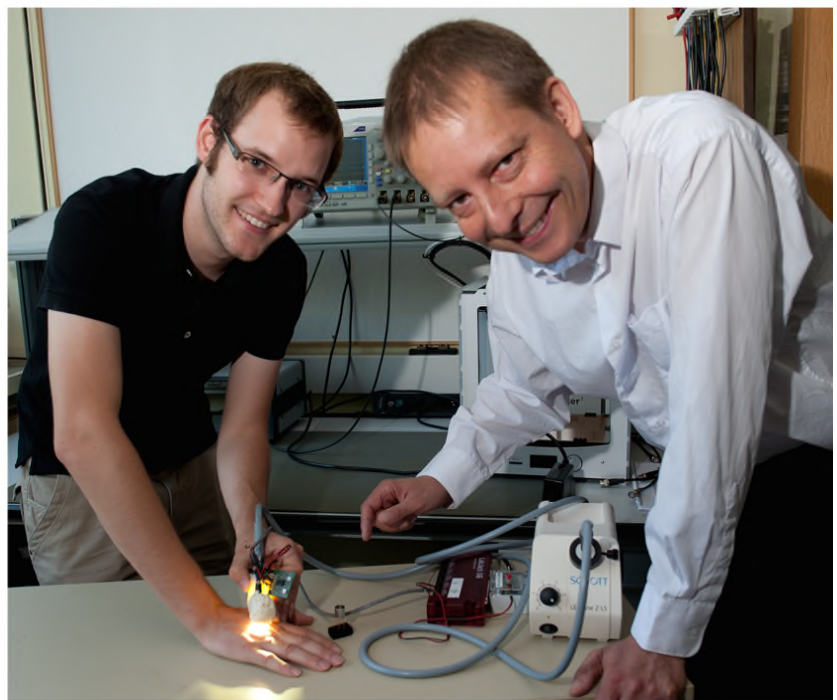
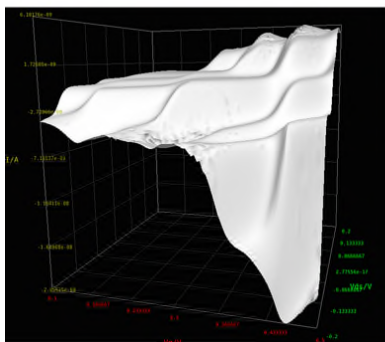
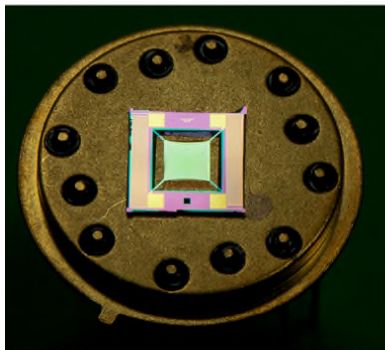
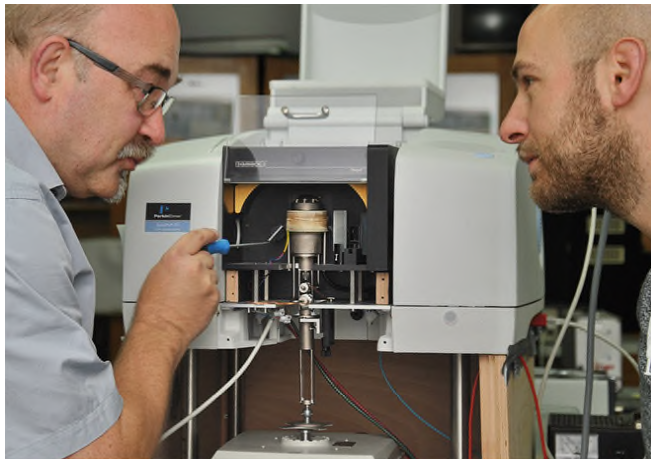


VDI

# RHEINGAU Regional-Magazin

4/2014

Mitgliederzeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure  
Rheingau-Bezirksverein • Mainz und Wiesbaden



**Mess- und Sensortechnik  
an der Hochschule RheinMain  
Rüsselsheim**

# VDI RHEINGAU Regional-Magazin

Mitgliederzeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure

Rheingau-Bezirksverein • Mainz und Wiesbaden

17. Jahrgang • 4. Quartal 2014

## Zu dieser Ausgabe

Messtechnik ist eine echte „Querschnittswissenschaft“, die in allen Bereichen der Technik gebraucht wird und die daher in der Ingenieurausbildung einen besonders hohen Stellenwert hat.

So auch an der Hochschule RheinMain Rüsselsheim, wo seit einigen Jahren besonders intensiv interdisziplinär an Themen der „fortgeschrittenen“ Mess- und Sensortechnik gearbeitet wird. Stichworte wie Sensoren für die Mars-Mission 2018, Füllstandsanzeiger für Wasserstofftanks oder Hautdurchblutungsmessungen lassen aufhorchen und wecken Interesse auch bei Nicht-Messtechnikern. Fünf Professoren des Fachbereiches Ingenieurwissenschaften der Hochschule unter der Federführung von Martin Liess beschreiben in allgemein verständlicher Form ihre neuesten Projekte und zeigen dabei auf, wie sie die Studierenden in die wissenschaftliche Arbeit einbinden (Seite 12).

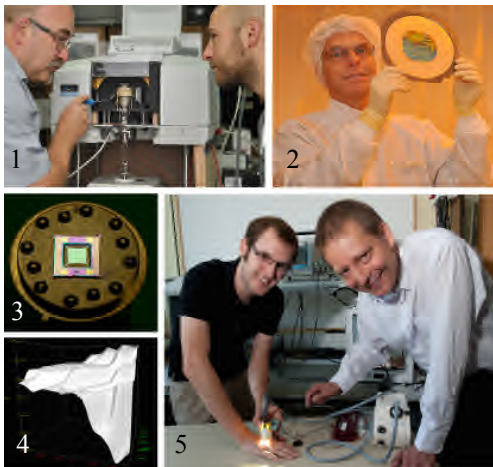
Energietechnik ist ein immer aktuelles Thema für ein Ingenieurmagazin, Berichte über Regenerative Energien beherrschen oft die Medien. In jüngster Zeit sind vermehrt Vorschläge bekannt geworden, das Potenzial der Flüsse mit modernen Maschinen und Anlagen für die Energiegewinnung zu nutzen. Am Mittelrhein zwischen Bingen und Koblenz laufen bereits die ersten Versuchsmaschinen. Unter dem Titel „Strom aus Strömen“ erklärt Christian Synwoldt, Institut für angewandtes Stoffstrommanagement, Birkenfeld, die Möglichkeiten und die Grenzen dieser Art der Energiegewinnung (Seite 16).

Fünf Berichte auf den Seiten 7 bis 10 über die Aktivitäten des VDI-Clubs und der VDI-Zukunftspiloten zeigen erneut den Schwerpunkt der Arbeit im Rheingau-Bezirksverein. Die beschriebenen Veranstaltungen sind Teil einer langfristig angelegten Strategie, Kinder und Jugendliche für technische Berufe zu gewinnen, wozu der BV seit fünf Jahren einen großen Beitrag leistet.

Redaktion des VDI Rheingau-Regional-Magazins  
Heinz-Ulrich Vetter

## In dieser Ausgabe

<b>Editorial</b>	3
<b>Verein</b>	
Mitglieder	
Der VDI gratuliert	4
Neue Mitglieder	4
Verstorbene	4
Glückwünsche: Gerd Weyrauther 70	5
<b>Aus den Arbeitskreisen</b>	
Senior-Ingenieure	
40 Jahre Arbeitskreis Senior-Ingenieure	5
Besuch im Technikmuseum Speyer	6
VDIni-Club/Zukunftspiloten	
VDInis beim ABO-Windpark im Hunsrück	7
Besuch bei Firma Kalle, Wiesbaden	8
VDI unterstützt Auszubildende bei Michelin	9
Besuch bei Firma Michelin in Bad Kreuznach	9
Bauen und Gebäudetechnik	
Exkursion zur Firma Kessel in Lenting	9
Frauen im Ingenieurberuf	
Draisinenfahrt des Arbeitskreises	9
<b>Die besondere Veranstaltung</b>	
Der fünfte Experimentiertag für Kinder	10
<b>Ausbildung/Hochschulen</b>	
Industrie-Institut für Lehre und Weiterbildung	
Gemeinsam lehren und lernen...	11
<b>Hochschulen</b>	
Hochschule RheinMain	
Titel: Mess- und Sensortechnik in Rüsselsheim	12
Reymann bleibt Präsident	15
<b>Impressum</b>	15
<b>Energietechnik</b>	
Strom aus Strömen	16
<b>Veranstaltungen</b>	
Veranstaltungskalender	19



## Titelbild

Das Titelbild, entworfen von Martin Sommer, Laboringenieur im Fachbereich Ingenieurwissenschaften, zeigt auf einen Blick, worauf es bei diesem Thema ankommt: Auf Personen und Messgeräte.

- 1 Prof. Hans-Dieter Bauer und Ingo Franke bei Forschungsarbeiten zum optischen Füllstandssensor für Wasserstoffdrucktanks.
- 2 Prof. Friedemann Völklein mit einem Wafer mit Vakuumsensoren, geeignet zum Beispiel für den Einsatz im Weltraum, aufgenommen im Reinraum.
- 3 Ein einzelner MEMS-Vakuum-Sensor auf einer Bodenplatte des Sensorgehäuses.
- 4 Simulationsrechnungen zu Nanodrähten der Arbeitsgruppe von Prof. Klaus Michael Indlekofer.
- 5 Prof. Martin Liess (links) und Martin Sommer mit optischem Durchblutungssensor. Das Sensorprinzip ermöglicht Messungen der Hautdurchblutung wesentlich preiswerter als herkömmliche Laserdopplervelocimeter.

Bild: HSRM/Martin Sommer

# Editorial

## „Der VDI - ein Lobbyverband?“

Liebe Mitglieder des VDI Rheingau-Bezirksvereins,

vielleicht haben Sie auch am 21. Juli dieses Jahres um 22:45 Uhr die ARD-Sendung „Das Märchen vom Fachkräftemangel“ gesehen, in der der VDI als Lobbyverband der Industrie bezeichnet wurde. Und unter dem



falschen Etikett als "Verband Deutscher Ingenieure" wurde der VDI mit zum Teil haarsträubenden und aus anderem Kontext genommenen Aussagen zum Thema „Ingenieurmangel in Deutschland“ zitiert.

Trotz der so verbreiteten erheblichen Vorwürfe, unter anderem dass der VDI die Meldequote zur Ermittlung offener Ingenieurstellen mit selbst festgelegten Faktoren so verändere wie es die Wirtschaft verlange, hat die VDI-Hauptgeschäftsstelle in Düsseldorf, abgesehen von einer die Sachlage aufklärenden neutralen Pressemitteilung, von einer Gendarstellung in entsprechend deutlicher Form Abstand genommen.

Die Entscheidung fuße auf der genaueren Analyse mehrerer Fernseh-Kanäle inklusive der neuen sozialen Medien im Internet, die es erlaubt habe, die ausgestrahlte Sendung als „unspektakulär“ einzustufen, heißt es dazu in Düsseldorf.

Einige VDI-Mitglieder aus dem Rheingau-Bezirksverein sahen das völlig anders. Sie erwarteten eine sofortige Richtigstellung auf der Homepage des VDI und eine den schweren Vorwürfen angemessene Klarstellung auf der ersten Seite der VDI nachrichten. Weiter war

aus Düsseldorf zu erfahren, dass kein Medienvertreter einen Interviewwunsch geäußert habe, um Details zur Sendung oder den Hintergründen zu erfahren.

Wie auch immer, der VDI wurde als neutraler technisch-wissenschaftlicher von über 150.000 Privatpersonen getragener Verein in dem Beitrag nicht fair behandelt.

Das gab es vorher in dieser Form noch nie. In der Vergangenheit wurde der VDI immer als kompetenter Ansprechpartner von beiden öffentlich-rechtlichen Fernsehanstalten befragt, wenn es um Informationen zur Erhebungen der Arbeitsmarktsituation für Ingenieure ging, und daran darf sich auch in Zukunft nichts ändern.

Uns bleibt zu hoffen, dass solche diffusen Berichterstattungen keine Spätfolgen für das Ansehen des VDI und für unsere lokalen Aktivitäten haben. Wir bemühen uns seit Jahren, die lokalen und die regionalen Medien mit sachlichen Informationen über den VDI zu versorgen und das Echo in den Zeitungen mit Berichten über den Experimentiertag und andere Ereignisse im VDI-Rheingau kann sich durchaus sehen lassen.

In diesen Sinne möchte ich Sie zur Lektüre unseres neuen Regionalmagazins einladen, das Sie wie gewohnt ordentlich recherchiert und in gedruckter Form in der Hand halten.

Ich wünsche Ihnen eine ruhige und erfolgreiche Restzeit in 2014 und verbleibe mit freundlichen Grüßen

Ihr

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Sven Freitag".

(Sven Freitag)

Vorsitzender des VDI Rheingau-Bezirksvereins



## Verein

### Mitglieder

# Der VDI gratuliert

#### Zum 60. Geburtstag

Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Gießmann VDI, Kiedrich  
am 02.10.  
Dipl.-Ing. Ursula Aich VDI, Eltville  
am 05.10.  
Dr.-Ing. Jürgen Betz, VDI, Bad Münster-Ebernburg  
am 29.10.  
Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Tiekötter VDI, Wiesbaden  
am 31.10.  
Dipl.-Ing. Klaus-Peter Hansen VDI, Bischofsheim  
am 14.11.  
Dr. rer. nat. Jürgen P. Legrum VDI, Gau-Odernheim  
am 22.11.  
Dipl.-Ing. (FH) Alfred Helfen VDI, Armsheim  
am 23.11.

#### Zum 65. Geburtstag

Dipl.-Ing. Robert Karl VDI, Mainz  
am 15.10.  
Hans-Dieter Bischof, Budenheim  
am 30.11.

#### Zum 70. Geburtstag

Ing. (grad.) Günther Albert Sauer VDI, Wiesbaden  
am 01.10.  
Dipl.-Ing. Karl Heinz Altenhofen VDI, Wiesbaden  
am 21.10.  
Ing. (grad.) Peter Glaser VDI, Zornheim  
am 14.11.

#### Zum 75. Geburtstag

Hartmut Faelber, Bad Sobernheim  
am 15.10.

Dipl.-Ing. Jochen Langer VDI, Wiesbaden  
am 19.11.  
Jürgen Grittner, Rüsselsheim  
am 24.11.

#### Zum 80. Geburtstag

Dipl.-Ing. Philipp Rumpf VDI, Bretzenheim/Nahe  
am 05.10.  
Dipl.-Ing. Reinhard Protzen VDI, Mainz  
am 06.10.  
Ing. (grad.) Diether Ufermann VDI, Bad Kreuznach  
am 06.10.  
Dr.-Ing. Heinz Müller-Tomfelde VDI, Mainz  
am 04.11.

#### Zum 85. Geburtstag

Ing. Kurt van Bracht VDI, Wiesbaden  
am 03.11.

#### Zum 91. Geburtstag

Ing. Walter Tschöpe VDI, Mainz

*Liebe VDI-Mitglieder,*

auch in Zukunft wollen wir die runden Geburtstage eines Quartals bekannt machen. Wir bitten Sie für den Fall, dass Sie eine Veröffentlichung nicht wünschen, um eine entsprechende Nachricht bis spätestens einen Monat vor Beginn des Quartals. Bitte wenden Sie sich an die Redaktion oder an die Geschäftsstelle.

*H. U. Vetter*

## Neue Mitglieder

*Wir begrüßen die neuen Mitglieder, die im 3. Quartal 2014 zu uns gekommen sind.*

#### Persönliche Mitglieder

Dipl.-Ing. (FH) Daniel Balbierski VDI, Mainz  
Tobias Baumann, Bingen  
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Benzel VDI, Kaiserslautern  
Marcus Buchner, Bingen  
Nico Chiaro, Mainz  
Guiseppe Dato, Mainz  
Julia Geyl, Mainz-Kostheim  
Dipl.-Inform. (FH) Matthias Gruber VDI, Mainz  
Karin Höfer, Wiesbaden  
Derek Hopkins, Wiesbaden  
Pascal Ims, Mainz  
Ing. Alexander Kamenski VDI, Mainz  
Jonas Lindner, Wiesbaden  
Dipl.-Wirt.Ing. Volker Lippitz VDI, Wiesbaden  
Dipl.-Ing. Volker Ludwig VDI, Sprendlingen  
Dr. Ljubisa Markovic VDI, Wiesbaden

M.Sc. Ilyas Mattmann, Heidesheim  
Ellen Moritz, Bodenheim  
Dr. rer. nat. Jochen Ohrem VDI, Bad Kreuznach  
Dipl.-Ing. Sebastian Pohl, Mainz  
Steffen Reichmann, Ginsheim-Gustavsburg  
Dr. Christian Römelsberger VDI, Merxheim  
Georg Sesterhenn, Oberhausen  
Christian Stelter, Alzey  
Dr.-Ing. Jean Titze VDI Nieder-Olm  
Eric Tomta, Rüsselsheim  
M.Sc. Cornelius Weiß VDI, Mainz  
Jan Wenzel, Bischofsheim  
Dipl.-Ing. Steve Zimmermann VDI, Pfaffen-Schwabenheim

#### Fördermitglieder

tecmeta GmbH, Wiesbaden

Wir trauern um die im dritten Quartal 2014 verstorbenen Mitglieder

**Dipl.-Ing. Hermann Berger VDI, Schlangenbad**

**Dipl.-Ing. Martin Grützmacher VDI, Mainz**

**Dipl.-Ing. (FH) Robert Wirtz VDI, Stromberg**

# Glückwünsche

## Dipl.-Ing. Gerd Weyrauther 70

Am 18. Juni 2014 vollendete Gerd Weyrauther das 70. Lebensjahr. Eine Delegation des Vorstandes des Rheingau-Bezirksvereins, bestehend aus dem Vorsitzenden, Dipl.-Ing. Sven Freitag, dem stellvertretenden Vorsitzenden Dr.-Ing. Klaus-Werner Linne-weber und den beiden Vorstandsmitgliedern, Dr.-Ing. Rüdiger Simonek (Industrie-Kontakte) und Prof. Heinz-Ulrich Vetter (Öffentlichkeitsarbeit), besuchten den Jubilar und überbrachten die Glückwünsche der Mitglieder und des Vereins. In einer kleinen Laudatio zeichnete Heinz-Ulrich Vetter den Lebensweg Gerd Weyrauthers nach und dankte ihm für das langjährige Engagement für den VDI.

Nach dem Studium des Maschinenbaus trat Gerd Weyrauther in die Dienste des TÜV Rheinland ein, wo er in verschiedenen leitenden Positionen bis zu seiner Pensionierung tätig war. Schwerpunkte seiner Arbeit waren Verkehr und Umwelt, aber auch der Aufbau regionaler Organisationen des TÜV.

Dem VDI gehört Gerd Weyrauther seit 1991 an. Von 2000 bis 2008 war er Leiter der gemeinsamen Geschäftsstelle in Wiesbaden der VDI-Landesverbände Hessen und

Rheinland-Pfalz und des Rheingau-Bezirksvereins. Durch seine hervorragenden Verbindungen zur Politik, Verbänden und Hochschulen gelang es ihm, in dieser Zeit viele für den VDI fruchtbare Initiativen auf den Weg zu bringen.



Rüdiger Simonek, Klaus-Werner Linne-weber, Gerd Weyrauther, Heinz-Ulrich Vetter, Sven Freitag  
Bild: Vetter

Mit Parlamentarischen Abenden, Schülerwettbewerben und Gesprächskreisen wurden einerseits die Interessen der Ingenieure in der Öffentlichkeit und in der Politik aktiv vertreten, andererseits konnten Schülerinnen und Schüler für Naturwissenschaften und Technik begeistert werden.

Primär als Hilfestellung für Lehrerinnen und Lehrer aus ganz Hessen wurde in der Commerzbank Arena in Frankfurt zweimal die Großveranstaltung „Arena frei für kluge Köpfe“ durchgeführt, an deren Erfolg Gerd Weyrauther entscheidenden Anteil hatte. Für seine großen Verdienste erhielt er im Jahr 2005 die Ehrenmedaille des VDI.

Im Mai 2010 berief der Vorstand des Rheingau-Bezirksvereins Gerd Weyrauther zum Vorstandsmitglied für die Bereiche Hochschulkontakte und Kontakte zur Politik. Zusätzlich übernahm er im Jahr 2013 gemeinsam mit Volker Wittmer die Leitung des Arbeitskreises Energie und Umwelt.  
huv

Aus den Arbeitskreisen  
Arbeitskreis Senior-Ingenieure

## 40 Jahre Arbeitskreis Senior-Ingenieure

Im Oktober dieses Jahres kann der Seniorenkreis des Rheingau Bezirksvereins ein rundes Jubiläum feiern – er besteht dann seit 40 Jahren.

Am 17. Oktober 1974 trafen sich die vier Gründungsväter Martin Thau, Albert Oesterreich, Oltze Wurmbach und Karl Krainer, um ihre Vorstellungen von einem geselligen Ingenieurleben im Ruhestand mit der Gründung des Seniorenkreises im VDI zu realisieren.

Einer der späteren Leiter des Seniorenkreises, Dipl.-Ing. Diethelm Korsten, formulierte diese Ziele zum 25-jährigen Jubiläum des Kreises sehr treffend: „Wo treffen sich im Ruhestand lebende Ingenieure? Wie kommen sie zu Gedankenaustausch und geistiger Anregung? Was kann getan werden, um einer Vereinsamung älterer Menschen entgegenzutreten?“

Gründungsmitglied Karl Krainer, der 2004 mit dem VDI Rheingau im hiesigen Kreis seinen 100. Geburtstag feiern konnte, war mit seinen interessanten Erinnerungen und seinen klugen Kommentaren zum aktuellen Geschehen das beste Beispiel für diese Vorstellungen von einem ausgefüllten Lebensabend.

Wenn man an die Ruheständler der Gründergeneration zurückdenkt, muss man sich die Zeit vorstellen, in der sie lebten und wirkten: Die damalige Generation hat in der Sütterlinschrift die ersten Schreibversuche gemacht, und im späteren Ingenieurberuf war der Rechenschieber wichtigster Begleiter. Sie hat zwei Weltkriege mit allen Umbrüchen erlebt, wurde während der Aufbaujahre dringend gebraucht und konnte nach dem langen Arbeitsleben endlich den Ruhestand genießen.



**Amtsübergabe:** Am 14. Januar 2009 übergab der bisherige Leiter des Seniorenkreises, Dipl.-Ing. Siegfried Stemmildt (links), das Amt an seinen Nachfolger, Dr.-Ing. Hanns Nicol Werner.  
Bild: Vetter

Inzwischen sind vierzig Jahre vergangen und das Berufsleben wird weitgehend vom Computer und dem Tempo des Internets bestimmt. Aber die Vorstellungen der *Senior-Engineers* unserer Zeit stimmen doch weitgehend mit den Zielen des Seniorenkreises von damals überein: Auch im Ruhestand möchte man im Kreise von VDI-Kollegen Gedankenaustausch und geistige Anregung beibehalten. In diesem Sinne hat auch der Seniorenkreis des Rheingau-Bezirksvereins seine Arbeit weitergeführt.



## Verein

Seit 2009 hat Dr.-Ing. Hanss Nicol Werner die Leitung des Seniorenkreises von seinem Vorgänger Dipl.-Ing. Siegfried Stemmildt übernommen und sehr erfolgreich fortgesetzt. Dazu gehörte die Planung und Durchführung von interessanten Tageausflügen und Firmenbesichtigungen. Von den größeren Exkursionen seien hier vor allem die zum Radioteleskop in Effelsberg, in den Vulkanpark Eifel, zur Grube Messel und zum Pumpspeicherwerk in Vianden (Luxemburg) erwähnt. Es gab Betriebsführungen u.a. bei der Firma JUWI in Wörstadt, im Ion Therapy Center in



**Beeindruckend:** Das mit einem 100 Meter-Spiegel ausgestattete Radioteleskops in Effelsberg gehört zu den größten Antennen dieser Bauart. Das Gesamtgewicht beträgt 3200 Tonnen.

Heidelberg, bei der Schott AG sowie im Sendezentrum des SWR in Mainz, im neuen Druckzentrum Rhein-Main in Rüsselsheim und in der Firma unseres Vereinsmitglieds Walter Wipperfürth in Runkel.

Für reichliches Erscheinen der Mitglieder sorgte in diesem Jahr unser Mitglied Manfred Wolfsberger mit seinem

Vortrag zur Entwicklung der Elektronischen Benzineinspritzung. Natürlich wurden die bewährten Stammtischtreffen an jedem 2. Mittwoch im „Proviantmagazin“ in Mainz ebenso beibehalten wie die traditionellen gemeinsamen Essen zum Aschermittwochshering, zur Spargelzeit, zum Federweißen und zur Martinsgans.

Und so kann man nur hoffen, dass der Seniorenkreis unter der Führung von Hanss Nicol Werner weiterhin so erfolgreich bleibt und man sich auf weitere interessante Besichtigungen und Veranstaltungen in dieser Runde freuen kann. Es wäre allerdings begrüßenswert, wenn diejenigen, die sich gern reichlich zu den Exkursionen und Betriebsbesichtigungen einfinden, auch öfter zu den Mittwochstreffen im „Proviantmagazin“ (zur Kaffeezeit und mit Damen) kommen könnten. Wünschenswert wäre auch eine „Auffrischung“ durch jüngere Ruhe- oder Vorruheständler, die dazu beitragen könnten, dass eine frische Brise durch



**Aufschlussreich:** Der Vulkanpark Eifel, der auf Eruptionen im Laacher Raum vor 200.000 Jahren zurückgeht, ist eines der geologisch interessantesten Gebiete Deutschlands. *Bilder: Werner*

die im Seniorenkreis angeregten und diskutierten Themen weht. Dadurch könnten sich z.B. laufend neue Aspekte zum eigenen früheren Aufgabenumfeld und neuen Berufsbildern ergeben, die zu einer Bereicherung der interessanten Gesprächsrunden des Seniorenkreises beitragen würden. *Jutta Stemmildt*

## Technikmuseum Speyer am 3. 9. 2014



**Gebaut und nie im Weltall geflogen:** Die russische Raumfähre „Buran“ kam 2011 in das Museum. *Bild: TM-SP*

# VDInis beim ABO-Windpark im Hunsrück

Wie so oft zu VDIni-Touren war wieder herrlicher Sonnenschein, als VDIni-Kinder und deren Begleiter am 28. Juli 2014 in Flörsheim in den Bus stiegen. Nach fast zwei Stunden Fahrt durch Rheinhessen und den tiefgrünen Hunsrück war die Verbandsgemeinde Thalfang und der Parkplatz des ABO-Windparks erreicht.

Zwei junge Damen des Wiesbadener Unternehmens ABO Wind AG begrüßten uns und führten die Gruppe zum

8. Wie lang ist ein Rotorblatt?
9. Was ist zwischen dem Rotorblatt und dem stromerzeugenden Generator?
10. Wie kommt der erzeugte Strom ins Netz?
11. Wie groß ist die max. Geschwindigkeit an der Spitze des Rotorblattes?
12. Wie reagieren die Rotorblätter auf unterschiedliche Windgeschwindigkeiten?



Interesse an Windkraft geweckt: Die Flörsheimer Gruppe vor einem Rotorblatt

Bild: M. Schneider

Startpunkt des Hunsrück Windweges. Große Schautafeln auf diesem Weg erklären auf sieben Stationen alles Wissenswertes zum Thema Stromerzeugung durch Wind. Was nicht verstanden wurde, wurde von den Begleiterinnen fachgerecht erklärt.

Die Kinder untermauerten die Zusammenhänge durch kleine Experimente mit Wind und Sonne und konnten zum Beispiel den Umfang eines Turmes oder den eines am Boden liegenden Rotorblattes mit einer langen Schnur messen. Die Höhe eines Turmes von 100 Metern wurde auf dem Boden als Strecke dargestellt; so bekam man erst einen realistischen Eindruck dieser Dimension. Der Weg selbst ist fünf Kilometer lang und führt durch Wald und Wiesen der Gemeinden Heidenburg und Berglicht.

Die einzelnen Stationen des Hunsrück Windweges geben Antworten auf die folgenden Fragen:

1. Wie entsteht der Wind?
2. Wo weht der Wind am stärksten?
3. Warum baut man die Anlagen im hohen Hunsrück?
4. Wie kann man Wind nutzen?
5. Wie ist eine Windanlage aufgebaut?
6. Warum ist der Turm der Anlage (bzw. die Nabenhöhe) so unheimlich hoch?
7. Wie weit verbiegt sich bei Vollast der Turm durch den Winddruck?

13. Was passiert wenn ein Orkan über die Lande fegt?
14. Wie ist das Fundament gestaltet?
15. Wie tief reicht das Fundament in die Erde?
16. Wie groß ist die Leistung einer modernen Anlage?
17. Wieviel Millionen Tonnen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) pro Jahr werden vermieden?
18. Wie hoch ist der Anteil „Windstrom“ am Bruttostromverbrauch in Deutschland?

... und noch viele Fragen mehr wurden diskutiert. Die Antworten auf diese Fragen finden Sie auf Seite 10.

Auf dem Windweg konnte man auch den Einfluss der Windanlagen auf die Umwelt direkt wahrnehmen. Am Geräusch des laufenden Rotors konnte man erkennen, ob es sich um eine Anlage neuerer Bauart handelt oder ob sie schon etwas älter ist. Der Flächenverbrauch für die Anlage selbst und der Platz für Anlieferung der Bauteile und die Installation waren deutlich zu erkennen. Übrigens ist das Gelände für jeden Besucher frei zugänglich – man kann also bei einem Besuch vor Ort auch ohne professionelle Begleitung etwas lernen.

Nach vier Stunden Laufen durch Wald und Flur kamen alle müde, jedoch geistig aufgefrischt durch das neue Wissen und die durchgeführten Experimente zum Bus. Dieser brachte die Gruppe von 28 Personen wieder sicher nach Flörsheim zurück.

Manfred Schneider

Liebe VDI-Mitglieder,  
für unseren „VDIni-Club“, der Kinder im Alter von 4 bis 12 Jahren spielerisch an die Technik heranführt und den neu gegründeten Jugendclub „VDI-Zukunftspiloten“ für 13- bis 18-Jährige, benötigen wir noch dringend ehrenamtliche Mitarbeiter, die uns in Zukunft bei unserer Arbeit (Veranstaltungen, Technikunterricht, Exkursionen, Workshops etc.) unterstützen! Für nähere Informationen über beide Clubs rufen Sie uns an, schreiben Sie eine E-

Mail oder besuchen Sie eine unserer Veranstaltungen und sprechen uns an. (Tel.: 06145-6869, E-Mail: bv-rheingau@vdi.de) Bitte machen Sie mit! Wir freuen uns, bald von Ihnen zu hören.

Mit freundlichen Grüßen

Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Truss  
Geschäftsführer Verein Deutscher Ingenieure (VDI)  
Rheingau Bezirksverein



## Besuch bei Firma Kalle in Wiesbaden

Am 22. 7. 2014 begab ich mich auf eine Fahrt mit 19 Jugendlichen der Klasse G8c der Eichendorff-Schule in Kelkheim und einem Lehrer zur Firma Kalle in Wiesbaden. Die Fahrt wurde auf der von den VDI-Bezirksvereinen Frankfurt-Darmstadt und Rheingau organisierten Veranstaltung „Großer Bahnhof für die Technik“ im Hauptbahnhof Frankfurt abgesprochen und im Rahmen einer Projektwoche über ökologische Herstellungsverfahren umgesetzt.

Die Firma Kalle ist für solche Produktionen bekannt, sowohl im Schwammtuchbereich als auch im Bereich der Wursthüllenherstellung. Beide Produktbereiche wurden uns gezeigt, die Schwammtuchproduktion erstmalig für Jugendliche. Das Kalle Schwamm-



**Ökologische Produktion:** Kalle Schwammtücher, aus Cellulose und Baumwolle bestehend, zeichnen sich durch eine hohe Saugfähigkeit aus. Sie können bis zum 14-fachen ihres Trockengewichtes an Wasser aufnehmen. Bild: Lutz Adam

tuch wurde 1955 zum ersten Mal hergestellt. Es besteht aus nachwachsenden Rohstoffen: aus pflanzlichen Zellwänden (Cellulose) und aus Baumwolle (Malvengewächs). Die langfaserige Baumwollfaser wird aus Früchten der Baumwollpflanze gewonnen.

Die Besichtigung dauerte ca. zwei Stunden. Zum Abschluss gab es einen kleinen Imbiss. Den Jugendlichen der Schulklasse und dem Lehrer hat es sehr gut gefallen. Wir bedanken uns herzlich bei Herrn Stenger, Fa. Kalle, der diesen Werksbesuch hervorragend vorbereitet und organisiert hat. Wir glauben, dass einige der Jugendlichen Interesse an

unserem Club Zukunftspiloten haben und dort aktiv mitarbeiten wollen. Wolfgang Truss

## VDI unterstützt Auszubildende bei Michelin

Im Rahmen der Zusammenarbeit mit unseren Förderfirmen erteilen Mitglieder des VDI Rheingau-Bezirksvereins seit einem Jahr einen Teil des theoretischen Werksunterrichtes an die Auszubildenden der Firma Michelin in Bad Kreuznach. Durch die Vermittlung von Rüdiger Simonek, zuständig im BV-Vorstand für Industriekontakte, konnte zum Schluss des Lehrjahres eine Fahrt für alle Lehrlinge zu einer anderen Förderfirma des VDI durchgeführt werden.

Am 18. Juli 2014 besuchten wir die Firma Jean Müller in Eltville. Dies war der übliche Ausflug vor den Sommerferien und dem Übergang in ein neues Lehrjahr bzw. die Abschlussfahrt einige, die ihre Lehre beenden.

Insgesamt waren wir 45 Lehrlinge. Dazu kamen Herr Scheidt, der Ausbildungsleiter und drei Lehrlingsausbilder sowie ich, der mit Herrn Meyer die Elektrik-Lehrlinge ausbildet. Es waren auch die Lehrlinge der Mechanik dabei, die von Herrn Schneider und Herrn Mackiol unterrichtet werden.

Bei der Firma Jean Müller wurden wir von Herrn Berthold, einem der Geschäftsführer, begrüßt. Er stellte uns die Firma, ein führender Hersteller von elektrischen Sicherungselementen, anhand von Folien vor und erläuterte auch die Historie des 1897 gegründeten Unternehmens.

Anschließend wurden wir zur Werksbesichtigung in drei Gruppen aufgeteilt. Diese war sehr umfangreich und auf jede Frage der Lehrlinge wurde eingegangen. Danach wurde uns noch das sogenannte Prüffeld gezeigt. Dabei wurde erklärt, warum es kaum noch fehlerhafte Produkte gibt. Sollte dies dennoch sein, so wird mit dem Leiter des Prüffeldes der Fall analysiert und dann die Fehlerquelle abgestellt.

Den Abschluss bildete ein gemeinsames Mittagessen in der Kantine. Anschließend wurde das Erinnerungsfoto vor dem Hauptgebäude gemacht. Danach führen die Lehrlinge mit dem Bus weiter zum Bogenschießen und ich verabschiedete mich, um andere Termine für den VDI wahrzunehmen. Wolfgang Truss



Erinnerung an eine interessante Besichtigung: Die Auszubildenden von Michelin bei Jean Müller. Bild: VDI RHG



## Besuch bei Firma Michelin in Bad Kreuznach

Am 15. September besuchte ich mit 22 Realschülern der Gesamtschule am Rosenberg in Hofheim und einem Lehrer die Firma Michelin in Bad Kreuznach, seit Jahren Fördermitglied des VDI-Rheingau. Michelin ist einer der größten Reifenhersteller der Welt und betreibt in Bad Kreuznach die größte deutsche Fertigungsstätte.

Wir lernten die Produktion von PKW-Reifen in einem eineinhalbstündigem Rundgang kennen. Vorher gab es eine kurze Vorstellung der Firma Michelin weltweit und speziell Bad Kreuznach.

Die Schüler wurden in zwei Gruppen aufgeteilt



**Auch für Schüler ist der grundsätzlicher Aufbau eines Autoreifens interessant:** *Der Radialreifen besteht aus mehreren Komponenten, die jede für sich eine wichtige Funktion übernehmen und die in ihrer Gesamtheit die Eigenschaften des fertigen Reifens bestimmen.*

Grafik: Michelin

und Herr Scheid, Leiter der Technischen Abteilung und Herr Tomzik Lehrlingsausbilder für Elektronik, führten jeweils eine Gruppe.

Für alle Beteiligten war dies eine sehr lehrreiche Führung und wir alle hätten nicht gedacht, dass in einem Autoreifen so viel Material und Technik steckt. Voller Begeisterung begaben wir uns nach dem Mittagessen in der Werkskantine wieder auf die Rückfahrt. Diese Fahrt trägt dazu bei, dass in der Gesamtschule am Rosenberg sich eine Gruppe „Zukunftspiloten“, (der neue Technik-Club des VDI für Jugendliche von 13 bis 18 Jahren) gründet. *Wolfgang Truss*

Bauen und Gebäudetechnik

## Exkursion zur Firma Kessel in Lenting

Die traditionelle Jahresexkursion des Arbeitskreises Bauen und Gebäudetechnik ging in diesem Jahr nach Lenting (bei Ingolstadt) zur Firma Kessel, einem der führenden Hersteller von Entwässerungseinrichtungen für Gebäude und Grundstücke. Am 26. Juni machten wir uns auf den Weg zur der zweitägigen Reise ins Donautal.

Das Programm sah zwei Schwerpunkte vor, zuerst die Besichtigung der gesamten Produktion und dann als zweites den Besuch des sogenannten Funktionsturms. Beide Programmpunkte waren für uns als Baufachleute sehr interessant, zumal uns alles auch im Detail erklärt wurde.

Um in die Fertigung zu gelangen, mussten wir aus Sicherheitsgründen gelbe Signalwesten anziehen. Die Erläu-



**Touristische Ziele:** *Auch immer ein Programmpunkt der Exkursionen des VDI-Arbeitskreises Bauen und Gebäudetechnik. Hier das Schloss in Lenting.*

Bild: Truss

terung der Normen und Vorschriften; ohne die der Planer kein optimales Ergebnis erzielen kann, waren ein weiterer Programmpunkt. Es wurde uns die Hofentwässerung, die Dachentwässerung, die Kellerentwässerung erläutert sowie Abscheideanlagen und Hebeanlagen vorgestellt. Wir erhielten darüber ausführliches Informationsmaterial.

Am nächsten Tag begann dann um ca. 14 Uhr die Rückfahrt. Alle Teilnehmer waren begeistert und wollen bei der Exkursion im Jahr 2015 wieder mitfahren. Sie erhielten eine Bescheinigung, die sie nach den Hessischen Kammergesetzen als Teilnahme-Bestätigung an einer Fortbildung

vorlegen können. Glücklicherweise und zufrieden kamen abends alle wieder in Flörsheim an.

*Wolfgang Truss*

Frauen im Ingenieurberuf



## Draisinenfahrt des Arbeitskreises

Auf der 40 km langen stillgelegten Bahntrasse von Altenglan bei Kusel über Meisenheim bis nach Staudernheim kann man mit einem außergewöhnlichen Gefährt auf Entdeckungstour durch das Glantal gehen: Mit der Draisine. Wie ein Fahrrad wird sie mit Pedalen durch Muskelkraft angetrieben und läuft auf vier Rädern wie eine Eisenbahn.

**Der diesjährige Sommerausflug war ein besonderer Spaß:** *„Bei bester Stimmung fuhren wir mit der Draisine durch das idyllische Glantal.“*

Bild: Carolin Bochen

### Der fünfte Experimentiertag: Technik, die begeistert

Der 5. Experimentiertag für Kinder im Alter von 4 bis 12 Jahren, der am 12. September 2014 in der Flörsheimer Stadthalle stattfand, war wieder ein voller Erfolg. Über 800 Kinder aus Kindergärten, Grundschulen und Schulen, begleitet von Erziehern und Lehrern oder von Großeltern und Eltern, nutzten die Gelegenheit, selbst Versuche und Spiele aus Natur und Technik durchzuführen.

Namhafte Hersteller von technischen Lehrmitteln und mehrere Industriefirmen aus der Region hatten in der Halle Messestände aufgebaut, wo sie für Kinder geeignete Experimente zeigten oder die Kinder aufforderten, selbst etwas zu bauen oder auszuprobieren.

„Technik, die begeistert“ lautete am 13. September die Schlagzeile von Echo online, der Internetausgabe des Rüsselsheimer Echo, in einem längeren Bericht über die Veranstaltung. Und die Begeisterung der Kinder war wie in den vergangenen Jahren an allen Ständen immer wieder zu spüren. Besonders angetan waren die kleinen Besucher von dem lebensgroßen Plastik-Modell einer Kuh, bei der sie mit einem Eutertuch das Euter reinigen und dann „melken“ konnten.

Das Eutertuch von Fa. Kalle aus Wiesbaden ist ein vor allem aus Cellulose bestehendes



**Begeisterung:** Den ganzen Tag über war Stand der Firma Kalle von Kindern umlagert, die alle das Euterschwammtuch ausprobieren wollten. Bilder: VDI RHG



**Wie früher:** Basteln und Bauen mit mechanischen Teilen, auch wenn sie aus Plastik sind, ist immer aktuell.

biologisch voll abbaubares Schwammtuch, das vor einigen Jahren von Kalle in Zusammenarbeit mit einem landwirtschaftlichem Institut entwickelt wurde und das inzwischen zu einem weltweit verkauftem Hygieneprodukt der Milchwirtschaft geworden ist.

Zufrieden mit dem Verlauf der Veranstaltung zeigte sich Dipl.-Ing. Wolfgang Truss, der Vorsitzende des Organisationskomitees und Initiator der Experimentiertage in Flörsheim, die seit 2010 in ununterbrochener Folge stattfinden.

Diese sind Teil einer vom VDI-Hauptverein in Düsseldorf im Jahr 2009 bekanntgemachten Strategie, mit langfristig wirkenden Maßnahmen gegen den bereits vorhandenen und in Zukunft sich noch vergrößernden Fachkräftemangel in technischen Berufen vorzugehen.

Auch hier griff Truss diese Ideen auf und gründete bereits 2009 in diesem Rahmen im VDI Rheingau einen lokalen VDIni-Club, einen Technik-Club für Kinder von 4 bis 12 Jahren, in dem diese auf spielerische und unterhaltsame Weise an die Technik herangeführt werden. Sie sollen dabei in einer Phase, in der sie noch nicht festgelegt sind, auf Naturwissenschaften und Technik aufmerksam gemacht werden. Inzwischen hat der lokale Club 120 Mitglieder, bundesweit sind es über 7000. *huv*

#### VDInis beim ABO-Windpark im Hunsrück (Seite 7)

Antworten auf die Fragen des Hunsrücker Windweges, wie sie dort auf den Tafeln angegeben sind:

1. Die Sonne erwärmt die Erde ungleichmäßig. Wo kräftige Sonnenstrahlenankommen, steigt die erwärmte Luft auf. Dadurch entsteht Luftbewegung, die Wind genannt wird.
2. In der Höhe. Der Grund dafür ist, dass die Windgeschwindigkeit mit der Höhe zunimmt, da zum Beispiel Gebäude und Bäume den bodennahen Wind abbremsen.
3. Der Hunsrück bietet dank seiner Höhe und der geographischen Lage im Westen Deutschlands gute Bedingungen für die Nutzung der Windenergie.
4. Zum Antrieb eines Schiffes (Segelschiff), zum Mahlen von Getreide (Windmühle) zum Trocknen von Wäsche, zum Drachensteigen, zum Wasserpumpen (Windrad-Wasserpumpe).
5. Auf einem stabilen Fundament steht ein Turm, auf diesem sitzt das Maschinenhaus mit Getriebe und Generator im Inneren. Auf der Vorderseite ist das große Windrad gelagert, gegen das der Wind bläst.
6. Ganz einfach: Weil sie so viel mehr Strom produzieren können. Mit jedem Meter Höhe steigt der Stromertrag um 1 %.
7. Der Winddruck wirkt wie ein Hebel und drückt das Maschinenhaus bis zu 1,5 Meter nach hinten.
8. Die Rotorblätter der großen Heidenburger Anlagen sind 40 Meter lang.
9. Da die Drehzahl des Rotors zu gering ist, erhöht ein Getriebe, das vor dem Generator sitzt, die Drehzahl.
10. Ein Trafo in der Nähe der Anlage transformiert den erzeugten Strom von 690 Volt auf Mittelspannung von 10, 20 oder 30 Kilovolt. Die Anbindung an das öffentliche Stromnetz erfolgt über eine Mittelspannungskabeltrasse zum nächsten Anschlusspunkt eines öffentlichen Versorgers.
11. Die Spitze des Rotorblatts bewegt sich bei kräftigem Wind mit etwa 300 Kilometern/Stunde.
12. Die Neigungswinkel-Steuerung richtet die einzelnen Blätter je nach Windgeschwindigkeit aus. Sie dreht die Blätter um ihre Längsachse und kontrolliert damit die Leistung des Windrads.
13. Um Schäden zu vermeiden, muss bei Windgeschwindigkeiten größer als 25 Meter/Sekunde die Anlage abgeschaltet werden. Auch hier stehen die Rotorblätter in „Fahnenstellung“.
14. Je höher der Turm und je größer der Rotordurchmesser, desto größer ist auch das Fundament aus Beton. Auch der Baugrund selbst muss die großen Lasten aushalten können.
15. In der Regel, wie auch in Berglicht und Heidenburg, ist der Boden ab einer Tiefe von 1,5 bis 2,5 m ausreichend tragfähig.
16. Die modernen Windanlagen in Thalfang haben je eine Leistung von 2,3 Megawatt.
17. Für das Jahr 2011 liegen die Werte vor, da waren es 36,1 Mio. Tonnen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), die vermieden wurden.
18. 2011 wurden in Deutschland 7,8 % Windstrom verbraucht.

Zusammengestellt von Manfred Schneider



# Gemeinsam lehren und lernen für ein Leben voller Perspektiven

Als beispielhafte Einrichtung wurde die „Industrie-Lehrwerkstat Mainz eG“ (ILW) als der Vorläufer des heutigen Industrie-Instituts im Jahr 1927 gegründet. Damit entstand eine zentrale Ausbildungsstätte für mehrere Industrieunternehmen der Region, die berufliches Wissen unterschiedlicher Richtungen und Tätigkeitsbereiche an einem Ort anbietet und vermittelt. Als Partner der Fachhochschule Bingen werden jetzt auch duale Studiengänge als Brücke zwischen beruflicher und akademischer Bildung angeboten, die zu einschlägigen Hochschulabschlüssen führen.

Das Kürzel ILW symbolisiert den Erfolg eines einzigartigen Kooperationsmodells. An einem Lernort geben qualifizierte Ausbilder berufliches Grundlagenwissen an Auszubildende und Mitarbeiter der beteiligten Firmen weiter. Ausbildung vollzieht sich hier in gemeinsamer Verantwortung.

Die Lerninhalte werden Hand in Hand mit den Partnern festgelegt, die ILW-Einrichtung und -Ausrüstung werden gemeinsam genutzt, um so mehr Effizienz durch eine intensive und kostengünstige Ausbildung zu schaffen. Als Dienstleister bleibt das ILW stets hautnah am Puls der Wirtschaft. Auf dieser Basis richtet es sich immer wieder neu auf die Herausforderungen von Ausbildungsmarkt und Betriebspraxis aus.

Das ILW bietet Aus- und Weiterbildung in Metall- und Elektroberufen, die sich an den Wünschen der Auftraggeber orientiert. Von der mehrjährigen Komplettausbildung bis zu Tageskursen entstehen maßgeschneiderte Bildungsprogramme, die der aktuellen Dynamik in den Industrierufen entsprechen. Im ILW-Ausbildungsalltag regiert die berufliche Praxis. Dabei wird nicht nur Fachwissen vermittelt, sondern auch Soft Skills rund um soziale Kompetenzen, Teamorientierung, Präsentations- und Kommunikationstechniken sowie Prozessdenken. Die Ausbilder des ILW begleiten ihre Schützlinge vom ersten Ausbildungstag bis zum Ablegen der Prüfung. Das ILW beschäftigt dafür festangestellte Meister, Techniker und Ingenieure mit hoher fachlicher und sozialer Kompetenz, sie sind die Erfolgsgarantie des ILW.

Gute Chancen am Arbeitsmarkt haben vor allem Fachkräfte, die sich während ihres Berufslebens konsequent weiterqualifizieren. Vor diesem Hintergrund steigt die Nachfrage nach entsprechenden Angeboten. Das ILW erhöht darum den Stellenwert der Fort- und Weiterbildung im Sinne dieses Bedarfs.

So ist das ILW im Jahr 2012 eine Kooperation mit der Fachhochschule Bingen eingegangen und hat mit dieser zusammen den dualen Studiengang „Maschinenbau-Produktionstechnik“ mit Bachelor-Abschluss ins Leben gerufen. Besonders vor dem Hintergrund des Mangels an qualifizierten Fachkräften mit akademischer Bildung ist dies ein richtungweisender Schritt.

\* AIS Ausbildungsintegrierendes Studium  
BIS Berufsintegrierendes Studium

Parallel zum Berufsalltag finden die Vorlesungen freitags, samstags und in Blockveranstaltungen statt. Während der ersten vier Semester werden sie im ILW, vom fünften bis zum achten Semester an der FH Bingen durchgeführt. Das achte Semester endet mit der Anfertigung der Bachelorarbeit. In den Firmen werden die Studierenden dann zusätzlich durch Mentoren betreut.

Das Besondere an diesem Studiengang ist, dass die Teilnehmer ausbildungsintegrierend (AIS)\* oder berufsintegrierend (BIS)\* studieren. Während der Studienzeit muss der Arbeitgeber somit nicht auf seine Mitarbeiter verzichten,

denn diese sind von Montag bis Donnerstag im Betrieb anwesend. Die Studenten stehen somit in einem Beschäftigungsverhältnis und haben Anspruch auf Ausbildungsvergütung (AIS) bzw. Arbeitsentgelt (BIS). So können sie studieren, im Job bleiben, weitere Berufserfahrung sammeln und Geld verdienen. Diese Kombination von Studium und Beruf ist im Fachgebiet Maschinenbau mit diesem Studiengang ein Novum in Rheinland-Pfalz.

Auf diese Weise werden die Bedürfnisse von Unternehmen und Mitarbeitern optimal verbunden und dem Fachkräftemangel

sowie dem demografischen Wandel wirkungsvoll begegnet. Das ILW stellt sich somit den gesellschaftlichen Herausforderungen - „lebenslanges Lernen“ ist das Stichwort. Das anerkannte Gütezeichen ILW steht dabei weiterhin für bewährte Stärken, die das ILW als Pionier der überbetrieblichen Ausbildung in Deutschland seit jeher lebt und weiterentwickelt.

Zu den Kunden des Industrie-Instituts für Weiterbildung und Lehre zählen namhafte Firmen, die jungen Menschen durch das Schaffen von Ausbildungs- und Arbeitsplätzen eine Perspektive geben. Diese Firmen müssen im Wettbewerb um Arbeitskräfte erfolgreich bleiben und daher gilt es, eine moderne Grundausbildung anzubieten, erfahrene Mitarbeiter zu halten und weiter zu qualifizieren. Sie alle bauen auf die Kompetenz des ILW – seit mehr 87 Jahren!

*Kerstin Thurn*

Auskunft: Kerstin Thurn

Assistentin der Geschäftsführung  
Industrie-Institut für Lehre und Weiterbildung Mainz eG  
An der Brunnenstube 39, 55120 Mainz

Tel.: 06131-9701 13  
k.thurn@ilw-mainz.de  
www.ilw-mainz.de



**Maschinenbau-Produktionstechnik im ILW:** *Gestern als berufliche Ausbildung, heute möglich mit gleichzeitigem beruflichem und akademischem Abschluss.*  
Bild: ILW

# Mess- und Sensortechnik an der Hochschule RheinMain Rüsselsheim

Von Martin Liess, Hans-Dieter Bauer, Friedemann Völklein,  
Klaus Michael Indlekofer, Werner Schroeder

Von neuen medizinischen Messgeräten über Sensoren für die Weltraumforschung und für die Wasserstoff-Mobilität bis hin zu molekularen Bausteinen für Nanosensoren wird im Fachbereich Ingenieurwissenschaften interdisziplinär an Themen der modernen Mess- und Sensortechnik gearbeitet.

Die Messtechnik beschäftigt sich mit Methoden, Geräten und Verfahren zum Bestimmen von Größen aller Art. Sensoren, die man mit den Sinnesorganen des Menschen vergleichen kann, sind dabei unentbehrliche Hilfsmittel, die die Eigenschaften der zu messenden Größen in elektrische Signale verwandeln, die zu quantitativen Aussagen weiterverarbeitet werden können.

In der Sensorik und Messtechnik wird die Änderung der zu messenden Größe mit physikalischen Effekten und elektrischen Schaltungen schrittweise umgewandelt. Dabei nutzt man bei jedem Schritt die Ausgangsgröße des vorhergehenden Schrittes als Eingangsgröße, bis das gewünschte Aus-

mit der Nutzung des Kompasses durch die alten Griechen.

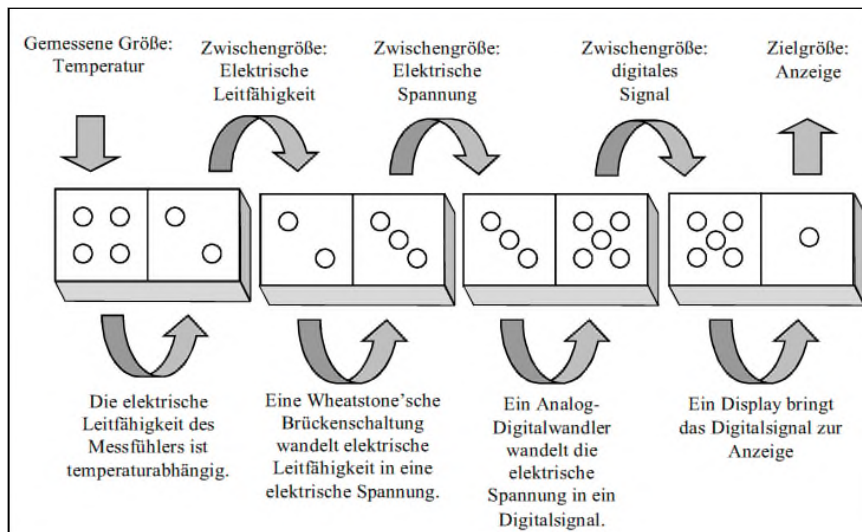
Mit Beginn der Industrialisierung in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts begann die Messtechnik und später die Sensorik in der Industrie eine immer wichtigere Rolle zu spielen. Mit der Erfindung des Thermostates Ende des 19. Jahrhunderts begann auch der Siegeszug der modernen Sensortechnik in der Regelungstechnik. In den letzten 40 Jahren hat sich die Sensorik (bzw. Sensortechnik) an Hochschulen und Universitäten als eigenes Feld etabliert. Seitdem ist dessen Wachstumstrend ungebrochen. Nicht zuletzt auch durch die Integration der elektronischen Datenverarbeitung (Informatik) entstanden viele neue Möglichkei-

denen interdisziplinär und oft in Zusammenarbeit mit Industrie oder Forschungsinstituten gearbeitet wird.

Zusätzlich zur wissenschaftlichen Ausrichtung verbindet alle Projekte, dass sie der praxisnahen Ausbildung des Ingenieur Nachwuchses dienen. Obwohl wie in anderen Hochschulen auch hier viele Projekt- und Bachelorarbeiten außerhalb der Hochschule, also in der Industrie durchgeführt werden, gibt es in Rüsselheim für die Studierenden zahlreiche Möglichkeiten, an internen Projekten oder Kooperationen mit Firmen mitzuarbeiten. Mit Projekt-, Bachelor-, Master- und sogar Doktorarbeiten beteiligen sich die Studierenden der Hochschule in kleinen Teams in direkter Zusammenarbeit mit ihren Professorinnen und Professoren und dem technisch-wissenschaftlichen Personal an der Forschung in diesem Querschnittsbereich der Technik.

Nicht selten führt dies „nebenbei“ noch zu begehrten Forschungspreisen und anderen Auszeichnungen., wie zum Beispiel dem Förderpreis des VDI Rheingau-Bezirksvereins. Und noch erfreulicher: Für so manche frischgebackene Ingenieurin und Ingenieur ist die Partnerfirma der Abschlussarbeit bereits der erste Arbeitgeber.

Da die Sensorik die Gebiete der Physik, Elektrotechnik und des Maschinenbaus in sich vereinigt und auch die Anwendungsgebiete überaus mannigfaltig sind, gibt es für Studierende zahlreiche Möglichkeiten, auch jenseits der Grenzen ihres Studiengangs in einer der verschiedenen Arbeitsgruppen interdisziplinär tätig zu werden.



**Bild 1** Prinzip der Anwendung elektronischer Sensoren am Beispiel eines digitalen Thermometers.

gangssignal, zum Beispiel eine Anzeige auf einem digitalen Display erreicht ist. Dies ähnelt dem Prinzip des Dominospiels, wobei die Dominosteine die einzelnen physikalischen Effekte oder elektronischen Schaltungen repräsentieren, die diese Signalumwandlungen durchführen. Dies wird in Bild 1 anhand eines elektronischen Thermometers verdeutlicht.

Historisch kann man den Beginn der Messtechnik auf das Jahr 7000 v. Chr. einordnen: Erste Aufzeichnungen definieren die Länge eines Fußes. Der großflächigen Einsatz der physikalischen Sensorik beginnt ca. 600 v. Chr.

ten, die in Wissenschaft, Industrie und vielen anderen Bereichen zur Verbesserung der Aussagen zur Steigerung der Qualität der Produkte führten.

Im Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Hochschule RheinMain in Rüsselheim stehen die Erforschung neuer Sensorprinzipien und die Entwicklung neuer Sensoren ganz oben auf der Agenda mehrerer Arbeitsgruppen. Von neuen Messgeräten für die Medizin und die Weltraumforschung und Sensoren für zukünftige Wasserstoffspeicher bis hin zu molekularen Bausteinen für Nanosensoren reicht dabei die Spannweite der Themen, an

## 1 Sensoren für die Anwendung in der Medizin

Seinen Master in technischer Physik erhielt Martin Sommer - gefördert durch „Forschung für die Praxis“ aus Mitteln des Hessischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst – in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Martin Liess für Arbeiten an einem medizinischen Messsystem zur preiswerten Bestimmung der Hautdurchblutung.

Die Bestimmung dieser Größe ist medizinisch von hoher Bedeutung: In der Hautdurchblutung spiegelt sich nicht nur der allgemeine Gesundheitszustand wider, sondern die Durchblu-



tion bestimmt das Aussehen der Haut. Eine „bleiche“ oder „gesunde“ Gesichtsfarbe wird oft erster elterlicher Indikator für Krankheit oder Genesung des Nachwuchses herangezogen.

Auch in der Medizin ist die Hautdurchblutung in der Diagnose und Behandlung von Diabetes oder arteriellen Verschlusskrankheiten ein wichtiger Parameter. Ferner beruhen Allergietests auf Durchblutungsänderungen und bei der Überwachung der Wundheilung oder bei Tests neuer Wirkstoffe spielt die Durchblutung eine wichtige Rolle.

Schon jetzt ist es möglich, die Hautdurchblutung zu messen. Zum Einsatz kommen dabei allerdings kostspielige Laserdopplervelocimeter, bei denen von der Farbverschiebung des an Blutkörperchen rückgestreuten Laserlichtes auf die Bewegung der Blutkörperchen und so auf die Hautdurchblutung geschlossen wird. Für eine breit angelegte Selbstüberwachung von Patienten oder zum Überprüfen der Haut auf einen möglichen Sonnenbrand und ähnliche Heim-Anwendungen sind solche Methoden natürlich nicht geeignet.

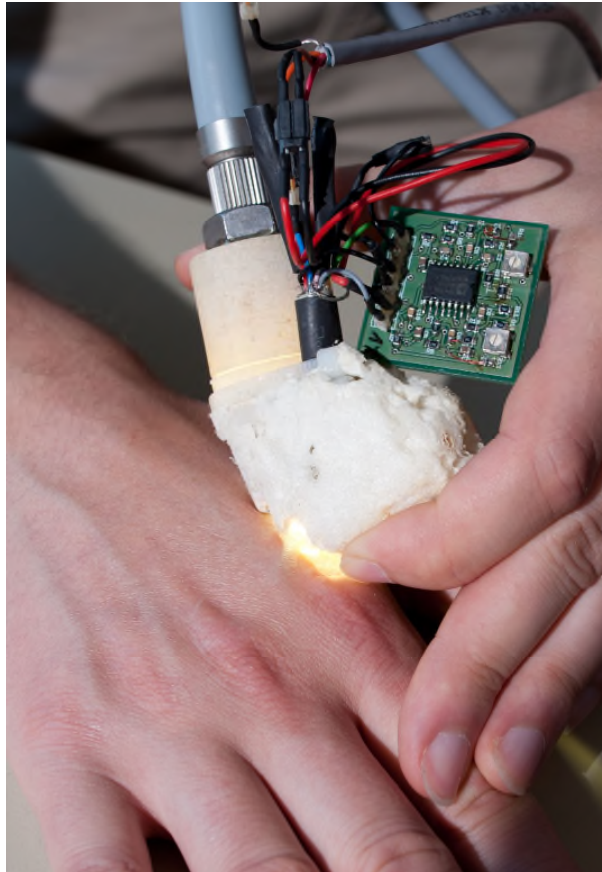
Um ein preiswertes und dennoch zuverlässiges Diagnosesystem für die breite Anwendung zu schaffen, nutzen die Forscher ein altbekanntes Prinzip: Je mehr Wasser durch einen Durchlauferhitzer strömt, desto weniger wird es erwärmt. Was im Fall einer Dusche mit Gas-Durchlauferhitzer den ungeübten Benutzer zur Ver zweiflung treiben kann, da das Duschwasser umso kälter wird, je mehr der Hahn für das warme Wasser aufgedreht wird, ist als messtechnisches Prinzip für Strömungsgeschwindigkeiten unter dem Begriff „Thermoanemometrie“ bekannt.

In diesem Fall werden die Haut und damit das oberflächennahe Blut mit einer medizinisch zugelassenen Lichtquelle beleuchtet und erwärmt. Gleichzeitig wird mit einem Wärmesensor kontaktlos die Erwärmung gemessen. Um genauere Messwerte zu erhalten, wird die Lichtquelle periodisch an- und ausgeschaltet und die thermische Reaktion der Haut gemessen und mit einem Computermodell verglichen, bei dem von mehreren Wärmeableitungsprozessen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ausgegangen wird.

Erste Vorversuche wurden an freiwilligen Studenten durchgeführt. Dabei konnte zum Beispiel nachgewiesen werden, ob die Probanden durch

Rauchen ihre Hautdurchblutung verringerten oder durch Sport am Ergometer steigerten.

An dem Projekt sind neben dem renommierten Universitätsklinikum Charité Berlin ein Sensorhersteller, Excelitas Technologies beteiligt. Die bisherigen Ergebnisse wurden bei der internationalen Fachzeitschrift „Physiological Measurement“ zur Veröffentlichung eingereicht.



**Bild 2** Hautdurchblutungsmessung mit dem an der Hochschule RheinMain entwickelten kontaktlosen Prinzip: Gepulste Beleuchtung der Haut, kontaktlose Temperaturmessung mit einem Infrarotsensor und eine geschickte Auswertung der Messergebnisse ermöglichen eine preiswerte Messung ohne Laserverfahren.

## 2 Messtechnik für den Energieträger der Zukunft: Eine Füllstandsanzeige für Wasserstofftanks

Wasserstoff gilt als einer der vielversprechendsten Energieträger der Zukunft: Überall, wo die Sonne scheint und wo es Wasser gibt, kann er durch photovoltaikgetriebene Elektrolyse gewonnen werden. Bei der besonders umweltverträglichen Verbrennung mit Sauerstoff in Brennstoffzellen, die man mittlerweile serienmäßig herstellt, entsteht lediglich Wasser!

Wasserstoff lässt sich via Pipelines transportieren und auf verschiedene Arten speichern: Als Flüssigwasserstoff bei sehr tiefen Temperaturen, was sehr energieaufwändig ist, unter Druck, wie bei vielen anderen Gasen üblich, oder chemisch gebunden in kristallinen Metallhydriden, pulverigen

Substanzen, die den Wasserstoff im Innern ihrer Kristallgitter einbauen. Diese Art der Speicherung gilt als effizient und sicher.

Im Wasserstofflabor der Hochschule RheinMain wird unter anderem daran gearbeitet, wie man den im Hydratpulver gespeicherten Wasserstoffanteil mittels geeigneter Sensoren ermitteln kann, denn jeder Tank benötigt schließlich eine Füllstandsanzeige.

Dabei gelang es der Arbeitsgruppe um Prof. Birgit Scheppat und Prof. Hans-Dieter Bauer zu zeigen, dass die Infrarot-Reflexionseigenschaften des Pulvers deutlich von seinem Wasserstoffgehalt abhängen. Mittels gleichzeitiger Messung von Gewicht und optischem Signal ergibt sich ein eindeutiger Sensoreffekt, für dessen Nachweis und detaillierte Untersuchung in seiner Masterarbeit der Rüsselsheimer Student Ingo Franke kürzlich den Innovationspreis des Deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellenverbandes erhielt.

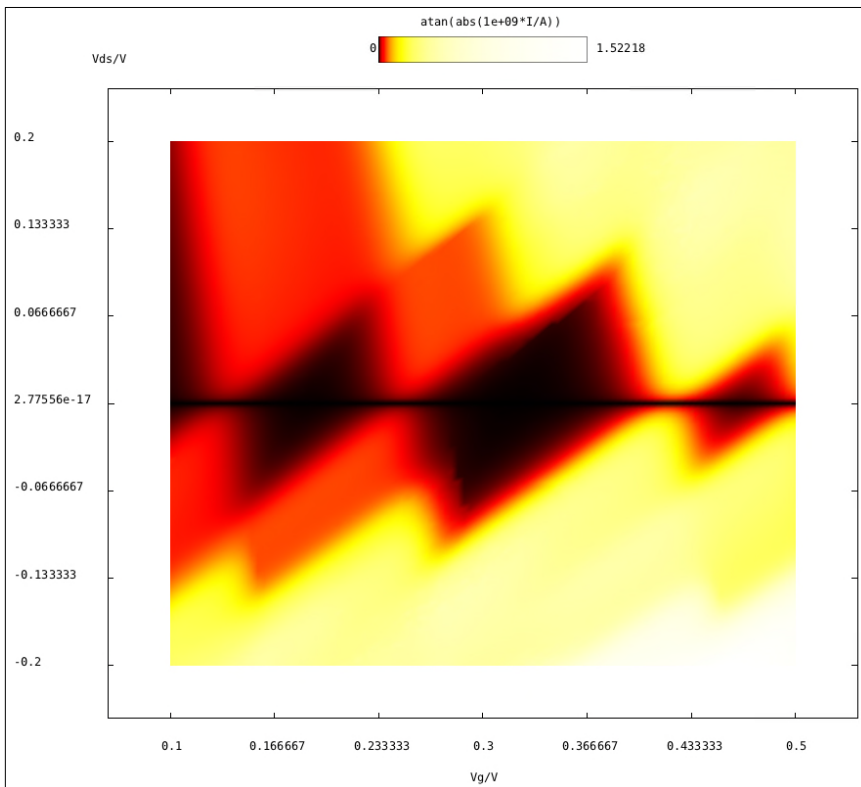
In den nun laufenden Untersuchungen versucht die Arbeitsgruppe, diesen Sensoreffekt auf weitere Speichersubstanzen anzuwenden und einen möglichst preiswerten und kleinen Sensor für die zukünftige Anwendung in größeren Stückzahlen zu realisieren.

## 3 Simulation von Halbleiter-Nanodrähten für Nano-Sensoren der Zukunft

Halbleiter-Nanodraht-Bauelemente bieten großes Innovationspotential für energieeffiziente mobile Systeme der Zukunft. Typische Anwendungsfelder liegen im Bereich der Sensorik und der Nanoelektronik, sowie der Nano-LEDs.

Der Durchmesser eines typischen Halbleiter-Nanodrahtes beträgt lediglich 10 bis 100 Nanometer und ist damit dünner als ein Tausendstel eines menschlichen Haares. Daher kann der elektrische Strom durch einen Halbleiter-Nanodraht äußerst sensitiv auf kleinste elektrische Ladungen reagieren, teilweise sogar auf einzelne Elektronen. Somit sind derartige Nanodrähte prädestiniert für zukünftige Anwendungsfelder im Bereich der Sensorik, beispielsweise als Gas-Detektor oder Bio-Sensor.

Nanodrähte aus Zinkoxid können ihre Leitfähigkeit bei Anwesenheit von geringsten Alkoholkonzentrationen in der Luft verändern, andere Nanodrähte reagieren empfindlich auf Biegung oder Zug. Auf diese Weise lassen sich möglicherweise in der Zukunft hoch-



**Bild 3** Mit dem Simulationswerkzeug der Hochschule RheinMain berechneter Elektronenstrom durch einen Halbleiter-Nanodraht mit äußeren Spannungen. Die rautenförmigen, sogenannten "Coulomb-Diamanten" entsprechen jeweils einem weiteren Elektron, das dem Nanodraht von außen zugefügt wird.

empfindliche, miniaturisierte Sensoren für Alkoholdämpfe, Druck oder andere Größen realisieren.

Die Hochschule RheinMain ist Partner im EU-Projekt „Nano-wiring“ (<http://www.nanowiring.eu>), in welchem mögliche Anwendungsfelder von Halbleiter-Nanodrähten im Verbund von namhaften Universitäten und Industriepartnern erforscht werden. Im Rahmen dieses Projekts entwickelt die Arbeitsgruppe von Prof. Michael Indlekofer Open-source-Simulationstools für die quantenmechanische Berechnung der Elektronenbewegung in derartigen Nanodrähten. Simulationen stellen einen wichtigen Mosaikstein innerhalb der Entwicklungskette bis hin zum realen Nano-Bauelement dar.

#### 4 Von Rüsselsheim zum Mars: Hochschule RheinMain fertigt High-Tech-Sensoren für die NASA

In fertigem Zustand äußerst scheinbar, einem elektronischen Standardbauteil zum Verwechseln ähnlich: So erscheint dem unbedarften Betrachter der vielleicht leistungsfähigste Vakuumsensor der Welt, der im Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Hochschule RheinMain in Rüsselsheim entwickelt wurde. Die Wissenschaftler der NASA, die im vergangenen Jahr durch einen Vortrag zur Sensorikmesse in Nürnberg auf den Sensor aufmerksam wurden und zusätzlich noch Empfehlungen von ihren ESA-Kollegen erhielten, waren allerdings keineswegs unbedarft.

Schnell erkannten sie den Wert des Winzlings, dessen zylindrisches Gehäuse gerade mal 8 mm Durchmesser hat, für ihre Zwecke. Jetzt bestellten sie einen Satz der High-Tech-Sensoren, um sie auf ihre Tauglichkeit für die nächste Mars-Mission zu testen.

Dabei waren die erstaunlichen Sensoren ursprünglich gar nicht für Weltraummissionen gedacht, sondern für einen ganz bodenständigen Zweck. Sie sollen den Druck in Vakuumsystemen über einen möglichst großen Bereich zuverlässig messen, zum Beispiel um

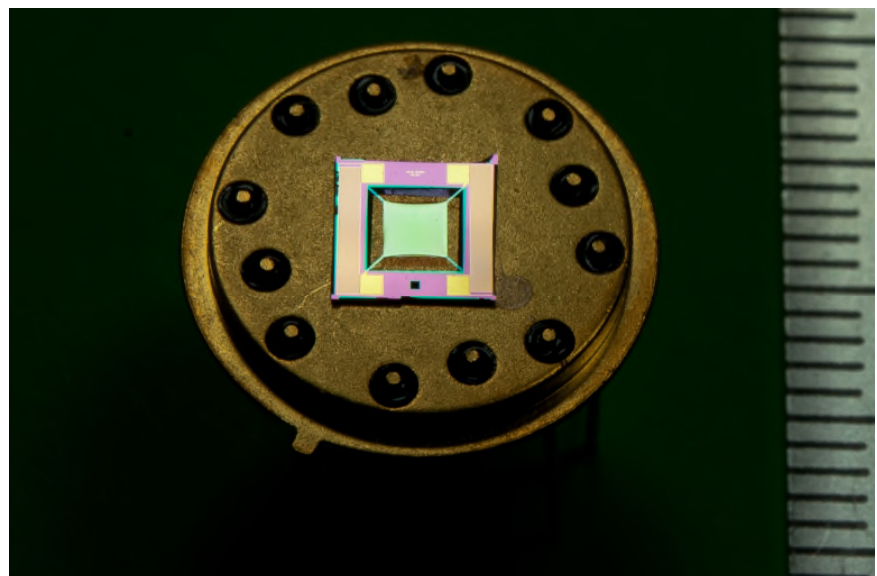
hochempfindliche Pumpen an industriellen Beschichtungsanlagen zu schützen.

Beteiligt am Projekt sind daher auch zwei hessische Unternehmen: Die Pfeiffer Vacuum GmbH aus Asslar, renommierter Hersteller von Vakuumpumpen und Vakuummesstechnik, und die Heimann Sensor GmbH aus Eltville, letztere zuständig für Auswertelektronik und Gehäusung. An der Entwicklung, die hauptsächlich im Reinraumlabor der Hochschule RheinMain in Rüsselsheim ablief, haben aber auch etliche Studierende mitgewirkt, schließlich ist Mikrosystemtechnik einer der Schwerpunkte der Studiengänge „Physikalische Technik“ (der mit dem „Bachelor of Science“ abschließt) und „Angewandte Physik“ („Master of Science“).

„Forschung ist ein zentrales Thema dieser Studiengänge“, so Prof. Dr. Friedemann Völklein, Leiter des Sensorprojekts, „schließlich sollen unsere Absolventen in Firmen und Instituten mithelfen, angewandte Forschung und Entwicklung zu betreiben und deren Ergebnisse in neuartige Verfahren und Produkte umzusetzen. Und wie könnte man forschen besser lernen, als durch die Mitarbeit an solchen Projekten?“

„Das Herzstück des Sensors“, so Prof. Völklein weiter, „ist eine mikrotechnisch hergestellte Membran von wenigen Quadratmillimetern Fläche, gerade mal 0,0003 mm dick und an den vier Ecken über 0,05mm breite und ebenso dünne Stege mit dem Trägerchip aus Silizium verbunden – ein mikroskopisch kleiner quadratischer Trampolin.“

Die Membran trägt außerdem einen hauchdünnen (80 nm) Heizdraht aus Nickel, der sich in engen Mäandern über sie schlängelt, über einen der aufgehängestege zu- und über einen anderen abgeführt wird. Mit diesem Draht kann die Membran auf eine Temperatur erhitzt werden, die 100 Grad über der Umgebungstemperatur liegt. Durch die



**Bild 4** Der Vakuum-Sensor für die im Jahr 2018 geplante NASA Mars-Mission.



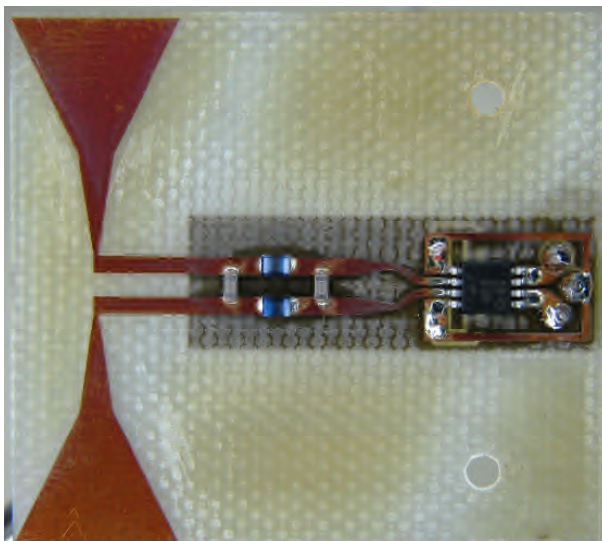
extrem dünnen Aufhängestege kann die Wärmeenergie praktisch nicht abgeleitet werden und eine Beschichtung der Membran verhindert auch deren Abstrahlung. Und darin liegt genau der Trick: Die Wärme kann nur noch über das an der Membran vorbeiströmende Gas abgeführt werden. Misst man nun die Membrantemperatur, so ist diese ein präzises Maß für den Druck im Gas bzw. für die Qualität des Vakuums, das man erzeugt hat.

Dabei kann der Sensor, in einer noch etwas komplexeren Ausführung, einen Druckbereich von 1000 mbar (normaler Luftdruck) bis hinab auf 0,00001 mbar zuverlässig messen. Damit hat Prof. Völklein mit seiner Projektgruppe am Studienbereich Physik der Hochschule RheinMain wohl einen Weltrekord aufgestellt.

Auf dem Mars soll der Sensor, integriert in ein sogenanntes Massenspektrometer, mithelfen, die Marsatmosphäre detailliert zu untersuchen.

Für die NASA ist dabei natürlich nicht nur der hohe Messbereich von Bedeutung, sondern auch die geringe Größe des Sensors – schließlich geht es bei einem unbemannten Raumfahrzeug darum, möglichst viel Platz und Gewicht zu sparen. Darüber hinaus trägt die Leistung des gesamten Mik-

rosystems gerade mal 0,2 Tausendstel Watt! Der Start der Mars-Mission, die ein Stück Erfindergeist aus der Hochschule RheinMain Rüsselsheim zum roten Planeten tragen könnte, ist für 2018 geplant.



**Bild 5** Breitbandiger Feldstärkensenor für Expositionsmessungen in der Nähe von Mobilfunkmasten

### 5 Feldstärkensensoren für den Arbeitsschutz in der Umgebung von Mobilfunk-Sendeanlagen

Bei Wartungsarbeiten in unmittelbarer Nähe von Sendeanlagen für Mobil- und Behördenfunk kann es zu hohen Belastungen der arbeitenden Personen durch Radiowellen kommen.

Die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Werner Schroeder entwickelt hierzu für ein in Hessen ansässiges Unternehmen im Rahmen von zwei Bachelorarbeiten ein Warngerät, das bei Überschreitung der im Arbeitsschutz gültigen Grenzwerte ein Alarmsignal abgibt.

Bild 5 zeigt das HF-Teil, einen Feldstärkensenor mit als gedruckter Schaltung realisierter breitbandiger HF-Antenne.

*Bilder: Alle Bilder und Grafiken: HSRM Rüsselsheim*

*Autoren:*

**1** und **Einleitung:** Prof. Dr. Martin Liess, Studienbereich Informationstechnologie und Elektrotechnik; Labor für Sensorik und Messtechnik

**2** Prof. Dr. Hans-Dieter Bauer Studienbereich Physik; Institut für Mikrotechnologien IMTECH

**3** Prof. Dr. Michael Indlekofer Studienbereich Informationstechnologie und Elektrotechnik; ForschungsCampus - Projekt Nano-electronics und andere

**4** Prof. Dr. Friedemann Völklein Studienbereich Physik; Institut für Mikrotechnologien IMTECH

**5** Prof. Dr. Werner Schroeder Studienbereich Informationstechnologie und Elektrotechnik; Labor für

Hochfrequenztechnik und Elektromagnetische Verträglichkeit

Fachbereich Ingenieurwissenschaften Hochschule RheinMain Am Brückweg 26

65428 Rüsselsheim

Tel.: 06142-898-4211

E-Mail: [Martin.Liess@hs-rm.de](mailto:Martin.Liess@hs-rm.de)

<http://www.hs-rm.de>

## Reymann bleibt Präsident der Hochschule RheinMain

Der Erweiterte Senat der Hochschule RheinMain bestätigte in seiner Sitzung vom 8. Juli Prof. Dr. Detlev Reymann in seinem Amt als Präsident der Hochschule RheinMain. Reymann setzte sich bei der Wahl gegen zwei auswärtige Bewerber durch.

Reymann wurde gleich im ersten Wahlgang mit der absoluten Mehrheit der Stimmen der Senatsmitglieder gewählt. Er bedankte sich im Anschluss an die Wahl für die gute Zusammenarbeit der letzten Jahre und für das Vertrauen zur Fortsetzung seiner Arbeit in den nächsten sechs Jahren. Die kommende Amtszeit beginnt am 1. Januar 2015 und dauert sechs Jahre.



**Prof. Detlev Reymann**

Prof. Dr. Detlev Reymann, Jahrgang 1957, ist seit 1994 Professor an der Hochschule RheinMain. Unter anderem war er Dekan und Studiendekan des damaligen Fachbereichs Gartenbau und Landschaftspflege in Geisenheim. 2009 wurde er zum ersten Mal zum Präsidenten gewählt.

Sein beruflicher Werdegang führte ihn nach dem Abitur von einer Berufsausbildung und Berufstätigkeit als Gärtner über das Studium der Gartenbauwissenschaften zur Promotion. Er war vor seiner Berufung an die Hochschule als wissenschaftlicher Leiter und Geschäftsführer des Zentrums für Betriebswirtschaft im Gartenbau tätig.

*Bild und Text: HSRM*

### Impressum

Das VDI RHEINGAU Regional-Magazin erscheint viermal im Jahr, jeweils zu Anfang eines Quartals. Es wird den Mitgliedern kostenlos zugesandt. Außerdem finden Sie es im pdf-Format im Internet unter [www.vdi.de/bv-rheingau](http://www.vdi.de/bv-rheingau). Interessenten können das Magazin für 10 € im Jahresabonnement erwerben. Namentlich gekennzeichnete Beiträge stellen nicht in jedem Fall die Meinung der Redaktion oder des Herausgebers dar. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Dateien übernehmen wir keine Gewähr.

Herausgeber: VDI Rheingau-Bezirksverein e. V., Geschäftsstelle: Kapellenstraße 27, 65439 Flörsheim Tel. 06145-6869  
Vorsitzender: Sven Freitag

Redaktion: Heinz-Ulrich Vetter (*huv*), Kriesweg 10, 55413 Weiler  
Telefon: 06721-36979 E-Mail: [hu.vetter@online.de](mailto:hu.vetter@online.de)

Layout, Text- und Bildbearbeitung: Vereinszeitungen Vetter, Kriesweg 10, 55413 Weiler

Druck / Auflage: Druckwerkstätte Leindecker, Bingen / 2800

Redaktionsschluss dieser Ausgabe: 3. September 2014. Die nächste Ausgabe für das erste Quartal 2015 erscheint Ende Dezember 2014. Redaktionsschluss ist der 3. Dezember 2014.

# Strom aus Strömen

Von Christian Synwoldt

Wasserkraftanlagen zählen zu den ältesten Einrichtungen zur Erzeugung regenerativer Energie. Auf Grund begrenzter Potenziale ist der Beitrag zur Energieversorgung in Deutschland jedoch gering.

Auch neue Nutzungsformen wie Flussturbinen und wiederentdeckte Flusstmühlen lassen keine Quantensprünge erwarten. Kontinuierlicher Betrieb und gute Regelmöglichkeit sind jedoch gerade bei zunehmendem Einsatz von Wind- und Photovoltaikanlagen ein wichtiges Merkmal.

**F**ließgewässer werden auf vielfache Weise genutzt. Meist sind sogar mehrere Nutzungsformen gleichzeitig anzutreffen. Als leicht erreichbare Oberflächengewässer eignen sich Flüsse zur Bewässerung und zur Wasserversorgung. Zudem sind sie auch Natur- und Erholungsraum. Bereits seit antiker Zeit kommen technische Nutzungsformen hinzu. Dazu zählen die Schiffbarkeit und das Bereitstellen von mechanischer Energie durch technische Einrichtungen. Bei einer Betrachtung der Energiepotenziale von Fließgewässern sind diese Nutzungskonkurrenzen regelmäßig gegeneinander abzuwägen.

Weitere Herausforderungen an die Auslegung und den Betrieb von technischen Anlagen sind durch die Natur gegeben: Treibgut, Eisgang und vor allem Pegelschwankungen. Letztere sind je nach Jahreszeit und Wetterlage auf unterschiedliche Abflussmengen zurückzuführen. Mit ihnen gehen zudem deutliche Fluktuationen der Fließgeschwindigkeit einher. So lässt sich bei Hochwasser bereits mit bloßem Auge die höhere Fließgeschwindigkeit beobachten.

Beim Treibgut spielen nicht nur an der Oberfläche sichtbare Gegenstände eine Rolle, sondern auch Sand und Sediment sowie Geschiebe und Geröll. Ein Betrieb zu nahe der Bodengrenzschicht erhöht den Verschleiß und kann zu vorzeitigem Ausfall führen. Die Eintauchtiefe von Turbinen sollte daher 80 % der Wassertiefe nicht überschreiten.

## Vom Fließgewässer zum Energieträger

Bereits bei einer Betrachtung von Fließgewässern unter technischen Aspekten springen direkte Nutzungskonkurrenzen ins Auge. Eine große Fließgeschwindigkeit erhöht die Ausbeute an mechanischer Energie durch Turbinen oder Wasserräder, erschwert jedoch im gleichen Maße die Nutzung als Schifffahrtsstraße. Gerade um die Schiffbarkeit von Flüssen und Strömen zu verbessern, wurden diese durch Querverbauungen mit Staustufen und Schleusen versehen. Gleichzeitig führen die Querverbauungen auch zur Reduzierung von Pegelschwankungen.

Damit zeigt sich gerade entlang eines vielgenutzten Schifffahrtsweges wie dem Rhein ein wichtiger Optimie-

rungskonflikt: In der Regel ist davon auszugehen, dass die höchste Strömungsgeschwindigkeit in der ausgebagerten Schifffahrtsrinne vorzufinden ist. Ausnahmen können jedoch einzelne Abschnitte wie die Außenseiten von Flussbiegungen darstellen. Sie sind zumindest für die Bergfahrt weniger zweckmäßig – und eignen sich damit als Standort für Wasserkraftanlagen. Hier bringt der Anlagenbetrieb sogar noch einen Zusatznutzen: Der Strömung wird Energie entzogen. Damit verringert sich die Ufererosion und gegebenenfalls kann auf Bühnen verzichtet werden.

Weiterhin ist zu bedenken, dass gerade in Engpässen wie beim Loreleyfelsen oder Binger Loch jederzeit hinreichend Raum für die Schifffahrt verbleiben muss, selbst wenn die Strömungsbedingungen hier für den Betrieb von Wasserkraftanlagen ebenfalls attraktiv sind. Noch deutlicher tritt das Problem bei Niedrigwasser zu Tage: Eingeschränkte Breite der Fahrrinne und nicht hinreichende Wassertiefe erschweren den Betrieb der Wasserkraftanlage. Da es sich beim Rhein um eine internationale Schifffahrtsstrasse handelt, sind mindestens 20 m Abstand zur Fahrrinne zu halten.

## Energie aus Wasser

Für die Nutzung von Fließgewässern als Energieträger stehen zwei grundsätzlich unterschiedliche Verfahren zur Verfügung: Das Nutzen einer Druckhöhe und das unmittelbare Nutzen der kinetischen Energie des Massenstroms.

### Druckhöhe (konventionell)

Das konventionelle Anlagenschema setzt eine Höhendifferenz voraus. Die potenzielle Energie eines Massenstroms wird über die Fallhöhe in kinetische Energie umgesetzt und dient zum Antrieb einer Turbine (Kaplan-, Francis- oder Peltonturbine) oder ei-

nes Wasserrads (ober- oder mittelschlächting). Lassen sich auf Grund des Geländereiefs keine Gefälle Strecken – mit einem Einlass am Oberlauf und einem Druckstollen zum tiefergelegenen Turbinenstandort – nutzen, sind Querverbauungen erforderlich. Wehre und Staumauern führen jedoch zu einer Trennung von Ober- und Unterlauf und beeinträchtigen so die Biodiversität. Nach §§ 27ff. WHG (Wasserhaushaltsgesetz) und §40 EEG 2014 (Erneuerbare Energien-Gesetz) sind Vorhaben für Wasserkraftanlagen mit neuen Querverbauungen in Deutschland praktisch nicht mehr möglich.

Durch die Höhe der Wassersäule und eine geschlossene Druckleitung lassen sich selbst bei vergleichsweise kleinen Turbinenabmessungen große Leistungen bereitstellen. Auf Grund der vorgenannten Randbedingungen ist regelmäßig ein Wirkungsgrad von mehr als 90 % erzielbar. Oberschlächtinge Wasserräder können immerhin Wirkungsgrade bis zu 80 % erreichen.

Weiterhin ist für den Erhalt der Gewässerbiotope und Uferstreifen zu beachten, dass im Oberlauf hinreichend Restwasser verbleibt und durch die Leistungsregelung des Turbinenbetriebs kein Schwallwasser im Unterlauf auftritt.

### Kinetische Energie (hydrokinetisch)

Ohne Querverbauung kann in der Regel kein Gefälle erzeugt bzw. genutzt werden. Es bleibt jedoch die kinetische Energie des Massenstroms. Damit verursachen hydrokinetische Anlagen einen weitaus geringeren Eingriff in das benthische System (Tier- und Pflanzenwelt am Boden eines Gewässers); außerdem sind sie in der Regel auch durchgängig für Fische.

Dafür stehen zwei Archetypen von Anlagen zur Verfügung: In Form eines unterschlächtigen Wasserrads, das am Ufer oder auf Pontons montiert

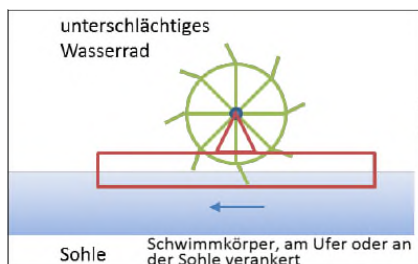


Bild 1 Prinzip der Flussmühle

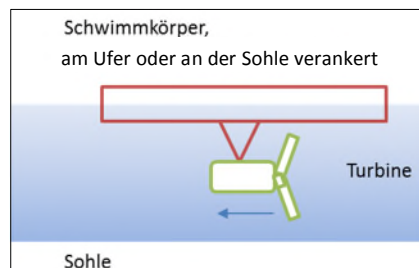


Bild 2 Prinzip der Flussturbine



wird, sowie eine unter der Gewässer-oberfläche verankerte axial durchströmte (Kaplan-)Turbine. Beide Verfahren ähneln einem Schiffsantrieb (Raddampfer oder Schiffsschraube), nur dass in diesem Fall die Strömung als Antrieb genutzt wird und die Anlage ortsfest ist.

Unterschlächtige Wasserräder erreichen in einem optimal ausgebauten Mühlenkanal Wirkungsgrade von bis zu 70 %. Auf Grund der Einsatzbedingungen auf einem Fluss mit schwankendem Pegel ist jedoch mit deutlich geringeren Werten zu rechnen. Der Wirkungsgrad einer Turbine bei freier Anströmung ist prinzipiell auf 59 % begrenzt (Betz'sches Gesetz). Unter realen Bedingungen ist von Werten um 40 % oder weniger auszugehen.

Zusätzlich zum deutlich geringeren Wirkungsgrad hydrokinetischer Anlagen kommt noch ein zweiter Faktor erschwerend hinzu. Die Energiedichte einer Strömung mit 1-3 m/s entspricht lediglich einer Fallhöhe von wenigen Dezimetern. Selbst eine bestenfalls in Ausnahmesituationen anzutreffende Fließgeschwindigkeit von 5 m/s ist mit einem Dreiviertel Meter Fallhöhe vergleichbar. Will man eine ähnlich große Leistungen wie bei konventionellen Anlagen erzielen, müssen die Dimensionen hydrokinetischer Turbinen daher um Größenordnungen höher gewählt werden. Trotz Abmessungen von einigen Metern Durchmesser bewegt sich in schiffbaren Strömungen das Leistungsspektrum nur selten über 10 kW.

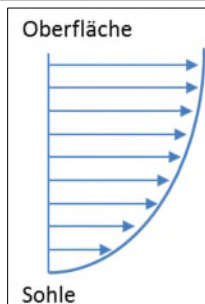
Durch Mäntel und Diffusoren – insbesondere am Auslass der Turbine – wird eine hydrokinetische Optimierung angestrebt. Das Ziel ist eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit in der Turbinenebene. Dadurch lassen sich Wirkungsgrade erreichen, die auch jenseits des Betz-Limits liegen. Dennoch steht dies nicht im Widerspruch zur Theorie: Die Turbinen werden durch den Mantel oder Diffusor nicht mehr frei angeströmt. Andererseits ist zu bedenken, dass eine Vergrößerung des Austrittsquerschnitts sich auf die erforderliche Mindestwassertiefe auswirken kann – was das Potenzial an möglichen Standorten vermindert.

## Geschwindigkeit

Die Fließgeschwindigkeit geht mit der dritten Potenz in die Anströmungsleistung ein. Sie ist damit essentiell für die Beurteilung potenzieller Anlagenstandorte. Prinzipiell gelten ähnliche physikalische Gesetzmäßigkeiten wie für Windenergieanlagen.

Es ist dabei zu beachten, dass die Fließgeschwindigkeit im Gerinne ein ausgeprägtes vertikales

Profil aufweist. Das Maximum befindet sich im Bereich von 70-90% der Pegelhöhe. An der Gewässer-oberfläche kommen noch Einflüsse von Wind und Wellen hinzu. Somit ist ein oberflächennaher Betrieb der Wasserkraftanlagen anzustreben.



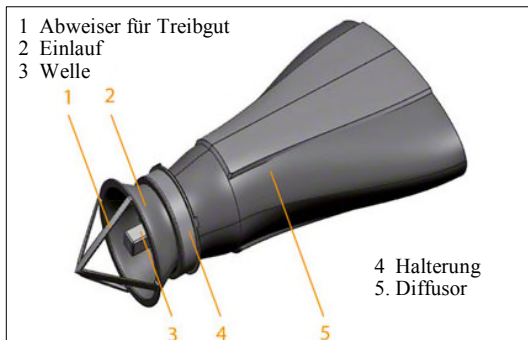
**Bild 3 Vertikales Geschwindigkeitsprofil**

## River Rider und Stromboje

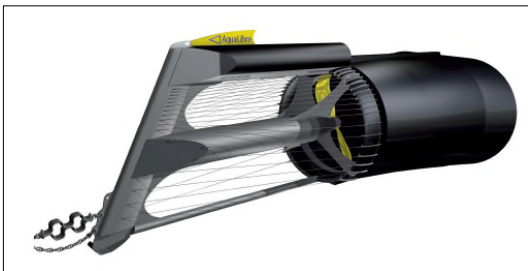
Durch den Betrieb an beziehungsweise auf einem Schwimmkörper ist ein in weiten Bereichen vom Pegelstand unabhängiger Betrieb möglich. Erst bei extremen Niedrig- oder Hochwasserpegeln ist die Wasserkraftanlage gefährdet und sollte in Sicherheit gebracht werden.



**Bild 4 Der River Rider bei Niederheimbach:** Die Stadtwerke Mainz und die Mainova wollen die Anlage zwei Jahre lang testen. Leistung 4,5 kW.



**Bild 5 Die Flussturbine bei St. Goar:** Die Firma KSB, Frankenthal, produziert mit der Anlage seit 2010 kontinuierlich Strom. Leistung 5 bis 30 kW.



**Bild 6 Die Strom-Boje, 17 kW, geplant zwischen Bingen und Lorch:** Damit soll die Basis für einen „Energiepark im Rhein“ geschaffen werden.

Ähnlich wie bei Windparks sind auch bei hydrokinetischen Maschinen Anordnungen aus mehreren Anlagen quer und längs zur Fließrichtung möglich. Das Potenzial an möglichen Anlagenstandorten vergrößert sich entsprechend. Ganz analog zur Situation bei Windparks ist auf hinreichende Abstände, insbesondere längs zum Sohlgefälle, zu achten. Konkret bedeutet dies, fünf bis zehn Rotordurchmesser beziehungsweise Diagonalen der Schaufelblattfläche bis zur nächsten Anlage sind einzuhalten. Quer zur Fließrichtung reicht das halbe Abstandsmaß.

Im Mai 2014 wurde bei Niederheimbach am Rhein ein River Rider nach dem Prinzip der Flussmühle in Betrieb genommen. Federführend für das Projekt River Rider sind die Stadtwerke Mainz AG und die Mainova AG, Frankfurt. Gemeinsam mit dem Zentrum für Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation (ZPVP), dem Netzwerk

Technologiekompetenz Fluss-Strom und der Enertainer Energie GmbH (alle in Magdeburg) werden mit der Anlage in Niederheimbach die Möglichkeiten einer ökologischen und ökonomischen Stromerzeugung im Rhein untersucht. Das Netzwerk Fluss-Strom fokussiert die Forschung und Entwicklung von hydrokinetischen Wasserkraftanlagen, u.a. am Sitz Magdeburg in der Elbe. Die hydrologischen Randbedingungen sind vergleichbar mit denen am Rhein: Durchschnittliche Fließgeschwindigkeit von 1,4 m/s (1,04 bis 2,13 m/s), Niedrigwasserpegel von 1,40 m bei einem mittlerem Pegel von 2,62 m. Die verfügbare Breite beträgt 50 m.

Der Frankenthaler Pumpenhersteller KSB AG hat im Herbst 2010 bei St. Goar zwei Flussturbinen mit unterschiedlicher Hydraulik in Betrieb genommen. Eine der Anlagen wurde inzwischen entfernt. Die andere produziert in der inzwischen fünfjährigen Betriebsphase kontinuierlich Strom – auch in Extremsituationen wie Hoch- und Niedrigwasser. Vor der Anlage ist ein selbstreinigender Grobrechen installiert.

Mit der Strom-Boje ist ein weiteres Projekt in der Planung. Aus technischer Sicht handelt es sich ebenfalls um eine unter Wasser verankerte Turbine. Entsprechende Anlagen sind seit 2011 in der Donau (Wachau) im Einsatz. Der erste Erprobungsträger des österreichischen Herstellers Aqua Libre ist bereits 2006 gewässert worden. Ab 2015 soll ein Versuch im Rhein gestartet werden. Dabei tritt die Binger Firma Strom-Boje Mittelrhein UG als Projektentwickler auf, die als Versuchsort die rechte

# Energietechnik

	River Rider (seit Mai 2014)	Flussturbine (seit 2010)	Strom-Boje 3 (geplant für 2015)
Hersteller	Enertainer Energy (D) enertainer-energy.de	KSB (D) www.ksb.com	Aqua Libre (A) www.aqualibre.at
Abmessungen	Länge 11,2 m Breite 7,0 m Höhe 2,5 m	Länge 8,0 m Breite 4,0 m Höhe 2,5 m	Länge 11,0 m Breite 5,5 m Höhe 3,4 m
Masse	11 t	1,5 t	6,4 t
Durchmesser	Schaufelrad 2,5 m	Laufrad 1,5 m	Laufrad 2,5 m
Drehzahl	4-7 min <sup>-1</sup>	80-150 min <sup>-1</sup>	50-120 min <sup>-1</sup>
Fließgeschwindigkeit	0,8-2,4 m/s	≥ 2,5 m/s	m/s
Nennleistung	4,5 kW	5-30 kW	2,0 m/s 17 kW 3,3 m/s 70 kW
Jahresertrag <sup>1</sup>	20-32 MWh	35 MWh	<sup>2</sup> 240 MWh
Eintauchtiefe/ Mindestwassertiefe	0,65 m	<sup>3</sup>	3 m

**Tabelle 1 Vergleich der am Mittelrhein installierten und geplanten Kleinwasserkraftanlagen** <sup>1</sup> Abhängig von Betriebsort der Anlage <sup>2</sup> Für „mittleren Standort“ <sup>3</sup> feste Verankerung in Bodennähe Quelle: Herstellerangaben; ZEK-Hydro, Juni 2014

Rheinseite zwischen Bingen und Lorch ins Auge gefasst hat.

Beide Anlagentypen verfügen über beachtliche Abmessungen, erreichen auf Grund der geringen Fließgeschwindigkeit des Wassers von ca. 2 m/s jedoch nur geringe Leistungen.

Bereits anhand der Gegenüberstellung weniger Kenndaten werden die unterschiedlichen Randbedingungen für den Betrieb der Anlagenkonzepte sichtbar:

- Die Rotationssymmetrie der Turbine erlaubt keine separate Auslegung von Eintauchtiefe und Anlagenbreite zur optimalen Nutzung des Gerinnes.
- Beim unterschlächtigen Wasserrad können Eintauchtiefe und Breite separat dimensioniert werden. Optisch nachteilig wirkt sich gegebenenfalls der größere Aufbau oberhalb der Gewässeroberfläche aus; bei der Turbine ist kaum mehr als der Schwimmkörper sichtbar.

### Welchen Beitrag zur Energieversorgung können hydrokinetische Anlagen leisten?

Angesichts begrenzter Potenziale für mögliche Anlagenstandorte und vergleichsweise geringer Leistung einzelner Anlagen steht die Frage nach der Sinnhaftigkeit des Unterfangens im Raum. Es ist jedoch ein größerer Kontext als allein die absoluten Zahlen an Kilowatt installierter Leistung und Megawattstunden Stromproduktion zu betrachten.

Selbst wenn die Wasserführung von Oberflächengewässern jahreszeitlichen und wetterbedingten

Schwankungen unterliegt, so vollziehen sich diese Fluktuationen deutlich langsamer als beispielsweise beim Aufkommen an solarer Einstrahlung oder Wind. Der Beitrag von Wasserkraftanlagen ist daher besser, vor allem langfristiger, planbar. Zudem ist ein saisonaler Ausgleich verschiedener regenerativer Ressourcen von hohem Wert: Im Winterhalbjahr ist ein deutlich höheres Windaufkommen zu verzeichnen, im Sommerhalbjahr generieren Photovoltaikanlagen den überwiegenden Beitrag. Wasserkraftanlagen kommt damit als Ausgleich und Ergänzung zu den stärker fluktuierenden Erzeugern eine wichtige Rolle zu.

Es liegt auf der Hand, dass ein Abdecken der Jahreshöchstlast allein durch neue Wasserkraftanlagen nicht gelingen wird: In 2013 waren 5,6 GW<sup>4</sup> am Netz. Ein Zubaupotenzial erwächst zum größten Teil aus der Modernisierung bestehender Anlagen. Wasserkraftanlagen werden seit mehr als 100 Jahren betrieben und systematisch ausgebaut – entsprechend groß ist der Anlagenbestand und auch die Nutzung möglicher Standorte in Deutschland.

Ausgehend von einem Beitrag zum Regelarbeitsvermögen durch Anlagen mit einer Leistung von kleiner als 1 MW in Höhe von weniger als 0,5 TWh/a entspricht dies einem Zubau in der Größenordnung von 0,1 GW<sup>5</sup>.

Insgesamt waren Ende 2013 Wasserenergieanlagen mit einer Leistung mehr als 5,6 GW im Einsatz. Sie lieferten im vergangenen Jahr 21,2 TWh Strom – das entspricht 3,5 % vom deutschen Bruttostromverbrauch<sup>6</sup>.

<sup>4</sup> AGEE-Stat, Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland, Stand Februar 2014

<sup>5</sup> Anderer et al, Das Wasserkraftpotenzial in Deutschland, WasserWirtschaft, Nr. 9/2010, S. 12-16

<sup>6</sup> AGEE-Stat, Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland, Stand Februar 2014

Bilder: 1,2,3 Synwoldt; 4 Simonek, VDI 5 KSB; 6 Aqua Libre

Autor: Dipl.-Ing. Christian Synwoldt ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Institutes für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) in Birkenfeld Er beschäftigt sich mit regenerativen Technologien, Netzen, Speichern und Versorgungskonzepten. Daneben ist Synwoldt als Dozent sowie als Sachbuchautor und selbständiger Ingenieur tätig.

E-Mail: c.synwoldt@umwelt-campus.de



Das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) gehört zur Hochschule Trier, Umweltcampus Birkenfeld. Es beschäftigt sich seit 2001 schwerpunktmäßig mit Null-Emissions-Strategien. In zahlreichen Projekten im In- und Ausland wird ein ganzheitlicher, systemischer Ansatz verfolgt, der Ressourceneffizienz und Klimaschutz mit einer Steigerung der regionalen Wertschöpfung verbindet. Am IfaS arbeiten 9 Professoren und über 60 festangestellte Mitarbeiter.

Tel.: +49 6782 / 17-1221  
 Fax.: +49 6782 / 17-1264  
 E-Mail: ifas@umwelt-campus.de  
 http://www.stoffstrom.org

**VDI Rheingau-Bezirksverein**  
**Vorsitzender:**  
**Dipl.-Ing. (FH) Sven Freitag**  
**Geschäftsführer:**  
**Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Truss**

**Geschäftsstelle:**  
**Kapellenstraße 27,**  
**65439 Flörsheim**  
**Tel.: 06145-6869 \* Fax: 06145-53602**  
**E-Mail: bv-rheingau@vdi.de**



## Veranstaltungen

### Veranstaltungen von Oktober bis Dezember 2014

Auskunft: VDI Rheingau-Bezirksverein, Kapellenstraße 27  
65439 Flörsheim, Tel.: 06145-6869, E-Mail: bv-rheingau@vdi.de

#### Mittwoch, 01. Oktober 15 Uhr

Senior-Ingenieure: Hanss Nicol Werner

#### Ingenieurtreffen des Arbeitskreises traditionell zur Weinlesezeit

Bitte anmelden bei Arbeitskreis  
Senior Ingenieure H.N. Werner,  
Tel. 06134/757500, Fax 06134/757501  
E-Mail: Nicol\_Werner@t-online.de

**Restaurant „Proviantmagazin“ Mainz  
Schillerstraße 11A, 55116 Mainz**

#### Mittwoch, 12. November 13 Uhr

Senior-Ingenieure: Hanss Nicol Werner

#### Ingenieurtreffen des Arbeitskreises traditionell zur Martinzeit

Bitte anmelden bei Arbeitskreis  
Senior Ingenieure H.N. Werner,  
Tel. 06134/757500, Fax 06134/757501  
E-Mail: Nicol\_Werner@t-online.de

**Restaurant „Proviantmagazin“ Mainz  
Schillerstraße 11A, 55116 Mainz**

#### Donnerstag, 23. Oktober 18-20 Uhr

Arbeitskreis Bauen und Gebäudetechnik: Wolf-  
gang Truss

**Referent: Kai Beuthien, Brandschutzamt  
Main-Taunus-Kreis**

#### Thema: Brandschutz

Anmeldung per Fax oder E-Mail erforderlich.  
Fax-Nr.: 06145-53602  
E-Mail: truss-ing-buero@t-online.de

**Stadthalle in Flörsheim, Flörsheimer  
Stuben, Hochzeitszimmer  
Kapellenstraße 1, 65439 Flörsheim**

#### Donnerstag, 20. November 18-20 Uhr

Arbeitskreis Bauen und Gebäudetechnik: Wolf-  
gang Truss

**Referent: Dipl.-Ing. Peter Starfinger**

#### Thema: Nachhaltigkeit durch Energie- effizienz und durch Erneuerbare Ener- gien, EnEV 2014

Anmeldung per Fax oder E-Mail erforderlich.  
Fax-Nr.: 06145-53602  
E-Mail: truss-ing-buero@t-online.de

**Stadthalle in Flörsheim, Flörsheimer  
Stuben, Hochzeitszimmer  
Kapellenstraße 1, 65439 Flörsheim**

#### Donnerstag, 06. November 19 Uhr

Arbeitskreis Kommunikation: Heinrich Witting,  
Jürgen Tiekötter

**Rolf-Henning Gieseler**

#### Systematische Konfliktlösung- Katalysator für Leistung

Konflikte in Unternehmen und Organisationen gehören  
zum „Business as usual“: Alltägliches Berufsleben – über-  
spitzt formuliert sogar Überleben ist ohne Konflikte nicht  
denkbar. Sie sind das „Salz in der Suppe“ eines jeden Be-  
triebes.

Der volkswirtschaftliche Schaden von Konflikten in Un-  
ternehmen wird auf über 45 Milliarden EUR jährlich ge-  
schätzt (Berufsgenossenschaftlicher Arbeitsmedizinischer  
Dienst (BAD)), andere sprechen gar von 280 Mrd. Euro an  
Konfliktkosten in Industrieunternehmen (KPMG).

Somit sollte gerade die Konfliktbehandlung, die Konflikt-  
vermeidung, die Konfliktlösung ein wesentlicher Führungs-  
parameter eines jeden Unternehmers sein! In jedem Un-  
ternehmen sollten Katalysatoren (z.B. Mediatoren) zur syste-  
matischen Konfliktbehandlung installiert sein!

Aber wie kann im Betrieb Konfliktlösung durch Katalysa-  
toren zu einer Steigerung oder Verbesserung der Leistungen  
der Mitarbeiter führen? Dies ist Gegenstand des Vortrages.  
Denken Sie dabei an faire Wettkämpfe im sportlichen Um-  
feld: Gerade harter Wettbewerb trägt hier zur Verbesserung  
der Leistungen bei.

**Der Referent Rolf-Henning Gieseler** ist gelernter Indust-  
riekaufmann, diplomierter Wirtschaftsmathematiker mit lang-  
jähriger Erfahrung als Holdinggeschäftsführer mittelständi-  
scher Unternehmen. Er ist ein seit Jahren etablierter Un-  
ternehmensberater mit Hauptschwerpunkt Betriebswirtschaft,  
sowie Business-Trainer und Coach.

**Ort: QFE - Quality First Engineering  
Weißlilienengasse 3, 55116 Mainz**

#### Mittwoch, 10. Dezember 15 Uhr

Senior-Ingenieure: Hanss Nicol Werner

#### Ingenieurtreffen des Arbeitskreises traditionell zur Vorweihnachtszeit

**Restaurant „Proviantmagazin“ Mainz  
Schillerstraße 11A, 55116 Mainz**

Gäste sind zu den Veranstaltungen herzlich will-  
kommen. Der Eintritt ist frei, soweit nicht anders  
vermerkt. Sehen Sie bitte auch im Internet nach, ob  
es Änderungen oder Ergänzungen gibt.

**vdi.de/bv-rheingau  
Tel.: 06145-6869**

#### Vorschau

Arbeitskreis Bauen und Gebäudetechnik

**Donnerstag 29. Januar 2015, 18 Uhr**

Vortrag: Wärmeschutz- und Schallschutzanfor-  
derungen bei Mehrfamilienhäusern

Vorstand des VDI Rheingau-Bezirksvereins

**Dienstag, 03. März 2015 um 18 Uhr**

**Mitgliederversammlung des VDI Rheingau-  
Bezirksvereins**

**Stadthalle in 65439 Flörsheim**

Die Ehrung der Jubilare ist an dem selben Ort um 17  
Uhr geplant. Bitte notieren Sie diesen Termin.

VDI Rheingau-Regional-Magazin  
VDI Rheingau-Bezirksverein  
Kapellenstraße 27  
65439 Flörsheim



## Berufs- oder ausbildungsintegrierender Bachelorstudiengang Maschinenbau-Produktionstechnik



Die Fachhochschule Bingen bietet in Kooperation mit dem Institut für Lehre und Weiterbildung Mainz (ILW) und der regionalen Wirtschaft ein Duales Studium Maschinenbau-Produktionstechnik an. Das grundlegend neu konzipierte Studium kann sowohl berufsbegleitend als auch ausbildungsbegleitend absolviert werden. Der akademische Abschluss ist der Grad eines „Bachelor of Engineering (B.Eng.)“. Parallel zum Berufsalltag finden die Vorlesungen freitags, samstags und in Blockveranstaltungen statt. Dies führt zu einer engen Verzahnung zwischen der praktischen Berufstätigkeit und der Ausbildung an der Hochschule.

### Zulassungsvoraussetzung:

- Abgeschlossene technische Berufsausbildung mit einem Notendurchschnitt von mindestens 2,5 und
- zweijährige Berufserfahrung

oder

- allgemeine Fachhochschulzugangsberechtigung

Weitere Informationen unter: [www.fh-bingen.de](http://www.fh-bingen.de)

Studiengangleitung:  
Prof. Dr.-Ing. Arno Zürbes  
[zuerbes@fh-bingen.de](mailto:zuerbes@fh-bingen.de)  
Tel. 06721 409-283

