische Kompetenz und ein unverwechselbares Erscheinungsbild miteinander verschmelzen.

*Rupert Zunhammer  
Vorstandsmitglied VDI BV München*



Sie wollen mehr über die Veranstaltungsreihe erfahren oder diese Initiative unterstützen?  
Alle Infos unter: [www.vdi-sued.de/ingenieurskunst](http://www.vdi-sued.de/ingenieurskunst)

# VDI BV München VDI Preise 2020 – Von effizienten Drohnenantrieben und fairen KI-Algorithmen



Seit vielen Jahren vergibt der VDI BV München den VDI Preis für exzellente Ingenieurleistungen. Nun sind (auch) Preisverleihungen unter den aktuellen Corona-Auflagen eine große Herausforderung – so auch die diesjährige Ehrung von sechs herausragenden ingenieurwissenschaftlichen Arbeiten. Dank der großen Unterstützung unseres Fördermitglieds SIEMENS war es möglich, erstmals ein technisch und organisatorisch sehr aufwändiges Hybridevent auszurichten – vor Ort in kleinstem Kreis, zugleich per Live-Stream im virtuellen Veranstaltungsraum.

Nach der Begrüßung durch den BV Vorsitzenden **Prof. Peter Pfeffer** hielt **Prof. Dr.-Ing. Dieter Wegener**, Head of External Cooperation Siemens Technology und Sprecher ZVEI Führungskreis Industrie 4.0 den Festvortrag zum Thema „Digitalisierung der Wirtschaft und Industrie 4.0“. Prof. Wegener erklärte die Industrie 4.0 als die Summe der Digitalisierung der analogen Wertschöpfung plus der digitalen Wertschöpfung. Die digitale Wertschöpfung bedeutet die Auswertung von „Big Data“ aus den OT-Devices (Operation Technologies) mittels „Apps“ (Algorithmen) zu „Smart Data“ und die Verteilung als „Smart Services“ an die Kunden. Wegener betonte „Die Kunst ist, beides gut zu machen.“

### Europa kann das

Als Sprecher des Führungskreises Industrie 4.0 des ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie) berichtete Wegener über den strategischen Ansatz „Industrie 4.0“ und die Schaffung eines herstellerübergreifenden Standards durch das „Digitale Typenschild 4.0“ – einem QR-Code, der zu einer IP-Adresse mit Produktinformationen verlinkt – weltweit verfügbar und ressourcenschonend.

Erst Ende September dieses Jahres wurde durch eine gemeinsame Initiative von VDMA und ZVEI eine Nutzer-Organisation der „I4.0-Komponente mit Verwaltungsschale (VWS)“, die „Industrial Digital Twin Association“ gegründet.

Auch durch Innovationen wie dem „digitalen Typenschild“ zeige sich, dass „Europa das kann“, betonte Wegener abschließend.

### Preisträger 2020

#### Mehr Reichweite für Drohnen

Der Markt für Drohnen soll bis 2030 auf fast 3 Milliarden Euro anwachsen. Die Anwendungen sind vielfältig, allerdings haben die batteriebetriebenen Senkrechtstarter (eVTOLs) nur begrenzte Reichwei-

ten und kurze Flugzeiten. Die preiswürdige Bachelorarbeit von **Cornelius Kauffmann**, B.Sc. am Fachbereich Maschinenwesen der TU München, beschäftigt sich mit den Voraussetzungen und den Faktoren für den Einsatz von wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen in der urbanen Luftmobilität. Die Untersuchungsergebnisse zeigten, dass eine Brennstoffzelle durch den kostengünstigeren Antriebsstrang, die längere Lebensdauer und die kurzen Tankzeiten sehr viel wirtschaftlicher ist als der Batteriebetrieb.



Prof. Dr.-Ing. Dieter Wegener bei seinem Festvortrag zum Thema „Digitalisierung der Wirtschaft und Industrie 4.0“

#### Sturmsichere Windkraftanlagen

Um CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren, sind erneuerbare Energiequellen von entscheidender Bedeutung. Die ausgezeichnete Bachelorarbeit von **Martin Osterhammer** am Fachbereich Maschinenbau / Windenergie der TU München analysiert das Konzept eines Windrades mit einem Vertikalachsrotor für eine dezentrale und kleinräumige Nutzung. Damit ist dieser sturmsichere Rotor bis zu einer Höhe von 10 Metern sowohl in Deutschland als auch für den Einsatz in Entwicklungsländern und abgelegenen Gebieten gut geeignet.



Ein Gruppenbild als Fotomontage: v.l.n.r. Preisträger Cornelius Kauffmann und Patrick Tu mit Christa Holzenkamp, stv. Vorsitzende BV München, Paula Goderbauer, Martin Osterhammer, Jury-Mitglied Dr. Christian Braun, Dr. Hans-Jürgen Heidebrecht und Prof. Dr. Peter Pfeffer, Vorsitzender BV München Live zugeschaltet (v.l.n.r.): Dr. Carmen Tesch-Biedermann und Michael Stiller, VDI Jury, und Preisträger Dipl.-Ing. Dr. techn. Bernhard Maurer

#### Verpackung: weniger ist mehr

Der Verbrauch von Verpackungen in Deutschland stieg 2018 erneut auf ein Rekordhoch von 18,9 Millionen Tonnen. Vorrangiges Ziel bleibt die Vermeidung von Umverpackungen und am Ersatz der Verpackung einzipfelter Kaffeesahnekapseln arbeitet **Paula Goderbauer**, M.Sc., in ihrer ausgezeichneten Masterarbeit am Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik u. Verpackung IVV (in Kooperation mit dem Fachbereich Technologie und Biotechnologie der Lebensmittel der TU München) entwickelt sie unter den Aspekten der Verarbeitung, Anwendung, Sicherheit und Ökonomie essbare, heißwasserlösliche Milch kapseln für die Anwendung in Kaffee und Tee.

#### Für eine faire KI

Gegen die ungerechte Behandlung von Minderheitengruppen durch Entscheidungen von KI gibt es starke gesellschaftliche Bedenken. Diese Diskriminierung ist bedingt durch systematische, statistische Verzerrung aufgrund mangelhafter oder gefärbter Daten. Den VDI Preis 2020 erhält die Masterarbeit von **Patrick Tu**, M.Sc., Fakultät für Mathematik, Informatik und Statistik, Studiengang Data Science, LMU + MIT. Durch Ergänzung zusätzlicher Informationen im Algorithmus zeigt Herr Tu mit dem Einsatz eines „fairen“ Algorithmus Perspektiven für den verantwortungsvollen Umgang von Maschinellen Lernsystemen in einer integrativeren Gesellschaft auf.

#### Die Kuh als Bioreaktor

Eine beunruhigende Entwicklung ist der starke Anstieg von Antibiotikaresistenzen. Preisträger **Dr.-Ing. M.Sc. Hans-Jürgen Heidebrecht** beschreibt in seiner Dissertation „Von Lebensmitteln bis zur Medizin“ – erstellt am Lehrstuhl für Lebensmittel- und Bio-Prozesstechnik der TU München – die Verfahrensentwicklung und die Verwendung von neuen Produkten auf Basis funktionalisierter Antikörper aus Kuhmilch zur Behandlung von Infektionen, die durch multiresistente Bakterien verursacht werden.

#### Großvolumiger Holzbau im urbanen Raum

Die Substitution von Beton durch den nachhaltigen Rohstoff Holz kann viel CO<sub>2</sub> einsparen. **Dipl.-Ing. Dr. techn. Bernhard Maurer**, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften, Arbeitsbereich für Holzbau, Universität Innsbruck, der live zugeschaltet war, entwickelt in seiner Dissertation einen Spider-Konnektor zur Verstärkung hochbelasteter Bereiche bei punktgestützten Sperrholz-Flachdecken. Der Verbinder ermöglicht mehr großvolumigen Holzbau im urbanen Raum. In einer abschließenden Runde konnten die Teilnehmer per Chat die Preisträger befragen. Hier zeigte sich, dass die Arbeiten nicht nur technisch innovativ, sondern auch wirtschaftlich und gesellschaftlich relevant sind.



Das Corona-konforme Get-Together im Anschluss an die Preisverleihung

Weitere Bilder und Impressionen von der Preisverleihung: [www.vdi-sued.de](http://www.vdi-sued.de)

Silvia Stettmayer

## VDE Südbayern

## Klaus Bayer ist neuer Vorsitzender des VDE Südbayern

Der VDE Südbayern e. V. hat einen neuen Vorsitzenden: Die Mitgliederversammlung wählte am 8. Oktober 2020 Dipl.-Ing. Klaus Bayer an die Spitze des Bezirksvereins. Der 51-jährige Münchner ist Nachfolger von Prof. Dr.-Ing. Petra Friedrich, die nicht mehr zur Wahl stand. Neuer stellvertretender Vorsitzender ist Dr. Berthold Panzner, zur neuen Schatzmeisterin wurde Friederike Fohlmeister, M. Sc., gewählt. Dipl.-Ing. Rainer Klos (ebenfalls stellvertretender Vorsitzender) und Dipl.-Ing. Arne Redl (Schriftführer) wurden in ihren Ämtern bestätigt.

Bayer ist bereits seit fünf Jahren im Vorstand des VDE Südbayern tätig, er war zunächst zwei Jahre lang Schatzmeister, seit 2017 stellvertretender Vorsitzender und Schatzmeister in Personalunion. Bislang war ihm vor allem die Konsolidierung der Finanzen des Bezirksvereins ein Anliegen – ein Ziel, das er konsequent verfolgt und auch erreicht hat. Und das, obwohl sich in den vergangenen Jahren der Rückgang der Mitgliederzahlen fortgesetzt und damit die Beitragseinnahmen weiter reduziert hatten.

Genau hier will der neue Vorsitzende auch ansetzen: Als einen der Schwerpunkte seiner Amtszeit nannte Bayer, eine Strategie entwickeln zu wollen, durch die wieder mehr neue Mitglieder gewonnen werden können. Vor allem müsse es gelingen, wieder mehr Jungmitglieder für den VDE-Bezirksverein zu begeistern, so Bayer. Das könne durch eine konsequente Förderung der Hochschulgruppen gelingen und möglicherweise auch durch die Gründung neuer Hochschulgruppen an Standorten, an denen es bis dato noch keine gebe.

Aber auch die gute Zusammenarbeit mit dem VDE-Bezirksverein Nordbayern will Bayer weiter vorantreiben. Durch den 2019 neu geschaffenen VDE Bayern unter der Leitung von Peter Rief sei eine gute Basis bereitet worden, um die Kooperation der beiden Bezirksvereine Südbayern und Nordbayern zu stärken – hier können viele Synergien genutzt werden, ist sich Bayer sicher. Seit dem vergangenen Jahr wird beispielsweise der bisherige Münchner Abend als medien- und öffentlichkeitswirksame Gemeinschaftsveranstaltung der

beiden Bezirksvereine unter dem Namen „VDE Bayern Abend“ durchgeführt – wenn auch in diesem Jahr die Abendveranstaltung im Hotel Bayerischer Hof in München wegen der Corona-Pandemie ausfallen musste. Auch die Auszeichnungen für hervorragende Abschlussarbeiten bzw. Leistungen werden nun als „VDE Bayern Awards“ gemeinsam verliehen.

Die bisherige Vorsitzende, Petra Friedrich, hatte den VDE Südbayern elf Jahre lang geleitet – zuvor war sie bereits fünf Jahre stellvertretende Vorsitzende. Sie stand nicht mehr zur Wahl, weil ihre Tätigkeit als Professorin an der Hochschule Kempten eine immer größere Arbeitsbelastung mit sich bringt. Friedrich wird aber im Verein weiterhin aktiv bleiben, als Beiratsmitglied und im Wahlausschuss. Klaus Bayer dankte bei der Mitgliederversammlung seiner Vorgängerin und langjährigen Vorstandskollegin für ihr großartiges Engagement und die gute Zusammenarbeit – ein Verein erwache erst durch Menschen mit so großer Einsatzbereitschaft zum Leben.

Friedrich blickte zu Beginn der Versammlung auf das Vereinsleben im vergangenen Jahr zurück: Insgesamt hatte es 2019 im Bezirksverein 133 Veranstaltungen mit über 3600 Teilnehmern gegeben – der größte Teil davon waren Vorträge der Arbeitskreise Energietechnik, Informationstechnik, Medizintechnik und Unternehmensmanagement. Aber auch die Hochschulgruppen in München und Landshut und die Young Professionals hatten mehr als 40 Exkursionen und Treffen angeboten, an denen fast 400 Jungmitglieder und Berufsanfänger teilnahmen. Einen besonderen Dank richtete die bisherige Vorsitzende an die Mitglieder der Hochschulgruppe München, die im Rahmen der VDE Schulinitiative bei zwei Veranstaltungen Schülerinnen und Schüler in die Grundlagen der Elektronik eingeführt



Der neue Vorstand des VDE Bezirksvereins Südbayern (von links nach rechts): Dipl.-Ing. Rainer Klos (stv. Vorsitzender), Dr. Berthold Panzner (stv. Vorsitzender), Dipl.-Ing. Klaus Bayer (Vorsitzender), Friederike Fohlmeister, M. Sc. (Schatzmeisterin) und Dipl.-Ing. Arne Redl (Schriftführer)

und mit ihnen auch einfache Schaltungen zusammengelötet hatten. Dies sei ein sehr guter Weg, junge Menschen für technische Berufe zu begeistern, so Friedrich.

Als Höhepunkt des Jahres 2019 im Vereinsleben stellte Friedrich den Bayerischen Abend heraus, der, wie bereits erwähnt, erstmals in Kooperation mit dem VDE Bezirksverein Nordbayern ausgerichtet wurde. Die elegante Abendveranstaltung im großen Festsaal des Hotels Bayerischer Hof in München hatte 250 Gäste angelockt. Sie erlebten eine Gala mit Verleihung der VDE Bayern Awards, aber auch eine lebhaft Podiumsdiskussion mit dem VDE-Vorsitzenden Ansgar Hinz und der Staatsministerin im Bundeskanzleramt Dorothee Bär, die für Digitalisierung zuständig ist. Friedrich dankte vor allem dem Leiter des VDE Bayern, Peter Rief, der die Veranstaltung federführend organisiert hatte.

Im Rückblick auf die vergangenen Monate bezeichnete die scheidende Vorsitzende die Auswirkungen der Corona-Pandemie als einen gravierenden Einschnitt ins Vereinsleben. So konnten seit März kaum mehr Vorträge, Exkursionen und sonstige Treffen stattfinden. Stattdessen haben sich die meisten Arbeitskreise inzwischen auf virtuelle Vorträge im Internet spezialisiert, wodurch aber immerhin eine

größere Zahl an Interessenten erreicht werden kann als zuvor. In nächster Zeit will der Bezirksverein vermehrt Veranstaltungen online anbieten.

Da der neue Vorsitzende Klaus Bayer als bisheriger stellvertretender Vorsitzender und als Schatzmeister zwei Ämter gleichzeitig freigab, musste die Mitgliederversammlung gleich zwei neue Vorstandsmitglieder bestimmen. Als neuer stellvertretender Vorsitzender wurde Dr. Berthold Panzner gewählt, der schon seit längerem Leiter des Arbeitskreises Informationstechnik ist. Für die Finanzen des Bezirksvereins ist nun Friederike Fohlmeister verantwortlich – sie hatte sich in der Vergangenheit bereits im Beirat, im Wahlausschuss und als Referentin für Jungmitglieder und Young Professionals engagiert. In ihren Ämtern bestätigt wurden Arne Redl als Schriftführer und Rainer Klos als stellvertretender Vorsitzender; Klos leitet außerdem nach wie vor den Arbeitskreis Unternehmensmanagement. In den Beirat wurden von der Mitgliederversammlung Dr.-Ing. Jörg-Peter Elbers, Prof. Dr.-Ing. Petra Friedrich, Thomas Schalk, Tobias Schuh, M. Sc., und Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Thiem neu gewählt. Folgende Beiratsmitglieder wurden wiedergewählt: Dipl.-Ing. Wolfgang Bethge, Dipl.-Ing. Markus Breunig, Prof. Dr.-Ing. Jörg Eberspächer, Prof. Dr.-Ing. Hans-

Joachim Grallert, Dr.-Ing. Andreas Iselt, Dr.-Ing. Rainer Lüder, Prof. Dr.-Ing. Hermann Mader, Dipl.-Ing. (FH) Peter Michalek, Maximilian Münnicke, B. Eng., Dipl.-Ing. Friedrich Münzel, Prof. Dr.-Ing. Christoph Rapp, Prof. Dr.-Ing. Georg Sigl, Dr. Matthias Schönberger, Dr.-Ing. Helmut Stocker und Prof. Dr. Bernhard Wolf.

Wegen der Corona-Pandemie fand die Mitgliederversammlung in der Hochschule München unter strengen Sicherheits- und Hygienemaßnahmen statt. Anstelle des Senatssaals mussten die Teilnehmer mit weitem Sitzabstand in einem großen Hörsaal Platz nehmen, in den Gängen musste Mundschutz getragen werden. Es wurden nur die von der Satzung vorgeschriebenen Tagesordnungspunkte ordnungsgemäß abgehandelt – nach den Berichten der Vorsitzenden, des Schatzmeisters und der Rechnungsprüfer wurde der bisherige Vorstand von den anwesenden Mitgliedern entlastet und der neue Vorstand, der Beirat, der Wahlausschuss und die Rechnungsprüfer gewählt. Die Wahl leitete Friederike Fohlmeister als Mitglied des Wahlausschusses. Auf den sonst üblichen Festvortrag und das anschließende Buffet musste aufgrund der Corona-Situation diesmal leider verzichtet werden.

Christian Scholze  
VDE BV Südbayern



Die bisherige Vorsitzende Prof. Dr.-Ing. Petra Friedrich übergibt „Corona-konform“ an ihren Nachfolger Dipl.-Ing. Klaus Bayer

## Hochschule München INUAS Konferenz: Urbane Transformationen und Ressourcen

München, Wien und Zürich. Der INUAS-Verbund von Hochschulen dieser drei Städte veranstaltet in München mit „Ressourcen – Material, Zeit, Raum, Energie“ eine Konferenz zu den urbanen Transformationen unserer Zeit. Drei Städte, die sich in wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen sowie ihrer Lebensqualität ähneln. Drei Hochschulen, die sich zusammenschließen, um für die Herausforderungen der Metropolregionen München, Wien und Zürich gemeinsam Lösungen zu entwickeln. 2011 gründete die Hochschule München, der FH Campus Wien und die Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften gemeinsam das International Network of Universities of Applied Sciences (INUAS). Eine neue Form ihrer Zusammenarbeit ist seit 2019 die Konferenzreihe „Urbane Transformationen: Wohnen | Ressourcen | Öffentliche Räume“.

### Ressourcen urbanen Wandels – transdisziplinär erforscht

Die Reihe startete mit dem Thema „Wohnen“ 2019 in Wien und wird nun 2021 in München unter dem Titel „Ressourcen“ fortgeführt. Das Thema „Öffentliche Räume“ wird eine abschließende Veranstaltung in Zürich behandeln. Dass die Konferenz „Ressourcen“ urbane Transformation mit internationalem und transdisziplinärem Fokus behandelt, wurzelt in der Ausrichtung der drei Hochschulen. „Unsere angewandte Forschung organisieren wir zunehmend transdisziplinär.“

### Informationen

Die Konferenz „Urbane Transformationen – Ressourcen: Material, Zeit, Raum, Energie“ findet vom 3. – 5. März virtuell an der Hochschule München statt.

Interessierte finden das genaue Programm sowie Informationen zur Anmeldung unter [www.inuas.org/konferenz-2021/programm-konferenz/](http://www.inuas.org/konferenz-2021/programm-konferenz/)



Um Antworten auf Fragen der Ökologie, der Ökonomie, des Sozialen und der Kultur finden zu können, ist der Austausch zwischen den Disziplinen von Bedeutung“, sagt Prof. Dr. Sonja Munz, Vizepräsidentin für Forschung der Hochschule München.

### Vier Perspektiven auf Ressourcen

Die vier Sektionen der Tagung stellen auf die vier Themen Material, Zeit, Raum und Energie scharf. Diese vielseitige Ausrichtung entspricht der Vision der scheidenden Vorsitzenden des Scientific Committees, Prof. Dr. Silke Langenberg, für die Münchner Konferenz: „Interessant ist, sich Fragen zu Problemen zu stellen, die erst in der Zukunft auftreten werden. Bei der Themensetzung der Konferenz haben wir versucht, die Interdisziplinarität zwischen der Architektur, dem Bauingenieurwesen und den Sozialwissenschaften abzubilden“.

Die Sektion Material behandelt unter anderem die Bauwirtschaft zwischen Wertstoffkreisläufen und nachhaltigem Neubau. Im Bereich Zeit stehen beispielsweise die widersprüchlichen Bewegungen zwischen demokratischer Teilhabe

und Zeitknappheit zur Debatte. Die hart umkämpfte Ressource Raum wird für die Städte unter anderem in punkto Mehrfachnutzung und Verdichtung diskutiert, der Energiebedarf der Metropolregionen zwischen umweltfreundlicher Gewinnung und nachhaltigen Energiesystemen.

Prof. Dr. Andrea Kustermann, Professorin für Bauingenieurwesen der HM, löst Prof. Dr. Silke Langenberg als Vorsitzende des Scientific Committees ab, die zum Wintersemester an die ETH Zürich berufen worden ist, aber weiterhin Teil des Committees bleibt. Auch ihre Forschung zur Materialwiederverwendung im Bau profitiert von internationalem Austausch: „Die Schweiz und Österreich sind uns hier in rechtlicher und politischer Hinsicht voraus. Auch hier ist der Hochschulverbund INUAS ideal dazu geeignet, Wissen zu transferieren und Prozesse zu verändern. Wunderbar wäre es, wenn wir uns bei der Konferenz zu diesem und den anderen Themen austauschen und neue Verknüpfungen ermöglichen könnten“, so Kustermann.

Christiane Taddigs-Hirsch  
Hochschule München

## VDI Netzwerk Digitalisierung & Nachhaltigkeit Bayern Nordost VDI-Fokusthema „1,5 Grad – Innovationen.Energie.Klima“

Am 19.10.2020 fand im Netzwerk Digitalisierung & Nachhaltigkeit eine Online-Veranstaltung zum VDI-Fokusthema „1,5 Grad – Innovationen.Energie.Klima“ statt. Mit insgesamt 47 Teilnehmenden war dieser Vortrag sehr gut besucht. Dr.-Ing. Pauly referierte über fossile Energieträger, aktuelle Treibhausgasemissionen und das Pariser Klimaabkommen. Er gab sehr fundierte Einblicke in derzeitige Emissionsniveaus verschiedener Länder sowie über die Vereinbarungen aus dem Pariser Klimaschutzabkommen. Die anschließende Diskussion hat gezeigt, dass dieses Thema als sehr wichtig eingestuft wurde.

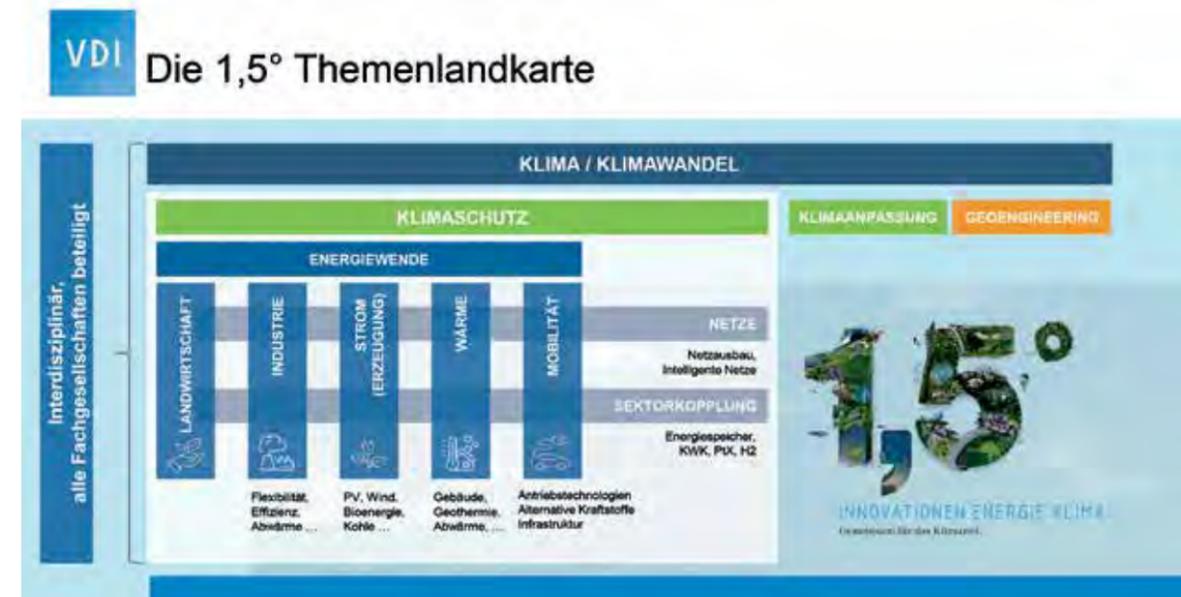
Seit Beginn der Industrialisierung vor etwa 200 Jahren wird der Klimawandel getrieben von den anthropogenen Treibhausgas-Emissionen. Durch eine intensive Kohlenutzung, die parallelen Rodungen (Vernichtung von Kohlenstoffsenken) und später auch durch andere, fossile Energieträger (Öl, Gas), die aktuell jedes Jahr neue Höchststände erreichen, steigen die

Anteile der Treibhausgase kontinuierlich und mit einem ungebrochenen aufsteigenden Trend an. Dieser wird zusätzlich getrieben durch Selbstverstärkungseffekte wegen des Überschreitens von Kippunkten im klimatischen Geschehen. Gemäß UNFCCC (Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (United Nations Framework Convention on Climate Change)) werden weltweit sieben Treibhausgase bzw. Gasgruppen mit vereinheitlichten Rechenmethoden erfasst und gezählt.

Der größte Anteil davon ist CO<sub>2</sub> aus fossilen Energieträgern. Dieser immense Anstieg führt zu einer Zunahme der globalen Durchschnittstemperatur und anderer derzeit nicht vollständig vorhersehbarer Veränderungen in unserer Umwelt. Im Jahr 2015 einigten sich 195 Länder darauf – darunter auch Deutschland – die Erderwärmung bis 2050 auf deutlich unter 2 Grad Celsius (idealerweise auf 1,5 Grad) zu begrenzen. Deutschland sowie die EU und andere Staaten haben in Anlehnung an dieses Pariser Abkommen ihre Klima-

schutzziele formuliert. Die bisher ergriffenen Maßnahmen zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes gelten aber als zu wenig engagiert, um das 2-Grad-Ziel geschweige denn das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen. Das bisher Erreichte in Deutschland, aber auch in allen anderen Ländern der Erde, ist außerdem zu wenig, um alle Sektoren wie Wärme, Industrie (Stahl, Beton, Chemie etc.) und Verkehr zu defossilisieren (= Vermeidung von fossilen Energieträgern) und zu dekarbonisieren. Auch wenn Deutschland gemessen an den globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen lediglich einen Bruchteil emittiert, so hat die deutsche Regierung (und auch die EU) eine Vorbildfunktion, um mit innovativen Defossilisierungslösungen voranzuschreiten und auch sehr weitgehende Ziele nach Klimaneutralität zu setzen bzw. bereits gesetzlich vorhandene zu verschärfen.

Dr. Dina Barbian und  
Dipl.-Ing. Karlheinz Bender  
Netzwerk Digitalisierung & Nachhaltigkeit,  
VDI BV BNO



## VDE Bayern VDE Bayern Award 2020



Quelle: VDE

**Ü**berzeugende Preisträger – herausragende Arbeiten: Die Verleihung des begehrten VDE Bayern Award sieht 2020 anders aus als geplant und ist dennoch nicht minder interessant. Die mit dem VDE Bayern Award gewürdigten Arbeiten stehen für sich. In ihnen spiegelt sich die Bandbreite der VDE Top-Themen wie Digital Security, Energy, Health, Mobility sowie Künstliche Intelligenz wider und belegen damit ihre Relevanz für eine sichere, nachhaltige und innovative Zukunft.

### Für eine nachhaltige Zukunft: Überzeugende Preisträger mit dem VDE Bayern Award 2020 ausgezeichnet

Sicher, nachhaltig, innovativ – unter diesem Dreiklang sollte der VDE Bayern Abend 2020 stehen. Die aktuellen Umstände lassen eine persönliche Verleihung mit Publikum in diesem Jahr nicht zu. Doch die begehrten Auszeichnungen werden

die Preisträger trotzdem zeitnah erreichen. Mit zahlreichen Aktionen und Kampagnen für unsere 5000 persönlichen Mitglieder, die 170 Mitgliedsunternehmen und die engagierte Öffentlichkeit stärkt und fördert der VDE Bayern die führende Position des Hightech- und Forschungsstandortes Bayern. Gemeinsam wollen der VDE Nordbayern und der VDE Südbayern zum Abschluss dieses besonderen Jahres mit dem VDE Bayern Award ein klares Zeichen für eine nachhaltige Zukunft setzen. Viele der prämierten Arbeiten beschäftigen sich mit Innovationen aus den Bereichen Energie und Umwelt. Die Pandemie zeigt uns mit ihren global spürbaren Auswirkungen, dass gerade hier in den kommenden Jahren dringend gehandelt werden muss. Mit unseren ehrenamtlichen Expertinnen und Experten in den Fachgesellschaften, den Bezirksvereinen und Gruppen wollen wir uns diesem Anliegen weiterhin verstärkt

widmen. Dabei können wir eine enorme fachliche Bandbreite sowie unsere langjährige Expertise bieten und so ein unverzichtbarer Partner im technisch-wissenschaftlichen Bereich für die Industrie, die Politik und insbesondere die Gesellschaft sein. Der Fokus des VDE und damit auch der bayerischen VDE Bezirksvereine liegt deshalb auf der Vernetzung von Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung.

### Unsere Preisträger

Eine wichtige Rolle für eine sichere, nachhaltige und innovative Zukunft spielt zudem der technische und wissenschaftliche Nachwuchs, den wir jährlich mit dem VDE Bayern Award sichtbar machen. Und auch im Bereich Schule sind neue Ansätze wichtiger denn je, das hat nicht zuletzt das Thema Home Schooling in den vergangenen Monaten gezeigt. Der VDE hat die Relevanz der MINT-Bildung längst erkannt und zeichnet auch in diesem Jahr zwei Schulen mit vorbildlichen Ansätzen aus. Eine fundierte Ausbildung im Elektrohandwerk ist die Basis für die ebenso sichere wie normgerechte Anwendung von elektrotechnischem Wissen und Können. Dafür und für die insgesamt sehr kooperative Zusammenarbeit zeichnen wir einen Vertreter der Elektroinnung aus.

Simone Fasse

#### Kategorie Universität | Hochschule

Adrian Amler, B. Sc. – Universität Erlangen-Nürnberg  
 Fabian Dax, M. Eng. – Hochschule Würzburg-Schweinfurt  
 Dr.-Ing. Thomas Delamotte – Universität der Bundeswehr München  
 Maximilian Egger, B. Eng. – Hochschule Augsburg  
 Marie Laurien, M. Sc. – Universität Erlangen-Nürnberg  
 Dr.-Ing. Christian Paul – Universität der Bundeswehr München  
 Stefan Peller, M. Sc. – Universität Erlangen-Nürnberg  
 Matthias M. Reisle, B. Eng. – Hochschule Kempten  
 Dr.-Ing. Alexander Rheinfeld – Technische Universität München  
 Johannes Teutsch, B. Sc. – Technische Universität München

#### Kategorie Schule

Maria-Ward-Gymnasium, Augsburg  
 Mittelschule Insel Schütt, Nürnberg

#### Kategorie Elektrohandwerk

Dr. jur. Matthias H. Schönberger –  
 Innung für Elektro- und Informationstechnik  
 München (IEIM)

## Bayerische Akademie der Wissenschaften (BAW) Bayern wagt den Quantensprung

**D**ie Bayerische Staatsregierung fördert in den nächsten zwei Jahren die Quantenwissenschaften und -technologien (QWT) mit etwa 120 Millionen Euro, dies teilte Ministerpräsident Markus Söder Ende September nach einer Kabinettsitzung mit. Eine Allianz außeruniversitärer Forschungseinrichtungen unter Beteiligung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften setzt sich für die Gründung eines Münchner Zentrums für QWT ein, um dem Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Bayern neue Chancen in diesem Innovationsfeld zu eröffnen.

Das Gebiet der QWT nutzt gezielt die Eigenschaften der Quantenphysik aus, um darauf basierend neue Anwendungen in der Informations- und Kommunikationstechnologie, der Sensorik, den Materialwissenschaften und der Grundlagenforschung zu generieren und langfristig neue Technologiezweige zu eröffnen. Mit dem jetzigen Förderprogramm im Rahmen der Hightech Agenda Bayern wird dieses wichtige Zukunftsgebiet, auf dem Bayern weltweit eine Spitzenposition einnimmt, entscheidend gestärkt und für den internationalen Wettbewerb aufgestellt. Dabei soll gezielt auf die erfolgreiche Grundlagenforschung zu den QWT aufgebaut werden. Diese hat in München zur Gründung des von der DFG geförderten Exzellenzclusters Munich Center for Quantum Science and Technology (MCQST) unter Beteiligung des Walther-Meißner-Instituts für Tieftemperaturforschung (WMI) der BAdW geführt. Das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) der BAdW veranstaltet mit dem „Bavarian Quantum Computing Exchange“ ein sehr erfolgreiches monatliches Forum für Wissenschaft und Industrie.

In einer Partnerschaft aus Forschung und Industrie sollen mit dem jetzigen Programm alle Aspekte von den Grundlagen bis hin zur Anwendung abgedeckt werden,



Foto: Jan Greuner/MCQST

Bayern gehört in der Forschung im Bereich QWT zur Weltspitze und zieht Nachwuchstalente aus aller Welt an, um beispielsweise am Walther-Meißner-Institut der BAdW im Bereich der supraleitenden Quantentechnologie zu forschen

um Bayern in diesem wirtschaftlich wichtigen Technologiebereich an der Spitze zu positionieren. Eine Allianz außeruniversitärer Forschungseinrichtungen der Max-Planck-Gesellschaft (MPG), der Fraunhofer Gesellschaft (FHG) und der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAW) setzt sich zusammen mit der Technischen Universität München (TUM) und der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) für die Gründung eines Münchner Zentrums in diesem Bereich ein, das mit besonders hoher internationaler Sichtbarkeit in bayernweiten Aktivitäten wirken würde. München und Bayern insgesamt sollen so zu einem international führenden Zentrum ausgebaut werden, mit dem Potenzial, die besten Forscherinnen und Forscher anzuwerben und dem Wirtschaftsstandort Bayern neue Chancen in diesem Innovationsfeld zu eröffnen.

Das Walther-Meißner-Institut (WMI) betreibt als Forschungsinstitut der BAdW internationale Spitzenforschung im Bereich der Quanten- und Festkörperphysik. Es entwickelt experimentelle Methoden für die Herstellung und Charakterisierung von supraleitenden und magnetischen Materialsystemen und Bauelementen. Durch seine breite wissenschaftliche Expertise und seine modernen technologischen Einrichtungen nimmt es in seinen Arbeitsgebieten eine führende Stellung ein und bildet die Keimzelle für zahlreiche nationale und internationale Verbundprojekte.

Quelle: BAdW

### Kontakt

Rudolf.Gross@wmi.badw.de  
 Stefan.Filipp@wmi.badw.de

## VDI Landesverband Bayern Treffen mit den bayerischen Bezirksverbänden

Der VDI Landesverband Bayern führte im vierten Quartal 2020 seine turnusgemäße Vorstandssitzung in Burghausen durch. Auf Einladung von Dr. Peter von Zumbusch, Leiter der Ingenieurtechnik im Bereich WACKER SILICONES am Standort Burghausen, erhielten die Teilnehmer die Gelegenheit, ihre Konferenz im Tagungszentrum der Wacker Chemie AG zu veranstalten.

### Hybrid-Veranstaltung

Aufgrund der massiven Auswirkungen der Corona-Pandemie fand dieses Meeting erstmalig als Hybrid-Veranstaltung statt. Neben den vollständig vor Ort anwesenden Mitgliedern des Landesverbands, den Vorsitzenden der Bezirksvereine und dem Vorsitzenden des LV sowie einer Vertreterin der Studenten und Jungingenieure waren zahlreiche weitere zusätzliche Teilnehmer digital zugeschaltet.

### Wichtiger Erfahrungsaustausch

Ein zentraler Bestandteil dieses Treffens war der Austausch untereinander sowie die Planung gemeinsamer Aktivitäten und Projekte. Durch die virtuelle Teilnahme von Thomas Terhorst und Stefan Gelb war der direkte Kontakt und der unmittelbare Informationsaustausch zur VDI Hauptgeschäftsstelle in Düsseldorf gegeben. Wegen der derzeit herrschenden Corona-Krise musste bedauerlicherweise das geplante VDI Forum 2020 in Augsburg zum Thema „Zirkuläre Wertschöpfung“ auf das Jahr 2021 verschoben werden.

Noch vor den Auswirkungen der Pandemie konnte jedoch im Februar dieses Jahres das Parlamentarische Frühstück mit der Landtagsfraktion der Freien Wähler im Bayerischen Landtag durchgeführt werden. Unter den Teilnehmern begrüßte Prof. Fottner u. a. den Staatssekretär des bayerischen Wirtschaftsministeriums Roland Weigert, den stellvertretenden Landtagspräsidenten Alexander Hold und den

Fraktionsvorsitzenden der Freien Wähler Florian Streibl. Diese Veranstaltungsform soll aufgrund der sehr positiven Resonanz im nächsten Jahr fortgeführt werden.

Beim Netzwerk der SuJ – Studenten und Jungingenieure – musste der für Mai geplante SuJ-Kongress auf November 2020 verschoben werden. Um weitere Mitglieder zu gewinnen, möchte die SuJ die VDI-Aktion „Mitgliedschaft für Studierende – 12 Monate kostenfrei testen“ intensivieren.

In Ergänzung zu den VDI-Nachwuchsprogrammen VDiNi-Club und Zukunftspiloten sowie verschiedenen schulischen MINT-Angeboten betreibt der VDI Augsburger Bezirksverein e. V. seit diesem Jahr ein Lab für eigenständiges Experimentieren, Tüfteln und vieles mehr im Bereich der außerschulischen Jugendarbeit. Die für April geplante große Eröffnungsfeier des VDI-Lab als Mitmach-Werkstatt in Augsburg musste verschoben werden.

Im BV München, Ober- und Niederbayern e. V. gibt es eine Neuauflage und Weiterführung des VDI-Wettbewerbs „Autonomous Driving Challenge“, bei der die teilnehmenden Studententeams mit modifizierten RC Modellautos vorgegebene Fahraufgaben zu bewältigen haben. Neu im Programm ist der Wettbewerb für Ingenieurskunst, bei dem die Hauptkriterien „Funktion, Wertigkeit und Ästhetik“ Beachtung finden sollen.

Grundsätzlich stellen die Verantwortlichen aller vier bayerischen Bezirksvereine fest, dass die Chance der Digitalisierung von Aktionen und Projekten entschlossen genutzt werden soll – nicht um die Präsenzveranstaltungen zu ersetzen, sondern um diese sinnvoll zu ergänzen. Insgesamt haben die BV's die großen Herausforderungen der Corona-Pandemie bisher gut gemeistert.

### Werksrundfahrt mit Führung

Im Anschluss an die Sitzung organisierte



Foto: VDI

Bei der Werksführung – v.l.n.r.  
D. Abele, T. Pohl, P. Pfeffer, J. Fottner,  
M. Kibber, T. Bobke

Dr. Peter von Zumbusch eine Werksrundfahrt mit Führung durch den Standort Burghausen der Wacker Chemie AG für die LV Vorstandsmitglieder vor Ort. Die Rundfahrt über das Werksgelände führte vorbei am Umschlag- und Logistikzentrum mit einem modernen Containerterminal und direktem Bahnanschluss, um Umschlagvorgänge und Lagerplätze zu bündeln und Transporte sinnvoll zusammenzufassen. Auf dem Aussichtshügel am sogenannten Wasserschloss des Alzwaterkraftwerks erlebten die Teilnehmer hautnah die gigantischen Wasserrohre, die mit dem Wasser des Alzkanals fünf Kraftwerksturbinen speisen. Über Wissenswertes zu Wacker Chemie AG informierte Dr. Denys Baskakov während der Rundfahrt, z. B. dass das Werk Technologieführer der Chemie- und Halbleiterindustrie ist oder die fünf Hauptrohstoffe Methanol, Siliziummetall, Ethylen, Essigsäure und Stärke/Dextrose in fünf Produktionsbereichen im Werk Burghausen weiterverarbeitet werden. Mit rund 8.200 Mitarbeitern ist das Werk Burghausen der wichtigste Produktionsstandort der Wacker Chemie AG und zugleich der größte am Chemiestandort Bayern. Am Ende der Werksrundfahrt zeigten sich die Teilnehmer von der Welt der chemischen Industrie sehr beeindruckt.

Günther Pfrogner

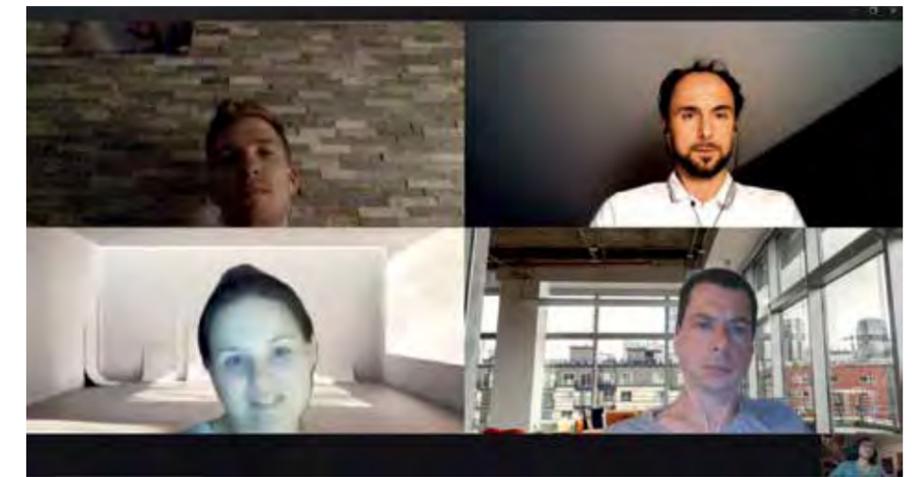
## VDI Studenten und Jungingenieure München Questions and Answers im Herbst

Nach dem Juli-Q&A (Questions and Answers) mit Prof. Fottner, Inhaber des Lehrstuhls für Förder-technik Materialfluss Logistik an der TU München, und einer kleinen Pause im August melden sich die Münchner Studenten und Jungingenieure (SuJ) in Form eines neuen Q&As zurück.

Diesmal haben wir uns für zwei Diskussionsthemen entschieden:

- Auswirkung des Konjunkturpakets
- Konsum: Teuer oder Günstig

Um alle Teilnehmer auf den gleichen Wissensstand über das Konjunkturprogramm zu bringen, haben wir uns ein kurzes Erklärvideo darüber angeschaut. Dabei wurden vier Aspekte angesprochen: die Mehrwertsteuersenkung, die Prämie für Elektroautos und Plug-in Hybride, Überbrückungszahlung an Unternehmen und das zusätzliche Kindergeld. Nach ein paar Runden war eine bedeutende Gruppe der Meinung, dass die Mehrwertsteuersenkung sich nur positiv auf Transaktionen mit großen Beträgen positiv auswirken würde, zum Beispiel würden große Investitionen vorgezogen werden. Der alltägliche Konsum mit kleineren Beträgen würde nur minimal betroffen werden und nicht den Menschen in finanziellen Schwierigkeiten helfen. Andere argumentierten, dass man einen kleinen Konsumschub Ende des Jahres erwarten könne, da private Investitionen, wie zum Beispiel die für ein Auto, noch vor Wiedereinführung der vorherigen Steuerrate vorgenommen werden würden. Grundsätzlich wurde die Prämie für Elektroautos von der Gruppe



Einige der Stammtischteilnehmer der SuJ München

begrüßt. Einige der Diskutanten fanden eine potenzielle Prämie für Verbrenner fragwürdig. Zu den Überbrückungszahlungen wurde auch breites Lob geäußert. Jedoch wurde auch bemängelt, dass sich auch sogenannte „Zombie“-Unternehmen, also Unternehmen welche auch unter normalen Umständen nicht überlebensfähig wären, unterstützt werden würden. Die breite Runde begrüßte auch das Kindergeld, aber auch hier wurde die Pauschalität kritisiert, da durch den Pauschalbetrag nicht gezielt Familien in finanziellen Notlagen geholfen wird. Tendenziell stand die Mehrheit der Teilnehmer den meisten Maßnahmen wohlgesonnen gegenüber – abgesehen von der Mehrwertsteuersenkung.

Nach ungefähr einer Stunde wandten wir uns dem nächsten Thema zu. Hierbei ging es um die Prioritätenliste des persönlichen Konsums. Da dies eine sehr persönliche

Frage ist, gab es reichlich Unterschiede, ob man nun eher viel Geld ins neue Smartphone steckt und dafür eher bei der Kleidung spart oder umgekehrt. Jedoch hat man auch deutliche Trends erkannt. Besonders beim Smartphone würde tendenziell ein teureres Modell bevorzugt, mit der häufigen Begründung, dass diese langlebiger sind. Zudem werden gerne Vergleichsportale genutzt, um bei elektronischen Geräten den Preis-Leistungssieger zu ermitteln. Beim Autokauf gab es eher die Tendenz, sich einen günstigeren Gebrauchtwagen zu leisten.

Die Diskussion verlief sehr konstruktiv und ruhig. Natürlich gab es teilweise unterschiedliche Ansichten zu bestimmten Sachverhalten, jedoch argumentierten alle Teilnehmer besonnen und faktenbasiert. Typisch Ingenieur eben!

Maximilian Listl

Nächster Online-Stammtisch am 18. Januar 2021  
Thema: Technik und Sport

## Hochschule München Neues Forschungsinstitut für maschinelles Lernen und intelligente Systeme

Mit dem „Institut für Anwendungen des maschinellen Lernens und intelligenter Systeme“ (IAMLIS) gründet die HM ihr viertes Forschungsinstitut. Die sechs Gründungsprofessoren sind Prof. Dr. Peter Krzystek und Prof. Dr. Andreas Schmitt von der Fakultät für Geoinformation, Prof. Dr. Peter Mandl, Prof. Dr. Georg Peters und Prof. Dr. Lars Wischhof von der Fakultät Informatik und Mathematik sowie Prof. Dr. Alfred Schöttl von der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik. Ihre Ziele: Die Intensivierung der Forschungsaktivitäten in den Anwendungsbereichen verteilte Systeme, Text Mining Clusteranalyse, mehrstufige Entscheidungssysteme im Umfeld dynamischer Systeme, vernetzte intelligente Transportsysteme, Automotive/Ambient Assisted Living (Assistenzroboter) und Forst.



In interdisziplinären Teams intensivieren die Wissenschaftler der Hochschule München ihre Forschungsaktivitäten

### Mehr Kompetenz für künstliche Intelligenz

In allen Anwendungsgebieten steht der Aufbau von Kompetenzen im Bereich künstliche Intelligenz im Vordergrund, mit dem Fokus auf KI-Lösungen, die der digitalisierten Gesellschaft und der Industrie großen Nutzen bringen. Prof. Dr. Peter Krzystek sieht großes Potenzial für das neue Institut: „Auch vor dem Hintergrund der aktuellen KI-Strategien der EU, der Bundesregierung und der bayerischen Staatsregierung fördern wir hiermit die Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses in der gesamten Kette der akademischen Ausbildung und den Transfer der Forschungsergebnisse in die Lehre.“ Die enge Verzahnung von Forschung und Lehre trägt auch dazu bei, dass Promovenden der Hochschule kurzfristig in bestehende Graduiertenkollege der universitären Kooperationspartner und langfristig in ein eigenständiges Graduiertenkolleg integriert werden.

### Stark mit Partnern

Das neue Forschungsinstitut vernetzt nicht nur die Ressourcen der eigenen Fakultäten, sondern treibt auch Projekte mit Industriepartnern und Partnerhochschulen voran. In Zusammenarbeit mit IBM und der Technischen Universität München (TUM) nutzt die HM im Projekt OpenPower@TUM einen besonders leistungsfähigen Hochleistungsrechner, um neue Anwendungen im Bereich Künstlicher Intelligenz und Data Science zu entwickeln und zu testen. Bestehende Projekte, welche die leistungsfähige Infrastruktur des IMB Server Clusters bereits nutzen, lösen zum Beispiel Deep-Learning-Aufgaben oder bearbeiten aufwändige Algorithmen für verschiedene Machine-Learning-Anwendungen. Experimente zur Erprobung von Machine-Algorithmen in konkreten Anwendungen sollen folgen. Die Projekte werden in den beteiligten Fakultäten in die Lehre integriert und

durch mehrere Bachelor- und Masterarbeiten begleitet.

„Wir freuen uns auf eine erfolgreiche Zusammenarbeit des neuen Forschungsinstituts IAMLIS mit IBM und der TUM im Bereich des maschinellen Lernens. Über verschiedene Projekte an der HM sollen die Potenziale dieses zukunftsweisen Bereichs in der Forschung und Lehre genutzt und weiterentwickelt werden“, sagt Professor Dr. Sonja Munz, Vizepräsidentin für Forschung an der Hochschule München.

Die HM gründete letztes Jahr bereits das „Institut für energieeffiziente Gebäude und Quartiere“ (CENERGIE), das „Institut für Material- und Bauforschung“ (IMB) und das „Institute for Sustainable Energy Systems“ (ISES).

Ralf Kastner  
Hochschule München

Foto: Johannes Leisser

## HINWEIS FÜR DIE MITGLIEDER DES VDI BV MÜNCHEN

Aufgrund der aktuellen Situation kann die nächste Mitgliederversammlung des VDI BV München, Ober- und Niederbayern nicht wie üblich im März nächsten Jahres stattfinden, sondern wird in den Frühsommer 2021 verschoben.

Weitere Informationen folgen!

## Nicht verpassen!

### Treffs, Vorträge und Exkursionen des VDI München/VDE Südbayern

11. Januar 2021 / Montag

17:00 Online-Veranstaltung

Die Rolle der Solide Oxide Fuel Cell in einer sich verändernden Energielandschaft

Veranstalter: VDI AK Energie + Lehrstuhl für Energiesysteme, TUM  
Referent: Kai Weeber, Robert Bosch GmbH  
Info: Klicken Sie bitte auf den Link im Onlinekalender, um am Webinar teilzunehmen. Das Kennwort lautet: vdi2021

12. Januar 2021 / Dienstag

18:00 Online-Veranstaltung

Recht Kompakt für Ingenieure

Veranstalter: VDI AK TGA /IDV  
Referent: Dr. Hendrik Hunold, HF+P legal, München

13. Januar 2021 / Mittwoch

18:00 Treff

Stammtisch BG Rosenheim

Veranstalter: VDI AK Technischer Vertrieb & Produktmanagement  
Ort: Rosenheim  
Adresse: Samerstr. 17, 83022 Rosenheim, Flötzinger Bräustüberl  
Info: Info bei Philipp Lederer: 08034-7075955 oder bg-rosenheim@vdi.de; Änderungen werden kurzfristig via Newsletter mitgeteilt.

18. Januar 2021 / Montag

18:30 Online-Veranstaltung

Lean im Vertrieb

Veranstalter: VDI AK Technischer Vertrieb & Produktmanagement  
Anmeldung: Online Anmeldung

18. Januar 2021 / Montag

19:00 Online-Veranstaltung

Online-Stammtisch/Q&A der Studenten und Jungingenieure München

Veranstalter: VDI AK SuJ München  
Info: Trete dem Online-Stammtisch (19:00) im Onlinekalender unter „Anmeldung“ bei. Bei Fragen erreicht ihr uns unter info@su-j-muenchen.de

21. Januar 2021 / Donnerstag

18:00 Online-Veranstaltung

Stromversorgung in Bayern – gestern, heute und morgen

Veranstalter: VDI AK Technikgeschichte  
Referent: Prof. Hermann Wagenhäuser, Hochschule München  
Anmeldung: Online Anmeldung

19:00 Online-Veranstaltung

Netzwerktreffen Review 2020-Preview 2021

Veranstalter: VDI AK Unternehmer und Führungskräfte  
Info: Bitte melden sie sich online unter Angabe Ihrer Emailadresse an, damit wir Ihnen den Einwahllink zusenden können.  
Anmeldung: Online Anmeldung

28. Januar 2021 / Donnerstag

18:30 Online-Veranstaltung

Qualität, von Anfang an im Produktentstehungsprozess

Veranstalter: VDI AK Qualitätsmanagement  
Referent: Dr. Jan Göpfert  
Info: Veranstaltung online über MS Teams. Der Zugangslink wird zeitnah nach der Anmeldung zugeschickt. Sollte eine Präsenzveranstaltung bei Fa. ID-Consult, Innovation & Digitalization Lab, 4. OG, Rupert-Mayer-Str. 46, 81379 München möglich sein, werden die Teilnehmer rechtzeitig informiert.  
Anmeldung: Online Anmeldung

01. Februar 2021 / Montag

17:00 Online-Veranstaltung

**iQ Energy: Intelligente industrielle Energieversorgung**

Veranstalter: VDI AK Energie + Lehrstuhl für Energiesysteme, TUM  
Referent: Dr. Steffen Kahlert & Jan Kurrelvink, E.ON  
Info: Anmelde-möglichkeit und/oder Einwahlink folgen in Kürze

03. Februar 2021 / Mittwoch

18:00 Treff

**Stammtisch der BG Rosenheim**

Veranstalter: VDI, VDE, SuJ  
Ort: Rosenheim  
Adresse: Samerstr. 17, 83022 Rosenheim, Flötzinger Bräustüberl  
Info: bei Philipp Lederer: 08034-7075955 oder bg-rosenheim@vdi.de; Kurzfristige Änderungen werden per Newsletter mitgeteilt.

18. Februar 2021 / Donnerstag

18:00 Online-Veranstaltung

**Das Wettrennen zwischen analogen und digitalen Computern in der Flugzeug- und Rüstungsindustrie 1950 bis 1970**

Veranstalter: VDI AK Technikgeschichte  
Referent: Prof. Dr. Richard Vahrenkamp, Logistik Consulting Berlin  
Anmeldung: Online Anmeldung

23. Februar 2021 / Dienstag

19:00 Online-Veranstaltung

**Motivierter arbeiten mit Kunst**

Veranstalter: VDI AK Unternehmer und Führungskräfte  
Referent: Eva Mueller, Kunstberatung  
Info: Der Link zum Zoom-Meeting wird erst am Vortag des Events per Email an die angemeldeten Teilnehmer versendet.

Anmeldung: Online Anmeldung

25. Februar 2021 / Donnerstag

18:00 Online-Veranstaltung

**Netzzurückwirkungen und Elektromobilität**

Veranstalter: VDE AK Energietechnik  
Referent: Markus Meinke, Meinke energy GmbH, Waldrode  
Info: Eine Anmeldung ist unbedingt erforderlich!  
Anmeldung: www.vde-suedbayern.de/de/veranstaltungen

Die tagesaktuelle Veranstaltungsliste finden Sie unter [www.technik-in-bayern.de](http://www.technik-in-bayern.de)

# Nicht verpassen!

## Treffs, Vorträge und Exkursionen des VDI BV Bayern Nordost

17. Januar 2021 / Sonntag

11:00 Workshop

**FIB Nürnberg: Von der Ego- zur Ökosystem-Wirtschaft**

Veranstalter: Netzwerk Frauen im Ingenieurberuf Nürnberg  
Ort: Nürnberg  
Adresse: 90489 Nürnberg, tba  
Referent: Dipl.-Ing. Marianne Schweinesbein  
Anmeldung: vdi@th-nuernberg.de oder fib@bv-bno.vdi.de

28. Januar 2021 / Donnerstag

18:00 Online-Veranstaltung

**Resilient durch die Corona-Zeit und andere Krisen-Situationen**

Veranstalter: VDI-Netzwerk Produkt- und Prozessgestaltung  
Referent: Diplom-Informatiker Thomas Apfel  
Anmeldung: Online Anmeldung

17. Februar 2021 / Mittwoch

20:00 Treff

**FIB Nürnberg Stammtisch**

Veranstalter: Netzwerk Frauen im Ingenieurberuf Nürnberg  
Ort: Nürnberg  
Adresse: 90489 Nürnberg  
Info: Präsenz- oder Online-Veranstaltung wird entsprechend der gegebenen Situation ca. 2 Wochen vor der Veranstaltung bekannt gegeben  
Anmeldung: vdi@th-nuernberg.de oder fib@bv-bno.vdi.de

22. Februar 2021 / Montag

19:00 Online-Veranstaltung

**1,5-Grad-Ziel – Treibhausgasbilanz erdgasbetriebener BHKW im Kontext der Energiewende**

Veranstalter: VDI-Netzwerk Digitalisierung & Nachhaltigkeit  
Referent: Regina Trötsch M.Eng.  
Anmeldung: Online-Anmeldung

25. Februar 2021 / Donnerstag

18:00 Online-Veranstaltung

**Modernes Changemanagement – wie agile Transitionen und andere Veränderungen gelingen**

Veranstalter: VDI-Netzwerk Produkt- und Prozessgestaltung  
Referent: Dr. rer. nat. Karl Kollisch, Advanced Agile Coaching and Training  
Anmeldung: Online Anmeldung

## Zukunftsmuseum Nürnberg Der VDI Bayern Nordost und das Deutsche Museum Nürnberg

Aus dem Deutschen Museum Nürnberg hört man: „Alles auf Endspurt! Mittlerweile steuern wir auf Weihnachten zu und die Eröffnung – im Frühling 2021 – ist in greifbarer Nähe. Wir freuen uns, zahlreiche Besucher im kommenden Jahr in unserer Ausstellung begrüßen zu dürfen.“

Das 1903 eröffnete Deutsche Museum München wurde – wer weiß das noch? – vom Ingenieur Oskar von Miller gegründet. Von Miller wurde 1930 zum Vorsitzenden des Vereins Deutscher Ingenieure VDI e.V. gewählt. Und so ist es nur logische Konsequenz: Der Bezirksverein Bayern Nordost des VDI (VDI-BNO) hat bereits, kurz nachdem die Gründung der Dependence beschlossen war, entschieden, ganz bewusst offizieller Kooperationspartner des Nürnberger Ablegers zu werden. Deshalb ist der VDI-BNO bereits bei der Eröffnungsveranstaltung mit zwei eigenen Sessions dabei. Und künftig wird das eine Tafel im Eingangsbereich der Ausstellung verdeutlichen.

Michael Gundermann ist auf Seiten des VDI-BNO als Projektleiter für die Zusammenarbeit mit dem Zukunftsmuseum zuständig. „Es steht bereits fest: Der Bezirksverein wird die tollen Räumlichkeiten mitten im Herzen der Nürnberger Altstadt für Vorträge, Workshops und andere Ver-

anstaltungen nutzen.“ Zur Vorbereitung gab es eine Besichtigung der Räume im Juli, eine Fragen-und-Antwort-Runde um Inhalte und Konzepte im September und eine Besprechung mit den Museumsverantwortlichen im November. „Die Ergebnisse all dieser Gespräche werden in eine bereits in Arbeit befindliche Nutzungsvereinbarung einfließen.“

Nicht nur die VDI-Netzwerke können die modernen Räumlichkeiten für Veranstaltungsformate nutzen, sie stehen auch für die VDI-Zukunftspiloten, den technikinteressierten potenziellen Ingenieur Nachwuchs zwischen 13 und 18 Jahren, bereit. Das Forum im ersten Stock böte in den Abendstunden Raum für größere Sonderveranstaltungen. „Die sollten sich idealerweise an den Ausstellungsobjekten und -themen des Zukunftsmuseums orientieren. Nach aktuellem Stand kommen auf die ehrenamtlichen Betreuer noch einige organisatorische Zusatzbelastungen zu“, erläutert Projektleiter Michael Gundermann. Das betreffe die Vorbereitung genauso wie die Durchführung der Veranstaltungen.

Doch trotz solcher organisatorischen Herausforderungen: „Der gesamte Vorstand des VDI-BNO steht hinter der künftigen Kooperation mit dem Deutschen Museum Nürnberg, dem Zukunftsmuseum Deutsch-

lands, das den Anspruch hat, weltweit einmalig zu sein“: Matthias Kißmer, der Vorsitzende des VDI-Bezirksvereins, freut sich zusammen mit dem gesamten Projektteam bereits jetzt auf die bevorstehende Eröffnung.

*Michael Gundermann und Hans-Georg Manns*

Mail-Kontakt Michael Gundermann: [suj-bno@vdi.de](mailto:suj-bno@vdi.de)

### Zukunftsmuseum

Wer vom „Deutschen Museum Nürnberg“ noch nichts gehört hat, hier eine kurze Erklärung: Während das „Original“ auf der Museumsinsel in München gerade runderneuert wird, um die Technikgeschichte bald wieder völlig neu zu präsentieren, entsteht in Nürnberg mit Blick auf die Pegnitz ein Ableger, der eine völlig andere Frage beantworten soll: Wie geht es weiter mit der menschengemachten Technik? Der offizielle Titel des Hauses ist Zukunftsmuseum; in den vergangenen drei Jahren wuchs das (langfristig angemietete) Gebäude Stockwerk um Stockwerk. Das wohl spektakulärste Ereignis im Herbst 2020: In mehreren weißen Schalen wird auch der Globus für den Themenbereich „System Erde“ geliefert. Man darf also gespannt sein – nicht nur, weil die Besucher im Aufzug von bekannten Science-Fiction-Helden begleitet werden sollen. [www.deutsches-museum.de/Nuernberg](http://www.deutsches-museum.de/Nuernberg)



**Ausgewählte Termine des Instituts für Bau und Immobilien (ibi)**

# HOLZBAU 21: Online-Fachtagung am 26.02.2021  
Informationen unter [www.hs-augsburg.de/ibi](http://www.hs-augsburg.de/ibi)

30.06.2021: Bewerbungsschluss berufsbegleitendes Zertifikatsstudium Fachingenieur Holzbau  
Informationen unter [www.hs-augsburg.de/holzbau](http://www.hs-augsburg.de/holzbau)

04.10.2021: Studienstart berufsbegleitendes Zertifikatsstudium Fachingenieur Holzbau  
Informationen unter [www.hs-augsburg.de/holzbau](http://www.hs-augsburg.de/holzbau)

# VDI AK Unternehmer und Führungskräfte München Gutes Licht zum Arbeiten

Der VDI Arbeitskreis der Unternehmer und Führungskräfte befasste sich mit dem Thema Licht, da gerade jetzt die Tage kürzer und dunkler werden, so dass wir künstliches Licht und die richtige Beleuchtung zu schätzen wissen – sowohl im privaten Umfeld als auch am Arbeitsplatz jeder Art. Funktionales Licht – also die Beleuchtung von Arbeitsflächen in Büros und Werkstätten – nimmt in seiner Bedeutung als Produktionsfaktor zu. Insbesondere die Nutzung von LED sorgt für signifikante Energieeinsparungen sowie für die Verbesserung von menschlicher Arbeitsleistung und Sehkraft.

Licht-Experte Oliver Prietze, als Diplom-Betriebswirt und Diplom-Wirtschaftsingenieur stetig an der Schnittstelle Technik-Betriebswirtschaft, kennt Leuchten nahezu aller Art und für jeden Zweck. Besonders interessieren ihn die Renovierung von Beleuchtungsanlagen in Industrie- und Logistikhallen, die Verbesserung

der Lichtqualität am Arbeitsplatz sowie die Senkung des Energieverbrauchs.

### Was ist Licht?

Licht ist der sichtbare Teil elektromagnetischer Strahlung.

Die Lichtgeschwindigkeit liegt bei  $2,98 \times 10^8$  m/s, also rund 300.000 km/s. Das Lichtspektrum reicht von 380 Nanometer (violett) bis 780 Nanometer (rot). Farbige Objekte sehen wir nur farbig, wenn das Spektrum der Lichtquelle diese Farben enthält. Die Summe aller Farben des Lichtspektrums ergibt das weiße Sonnenlicht.

Die Planung guter Beleuchtung ergibt sich aus der Beziehung von

- Sehleistung – bestimmt durch Beleuchtungsstärke, Reflexionsgrad und Blendungsbegrenzung
- Sehkraft – bestimmt durch Farbwidrigkeit und harmonische Helligkeitsverteilung
- Visuelles Ambiente – bestimmt durch Modellierung, Lichtfarbe und Lichtrichtung

Ein wolkenloser Sommertag hat eine Beleuchtungsstärke von 100.000 Lux. Eine immerhin mondhelle Nacht liegt bei nur 0,2 Lux. Für Arbeitsstätten im Innenraum normiert die DIN EN 12464-1 die Beleuchtungsstärke auf 500 Lux im Büro, 1.000 Lux für Feinmechanik-Arbeiten und an die 100.000 Lux für ein Operationsfeld. Neuanlagen weisen höhere Beleuchtungsstärken auf, da das Beleuchtungsniveau im Betrieb durch Verschmutzung und Alterung von Leuchten, Lichtquellen und Räumen abnimmt. Die Lichtfarbe (auch Farbtemperatur genannt) von warm bis kühl bestimmt nicht nur den Raumeindruck, sondern auch den menschlichen Bio-Rhythmus. Sie reicht von warmweiß (2.700-3.300 Kelvin) über neutralweiß (3.300-5.300 K) bis hin zu Tageslichtweiß (> 5.300 K).

### Licht trifft Mensch

Geblendet fühlen wir uns bei zu hoher Leuchtdichte, frei strahlenden Lampen, falsch montierten Leuchten oder Lichtreflexen. Zur Vermeidung von Blendungen sollten Lichtquellen abgeschirmt und Leuchten günstiger positioniert werden. Aber auch die Anordnung der Arbeitsplätze oder die Einrichtung mit matten Oberflächen schafft Abhilfe. Besseres Licht bringt mehr Lebensqualität, denn Licht wirkt dreifach: beim Sehen selbst, aber auch emotional und bezüglich der inneren Uhr. Licht ist der Taktgeber für Wach-/Schlafphasen – morgens als Stimmungsaufheller, während ein Abend ohne Lichtreize uns müde werden lässt. Tagsüber zu wenig Licht kann schlechten Schlaf in der Nacht zur Folge haben.

„Human Centric Lighting“ (HCL) verbindet Leistungs- und Kosteneffizienz der Beleuchtung mit Arbeitsplatzergonomie. Mitarbeiter sollen sich wacher fühlen und durch Förderung der Konzentration eine verbesserte Leistungsfähigkeit ent-

wickeln, so dass die Arbeit leicht von der Hand geht. Bei der Umsetzung der Beleuchtung heißt das, ein Büro tagsüber hell-großflächig zu beleuchten und abends gerichtetes, punktuell Licht einzusetzen. Beleuchtungsstärke und Blauanteile im Licht steigen bis zur Mittagszeit an und nehmen zum Abend ab. Kurze „Lichtduschen“ am Mittag oder frühen Nachmittag wirken zusätzlich stimulierend.

### Künstliche Beleuchtung

Licht beeinflusst die Gesamtperformance eines Unternehmens, wobei die Betriebskosten bis zu 80 Prozent der Gesamtkosten einer Lichtanlage ausmachen:

- Kosten für Strom (Licht + ggfs. Kühlung) und Wartung
- Produktivität durch Beleuchtungsstärke/-komfort und biologischer Lichtwirkung

- Gesundheit, Sicherheit und Umwelt
- Gesundheit, Sicherheit und Umwelt durch Schadstoffreduzierung, angepasste Beleuchtungsstärke/reduzierte Blendung sowie verringerten CO<sub>2</sub>-Ausstoß/Abfall

Die Beleuchtungsoptimierung bestimmt stattliche Energieeinsparpotenziale (siehe Grafik), vor allem wenn sie durch gutes Lichtmanagement gesteuert wird, z. B. mit Präsenzsteuerung für Verkehrswege, Lager und automatisierte Bereiche wie auch tageslicht- und tageszeitabhängige Regelungen. Eine Beleuchtungsrenovierung wird wirtschaftlich umso attraktiver, je mehr Beleuchtungsstunden anfallen – bei Normalarbeitszeiten über Doppelschichten bis hin zu 24/7 Betriebszeiten. Das kann schon rund 500 Euro je Leuchte

über 10 Jahre beim Austausch veralteter Hallenpendelleuchten in einer Industriehalle ergeben. Besonders LED-Leuchten zeichnen sich durch ihre Beleuchtungsstärke und Effizienz aus – optimal abgestimmte Ansteuerung mit thermischem, optischem Design auf kleinstem Raum bei hoher Langlebigkeit und geringstem Wartungsaufwand.

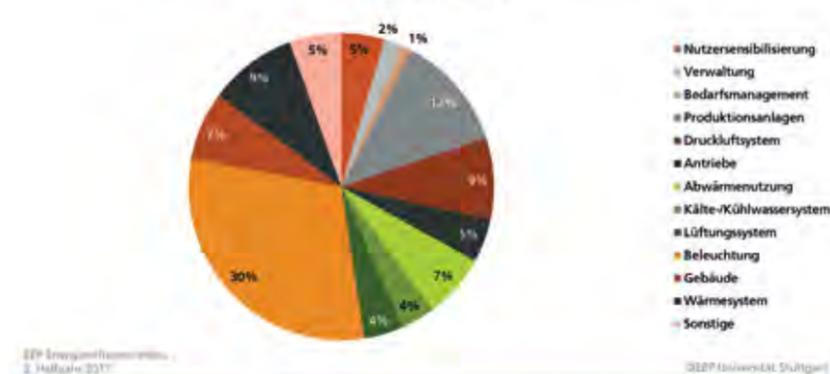
Christa Holzenkamp  
Leitung VDI  
Arbeitskreis UuF



## Bereiche größter Effizienzsteigerung (Multiple Choice)

Neben der Beleuchtung gab es vor allem bei Produktionsanlagen, Druckluft und Wärmesystem die relativ größten Einsparungen.

In welchem Bereich haben Energieeffizienz-Maßnahmen in Ihrem Unternehmen zur größten Energieeffizienzsteigerung (relative Einsparung) geführt? (n=1047)



Maßnahmen bei Beleuchtung haben mit 30% die größte Energieeffizienzsteigerung (relative Einsparung) erzielt (n=1.047 Unternehmen)

**20 JAHRE ONLINE**

**Web Omega ab 340,- €**

**eDesk von 65 - 130 cm ab 448,- €**

**VLUV ab 67,14 €**

HOTLINE: 0611 - 18 55 180 | service@schultz.de

ONLINE-SHOP: www.schultz.de

# VDI AK FiB Nürnberg Führungskompetenz in Zeiten der Veränderung

Das FIB-Seminar am 17.10.2020 in Nürnberg war die einzige Präsenzveranstaltung im BV Bayern Nordost im zweiten Halbjahr 2020.

Was für ein brennendes Thema in Zeiten einer Pandemie und unruhiger Wirtschaft! Fortschritt oder Umstrukturierung, technologischer Wandel oder organisatorische Veränderung – mit welchen Reaktionen müssen wir als Führungskräfte rechnen? Wie können wir mit Verunsicherung, Ängsten und Widerständen in unseren Teams professionell umgehen? Wie führen wir in schwierigen Phasen und motivieren unsere Mitarbeitenden dazu, sich auf Neues, noch Unbekanntes einzulassen und dadurch die Veränderungsprozesse mitzugestalten?

Das Seminar der Frauen im Ingenieurberuf (fib) war super aktuell. Unter Beachtung der gebotenen Corona-Vorsichtsmaßnahmen – Abstand/Lüften/Maskenpflicht/Desinfektion – konnte es erfreu-

licherweise live stattfinden. Den acht Teilnehmerinnen fiel es entsprechend leicht, realitätsnahe Beispiele zu den besprochenen Themen einzubringen, auf die Nancy Zernickow als Referentin kompetent einging und Impulse aus ihren langjährigen Erfahrungen geben konnte.

Bereichernd waren auch die verschiedenen Gruppenarbeiten, um die Auslöser für Ängste oder die verschiedenen Formen von Verweigerung besser zu verstehen. So konnten die Teilnehmerinnen selbst neue Einsichten gewinnen und daraus erste Strategien entwickeln, um ihre Teams in Zukunft positiv auf die Erreichung neuer Projekt- und Unterneh-

mensziele einzustimmen und erfolgreich durch Veränderungsprozesse zu führen. Eine gelungene Veranstaltung, in der die Zeit wie im Flug verging und alle in der Hoffnung übereinstimmten, dass es hoffentlich bald wieder ein Seminar zu einem ähnlich spannenden Thema geben kann.

Johanna Uhl

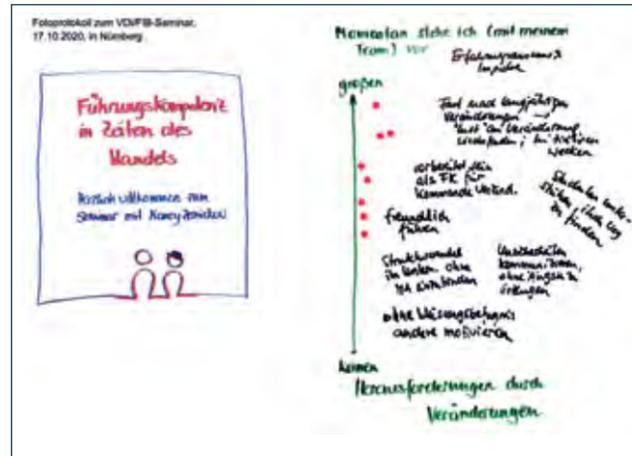


Foto: VDI

# Innung für Elektro- und Informationstechnik München (IEIM) Neues Bildungszentrum eröffnet

Der große Fachkräftebedarf im Elektrohandwerk, insbesondere in München und Oberbayern, erfordert verstärkte Ausbildungsmaßnahmen und ein erweitertes Bildungsangebot. Da die IEIM an ihrem Standort in der Münchner Innenstadt an Kapazitätsgrenzen stieß, wurde nach zweijähriger Bauzeit die hochmoderne Bildungsstätte mit einer Bruttogrundfläche von 8.500 m<sup>2</sup> bezogen. „Das neue Bildungszentrum ist Grundvoraussetzung für die

Aus- und Fortbildung in allen Zukunftsthemen der elektro- und informationstechnischen Berufe“, betont Innungsgeschäftsführer Dr. Matthias Schönberger.

Die Münchner Elektroinnung ist mit ihrem neuen Bildungszentrum auf die Anforderungen in den Fachbereichen Elektro- und Informationstechnik sowie Elektromaschinenbau bestens auf die Zukunft vorbereitet.

Sabine Schreiner



Das neue Bildungszentrum der IEIM

Foto: IEIM

## VDI-Netzwerk Produkt- und Prozessgestaltung Bayern Nordost

### Resilient durch die Corona-Zeit und andere Krisen-Situationen

Referent: Diplom-Informatiker Thomas Apfel

Die SARS-CoV-2-Pandemie stellt uns Ingenieure vor gesundheitliche, berufliche und finanzielle Herausforderungen. Wenn diese sehr groß werden, kann es zu körperlichen oder mentalen Stressreaktionen kommen, wie z. B. Nervosität, beschleunigte Herzschlagfrequenz oder negative Gedankenspiralen, die unsere Gesundheit beeinträchtigen. Durch die Gesundheitsübungen Chi Kung kann unsere gesamte physische und psychi-

sche Leistungsfähigkeit auf natürliche Art positiv beeinflusst werden. Beispielsweise werden unsere Abwehrkräfte gestärkt, die Folgen von Stress reduziert und unser Herz-Kreislaufsystem gekräftigt. Chi Kung bedeutet „Kultivierung der Lebensenergie“ und beinhaltet eine Vielzahl von ganzheitlichen Gesundheitsübungen mit jahrhundertealter Tradition in der Traditionell Chinesischen Medizin

(TCM). In Zeiten von Corona sind die Übungen des Zhan Zhuang zur Stärkung der Lungen besonders wichtig. Weitere Informationen zu Chi Kung: <https://link.chi-kung.org/vdi>

**28. Januar 2021  
18.00 – 19.30 Uhr  
Online-Seminar**

Bitte melden Sie sich online an

## Leserbrief zu TiB04/2020 „Energiekonzepte“; S.16/17

Zu dem Leserbrief von Hr. Rudat zu dem Artikel „Energiekonzepte“ und der Antwort von der Forschungsstelle für Energiewirtschaft in der TiB06/2020 habe ich einige Anmerkungen:

1. Eine ausschließliche Betrachtung der Klimabilanz nur von der Batterie eines Elektrofahrzeuges alleine ist nicht sehr aussagekräftig. Vielmehr ist die Klimabilanz des Gesamtfahrzeuges über dessen Lebensdauer zu betrachten. Die großen deutschen Hersteller von e-Fahrzeugen bieten ihren Kunden für die Batterie eine Garantie von 8 Jahren bzw. 160.000 km. Danach ist die Batterie noch einsatzfähig, hat aber nur noch etwa 70 % der ursprünglichen Performance. Man kann mit dieser Batterie zwar immer noch fahren, aber die Reichweite pro Ladung ist entsprechend eingeschränkt. Nach 8 Jahren Einsatzdauer fällt die Performance einer Batterie sehr schnell ab, d. h. dass nach etwa 9 bis 10 Jahren eine teure Austauschbatterie nötig wird. Da die Automobilhersteller in der Regel mit einem Faktor zwischen 2 und 3 für Ersatzteilpreise rechnen, ist eine Austauschbatterie sehr teuer. Das heißt, wenn man eine Ersatzbatterie benötigt, kommt das eigentlich einem Fahrzeugtotalschaden gleich. Kaum jemand wird eine teure Ersatzbatterie kaufen. Stattdessen wird

man lieber gleich ein neues e-Fahrzeug bestellen, zudem man derzeit dafür sogar erhebliche Subventionen bekommt. Das bedeutet aber, dass ein e-Fahrzeug maximal eine Lebensdauer von kaum mehr als 10 Jahren erreicht. Im Vergleich dazu fährt jedoch ein modernes Dieselfahrzeug locker 20 Jahre mit km-Leistungen von weit über 400.000 km. Den e-Fahrzeugherstellern ist dieses Nachhaltigkeitsproblem natürlich auch bekannt. Deshalb versucht man mit Sonderbedingungen, den Kunden von „Alt-e-Fahrzeugen“ ein neues e-Modell anstelle einer Austauschbatterie anzubieten.

2. Recycling: Um Ressourcen zu schonen, gibt es mehrere technologische Ansätze, um die Rohmaterialien aus einer Lilon-Fahrzeugbatterie wieder zurückzugewinnen. Leider sind alle diese Ansätze sehr energieintensiv und deshalb teuer. Außerdem werden für die Produktion von Lilon-Batterien Rohstoffe in einem Reinheitsgrad gefordert, den man aus den derzeit bekannten Recyclingprozessen nicht bekommt. Deshalb verwenden derzeit die Batteriehersteller keine recycelten Materialien für die Produktion von Lilon-IEIM-Fahrzeugbatterien.
3. Second-Life (SL)-Anwendungen: Eine SL-Verwendung von „Alt-e-Fahrzeugbatterien“

wird immer wieder diskutiert, aber leider ist eine Verwendung, z. B. als Pufferbatterie für Photovoltaikanlagen, in weiter Ferne. Die Gründe dafür sind zum einen die Lebensdauerproblematik. Bei Photovoltaikanlagen geht man üblicherweise von einer Lebensdauer von 25 Jahren und mehr aus. Welchen Sinn macht es, wenn man eine 10 Jahre alte Batterie aus einem alten e-Fahrzeug als Pufferbatterie für eine PV-Anlage einbaut, die dann noch einmal weitere 25 Jahre funktionieren soll? Außerdem hat eine Alt-Batterie nur noch etwa 70 % der Performance und wird sehr schnell an ihr Lebensende kommen. Die SL-Verwendung einer ausrangierten Fahrzeugbatterie erscheint deshalb mehr als fraglich. Ein weiteres Problem bei der SL-Anwendung ist die Sicherheit der Altbatterie. Da man die Einsatzbedingungen einer Batterie aus dem „ersten“ Leben nicht kennt, weiß man auch nicht, ob die Batterie vorgeschädigt wurde. Diese Vorschädigung macht sich evtl. erst im Laufe der weiteren Alterung bemerkbar – dann aber mit gravierenden Folgen. Wer würde sich schon eine Lilon-Altbatterie in den Keller stellen, die sich möglicherweise unkontrolliert erhitzen kann oder sogar zu brennen kommen könnte?

Dr. Karl Oefele

## VDI AK Studenten und Jungingenieure und Cross Cultural Group Interkulturelle Kommunikation weiterentwickeln

Bei den Aktivitäten des AK Studenten und Jungingenieure und der Cross Cultural Group steht die interkulturelle Kommunikation in der kommenden Zeit im Vordergrund. Nach wie vor ist der Kontakt zu den Hochschulen und Universitäten in München ein wichtiger Bestandteil innerhalb des Bezirksvereins, der weiterhin gestärkt werden soll. Der AK Studenten und Jungingenieure SuJ veranstaltet im Januar einen Online-Stammtisch im Sinne der interkulturellen Verständigung unter Studenten. Die Veranstaltung findet zusammen mit einer internationalen Studentengruppe der Technischen Universität München statt und behandelt das Thema Technik & Sport. Bereits Mitte Dezember stand das Thema Robotik im Mittelpunkt des internationalen Treffens. Auch bei den monatlichen Zusammenkünften der Cross Cultural Group (CCG) laufen die Vorbereitungen für eine Ver-

anstaltung im Frühjahr 2021. Zu Gast werden die Referenten Mario Müller (Infineon; Co-Founder APureMind) und Marcelo Costa e Silva (BMW Group) sein, beide sind weltweit tätig. Bei ihrer täglichen Arbeit bringen sie internationale Teams zusammen und fördern den interkulturellen Austausch. Bei der Online-Veranstaltung wird interkulturelle Kommunikation unter zwei verschiedenen Herangehensweisen beleuchtet: einerseits die internationale Teamentwicklung zu einer effizienten interkulturellen Gruppe, unterstützt durch ein methodisches Leadership-Konzept, das auf Vertrauen, Respekt und Wir-Intelligenz fußt. Der Mut zum Wandel und zur Innovation wird so gefördert. Andererseits Gesichtspunkte der interkulturellen Kommunikation, bezogen auf die zwischenmenschlichen und sozialen Beziehungen von Teammitgliedern unterschiedlicher Kulturen.

Der Fokus wird auf das Wir-Gefühl eines Teams gerichtet – was die Basis für eine gelungene interkulturelle Kooperation bildet. Insbesondere werden hierbei die Verknüpfungen beider Herangehensweisen beleuchtet. Gerade in der oft beschriebenen Zeit des Wandels und der Veränderung werden Möglichkeiten aufgezeigt, eine gemeinsame vertrauens- und respektvolle Kommunikation und Zusammenarbeit zu entwickeln.

Theresa Pohl und  
Thomas Erler

### Kontakt für Anknüpfungspunkte und Informationen

SuJ: Theresa Pohl info@su-j-muenchen.de  
CCG: Thomas Erler ccg@vdi-sued.de

### VDI-Netzwerk Produkt- und Prozessgestaltung Bayern Nordost

#### Modernes Changemanagement – wie agile Transitionen und andere Veränderungen gelingen

Referent: Dr. rer. nat. Karl Kollischan, MIND AND METHODS, Advanced Agile Coaching and Training

Changemanagement umfasst alle Prinzipien und Aktivitäten, die zum Ziel haben, Prozesse, Organisationsstrukturen, Strategien und Verhaltensweisen in Unternehmen zu verändern und so an neue Marktgegebenheiten optimal anzupassen. Dies ist essenziell für den wirtschaftlichen Erfolg und den Fortbestand. In vielen Unternehmen je-

doch geraten agile Transformationen oder andere Veränderungsinitiativen ins Stocken oder schlagen ganz fehl. Häufig liegt das daran, dass die angestrebten Änderungen nicht zur bestehenden Unternehmenskultur passen und die Mitarbeiter keine positive Einstellung zum Zielzustand gewinnen. In diesem Vortrag lernen Sie die Grund-

lagen eines modernen Changemanagements kennen, das nicht nur agile Methoden verwendet, sondern im Herzen agil ist.

**25. Februar 2021**  
**18.00 – 19.30 Uhr**  
**Online-Seminar**

Bitte melden Sie sich online an

### BUCHBESPRECHUNG



Erfolgsfaktor Künstliche Intelligenz  
KI in der Unternehmenspraxis:  
Potenziale erkennen – Entscheidungen treffen

Tim Cole  
Hanser, München 2020  
ISBN 978-3-446-46477-3  
29,99 Euro

Da hat jemand offensichtlich viel gelesen. Tim Cole hat sich in einer irren Fleißarbeit in das Thema KI eingearbeitet. Cole liefert seit Jahrzehnten Bücher rund um das Internet ab und agiert dabei gerne als Mischung aus Wanderprediger und Bergführer. Cole will immer das zeigen, was andere gerne übersehen. Das gute alte Fachbuch ist aktueller und informativer denn je, vor allem, wenn der Autor gut vernetzt ist und mit Originalquellen reden kann, die nicht jedem zugänglich sind. Dies trifft auf Tim Cole zu, wie man schnell merkt. Er denkt von der Wirtschaftsseite her und geht das Thema pragmatisch an. Was wird wann wo zum Trend, fragt er. Herausgekommen ist das ideale Weihnachtsgeschenk für CEO und CTO. Der Leser wird bei Cole viele Argumente finden, falls er auf der Suche nach Geldgebern und Investoren für KI-Projekte ist. Ohne KI läuft fast nichts mehr. Vom selbstfahrenden Auto bis zur Datenanalyse, etwa, um Kunden zu gewinnen, Verbrecher zu jagen oder wie in UK ein Referendum. Das wussten wir alle zwar irgendwie auch vorher schon, aber eben ohne all die Details, die Cole sorgfältig recherchiert hat. Eine Fleißarbeit eben, für die es auf dem Buchmarkt aktuell wenig Konkurrenz gibt. KI sorgt

dafür, dass Google und Amazon uns alle so individuell und zielgerichtet ansprechen, sie sorgt aber auch dafür, dass Logistiker unter Milliarden möglicher Routenkombinationen die kostengünstigste Variante für ihren Fuhrpark finden. Es ist schon beeindruckend, zu lesen, wie viele Gewerke inzwischen mit KI in Berührung gekommen sind oder sehr bald in Berührung kommen werden. Der Autor verschweigt dabei durchaus nicht die möglichen Risiken einer unkontrollierten KI, sieht KI aber vor allem als große Chance für zahlreiche Wirtschaftsbereiche. Aus dem Glaubenskrieg zwischen regelbasierter und datenbasierter (Big-Data) KI hält Tim Cole sich heraus. Er überlässt die mit religiöser Inbrunst geführte Schlacht unter Professoren den diversen wissenschaftlichen Fraktionen. Hier ist Cole ganz Bergführer. Wichtig ist, das Ziel zu erreichen. Gern hätte man etwas mehr zur Geschichte der KI erfahren. Die ist nämlich schon zwei Mal in den letzten 60 Jahren gescheitert, weil die Hardware nicht schnell genug war. Doch nun passt alles, und dem Business steht nichts mehr im Wege. Für Details gibt es schließlich Lehrbücher von Mathematikern.

Bernd Schöne

VDI

## VDI BV München

# Unterstützung gesucht!

Folgende Arbeitskreise suchen Unterstützung im Leitungsteam: Bio-, Medizin- und Umwelttechnik, Produktion und Logistik und Frauen im Ingenieurberuf.

Wenn Sie fachlich interessiert sind und gerne ein AK-Team mit aufbauen oder unterstützen wollen, melden Sie sich bitte in der BV-Geschäftsstelle: Tel. (0 89) 57 91 22 00, E-Mail: [bv-muenchen@vdi.de](mailto:bv-muenchen@vdi.de)

## Wir freuen uns auf Ihren Anruf!

## Impressum

**Herausgeber:**  
 Verein Deutscher Ingenieure (VDI),  
 Bezirksverein München, Obb. u. Ndb. e.V. (BV München)  
**Anschrift der Redaktion:**  
 „Technik in Bayern“, Westendstr. 199 (TÜV)  
 80686 München

**Chefredakteur:** Dipl.-Ing. Friedrich Münzel (verantw.)  
**Chefin vom Dienst:** Silvia Stettmayer  
 Tel. (0 89) 57 91 24 56, Fax (0 89) 57 91 21 61  
 E-Mail: tib@bv-muenchen.vdi.de

**Redaktion:**  
 Hermann Auer Ing. (grad.); Dr. Dina Barbian; Dipl.-Ing.  
 Wolfgang Berger; Dr. Frank Dittmann; Christina Kauf-  
 mann M.A.; Bernhard Kramer M.Sc.; Dipl.-Ing. Jochen  
 Lösch; Dipl.-Ing. Harold Plesch; Dipl.-Ing. Walter Tengler

**Verlag:**  
 MuP Verlag GmbH  
 Nymphenburger Str. 20b, 80335 München  
 Tel. (089) 1 39 28 42-0, Fax: (089) 1 39 28 42-28  
 Geschäftsführer: Christoph Mattes

**Anzeigenleitung:** Christoph Mattes  
 Tel. (089) 1 39 28 42-20, Fax: (089) 1 39 28 42-28  
 E-Mail: christoph.mattes@mup-verlag.de

**Anzeigenverkauf:** Regine Urban-Falkowski  
 Tel. (0 89) 1 39 28 42-31, Fax: (0 89) 1 39 28 42-28  
 E-Mail: regine.urban@mup-verlag.de  
 Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 24 von 01.01.2021

**Vertriebsleitung:** Philip Esser  
 Tel. (0 89) 1 39 28 42-33, Fax: (0 89) 1 39 28 42-28  
 E-Mail: philip.esser@mup-verlag.de

**Layout und Grafik:** Ines Fischer

**Internet-Service:** SpaceNet AG

24. Jahrgang 2021  
 Technik in Bayern erscheint zweimonatlich und ist das  
 gemeinsame MitgliederMagazin des VDI BV München,  
 des VDI BV Bayern Nordost e. V. und des VDE Südbay-  
 ern. Der Bezugspreis ist bei VDI- und VDE-Mitgliedern  
 der Bezirksvereine in Bayern sowie dem IDV in der  
 Mitgliedschaft enthalten.

Jahresabonnement 36,- Euro / 72,- SFr; Einzelheft 8,-  
 Euro / 16,- SFr. Jahresabonnement für Studenten gegen  
 Einsendung einer entsprechenden Bestätigung 27,-  
 Euro/ 54,- SFr. Der Euro-Preis beinhaltet die Versand-  
 kosten für Deutschland und Österreich, der SFr-Preis  
 die Versandkosten für die Schweiz. Bei Versand in das  
 übrige Ausland werden die Porto-Mehrkosten berechnet.  
 Die Abodauer beträgt ein Jahr. Das Abo verlängert sich  
 um ein weiteres Jahr, wenn es nicht zwei Monate vor  
 Ablauf schriftlich gekündigt wird.

**Urheber- und Verlagsrecht**

Die Redaktion behält sich vor, Manuskripte und Leser-  
 briefe zu redigieren. Sie übernimmt keine Haftung für  
 unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illustra-  
 tionen. Die systematische Ordnung der Zeitschrift und  
 alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildun-  
 gen sind urheberrechtlich geschützt.  
 Mit der Annahme eines Beitrags zur Veröffentlichung  
 erwirbt der VDI vom Autor umfassende Nutzungsrechte  
 in inhaltlich unbeschränkter und ausschließlicher Form,  
 insbesondere Rechte zur weiteren Vervielfältigung mit  
 Hilfe mechanischer, digitaler und anderer Verfahren.

**Druck:** Mayr/Miesbach GmbH  
 Am Windfeld 15, 83714 Miesbach

Technik in Bayern ISSN1610-6563

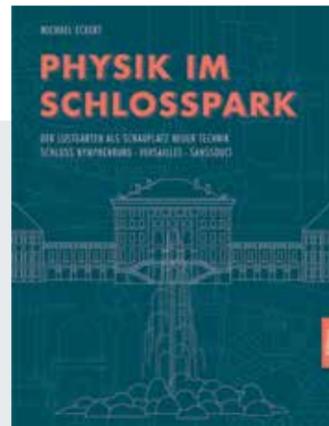
**Nächster Redaktionsschluss:** 18.01.2021

## Das Holztechnische Museum Rosenheim



Das Holztechnische Museum im Ellmaier-Haus im Zentrum von Rosenheim

Foto: Ken Schluchtmann



**Physik im Schlosspark**  
 Der Lustgarten als Schauplatz  
 neuer Technik  
 Schloss Nymphenburg,  
 Versailles, Sanssouci

Michael Eckert  
 Allitera, München 2020  
 ISBN 978-3-96233-114-6  
 24,90 Euro

Spaziergänge gehören derzeit zu den wenigen Aktivi-  
 täten, die den Pandemiemaßnahmen nicht zum Opfer  
 gefallen sind und als Münchner kann man sich dem  
 Luxus hingeben, in der im frühen 18. Jh. errichteten  
 Barockanlage des Nymphenburger Schlossparks zu  
 lustwandeln. Wenn Sie das vorliegende Buch des Physi-  
 kers und Wissenschaftshistorikers Michael Eckert ge-  
 lesen haben, werden Sie z. B. die vielen Kanäle und  
 Brunnen mit anderen Augen sehen, denn diese wunder-  
 schönen Wasserspiele konnten nur mit ausgeklügelter  
 Bewässerungs- und Pumpentechnik funktionieren.

Der Autor „... will den verborgenen Ingenieurleistungen  
 (...) nachspüren“, ohne die das Konzept der barocken  
 Gartenanlage nicht möglich gewesen wäre, und nimmt  
 uns mit auf eine Zeitreise – von der frühen Neuzeit durch  
 das Zeitalter des Barock und die industrielle Revolution  
 bis heute. Er beschreibt die Nutzung und Erprobung der  
 neuesten Technik in den Parkanlagen von Schloss Nym-  
 phenburg und vergleicht sie immer wieder mit den gran-  
 diosen Vorbildern in Versailles und Sanssouci. Doch die  
 Technik wird nicht losgelöst betrachtet – Eckert stellt  
 sie in den Kontext der jeweiligen Gesellschaftsform.  
 Wer mehr über die unkonventionellen Lösungen wissen  
 will, findet im Anhang die „Physikalischen Ergänzun-  
 gen“. Ein umfangreiches Literaturverzeichnis regt zum  
 Weiterlesen an.

Das Buch ist lebendig und anschaulich geschrieben,  
 ansprechend illustriert und ein Tipp für die erste Bücher-  
 bestellung im neuen Jahr. Absolut empfehlenswert.

Silvia Stettmayer



**Der Digitale Weltkrieg**  
 Den keiner bemerkt

Huib Modderkolk  
 Ecowin 2020  
 ISBN 978-3-711002624  
 22,00 Euro

Der berühmte Schlapphut hat bei Spionen schon lange  
 ausgedient. Heute sitzen Computerspezialisten vor ihren  
 Bildschirmen und hacken IT-Systeme irgendwo auf der  
 Welt. Ihre heimlichen Aktivitäten haben ein Ausmaß an-  
 genommen, das der Autor, ein holländischer Investiga-  
 tivjournalist, schon als Digitalen Weltkrieg wahrnimmt  
 (den aber sonst angeblich keiner bemerkt). Das kann  
 man übertrieben finden, aber was der Autor durch mü-  
 ßsame Recherche herausgefunden hat, muss uns sorgen-  
 voll stimmen.

Die Liste möglicher Cybercrimes ist lang. An der Spitze  
 steht natürlich das Ausspähen von Regierungen und von  
 Firmen. Allein China soll zu diesem Zweck 100.000 Hak-  
 ker beschäftigen. Bei Cybersabotage hat man eher den  
 Eindruck von Übungen, denn wer hat schon Interesse,  
 den Hafen von Rotterdam lahmzulegen? Dagegen war  
 die Zerstörungen der iranischen Atomzentrifugen durch  
 den Trojaner Stuxnet eine gezielte Aktion seitens der  
 USA und Israels. Derartige Aktivitäten werden von allen  
 technologisch kompetenten Staaten zumindest vorbe-  
 reitet. Gefährlich für jedermann sind die Ausplünderung  
 von Bankkonten und die Erpressung von Lösegeld durch  
 Verschlüsselung von Computern. Und beunruhigend ist  
 natürlich die Beeinflussung gesellschaftlicher Trends  
 über Verbreitung von Verschwörungsmäthen und durch  
 die Manipulation von Wahlen.

Nicht alles ist neu. Trotzdem liest sich das Buch stellen-  
 weise spannend wie ein Krimi, leider bleiben viele  
 Fragen notgedrungen offen. Alles streng geheim. Aber  
 seien Sie wachsam!

Gerhard Grosch

Das 1990 eröffnete Museum  
 widmet sich dem Werkstoff  
 Holz und seiner Bearbeitung  
 von der Holzgewinnung bis zu den  
 erstaunlichsten Holzprodukten. Auch  
 im Zeitalter von Stahl, Beton und  
 Kunststoff bleibt Holz mit seinen ein-  
 zigartigen Eigenschaften ein bedeu-  
 tender natürlicher Rohstoff, der immer  
 noch Wissenschaftler, Ingenieure,  
 Techniker und Handwerker sowie  
 Künstler und Kunsthandwerker faszi-  
 niert, inspiriert und herausfordert.  
 Den Anstoß für die Gründung des Mu-  
 seums gaben Vertreter der führenden  
 Ausbildungsstätten für Holzberufe in  
 Rosenheim mit der Gründung des Ver-  
 eins Holztechnisches Museum e. V.  
 im Jahr 1979. Firmen und Privatper-  
 sonen unterstützten die Initiative mit  
 Objekten und Spenden. Die Suche  
 nach geeigneten Räumlichkeiten war  
 schließlich mit der Sanierung des  
 „Ellmaier-Hauses“ im Stadtzentrum  
 erfolgreich, und das Museum erhielt  
 ab 1983 im ersten Stock rund 400  
 Quadratmeter Ausstellungsfläche.

Fachliche Unterstützung bei der  
 Erarbeitung eines tragfähigen Mu-  
 seumskonzeptes erhielt der Verein  
 durch die Landesstelle für die nicht-  
 staatlichen Museen in Bayern. Sieben  
 äußerst arbeitsintensive Jahre lagen  
 schließlich zwischen dem Bezug der  
 Räume und der Eröffnung des Muse-  
 ums im Jahr 1990, die von den Mit-  
 gliedern des Vereins ehrenamtlich  
 erbracht worden sind.

Träger des Museums ist der Zweck-  
 verband „Holztechnisches Museum  
 des Bezirks Oberbayern und der Stadt  
 Rosenheim“.

### Informationen

Holztechnisches Museum  
 Max-Josefs-Platz 4  
 83022 Rosenheim  
 Öffnungszeiten:  
 Di. bis Fr. 10-17 Uhr  
 Sa. und jeden 2. und 4. So im Monat  
 13-17 Uhr  
 Montag und Feiertage geschlossen

www.htmverein.de



VORSCHAU

Ausgabe 02/2021 erscheint am 28. Februar 2021 mit dem Schwerpunktthema

## Konzepte der Robotik

Humanoide Roboter und mehr Flexibilität in der Robotik liegen im Fokus der Forschung und deshalb auch in der kommenden Ausgabe. Das breite Spektrum rangiert von modularen Robotern über die Perzeption von Transportrobotern in der Logistik bis hin zur gesellschaftlichen Akzeptanz von Robotern.

Anzeigenschluss: 07. Februar 2021



Schwerpunktthema der Ausgabe 03/2021  
Kreislaufwirtschaft

Anzeigenschluss: 07. April 2021

Schwerpunktthema der Ausgabe 04/2021  
Wasserstoff

Anzeigenschluss: 07. Juni 2021



## Innovativ · Zukunftssicher · Starkes Team

Als Ingenieur (m/w/d) sind Sie bei uns am Puls der Zeit.

Wir bedienen mit fast 400 eigenen Bussen, Straßen- und U-Bahnen ein weit verzweigtes Liniennetz und betreiben die deutschlandweit einzige vollautomatische U-Bahn. Mit digitalen Lösungen bieten wir unseren Kund\*innen eine optimierte Mobilitätskette an – immer dem Klima und vor allem unseren jährlich 150 Mio. Fahrgästen verpflichtet.

Sie wollen mit Ihrem Know-how zur Lebensqualität in der Metropolregion beitragen? Dann gestalten Sie bei der VAG die Mobilität der Zukunft mit.

Jetzt bewerben unter [vag.de/stellen](https://vag.de/stellen)



Für mehr Infos hier scannen



# FÜHRUNGSKRÄFTEAUSBILDUNG FÜR TECHNIKER, MEISTER UND INGENIEURE AUCH OHNE ABITUR UND BERUFSBEGLEITEND



## **Bachelor Technologiemanagement**

- ▶ Kombination aus Technik, Wirtschaft und Management
- ▶ Bis zu 4 Semester anrechenbar



## **MBA General Management**

- ▶ Branchenübergreifende BWL- und Managementkenntnisse
- ▶ Speziell für Ingenieure und Informatiker



## **Master Cyber Security**

- ▶ Schwerpunkte: Industrial oder Automotive IT Security
- ▶ 2-3 Blockveranstaltungen pro Semester



## **Hochschulzertifikate**

- ▶ Lean Management & Kaizen Practitioner
- ▶ Descriptive Data Analytics
- ▶ Six Sigma Yellow Belt

