

VDI

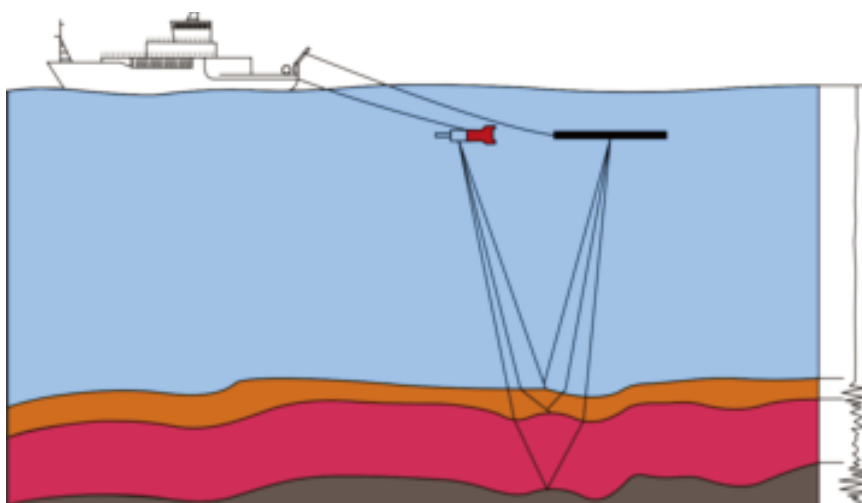
# TECHNIK UND LEBEN

VDE HANNOVER

## Licht ins Dunkle bringen

# Standfestigkeit von Windenergieanlagen

Das unterirdische Bauen ist an der Leibniz Universität Hannover (LUH) im Institut für Geotechnik (IGtH) zu Hause. Prof. Dr.-Ing. Martin Achmus forscht und lehrt mit mehr als 20 vorrangig wissenschaftlichen Mitarbeitern rund um alle Themen des Grundbaus und der Bodenmechanik. Ein Arbeitsschwerpunkt ist die Frage der Gründung von großen Windenergieanlagen im Meer. Wie findet man heraus, wie tragfähig der Nordseeboden ist und welches Fundament sich für welche Anlage eignet? Sondierungsverfahren spielen dabei eine wichtige Rolle.



Vorgehensweise bei der seismischen Bodenerkundung mit Messschiffen und Aussehen des reflektierten Schallsignals. Quelle: LUH/Institut für Geotechnik

**F**ür ein Windenergieanlagenfundament in der Nord- und Ostsee mit Wassertiefen bis 60 Meter gibt es heute zwei verschiedene Verfahren. Bei Wassertiefen bis rund 40 Meter und nicht zu weichen

Baugrund ist meist das „Monophile“-Verfahren wirtschaftlich. Dabei wird ein einziger sehr dicker Stahlpfeil mit einem Durchmesser bis rund zehn Metern und Wandstärken bis rund 150 mm bis zu 30 Meter tief in den Meeresgrund gerammt.

Für größere Wassertiefen kommt das „Jacket“-Verfahren zum Einsatz. Dabei wird eine auf den Meeresboden aufgesetzte Stahlgitterstruktur durch drei oder vier in den Ecken angeordnete stählerne Rammpfähle mit circa zwei Metern gestützt, die etwa 40 bis 60 Meter in den Meeresgrund gerammt werden. Für beide Verfahren benötigt man eine genaue Kenntnis des Untergrundes im Meer von bis zu 80 Meter in den Meeresgrund hinein.

„Der Meeresboden ist leider nicht homogen. Neben sehr gut geeigneten Sandböden gibt es auch bindige Böden, die in eiszeitlichen Erosionsrinnen abgelagert wurden – oder in der Ostsee sehr weiche bindige Böden und Kreide“, berichtet Professor Dr.-Ing. Martin Achmus.

Ohne Bohrungen geht es dabei nicht. Dabei geht man bei der Erkundung für Windenergiestandorte im Meer mehrstufig vor. Vorhandene Seekarten und das Echolot liefern bereits erste Informationen zur Wassertiefe und Struktur des Meeresgrundes. Weitergehende Erkundungen erfolgen durch seismische Untersuchungen mit systematischer Befahrung durch Messschiffe.

**Weiter auf Seite 2**

### Aus dem Inhalt

MIKROSTRUKTUR VON BETON	3
STÖRUNGSSUCHE AN LEITUNGEN	4
MIT PILOTEN ABHEBEN	6
VDI: MAKERFAIRE VIELFÄLTIG	8
VDI-MITGLIEDERVERSAMMLUNG	10
VDE: SPANNENDE VORTRÄGE	12
VERANSTALTUNGEN VDI/VDE	14

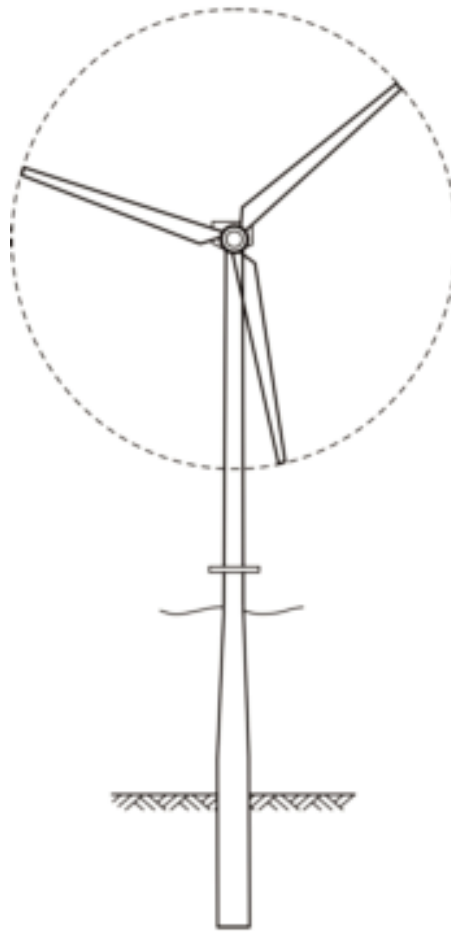
# Mittel der Wahl sind Drucksondierungen

## Fortsetzung von Seite 1

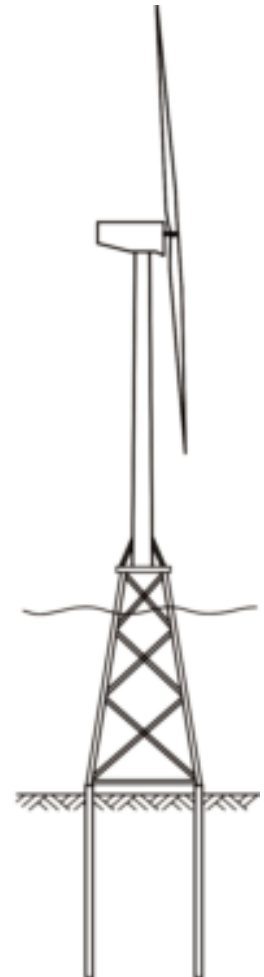
Beim Seismik-Verfahren wird der Meeresgrund in der Untersuchungszone in 50-Meter-Streifen durch ein Schiff mit Sender und mehreren Hydro-Mikrophonen befahren. Der Sender beschallt den Grund mit Signalen von etwa 4 Kilohertz (kHz), und die Mikrophone zeichnen die Reflexion dieser Signale aus den Bereichen bis zu 50 Meter unterhalb des Meeresgrundes auf. Veränderungen in der Bodendichte beeinflussen dabei die reflektierten Signale und lassen nachfolgend Rückschlüsse auf den Bodenaufbau zu. „Ergänzend kann man mit dem sogenannten Side-Scan-Sonar-Verfahren, bei dem noch höhere Signalfrequenzen eingesetzt werden, ein strukturiertes Bild der Oberfläche des Meeresgrundes erhalten“, sagt dazu Professor Martin Achmus.

Geotechnische Erkundungen mittels Bohrungen und Drucksondierungen sind gleichwohl nicht ganz verzichtbar. Man kann ihre Anzahl aber durch die vorlaufenden Erkundungsverfahren deutlich reduzieren. Außerdem ergibt sich aus der Kombination beider Erkundungsarten ein sehr gutes dreidimensionales Bild des Untergrundes.

Bohrungen mit Materialentnahme und daraus resultierenden Bohrprofilen haben bei Sandböden das Problem, dass das Material teilweise aus dem Probennehmer rieselt, was die Probengewinnung erschwert. Für Baugrunderkun-



Monopile



Jacket

Aufbau von Monopile- und Jacket-Fundamenten bei der Gründung von Windergieanlagen im Meer.

Quelle (2): LUH/Institut für Geotechnik



Professor Martin Achmus ist Leiter des Instituts für Geotechnik der Leibniz Universität.

dungen in der Nordsee werden deshalb vorwiegend Drucksondierungen durchgeführt. Dabei misst man den auf die Spitze wirkenden Widerstand beim kontinuierlichen Einpressen einer Drucksonde in den Meeresgrund. Außerdem wird die Scherspannung auf eine dahinter angeordnete Reibungshülse gemessen. Das Verhältnis beider Werte ist ein sehr guter Indikator für das Bodenmaterial, durch das die Drucksonde gerade gepresst wird. Zusätzliche Informationen liefert bei den bindigeren Böden in der Ostsee teilweise auch der Porenwasserdruck an der Sonde bei einer Drucksondierung.

Bei bindigen Böden ist allerdings die Entnahme von Proben und deren Untersuchung im Labor meist aussagekräftiger als eine Drucksondierung. „Oftmals sind auch kombinierte Verfahren sinnvoll. Dabei durchfährt man

nichtbindige Bodenschichten mittels Drucksondierung und stellt bei Schichtwechseln zu bindigen Böden auf Probenahme um“, weiß Professor Achmus. Aus den Ergebnissen von Bohrungen und Drucksondierungen wird ein Bemessungsbodenprofil abgeleitet. Aus den Ergebnissen von Laborversuchen und der Drucksondierung ergeben sich die Bodenkennwerte hinsichtlich Festigkeit und Steifigkeit, mit denen dann die Fundamentauslegung – also die Dimensionierung der Pfähle – auf Grundlage der Lasten und der Geometrie unter und über Wasser erfolgen kann. Das Verfahren ist insoweit standardisiert, als der Mindestumfang sowohl von geophysikalischen als auch von geotechnischen Erkundungen für Offshore-Windparks in den „BSH-Guidelines“ des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie festgelegt ist. Bernd Heimbuber

# Visualisierung der Mikrostruktur von Beton

Auch im Bereich der Baustoffanalytik von Beton hat das Zeitalter der digitalen Revolution Einzug erhalten. Der technologische Fortschritt im Bereich der Baustoffanalytik vermag heutzutage präzise Einblicke in die inneren Strukturen der Baustoffe zu geben. Die Poren in der Nano- und Mikrostruktur des Zementsteins beeinflussen entscheidend das makroskopische Verhalten des Betons hinsichtlich Festigkeit, Langzeitverformungen (Kriechen und Schwinden) sowie der Dauerhaftigkeit wie Frost- und Säurebeständigkeit. Um diese Effekte, die insbesondere von den Wassermolekülen in der Porenstruktur ausgehen, genauer beobachten zu können, sind manchmal Vergrößerungen erforderlich, die der Streckung einer 40 cm dicken Betonwand auf die Entfernung zwischen Erde und Mond entsprechen. Modernste Analysemethoden können Licht ins Dunkel des Betongefüges bringen, um beispielsweise

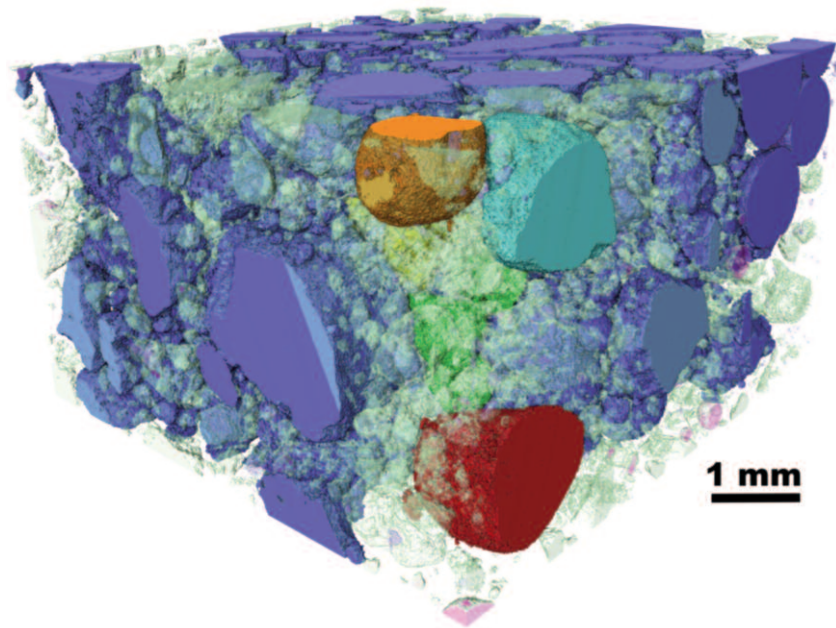
- die Verteilung von Kies, Sand, Zementstein und Luftporen dreidimensional sichtbar zu machen
- Auftreten, Orientierung, Verlauf und Größe von Mikrorissen zu bestimmen
- Veränderungen in der Anlagerung von Wassermolekülen an den Porenwandungen zu erfassen

Beispielhaft werden nachfolgend drei hochmoderne Verfahren vorgestellt, die am Institut für Baustoffe der Leibniz Universität Hannover zur Analyse von Baustoffgefügen eingesetzt werden.

## Computertomographie

Die einzelnen Gefügebestandteile des Betons lassen sich durch die Absorption von Röntgenstrahlung mit Hilfe der Computertomographie sehr präzise untersuchen. Die Besonderheit ist hierbei die zerstörungsfreie, dreidimensionale Rekonstruktion des Gefüges. Dabei können die einzelnen Bestandteile, wie die Gesteinskörnung und das Bindemittel, durch digital erzeugte Volumenrekonstruktionen individuell bildhaft dargestellt und analysiert werden.

Die obige Abbildung zeigt die dreidimensionale Volumenrekonstruktion eines Betonwürfels mit seinen einzelnen Bestandteilen, der Gesteinskörnung und dem Bindemittel.



Computertomographische Rekonstruktion eines Betonwürfels.

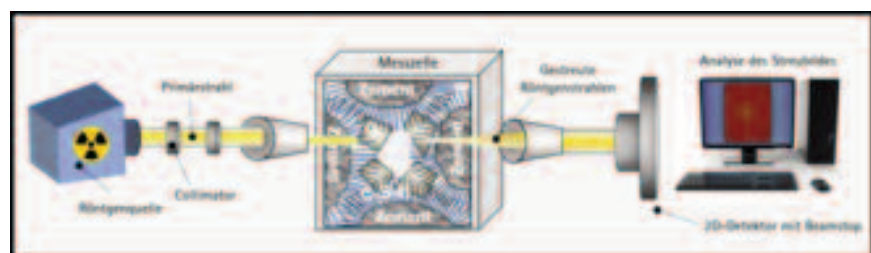
Grafik: Corinna Rozanski

## Kleinwinkel-Röntgenstreuung

Die Kleinwinkel-Röntgenstreuung (engl: Small-Angle X-Ray Scattering - SAXS) ist eine zerstörungsfreie Methode, um strukturelle Informationen über eine Probe im Nanometerbereich zu erhalten. Hierbei werden Röntgenstrahlen von einem Kollimator parallel ausgerichtet und treffen auf die zu untersuchende Probe, in diesem Fall Zementstein. Die Röntgenstrahlen werden an den Grenzflächen der nanostrukturierten Probe gestreut und mittels eines Detektors erfasst. Über moderne Analyse-Software kann daraus ein resultierendes Streubild ausgewertet werden, das Aufschluss darüber gibt, welche Form und Größe die Kleinstpartikel in der Probe haben. Die Magnetresonanztomographie ist eine zerstörungsfreie Untersuchungsmethode, die aus der Medizin bekannt ist. In einem äußeren Magnetfeld werden die Wasserstoff-

Protonen einer Probe angeregt und das anschließende Relaxationsverhalten der Protonen detektiert. Abhängig vom eingesetzten Messgerät können mehrdimensionale Aufnahmen erzeugt werden. Im baustofflichen Einsatz werden die Wasserstoff-Protonen im Wasser betrachtet. Sie lassen über ihre Signalintensität und ihr Relaxationsverhalten Rückschlüsse darauf zu, an welcher Stelle sich wie stark physikalisch gebundene Wassermoleküle befinden. Daraus kann auf die Wasserverteilung im Porensystem sowie die strukturelle Einlagerung geschlossen werden. Durch den kombinierten Einsatz dieser Analysemethoden ist es möglich, Einblicke in den Aufbau der Mikrostruktur von Beton- und Zementsteinproben zu erhalten. So kann das makroskopische Verhalten des Betons besser prognostiziert werden.

Corinna Rozanski, Markus Baum, Markus Mablbacher



Schematischer Aufbau eines Kleinwinkel-Röntgenstreuversuchs.

Grafik: Markus Baum



# Erfolgreiche Störungssuche an Leitungen

Wenn ein Kabel einen Kurzschluss hat oder ein Wasserrohr bricht, dann sprudelt es auf der Straße oder der Strom ist weg. Wo genau der Fehler liegt, weiß man damit aber nicht genau. Enercity Netz nutzt moderne Messmethoden, um Störungen an Leitungen im Untergrund zu sondieren und präzise einzumessen – das spart Suchaufwand und hält die Löcher in Straßen und Gehwegen klein. Wie das bei Strom- und Wassernetzen funktioniert, klärte Technik und Leben im Gespräch mit Marco Klatt (44), Sebastian Kalt (29), Philipp Müller (31) und Peter Oppermann von der Entstörung bei enercity Netz.



Display des Korrelationsrechners im Messwagen. Fotos (3): Bernd Heimhuber

*Technik und Leben: Herr Klatt, Sie leiten den Bereich Entstörung bei enercity Netz: Wie ist bei einer Stromstörung der Ablauf, um den Schaden zu finden und zu reparieren?*

**Marco Klatt:** Im Regelfall wird der Entstörungsdienst über unsere Leitstelle informiert. Die ist an 7 Tagen in der Woche rund um die Uhr erreichbar und reagiert auf Störungsmeldungen von Kunden oder von automatischen Erfassungseinrichtungen im Netz. Wir versuchen dann den Störungsort so schnell wie möglich zu erreichen – dazu verfügen wir über Einsatzfahrzeuge mit Blaulicht. Vor Ort gilt es zunächst abzusichern, das heißt bei einer Stromstörung die Schadensstelle sicher freizu-

schalten – damit Niemandem etwas passiert. Anschließend messen wir die Störungsstelle genau ein, damit die Baukollegen oder eine beauftragte Fremdfirma gezielt schachten und die Reparatur durchführen können.

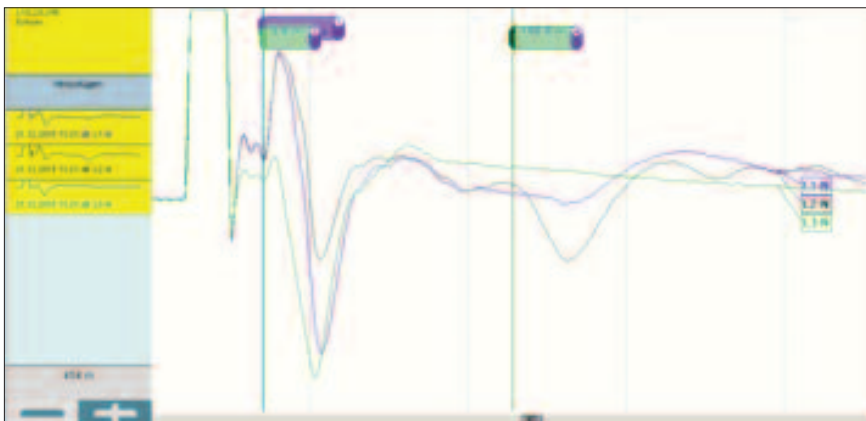
*Wie läuft denn so eine Fehler-Einmessung?*

**Phillip Müller:** Das ist ein mehrstufiges Verfahren. Die notwendigen Messgeräte und EDV-Einrichtungen dafür haben wir in unserem Entstörungsfahrzeug fest eingebaut. Als erster Schritt erfolgt eine Messung des Isolationswiderstandes der Leitung für eine grobe Einschätzung, um was für einen Fehler es sich wohl handelt. Danach machen wir zunächst eine erste Vor-Ortung-

Messung mit 60 Volt. Dabei schicken wir einen Spannungsimpuls ins Kabel und messen die Lauf- und Reflexionszeiten. Das Ergebnis wird graphisch dargestellt und wir nennen es Gesundheitsbild. Als nächster Schritt wird ein Kondensator mit einer Stoßwelle auf das gestörte Kabel entladen - bis zu 4.000 Volt bei Niederspannung und bis zu 32.000 Volt bei Mittelspannung. Aufgrund der hohen Spannung entlädt sich der Impuls an der Fehlerstelle. Dies bezeichnen wir als Fehlerbild. Wir kennen ja die Kabellängen aus unseren Plänen und können dann aus dieser Messung den Schadensort gut eingrenzen. Als dritter Schritt erfolgt eine Nach-Ortung: Dabei wird alle sechs Sekunden ein Stoßimpuls auf das gestörte Kabel gegeben. Wir hören mit einem Bodenmikrofon den infrage kommenden Bereich ab und messen zusätzlich mit einem Spulenkörper mit zwei Spulen die genaue Kabellage an der Störungsstelle ein. Danach markieren wir die defekte Stelle mit der Spraydose. Wir sind zumeist noch vor Ort bis ausgeschachtet ist, um zu sehen, ob Fehlerart und -ort wirklich stimmen.

*Kann man diese Messverfahren auch nutzen, um generell die Lebensdauer von Kabeln zu beurteilen?*

**Marco Klatt:** Nein, die bisher dargestellten Verfahren dienen der Störungs-



Messdiagramm einer Stoßwellenmessung.

suche. Aber wir können über zwei verschiedene Diagnoseverfahren mit dem Messwagen den Zustand von Leitungen beurteilen. Und das machen wir seit 2012 aufgrund ihrer Bedeutung zyklisch für alle Mittelspannungskabel im Netz. Kritische Strecken werden dabei alle zwei Jahre gemessen. Je nach Zustand und Bedeutung passiert das bei weniger kritischen Strecken aber auch nur alle fünf oder zehn Jahre.

**Sebastian Kalt:** Für die Diagnose machen wir eine verkürzte Kabelprüfung, messen Teilentladungen und den Verlustfaktor des Kabels. Für die Teilentladungsmessungen nutzen wir eine gedämpfte Wechselspannung mit Frequenzen zwischen 300 und 500 Hertz. Man kann aber mit einer einzelnen Messung keine genaue Restlebensdaueraussagen erhalten. Dazu gibt es viel zu viele Störeinflüsse im Umfeld: Einkopplungen durch Betriebsströme der Straßenbahn oder Oberschwingungen durch gewerbliche Stromrichter wie Schweißgeräte. Wir haben eben im Netz keine Laborbedingungen. Das heißt, man braucht schon Messfahrten über drei bis fünf Jahre, um Aussagen zum Zustand einer Leitung machen zu können. Es geht im Wesentlichen um eine Entwicklungsbeurteilung für die Mittelspannungsnetze.

*Woher bekommen Sie materialspezifische Basisdaten für solche Beurteilungen?*

**Marco Klatt:** Einerseits natürlich aus unserem eigenen Datenpool. Darüber hinaus haben wir uns aber auch mit einer ganzen Reihe anderer Versorger, die vergleichbare Messeinrichtungen benutzen, in einem Forschungsvorhaben zusammengetan. Dabei sind wir mit Berlin, Braunschweig und Osnabrück im Austausch. Wissenschaftlich wird das Vorhaben von der Universität Wuppertal begleitet. Die Ergebnisse unserer Diagnosemessungen fließen natürlich in die Netzdokumentation zurück. Außerdem macht unser Bereich zyklisch einen Gesamtbericht mit Handlungsempfehlungen für die Kabelerneuerung.

*Für den Strombereich ist das Procedere für Störungssuche und Diagnose gut verständlich. Läuft das für die Gas- und Wasser-netze denn ähnlich ab, Herr Oppermann?*

**Peter Oppermann:** Auch bei uns geht es zunächst darum, sichere Verhältnisse am Störungsort herzustellen. Wenn hier



**Blick in den Messwagen der Stromversorgung.**

im Stadtgebiet an einer Stelle Wasser aus dem Boden tritt, heißt das aber nicht, dass der Schaden oder Rohrbruch sich genau an dieser Stelle befindet. Dazu ist die Flächenversiegelung viel zu groß und es gibt zu viele unterirdische Nebenwege für das Wasser.

*Wie messen Sie den Schadensort ein?*

**Peter Oppermann:** Ähnlich wie die Kollegen beim Strom haben wir mehrere Verfahren. Üblich zur Vor-Ortung ist die Nutzung von Bodenmikrofonen. Einmessungen machen wir darüber hinaus mit sogenannten Korrelationsverfahren. Dazu gehen wir an die Armaturen, die die gestörte Strecke eingrenzen. Aus den Planwerken kennen wir ja das Material der Leitung, die Nennweite und die Länge zwischen den Armaturen. Die Messeinrichtungen basieren auf der Auswertung von Schallwellen – abhängig vom Rohrmaterial – und bestehen aus einem Funksender und einem Auswertegerät. Ein Rechner korreliert die Geräuschrückmeldungen

der Funksender und berechnet daraus die voraussichtliche Position der Schadensstelle. Die präzise Einmessung erfolgt in einem zweiten Schritt über empfindliche Piezo-Bodenmikrofone, mit denen wir im Schadensbereich die Leitung abhören. So werten wir die Strömungsgeräusche aus und finden den Schaden bis auf zehn Zentimeter genau.

*Können Sie so auch kleine Leckagen wie an Hausanschlussleitungen orten?*

**Peter Oppermann:** Dafür haben wir ein sehr empfindliches Messverfahren – es heißt Pipe-Mic. Hierzu werden durch ein Schleusenelement im Haus anstelle der Wasseruhr über eine Desinfektionsschleuse ein hochempfindliches Piezo-Mikrofon und ein Sender in die Leitung eingeschleust. Das Mikrofon überträgt die Geräusche in der Leitung an einen Bluetooth-Lautsprecher. Dabei lassen sich auch sehr geringe Leckagen an Hausanschlussleitungen sauber detektieren und einmessen.

*Bernd Heimbuber*



# Zwölf Mädchen können mit Piloten abheben



Die Sky Girls im Einsatz auf Borkum.

Fotos (2): Dirk Blume

Unter dem Titel „Sky-Girls: Der Flug zur Insel der Seehunde“ gehen im nächsten Schuljahr Schülerinnen der Carl-Friedrich-Gauß-Schule (KGS) Hemmingen einem Kriminalfall nach – und lernen nebenbei einiges über Flugzeugtechnik. Das Projekt ist Teil der Initiative Jugend entdeckt Technik (JeT) und wird durch eine Kooperation mit dem Aero-Club Hildesheim-Hannover möglich.

Angesprochen sind zwölf Mädchen aus den fünften bis siebten Klassen der KGS. Sie haben einen Kriminalfall zu lösen: Auf der Insel Borkum haben zwei

Gangster das Spielzeug der Seehundbabys geklaut, aber unvorsichtigerweise die GPS-Koordinaten des Verstecks in einem Café liegen lassen. Die jungen Detektivinnen müssen nun die Position auf der Insel lokalisieren und den Rettungsflug vorbereiten. Zum Ende des Schuljahres fliegen sie dann mit vier Flugzeugen des Aero-Clubs inklusive Piloten auf die Insel, um das Spielzeug aus dem Versteck zu holen und den Seehunden zurückzubringen.

„In wöchentlichen Vorbereitungskursen lernen die Mädchen, wie man Positionen bestimmt und navigiert – etwa mit

Satellitentechnik und dem Satz des Pythagoras – und wie sie mit Karten Strecken berechnen können. Auch soll die Strömungs- und Antriebstechnik von Flugzeugen erläutert werden“, erläutert Prof. Dr. Uwe Groth, stellvertretender Vorsitzender des VDI-Bezirksvereins und JeT-Initiator das Projekt.

## Außerschulischer Lernort

Während des Schulhalbjahres wird der Aero-Club an drei Wochenenden zum außerschulischen Lernort, und die Schülerinnen erhalten Unterricht direkt am Flugplatz.

„Um den Luftsport auch in der Zukunft ausüben zu können, müssen wir uns den damit verbundenen Problemen stellen. Wir als gemeinnütziger Verein können zwar keine millionenschweren Forschungsaufträge vergeben. Aber wir können junge Menschen mit unserer Leidenschaft begeistern, und ihnen damit technisch-naturwissenschaftliche Themen, die unser Sport in kompletter Breite abdeckt, nahe bringen. Natürlich verbinden wir das mit der Hoffnung, dass sich die Schülerinnen später für einen Beruf im MINT-Spektrum entscheiden, und dann mit frischen, kreativen Ideen Lösungen erarbeiten, damit wir emissionsfrei und nahezu geräuschlos fliegen können“, sagt dazu Kursleiter Dirk Blume, der auch Vorsitzender des Aero-Clubs ist. Das Flug-Projekt wurde bereits am Gymnasium Andreanum in Hildesheim erfolgreich durchgeführt.



Natürlich ist eine Recherche am Strand Teil der Aufgabe.

Red.

# Rennen ist eröffnet – JeT Challenge startet durch



Die selbstkonstruierten Boliden sorgen für spannende Rennen. Fotos (2): VDI

Der Auftakt zum „Norddeutschen JeT Challenge VDI/HSH-Cup 2020 hat begonnen. Dieser alljährlich stattfindende Wettbewerb des VDI Bezirksvereins Hannover und der Hochschule Hannover ist gestartet.

Das Interesse der Schulen ist groß. Rund 20 Schülerteams haben sich bisher nach dem „Windhundprinzip“ angemeldet. Die Endausscheidung wird im zweiten Halbjahr 2020 in der KGS Hemmingen ausgetragen. Die „Renn-Teams“ sind schon kräftig dabei, ihre Rennbolide auf diese Endausscheidung vorzubereiten.

Bis dahin ist es allerdings noch ein weiter Weg. Ziel dieses Energie-Effizienzwettrenns ist es, die selbst konstruierten und gebauten Modellautos im Maßstab 1:10 in unterschiedlichen Wettbewerbsdisziplinen fahren zu lassen. Hierzu ist es wichtig, dass sich die Schülerteams vorab arbeitsteilig mit den anfallenden Aufgaben auseinandersetzen. Dabei steht der Teamgeist ganz klar im Mittelpunkt.

„Betreut werden die Teams unter anderem durch ehrenamtliche Profis wie Bernhard Mehl, Dieter Kirstein, Harald

Berendes und Jürgen Molsbach. Alle kommen aus unterschiedlichen Berufen, sorgen für eine intensive Anleitung und geben Hilfestellung“, ergänzt stolz Professor Dr. Uwe Groth, stellvertretender VDI-Bezirksvorsitzender Hannover und JeT-Gründer.

Die zweite Runde der Endausscheidung des JeT-Challenge Cups findet zwischen der KGS Hemmingen, der Schillerschule Hannover sowie der IGS Roderbruch statt. Die Schüler-Teams aus den drei genannten Schulen nehmen an dem durch die Agentur für Arbeit und der Region Hannover gestützten JeT-Projekt zur „Technischen Berufsorientierung in der Sekundarstufe II an Gymnasien“ teil. Im Mittelpunkt steht dabei neben dem Rennen, dass ebenfalls in der zweiten Jahreshälfte an der KGS in Hemmingen ausgetragen wird, das Thema der Technischen Berufsorientierung.

„Schon im Vorfeld des Rennens lernen die teilnehmenden Schüler die Vielfalt technischer Berufe am Beispiel ihres Fahrzeugs in unterschiedlichen Unternehmen in der Region Hannover kennen. Dabei werden sie von den Schülern aus dem Vorjahr gecoach, die bereits Teilnehmer des Programms Technische Berufsorientierung waren. Wichtig ist auch der intensive Austausch zwischen den Schulen und den unterstützenden Unternehmen“, betont Professor Dr. Uwe Groth.

Weitere Informationen über das spannende und abwechslungsreiche Programm unter [www.JeT-online.net](http://www.JeT-online.net). Red.



Auch dieser selbstgebaute Rennwagen ist bei den Energie-Effizienzwettrennen ganz vorne dabei.



# Vielfältig wie noch nie – die MakerFaire

Auch in diesem Jahr war die Veranstaltung MakerFaire in der Eilenriedehalle, in der Niedersachsenhalle und im gesamten Stadtpark innerhalb des Congress Centrums Hannover sehr gut besucht. Fast 18000 Interessierte kamen, um die aktive Szene der Selbsterbauer zu bestaunen.

Am Stand des Bezirksvereins Hannover trafen sich am Samstag, 17. August, im Rahmen des Sommertreffs zukünftige Ingenieure, erfahrene Ingenieure und ihre Familien, um sich miteinander auszutauschen. Das Veranstaltungsformat kam auch dieses Mal wieder sehr gut an. Im VDI-Zelt präsentierte die Carl-Friedrich-Gauß-Schule aus Hemmingen ihre JeT-Projekte.

## Stratosphärenflug einer Sonde

JeT steht für Jugend entdeckt Technik, das Projekt von Ideengeber Professor Dr. Uwe Groth, stellvertretender Vorsitzender des VDI Bezirksvereins Hannover. Die JeT-Protagonisten zeigten einen 3-D-Drucker und den „Stratosphärenflug“ – eine selbst konstruierte, rund 1.300 Gramm schwere Ballonsonde, die 40 Kilometer hoch in die Stratosphäre geschickt wurde.

Das Programm der 7. MakerFaire Hannover war so vielfältig und bunt wie nie zuvor. Mit rund 1200 Makern an 223 Ständen konnten die Veranstalter einen neuen Ausstellerrekord vermelden. 45 Prozent der Maker stellten das erste Mal in Hannover ihre Projekte vor und trugen zum Flair der Veranstaltung bei.

*Marie-Christine Leppers*



Engagiert: Das Betreuererteam am VDI-Stand.

Fotos (2): Markus Thiele



Vielfältig: Das Angebot des VDI für Ingenieure und ihre Familien.

# Exkursion zu Großbaustellen in Berlin

Insgesamt 17 Mitglieder der Celler Ortsgruppen des VDI, der Vereinigung der Straßenbau und Verkehrsingenieure Niedersachsen (VSVI) und des Kirchenkreis' Vorwerk ließen den September mit einer gemeinsamen Exkursion ausklingen. An zwei Tagen besichtigten die Teilnehmer Großbaustellen in und um Berlin. Der erste Tag führte die Gruppe zur Europacity, der größten innerstädtischen Entwicklungsfläche Berlins. Das neue urbane Stadtquartier entsteht derzeit auf dem 40 Hektar großen Gebiet nördlich des Hauptbahnhofes. Bereits 2009 wurde der Masterplan zur Errich-

tung der Europacity beschlossen. Bei einem Rundgang über die Baustelle mit dem Projektleiter Werner Schlömer konnten die ersten fertiggestellten Gebäude betrachtet werden.

Abgerundet wurde der erste Tag durch eine Stadtrundfahrt mit kurzem Abstecher in die Geschichte der DDR und einem Besuch im Restaurant „Dicke Wirtin“.

Nur wenige Kilometer vor der polnischen Grenze erhob sich das nächste Ziel der Reisegruppe: das Schiffshebewerk Niederfinow. Während sich das alte Hebewerk noch in regem Betrieb

befindet und die Gruppe vom Betriebsstellenleiter des WSV, Jörg Schumacher, durch die Maschinenräume des gigantischen Bauwerks geführt wurde, entsteht parallel dazu das neue Schiffshebewerk Niederfinow Nord in Sichtweite. Dass das älteste noch arbeitende Schiffshebewerk Deutschlands funktionstüchtig ist, wurde demonstriert, als ein Schiff den Trog des Hebewerks befuhr, um die 36 Meter Höhenunterschied bei der Havel-Oder-Wasserstraße zu überwinden. Spätestens 2025 soll der Betrieb von dem neuen Hebewerk abgelöst werden. *Lisette Hayn*



# Daniel Klaas mit VDI-Technikpreis ausgezeichnet

Auch 2019 ist wieder der begehrte und angesehene Knubben-Technikpreis des VDI verliehen worden. Die Übergabe erfolgte bei der Mitgliederversammlung des VDI Bezirksvereins Hannover am 15. November im Novotel Hannover. Die Entscheidung sei in diesem Jahr besonders leichtgefallen, teilte die Vorstandsvorsitzende Frau Prof. Birgit Glasmacher mit. Die hochkarätig besetzte Jury sei aufgrund der herausragenden Leistung einvernehmlich zu einem Ergebnis gekommen. So durfte sich Dipl.-Ing. Daniel Klaas über die Auszeichnung im Rahmen seiner bedeutenden Promotions- und Forschungstätigkeiten im Bereich neuartiger Sensorfertigungstechnologien freuen, die er am Institut für Mikroproduktionstechnik der Leibniz Universität Hannover durchführt.

Daniel Klaas ist es durch seine Forschung gelungen, Sensoren direkt auf Bauteiloberflächen abzuschneiden. Dies ist ein wichtiger Beitrag zu der



**Knubben-Preisträger Daniel Klaas trägt vor. Fotos (2): Markus Thiele**

durch Wirtschaft und führende Fachverbände identifizierte Notwendigkeit zur Erforschung neuartiger Sensorik und Sensorfertigungstechnologien als Schlüsselfaktor der Digitalisierung. Kern bildet hierfür eine neuartige Beschichtungsanlage sowie eine zugehörige Strukturierungs- und Trimmungstechnologie, die im Rahmen der Forschungstätigkeiten von Daniel

Klaas entstanden sind. Damit ist es möglich, nur wenige Mikrometer dünne Sensorik auf Bauteilen nahezu beliebiger Größenordnung abzuschneiden, neue Messstellen zu erschließen und das Sensorlayout sowie Material auf den jeweiligen Anwendungsfall ausgelegt abzuschneiden. Somit ist eine Fertigung mit der Stückzahl 1 direkt in der Fertigungslinie möglich.

Laut Jury zeichnen sich die Tätigkeiten zusätzlich durch den Umfang, die erzielte Patentierung, die aktive Vermarktung und die hohe industrielle Relevanz aus. Dr.-Ing. Marc Christopher Wurz, Oberingenieur am IMPT, betont: „Die Direktabscheidung wird in Zukunft eine übergeordnete Rolle an unserem Institut spielen, von der Forschung und Industrie profitieren werden. Wir freuen uns über die Auszeichnung von Herrn Klaas und der damit einhergehenden Sichtbarkeit der Innovationskraft des Forschungsstandortes Hannover.“ *Red.*

# Ingenieure wichtig zur Lösung vieler Probleme

Mit Lob für den VDI Bezirksverein sparte er nicht. „Ich finde es toll, wie der VDI Hannover junge Leute an die Ingenieurberufe heranführt“, sagte Bernd Lange, Vorsitzender des Handelsausschusses des Europaparlaments auf der VDI-Mitgliederversammlung am 15. November. Lange hielt den Festvortrag „Quo vadis EU - Europäisches Ingenieurwesen im Wandel: Digitalisierung und soziale Verantwortung“.

Die geplante Tesla-Fabrik für drei Milliarden Euro in Brandenburg nannte der SPD-Politiker als gelungenes Beispiel für den Weltruf deutscher Inge-

nieure. „Die Qualität deutscher Ingenieure hätte ihn zu dieser Standortwahl bewogen“, zitierte Lange den Tesla-Gründer Elon Musk. Die Kreativität deutscher und europäischer Ingenieure ist für Lange auch der Schlüssel zur Lösung vieler aktueller Probleme vom Klimaschutz über alternative Energien und eine effektivere Gebäudetechnik bis zur Steigerung der Energieeffizienz.

Beim Thema Digitalisierung warnte er vor dem Amazon-Konzern („dominiert 50% des Onlinehandels weltweit“), forderte mehr Engagement bei der Erforschung der Batterie- und Wasserstoff-

technologie („Diese Herausforderungen können wir ohne Ingenieure nicht stemmen“) und malte ein düsteres Bild in Bezug auf China an die Wand: „Das Land hat eine globale Strategie bis 2025 und dazu zehn Bereiche mit Maßnahmen und Zielsetzungen definiert – die EU hat bislang nichts Vergleichbares.“ Lange stellte den Junkersfonds der EU heraus, in dem 500 Milliarden Euro für innovative Start-ups als Risikokapital bereitstehen. Zur EU-weiten Anerkennung der beruflichen Qualifikation von Ingenieuren favorisiert er den Berufsausweis. Vorteil am Brexit: „Die anderen Länder rücken enger zusammen“, freute sich der Politiker. *Harald Langguth*

## 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
- MSS-UNTERNEHMERHILFE EG
- PICO ENGINEERING GMBH
- REFRASTECHNIK CEMENT GMBH GÖTTINGEN
- TAUBE + GOERZ GMBH HANNOVER
- VSM - VEREINIGTE SCHMIRGEL- UND MASCHINEN-FABRIKEN AG
- WABCO FAHRZEUGSYSTEME GMBH HANNOVER



**Mit Vehemenz: Bernd Lange bei seiner Rede vor den VDI-Mitgliedern.**

# Viele Ehrenamtliche organisieren das Angebot



Sie sind seit 25 Jahren – und damit seit einem Vierteljahrhundert Mitglieder des VDI. Dazu gratulierten herzlich Dr. Sabine Walter vom Vorstand des Bezirksvereins Hannover (r.) und Prof. Dr. Uwe Groth (l.) Fotos (6): Markus Thiele

Die jährliche Mitgliederversammlung ist laut Vereinsrecht eine Pflichtveranstaltung für jeden deutschen Verein. Dass ein solches Treffen trotzdem anregend und interessant sein kann, bewies Prof. Dr.-Ing. Birgit Glasmacher, Vorsitzende des VDI Bezirksvereins:

Netzwerken und Danke sagen war ihr Motto. Das kam bei den Mitgliedern gut an, die sich, wann immer es die Tagesordnung erlaubte, rege austauschten. Während des Jahresberichts der Vorsitzenden gab es für viele aktive Vereinsmitglieder Applaus.

So wurden nicht nur neue Arbeitskreisleiter und Leitungsteams der Bezirksgruppen in Celle und in Hildesheim willkommen geheißen, sondern auch ehemalige verabschiedet. Glasmacher konnte von insgesamt 168 Veranstaltungen berichten, die seit der letzten Mitgliederversammlung stattgefunden hatten: von JeT-Projektgruppen, Workshops und Seminaren der Studenten und Jungingenieure über Arbeitskreis- und Bezirksgruppentreffen bis hin zu Messen wie KissMe und dem Sommertreff auf der MakerFaire. Diese große Bandbreite wurde nicht nur intensiv genutzt, sondern ist sicherlich auch ein Grund für leicht steigende Mitgliederzahlen in 2019 – aktueller Stand 4652. Ausdrücklich dankte Glasmacher ihren Vorstandskolleginnen und -kollegen: Hans-Jörg Korbjuhn für die unermüdliche Gewinnung neuer Fördermitglieder, Prof. Dr. Uwe Groth für die Jugendaktivitäten und die Betreuung des Kuratoriums, Prof. Dr. Bernhard Huchzermeyer als Ansprechpartner für alle Arbeitskreise und Eva Knappe für die Bezirksgruppen. Dr. Sabine Walter verantwortet die Mitgliederzeitschrift



Ehrung für 40 Jahre VDI-Mitgliedschaft durch Frau Prof. Birgit Glasmacher.



Technik und Leben und Hans Günther Seewald wacht als Schatzmeister über die Finanzen. In seinem Bericht konnte Seewald darlegen, woher der Verein in 2018 seine Einnahmen erhielt und wie diese für die Vereinsarbeit eingesetzt wurden. Ein geringfügiger Überschuss wurde den Rücklagen zugeführt und wird voraussichtlich 2020 für die Aktivitäten zum 150. Vereinsjubiläum benötigt. Der Antrag des Rechnungsprüfers Prof. Reinhard Spörer, den Vorstand zu entlasten, wurde ohne Gegenstimme angenommen.

**Gesucht wird ein Kümmerer**

Die Mitglieder des diesjährigen KissMe Teams, gut erkennbar an ihren grünen T-Shirts mit Frosch und dem Spruch „Ehrenmann beziehungsweise Ehrenfrau durch Ehrenamt“, sammelten für die Ingenieurhilfe 665,80 Euro ein. Leider gibt es in Hannover derzeit niemanden, der sich um in Not geratene Ingenieure oder Ingenieurstudierende kümmert. Wer daran Interesse hat, melde sich bei der Vorsitzenden Prof. Dr. Glasmacher oder der Geschäftsstelle. Dort kann auch das Protokoll der Mitgliederversammlung eingesehen werden. Der VDI Hannover dankt dem Team, das die Mitgliederversammlung vorbereitet, 161 Jubilare eingeladen und wieder aufgeräumt hat. *Sabine Walter*



Sie halten dem VDI Bezirksverein Hannover seit 50 Jahren die Treue.



Seit 60 Jahren beim VDI: Ing. Johann P. Gerle (l.) und Dipl.-Ing. Fritz Battigge.



Dank an Gert-Herrmann Bierkamp für sein Organisationstalent und Engagement.

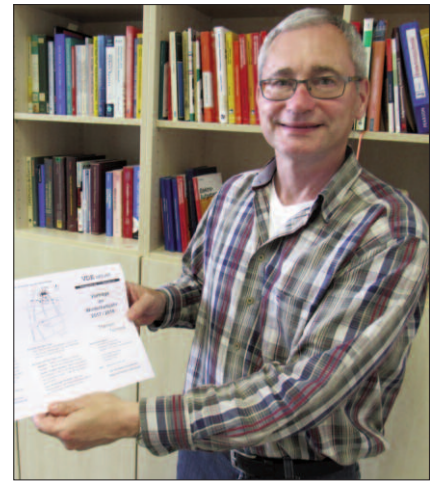


Das Organisationsteam der Mitgliederversammlung (v. l.): Marie-Christine Leppers, Insa Hanebuth, Regine Albes, Alice Duckstein.

# Spannende Vorträge zum Wintersemester

Bereits am Mittwoch, 30. Oktober, um 18 Uhr, trug Michael Palm von der Avacon Netz GmbH im Saal 1B.0.11 der Hochschule Hannover das Thema Powerline als Digitalisierungs-Helfer vor und am Mittwoch, 6. November, ging es dann um 18 Uhr an der LUH im Institut für Kraftwerkstechnik um die Besichtigung des Einstein-Elevators. Diese Weiterentwicklung für Experimente im Bereich der Schwerelosigkeit erläuterten Dr.-Ing. Tobias Froböse und Dipl.-Ing. Christoph Lotz. Am 15.1.2020 geht es um 18 Uhr im Hörsaal F128 in der Leibniz-Universität (LUH) um das Thema Verträglichkeit von Auto und Strom. Dr.-Ing. Sebastian Koj erläutert in seinem Vortrag die Herausforderungen und Lösungsansätze bei der Elektrifizierung von KFZ-Antrieben, autonomen Fahrzeug-Steuerungen und der Kommunikation von Fahrzeugen mit der Außenwelt insbesondere auch zur elektromagnetischen Verträglichkeit.

Am Mittwoch, 29. Januar, findet um 18 Uhr in der Universität Hannover im Welfengarten 1 im Hörsaal F128 ein Vortrag zum Thema Elektromobilität - Status quo in Hannover statt. Dipl.-Ing. Michael Koch-Schrand (enercity AG) erläutert Ladeoptionen, Reichweiten, Kosten und Ökobilanzen von Elektrofahrzeugen und gibt einen Einblick in die Konzepte für Hannover. Der letzte Vortrag für das Wintersemester findet am 12. Februar in der LUH im Hörsaal F128 zum Thema EMV im Sonderfahrzeugbau statt. Dr.-Ing. Melanie Rohe bespricht dann Fragen und Lösungen der leitungs- und feldgebundenen Störungsausendung und Störfestigkeit in Sonderfahrzeugen sowie Aspekte des Personenschutzes in solchen Umgebungen. Prof. Michael Koch organisiert die VDE-VDI-Vorträge an der HSH und LUH. Sein Ziel: „Ich will mit kompakten Vorträgen von 45 bis 60 Minuten durch ausgewiesene Experten einen



**Vortragsorganisator Prof. Michael Koch.** Foto: Bernd Heimhuber

Einblick in aktuelle technische Entwicklungen geben – und zwar so, dass Studierende und technisch interessierte „Nicht-Fachleute“ die Inhalte gut verstehen.“  
Bernd Heimhuber

# Schüler entwickelt Automatisierungschip

„Invent a chip“ ist ein bundesweiter, jährlich stattfindender VDE-Schülerwettbewerb an der Leibniz-Universität Hannover am Institut für Mikroelektronische Systeme/IMS bei Professor Blume. Die Teilnehmer bewerben sich mit einer innovativen Chip-Idee für einen Workshop und haben danach die Chance, ihre Idee in einer viermonatigen Praxisphase umzusetzen. Technik und Leben sprach mit Oskar Molewski (17 Jahre) vom Gymnasium Mellendorf. Oskar hat in diesem Jahr mit seiner Idee eines Chips für die Automatisierung einer Tierfuttermischanlage an dem Workshop an der Leibniz-Universität teilgenommen.



**Die Teilnehmer am VDE invent-a-chip-Wettbewerb 2019.** Foto: VDE

*Technik und Leben: Oskar, wie kamen Sie auf die Idee, sich bei „Invent a chip 2019“ zu beteiligen?*

**Oskar Molewski:** Ich leite die Informatik AG am Gymnasium Mellendorf und meine Schulleiterin hat mich angesprochen, ob ich nicht Interesse an dem VDE-Schülerwettbewerb hätte. Ich fand den Fragen-Katalog dazu ziemlich anspruchsvoll und die Idee, einen eigenen Chip zu ent-

wickeln, ausgesprochen spannend. Meine Projektidee habe ich dann erst auf den letzten Drücker eingereicht – es hat dann gerade noch so geklappt.

*Technik und Leben: Wie war denn der Workshop in Hannover im Mai 2019?*

**Oskar Molewski:** Der war schon prima. Einerseits hat man gesehen, was es noch alles für Ideen gibt und dann

waren da kompetente Ansprechpartner, die einem bei der Konkretisierung der Idee und dem Verfahren, wie man solche Automatisierungsprozesse programmieren kann, geholfen haben. Im Wettbewerb wird einem dazu übrigens ein Computer-Board vom Typ FPGA Altera DE2-115 zur Verfügung gestellt.

*Technik und Leben: Vielen Dank und alles Gute für Sie.*  
Bernd Heimhuber



# Auf den Spuren der Luftfahrtpioniere



Die VDE-Senioren bestaunen die Flugzeugmotoren im Luftfahrtmuseum in Laatzten.

Foto: Bernd Heimhuber

Am 27. August trafen sich die VDE-Senioren im Luftfahrtmuseum in Laatzten. Dr. Wilfried Crome führte durch die Ausstellung mit insgesamt über 4.500 Exponaten auf mehr als 3.500 Quadratmetern.

Ausgangspunkt der Fliegerei war die Sehnsucht der Menschen, ebenso fliegen zu können wie die Vögel. Fliegen ist heute selbstverständlich, doch bis dahin war es ein langer Weg. Im Mittelalter entwarf Leonardo da Vinci Flugapparate. Keiner davon hätte tatsächlich fliegen können. Es versuchten sich noch viele weitere Tüftler an flugtauglichen Objekten, der große Durchbruch blieb ihnen jedoch versagt. Otto Lilienthal erkannte als erster, dass die Flügel nach oben gewölbt sein müssen, damit ein Auftrieb entsteht. Seine mit Muskelkraft betriebenen Gleitfluggeräte waren so konstruiert. Er stürzte mit seinem Fluggerät aber bei plötzlichem aufgetretenen Windböen ab und starb, hinterließ aber wesentliche Ergebnisse und Unterlagen für nachfolgende Flugpioniere. Die Brüder Wright berücksichtigten dies bei ihren Fluggeräten und konnten am 17.12.1903 den ersten wirklichen Motorflug durchführen. Dem

Hannoveraner Jatho gelang wohl einige Monate früher mit seinem Flugdrachen ein paar Luftsprünge über wenige Meter, aber sein Flugapparat war weniger aerodynamisch konstruiert. In den folgenden Jahren waren es vor allem Franzosen, die sowohl die Fluggeräte als auch die nötigen Motoren weiterentwickelten.

## Deutschland baute Luftschiffe

In Deutschland wurden hauptsächlich Luftschiffe, also Zeppeline, gebaut, mit denen in langsamer Fahrt für damalige Verhältnisse weite Strecken zurückgelegt werden konnten.

Im ersten Weltkrieg wurden auf allen Seiten die Möglichkeiten von Flugzeugen für die Kriegsführung erkannt und diese verbessert. 1919 baute Hugo Junkers das erste freitragende Ganzmetallflugzeug, die Junkers F13. Dieses Flugzeug wurde von der 1926 gegründeten Lufthansa wie von vielen anderen Gesellschaften als Passagierflug genutzt. Von der Leistungsfähigkeit der damaligen Flugzeuge und Flugzeugführer zeugte der Alleinflug von Charles Lindbergh im Mai 1927 von New York nach

Paris. Ein Nachbau seines Flugzeugs, die Spirit of St. Louis, ist im Museum ausgestellt.

Der 2. Weltkrieg führte erneut zum Wettkampf um die besten Kriegsflyerzeuge. Am Ende dieses Krieges wurde vom damaligen Deutschen Reich das erste serienmäßig gefertigte Flugzeug mit Düsenantrieb eingesetzt. Die Standzeit der zwei Turbinen lag aber bei nur circa 40 Stunden. Dieses Flugzeug war Ausgangspunkt für alle nachfolgenden Düsen-Flugzeuge. Drei von diesen Militär-Maschinen sind in Laatzten ausgestellt: MIG 15 und 21 und der Starfighter. In der Zivilluft werden Düsenantriebe schon viele Jahre eingesetzt. Das bekannteste Triebwerk ist wohl der Turbofan CF6, der auch zu sehen ist. Es verfügt über ein sogenanntes Mantelstromtriebwerk. Dabei läuft der Vortrieb zu 80 bis 85 Prozent über den Mantelstrom, den die vielen Schaufeln erzeugen. Passagierflugzeuge mit solchen Triebwerken sind sehr wirtschaftlich, erreichen aber keine Schallgeschwindigkeit. Die VDE Senioren waren von der Fachkunde des Dr. Crome und den gezeigten Objekten begeistert.

Robert Ramm

### Vorträge

9.12.2019 18:00 - 20:00 Uhr  
**Erfolgreiche Projekte durch Reduzierung schädlichen Multitaskings**  
**Ort:** Hochschule Hannover, Fakultät IV  
**Referent:** Claudia Simon GF, VITEM GmbH & Co., KG, Heppenheim  
**Inhalt:** Wenn Projekte fließen, können mehr Projekte in kürzerer Zeit mit den gleichen Ressourcen durchgeführt werden.  
**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: vdi-hannover@vdi.de  
**VDI AK Projektmanagement**

10.12.2019 17:30 - 19:00 Uhr  
**Stromerzeugung im Jahr 2030 - 65% Erneuerbare**  
**Ort:** Hörsaal A145 (ehemals A135) im Gebäude 3403, Appelstraße 11, 30167 Hannover  
**Referent:** Dipl.-Ing. Volker Gehrke, ehem. E.ON Kraftwerke GmbH, Leiter Kraftwerk Schkopau  
**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: vdi-hannover@vdi.de  
**VDI AK Energietechnik gemeinsam mit dem Kolloquium der Energie- und Verfahrenstechnik der Leibniz Universität Hannover**

10.12.2019 9:45 Uhr  
**Vortrag mit Frühstück - Die Geschichte von Hannover 96**  
**Ort:** Vereinsheim DLRG und SVB, Ludwigstraße 5, 30827 Garbsen/Berenbostel  
**Referent:** Sebastian Kurbach, Archivar  
**Inhalt:** Zum Frühstück hören wir einen Vortrag über die Geschichte von Hannover 96. Dazu erfahren wir Wissenswertes über die Architektur und die Technik des Fußballstadions.  
**Kosten:** 5 Euro  
**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: vdi-hannover@vdi.de  
**VDI AK Senioren**

17.12.2019 17:30 - 19:00 Uhr  
**Rheology, Particle Characterization & Beyond**  
**Ort:** Hörsaal A145 (ehemals A135) im Gebäude 3403, Appelstraße 11, 30167 Hannover  
**Referent:** Dr. Christian Fettkenhauer, Markus Hilgart, Anton Paar Germany GmbH, Ostfildern-Scharnhausen  
**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: vdi-hannover@vdi.de  
**VDI AK Energietechnik gemeinsam mit dem Kolloquium der Energie- und Verfahrenstechnik der Leibniz Universität Hannover**

7.1.2020 17:30 - 19:00 Uhr  
**Electrified Retrofit Vehicle Solutions**  
**Ort:** Hörsaal A145 (ehemals A135) im Gebäude 3403, Appelstraße 11, 30167 Hannover  
**Referent:** Dr.-Ing. Jens Stegemann, ÉVO - Évolution Synergétique GmbH, Regensburg  
**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: vdi-hannover@vdi.de  
**VDI AK Energietechnik gemeinsam mit dem Kolloquium der Energie- und Verfahrenstechnik der Leibniz Universität Hannover**

14.1.2020 17:30 Uhr  
**Zettelwirtschaft adé - Digitalisierung in Produktion, Service und Gebäudemanagement**  
**Ort:** Prof. Binner Akademie GmbH, Berliner Str. 29, 30966 Hannover  
**Referent:** Wolfgang Pippert  
**Inhalt:** Formulare, Checklisten, Bedienungsanleitungen, Datenblätter über frei konfigurierbare Eingabemasken hinterlegen. Mobil- daten auf Tablet oder Handy erfassen.  
**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: vdi-hannover@vdi.de  
**VDI AK Industrial Engineering**

16.1.2020 17:00 Uhr  
**Entwicklung der optischen Mikrolithographie für die Herstellung integrierter Schaltungen**  
**Ort:** Dr. Oetker-Hörsaal (PCI, LUH Gebäude 2504; Callinstr. 3a, D-30167 Hannover  
**Referent:** Dr. Andreas Dorsel, Semiconductor Manufacturing Technologie Carl Zeiss GmbH, Oberkochen  
**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: vdi-hannover@vdi.de  
**VDI/VDE AK Mikroelektronik Mikrosystem- technik**

20.1.2020 18:30 - 20:00 Uhr  
**Besonderheiten und Herausforderungen beim Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten**  
**Ort:** Hochschule Hannover, Fakultät IV Raum Wirtschaft und Informatik, Raum 1H.1.55 (1. Etage) Ricklinger Stadtweg 120, 30459 Hannover  
**Referent:** Dr.-Ing. Meltem Sözüer, Projektsteuerung, INROS LACKNERSE, Holstenplatz 18, 22765 Hamburg  
**Inhalt:** Das Projektmanagement von öffentlichen Vorhaben erfordert besondere Kenntnisse (unter anderem Akteure, Organisationsstrukturen, Problemfelder) für eine erfolgreiche Projektabwicklung  
**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: vdi-hannover@vdi.de  
**VDI AK Projektmanagement**

21.1.2020 17:30 - 19:00 Uhr  
**DeNOx bei stationär betriebenen Großmotoren zur Energiewandlung**  
**Ort:** Hörsaal A145 (ehemals A135) im Gebäude

3403, Appelstraße 11, 30167 Hannover  
**Referent:** Arne Grothaus, Giuliano Ercolano; Emission Partner GmbH & Co. KG, Hannover  
**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: vdi-hannover@vdi.de  
**VDI AK Energietechnik gemeinsam mit dem Kolloquium der Energie- und Verfahrenstechnik der Leibniz Universität Hannover**

27.1.2020 18:00 Uhr  
**LIBERATING STRUCTURES**  
**Ort:** Hochschule Hannover, Fakultät IV, Raum 1H.o.23, Ricklinger Stadtweg 120, 30459 Hannover  
**Referent:** Kai-Uwe Behrends, Leiter DGQ-Geschäftsstelle Hamburg  
**Inhalt:** Einfache Mikrostrukturen für intensiven Austausch und echte Beteiligung in Gruppen jeder Größe - systematisch, strukturiert, demokratisch, effizient, timeboxed, skalierbar.  
**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: vdi-hannover@vdi.de  
**VDI/VDE AK Qualitätsmanagement, DGQ**

28.1.2020 17:30 - 19:00 Uhr  
**Cryotechnique and microfluid**  
**Ort:** Hörsaal A145 (ehemals A135) im Gebäude 3403, Appelstraße 11, 30167 Hannover  
**Referent:** Prof. Dr. Iordania Constantinou, Zentrum für Pharmaverfahrenstechni (PVZ), Braunschweig  
**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: vdi-hannover@vdi.de  
**VDI AK Energietechnik gemeinsam mit dem Kolloquium der Energie- und Verfahrenstechnik der Leibniz Universität Hannover**

13.2.2019 17:00 - 19:00 Uhr  
**Die Herstellung von Phosphordünger aus Klärschlammmasche**  
**Ort:** DEKRA-Gebäude, Besprechungsraum 1.OG, Hanomagstraße 12, 30449 Hannover  
**Referent:** Stefan-Anton Kugler  
**Inhalt:** Vorstellung der Arbeit der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM). Physikalische und chemische Verfahren zur Herstellung von Phosphordünger  
**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: vdi-hannover@vdi.de

### Mitglieder der Gemeinschaft Technik Hannover (GTH)

<b>DKV</b>	Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. BZV Hannover	<b>VDG</b>	Verein deutscher Gießerei-fachleute Landesgruppe Nord
<b>GSI</b>	Gesellschaft für Schweiß-technik International GmbH	<b>VDI</b>	Verein Deutscher Ingenieure Bezirksverein Hannover e. V.
<b>TÜVNord</b>	TÜV NORD GROUP	<b>IfKOM</b>	Ingenieure für Kommunikation
<b>VDE</b>	Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informations-technik e. V., Bezirksverein Hannover	<b>Gäste</b>	
		<b>DVS</b>	Deutscher Verband für Schweißtechnik, Bezirksverband Hannover
		<b>IngKN</b>	Ingenieurkammer Niedersachsen



**VDI AK Umwelttechnik**

17.2.2020 18:30 - 20:00 Uhr

**Konflikte: Meilenstein statt Stolperstein**

**Ort:** Firma Truecare GmbH, Kronenstr. 13, 30161 Hannover

**Referent:** Christoph M. Michalski, Der Konflikt-navigator, Barkhausener Str. 97, 49328 Melle

**Inhalt:** Konflikte im Projektmanagement kosten Zeit, Geld und Nerven. Eine effiziente Systematik wird vorgestellt, die das verhindert.

**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: [vdi-hannover@vdi.de](mailto:vdi-hannover@vdi.de)

**VDI AK Projektmanagement**

24.2.2020 18:00 Uhr

**Anders Auditieren**

**Ort:** Hochschule Hannover, Ricklinger Stadtweg 120, 30459 Hannover, Fakultät IV, Raum 1H.o.23

**Referent:** Dr. Thomas Simon, Director, Continental AG

**Inhalt:** Mit neuen Auditierungsmethoden Rituale durchbrechen und echte Potentiale heben. Erfahrungsbericht aus einem DGQ Pilotprojekt mit Pilotaudits.

**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: [vdi-hannover@vdi.de](mailto:vdi-hannover@vdi.de)

**Besichtigungen/Exkursionen**

**VDI/VDE AK Qualitätsmanagement, DGQ**

14.12.2019 10:00 Uhr

**Besichtigung Werk Nordstemmen der Nordzucker AG**

**Ort:** Nordzucker AG Werk Nordstemmen, Calenberger Str. 36, 31171 Nordstemmen

**Referent:** Werksleiter

**Inhalt:** Werksführung: Schritt für Schritt 250 verschiedene Produkte aus der Rübe erleben.

**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: [vdi-hannover@vdi.de](mailto:vdi-hannover@vdi.de)

**VDI BG Hildesheim**

14.1.2020 11:15 Uhr

**Besuch der ÜSTRA Hannoversche Verkehrsbetriebe AG**

**Ort:** ÜSTRA Hannoversche Verkehrsbetriebe Aktiengesellschaft, Am Hohen Ufer 6, 30159 Hannover

**Referent:** Marwin Wlodarski (ÜSTRA)

**Inhalt:** Vortrag (circa 2 Stunden) über die ÜSTRA im Verwaltungsgebäude. Danach zum Betriebshof Glocksee, wo unter anderem Hauptuntersuchungen an Stadtbahnen vorgenommen werden.

**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: [vdi-hannover@vdi.de](mailto:vdi-hannover@vdi.de)

**VDI AK Senioren**

16.1.2020 17:00-19:00 Uhr

**Klärschlammverbrennung und Nährstoffrückgewinnung (z.B. Phosphor) als zukünftige Aufgabenstellung für Kläranlagen. Möglichkeiten und Grenzen der Umsetzung**

**Ort:** Stadtentwässerung Hildesheim AöR, Kläranlage Hildesheim, Kanalstraße 50, 31137 Hildesheim

**Referent:** Dr.-Ing. Erwin Voß

**Inhalt:** Die Stadtentwässerung Hildesheim plant mit etlichen weiteren Kommunen eine kommunale Monoklärschlammverbren-

nungsanlage mit Nährstoffrückgewinnung

**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.:

0511/169799-30, E-Mail: [vdi-hannover@vdi.de](mailto:vdi-hannover@vdi.de)

**AK Umwelttechnik/BG Nienburg**

23.1.2020 17:00 Uhr

**Besuch der Firma Wiedemann – Spezialist für moderne Technologien in Haustechnik und Gebäudeautomation**

**Ort:** Firma Wiedemann Dienstleistungs- und Verwaltungsgesellschaft mbH, Am Boksberg 1-3, 31157 Sarstedt

**Referent:** Hendrik Wöhle

**Inhalt:** Vortrag und Besichtigung Wiedemann Sarstedt (Lager und Logistikbereich, „Was machen Ingenieure bei der Firma Wiedemann“) anschließend Stammtisch der Bezirksgruppe Hildesheim

**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: [vdi-hannover@vdi.de](mailto:vdi-hannover@vdi.de)

**VDI BG Hildesheim**

11.2.2020 09:45 Uhr

**Besichtigung des neuen Campus Maschinenbau in Garbsen**

**Ort:** An der Universität 2, 30823 Garbsen

**Referent:** Dr.-Ing. Joachim Runkel, Oberingenieur

**Inhalt:** Besichtigung des neu gebauten Campus der Leibniz Universität Hannover mit seinen demnächst 19 Instituten

**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: [vdi-hannover@vdi.de](mailto:vdi-hannover@vdi.de)

**VDI AK Senioren**

**Stammtische**

5.12.2019 18:00 Uhr

**Celler VDI Stammtisch – Weihnachtsmarkt**

**Ort:** Thaers Wirtshaus, Thaerplatz 1, 29221 Celle

**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: [vdi-hannover@vdi.de](mailto:vdi-hannover@vdi.de)

**VDI BG Celle**

5.12.2019 19:00 Uhr

**Rückblick 2019 - Planung 2020**

**Ort:** VDI Bezirksverein Hannover, Hanomagstraße 12, 30449 Hannover.

**VDI AK Umwelttechnik**

6.12.2019 15:00 Uhr

**Nikolauskaffee**

**Ort:** enercity, Stammestr. 105, 30459 Hannover

**Anmeldung:** VDE Geschäftsstelle, Tel.: 0511/342081-Mail: [vde-hannover@t-online.de](mailto:vde-hannover@t-online.de)

**VDE Hannover**

12.12.2019 20:00 Uhr

**Jahresabschlussparty**

**Ort:** Cafeteria Hanomacke, Königsworther Platz 1, Hannover

**Inhalt:** Gemeinsamer Ausklang des Jahres 2019 der Studenten und Jungingenieure

**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.:

0511/169799-30, E-Mail: [vdi-hannover@vdi.de](mailto:vdi-hannover@vdi.de)

**VDI AK Studenten und Jungingenieure**

9.1.2020 18:00 Uhr

**VDE Stammtisch**

**Ort:** Walk-in, Carl-Loges-Str. 8, 30657 Hannover

**Inhalt:** „Die seltsame Welt der Quanten sowie der Weg zum Quantencomputer“: Vortrag mit Lichtbildern und Videos

**Referent:** Dr.-Ing. Gerd Harms

**Anmeldung:** Eine Anmeldung ist nicht erforderlich.

**VDE Hannover**

9.1.2019 19:00 Uhr

**Celler VDI Stammtisch**

**Ort:** Thaers Wirtshaus, Thaerplatz 1, 29221 Celle

**Inhalt:** Stammtisch ist immer am 1. Donnerstag des Monats zur Förderung der Kontakte unter den lokalen VDI-Mitgliedern

**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: [vdi-hannover@vdi.de](mailto:vdi-hannover@vdi.de)

**VDI BG Celle**

14.1.2020 18:00 Uhr

**Stammtisch**

**Ort:** Gaststätte Plümecke, Voßstr. 39, Hannover

**Inhalt:** Monatlicher Stammtisch der Studenten und Jungingenieure

**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: [vdi-hannover@vdi.de](mailto:vdi-hannover@vdi.de)

**VDI AK Studenten und Jungingenieure**

23.1.2020 19:00 Uhr

**Stammtisch der Bezirksgruppe Hildesheim**

**Ort:** Firma Wiedemann Dienstleistungs- und Verwaltungsgesellschaft mbH, Am Boksberg 1-3, 31157 Sarstedt

**Referent:** Leitungsteam der Bezirksgruppe

**Inhalt:** Erster Stammtisch der VDI Bezirksgruppe Hildesheim

**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: [vdi-hannover@vdi.de](mailto:vdi-hannover@vdi.de)

**VDI BG Hildesheim**

26.1.2020 10:00 Uhr

**Neujahrsbrunch**

**Ort:** Bavarium, Windmühlenstr. 6

**Inhalt:** Die Studenten und Jungingenieure starten gemütlich mit einem Brunch ins neue Jahr

**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: [vdi-hannover@vdi.de](mailto:vdi-hannover@vdi.de)

**Kosten:** 14,90 Euro/Person

**VDI AK Studenten und Jungingenieure**

6.2.2020 19:00 Uhr

**Celler VDI Stammtisch**

**Ort:** Thaers Wirtshaus, Thaerplatz 1, Celle.

**Inhalt:** Monatlicher Stammtisch immer am ersten Donnerstag eines Monats zur Förderung der Kontakte unter lokalen VDI-Mitgliedern.

**Anmeldung:** VDI Bezirksverein Hannover, Tel.: 0511/169799-30, E-Mail: [vdi-hannover@vdi.de](mailto:vdi-hannover@vdi.de)

**VDI BG Celle**

## KONTAKT ZU VDI Clubs

**VDI CLUB HANNOVER**  
RENATE DITTSCHIEDT-BARTOLOSCH  
TEL.: 0511/169799-30

**VDI CLUB CELLE**  
DIPL.-ING. (FH) GERRIT BRUNKEN  
VDI-CLUB-CELLE@CEH4.DE

### Stammtische

13.2.2020 18:00 Uhr

#### Stammtisch

**Ort:** Enchilada, Knochenhauerstr. 36, Hannover.

**Inhalt:** Monatlicher Stammtisch.

**VDI AK Studenten und Jungingenieure**

5.3.2020 19:00 Uhr

#### Celler VDI Stammtisch

**Ort:** Thaers Wirtshaus, Thaerplatz 1, 29221 Celle  
**Inhalt:** Stammtisch ist immer am 1. Donnerstag des Monats zur Förderung der Kontakte unter den lokalen VDI-Mitgliedern

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

## STARKER SOUND

Ein nicht unerheblicher Teil dessen, was wir täglich hören, wird technisch übertragen. In der Ausgabe „Starker Sound“ (1/2020) berichten wir über Möglichkeiten, den Schall informationstechnisch zu verarbeiten, um entweder ein optimales Hörerlebnis zu schaffen oder auch mal eine angenehme und wohltuende Stille.

### 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

### Diverses

## VDE Hannover sucht ein Organisationstalent

Der VDE Hannover sucht schnellstmöglich einen ehrenamtlichen Nachfolger für Günther Kreher als langjährigen Organisator der jährlichen Wanderungen und Ausflüge beispielsweise zum Tag der Technik.

Interessenten für diese abwechslungsreiche und viel Freude bereitende Aufgabe wenden sich bitte an die VDE Geschäftsstelle in Hannover unter der Telefonnummer 0511/342081.

### Mitgliederversammlungen

23.3.2020 17:30 Uhr

#### Mitgliederversammlung VDE Hannover

**Ort:** enercity, Stammestraße 105, 30459 Hannover.

**Anmeldung:** Eine Anmeldung ist nicht erforderlich.

#### VDE Hannover

## VDI Bezirksgruppen des Bezirksvereins Hannover

#### Celle

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

#### Süd-niedersachsen

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

#### Hameln

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

### 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. H. Christian Erichsen, 0511/555500  
Dipl.-Ing. Bernd Heimhuber, 0511/2343329  
M.Sc. René Bornfelder, 0176/24632981  
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.

## VDI Arbeitskreise

#### Produktionstechnik

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

#### Industrial Engineering

Prof. 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. 0511/97 6-64 55

#### 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