

VDI

TECHNIK UND LEBEN

VDE HANNOVER

Allein unterwegs

Drohnen überwachen Leitungen per Infrarot

Wärmenetze bestehen größtenteils aus erdverlegten wärmege- dämmten Rohrsystemen. Sie entziehen sich damit einer regelmäßigen Sichtkontrolle zur Zustandserfassung und -bewertung. Eine neue Möglichkeit zur Zustandsanalyse solcher Rohrsysteme bietet die drohnengestützte Thermal-Infrarot-Technologie (TIR). Hintergrund ist das IGF-Forschungsvorhaben „Drohnengestützte Thermografie als Basis der Asset- und Instandsetzungsstrategie von Fern- und Nahwärmenetzen“ – gemeinsam betrieben vom Fernwärme-Forschungsinstitut in Hemmingen (FFI) und dem Institut für Photogrammetrie und Geoinformation der Leibniz Universität Hannover.

Dabei werden mit einem drohnengestützten Mess-System Befliegungen durchgeführt



Thermographie-Drohne mit Monitor am Boden.

Foto: FFI Hemmingen

und evaluiert, um solche Systeme künftig bei der Zustandserfassung von Wärmeleitungen einzusetzen. Die Arbeiten unterstützt der örtliche Energieversorger enercity.

Der Temperaturunterschied zwischen dem Medium – aufbereitetes Wasser – für den Wärmetransport und der äußeren Umgebung des wärmege- dämmten Rohrsystems führt zu einem geringen Wärmeverluststrom. Insbesondere bei schlecht isolierten Punkten oder Leitungsschäden kann es aber zu einer deutlichen Erwärmung der Erdoberfläche über dem wärmege- dämmten Rohrsystem kommen. Die Thermal-Infrarot-Technologie ermöglicht es, bei konstant niedrigen Umgebungstemperaturen den Temperaturunterschied

zwischen dem Bereich der Erdoberfläche, der nicht durch die wärmege- dämmte Rohrleitung beeinflusst wird, und dem Bereich der Erdoberfläche über der wärmege- dämmten Rohrleitung sichtbar zu machen. Diese Temperatur- differenz kann Hinweise auf Schwachstellen in der Wärmedämmung des Rohrsystems oder auf einen Wasseraustritt geben. Durch Thermalbefliegungen mit einer Drohne kann im Gegen- satz zu Befliegungen mit Flugzeugen der Zustand von einzelnen Leitungsab- schnitten schnell erfasst werden. Die Befliegungen sind zeitlich flexibel und auch für kleinflächige Wärmenetze geeignet. Spezielle Auswerteverfahren vermeiden Fehlinterpretationen.

Weiter auf Seite 2

Aus dem Inhalt

IPH ERFORSCHT DROHNENEINSATZ	3
FELDMESSUNG MIT DROHNEN	4
MULTIKOPTER AN DER HsH	5
PFLICHTEN BEIM DROHNENEINSATZ	7
150 JAHRE VDI BV HANNOVER	8
VDE: SCHNELLE MESSUNGEN	12
VERANSTALTUNGEN VDI/VDE	15

Mess-System hilft bei Thermal-Anomalien

Fortsetzung von Seite 1

Auf Basis eines Anforderungskatalogs und dem Stand der Technik hinsichtlich nötiger Sensoreigenschaften wie Bodenauflösung, Temperaturempfindlichkeit und damit einhergehender Parameter für die Flugeinsatzplanung wurde ein drohnengestütztes Mess-System entwickelt. Es verfügt über eine normale Kamera und eine Thermal-Kamera in einem gemeinsamen Gehäuse mit einer 3-Achsen-Steuerung. Bilder und Infrarotbilder werden synchron erfasst und mit Zeitstempeln sowie Positionsinformationen des Global Navigation Satellite System (GNSS) versehen. Dies vereinfacht die Auswertung, da beide Kameras konstant aufeinander orientiert sind. Darüber hinaus sind die Akkus redundant und beheizbar, was Befliegungen bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt erleichtert.

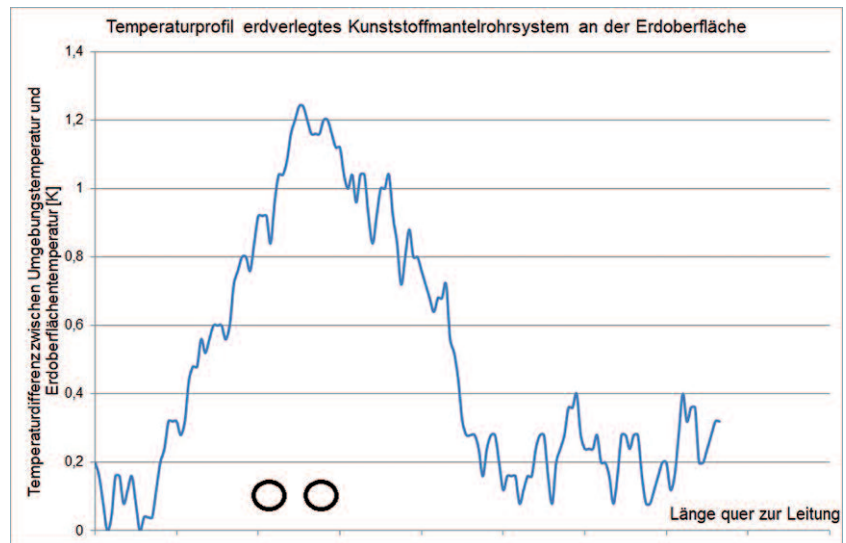
Die Wärmebildkamera misst in einem Spektralbereich von 7,5 µm bis 13,5 µm. Die thermische Auflösung der Wärmebildkamera beträgt 0,05 K. Eine Aufnahme Frequenz von 9 Hz erweist sich wegen der geringen Fluggeschwindigkeit als völlig ausreichend.

Die Drohne verfügt über Sensoren an der Unterseite, Front und Heck. Diese ermöglichen eine Hinderniserfassung. Flüge können über die GPS-Programmierung und Steuerung vorab geplant und automatisiert durchgeführt werden. Die Leistungsfähigkeit des Messsystems ist für den Einsatzzweck optimal zusammengestellt und spezifiziert.

Vorbereitung von Befliegungen

Die Drohne wird über ein Internetportal registriert. In dem Portal werden Informationen zu allen Flugaktivitäten der Drohne gespeichert. Die gespeicherten Daten beinhalten Informationen über das drohnengestützte Mess-System – zu ihnen zählen Akku-Kontrolle, GPS-Daten, Flugroute mit Zeiten, Strecken, Höhen und Geschwindigkeiten – sowie Informationen über das Wetter wie Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit- und -richtung, Bewölkung und Sichtweite.

Die Befliegung wird in den Morgenstunden vor Sonnenaufgang durchgeführt. Nach Festlegung eines Termins für die Befliegung werden die örtliche Polizeidienststelle und Anwohner infor-



Thermalprofil der Oberflächentemperatur bei der Messung über einer Fernwärme-Leitung.
Quelle: FFI Hemmingen

miert. Für die Befliegung sind möglichst hohe Mediumtemperaturen (> 100 Grad), trockene Oberflächen, Windgeschwindigkeiten unter 2 m/s und eine möglichst konstante Außentemperatur unter 10 Grad C erforderlich.

Vor der Befliegung erfolgt die GPS-Programmierung der Flugroute. Die Befliegungen erfolgen in einer Flughöhe von 40 Metern mit einer Fluggeschwindigkeit von 3,5 m/s (ca. 12,5 km/h). Zur Dokumentation wird ein umfangreiches Flugprotokoll einschließlich der Betriebs- und Plandaten des zugehörigen Leitungssystems erstellt.

Für die Bewertung werden orthogonale Thermalbilder (schwarz/weiß) und farbige Luftbilder erstellt und anschließend mit den GIS-Daten des Netzplans verknüpft. Durch Vergleich der orthogonalen Thermalbilder mit Luftbildern und der Netzdokumentation können falsche Thermal-Anomalien wie Straßen- und Gehwegbeleuchtungen, Fahrzeuge oder Personen ausgeschlossen werden.

In Verbindung mit den Informationen über den Leitungsabschnitt lassen sich aus den Thermalbildern zusätzlich Aussagen über den Zustand von Leitungen treffen.

Unterschiedliche Fernwärme Leitungssysteme führen in intaktem Zustand zu unterschiedlichen Temperaturdifferenzen. Kanalverlegte Fernwärme-Systeme führen zu einer Temperaturerhöhung um bis zu 3,5 K und Kunststoffmantelelektrosysteme führen nur zu einer

Temperaturerhöhung um ca. 1,2 K an der Erdoberfläche. Bei Nahwärmenetzen ist aufgrund geringer Durchmesser und Mediumtemperaturen unter 90 °C der Wärmeverluststrom bei intakten Rohrsystemen zu gering, um zu einer messbaren Temperaturerhöhung an der Erdoberfläche zu führen. Daher können bei diesen Leitungen lediglich größere Leckagen festgestellt werden.

Im Zweifel Sichtkontrollen vor Ort

Sichtbare Thermal-Anomalien können nicht nur durch Leckagen, sondern auch durch Bauwerke, Systemübergänge, Änderung des Leitungsdurchmessers oder durch Höhenänderungen verursacht werden.

Für die Bewertung des Zustandes von Leitungsabschnitten sind daher neben dem ermittelten Temperaturprofil auch Schadensstatistiken, Schachtdatenbanken sowie Pläne über Positionen von Komponenten wie Muffen im Wärmenetz mit einzubeziehen.

Kann eine Anomalie nicht zugeordnet werden sind zusätzliche Untersuchungen erforderlich. Dazu zählen Sichtkontrollen vor Ort oder ergänzende Inspektionsmaßnahmen.

Grundsätzlich ist das Mess-System „Drohnengestützte Thermografie“ als Inspektionsverfahren für Leitungsabschnitte erdverlegter Systeme bei der Nah- und Fernwärmeversorgung sehr geeignet. *Völker Herbst, Thomas Grage*

IPH erforscht Drohneneinsatz in Gebäuden

Eine große Herausforderung der Logistik von produzierenden Unternehmen besteht in der Optimierung von Transportsystemen. Aufgrund von Industrie 4.0 sind Firmen bereiter denn je, unbekannte Rationalisierungspotenziale zu finden und umzusetzen. Derzeit wird dem Einsatz von Drohnen in der innerbetrieblichen Logistik ein solches Potential zugeschrieben. Besonders im Umgang mit ungeplanten Materialtransporten für Fehlteile in Montagen oder Ersatzteile für Reparaturen könnten sich die unbemannten Luftfahrzeuge als Problemlöser erweisen. Der Einsatz von Drohnen ist jedoch vor allem in Fabrikhallen ein noch weitgehend ungeklärtes Gebiet.

Um herauszufinden, inwieweit die Integration von Drohnen in die innerbetriebliche Infrastruktur praktikabel und sinnvoll ist, wird aktuell am Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH (IPH, siehe auch Seite 11) in Hannover geforscht. Inhalt des Forschungsprojekts ist die Identifikation von Potentialen und Voraussetzungen für den innerbetrieblichen Einsatz von Drohnen zum Materialtransport (kurz: DroMaTra, IGF-Vorhaben Nr.: 20261N).

Im Projekt werden die rechtlichen, betrieblichen und technischen Hindernisse erfasst. Aus diesen Hindernissen werden Voraussetzungen für die Produktion der Drohnen für Hersteller abgeleitet und entwickelt. Da für Unternehmen der Fokus auch und vor allem auf den wirtschaftlichen und logistischen Potentialen der neuartigen Transporttechnik liegt, werden diese mit Hilfe von Anwendungsbeispielen ermittelt. Die gesammelten Ergebnisse sollen anschließend interessierten Unternehmen zur Verfügung gestellt werden. Die Eingabe unternehmensspezifischer Transportdaten ermöglicht es Firmen dann, die Anwendbarkeit von Drohnen einzuschätzen.

Voraussetzungen beim Einsatz

Ein Großteil der möglichen Hindernisse wurde im Projekt bereits erfasst und nach ihrem Risiko bewertet. Neben den Problemen, die beim Start und der Landung der Drohne auftreten können, sind auch umfassende Überlegungen zur Aufnahme und Abgabe der Lasten durchgeführt worden. Eine Festlegung



Eingang zum Institut für Integrierte Produktion Hannover.

Foto: IPH

von maximalen Lastgewichten und dem Einsatz von Sensorik sind hier entscheidend. In Innenbereichen kann es schnell zu Komplikationen bei der Flughöhe der Drohne und dem Überfliegen von Menschen kommen. Für solche Fälle wurden bereits Maßnahmen ausgearbeitet.

Kollisionsschutz manuelle Steuerung

Um Kollisionen zu vermeiden, kann als Sofortmaßnahme eine manuelle Steuerung der Drohne verpflichtend sein. Langzeitmaßnahmen stellen Kollisionsvermeidungssysteme und Netze über Arbeitsbereichen mit Menschen dar. Für die Vorbeugung von Gefahren müssen vor jedem Flug Checklisten geprüft werden. Inhalte sollten unter anderem eine Überprüfung des Akkus sowie die Einhaltung von Personen- und Sicherheitsabständen sein. Um das Transportgut zu schützen, kann eine Sicherung der Ladung umgesetzt werden. Die Sicherung setzt sich hierbei aus standardisierten Behältern für das Ladegut und Fixierungen der Behälter in beziehungsweise an der Drohne zusammen.

Da sich die Verordnung zur Regelung des Betriebs von unbemannten Fluggeräten nur mit dem Drohnenflug im Außenbereich beschäftigt, sind die rechtlichen Rahmenbedingungen beim Einsatz im Innenbereich bisher noch ungeklärt. Gegenwärtig sind hier Vorgaben der Berufsgenossenschaften

genauso wie eine Gefährdungsbeurteilung nach der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) maßgebend. Für das Projekt DroMaTra steht aktuell die Bestimmung der Voraussetzungen für die Produktionsumgebungen für Drohnen und Drohnenhersteller im Vordergrund. Diese Anforderungen können aus möglichen Fehlerursachen und -folgen bei den erfassten Hindernissen abgeleitet werden.

Ein Einsatz von Drohnen wird zukünftig nur in solchen Fabriken möglich sein, die diese noch festzulegenden Anforderungen erfüllen. Ebenso dürfen auch nur solche Drohnen verwendet werden, die alle technischen Anforderungen erfüllen, um den sicheren Einsatz im Innenbereich gewährleisten zu können. Hierzu ist die Auswahl von zuverlässigen Drohnen und den dazugehörigen geeigneten Drohnenherstellern von großer Bedeutung.

Wirtschaftliches Potenzial in Sicht

Für Unternehmen wird dann im nächsten Schritt interessant sein, welche wirtschaftlichen und logistischen Potenziale sich mit dem Materialtransport durch Drohnen realisieren lassen. Erste Ergebnisse zeigen, dass sich der Einsatz von Drohnen maßgeblich für kleine, leichte und auch zeitlich kritische Transportgüter und Transporte eignet.

Benjamin Fritzsche

Feldmessung mit Drohnen im Luftraum



Oktokepler während eines Messflugs vor vier Windenergieanlagen. Foto: Physikalisch-technische Bundesanstalt (PTB)

Messungen von elektromagnetischen Feldern im bodennahen Luftraum bis zu mehreren 100 Metern Höhe waren schon immer wichtig, um die Funktion von Sendeeinrichtungen sicherzustellen. Das bezieht sich sowohl auf Rundfunksender, Radaranlagen, Anlagen der terrestrischen Navigation wie Drehfunkfeuer, Instrumentenlandesysteme, Funkfeuer, sowie auf die militärische Luftraumüberwachung. Eine neue Fragestellung betrifft die Auswirkungen von Windenergieanlagen (WEA) auf alle diese Systeme. WEA konkurrieren immer öfter mit den Standorten von Radar und Navigation, in Gebieten von erhöhter geographischer Lage und sie stören teilweise die Funktionalität von Sendeeinrichtungen. Die Energiewende erfordert weitere Standorte von Windenergieanlagen, die teilweise auch näher an die vorhandene Radar- und Navigationsanlagen heranrücken. Die Marine ist dabei durch den Zubau von WEA im Offshore-Bereich betroffen. Hier sind UKW-Sprech- und Datenfunk, das Anti-Kollisions-Radar sowie die automatische Positionsmeldung (AIS) der Schifffahrt betroffen. Bei allen genannten Funkeinrichtungen steht neben der Feldstärke vor allem die Signalintegrität im Fokus. Deren Messung im Luftraum ist notwendig, um den zuverlässigen Betrieb dieser Funkeinrichtungen sicherzustellen. Eine genaue Kenntnis über die Signaländerung von Funk-, Navigations- oder

Radaranlagen durch WEA lässt sich häufig nur durch Messungen direkt im Luftraum mittels On-Site-Messtechnik lösen. Deshalb hat der Fachbereich Hochfrequenz und Felder der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) bereits 2008 mit dem Aufbau der ferngesteuerten und fluggestützten Messtechnik im Forschungsschwerpunkt arcass (advanced remote-controlled airborne sensor system) begonnen.

Bislang kostenintensive Messungen

Bis dahin wurden Messungen zur Überprüfung der Funktionalität von Funkanlagen nur eingeschränkt oder kostenintensiv mit Flugzeugen oder Hubschraubern durchgeführt. Die starke Feldbeeinflussung durch das – bezogen auf die Wellenlänge – große Messsystem Flugzeug oder Hubschrauber musste man dabei in Kauf nehmen. Eine Kalibrierung des gesamten Flugsystems konnte gar nicht oder nur rudimentär durchgeführt werden. Andere routinemäßige Kontrollmessungen wie von Instrumentenlandesystemen auf Flughäfen, wurden bisher mit Hubmasten ausgeführt. Die erforderliche Sperrung von Landebahnen war kostenintensiv und auf Großflughäfen nur schwer in den Betrieb zu integrieren. Durch die Entwicklung von ferngesteuerten, automatisch und stabilisiert fliegenden Trägerplattformen wie Oktokepler oder Fixed-Wing-UAVs lassen

sich jetzt kostengünstige Mess-Systeme entwickeln. Durch vorprogrammierte Wegekpunkte und eigenständige Navigation der unbemannten Flugmessplattform (FMP) anhand von Global Navigation Satellite Systems (GNSS) können fast beliebige Wege im Luftraum automatisch abgeflogen werden. Durch den Einsatz von Real Time Kinematic (RTK) oder differential-GPS lassen sich sehr hohe Genauigkeiten der Positionsbestimmung erreichen. Auch wenn sich wegen der Trägheit der Flugmessplattform sowie der Windlast die gewünschte Position im Luftraum nur im Bereich von zwei bis drei Metern genau ansteuern lässt, kann der tatsächliche Messort als Teil des Datensatzes mit einer Genauigkeit im cm-Bereich ermittelt werden.

Flugsicherung wie bei Flugzeugen

Der Einsatz von ferngesteuerten Flugmessplattformen war laut Drohnenverordnung vom 7. April 2017 in den Kontrollbereichen von Flughäfen nur eingeschränkt möglich. Durch eine Kooperation mit der DFS Deutschen Flugsicherung GmbH (DFS) lässt sich nun die momentane Position der Flugmessplattformen in das Radarnetz der DFS einspeisen. Die Lotsen können so die Position und die Bewegung der Flugmessplattformen wie bei einem Flugzeug verfolgen und mit anderen Flugbewegungen koordinieren.

Eine lizenzierte Funkverbindung zum Tower ist dazu erforderlich, ebenso um eine Start- und Landelaubnis einzuholen. Erste praktische Erprobungen dieser Technik in der Nähe des Flughafens Hannover verliefen sehr erfolgreich.

Ferngesteuerte Flugmessplattformen werden mittlerweile von diversen Herstellern angeboten. Komplettausruster inklusive der eigentlichen Hochfrequenzmesstechnik waren für den zivilen Markt aber noch nicht verfügbar. Im Projekt WERAN wurde daher ein Oktokopter der Firma Hisystems inklusive Kontrollsoftware für Flugplanung und Programmierung als Basis der Flugmessplattform erworben und durch eigene Entwicklungen erweitert. Neben einer Präzisionsnavigation wurden eine Schirmung gegen starke externe elektromagnetische Felder, die eigens entwickelte Messelektronik sowie unterschiedliche Antennen integriert. Die Antennen wurden für die jeweiligen Frequenzbänder und die notwendige Integration auf der Flugmessplattform entworfen und in numerischen Simulationen jeweils optimiert.

Abheben ohne Startbahn

Ein Oktokopter hat den Vorteil, ohne Start- oder Landebahn von einem kleinen ebenen Bodenbereich aus starten und landen zu können. Aufgrund seiner Bauweise mit acht radial symmetrisch angeordneten Rotoren auf einem Kreis mit circa einem Meter Durchmesser weist er auch bei Wind eine hochstabile Fluglage auf.

Jedoch ist der Aktionsradius aufgrund der Flugzeit von 15 Minuten auf circa 600 Meter beschränkt. Die erreichbare Geschwindigkeit liegt bei bis zu 15 m/s. Die sich im Flug ergebenden Lageän-

derungen des gesamten Mess-Systems müssen minimiert werden, da sie sich sonst auf die Antennendiagramme auswirken. Die flugtechnische Steuerung der FMP, sowie die Bedienung der Messtechnik, erfolgen getrennt. Alle grundlegenden Daten der Messung werden dem Nutzer in Echtzeit auf einem Tabletcomputer angezeigt. Die Steuerung der Datenaufzeichnung, Umschaltung der Messkanäle und die Pegelanpassung erfolgen ebenfalls per Tabletcomputer.

Ferngesteuerte Flugmessplattform

Im Projekt WERAN plus betreibt die Pysikalisch Technische Bundesanstalt eine weitere ferngesteuerte Flugmessplattform, die eine deutlich längere Flugzeit und damit einen größeren Aktionsradius erreicht. Der Songbird 1400 der Firma Germandrones startet und landet ebenfalls vertikal. Er kann aber seine vier Rotoren in Vorwärtsflugrichtung schwenken und verwandelt sich damit in ein Flächenflugzeug mit rund drei Metern Spannweite. Die angegebene Flugzeit und Geschwindigkeit liegen bei einer Stunde und maximal 100 km/h. Damit kann ein deutlich größerer Raum automatisch abgeflogen werden als mit dem Oktokopter.

In Kooperation mit dem Hersteller wurden die fünf Messantennen numerisch optimiert und in den Songbird 1400 integriert. Dabei stehen mehrere austauschbare Cockpits mit jeweils integrierten Antennen für unterschiedliche Frequenzen zur Verfügung. Durch das geöffnete Cockpit erfolgt auch der Akkuwechsel sowie der Zugang zur geschirmten Messelektronik.

Für noch größere Messräume und -zeiten steht das mannttragende Forschungsflugzeug Jade One der Jade

Hochschule Wilhelmshaven zur Verfügung. Die Kooperationspartner Prof. Jens Wellhausen und Prof. Jens Werner haben mit diesem Motorsegler eine hochmoderne und umweltfreundliche Messplattform für die Messung von Radar- und Navigationsanlagen im Offshore-Bereich geschaffen.

Für die Kalibrierung der drei fliegenden Forschungsplattformen wurde auf dem Freifeld der PTB in Braunschweig eine spezielle Sendeantenne entworfen, aufgebaut und erfolgreich getestet.

So können im Luftraum in circa zwei Kilometern Entfernung und in 600 Meter Höhe elektromagnetische Felder mit bekannter absoluter Feldstärke und Feldverteilung erzeugt werden. Damit lassen sich die Flugmessplattformen kalibrieren.

Testfrequenzen sind genehmigt

Die Testfrequenzen sind von der Bundesnetzagentur für Testzwecke genehmigt und mit dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung koordiniert. Beim Betrieb der Drohnen im Flughafenbereich oberhalb von 50 Metern wird vom Forschungsflughafen Braunschweig-Wolfsburg eine Nachricht für Luftfahrer (NOTAM) herausgegeben. Außerdem werden die Rettungsflyer informiert.

Durch die fortgeschrittene Entwicklung von ferngesteuerten Flugmessplattformen mit Präzisionsnavigation und einer eigens entwickelten Hochfrequenzmesstechnik an Bord lassen sich viele neue wissenschaftliche Fragestellungen rund um die Feldstärke-, Antennen- und Signalmesstechnik bearbeiten. Die vorgestellten FMP's decken dabei bereits einen großen Einsatzbereich ab.

*T. Schrader, T. Kleine-Ostmann,
J. Bredemeyer*

Multikopter an der Hochschule Hannover

Multikopter, kurz Drohnen, haben bezüglich ihrer Akzeptanz und Einsatzmöglichkeiten einen ähnlichen Werdegang wie seinerzeit die Handys durchlaufen. Zunächst klobig, teuer und lediglich mit einer minimalen Funktionalität ausgestattet, waren diese nur für einen beschränkten Nutzerkreis von Interesse. Heutzutage sind die Smartphones aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Dies ähnelt dem Entwicklungsweg von Drohnen. So wurden diese zunächst noch als nervige

Spielzeug abgetan, die eine Stör- und Gefahrquellen für Mensch und Tier darstellten. Erst mit der Entwicklung leistungstärkerer Hardware, Erhöhung der Sicherheit und Steigerung der Funktionalität sowie die Minimierung von Risiken durch Verschärfung der Gesetzeslage fand ein Umdenken statt. Hierdurch boten sich neue Möglichkeiten für die Freizeitgestaltung und den Industrieinsatz. Heute eröffnet der Einsatz dieser Fluggeräte, insbesondere bei Kleinbetrieben, weitere Möglich-

keiten, ihre Geschäftsfelder zu erweitern. So profitieren Branchen wie Architekten-, Maklerbüros, Wach- und Schließgesellschaften, Tierzüchter, Fotografen und Rettungsdienste vom Drohneneinsatz. Diese Möglichkeiten der neuen Technologie wurden an der Hochschule Hannover (HsH) frühzeitig erkannt. An der Fakultät I bietet ein kleines Team mit Professor Dr. Martin Mutz im Bereich Multikopterbau seit 2012 jährlich studentische Projekte an.

Weiter auf Seite 6

Kollisionsfreie Drohnen-Flüge dankameratechnik

Fortsetzung von Seite 5

Hier können kleine Studierendengruppen unter Anleitung Drohnen konstruieren, bauen und weiterentwickeln. Dabei werden fachbereichsübergreifend Kenntnisse aus Mechatronik, Antriebstechnik, Mikrokontroller, SW Engineering, Regelungstechnik, HF-Technik und zur rechtlichen Situation vermittelt. Im Praxisteil lernen die Studierenden neben dem Aufbau und Modifizierung von Drohnen auch den sicheren Umgang damit sowie die Durchführung von Flügen mit direkter Sichtverbindung und 3D-Brille.

Um auf Neuerungen in Technik und Gesetzgebung im Bereich der Flugkopter schnellstmöglich reagieren zu können und das Wissen an die Studierenden weiterzugeben, sind regelmäßige Schulungen und Austausch mit Fachleuten unerlässlich. Hierzu wurde vor drei Jahren eine Kooperation mit dem Hannoverschen Aero-Club (HAeC) eingegangen, so dass neben fachlichem Austausch alle Beteiligten das HAeC-Modellfluggelände für Drohnenflüge nutzen dürfen.

Des Weiteren werden die Teilnehmer über die Möglichkeiten des Modellflugs beim HAeC und über die Funktion des Dachverbandes Deutscher Aero Club, zum Beispiel im Modellflugsport bei Drohnenrennen und bei der Mitarbeit in deutschen und europäischen Gremien zur Umsetzung neuer Drohnenverordnungen, informiert.

Ein großer Vorteil des Fluggeländes ist die gut ausgestattete Werkstatt, die bei den



Das Kernteam (v.l.n.r.): Professor Dr. Martin Mutz, Mitarbeiter Mathias Poets und Svante Just, wissenschaftliche Hilfskraft. Foto: Hochschule Hannover

Flugversuchen stets genutzt wird. So lassen sich unkompliziert Kleinteile reparieren und Akkus aufladen.

Neben dem Bauen und Fliegen ist es ein weiteres Ziel die Weiterentwicklung der Drohnen durch Verzahnung unterschiedlicher Technologien mit den Multikoptern voranzutreiben. Beispielsweise konnten durch das Anbringen von Sensoren und Kameras kollisionsfreie Flüge ermöglicht, Wegstrecken mittels GPS und digitalen Karten abgeflogen oder Flug- und Umgebungsdaten in Echtzeit an die Basisstation in Form eines PCs oder Smartphones übermit-

telt werden. Ein besonders interessantes Projekt wurde bereits 2015/16 in einer Bachelor- und Masterarbeit durchgeführt.

Dazu wurden zwei Drohnen-Prototypen entwickelt, die teilautonom einem bestimmten Farbmuster wie einem weißen, auf einer grünen Wiese rollenden Ball, folgten.

Kopterlösungen für die Industrie

Die Wichtigkeit derartiger Technologiekopplungen wird anhand einer vor kurzem getätigten Forschung aufgezeigt, bei der eine Firma versuchte, eine Fabrikhalle mittels eines Kopters dreidimensional zu erfassen. Hier konnte auf vorhandenes Wissen des Fachgebiets zurückgegriffen werden.

Eine nennenswerte Erfolgsgeschichte ist die eines ausländischen Studierenden, der während seiner Masterarbeit das Thema Multikopter bearbeitet hat und anschließend in sein Heimatland Malaysia zurückgegangen ist, um sich dort in diesem Bereich selbständig zu machen, indem er und ein kleines Team spezielle Kopterlösungen für industrielle Zwecke anbieten – Näheres siehe unter www.ofo.my.

In diesem Jahr und darüber hinaus möchte das HsH-Team kleinere Kopter entwickeln, die sich speziell für Indoor-Flüge eignen, ohne permanent eine direkte Sicht zwischen Pilot und Kopter zu benötigen.

Martin Mutz



Ein Multikopter im Einsatz.

Foto: Hochschule Hannover

Multikopter – viele Pflichten beim Einsatz



Es sieht so einfach aus: Eine Jugendliche navigiert ein Fluggerät.

Foto: Marcus Wiethölter

„Viele Jugendliche kaufen sich einen Multikopter, ohne sich über die Gefahren, die mit einem solchen Fluggerät verbunden sind, bewusst zu sein“, weiß Professor Dr. Uwe Groth, Vorstand des VDI Bezirksvereins Hannover und Mitglied im Fachausschuss für unbemannte Luftfahrtsysteme (UAV)

Viele Hobbypiloten verkennen, dass sie dank ausgefeilter bezahlbarer Technik auch zum Teilnehmer des allgemeinen Luftverkehrs geworden sind. Dabei gilt prinzipiell eines: Die Sicherheit im Luftraum ist oberstes Gebot und dazu gehören Rechte und Pflichten.

Verbindlich einlesen kann man sich auf der Homepage der Landesluftfahrtbehörde. Ein Multikopter bis 250 Gramm maximale Abflugmasse wird zwar als Spielzeug klassifiziert. Darüber gilt für jeden Betreiber, seine Drohne mit einer sogenannten Halterplakette auszustatten. Überschreitet der Multikopter das Abfluggewicht von 2 Kilogramm, wird zusätzlich bereits auch für den Privatmann ein Kenntnisnachweis gem. § 21e LuftVO seitens des Gesetzgebers eingefordert. Dieser kann beim Deutschen Modellfliegerverband

DMFV oder Deutscher Aero Club DAEC (Näheres auf den Homepages) auch online inklusive Prüfung abgelegt werden. Fliegt man nun vom Acker hinterm Dorf – benötigt man neben der Erlaubnis des Eigentümers für Start und Landung auch eine Aufstiegs-erlaubnis (örtliches Luftamt), wenn die Drohne schwerer als zwei Kilogramm ist. Generell gilt: Drohnen von mehr als 250 Gramm Masse haben innerhalb von Orts- und Stadtgrenzen nichts zu suchen. Fliegt man auf einem Modellflugplatz, muss man sich an den Flugleiter oder an die Flugplatzordnung halten.

Parallel wird ab 250 Gramm Abflugmasse eine Haftpflichtversicherung benötigt. Diese fragt man bei seinem Versicherer an oder schließt sie über Anbieter wie die Deutsche Modellsport Organisation DMO oder andere Anbieter ab.

Seit dem 1.10.2017 gibt es mit Einführung der Drohnenverordnung im Luftrecht folgende Regelungen zu beachten: So gibt es generelle Flugverbotszonen: Dazu zählen die An- und Abflugbereiche von Flughäfen. Hier gilt ein Mindestabstand von 1,5 Kilometern

zum Flugplatzzaun. Bei Krankenhäusern fliegen Rettungshubschrauber tief an und ab. Verboten sind auch dies: Der Überflug von Naturschutzgebieten, näher als 100 Meter an Menschenansammlungen, Industrieanlagen, militärische Sicherheitsbereiche, Einrichtungen von Bundes- oder Landesbehörden, Einsatzorte von Rettungskräften oder der Polizei. Obacht geben heißt es auch bei Hauptverkehrswegen wie Autobahnen und vielbefahrenen Verkehrswege sowie Wohngebiete beziehungsweise Grundstücken ohne ausdrückliche Genehmigung des Eigentümers.

Das Wichtigste steht jedoch nirgendwo geschrieben: Im Zweifelsfall meldet man sich vor der Durchführung bei den entsprechenden Stellen vor Ort und klärt einen beabsichtigten Flug ab. Dies gilt auch für die Persönlichkeitsrechte in Bezug auf Aufnahmen von Personen und Objekten. Außer an Modellflugplätzen mit Flugleitern darf generell nicht höher als 100 Meter über Grund geflogen werden. Wer höher oder nachts – mit Beleuchtung an der Drohne – fliegen möchte, beantragt dies beim zuständigen Luftamt. *Uli Barth*

Launch der Plattform ingenieurregion.de

Junge Menschen für einen Beruf im Ingenieurbereich zu begeistern und Fachkräfte für die Region zu sichern – das ist die Mission von ingenieurregion.de. Am 31. März ging die interaktive Plattform live.

Sie ist das Herzstück eines Gemeinschaftsprojekts der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften mit den Bezirksvereinen des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) Braunschweig und Hannover. Das Projekt wird gefördert durch das Amt für regionale Landesentwicklung Leine-Weser. Unterstützt wird es durch die Metropolregion Hannover, Braunschweig, Göttingen, Wolfsburg sowie von mehr als 20 regionalen Institutionen aus Bildung, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik.

Einblicke in den Ingenieur-Alltag

Die Plattform bietet spannende und authentische Einblicke in verschiedenste Projekte der Ingenieurregion: Schüler zeigen begeistert Einsatz in einem Wettbewerb zur E-Mobilität, unter anderem mit dem von der Agentur für Arbeit und der Region Hannover unterstützten Projekt JeT-Challenge-Cup. MINT-Studierende berichten von

ihrem Alltag abseits von Klausuren und Vorlesungen. VDI-Mitglieder nehmen die Besucher der Website in einem Motorflugzeug mit auf 1.200 Meter Höhe und erzählen enthusiastisch von ihrem ehrenamtlichen Engagement – natürlich digital.

Deutlich wird, dass das Ingenieurwesen unheimlich vielfältig ist. Es verbirgt sich mehr dahinter als die Stereotypen, die viele im Kopf haben.

Projektleiter und Vizepräsident der Ostfalia, Professor Dr.-Ing. Gert Bikker, meint dazu: „Um junge Menschen für den Ingenieurberuf und die digitalen Technologien zu interessieren, müssen wir sie in ihrer Gemeinschaft und ihren Formaten abholen. Unter dem Motto ‚Ingenieur*in werden und sein‘, ist es dem Projektteam gelungen, eine genau passende interaktive Plattform aus Webpräsenz und Social-Media-Kanälen zu starten.“

„Endlich gibt es eine Plattform, auf der junge Menschen ihre Zukunft digital aktiv mitgestalten können“, betont Professor Dr. Uwe Groth, VDI-Vorstand in Hannover, und Mitglied im Kernteam.

Neben redaktionellen Inhalten bietet ingenieurregion.de auch die Möglich-

keit, direkt mit Profis der Region in Kontakt zu treten. In sogenannten Guru-Profilen stellen sich werdende Ingenieure vor und stehen für Fragen über ein integriertes Kontaktformular zur Verfügung.

Social-Media Kanäle boomen

Auf den Social-Media-Kanälen Instagram, Facebook, Twitter und YouTube wird bereits seit Mitte Februar regelmäßig gepostet, geliked, abonniert und getweetet. Hier stehen sowohl spannende Live Stories als auch informative Beiträge, um junge Menschen für die Plattform zu begeistern und gleichzeitig eine größere Reichweite zu erzielen.

Auch nach dem Go-live wird die Internetplattform ingenieurregion.de weiterentwickelt, optimiert und ergänzt – nicht nur vom Projektteam der Ostfalia und dem VDI, sondern auch durch das aktive Mitwirken vieler weiterer Menschen aus der Metropolregion. Interesse geweckt? Mehr unter www.ingenieurregion.de.

Ansprechpartner für Hannover ist Professor Dr. Uwe Groth, E-Mail drgroth57@web.de, mobil: 0172/5427279. Red.



Mit ungewöhnlichen Motiven macht die Kampagne auf sich aufmerksam.

Bild: ingenieurregion.de

Bezirksvereins-Jubiläum im Zeichen von Corona

In diesem Jahr sollte das VDI Jubiläum mit zahlreichen Veranstaltungen gebührend gefeiert werden. Eine Arbeitsgruppe des VDI Bezirksverein hatte in intensiver Arbeit alle Aktivitäten geplant. Doch in diesem Jahr kommt durch Corona alles anders. Stand heute ist, dass alle Präsenzveranstaltungen zum Schutz der Mitglieder und externer Teilnehmer abgesagt wurden. Ziel ist es nun, einige Veranstaltungen online stattfinden zu lassen.

Erfolgreich gelungen ist dies bereits mit dem Kongress Frauen im Ingenieurberuf. Am 8. und 9. Mai fanden hier insgesamt fünf Webinare statt, die alle aufgezeichnet wurden. Interessierte können diese im Internet im Mitgliederbereich MeinVDI unter www.vdi.de/webinare auch jetzt noch ansehen.

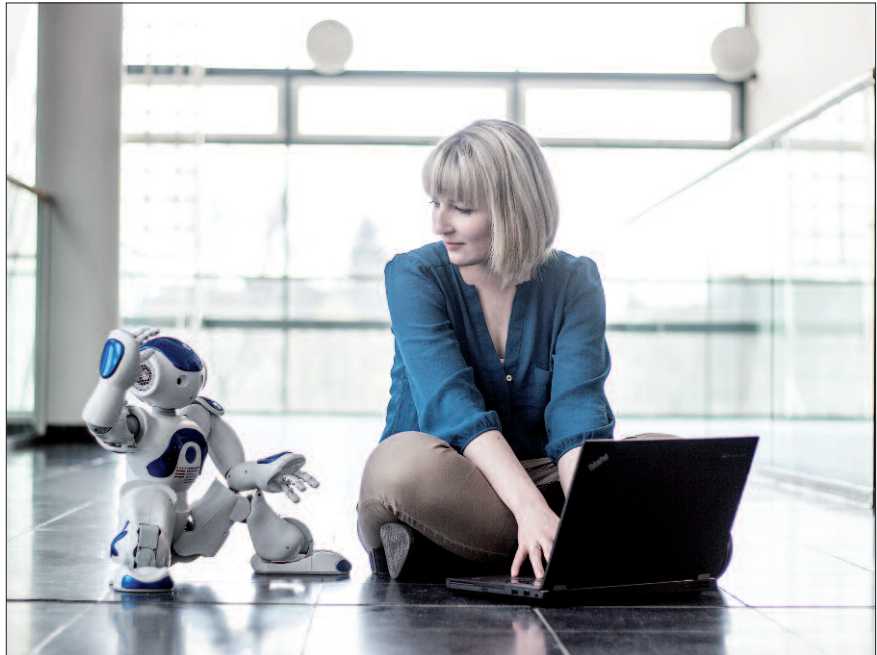
Für das Treffen von Start up-Unternehmern aus und um Hannover wird derzeit ein Ersatz-online-Format entwickelt. Nach dem derzeitigen Stand der Planungen soll dies zum ursprünglichen Termin am 2. Juli stattfinden.

Verschieben wurde der erste Norddeutsche Ingenieurtag in das Jahr 2021. Alle Beteiligten hoffen, dass im nächsten Februar eine solche Veranstaltung erfolgreich im Hannover Congress-Centrum durchgeführt werden kann.

Auf Grund der besonderen Situation in den Schulen wurde die Jugendveranstaltung „Technik verbindet“ ebenfalls auf 2021 verschoben. Sie bietet so einen kleinen Ersatz für die IdeenExpo, die erst wieder 2022 stattfinden wird.

Über aktuelle Entwicklungen werden alle Mitglieder per E-Mail von der VDI-Geschäftsstelle auf dem Laufenden gehalten.

Sabine Walter; Uwe Groth



Frauen im Ingenieurberuf – online eine gute Resonanz. Foto: TH Braunschweig

Erfolgreiche digitale Premiere

Das war eine erfolgreiche Premiere: Am 8. und 9. Mai 2020 fand der erste digitale Kongress des Netzwerks „Frauen im Ingenieurberuf“ statt. Die ursprünglich für dieses Datum geplante Präsenzveranstaltung in Hannover musste aufgrund der Corona-Krise in das kommende Jahr verschoben werden.

So erprobte das Netzwerk auf digitalem Wege die Wissensvermittlung, den Austausch und die gemeinsame Diskussion. Beachtliche rund 150 Teilnehmerinnen informierten sich in vier Webinaren und einer interaktiven

Podiumsdiskussion zu Themen rund um „30 Jahre Wiedervereinigung – Ingenieurinnen Ost und West“, „MINT-Unternehmerinnen“ sowie „Gender Pay Gap“.

Viel positives Feedback zum Format

Das Feedback war positiv und zahlreich auf vielen Kanälen: „Das war ein super Kongress!“ Eine Teilnehmerin schwärmte: „Toller Vortrag – tolles Format – danke!“ „Jetzt habe ich auch Lust bekommen, ein Unternehmen zu gründen!“, teilte eine andere Teilnehmerin des Online-Formats mit.

„Wirklich toll vorgetragen und inhaltlich sehr anregend zum Nachdenken – vielen Dank für den spannenden Nachmittag!“ schrieb eine weitere Teilnehmerin. Für alle VDI-Mitglieder sind die Aufzeichnungen der Webinare im Mitgliederbereich „MeinVDI“ abrufbar unter www.vdi.de/webinare.

Nach dem Kongress ist vor dem Kongress. Denn vom 11. bis 13. Juni 2021 findet der 19. VDI-Kongress Frauen im Ingenieurberuf in Hannover statt. Den Termin kann man sich heute schon vormerken und eintragen: unter www.vdi.de/fib-kongress. *Tina Schaafs*

DER VDI BV HANNOVER DANKT SEINEN FÖRDERMITGLIEDERN

- AQUA-CONSULT INGENIEUR GMBH
- AUCOTEC AG HANNOVER
- CONTINENTAL AG HANNOVER
- DCC GLOBAL GMBH HANNOVER
- FORBO SIEGLING GMBH HANNOVER
- IBK INGENIEURCONSULT GMBH
- IPH - INSTITUT FÜR INTEGRIERTE PRODUKTION HANNOVER
- KÖRTING HANNOVER AG
- KRAUSSMAFFEI BERSTORFF GMBH HANNOVER
- PICO ENGINEERING GMBH
- REFRASTECHNIK CEMENT GMBH GÖTTINGEN
- TAUBE + GOERZ GMBH HANNOVER
- VSM - VEREINIGTE SCHMIRGEL- UND MASCHINEN-FABRIKEN AG
- WABCO FAHRZEUGSYSTEME GMBH HANNOVER

Die Industrie boomte vor 150 Jahren in Hannover

Erstens kommt es anders – zweitens als man denkt: Das hat vermutlich Wilhelm Busch festgestellt und diese Erfahrung ist keinem fremd. Das Leben lässt sich letztlich nicht planen. So erging es dem VDI im Jubiläumsjahr von 150 Jahre Bezirksverein Hannover. Was mit einer großen Festveranstaltung am 21. März und einem Vortrag von Dr. Burghardt beginnen sollte, wurde sehr schnell von der Corona-Pandemie durchkreuzt. Hier nun der gekürzte Vortrag des Referenten, aus dem hervorgeht, welche wichtige Rolle der VDI Bezirksverein Hannover bei der Wertschöpfung von Wohlstand in der Region bildete.



Diese drei Studierenden sollten Appetit auf die Veranstaltungen zum Jubiläum 150 Jahre VDI Bezirksverein Hannover machen. Foto: Harald Langguth

Im Jahr 1870 – 14 Jahre nach Gründung des VDI – entstand auch in Hannover ein Bezirksverein als lebendiger Zusammenschluss vor Ort. Die Annektierung des Königreiches Hannover 1866 durch Preußen belebte die industrielle Entwicklung. In der zweiten Hälfte der 1860er Jahre entstanden in der Region mehr Industrieunternehmen, als in den ersten zwei Dritteln des 19. Jahrhunderts, aus denen in den Folgejahren weltbekannte Produkte hervorgingen: Continental-Reifen, Linden Velvet, bekannt als Lindener Samt der mechanischen Weberei, die Schallplatten der Deutschen Grammophon und die Leibniz Kekse eines Herrn Bahlsen. Der große preußische Markt mit einer einheitlichen Währung stand den jungen Unternehmen offen. Die hannoversche Industrie boomte.

Gründer Unternehmer und Dozenten

Es waren vorwiegend Unternehmer des Maschinenbaus und der Textilindustrie sowie Lehrende der Polytechnik, die sich 1870 zusammenfanden – noch vor Beginn des deutsch-französischen Krieges – um in Hannover einen Bezirksverein des VDI zu gründen. Der bildete künftig ein Netzwerk der Industrie, der Eisenbahnen und der stadttechnischen Einrichtungen. Technische Normen, dies zeigen The-

men der ersten Vortragsveranstaltungen, und die Förderung von Gewerbeausstellungen waren zunächst die wichtigsten Anliegen.

Zu einem großen Erfolg wurde die Organisation der ersten Norddeutschen Gewerbeausstellung 1878 im Verbund mit anderen technisch-wissenschaftlichen Vereinen. Eine der treibenden Kräfte zur Gründung des Bezirksvereins und Vorsitzender 1880 war Albert Knoevenagel, der 1857 eine mittlerweile gut gehende Maschinenfabrik gegründet hatte. Er war ein weit gereister Mann, der auf den Gewerbeausstellungen 1862 in Besançon und 1864 in London Medaillen für die von ihm ausgestellten Maschinen erhalten hatte.

Wichtiges Techniker-Netzwerk

Bis 1933 entwickelte sich der VDI Bezirksverein in Hannover zu einem der wichtigsten Netzwerke von Technikern der in der Region ansässigen Industrieunternehmen, der Reichsbahndirektion und der städtischen Versorgungs- und Verkehrsbetriebe.

1933 wurde der VDI durch die Nazis gekapert, ohne größeren Widerstand und unter Ausschluss der jüdischen und sozialdemokratischen Mitglieder. Er wurde zusammen mit anderen technischen Vereinen in die Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit (RTA) integriert. Vermögen und

Immobilien wurden übernommen. Bis 1937 wurden alle VDI-Mitglieder in den NSBDT (Nationalsozialistischer Bund Deutscher Technik) überführt.

Als wichtigstes Thema wurde die Wehrtechnik und ab Februar 1943, während zeitgleich die Schlacht um Stalingrad tobte, die Wanderausstellung „Leistungssteigerung“ auf den Weg gebracht, und in insgesamt 97 Orten gezeigt.

Credo des VDI-Direktors Hans Ude bis in den Untergang: „Der Überlegenheit des Gegners muss mit einem höheren Wirkungsgrad begegnet werden.“

Steigender Akademisierungsgrad

In Westdeutschland durften die 20 Bezirksvereine des VDI in der Britischen Besatzungszone ab November 1945 wieder ihre Tätigkeit aufnehmen. Der VDI Hannover war bis zur Krise des Maschinenbaus und der Textilindustrie ein vor allem ein von praktizierenden Ingenieuren geprägter Berufsverband. Mit den kulturellen Veränderungen und der raschen Ausweitung der Hochschulbildung nach 1968 war ein starker Mitgliederzustrom zu verzeichnen.

Der VDI wurde zunehmend akademischer und der Bezirksverein Hannover mit den ersten weiblichen Vorsitzenden – Professor Dr. Marina Schlünz und Professor Dr. Birgit Glasmacher – explizit weiblicher. *Uwe Burghardt*

Über 50 Teilnehmer bei Projektmanagement online

Am 20. April fand erstmals eine Veranstaltung des VDI Arbeitskreis Projektmanagement virtuell über das Tool „GoToWebinar“ statt. Alle Teilnehmer erhielten vorab einen Link durch den Moderator Professor Dr. Andreas Daum, der die Veranstaltung vorbereitet und organisiert hatte. Der Zugang zur Veranstaltung lief einwandfrei und eine Kollegin des Mitveranstalters GPM leistete technischen Support und gab über einen Chat Hilfestellung bei Schwierigkeiten.

Anfänglich musste man sich an die neue Situation gewöhnen, aber als dann alle technischen Herausforderungen behoben waren und die virtuellen Spielregeln kommuniziert worden waren, konnte Referent Thorben Müller seine Präsentation beginnen. Müller berichtete über das Netzausbauprojekt SuedOstLink. Dieses liegt in der Verantwortung der Firma 50Hertz, einem von vier deutschen Übertragungsnetzbetreibern, die für das Stromnetz auf höchster Spannungsebene verantwortlich sind und die sogenannten Stromautobahnen betreiben.

Der SuedOstLink ist eines von derzeit fünf großen deutschen Infrastrukturprojekten zur Erweiterung der Stromtransportkapazitäten zwischen Nord- und Süddeutschland und eine der längsten Gleichstrom-Landkabelverbindungen weltweit. Man spricht auch von einem Schlüsselprojekt für die Energiewende.

Spannend wurde es, als Müller praxisnahe Beispiele zu seinen Projekten vorstellte und einen detaillierten Einblick in seine unterschiedlichen Projektphasen aufzeigte. Anhand von Fragen aus dem



Viele Fragen zum Thema gab es im Chat.

Foto: Andreas Daum

Publikum, die über einen Chat moderiert liefen, wurde der Vortrag belebt. Die Teilnahme von über 50 Personen zeigt, dass Online-Veranstaltungen zurzeit sehr gut angenommen werden. Man kann sich einfach von zu Hause oder vom Büro aus einloggen und der Weg zum Veranstaltungsort entfällt. So kam es, dass sich der weit entfernteste Teilnehmer aus München angemeldet hatte. Ein weiterer Vorteil ist, dass man relativ spontan teilnehmen kann.

Der Organisationsaufwand ist zwar im Vorfeld etwas höher, weil sich der Moderator mit der Technik beschäftigen muss. Auch ist es sinnvoll, im Vorfeld

eine Folie zu den Spielregeln zu erstellen – zum Beispiel sein Mikrofon stumm zu schalten. Gleichfalls lässt sich eine automatisch erstellte Teilnehmerliste voreinstellen oder ein automatisiertes Feedback während oder nach der Veranstaltung einholen.

Darüber hinaus kann bei manchen Programmen die Veranstaltung aufgezeichnet und zur Verfügung gestellt werden, was im Vorfeld geklärt sein muss. Vermutlich werden in Zukunft Veranstaltungen verstärkt online angeboten. Hierbei ist es wichtig, dass der VDI eine moderne digitale Infrastruktur anbietet. *Andreas Daum*

IPH – Mittler von Wissenschaft und Industrie

Das Institut für Integrierte Produktion Hannover (IPH) gGmbH forscht und entwickelt auf dem Gebiet der Produktionstechnik, berät Industrieunternehmen und bildet den ingenieurwissenschaftlichen Nachwuchs aus. Gegründet wurde das IPH 1988 aus der Leibniz Universität Hannover heraus. Bis heute leiten drei Professoren der Universität die gemeinnützige GmbH. Rund 30 wissenschaftliche Mitarbeiter arbeiten interdisziplinär an Forschungsprojekten zu den Kernthemen Prozesstechnik, Produktionsautomatisierung

und Logistik. Schwerpunkte setzt das IPH zudem mit seiner Forschung zu XXL-Produkten wie Windenergieanlagen oder Schiffe, zum Thema Digitalisierung und Industrie 4.0 und zur Additiven Fertigung.

Ziel des Instituts ist es, neue Entwicklungen frühzeitig zu erkennen, innovative Ideen weiterzuentwickeln und dazu beizutragen, diese in der Industrie umzusetzen. Das IPH sieht sich als Vermittler zwischen Theorie und Praxis. Um wissenschaftliche Erkenntnisse in die Industrie zu übertragen, kooperiert

das IPH eng mit Unternehmen in Forschungs- und Beratungsprojekten. Zu den Kunden des IPH zählen Unternehmen aus den Branchen Werkzeug- und Formenbau, Maschinen- und Anlagenbau, Luft- und Raumfahrt sowie Automobilindustrie.

Das IPH bietet seinen Kunden ganzheitliche Beratung im Bereich der Produktionstechnik und erarbeitet oft unkonventionelle Lösungen. Ziel ist es, Produktions- und Planungsprozessen nachhaltig zu verbessern und somit die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen. *IPH*

Schnelle Messungen im Femto-Ampere-Bereich

Cornelius Wendt (29 Jahre) studierte an der Leibniz Universität Hannover (LUH) im Masterstudiengang Mechatronik und Robotik. In 2019 schrieb er bei Professor Zimmermann im Fachgebiet Sensorik und Messtechnik unter der Betreuung von Herrn Kirk eine sehr gute Masterarbeit, die vom VDE-Hannover prämiert wurde. Technik und Leben-Redaktionsmitglied Bernd Heimhuber sprach mit ihm.

TuL: Herr Wendt, wie kamen Sie auf die Idee zu der Masterarbeit?

Cornelius Wendt: Die Arbeit entstand aus einer Fragestellung im Bereich der chemischen Analytik. Die Zusammensetzung von organischen Stoffgemischen wird häufig mittels der sogenannten Gaschromatographie untersucht. Hierbei wird eine gasförmige Probe in eine dünne Trennsäule geleitet und dort in ihre Bestandteile aufgetrennt. Ein Flammenionisations-Detektor (FID) erfasst am Ende der Trennsäule die zeitlich nacheinander austretenden einzelnen Probenbestandteile. Dieser Detektor ionisiert die Probenbestandteile durch Hitze und stellt einen messbaren Ionenstrom zur Verfügung, der in einem sehr hohen Dynamikbereich (10⁶) proportional zum Kohlenstoffgehalt der Probenbestandteile ist. Dieser Strom wird über einen sogenannten Transimpedanz-



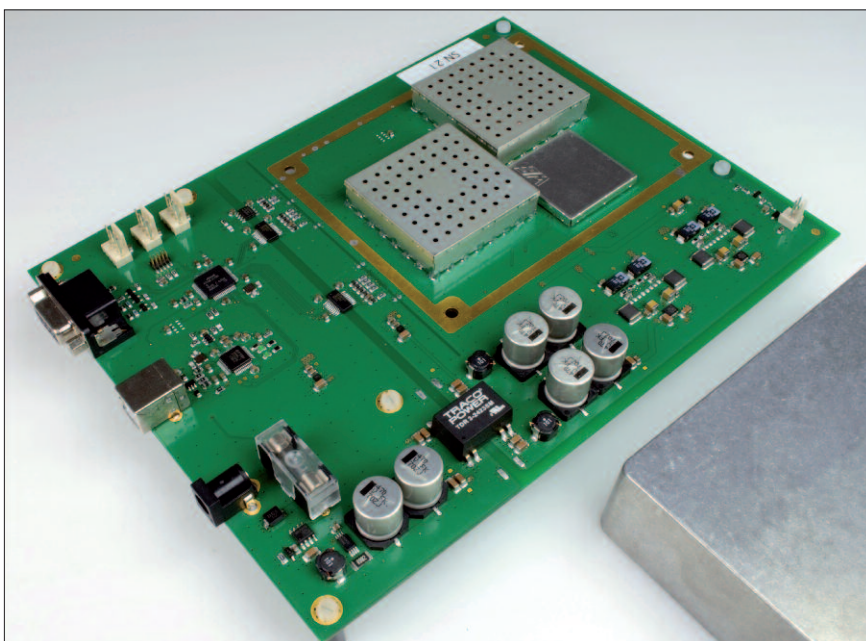
VDE-Preisträger Cornelius Wendt am Institut von Professor Zimmermann an der Leibniz Universität Hannover.

Verstärker verstärkt. Diese Analyse dauerte bisher zwischen 30 und 45 Minuten. Die Arbeitsgruppe von Herrn Dr. Boeker an der Universität Bonn hat einen neuartigen, hyperschnellen Gaschromatographen entwickelt, der Analysezeiten von unter einer Minute erreicht. Dabei ergeben sich aber wesentlich kleinere Ionenströme im FID von teilweise nur wenigen Femto-Ampere (10 hoch -15 A) mit sehr großer

Bandbreite. Die hyperschnellen Gaschromatographen benötigten deshalb einen Messverstärker, der extrem kleinen Ströme rauscharm genau messen kann, gleichzeitig aber auch einen extrem hohen linearen Dynamikbereich besitzt. Das ist mit meiner Masterarbeit gelungen.

TuL: Was war aus Ihrer Sicht besonders herausfordernd an dem Thema?

Wendt: Einfache Operationsverstärker-Lösungen kommen aufgrund von Leckströmen, des begrenzten Dynamikbereichs, dem Driftverhalten sowie der unteren Messbereichsgrenze für diese spezielle Verstärkeraufgabe nicht infrage. Deshalb werden die sehr kleinen Ströme mittels eines hochpräzisen Kondensators aufgesammelt, der gleichzeitig in der Verstärkerschaltung als Rückkopplungselement dient. Der Kondensator wird dann über eine spezielle Rücksetzschaltung in einem sehr kurzen Zeitintervall (100 Nanosekunden) wieder entladen. Die vom Kondensator in der Stromsammelzeit aufgebaute Spannung wird gemessen, verstärkt und digital weiterverarbeitet. Besonders knifflig ist dabei die Rücksetzschaltung, deren hohe Qualität entscheidend für die Leistungsfähigkeit des ganzen Verstärkers ist und die wir inzwischen auch zum Patent angemeldet haben. Zudem war der Entwurf des



Schaltungsaufbau des Transimpedanz-Verstärkers aus der Masterarbeit von Cornelius Wendt. Fotos (2): privat

Kondensators und die Abschirmung der gesamten Schaltung gegenüber parasitären Einflüssen recht anspruchsvoll. Bei den sehr kleinen Signalströmen im Femto-Ampere-Bereich führen schon geringste Leitfähigkeiten auf Isolierstoffen und kleine Fehler bei der doppelten Abschirmung zu erheblichen Messfehlern. Auch die analoge Signalanpassung an die digitale Signalaufbereitung und -weitergabe war schwer.

TuL: Wie war die Zusammenarbeit mit der Leibniz Uni und den Partnern?

Wendt: Die Betreuung durch Prof. Zimmermann und Herrn Kirk war sehr gut. Beide hatten bereits in der Vergangenheit gute Kontakte zur Partneruni in Bonn. Auch das Zusammenspiel mit den Kollegen in Bonn und die Unterstützung der anderen Mitarbeiter des Fachgebietes war super.

TuL: Was haben Sie für Ihre Zukunft geplant?

Wendt: Wir verfolgen das Projekt mit den Bonner Kollegen weiter – dabei

geht es nach den erfolgreichen Testmessungen insbesondere um die Miniaturisierung der Schaltung, um sie in den Messkopf des FIDs integrieren zu können. In dem Zuge planen wir weitere Forschungsanträge. Außerdem bin ich inzwischen wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Professor Zimmermann und promoviere am Fachgebiet für Sensorik und Messtechnik. Dabei werde ich dem Themenbereich der Messtechnik für sehr kleine Ströme wohl treu bleiben.

Interview: Bernd Heimbuber

Erfolgreiche Hardware-in-the-loop-Simulation

Jet Shen Teoh (25 Jahre) stammt aus Malaysia und studiert an der Hochschule Hannover im Masterstudiengang Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität. Er schrieb 2019 eine hervorragende Bachelorarbeit, die mit sehr gut bewertet und zusätzlich vom VDE Hannover prämiert wurde. Technik und Leben sprach mit dem Preisträger über diese Arbeit.

TuL: Herr Teoh, wie kamen Sie auf das Thema Ihrer prämierten Arbeit?

Jet Shen Teoh: Herr Prof. Wenzel von der HSH hat mich angesprochen, ob ich Interesse habe, diese Arbeit zu machen. Die HSH hat eine sehr gute Laborumgebung für Hardware-in-the-loop-Simulationen (HIL) und auch entsprechende echte Regler für Turbinen und Generatoren, die man mit dem Verfahren vor dem Einbau in echten Energieversorgungsnetzen durch dieses Verfahren testen kann, ohne Fehler zu riskieren. Dabei war der gesamte Testprozess einschließlich der Regler-Hardware aufzubauen und für besondere Betriebsituationen umzusetzen.

TuL: Was ist eine Hardware-in-the-loop-Simulation eigentlich?

Teoh: Das ist ein Verfahren bei dem man Hardware wie Antriebe, Regler, oder Schutz- und Schalterkomponenten an einen Echtzeitsimulator anschließt, wobei der Echtzeitsimulator sowohl das Energieversorgungsnetz abbildet als auch die gewünschten Regel- und Stellgrößen und Randbedingungen. Damit kann man die Hardware-Komponenten in einem geschlossenen Regelkreis auch unter Extrembedingungen testen, ohne das Risiko von Versorgungsausfällen. Die Hardware wird dabei in einen Simulationskreislauf eingebunden, daher der Name.

TuL: Was war für Sie an der Arbeit besonders herausfordernd?

Teoh: Die einzelnen Hardware-Komponenten wie Turbinen-Regler und Spannungsregler habe verschiedene Steuerungs-Programme, die diese Regler erst bedienbar machen. Die musste ich erst einmal kennenlernen. Außerdem waren zahlreiche Signalanpassungen zwischen Echtzeit-Simulator und Hardware sowohl analog als auch digital nötig wie Istwerte von Drehzahl, Spannungen, Strömen (jeweils 3-phasig) und Digitalsignale für Zustände für Leistungsschalter- und Reglerzustände.

Getestet wurden Extrem-Situationen beim Anfahren, bei der Synchronisation, beim Kurzschluss und beim Lastabwurf eines Kraftwerkes sowie Sprünge beim Spannungssollwert eines Kraftwerkes.

TuL: Wie verlief die Zusammenarbeit mit der Hochschule?



VDE-Preisträger Jet Shen Teoh von der Hochschule Hannover.

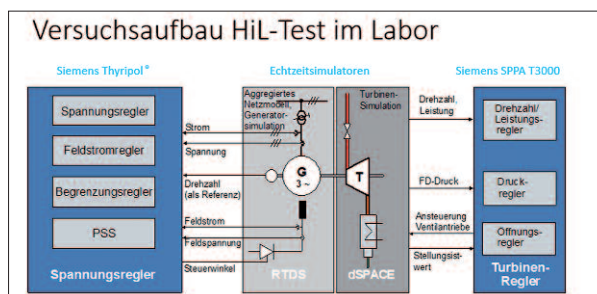
Fotos (2): privat

Teoh: Die Zusammenarbeit war sehr gut. Neben Professor Wenzel hat mich auch Professor Kutzner gut unterstützt. Außerdem hat mir im Labor Herr Schunder bei der Softwareauswahl und -Implementierung geholfen.

TuL: Was haben Sie in Zukunft vor?

Teoh: Ich habe direkt nach meinem Bachelor mit dem Masterstudium begonnen und es inzwischen schon fast abgeschlossen. Meine Masterarbeit mache ich aktuell in Erlangen bei Firma Siemens zu Fragen der HIL-Simulation von Reglern in HGÜ-Netzen. Was nach meiner Masterarbeit kommt, weiß ich noch nicht genau. Entweder möchte ich in der Industrie arbeiten oder eine Promotion machen.

Interview Bernd Heimbuber



Blockbild der Hardware-in-the-loop-Simulation der prämierten Bachelorarbeit von Jet Shen Teoh.

VDE Senioren besichtigen Küstenschutzzentrum



Die VDE Senioren im großen Wellenkanal der Leibniz Universität Hannover.

Foto: Robert Ramm

Am 27. Februar besuchten die VDE-Senioren das Forschungszentrum Küste an der Leibniz Universität Hannover (LUH). Herr Dr. Schimmels erläuterte dabei die Aufgaben, Funktion und Wirkungsweise des großen Wellenkanals.

Diese Groß-Forschungseinrichtung wird seit 1996 in Zusammenarbeit mit der TU Braunschweig betrieben. Der große Wellenkanal ist mit einer Länge von 300 Metern, einer Breite von fünf Metern und einer Tiefe von sieben Metern eine der größten Einrichtungen dieser Art in der Welt. Ähnlich große, zum Teil aber inzwischen auch größere Einrichtungen, gibt es beispielsweise in China und einigen anderen Ländern. Um auch weiterhin bei den Einrichtungen auf der Welt an der Spitze zu stehen, soll der Wellenkanal in Hannover ab Mai 2020 verlängert und technisch auf den neuesten Stand gebracht werden. Die Bauzeit wird auf rund zwei Jahre geschätzt. Mit dem Wellenkanal wird der Einfluss der Wellen auf verschiedene Küstenformen erforscht.

Mit den gewonnenen Erkenntnissen können Maßnahmen zum Küstenschutz entwickelt und verbessert werden. Dies wird heute und besonders in Zukunft immer wichtiger, denn durch den Klimawandel wird der Meeresspiegel steigen. Größere Sturmfluten sind dadurch immer wahrscheinlicher. Besonders davon betroffen sind in Deutschland die Nord- und Ostfriesischen Inseln, bei denen Jahr für Jahr immer größere Verluste an Küstenlinie und Strandfläche zu beklagen sind.

Im Wellenkanal werden daher verschiedene Küstenformen nachgebildet, auf die dann die von der Wellenmaschine erzeugten Wellen auflaufen beziehungsweise prallen können. Die jeweiligen Auswirkungen werden durch viele hochempfindliche Sensoren erfasst. Das für die Versuche benötigte Wasser wird dem in der Nähe gelegenen Mittellandkanal entnommen und nach Versuchsende wieder zurückgepumpt.

Da die Vorbereitungen für den nächsten Versuchsaufbau gerade liefen, konnten die VDE Senioren den Wellenkanal nur im Ruhezustand besichtigen und nicht in Aktion. Die Teilnehmer waren gleichwohl stark beeindruckt von dieser weltweit mit führenden Forschungseinrichtung in Hannover. *Robert Ramm*



Der große Wellenkanal der Leibniz Universität Hannover im eindrucksvollen Überblick.

Foto: Forschungszentrum Küste

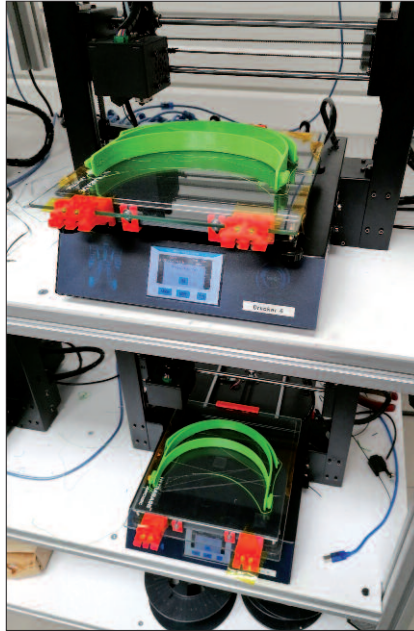
Namen und Nachrichten

Schutzausrüstung aus dem 3D-Drucker

In den Krankenhäusern der Region Hannover muss das Personal während der Coronakrise teils ohne ausreichende Schutzausrüstung arbeiten. „Dem Krankenhauspersonal fehlt oft die Barriere zwischen sich und dem Virus“, sagt Prof. Dr. Tobias Ortmaier, Vorstandsmitglied des Mechatronik-Zentrums Hannover (MZH) der Leibniz Universität Hannover. Im Umfeld des MZH hat sich deshalb auf die dringende Anfrage aus dem Klinikbetrieb eine Aktionsgruppe aus Studierenden und Mitarbeitenden der Leibniz Universität Hannover gebildet: Im Projekt „Maker-Mask“ stellt die Gruppe ehrenamtlich Behelfsausrüstung per 3D-Druck-Verfahren her. Krankenhäuser und niedergelassene Ärzte erhalten sie kostenfrei.

Zunächst sollen Komponenten für Gesichtsschilde gedruckt werden. Dies sind auf den Kopf aufsetzbare, durchsichtige Scheiben, die dabei helfen, den Träger vor Spritz-, Hust- und Niespartikeln zu bewahren, die eventuell eine Ansteckung begünstigen könnten. „Die Gesichtsschilde leisten einen ersten Beitrag dazu, dass das Krankenhauspersonal an der Virusfront länger durchhalten kann“, weiß Marc Warnecke, Geschäftsführer des MZH.

Die ersten 200 Gesichtsschilde sind bereits unterwegs: „Zunächst erhält das Klinikum Wolfsburg als regional am stärksten betroffenes Krankenhaus die dringend benötigten Face Shields. Zukünftig sollen weitere Einrichtungen in der Region Hannover ausgestattet werden“, berichtet Professor Ortmaier. Vor Start der Produktion waren in Praxis-Versuchen mehrere Prototypen der Gesichtsschilde getestet worden. Nach einer kurzen Entwicklungsphase sollen auch Mund-Nase-Masken gedruckt werden. Das Mechatronik-Zentrum Hannover koordiniert die an der Aktion beteiligten Partner und stellt Kontakte zu Unternehmen her, die Materialien zu Selbstkostenpreisen zur Verfügung stellen können. Die Kosten werden zurzeit von den Freiwilligen getragen. Spenden



Die Kopfhalterungen für die Gesichtsschilde entstehen im 3D-Druck in den Laboren der Leibniz Universität Hannover.

Foto: Robin Stöber

für benötigtes Material nimmt die Studierenden-Initiative für soziale und ökologische Projekte „Enactus Leibniz Universität Hannover e.V.“ entgegen:

- Gesichtsschilde: Mit einer Spende von 12 Euro können zwei Personen ausgestattet werden.
- Mund-Nase-Masken: Eine Spende von 24 Euro ermöglicht die Herstellung zwei weiterer Masken. Mehr hier: <https://www.enactus.de/hannover/wirvsvirus>.

Neben finanzieller sucht das Team aber auch personelle Unterstützung: Kontakt: <http://go.lu-h.de/mzh-covid19>. Red.

Vorträge

9.6.2020 17:00 - 20:30 Uhr

19. PraxisForum Projektmanagement: Projektkultur - ein Schlüssel für erfolgreiche Projekte!?

Ort: Online

Referent: vier Referenten und Referentinnen

Inhalt: Vom gelungenen Miteinander im Projekt bis zur besonderen Begeisterung für die Zusammenarbeit.

Anmeldung: Bis zum 7.6.2020: VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: info@vdi-hannover.de.

Der Veranstaltungslink wird nach Anmeldung vor der Veranstaltung von der Geschäftsstelle mitgeteilt.

VDI AK Projektmanagement

18.6.2020 18:00 - 19:30 Uhr

PMOs (Projekt-Management-Offices) im 21. Jahrhundert

Ort: Online

Referent: Dr. Jörg Klein, Leitung der Fachgruppe PMO der Deutschen Gesellschaft für Projektmanagement e.V., Nürnberg

Inhalt: Projektisierung und der Einfluß auf die PMO Arbeit im 21. Jahrhundert.

Anmeldung: VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: info@vdi-hannover.de.

Der Veranstaltungslink wird nach Anmeldung vor der Veranstaltung von der Geschäftsstelle mitgeteilt.

VDI AK Projektmanagement

13.7.2020 18:30 - 20:00 Uhr

Digitale Transformation einer Universitätsverwaltung

Ort: Online

Referentin: Dr. Christiane Büchter, Referentin für Digitale Transformation und Prozessorganisation an der Universität Bielefeld

Inhalt: Herausforderungen, Lernprozesse und erste Erfolge einer Universitätsverwaltung auf dem Weg ins digitale Zeitalter.

Anmeldung: VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: info@vdi-hannover.de.

Der Veranstaltungslink wird von der Geschäftsstelle mitgeteilt.

VDI AK Projektmanagement

Redaktion sucht Verstärkung

Sie sind neugierig auf vielfältige technische Themen auch außerhalb Ihres beruflichen Spezialgebiets? Sie wollen Ihren technischen Horizont erweitern, ohne gleich Experte sein zu müssen? Sie knüpfen gern Kontakte und haben Zeit für vier Redaktions-sitzungen im Jahr? Dann sind Sie richtig beim Redaktionsteam der VDI- und VDE-Zeitschrift „Technik und Leben“. Hineinschnuppern wird gerne gesehen. Weitere Infos bei Redaktionsleiterin Sabine Walter, Tel.: 05109/516059.

Mitglieder der Gemeinschaft Technik Hannover (GTH)

DKV Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. BZV Hannover

GSI Gesellschaft für Schweißtechnik International GmbH

TÜV Nord TÜV NORD GROUP

VDE Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik e. V., Bezirksverein Hannover

VDG Verein deutscher Gießereifachleute Landesgruppe Nord

VDI Verein Deutscher Ingenieure Bezirksverein Hannover e. V.

IfKOM Ingenieure für Kommunikation

Gäste

DVS Deutscher Verband für Schweißtechnik, Bezirksverband Hannover

IngKN Ingenieurkammer Niedersachsen

KONTAKT ZU VDI Clubs
VDI CLUB HANNOVER
RENATE DITTSCHIEDT-BARTOLOSCH
TEL.: 0511/169799-30

VDI CLUB CELLE
SOFIE AGERGAARD
SAG@AGERGAARD.DE
VDI-CLUB-CELLE@CEH4.DE

Vorträge

17.8.2020 18:30 - 20.00 Uhr
Management 4.0: Szenarien hybriden (Projekt) Managements
Ort: Haupteingang VGH, Schiffgraben 4, VGH Freiraum, 30159 Hannover
Referent: Dr. Alfred Oswald, IFST - Institute for Social Technologies GmbH, Geschäftsführer Stolberg.
Inhalt: Hybride Arbeitsmodelle für die Wertschöpfung der Zukunft.
Anmeldung: VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail info@vdi-hannover.de.
Anmeldung bis zum 10.8.2020.
VDI AK Projektmanagement

AGRARTECHNIK

Die Landwirtschaft steht heute im Spannungsfeld aus Ökologie, Effizienz und Wirtschaftlichkeit und muss sämtliche Prozesse optimieren. Welche Chancen hier Digitalisierung, neuartige Sensoren oder Züchtungen bieten, stellen wir im Heft 3/2020 mit dem Schwerpunkt Agrartechnik vor.

Impressum

Herausgeber:

VDI Verein Deutscher Ingenieure,
Bezirksverein Hannover e. V.,
Hanomagstraße 12, 30449 Hannover
Tel.: 0511/169799-30,
E-Mail: vdi-hannover@vdi.de
VDE Verband der Elektrotechnik, Elektronik,
Informationstechnik, VDE Hannover e.V.,
Hamburger Allee 27, 30161 Hannover,
Tel.: 0511/342081, Fax: 0511/342088,
E-Mail: vde-hannover@t-online.de

Redaktionelle Leitung:

Dr.-Ing. Sabine Walter, Tel.: 05109/516059

Redaktionsbüro:

JaMedia Medienoffice, Harald Langguth,
Am Waldkater 9, 30974 Wennigsen;
Tel.: 05103/927 1993; Fax: 05103/927 1995;
E-Mail: h.langguth@jamedia.net

Mitgliederversammlungen

Absage der VDE-Mitgliederversammlung

Aufgrund der aktuellen Lage durch die Corona-Pandemie hat der geschäftsführende Vorstand des VDE Hannover beschlossen, die Veranstaltung für 2020 abzusagen und die erforderlichen Formalitäten auf der Mitgliederversammlung 2021 nachzuholen. Wir bitten dafür alle Mitglieder um Verständnis.

VDI Bezirksverein Hannover

20.11.2020 16:00 Uhr save the date
Mitgliederversammlung VDI BV Hannover
Inhalt: Mitgliederversammlung des VDI Bezirksvereins Hannover.
Anmeldung: VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail info@vdi-hannover.de.
VDI Bezirksverein Hannover

VDI Bezirksgruppen des Bezirksvereins Hannover

Celle
Dipl.-Ing. (FH) Siegmund Depping
Tel. 05149/987071

Südniedersachsen
Dipl.-Ing. Raimund Keese,
Tel. 05503/49 182

Hamel
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Wottke,
E-Mail thomas.wottke@t-online.de

Hildesheim
Dipl.-Ing. Manfred Dimmann
Tel. 05121/32485

Lüchow-Dannenberg
Dipl.-Ing. Lutz Oelschläger
Tel. 0151/12404651

Nienburg
Dr. rer. nat. Hans-Hermann Lischke
Tel. 0170/4853693

VDI Arbeitskreise

Produktionstechnik
Dipl.-Ing. M. Deworetzki-Petersen,
Tel. 0511/7 98 7161

ISSN 1433 - 9897

Redaktion:

Prof. Dr. Uwe Groth, 0511/234-3470
Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kutzner, 0511/9296-1266
Dipl.-Ing. (FH) Markus Thiele, 0511/5391876
Dipl.-Ing. Bernd Heimhuber, 0511/2343329
M.Sc. René Bornfelder, 0176/24632981
Dipl.-Ing. Klaus Rickens, 05031/969904

Druck: Umweltdruckhaus Hannover GmbH,
Klusriede 23, 30851 Langenhagen.
Für Mitglieder des VDI und VDE ist der Bezugspreis im Mitgliederbeitrag enthalten. Einzelpreis: 2,- Euro.

Die Redaktion übernimmt keine Verantwortung für die Richtigkeit eingereicherter Manuskripte und Lesermeinungen. Diese geben jeweils die Meinung des Autors wieder. Die Redaktion behält sich Kürzungen der eingereichten Manuskripte vor.

Industrial Engineering

Dr.-Ing. Hartmut F. Binner,
Tel. 0511/84 86 48 120

Biotechnologie

Prof. Dr. Bernhard Huchzermeyer,
Tel. 0511/527229

Energietechnik

Prof. Dr. Friedrich Dinkelacker,
Tel. 0511/762-2418

Technikgeschichte

Dr. Uwe Burghardt, Tel. 0170/1155318

Fahrzeug- und Verkehrstechnik

Dr.-Ing. Sebastian Fink,
Tel. 05361/890812-153

Techn. Gebäudeausrüstung

Dipl.-Ing. Frank Mohwinkel,
Tel. 0511/99091-19

Entwicklung und Konstruktion

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Poll,
Tel. 0511/76 224 96

Agrartechnik

Prof. Dr.-Ing. Frank Beneke
Tel.: 0551/39-25592

Werkstofftechnik

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Karkosch,
Tel. 0511/2344420

Umwelttechnik

Dr.-Ing. Ernst Mehrhardt,
Tel. 0511/81 84 18

VDI/VDE Qualitätsmanagement

Dr. rer. nat. Thomas Simon,
Tel. 0511/93 81 34 70

VDI/VDE Mikroelektronik

Mikrosystemtechnik
Dr.-Ing. Marc Christopher Wurz,
Tel. 0511/762-7486

Projektmanagement

Prof. Dr.-Ing. Lars Baumann, M.B.A.
M.Eng. Tel. 0173/9117425

Informationstechnik

Prof. Dr.-Ing. Ekkehard Dreetz,
Tel. 0511/92 96-12 60

Medizintechnik

Prof. Prof. h.c. Dr.-Ing. Birgit Glasmacher,
Tel. 0511/762-3828

Studenten und Jungingenieure

Hüray İlayda Kök,
Tel. 0174/5776325

Senioren

Dipl.-Ing. Dieter Krönert,
Tel. 05131/93 8 29

Gesellschaftliche Veranstaltungen

und Exkursionen
Ing. Gerti-Hermann Bierkamp,
Tel. 0511/64 61 95 54

VDI Frauen im Ingenieurberuf

Hannover:
Dipl.-Ing. Caecilie von Teichman,
Tel.: 0511/13223696

Göttingen:

Dr. rer. nat. Saeedeh Aliaskarisohi
Tel. 0176/55403061

Bautechnik

Prof. Dr.-Ing. Martin Pfeiffer,
Tel. 0511/92 96 14 08

Vertrieb

Dr.-Ing. Sarah Gehrig, Tel. 0175/2973310

Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Lüdersen