



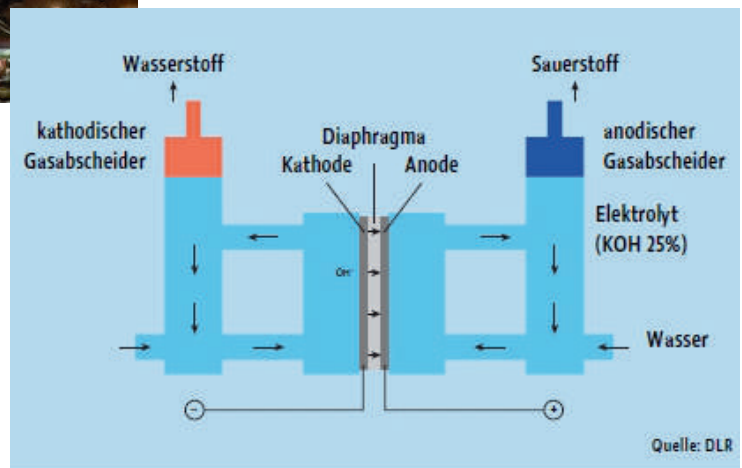
Verein Deutscher Ingenieure Rheingau-Bezirksverein

Rheingau Regional-Magazin 2/2022



**TH Bingen
Smart City**

Wasserstoff Technologie



Firmenportrait

**HS RheinMain
Energiebroker**



Liebe Leserinnen und Leser,

die Welt ist permanent im Umbruch. Nach vorsichtigen Prognosen sieht es so aus, daß die Corona Pandemie ihren großen Schrecken verloren hat. Wirksame Impfstoffe und Medikamente stehen als Abwehr bzw. Vorsorge zur Verfügung. Kaum aufgeatmet, ist die nächste Krise pünktlich nach den Olympischen Spielen angezündelt. Mit imperialistischen Denksätzen aus vergangenen Zarenzeiten versucht die sowjetische Regierung alte Zeiten wieder herzustellen und ihren Anspruch als Weltmarkt zu manifestieren. Dieses mittelalterliche Denken ist jedoch kein akzeptables Argument – die Globalisierung hat die Bevölkerung der Staaten so aufgemischt, daß es keine ethnischen, kulturellen und religiösen Grenzen mehr gibt. Als positiv denkender Mensch sehe ich diese menschliche Katastrophe für die momentan betroffene Bevölkerung als Boost für die Energiewende. Mittlerweile dürften auch den letzten Zweiflern die Argumente ausgehen für eine einseitige energetische Abhängigkeit einer Wirtschaftsnation wie uns. Das Energiebündnis mit dem KGB und den Oligarchen von dem auch viele Lobbyisten aus dem Westen profitieren, ist zum Bumerang für die Gesellschaft geworden.

In diesem Zusammenhang habe ich Ihnen einen Einstieg in die Grundlagen zum Thema **Wasserstoff Technologie** zusammengestellt. Als weiteres Fachthema stellt Impact, ein Transferprojekt der Hochschule RheinMain, einen zukunftsweisenden Beitrag zum Thema optimale **Nutzung von Photovoltaikanlagen** vor.

Als **Firmenportrait** präsentiert sich BUSCH Microsystems GmbH als international agierendes Unternehmen aus dem Naheland. Bitte beachten Sie auch auf Seite 15 das Feedback zu unserer **Fragebogenaktion**, wir würden uns auf tatkräftige Unterstützung von Ihnen sehr freuen.

Sie haben Lob, Kritik, Anregungen ?
Schreiben Sie mir einfach an die Adresse
vdi-pr.rheingau@web.de

Viel Spaß beim Lesen

Ihr

Reinhold Meyer

Inhalt

- 02 Vorwort
- 03 Editorial
- 04 Nachrichten intern
- 07 Arbeitskreise
VDIni/ZP, Hochschulen, FiB,
Senioren, Smart City, IT-Sicherheit
- 16 Firmenportrait
BUSCH Microsystems GmbH
- 18 Fachthema
Grundlagen Wasserstoff
- 24 Hochschulen
Energiebroker
- 31 Veranstaltungen

Impressum**Herausgeber**

VDI Rheingau – Bezirksverein e. V.
Kapellenstraße 27
65439 Flörsheim
Tel: 06145-6869
mail: bv-rheingau@vdi.de
Vorsitzender: Michael Ludwig
Geschäftsführer: Wolfgang Truss

Redaktion und Layout

Reinhold Meyer (Mey), Im Brühl 5,
55288 Udenheim
vdi-pr.rheingau@web.de

Druck Fa. Kerz, Am Hahnenbusch 6,
55268 Nieder-Olm

Das Magazin erscheint viermal pro Jahr am Quartalsbeginn und wird den Mitgliedern kostenlos zugesandt. Alle Ausgaben sind zusätzlich auf der Homepage des VDI archiviert

www.vdi.de/ueber-uns/vor-ort/bezirksvereine/rheingau-bezirksverein-ev

Redaktionsschluss dieser Ausgabe war der 5. März und ist für die nächste Ausgabe am 4. Juni 2022

Liebe Mitglieder des VDI Rheingau-Bezirksvereins,

heute ist Donnerstag der 9. März 2022!

Ich setzte diese Information an den Anfang meiner Grüße, da man aktuell jeden Gedanken immer in Kontext zum aktuellen Zeitgeschehen sehen muss. Diesel habe ich heute für 2,25 € getankt. Gut möglich, dass Sie beim Lesen dieser Zeilen denken „damals immerhin nur 2,25 €...“! – und hoffentlich sind nicht weitaus schlimmere Dinge als Preiserhöhungen in der Zwischenzeit in Deutschland geschehen.

Krieg in Europa! Als Jahrgang 1970 für mich unvorstellbar. Obwohl ich als Teenager in der Malteserjugend aktiv war, der ein reiner Standort für den Katastrophenschutz (kalter Krieg) war. Die älteren fuhren regelmäßig betagte Hanomag und VW-Bullis spazieren, um die Funktionsfähigkeit der Fahrzeuge zu erhalten. Wir Jugendliche schulten uns in Erste-Hilfe und räumten regelmäßig Feldbetten und lüfteten Filzdecken und Zelte, damit wir den Kampf gegen deren Verfall gewinnen. Den Standort gibt es schon lange nicht mehr. Für was sollte dieser in den Zeiten nach 1989 auch noch bestimmt sein?

Tagesaktualität kann ich hier also nicht bieten, aber einige Aussagen der Politik in den letzten Tage werden uns noch lange begleiten. **Klimaschutz** und die **Energiewende** sind nun nicht mehr allein die Forderung von ökologischen Parteien, sondern mittlerweile erstes Ziel zur Souveränität eines Landes. Die energetische Unabhängigkeit durch regenerative Energien haben sich nun Gruppen auf die Fahne geschrieben, bei denen der Strom bisher nur aus der Steckdose kam. Politische Köpfe, die im letzten Wahlkampf noch den allzu schnellen Ausstieg aus fossilen Energieträgern kritisch sahen, sind nun plötzlich treue Befürworter eines noch schnelleren Ausstiegs aus dem fossilen Zeitalter. Die in diesen Tagen so häufig benutzte Floskel der „Zeitenwende“ beschreibt aber tatsächlich nicht nur geopolitisch eine neue Ära. Sie ist auch energetisch ein Wendepunkt in unserer Industriegesellschaft.

Spontan fällt mir ein Podcast Interview ein, das ich noch vor dem Kriegsbeginn am 11. Feb. gehört habe. Dort wurde mit A. Schierenbeck gesprochen (früher Vorstandschef bei Uniper), der nun als Vorstandsmitglied bei der HH2E AG agiert. Somit hat er den Wechsel von Kohle und Atom auf Wasserstoff schon beruflich vollzogen, denn das neue Unternehmen beschäftigt sich hauptsächlich mit der Produktion von grünem Wasserstoff und dessen Speicherung. Ich habe mir dieses Interview noch einmal mit dem Wissen von heute angehört und muss feststellen, dass man hier wohl frühzeitig hätte investieren sollen. Die notwendige Anschubfinanzierung in Milliardenhöhe für diesen Geschäftsbereich ist wohl nun kein Thema mehr. Hatte die EU-Kommission nicht kürzlich noch Gas als klimafreundliche Brücke definiert? Die energiepolitischen Karten für Europa wurden in Moskau neu gemischt. Schierenbeck mahnte schon damals, dass ein Hauptkriterium von Investments in dieser Größe stabile politische Rahmenbedingungen sein müssen. Stabiler als die beschlossene Abkehr von russischem Gas und Öl kann

die aktuelle Situation zwischen Krieg und 1,5° Ziel nicht mehr sein. Mein hier oft zitiertes Thema Wasserstoff ist wohl einer der Schlüssel zur ganzheitlichen Umsetzung. Ich beachte plötzlich auch wieder die Daten meiner Solaranlage. Die letzten 24 h habe ich für unter 19 Ct Strom eingekauft, hatte aber über 2 € netto Ertrag. Nicht schlecht für Anfang März; nur wie halte ich kommenden Winter mein Haus mit meiner Gasheizung warm ?

Ich stelle meine persönliche Meinung in den Raum: Es mag zwar sein, dass man eine (Medien-) Gesellschaft tatsächlich für einige Tage in Aufregung hält, wenn junge Menschen sich auf wichtigen Kreuzungen auf der Fahrbahn festkleben. Allerdings bestärkt man damit doch mehr das eigene Lager, nicht aber die, die argumentativ noch überzeugt werden müssen. Die Feststellung eines Missstands ist nicht Teil der Lösung, sondern erst einmal nur die Aufgabenstellung. So bleibt festzuhalten, dass die wirklichen Aufgaben auf den Schultern von Ingenieuren, Technikern und Facharbeitern in innovativen Betrieben und Forschungsstellen liegen, welche die notwendigen Rahmenbedingungen und den gesellschaftlichen Rückhalt benötigen. Es bleibt abzuwarten, ob dieser gesellschaftliche Konsens nicht an Zapfsäulen und durch Inflationsstatistiken wieder schwindet. Über den „sozialen Frieden“ in unserem Land wurde seitens der Regierung bei steigenden Energiepreisen schon gesprochen. Wenn uns dieser Spagat gelingt, dann hat Putin den Kipppunkt für eine Dekarbonisierung in Europa ausgelöst, und das als Vertreter eines Landes, dessen Haupteinnahmequelle der Verkauf fossiler Energieträger ist. Mir wäre lieber gewesen, dass dies nicht durch viele Tote, unvorstellbares Leid, Elend und Verzweiflung begründet ist, sondern durch festgeklebte Jugendliche auf unseren Straßen.

Eigentlich wollte ich heute nur über das neue Strategiekonzept des VDI berichten und Ihnen mitteilen, dass wir noch viel vorhaben und **dringend Ihre Unterstützung für die im BV anzugehenden Aufgaben benötigen**. Aber es sind momentan neue Zeiten. Ich hoffe, sie werden bis zum Erscheinen dieser Ausgabe besser – oder zumindest nicht noch schlechter !



herzlichst Ihr

Michael Ludwig

Vorsitzender des VDI Rheingau Bezirksvereins

Der VDI begrüßt seine neuen Mitglieder

Amine Abdellaoui, Mainz	Meike Köster, Rüsselsheim
B.Sc. Mohamed Abdellatif, Mainz	Dominik Kowatsch, Mainz
B.Eng. Fadi Abou Haila, Rüsselsheim	B.Eng. Jan Kratochvil, Ginsheim-Gustavsburg
Milian Ali Aziz, Mainz	Max Kuhn, Wörrstadt
Dipl.-Ing. Thomas Beer, Nierstein	M.Sc. Cesar Langer, Gensingen
Manuela Binder, Raunheim	David Ledroit, Ingelheim
Henry Blenk, Stromberg	M.Eng. Jan Leinberger, Hochheim
Lars Blum, Bad Kreuznach	Mirko Luzar, Bingen
Niklas Büschel, Eltville	Dipl.-Geogr. Olaf Malinowski, Wiesbaden
M.Eng. Thorsten Clemens, Mainz	Carina-Sophie Meth, Stromberg
Celine Deiß, Mainz	Jonathan Mohr, Oestrich-Winkel
Econo-Park GmbH, Flonheim	B.E. Lorenz Müller, Wiesbaden
Kevin Emmert, Rüsselsheim	Dipl.-Ing. Van Luong Ngo, Wiesbaden
M.Eng. Florian Ender, Mainz	M.Sc. Manuel Perschke, Mainz
Dipl.-Ing. (FH) Ralf Fauldrath, Eltville	Maximilian Reichenbacher, Geisenheim
Matthias Flohr, Stackeden-Elshem	M.Sc. Jan Reinheimer, Mainz
B.Eng. Daniel Flohr, Rüsselsheim	RMD Rhein-Main-Deponie GmbH, Flörsheim
M.Sc. Marko Gajanin, Mainz	Maximilian Scheld, Wiesbaden
Ines Gast, Wiesbaden	M.Sc. Georg Schmalz, Nackenheim
Konstantin Gebhardt, Bingen	Dipl.-Ing. Klaus Schultz-Fademrecht, Klein-Winternheim
Mika Graffy, Stromberg	Dennis Sciagura, Mainz
Mose Graffy, Stromberg	B.Eng. Patrick Seinsche, Rüsselsheim
M.Sc. Joshua Grittmann, Wiesbaden	Serkan Sen, Bad Kreuznach
M.Eng. Philipp Hanisch, Mainz	Hidayet Simsek, Rüsselsheim
B.Sc. Burak Hatun, Mainz	Kita Sonnenstrahl, Oberdiebach
Dipl.-Ing. (FH) Tina Henk, Wiesbaden	M.Eng. Daniel Steitz, Guldental
M.Sc. Nicolas Hillerich, Ginsheim-Gustavsburg	Varel Temate, Kaiserslautern
Jan Hofem, Mainz	M.Sc. Pascal Thomas, Kelsterbach
Dipl.-Ing. Günter Huprich, Wiesbaden	M.Sc. Luca Thornton, Wiesbaden
Dipl.-Ing. Heinrich Iben, Hochheim	Viktor Todorov, Geisenheim
Amir Jafarfi, Wiesbaden	M.Sc. Sebastian Tzschöckel, Bad Kreuznach
Sebastian Jost, Bingen	Joshua Weickardt, Ingelheim
Dipl.-Ing. Jan Karpinski, Mainz	Christopher Weiske, Wiesbaden
B.E. Alexander Kaulin, Rüsselsheim	Bau.-Ing. Nicklas Wetzels, Mainz
Dipl.-Ing. (FH) Kai Kircher, Mainz	B.Sc. Samuel Wiegand, Wiesbaden
Zoe Klöhn, Nieder-Olm	Dipl.-Phys. Marcus Yap, Mainz
Janik Knust, Mainz	M.Eng. Steffen Zeul, Hochheim

Der VDI gratuliert zum Geburtstag

Die Geburtsdaten werden aus Gründen des Datenschutzes nicht gezeigt

Traditionell veröffentlichen wir Neumitglieder, Verstorbene sowie Geburtstagsjubiläen ab dem 60. Lebensjahr. Für den Fall, dass Sie dies nicht wünschen, bitten wir Sie um eine Nachricht an die Redaktion oder Geschäftsstelle bis 1 Monat vor Quartalsende.

Aus rechtlichen Gründen werden die Seiten mit diesen persönlichen Daten in der Internetausgabe des Magazins nicht veröffentlicht.

Sie möchten aktuelle Informationen ??

Parallel zu den Einträgen auf unserer Homepage senden wir Ihnen aktuelle Informationen, z. B. Einladungen zu Veranstaltungen, Fachinformationen, Exkursionen auch per Email. Dies kann jedoch nur bei denen funktionieren, wo die Email Adresse bekannt und aktuell ist.

Wenn Sie bereits auf dem Mitgliederportal „Mein VDI“ registriert sind, können Sie selbst aktualisieren

Homepage des VDI -> www.vdi.de → Menü „Mein VDI“ → Mein Profil

oder Sie senden eine Email mit Vorname, Nachname und Mitgliedsnummer an

vdi@mitgliederservice

und lassen Ihre Kontaktdaten aktualisieren.

Ing. Herbert Eberts 85

Am 16. Februar feierte Herbert Eberts seinen 85. Geburtstag. Geschäftsführer Wolfgang Truss beglückwünschte den Jubilar im Namen des Vorstandes des Rheingau-Bezirksvereins. Eberts berufliche Entwicklung ist eng mit dem Namen Opel verbunden. Er begann mit einer Ausbildung zum Werkzeugmacher im Werk Rüsselsheim. Nach seiner Lehre war er dort zunächst als Werkzeugmacher beschäftigt, später in der Betriebsmittelkonstruktion. Neben seiner Berufstätigkeit besuchte er die Abendschule und machte einen Abschluss als Maschinenbau-Ingenieur. Nun eröffnete sich ihm im Mutterkonzern von Opel, bei GM, eine interessante berufliche Perspektive: Eberts wurde die Verantwortung für die GM-Motorenwerke weltweit übertragen.



Jubilar Herbert Eberts

Neue Motorenwerke wurden nach einem konzernweit einheitlichen Standard geplant und errichtet. Grundlage waren Vorschriften, die die Arbeitsabläufe in einem solchen Werk detailliert festlegten. Als Chefindenieur Power Train plante Eberts, unterstützt von bis zu 200 Mitarbeitern, Werke in verschiedenen Erdteilen. Als er sich 2000 in den Ruhestand verabschiedete, war er insgesamt 48 Jahre bei Opel beschäftigt gewesen. Noch heute erinnert er sich gern an seine interessante Tätigkeit bei dem Autokonzern. Da überrascht es nicht, dass er auch der heranwachsenden Generation die Vorzüge eines technischen Berufs vermitteln möchte: seit vielen Jahren engagiert er sich tatkräftig im Rahmen unserer VDIni- und Zukunftspiloten-Projekte.

Dipl.-Ing. Gottfried Gunsam 85

Am 24. Januar vollendete Gottfried Gunsam, langjähriges VDI-Mitglied und engagierter Aktiver im VDIni-Club und bei den Zukunftspiloten, sein 85. Lebensjahr. Geschäftsführer Wolfgang Truss und Schatzmeister Edgar Schaefer gratulierten im Namen des Bezirksvereins. Nach erfolgreichem Abschluss seines Studiums des Bauingenieurwesens an der Technischen Hochschule Wien nahm Gunsam eine Tätigkeit bei der Firma MAN in Gustavsburg auf. Noch heute erinnert er sich gern an das eine oder andere interessante Projekt, an dem er beteiligt war. So zum Beispiel die Modernisierung der Stahlkonstruktion der Wuppertaler Schwebebahn, die notwendig wurde, um eine höhere Geschwindigkeit der Bahn zu erreichen. Als er in den Ruhestand ging, suchte er eine geeignete ehrenamtliche Tätigkeit. Durch eine Anzeige wurde er auf den VDI Rheingau-Bezirksverein aufmerksam. So ist er nun schon seit vielen Jahren im Rahmen unserer Kinder- und Jugendarbeit engagiert, die zum Ziel hat, Kinder und Jugendliche für Technik zu interessieren. Seit 2008 hat sich diese Initiative zu einem Kernthema der Aktivitäten des Vereins

entwickelt. Der VDIni-Club ist inzwischen im Rhein-Main-Gebiet so bekannt, dass er von vielen Schulen eingeladen wird, um technische Experimente durchzuführen. Die Vertreter des Bezirksvereins nahmen den Geburtstagsbesuch zum Anlass, dem Jubilar für sein vorbildliches Engagement zu danken.



Jubilar Gottfried Gunsam

Reinhold Meyer 70

Am 13. Januar wurde Reinhold Meyer, VDI Mitglied seit 1992, 70 Jahre alt. Wolfgang Truss und Edgar Schäfer gratulierten persönlich im Namen des Vorstands. Geboren in Klingelbach im Rhein-Lahn-Kreis, studierte Meyer nach dem Abitur am Gymnasium in Limburg Maschinenbau an der damaligen TH Darmstadt. Seine ersten Berufserfahrungen sammelte er von 1977 bis 1979 als Entwicklungsingenieur bei der ehemaligen Firma FWM (Feinmechanische Werke Mainz). Danach

wechselte er zum Entwicklungszentrum der Adam Opel AG nach Rüsselsheim und durchlief dort mehrere Stationen in verantwortungsvoller Tätigkeit:

- bis 1998 Strukturoptimierung mit CAE Methoden im Bereich Karosserieentwicklung



Schatzmeister E. Schäfer (li.) und Geschäftsführer W. Truss (re.) zu Besuch in Udenheim

- bis 2004 Projektmanagement in Zusammenarbeit mit Opel Polska und Joint Venture Partner Suzuki

- bis 2011 Projektmanagement für Aussenteile der sportlichen Serienfahrzeuge (OPC)

Danach nahm er das Altersteilzeitprogramm wahr und widmete sich neben seinen Freizeit Aktivitäten den handwerklichen Arbeiten an den Häusern der Familienangehörigen. Da ein Rentner neben körperlicher Fitness auch auf

geistiges Training achten sollte, nahm er 2017 gerne das Angebot zur Mitarbeit im Vorstand des Rheingau-Bezirksvereins an. Wir wünschen ihm, daß er uns mit seinem Aufgabengebiet noch lange unterstützen kann.

Veranstaltungen der Arbeitskreise VDIni Club / Zukunftspiloten

Riedschule in Flörsheim

Vom 7. bis 25. Februar experimentierten und unterrichteten wir jeweils 1 Woche lang in den Klassen 3 und 4, sowie in einer Sonderklasse der Flörsheimer Riedschule. Die Themen Magnetismus und Elektrotechnik wurden vom Team Truss, Munder, Roos und unserem neuen Mitarbeiter Horst Schneider behandelt. Zum Magnetismus erklärten wir die physikalischen Begriffe und Definitionen sowie Anwendung von Permanentmagneten und führten zur Erläuterung entsprechende Versuche durch. Bei der Elektrotechnik ging es ebenfalls um Definition und Begriffsbestimmung, sowie Festlegung der Kenngrößen. Auch hierzu konnten wir anschaulich Versuche mit Elektro-Baukästen durchführen, die uns der Main-Taunus-Kreis für die Schularbeit geschenkt hatte. Weitere Experimente und Schaltungen führten wir mit den Schülern mit Kosmos-Baukästen durch, um sie spielerisch an die Elektrotechnik heranzuführen.

W. Truss

Windmühlenschule Mainz

Am 2. März besuchte ein Team des VDIni Clubs die Windmühlenschule in Mainz, gemäß ihrem Profil eine Schule mit Förderschwerpunkt Lernen und max. Klassenstärke von 15 Schüler*innen.

Die Aufgabe bestand im Bau von Futterstationen für Vögel. In dem gut ausgerüsteten Werkraum gingen die Schüler*innen mit Feuereifer an die Aufgabe heran.

Die Arbeitsabläufe verlangten Abmessen, Rechnen, Anreißen und Markieren als vorbereitende Tätigkeiten. Zur Montage waren anschließend Fertigkeiten wie Leimen, Fügen, Schrauben und Nageln verlangt.

Am Ende waren alle Teilnehmende stolz darauf eine eigene Station gebaut zu haben. Die Anleitungen und Hilfe gaben unsere Herren Roos und Munder vom VDIni Club,

Gerd Munder

Projekt Schulklassenbesuch an Hochschulen - Laborversuche und Vorlesungen

Wir starteten diese Aktion, weil die Studentenzahlen in den Ingenieurwissenschaften an unseren Hochschulen drastisch zurück gehen. Am 3. und 4. März besuchten wir mit den Schulklassen Werner-von-Siemens-Schule, Wiesbaden (10 Schüler mit einer Lehrerin) und Werner-Heisenberg-Schule, Rüsselsheim (14 Schüler und drei Lehrer) die Hochschule Rhein-Main zu zwei Laborterminen. Ich habe diese Aktion mit der Hochschule aufgebaut und begleite sie persönlich. Der jeweilige Studienbereich, den wir besuchten, war Elektro- und Luftfahrttechnik mit den Professoren Dr. Hanke für elektronische Systeme in der Luftfahrt und Dr. Will für Strömungstechnik/Windkanal. Zuerst wurden wir im Hörsaal mit der komplizierten Theorie vertraut gemacht, unter anderem eine Strömungssimulation und Laborversuch an einem Tragflügelmodell: das von Liliental entwickelte Polardiagramm; Strömungsmechanik mit Kugelumströmung; Geometrie vom Tragflügel eines Flugzeuges. Hierzu wurden uns zwei Projektarbeiten von Studierenden vorgestellt. Dann trennten wir die Schüler*innen in zwei gleich grosse Gruppen. Eine ging in den Flugsimulator (seit einem halben Jahr an der Hochschule) und die andere in den Windkanal (Umlaufwindkanal nach Göttinger Bauweise). Dort konnten die praktischen Versuche zu den Theorien von den Schülern selbst ausgeführt werden.

Im Flugsimulator durften alle Schüler fünf Minuten selbst starten, fliegen und landen. Im Windkanal wurden alle Strömungsarten dargestellt. Nach 45 Minuten wurden die Gruppen gewechselt, sodass alle Schüler*innen beides kennenlernten. Alle waren von den imposanten Erlebnissen begeistert und wir hoffen, dass bei einigen Interesse geweckt worden ist, durch diese Erfahrungen sich doch für ein techn. Studium zu entscheiden.

Wir setzen diese neue Tätigkeit fort.

W. Truss



Unsere 1. Flugstunde

Senior Ingenieure

Winterliche Treffen des Arbeitskreises

Nach langer Corona Pause vom Spätsommer bis Herbst 2021 freuten sich die Arbeitskreisteilnehmer wieder auf gemeinsame Veranstaltungen, wenn auch unter Corona Einschränkungen. So konnte zum Jahresende in der Adventszeit ein schöner **Adventskaffee in der Domäne Mechtildshausen** in Wiesbaden durchgeführt werden. Ein großer Teil des Arbeitskreises konnte in fröhlicher Adventsstimmung bei Kaffee und Kuchen einen gemütlichen Nachmittag verbringen, zumal die Klänge eines dazu verpflichteten Drehorgelspielers dem Ganzen einen besonderen Rahmen verlieh. Dazu stellte der Arbeitskreisleiter das **Programm für das Jahr 2022** vor und so konnte man sich auf ein umfang- und abwechslungsreiches Programm freuen.

Prompt musste dann im neuen Jahr das erste vorgesehene Treffen im Januar aus Corona Gründen schon wieder abgesagt werden. Ein besonderes Schmankerl, die **Exkursion in das Museum Wiesbaden** zur Ausstellung 100 Jahre

Jawlensky fand dann am 9. Februar unter strengen Bedingungen mit sehr reger Beteiligung unserer Mitglieder statt. Unter professioneller Führung konnten wir uns ein eindrucksvolles Bild über das Werk und auch das Leben von Jawlensky machen, der lange in Wiesbaden wohnte und hier gestorben und begraben ist. Alle Entwicklungsstufen des Künstlers - *seine frühe Münchener Phase, der Murnauer und Schwabinger Aufbruch, die Schweizer Exilzeit sowie die wichtige Wiesbadener Periode* - sind mit Hauptwerken vertreten und erstmals komplett in der Gesamtschau zu sehen. Die Ausstellung ist gespickt mit Anekdoten und Geschichten aus und um das Leben des Künstlers und ergänzt wurde das alles durch die Erzählungen und Erläuterungen unserer Führung. Im Anschluss an das einstündige Programm traf sich der Arbeitskreis im Museumskaffee, um das Ganze bei Kaffee, Getränken und Kuchen nachwirken zu lassen.

Dr. W. Wipperfürth

Frauen im Ingenieurberuf

Eine erfolgreiche Mischung

Wie Datenlücken zu schlechten Produkten führen

Letztens fuhren mein Partner und ich mit einem Leihwagen nach Düsseldorf. Das Auto entsprach dem neusten Stand der Technik und ich wollte das Navigationsgerät per Sprachsteuerung auf unseren Zielort programmieren. Doch trotz verschiedener Sprechgeschwindigkeiten, deutlicher Aussprache und Lautstärken wurden meine Eingaben nicht gehört und das Navigationssystem blieb dabei, uns nach Düsseldorf lotsen zu wollen. Nach mehreren erfolglosen Eingabeversuchen mit meiner Frauenstimme gab mein Partner per Spracherkennung unser Ziel an und wurde prompt verstanden. Warum ist das so, dass Frauen weniger gut von Geräten verstanden werden und Eingaben nicht funktionieren?

Die Antwort lautet **Gender Data Gap**. Unter diesem Begriff wird eine geschlechterbezogene Datenlücke in einem Datenerhebungsverfahren und die damit einhergehende unbeabsichtigte Verzerrung der Daten zusammengefasst. Meist, wie in der genannten Eingangssituation beschrieben, ist die Datenlücke zu Ungunsten von Frauen. Die entstandene Datenlücke ist meist nicht mutwillig entstanden, sondern auf eine fehlende Diversität in der Projektgruppe zurückzuführen.

Laut des Ingenieurmonitors des dritten Quartals 2021 ist die Zahl der zum Bruttosozialprodukt beitragenden Ingenieurinnen im Vergleich zu Ende 2012 von 143.873 auf 245.928 und somit um 70% gestiegen. Im Gesamten entspricht dies einer Steigerung von 14 auf 18%. Frauen sind trotz der Steigerung zum jetzigen Zeitpunkt in Projektgruppen immer noch unterrepräsentiert. Dies kann zur Folge haben, dass Frauen bei der Produkt- oder auch Medikamentenentwicklung und der dazugehörigen Datenerhe-

bung schlichtweg vergessen werden.

Die Folgen des Gender Data Gaps können ganz unterschiedlich sein. Navigationssysteme werden beispielsweise primär von Männern mit einer tiefen Stimme trainiert, was zur Folge hat, dass weibliche Stimmen schlechter erkannt werden. Dies ist nicht nur nervig, sondern kann auch zu Ablenkung und Verkehrsrisiken führen. Auch viele Geräte sind nicht für Frauen designt. Knöpfe an Werkzeugen liegen für kleinere Hände zu weit auseinander und Smartphones können nicht mehr einhändig bedient werden.

Mit diesem Wissen könnten beim Produktdesign zwei verschiedene Produkte erstellt werden, eins für Frauen und eins für Männer. Es könnten verschiedene Navigationssysteme oder Smartphones angeboten werden. Es bestehen jedoch auch rationellere Möglichkeiten. Ein Anspruch an das Produktdesign könnte sein, Produkte größenunabhängig zu designen, um sowohl von größeren als auch von kleineren Händen bedient werden zu können. Durch divers zusammengesetzte Projektteams mit dem Anspruch auf möglichst divers zusammengesetzte Testgruppen zur Datenerhebung können bessere Produkte designt und Innovationen vorangetrieben werden.

Um dies zu ermöglichen ist es von besonderer Bedeutung, dass mehr Frauen in Projektteams vertreten sind, sodass die Gruppe möglichst ausgeglichen ist und alle Aspekte beispielsweise in die Produktentwicklung mit einbezogen werden. Der Anstieg des Anteils an Ingenieurinnen ist begrüßenswert, doch es ist noch ein weiter Weg zu gehen, um ausgeglichene Teams zusammenzustellen und das volle Potential an Kreativität auszuschöpfen.

Lea König

Hochschulen

Mitgliederwerbung an den Hochschulen

Seit November 2022 führen wir an den Hochschulen im Einzugsgebiet unseres Bezirksvereins eine breit angelegte Aktion zur VDI-Mitgliederwerbung bei den Studierenden durch. Die Aktion wurde zusammen von der Geschäftsführung des Rheingau-Bezirksvereins und den Arbeitskreisen Hochschulen und Young Engineers vorbereitet. Alle ingenieurwissenschaftlich relevanten Fachbereiche der Hochschulen wurden zur Vereinbarung von Terminen zur Vorstellung des VDI Rheingau-Bezirksvereins und der Angebote des BV für die Studierenden bei einer Mitgliedschaft angeschrieben. Die Präsentationen des BV wurden von

Herrn Truss und Dr. Emde bereits im Rahmen einer Reihe von Vorlesungen an der Technischen Hochschule Bingen und der Hochschule RheinMain in Präsenz-, Online- und Hybrid-Veranstaltungen durchgeführt. Bisher wurden ca. 140 bis 160 Studierende direkt angesprochen. Der Rücklauf an Aufnahmeanträgen lag bei 5%.

Die Mitgliederwerbungsaktion wird fortgesetzt.

Peter Emde, Wolfgang Truss

Internet - Sicherheit

So nutzen Cyberkriminelle Ihre Daten

Referent: Ralf Benz Müller, Executive Speaker G DATA SecurityLabs, Bochum

47. Veranstaltung vom 01.12.2021

Im **SmallTalk** verweist Carbon auf die hohen wirtschaftlichen Verluste durch Plagiate: der VDMA teilt in einer Studie mit, dass über 70 % der Anlagenbau-Unternehmen damit Probleme haben und die VDI-Nachrichten berichteten, dass bis zu 25% aller im Hauptzollamt Hamburg kontrollierten Postpakete aus dem außereuropäischen Ausland Produktfälschungen enthalten. Viele der aktuell im Einsatz befindlichen Videokonferenzsysteme werden benutzt, um unzulässige „Marktzusammenhänge“ zu erkennen. Eine kürzlich von der EU-Kommission veröffentlichten Studie kam zu der Schlussfolgerung: „mehr proaktive Förderung von und Investitionen in Open Source Software auf EU Ebene und der nationalen Regierungen würde das Wirtschaftswachstum in Europa ankurbeln, Innovationen anregen und das Entstehen einer erfolgreichen europäischen IT-Industrie erleichtern, die in einem breiten Ökosystem von Open Source Unternehmen verwurzelt ist. Sie würde Arbeitsplätze im Software Sektor schaffen, sowie die Fähigkeit Europas stärken, seine eigene digitale Zukunft zu bestimmen und zu gestalten“.

Im **Hauptteil** berichtet Benz Müller, dass er bei G DATA seit 2004 die Security Labs aufgebaut und betrieben hat. Seine Aufgabe war die automatische Analyse von Schad-Programmen. Schon bald hat sich herausgestellt dass die signaturbasierte Erkennung nicht mehr ausreichend war; es wurden Technologien entwickelt, die dynamisch und proaktiv funktionieren, z.B. verhaltensbasierte Erkennung. Die neueste Entwicklung heißt Deep Ray, die im Arbeitsspeicher nach Schadcode sucht, wobei aus Kostengründen häufig eine KI davor geschoben wird, welche eine Vorfilterung durchführt. 2015 wurde die G DATA Advanced Analytics gegründet, welche hochwertige, produktunabhängige Services liefert wie Security Consulting, Inzidenz Response, Malware Analyse sowie Software Integration. Aktuell kümmert sich Benz Müller um Technologie- und Forschungs Kooperation, z.B. Kooperationen mit Polizei, Universitäten und Firmen, die gegen Cyberangriffe kämpfen. Er stellte sogenannte Underground Economy Market Places vor, die im Deep Web oder sogar im Dark Web agieren und beschrieb Tools für Kriminelle, mit denen z. B. Trojaner, Mining Bots, Spam oder DDos bestellt und gekauft werden können.

Im **2. Teil** bezieht Benz Müller Stellung auf sieben Mythen:

1: AV schadet mehr als es nützt. „Fakt ist, dass mit jeder Software, die ich auf einem Rechner installiere, die Angriffsfläche größer wird. Warum aber ausgerechnet das Produkt ein Problem darstellen soll, dass den Rechner schützt, ist für mich nicht nachvollziehbar. Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass Angreifer insbesondere Lücken in den Betriebssystemen ausnutzen. Denn diese Software kann sich nicht selbst schützen.“

2: Ihr schreibt eure Viren doch selbst. „Wenn wir uns mal das gesamte Ökosystem dahinter anschauen - also, wer damit Geld verdient, welche Staaten Cyber-Spionage nutzen und wie die Geldflüsse laufen - dann wird klar, dass wir auf der guten Seite stehen.“

3: Ich brauche keine Security Software. Ich benutze Apple. „Diese Diskussionen führen wir ja bereits seit 30 Jahren. Gerade in den letzten zehn Jahren hat aber Windows insbesondere beim Thema Sicherheit aufgeholt. Es gibt schon Experten, die Windows für sicherer als Apple halten.“

4: Hacker interessieren sich nicht für kleine und mittelständische Unternehmen. „Für Ransomware-Attacken sind KMUs gerade ideale Ziele. Denn die Zahl der Mitarbeiter, die sich um die IT-Sicherheit kümmert, ist meist sehr klein. Und auch das Budget ist begrenzt. Daher haben Angreifer eine viel größere Chance, eine bestehende Lücke auszunutzen. Aus meiner Sicht lautet die Frage daher nicht, ob man gehackt wird, sondern vielmehr wann.“

5: Ich muss nichts verschlüsseln, ich habe nichts zu verbergen. „Verschlüsselung ist und bleibt ein elementarer Bestandteil der IT-Sicherheit. Sonst könnten wir etwa keine Bankgeschäfte über das Internet abwickeln. Wichtig ist aber, dass die Verschlüsselung möglichst einfach ist und automatisch im Hintergrund passiert.“

6: Ich habe nichts Wichtiges auf meinem Rechner, deshalb ist mein Computer kein Angriffsziel. „Unabhängig von dieser Frage sind Rechner an sich ja schon ein lohnendes Ziel. Ganze Geschäftsmodelle wie etwas Cryptomining bauen darauf auf und nutzen die Rechnerkapazitäten aus.“

7: Ich öffne nur Mails von Freunden und Bekannten, deshalb kann mir nichts passieren. „Das hat eigentlich noch nie funktioniert. Das haben ja schon die ersten E-Mail-Würmer gezeigt. Ein aktuelles Beispiel liefert uns Emotet. Während der Attacke lesen die Angreifer die E-Mail-Kommunikation mit und nehmen direkt auf eine aktuelle Mail Bezug. Bei gezielten Angriffen gehören gefälschte E-Mails zu den bevorzugten Werkzeugen der Kriminellen.“

Schön, dass es G DATA gibt, z.B. mit interessanten Zahlen: <https://www.gdata.de/cybersicherheit-in-zahlen>

Benutzbare Sicherheit für IoT-Umgebungen

Referent: Prof. Dr. Florian Alt - Bundeswehr Universität München, Forschungsinstitut Cyber Defence (CODE)
48. Veranstaltung vom 02.02.2022

Im **SmallTalk** stellt Carbon u.a. die im letzten Jahr vor der Bundestagswahl vom Chaos Computer Club und der Arbeitsgemeinschaft KRITIS definierten IT- und Security-Anforderungen an die neue Regierung vor, absolut notwendig, richtig und zukunftsweisend. Er verweist darauf, dass der Koalitionsvertrag der neuen „Ampel-Koalition“ viele dieser Punkte konstruktiv aufgenommen hat und sowohl Privatsphäre, informationelle Selbstbestimmung wie auch eine unabhängige und starke Verschlüsselung unterstützt. Dies ist eine erfreuliche Entwicklung und bietet gute Randbedingungen für die generelle IT-Sicherheit.

Im **Hauptteil** berichtet Prof. Alt von seinen Forschungsaktivitäten und -ergebnissen auf dem Gebiet der „Benutzbaren Sicherheit“. Seit 2007, mit der Erfindung des Smartphones, kommen immer mehr technologische Geräte auf den Markt, die ein Ubiquitous Computing (allgegenwärtiges Computing) unterstützen. Dazu gehören u.a. intelligente Uhren, smarte Brillen, autonome Staubsauger, AR-Brillen, Drohnen, digitale Assistenten und VR Headsets, wobei die Entwicklung von Mechanismen die für solche Geräte Datenschutz und Sicherheit bieten nicht Schritt hält mit deren technologischen Entwicklung. Erfreut über neue Funktionen und Anwendungsmöglichkeiten, wird nicht ausreichend darüber nachgedacht, dass diese Geräte sensitive Daten sammeln, bearbeiten oder zumindest den Zugang zu sensitive Daten ermöglichen. Sicherheitsrisiken solcher Geräte werden oft erst erkannt, wenn diese bereits auf dem Markt verbreitet sind und im Nachhinein wird oft vergeblich versucht, die Sicherheit zu fixen. Am Beispiel Authentifizierung erläutert Prof. Alt die Problematik mit den Passwörtern, mögliche Angriffsszenarien hierbei und wie eine neue Lösung aussehen könnte. Diese erfolgt z.B. bei Apps in der Regel nur einmal, weil das Thema Passwort Eingabe nicht gut gelöst ist. Wir opfern Sicherheit für Benutzbarkeit, dass wir teilweise ein Passwort nur einmal eingeben. Nach wie vor gehört das Passwort zu den meistverbreiteten Authentifizierungsmechanismen, obwohl es früher zum Einloggen bei Großrechnern gedacht war, und nicht zur Benutzung wie heute von vielen Anwendungen..Wir können jederzeit und überall auf Informationen zugreifen, wobei der Durchschnittsbenutzer 90 online Accounts benutzt und wenn er jeden Account mit separatem Passwort schützt, ist dies mehr als er sich merken kann. Eine Frage ist zum Beispiel, wie Sicherheit bereits im Design Prozess besser berücksichtigt werden kann und wie können wir es schaffen, Sicherheit besser in unsere natürlichen Interaktionen zu integrieren ? Im Idealfall dürften wir gar nicht darüber nachdenken müssen. Prof. Alt beschreibt **zwei Angriffsvektoren**. Zum einen **Shoulder Surfing** welches aus Beobachten von Nutzern besteht z.B. bei der PIN Eingabe am Geldautomaten, PC oder Smartphone. Bei Studien werden Test-Benutzer in die zwei Rollen Angreifer und Opfer eingeteilt und dann befragt, wann und wo Shoulder Surfing passiert. Anscheinend erfolgen diese Angriffe eher aus Langeweile oder aus Neugier denn mit konkretem Ansatz. Ziel ist meist nicht Interesse an Zugangsdaten, sondern an persönlichem Inhalt. Was kann man dagegen tun? Wie läuft Shoulder Surfing ab? Zum Beispiel in einer Wartesituation an einer Bushaltestelle. In nachgestellten Situationen wird analysiert, wie sich der Angreifer verhält und wie man ihn abwehren kann z.B. durch neue Telefonfunktionen, die erkennen können, ob ein „Mit-Zuschauer“ aktuell mit dabei ist. Ein anderes Angriffsbeispiel mittels Einsatz von Wärmebildkameras ist das **Thermal Imaging**. Durch ein Wärmebild vom Telefon wird versucht das Passwort zu erkennen bzw. den Entsperr-PIN zu rekonstruieren. Gute Chancen hat der Angreifer, wenn er kurz nach der Eingabe und bei einmalig vorkommenden Ziffern handeln kann. Sofern in den ersten 30 Sekunden gemessen wird, kann mit über 70-prozentiger Wahrscheinlichkeit der PIN herausgefunden werden und ohne Überlappung in den ersten 15 Sekunden sogar 100 %. Mit diesen Erkenntnissen können Gegenmaßnahmen ergriffen werden wie Tastatur nach der Eingabe abdecken, überlappende Muster und eine höhere Zeichen Anzahl. Im dritten Teil kommt Professor Alt auf neue und erfolgversprechende Forschungsergebnisse zu sprechen. Er erläutert die Physiological and Behavioral Security, zu Deutsch **Verhaltens Biometrik**. In der Regel ist das Nutzerverhalten bekannt, so dass man mit Tastatur-Tippverhalten und Mausbewegungen, Blickverfolgungstechnologien und physiologischen Daten wie Hautleitwert, Puls und Lokationsdaten ein großes Potenzial besitzt, um Benutzer durch Kombination im Hintergrund authentifizieren zu lassen, ohne dass er etwas dazu tun muss. Zusätzlich können Verhaltensmuster wie Schrittgeschwindigkeit, Schrittlänge und Gangart, und Eingabeverhalten wie Fingerposition, ausgeübter Druck und Tippgeschwindigkeit, sowie die Art und Weise wie z.B. ein Telefon aufgenommen und gehalten wird, für die Analyse herangezogen werden. So erfolgt eine Erkennung ob ein autorisierter (bekannter) Benutzer Zugriff erhalten möchte und dieser ihm entweder gewährt wird oder mit „ungewöhnliche Verhaltenserkennung“ abgelehnt wird. In diesem Fall muss der Benutzer nicht darüber nachdenken, wie war mein Passwort. Aus dem Nutzerverhalten erfolgt Modellierung und durch Modellvergleich mit aktuellem Nutzerverhalten erfolgt ggf. die Autorisierung. Wenn dem Angreifer der Sicherungsmechanismus bekannt ist, wird er versuchen, sein Opfer zu simulieren. Insofern ist der Schutz umso höher, je mehr Features (speziell schwierig oder nicht kopierbare) kombiniert werden können. Diese verhaltensphysiologischen Ansätze scheinen vielversprechend zu sein bei zukünftigen Authentifizierungs- und Autorisierungsverfahren.

Smart Factory / Smart City

Zusammenfassung

Im Rahmen vom "VDI TechnikDialog Mitte-West" als gemeinsamer Plattform der VDI-Landesverbände Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland sowie den zugehörigen Bezirksvereinen dieser Region fand am 09.02.2022 ein Fachvortrag über das online-Konferenzsystem des VDI statt, in dem Prof. Dr. Markus Lauzi von der Technischen Hochschule Bingen (THB) einen Überblick geben konnte zu aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet "Smart Cities" - mit Schwerpunkt auf Konzepten und Infrastruktur. Prof. Lauzi sprach hier neben seiner fachlichen und organisatorischen Rolle an der THB auch im Rahmen seiner ehrenamtlichen Aktivitäten beim VDI Rheingau-Bezirksverein e.V. und dem Bundesverband Smart City e.V. (BVSC).

Smart City als häufiges Schlagwort sucht Antworten auf die Frage, wie sich Möglichkeiten der Digitalisierung in einem Gemeinwesen gewinnbringend umsetzen lassen. Das betrifft nicht nur die Umstellung papiergebundener Verwaltungsvorgänge, sondern die Durchdringung aller Lebensbereiche mit Informationstechnik. Impulse kommen deshalb nicht nur aus der Kommunalverwaltung und Städteplanung, sondern zunehmend auch aus Sozialwissenschaften und IT-Welt. Barrieren werden durchlässig, neue Geschäftsideen befeuern wirtschaftliches Wachstum, Entscheidungsprozesse werden weiter demokratisiert. Gleichzeitig wachsen Verwundbarkeit und Gefahren der vollständigen Überwachung jedes einzelnen Menschen. Der Vortrag stellte aktuelle Entwicklungen in den historischen Kontext und fokussiert auf die zur Umsetzung neuer Konzepte erforderlichen Infrastrukturen.

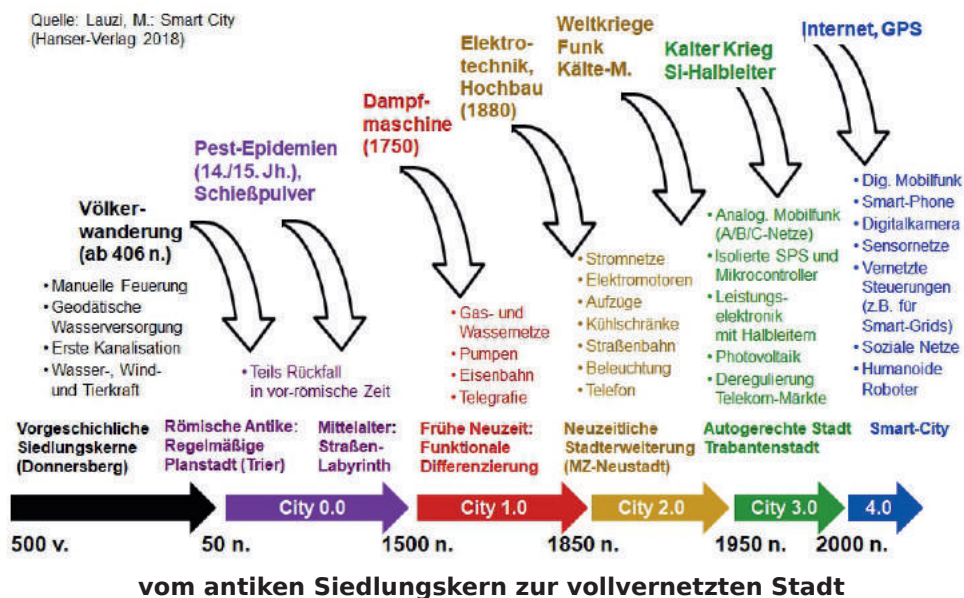
Grundlagen

Anknüpfend auf den bereits in 2017 im VDI-Regionalmagazin erschienenen Überblicksartikel "Smart City - Die Stadt der Zukunft" [1] stellt sich zunächst die Frage, wie sich erkennen läßt, ob und wo eine städtische Siedlung tatsächlich

"smart" ist - und welcher Bewertungsmaßstab hier angelegt werden soll. Inzwischen ist hier eine unüberschaubar große Flut von Untersuchungen, Befragungsergebnissen und Rankings erschienen. Letztlich zielen alle darauf ab, die klassischen kommunalen Aufgabenfelder durch Einsatz digitaler Technologie (computerbasierte Steuerungssysteme in Verbindung mit einer massiven Datenvernetzung in Echtzeit) zu optimieren. Dabei lassen sich Ressourcen mit geringsten Verlusten nutzen (z.B. ÖPNV on demand statt nach Fahrplan), bisher zeitintensive Verwaltungs-Prozesse beschleunigen (z.B. papierlose Kommunikation mit Ämtern ohne persönliche Vorsprache) oder Betroffenen neue nützliche Funktionen anbieten (z.B. in der Pflege älterer Menschen).

Historischer Kontext

Unsere Heimatregion hat eine inzwischen mehr als zweitausendjährige Tradition, städtische und hochverdichtete Siedlungen durch technologische und organisatorische Maßnahmen "smart" und somit lebenswert zu gestalten. Das beginnt bei der römischen Siedlungskultur, z.B. in Trier, Mainz und Köln durch die Bereitstellung gesunden Quellwassers für Tausende Einwohner. Nach dem Untergang des römischen Staates verkürzt der Verlust solcher Fähigkeiten auch Jahrhunderte später im Mittelalter das Leben von Millionen Menschen. Zu nennen sind wiederkehrende Seuchen (durch baulich bedingte schlechte Hygiene) oder die Unsicherheit außerhalb befestigter Siedlungen (durch eine fehlende staatliche Zentralgewalt).



Erst mit dem Aufkommen der modernen Energietechnik (Dampftriebe, später elektrische Maschinen) und elektrischer Kommunikation (vom Telegraphen bis zur Satellitenkommunikation) steigen Lebenserwartung und -qualität wieder deutlich und weit über das anfängliche Maß der römischen Siedlungskultur an [2].

Digitalisierung und ihre Schattenseiten

Die Möglichkeit zur Aufhebung räumlicher und teils zeitlicher Barrieren durch flächendeckende Digitalisierung durch eine scheinbare Trennung der Information von Material und Energiefluss, hat oft vergessene Nebenwirkungen.

So schaltet man beispielsweise Beleuchtung nicht mehr über einen fest verdrahteten Schalter ein oder aus, sondern über draht- oder funkvermittelte Datentelegramme. Diese setzen jedoch voraus, dass jeder einzelne Schaltpunkt über ein elektronisches Steuergerät erreichbar ist, welches dauerhaft elektrische Leistung absorbiert. Schon ein einfacher Treppenlichtautomat fordert bei einer Standby-Leistung von nur 0,5 [Watt] eine jährliche Energie von rund 4 [kWh]. Mit steigender Geschwindigkeit in Verarbeitung oder Vernetzung steigt die Energieaufnahme in etwa linear an, sodass gerade im Bereich der Gebäudeautomatisierung darauf geachtet werden muss, für die dort vorherrschenden langsamen Steuerungsprozesse eher langsame Automatisierungskomponenten einzusetzen [2].



Simulierte Alterung von Bilddaten

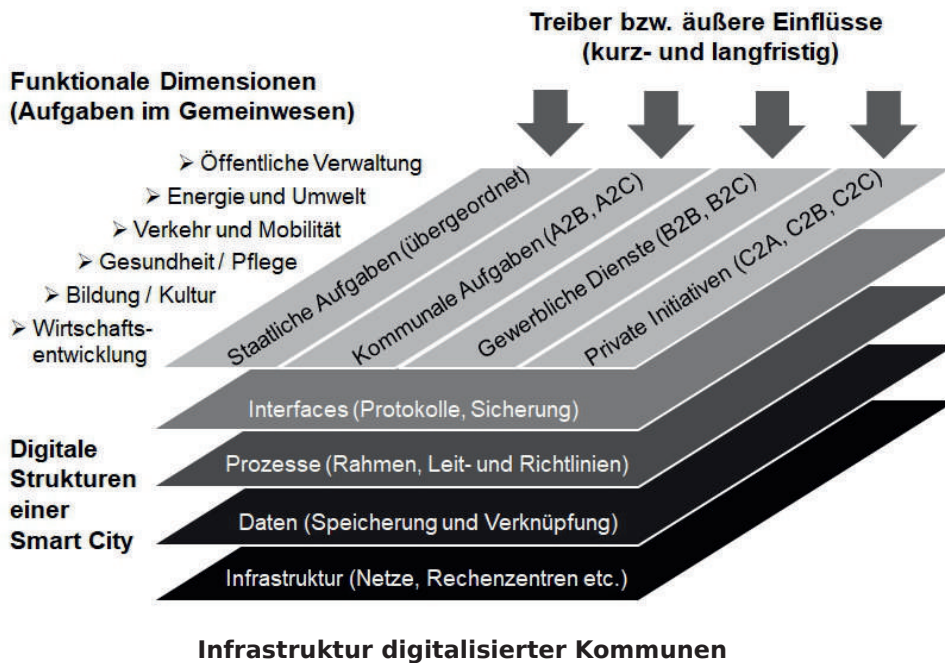
Ein Trugschluss ist es zu glauben, dass in immer höher verdichteten Speichern Daten über lange Zeit sicher abgelegt werden können. Trotz der unsichtbar ablaufenden Software zum Speichermanagement liegen die einzelnen Bits und Bytes am Ende noch immer auf physischen Speichermedien, die über mehrere Jahre bzw. wenige Jahrzehnte - ähnlich, aber deutlich schneller als ein römisches Fußbodenmosaik - ihren ursprünglichen Inhalt verlieren.

Infrastruktur städtischer Siedlungen

Die Infrastruktur einer städtischen Siedlung orientiert sich seit der Selbsthaftwerdung des Menschen an den Verkehrswegen, auch heute und ganz aktuell stellt sich diese Frage erneut durch die viel beschworene "Verkehrswende" im europäischen Städtebau. Nach der Zäsur der kriegsbedingten Zerstörungen in Mitteleuropa nach 1945 und dem schnellen Wiederaufbau wichen ältere Strukturen in vielen Städten der Erfordernis des motorisierten Individualverkehrs: die autogerechte Stadt. Bereits seit den frühen 1980ern erleben wir als Gegenbewegung den Rückbau dieser Fehlentwicklung hin zu lebenswerteren Innenstädten: neue Fußgängerzonen, Radwegenetze und Spielstraßen entstehen.

Konträr dazu steht die Nachverdichtung und Bodenversiegelung innerstädtischer Flächen durch Wohnungsneubau, dem oftmals auch knappe Grün- und Versickerungsflächen weichen müssen. Der Klimawandel wird hier künftig durch vermehrte Hitzetage und Starkregenereignisse neue Herausforderungen generieren.

Infrastrukturen sind heute jedoch mehr als Straßenbau: neben dem seit der Römerzeit bekannten Verteilungsnetz für Wasser bzw. den Abwassersammlern und den seit mehr als 100 Jahren vorhandenen Energieverteilern (Strom-, Gas- und Fernwärmenetz) gewinnen die Datenetze immer größere Bedeutung. Seit einigen Jahren streben deren Betreiber (in Deutschland die großen Telekomprovider) eine Konvergenz der historisch gewachsenen Strukturen (z.B. Kabelnetz und ISDN) auf die leistungsfähigen Strukturen und Protokolle der Internet-Standards an. Netzwerkstrukturen orientieren sich an der Aufgabe: neben die etablierten "Breitband"-Anwendungen, insbesondere zur datenintensiven Bilddatenübertragung, treten zunehmend "Schmalband"-Anwendungen. Diese übertragen über Funk zwar nur vergleichsweise selten meist kleine Datenpakete (wenige Byte) von Datenquellen wie beispielsweise Umweltsensorik für Temperatur, Feuchte, Feinstaub oder Lärm. Dafür jedoch lassen sich hier bis zu mehrere Millionen Teilnehmer dynamisch einbinden, die sich innerhalb eines auch dicht bebauten Gebietes von mehreren Quadratkilometern befinden können. Als Beispiele seien genannt: LoRaWAN [3] und die neuen Möglichkeiten des Network-Slicings im neuen Mobilfunkstandard 5G.



der üblichen Berichterstattung - ein an vielen Stellen der Welt unkontrolliertes Bevölkerungswachstum [2]. Diese Entwicklungen werden künftig die noch vorhandenen Ressourcen (insbesondere Trinkwasser und Ackerland) weiter verknappen und dabei Pandemien und politische Auseinandersetzungen befeuern.

M. Lauzi

Digitale Infrastruktur umfasst daneben weitere Bausteine. Zu nennen sind dabei insbesondere Rechenzentren zur Datenverarbeitung, -speicherung und -verteilung und Sicherstellung von ständiger Verfügbarkeit und des Datenschutzes. Auch diese Systeme unterliegen einem ständigen Wandel durch äußere Treiber - soziologisch, funktional und technologisch.

Fazit

Es lässt sich festhalten, dass nur eine funktionierende kommunale Infrastruktur das friedliche und gedeihliche Zusammenleben vieler Menschen auf engem Raum überhaupt erst möglich macht. Die Änderungszyklen im Städtebau und der städtischen Infrastrukturen sind aufgrund des hohen baulichen und finanziellen Aufwandes um mehrere Dekaden größer als die bisher sehr kurzlebige Digital-Technologie, wie die ständigen Betriebssystem-Updates und -Neueinführungen bisher zeigen.

Auch die Treiber der Entwicklung in einer modernen "smarten" Siedlung haben sich sehr gewandelt: nicht mehr nur lokaler Handelsplatz oder Wegeknoten, Versorgungs-, Unterhaltungs- oder Bildungszentrum. Und auch nicht mehr - wie im Mittelalter und der frühen Neuzeit - die Fortentwicklung der Waffentechnik. Heute steht mehr der internationale Austausch im Mittelpunkt, bedingt durch die neuen Möglichkeiten von Mobilität und Informationstechnik. Ungelöst sind jedoch die Herausforderungen des Klimawandels und - bisher nicht im Fokus

Literatur

[1] Lauzi, M.: Smart-City - Die Stadt der Zukunft. VDI Regional-Magazin, Rheingau-Bezirksverein, Ausgabe 2 / 2017.

[2] Lauzi, M.: Smart City - Technische Fundamente und erfolgreiche Anwendungen. Carl-Hanser-Verlag, 2018

[3] Lauzi, M., Jörg, C.: Ein weitreichendes funkbasiertes Sensor-Aktor-Netzwerk für die Zukunft smarter Städte. Vortrag zum Kongress „InServFM“ in Frankfurt (22.02.17), Verlag Wissenschaftliche Scripten, Auerbach/V., Seiten 667-673.

Fragebogenauswertung

Liebe Mitglieder,

in der letzten Dezemberwoche haben Sie per Rundmail einen digitalen Fragebogen erhalten. Mit dieser Aktion möchte der Vorstand nach längerer Zeit wieder eine „Standortbestimmung“ vornehmen:

- **mit welchen Aktivitäten sind Sie zufrieden ?**
- **zu welchen Themen erwarten Sie erweiterte Angebote ?**

72 Mitglieder haben uns ihr Feedback gegeben, wofür wir uns herzlich bedanken.

Die Auswertung der anonymen Rückmeldungen ergab folgende Ergebnisse

- **insgesamt ergibt sich eine hohe Zufriedenheit mit der Vorstandsarbeit**
- **das Regional-Magazin deckt weitestgehend Ihren Informationsbedarf**
- **Arbeitskreise sollten neben Präsenz- auch digitale Veranstaltungen berücksichtigen, um Interessierte mit Zeitproblemen zu integrieren**
- **die Themen Energie, Umwelt, Mobilität, Digitalisierung stehen in Ihrem Fokus**
- **Interesse besteht an Social Media Kanälen (z.B. LinkedIn, Xing)**

Der VDI sieht eine seiner Prioritäten in der Mitgestaltung der Technikzukunft und vermittelt der Gesellschaft Informationen zu technischen Themen. Ihre Anregungen sind uns wichtig und wurden bereits in der nachfolgenden Vorstandssitzung diskutiert. Sie motivieren uns, unser Leistungsangebot Ihren Hinweisen und Wünschen entsprechend anzupassen und wir sehen ebenfalls das große Interesse an fachkundigen Informationen zu den Themen **Energieversorgung, Umweltschutz, Mobilität und Digitalisierung** und können uns auch vorstellen, auf einem **Social Media Kanal** präsent zu werden.

Ohne Engagement seiner Mitglieder*innen kann kein Verein gestalten !

Unser Bezirksverein kann zwar den Rahmen schaffen, ist aber durch die aktuelle Anzahl seiner aktiven ehrenamtlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter limitiert ! Wir bitten Sie daher eindringlich, wenn Sie Zeit und Motivation besitzen, die Tätigkeiten des VDI mit ihren Kenntnissen und Erfahrungen zu unterstützen, z.B. in der

- **Mitarbeit in einem Arbeitskreis zu den o.g. Themen**
- **Nachwuchsförderung durch Mitarbeit beim technischen Unterricht mit Experimenten in Schulen**

kontaktieren Sie unsere Geschäftsstelle

→ **Email: bv-rheingau@vdi.de**

Fragen zu Details beantwortet Ihnen gerne unser Vorstandsmitglied Edgar Schäfer

→ **Tel: 06136 46599102**

Herzliche Grüße

Michael Ludwig

Vorstand des Rheingau-Bezirksvereins

BUSCH Microsystems GmbH - Hochpräzise Positioniersysteme

BUSCH Microsystems wurde 1999 von Winfried Busch als Ingenieurbüro für Entwicklungs-Dienstleistungen im Bereich Systemtechnik gegründet. Mit Zuverlässigkeit, Flexibilität und Innovationsgeist ist das Unternehmen seit damals zu einem international bekannten High-Tech-Maschinenbauer geworden – und dabei im besten Sinne Familienbetrieb geblieben.

Standard ist nur die Präzision

Wenn man bei BUSCH von Präzision spricht, rechnet man nicht in Zenti- oder Millimetern, sondern in Mikrometern. Positioniersysteme, die diese Genauigkeit erreichen, werden zum Beispiel in der Laserbearbeitung und der Halbleiterindustrie, der Medizintechnik und der optischen Industrie benötigt. BUSCH entwickelt und fertigt sowohl einzelne Komponenten als auch komplette anschlussfertige Systeme inklusive Steuerungstechnik.

Je nach Kundenanforderung geht es dabei nicht nur um die exakte Positionierung, sondern auch um die Dynamik – zum Beispiel, wenn beim hochpräzisen 3D-Druck auf drei Achsen das Harzbad und die Belichtung synchron bewegt werden müssen, wie es in einer aktuellen Forschungs Kooperation der Fall ist. „Geht nicht“ gibt es bei BUSCH nicht. Das Unternehmen wächst seit über zwanzig Jahren mit den Anforderungen, die seine Kunden und der technologische Wandel immer wieder stellen.



Gemeinsam in die Zukunft

2006 wandelte Winfried Busch sein Ingenieurbüro in eine GmbH um und holte die nächste Generation mit ins Boot. Mit dem Firmeneintritt der Töchter Helen Vogt und Nicola Baumdicker-Busch, die schon über zehn Jahre aktiv mitarbeiten, wurde aus BUSCH Microsystems ein echter Familienbetrieb.

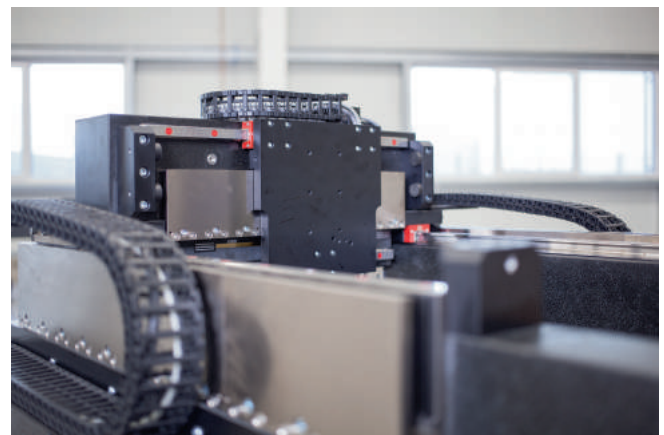
Derzeit beschäftigt BUSCH rund 35 Mitarbeiter in Entwicklung, Produktion und Verwaltung. Die Mitarbeiter und das respektvolle Miteinander im Unternehmen sind für Geschäftsführer Winfried Busch ein entscheidender Erfolgsfaktor:

„Als Kopf und Lenker eines Familienbetriebs habe ich nicht nur die Menschen auf Kundenseite im Blick, sondern auch jene in meinem Unternehmen sowie auch alle Prozesse. Wir sind flach organisiert und pflegen ein enges, vertrauensvolles Miteinander. So können wir flexibel auf die Wünsche unserer Kunden reagieren. Das ist die Stärke, mit der wir uns auszeichnen.“



Gesellschafter der BUSCH Microsystems: Nicola Baumdicker-Busch, Winfried Busch & Helen Vogt

Als Arbeitgeber setzt BUSCH Microsystems auf Aus- und Weiterbildung. Mit der Ausbildung zum Industriemechaniker bietet das Unternehmen Schulabgängern einen zukunftssicheren Start ins Berufsleben. Angehende Ingenieure haben als Werkstudenten die Möglichkeit, bei BUSCH ihre Abschlussarbeit anzufertigen oder Praktika während des Studiums zu absolvieren.

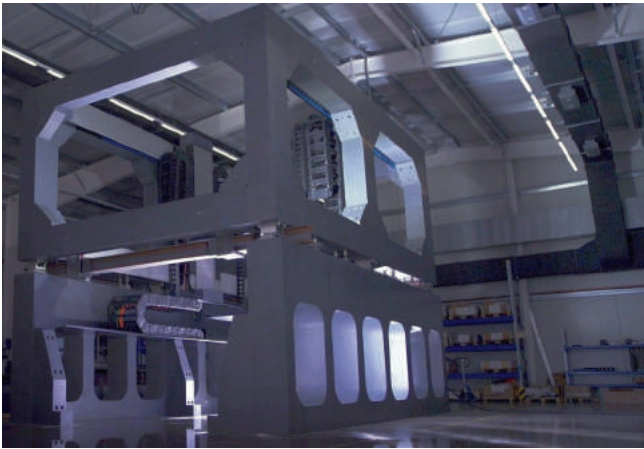


Dynamisches Gantry-System

Vom Naheland in die Welt

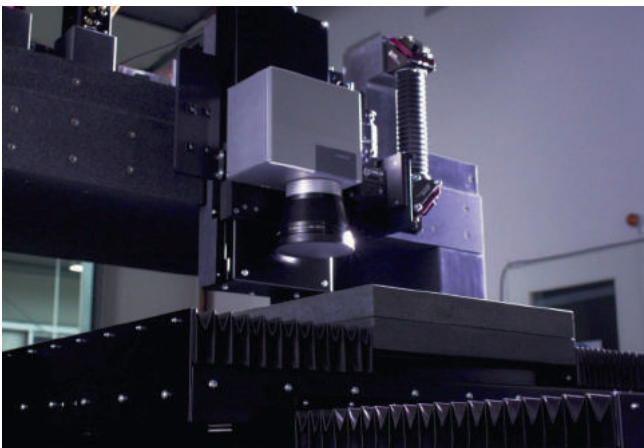
BUSCH Microsystems startete im rheinland-pfälzischen Bretzenheim bei Bad Kreuznach im Naheland. Der Standort wurde trotz Anbau bald

zu klein, sodass 2016 im benachbarten Langenlonsheim in ein weiteres Betriebsgebäude investiert wurde. Mit dem neuen Standort konnten neben deutlich größeren Produktionsflächen auch zeitgemäße Räumlichkeiten für Konstruktion und Applikation realisiert werden.



Gantry System

Hier werden die hochpräzisen Positioniersysteme entwickelt, konstruiert, gefertigt und schließlich an Kunden in aller Welt versendet. Mit der Gründung von BUSCH USA im Jahr 2020 hat das Unternehmen sich endgültig auf dem internationalen Markt positioniert.

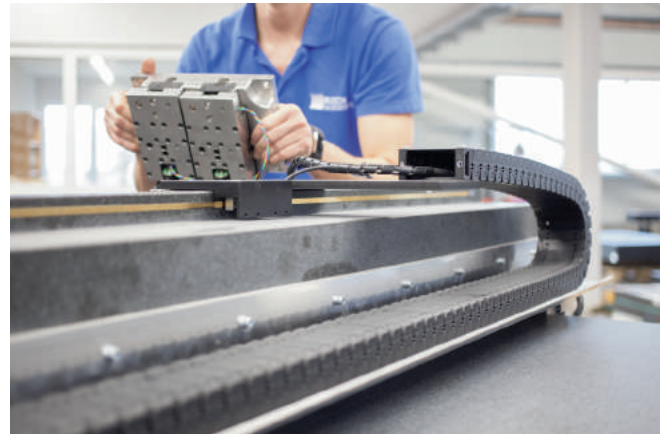


Portalsystem für hochdynamische Laseranwendungen

Mehr als die Summe der Teile

BUSCH liefert maßgeschneiderte Lösungen. Das heißt auch, dass jedes System individuell zusammengestellt und angepasst wird. Materialauswahl, Antriebsart und passende Software-Lösungen sind nur einige Faktoren, die dafür sorgen, dass das gesamte System am Ende die Anforderungen und Erwartungen zuverlässig erfüllt.

Bei BUSCH denkt man aber noch einen Schritt weiter: Das Positioniersystem wird immer in seinem Kontext gesehen. Deshalb werden bei Bedarf zum Beispiel ausschließlich reinraumtaugliche Materialien verwendet oder Gehäuse angebracht, die den Schutzklassen im Laserbetrieb entsprechen – und zeitgleich eine einfache Bedienung ermöglichen. BUSCH bietet seinen Kunden Servicekonzepte und persönlichen Support an, damit die ausgelieferten Systeme auf Jahre hin zuverlässig arbeiten.



Montage Gewichtskompensierte Z-Achse

Zuverlässigkeit lag für Winfried Busch schon 1999 im Fokus:

„Zuverlässige Arbeit, zuverlässige Produkte und Zuverlässigkeit in den Absprachen.“

Heute, 23 Jahre später, ist Zuverlässigkeit noch immer einer der Kernwerte des Unternehmens. Und egal, was die nächsten 23 Jahre an technologischen Errungenschaften, Innovationen und Veränderungen mit sich bringen werden: Konstruktionen aus dem Hause BUSCH werden auch dann noch für Zuverlässigkeit, Qualität und höchste Präzision stehen.

Quelle:

BUSCH Microsystems Consult GmbH
An der Altnah 34
55450 Langenlonsheim

Wasserstoff - Technologie *Grundlagen*

Einführung

Die Energiefrage, fossile Energie – Kernenergie – regenerative Energien war und ist ein wichtiges technisches und politisches Thema. Nichts hat die Geschichte des letzten Jahrhunderts so geprägt wie die Kontrolle der Ölreserven der Welt. Infolge der kostengünstigen Nutzung der fossilen Energieträger, welche vor hunderte Millionen Jahren durch Photosynthese entstanden sind, haben wir uns mittlerweile eine gewaltige Umweltproblematik geschaffen, deren Dimension die letzten Jahre immer stärker spürbar wurde. Der einzige Ausweg ist die Nutzung regenerativer Energieträger, deren Problematik in einer geringeren Intensität und schwankenden Angeboten liegt. Der Schlüssel zum Erfolg liegt in der Lösung der Energiespeicherung. Hier bietet Wasserstoff eine herausragende Rolle, da er leicht und in unbegrenztem Maß aus Wasserzersetzung gewonnen werden und als Energieträger, -speicher oder als Rohstoff verwendet werden kann.

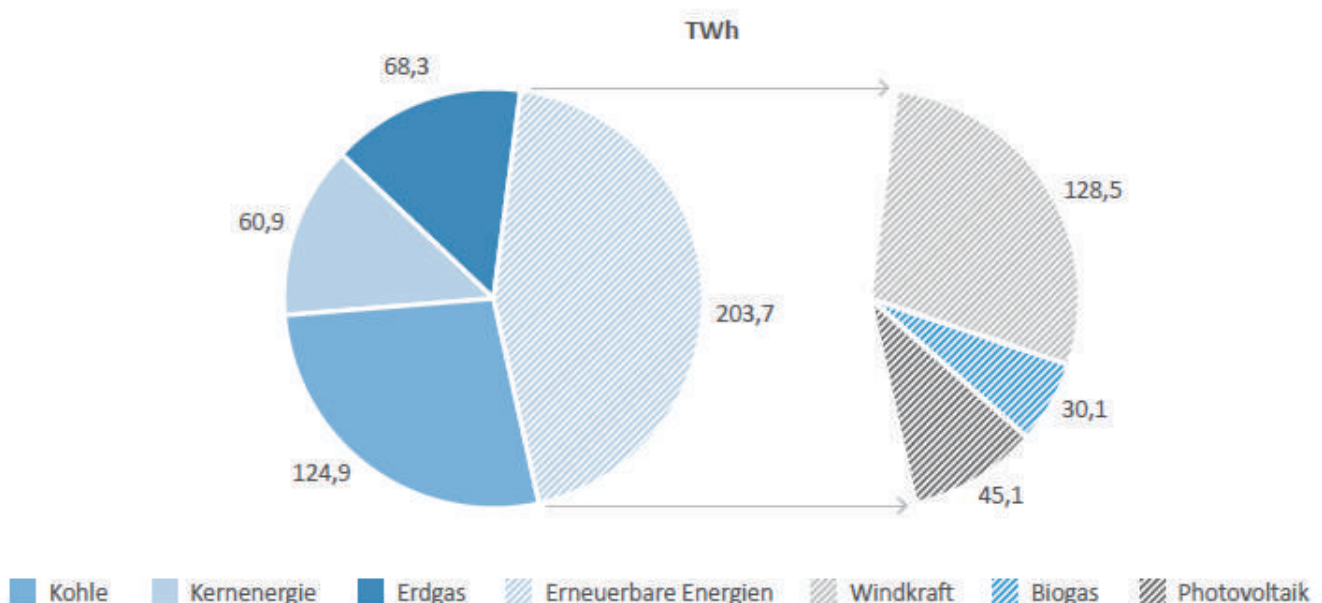
Wie hat die Natur das Problem der Energiespeicherung gelöst ?



Die Gleichung von links nach rechts beschreibt die Photosynthese, von rechts nach links die Energieversorgung der Lebewesen, Menschen und Tiere nehmen die von den Pflanzen erzeugten Glucosemoleküle über die Nahrung auf. Die Glucose (Traubenzucker) gelangt als Energieträger über das Verdauungssystem und den Blutkreislauf in die menschlichen Zellen, wo sie zu Wasserstoffatomen zersetzt werden. Diese können mit Sauerstoff reagieren, der über die Lunge und den Blutkreislauf in die Zellen gelangt, wobei Wasser und CO_2 entstehen, sowie Energie zur Erhaltung des Lebens. Das beim Abbau der Glucose entstehende Wasser und CO_2 wird über den Blutkreislauf und die Lunge ausgeschieden. CO_2 ist kein Schadstoff, sondern seit jeher ein Grundelement der Energieversorgung aller Lebewesen. Ohne CO_2 gibt es kein Leben auf der Erde.

Hintergrund und Rahmenbedingungen

Zu den zentralen Herausforderungen dieses Jahrhunderts zählen der Klimawandel, eine steigende Weltbevölkerung, zunehmende Umweltbelastung durch uns Menschen, sowie die Endlichkeit und ungleiche Verteilung bzw. Verfügbarkeit fossiler Rohstoffe.



Quelle: Hochschule RheinMain, 2021, basierend auf DESTATIS (2021, Stromerzeugung Korrektur)

In Deutschland produzierte Strommenge in 2020

Im Dezember 2015 haben 190 Vertragsparteien das Pariser Abkommen der Konferenz der Vertragsparteien (COP21) als Folgeabkommen des Kyoto-Protokolls ratifiziert. Hierin haben sich die Länder auf das gemeinsame Ziel geeinigt, bis 2050 weitgehend auf fossile Energieträger zu verzichten, um die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Niveau auf deutlich unter 2 Grad Celsius, idealerweise auf 1,5 Grad zu begrenzen. Informationen hierzu wurden bereits im Regional-Magazin 1/2021 dargestellt.

Wirksame Maßnahmen sind Energieeinsparung, verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien und Einsatz von Wasserstoff. Neben dem Klimaproblem und dem Schutz der Umwelt stellen die wachsende Verknappung und somit die Preissteigerung bei den fossilen Energierohstoffen genügend Gründe dar, regenerative Energiequellen zu nutzen. Gleichzeitig würde der Raubbau von Kohle und fossilen Kohlenwasserstoffen, die auch als Grundstoffe für die industrielle Produktion wertvoll sind, beendet werden. Regenerative Energien, insbesondere Solar- und Windenergie, haben das Potenzial, das Mehrfache der weltweit für stationäre und mobile Anwendungen benötigten Energie bereitzustellen. Um dieses Potenzial entsprechend der Nachfrage nutzen zu können, ist die Speicherung dieser Energie sowie die Konditionierung und der Transport zum Verbraucher erforderlich.

Um die Klimaschutzziele zu erreichen, werden jährliche Jahresemissionsmengen für die Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft und Abfallwirtschaft festgeschrieben.

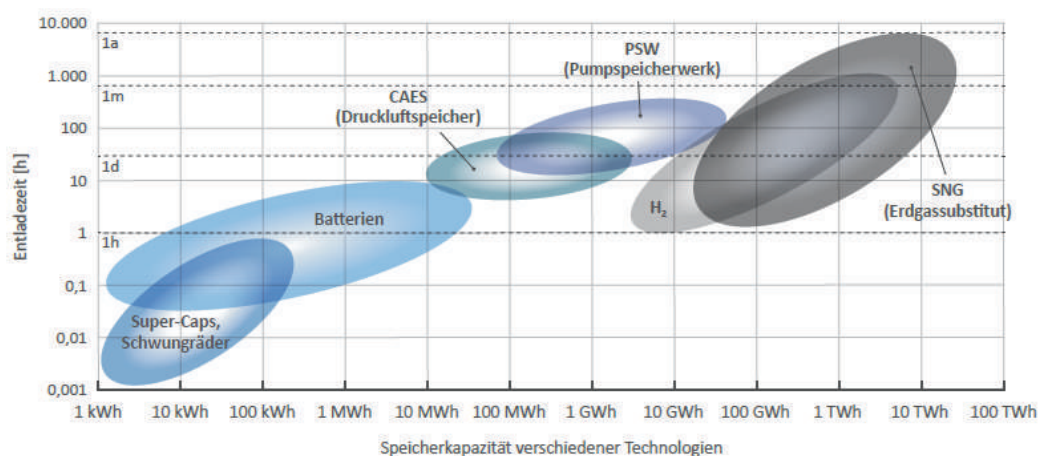
Für den Einsatz von Wasserstoff müssen wesentliche Voraussetzungen erfüllt sein, und zwar Hilfen für die Realisierung erster konkreter Anwendungen und eine deutliche Senkung der Kosten der Technologien während der ersten Phase des Infrastrukturaufbaus, wo große Investitionen getätigt werden müssen. Folglich gilt es, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in Zukunft deutlich zu erhöhen.

Starke Bewölkung oder Windflauten treten insbesondere in den Herbst- und Wintermonaten auf. Hier ist mit erheblichen Engpasssituationen der Energieversorgung zu rechnen. Auf der anderen Seite führen konstante Windtage zu Überschüssen, welche zurzeit abgeriegelt werden. Diesen Herausforderungen muss auf drei Ebenen begegnet werden:

Netzausbau - Lastmanagement - Aufbau von Speicherkapazitäten

Der **Netzausbau** ist als zentrale Ausgleichsoption aufzuführen, da erzeugter elektrischer Strom aus erneuerbaren Energien vorzugsweise umgehend und ohne weitere Konversionsschritte verbraucht werden sollte. Jede Energieumwandlung ist mit Verlusten behaftet. Jedoch schreitet der Netzausbau, bedingt durch Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung, hohen Kosten und langen Planfeststellungsverfahren zunehmend langsamer voran. Dabei ist der Ausbau sowohl auf Übertragungsnetz- als auch auf Verteilnetzebene von elementarer Bedeutung, um die Abregelung von Windkraftanlagen zu vermeiden und Stromnetzstabilität zu gewährleisten.

Unter **Lastmanagement** werden Maßnahmen der aktiven Steuerung der Stromverbrauchsseite verstanden, mit dem Ziel, Netzengpässe zu vermeiden. Allein mit dem Ausbau der Netze ist die Integration signifikanter Mengen (> 100 TWh) erneuerbarer Energien nicht zu bewältigen. Zusätzlich muss flächendeckende Kommunikation



Quelle: e-Mobil BW (2012, Potentiale)

Vergleich der Speicherarten in Bezug auf Speicherkapazität und Ausspeicherdauern bzw. Entladezeiten

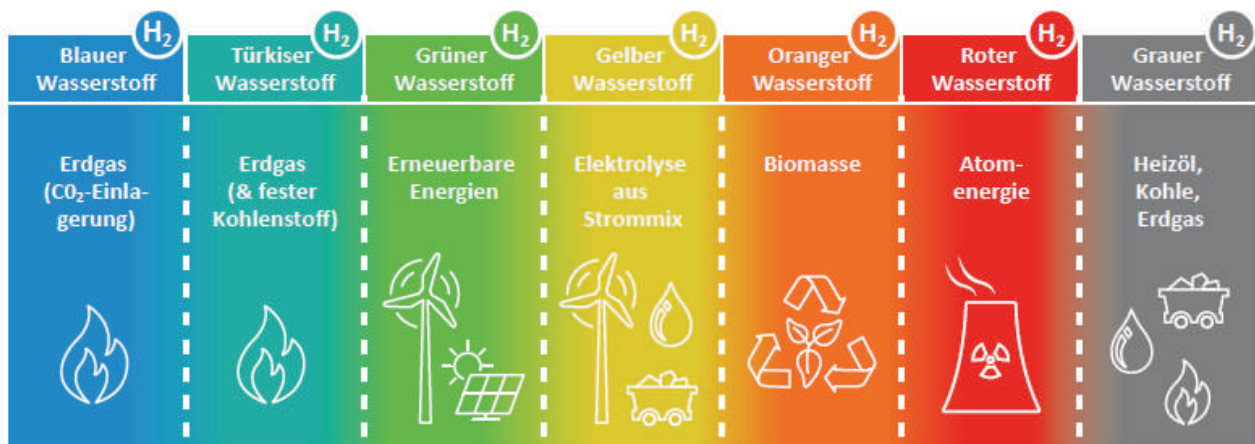
zwischen Erzeugung (z.B. Windkraftanlagen), Transport (z.B. Übertragungsnetz) und Verbrauch (z.B. Haushalte) erfolgen. Um die tageszeitabhängigen Fluktuationen auszugleichen, ist die nachfragegesteuerte und flexible Bereitstellung von Energie aus steuerbaren erneuerbaren Energien eine wichtige Option. Die zentrale Herausforderung hierbei ist die intelligente Kommunikation und Steuerung der Netze. Parallel zum Stromnetz entsteht daher ein Datennetz, mit dem die Erzeugung, die Verteilung, aber auch die Speicherung der erzeugten Energie koordiniert wird – das Smart Grid. Auch hierfür ist analog zum Übertragungs- und Verteilnetz erheblicher Ausbaubedarf erforderlich.

Zusätzlich zu einem flächendeckenden Stromnetzausbaus und umfassenden Lastmanagements ist ein weiterer Ausbau von **Speicherkapazitäten** notwendig.

Es gibt zahlreiche Energiespeicher, die im zukünftigen Energiesystem unterschiedlich wichtige Rollen spielen werden. Die elektrischen und elektrochemischen Energiespeicher, wozu die gängigen Antriebsbatterien von batterieelektrischen Fahrzeugen zählen, weisen maximale Kapazitäten von mehreren 100 MWh bei Ausspeicherungsdauern von bis zu einem Tag auf. Druckluft- (CAES – Compressed Air Energy Storage) und Pumpspeicher (PSW), welche zu den mechanischen Speichern zählen, weisen bereits Kapazitäten im Bereich von GWh bei Entladezeiten mehrerer Tage bis Wochen auf.

Um erneuerbare Energien im Bereich von TWh zwischenspeichern und saisonale Flauten überbrücken zu können, bedarf es chemischer Speicher, wie Wasserstoff oder synthetischem Methan (SNG – Synthetic Natural Gas). Wasserstoff in Reinform oder als Ausgangsstoff einer weiteren Veredelung wird hierbei eine zentrale Rolle spielen.

Technologien zur Herstellung von Wasserstoff



Quelle: Hochschule RheinMain, 2021

Der Großteil des derzeit produzierten Wasserstoffs stammt aus fossilen Energieträgern, primär Erdgas. Um eine Abschätzung zur Erreichung der Klimaziele treffen zu können, ist eine Differenzierung der Herstellungsverfahren notwendig. Die Farbe Grün steht für nachhaltige Erzeugung, daneben haben sich noch weitere Farben für andere Herstellungsverfahren und Ausgangsstoffe etabliert. Die Regenbogen Grafik stellt eine Übersicht über die Wasserstofferzeugungsarten dar.

Um die verschiedenen Farben des Wasserstoffs nachvollziehen zu können, ist ein Verständnis der Herstellungsprozesse und -technologien wichtig

Vergasung

Bei dem Prozess der Vergasung werden flüchtige Bestandteile von organischen oder fossilen Ausgangsstoffen (z.B. Kohle oder Holz) durch Erhitzen unter Sauerstoffabschluss in brennbare Gase überführt.



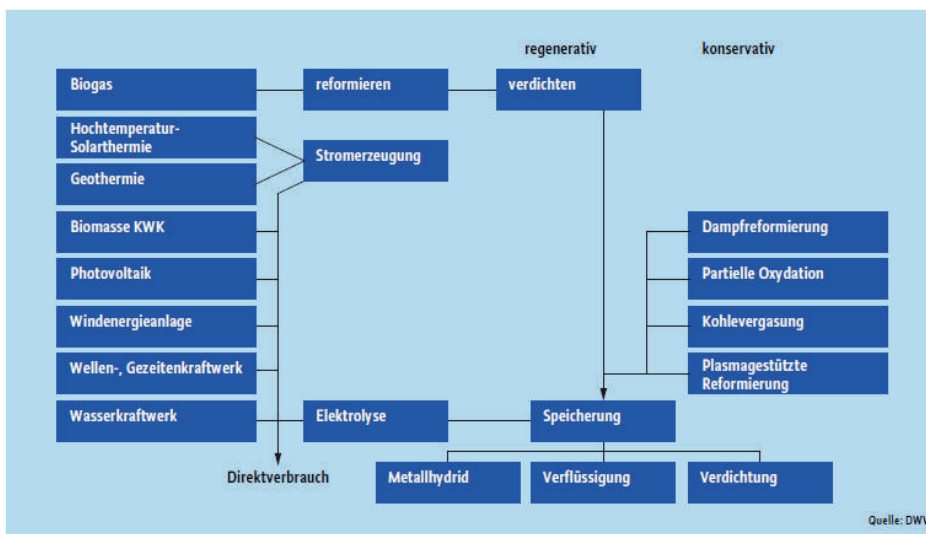
Über die Methode der **Dampfreformierung** wird derzeit der größte Teil des weltweit verbrauchten Wasserstoffs erzeugt. Dabei wird aus einem kohlenwasserstoffhaltigen Brennstoff unter Einsatz von Wärme und Wasserdampf bei hohem Druck Wasserstoff erzeugt. Als Hauptausgangsstoff für die Dampfreformierung wird hauptsächlich Erdgas (Methan, CH₄) verwendet.



Bei der **partiellen Oxidation** werden Erdgas (CH₄) oder andere gasförmige Kohlenwasserstoffe mit einer geringen Menge Sauerstoff (O₂) verbrannt, so dass die Verbrennung nicht vollständig stattfinden kann und ein Gasgemisch aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid entsteht.

Die **Pyrolyse** ist eine experimentelle Herstellung von Wasserstoff, bei der ein Kohlenwasserstoff (z.B. Erdgas) unter hohen Temperaturen in seine Bestandteile gespalten wird. Ein Vorteil dieses Verfahrens ist, dass der Kohlenstoff in fester Form als Graphit anfällt und nicht wie bei Kohlendioxid aufwendig vom erzeugten Wasserstoff abgetrennt werden muss.

Bei der **Wasserelektrolyse** wird ionenfreies Wasser mit Hilfe von elektrischem Strom in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Als Neben- bzw. Abfallprodukt fallen Sauerstoff und Wärme an, die technisch weiter genutzt werden können. Die Elektrolyse kann mit Strom aus verschiedensten Quellen betrieben werden, wobei sich die Art der Quelle auf die Treibhausbilanz des erzeugten Wasserstoffs auswirkt. Wird der Elektrolyseur mit Strom aus dem deutschen Strommix betrieben, fällt Kohlendioxid an.



Bei der Nutzung von regenerativ erzeugtem Strom aus erneuerbaren Energien wie Wind und Solar zur Wasserstoffherzeugung spricht man von grünem Wasserstoff.

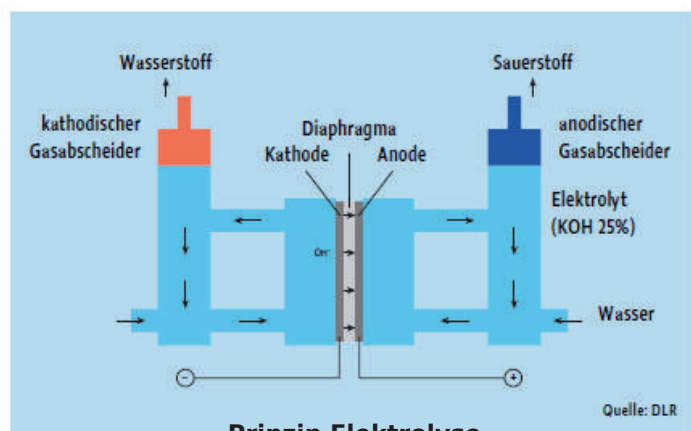
Zusammenfassung der Herstellungsverfahren

Derzeit werden drei verschiedene Elektrolyseverfahren verwendet:

- a. **PEM-Elektrolyseure (Protonen-Austausch-Membran)**
- b. **Alkalische Elektrolyseure**
- c. **Festoxid-Elektrolyseure**

Allen Elektrolyseverfahren ist gemein, dass sie zur Produktion von Wasserstoff ionenfreies Wasser benötigen, welches durch geeignete Filtermethoden wie Umkehrosmose oder Ionentauscher erzeugt wird.

Darüber hinaus gibt es weitere Methoden, die sich in der Forschung und Entwicklung befinden aber eine bislang technisch untergeordnete Relevanz besitzen.



Prinzip Elektrolyse

Quelle: DLR

Abscheidung, Speicherung und Nutzung von Kohlenstoff

Durch technische Einrichtungen ist es möglich, CO₂ bei der Produktion von Wasserstoff aus kohlenwasserstoffhaltigen Energieträgern wie fossilen Kraftstoffen oder Biomasse abzuscheiden. Dabei wird zwischen der Speicherung und der weiteren Nutzung als Rohstoff unterschieden.

Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (Carbon Capture and Storage - CCS)

Kohlendioxid, welches bei der Erzeugung von Wasserstoff anfällt, wird durch geeignete Verfahren aufgefangen und im Untergrund gespeichert. Ziel ist die Verringerung von CO₂-Emissionen in die Atmosphäre. Eine Speicherung ist in ausgebeuteten Gas- oder Erdöllagerstätten oder ähnlichen Orten möglich. Ein vollständiges Auffangen des CO₂ ist technisch allerdings nicht möglich, so dass noch immer Restmengen in die Atmosphäre entweichen. Problematisch ist der enorme zusätzliche Energieaufwand für die Abscheidung, den Transport und die Speicherung. Einen effektiven Beitrag zur Bekämpfung des Klimawandels kann die Speicherung von CO₂ nur leisten, wenn das eingelagerte CO₂ dauerhaft und vollständig in den Speichern verbleibt.

Kohlenstoffabscheidung und -nutzung (Carbon Capture and Utilization - CCU)

Wie bei der CCS wird bei der CCU das entstehende CO₂ oder Kohlenstoff aufgefangen. Doch statt es in Kavernen zu speichern, wird es als Rohstoff für weitere Anwendungen genutzt. So z.B. für die Erzeugung von synthetischen Kraftstoffen (SNG, Synthetic Fuels, e-fuels, etc.) oder weiteren Chemikalien. Allerdings wird das so gebundene CO₂ bei einer Verwendung anschließend wieder freigesetzt. Dadurch hat der CCU Prozess einen geringeren Klimaschutzeffekt.

Farben des Wasserstoffs

Blauer Wasserstoff: Das CO₂, welches bei der konventionellen Erzeugung von Wasserstoff wie der Dampfreformierung anfällt, wird gespeichert (CCS) oder weiterverwendet (CCU). Dem blauen Wasserstoff wird eine große Rolle bei der Transformation in eine grüne Wasserstoffwirtschaft zugesprochen, da er laut NWS als CO₂-neutral angesehen wird.

Türkiser Wasserstoff wird durch die Methanpyrolyse bei hohen Temperaturen von 1000°C gewonnen. Hierbei wird das Methan in seine Bestandteile Wasserstoff und Kohlenstoff aufgespalten, wobei der Kohlenstoff in fester Form als Grafit vorliegt. In dieser festen Form ist er deutlich stabiler und einfacher zu lagern als gasförmiges CO₂, welches eventuell aus Lagerstätten entweichen kann. Daher wird diesem Wasserstoff eine eigene Farbe zwischen grün und blau zugewiesen.

Grüner Wasserstoff wird durch Wasserelektrolyse gewonnen, welche ausschließlich mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen betrieben wird. Es ist eine deutliche Reduktion der Betriebskosten notwendig, um mit der Erzeugung aus fossilen Quellen konkurrieren zu können. In den letzten Jahren sind die Kosten für Elektrolyseure gesunken und es wird davon ausgegangen, dass diese noch weiter sinken werden. Die deutsche Wasserstoffstrategie sieht in dieser Technologie derzeit die einzige Möglichkeit, nachhaltig Wasserstoff herzustellen, wobei durch die Nutzung erneuerbarer Energien wie Wind und Solar die CO₂-Produktion



auf null Emissionen reduziert werden kann.

Von **gelbem** Wasserstoff wird gesprochen, wenn Wasserstoff durch Wasserelektrolyse mit Strom aus dem deutschen Strommix erzeugt wird, welcher fossile-, regenerative- und Kernenergie in schwankenden Anteilen enthält.

Von **orangefarbenem** Wasserstoff ist die Rede, wenn dieser aus CO₂-neutralen Stoffen oder Energien gewonnen wird. Dazu zählen Verfahren wie die Vergasung von Biomasse, Dampfreformierung von Biogas und Biomethan oder Elektrolyse mit Strom aus biologischen Grundstoffen. Das in der organischen Materie gespeicherte CO₂ wird auf diesem Weg wieder freigesetzt, wobei der CO₂-Fußabdruck geringer ist als bei Wasserstoff aus fossilen Quellen. Doch anders als bei erneuerbaren Energien ist der Grundstoff nicht unbegrenzt sondern abhängig vom Vorhandensein organischer Materie. Die Biomasse kann aus Abfällen und Reststoffen aus Land- und Forstwirtschaft, Haushalten und Industrie bestehen.

Roter Wasserstoff wird mit Hilfe von Kernenergie gewonnen. Kernenergie erzeugt keine Netto-CO₂-Emissionen und gilt als stabile und grundlastsichere Energieversorgung; jedoch ist der Kernbrennstoff selbst keine erneuerbare Quelle, muss wie fossile Energieträger abgebaut und verarbeitet werden, was mit CO₂ Emissionen einhergeht. Auch der CO₂-Fußabdruck der Stilllegung von Kernkraftwerken und die Lagerung atomarer Abfälle sind schwer abzuschätzen.

Brauner Wasserstoff wird durch die Vergasung von Braunkohle gewonnen und grauer Wasserstoff aus der Dampfreformierung von Erdgas.

Schwarzer Wasserstoff wird durch die Vergasung von Steinkohle gewonnen. Sofern ausschließlich Strom aus der Nutzung von Steinkohle oder Öl verwendet wird, kann auch bei Wasserstoff aus der Wasserelektrolyse von schwarzem Wasserstoff gesprochen werden.

Ausblick

Wasserstoff ist ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zu einer CO₂-freien Wirtschaft, wird allerdings derzeit nur in einem geringen Umfang regenerativ und nachhaltig erzeugt. Das liegt zum einen daran, dass andere Erzeugungsarten etabliert und damit günstig sind, zum anderen auch daran, dass notwendige regenerative Kapazitäten noch nicht in ausreichendem Maße vorhanden sind. Beim Übergang zur grünen Wasserstoffwirtschaft nimmt der blaue Wasserstoff eine wichtige Rolle ein. Durch das Auffangen der Treibhausgase ist er nämlich CO₂-neutral und kann, bis grüne Technologien und Kapazitäten den Wasserstoffbedarf decken können, eine Übergangslösung übernehmen, um die Klimaziele schnellstmöglich zu erreichen. Auf lange Sicht bietet allein grüner Wasserstoff die einzige Technologie, um nachhaltigen Wasserstoff auf Basis erneuerbarer Energien zu erzeugen.

Mey

Quellen:

Wasserstoff und Sauerstoff aus regenerativen Energiequellen für die Energieversorgung und Umwelttechnik: S. Schulien, D. Dahlinger, M. Fender

Wasserstoff als Energiequelle der Zukunft: Prof. Dr. B. Scheppat, D. Coleman, M. Werner

DWV – Wasserstoff der neue Energieträger

HSRM - Hochschule RheinMain

ENERGIEBROKER - was kommt nach dem EEG?

Die Energiewende hat in den vergangenen Jahren an Bedeutung gewonnen. Dadurch wird es notwendig, schneller als bisher erneuerbare Energiequellen zu erschließen. Durch den Einstieg der Wärme- und Verkehrssektoren in den Stromsektor wird der Strombedarf zusätzlich steigen und es gilt, diesen Zusatzbedarf ebenfalls aus erneuerbaren Quellen zu stemmen. Einen möglichen Beitrag hierzu könnten die Bürgerinnen und Bürger durch private PV-Anlagen leisten, die über den Eigenbedarf hinaus dimensioniert sind.

Leider bewirkt das aktuelle Förderkonzept, dass neue PV-Anlagen auf den Eigenbedarf optimiert werden und Altanlagen langfristig ebenfalls bei der Einspeisung zurückfallen können. Viele alte EEG-geförderte PV-Anlagen sind noch für die Direkteinspeisung dimensioniert gewesen und stehen nun vor dem Problem, dass ihre Förderverträge nach 20 Jahren auslaufen. Damit stellt sich nun die Frage nach einem wirtschaftlichen (Weiter-)Betrieb dieser Anlagen. Die bei größeren Anlagen übliche Direktvermarktung der PV-Erträge erfordert einen hohen materiellen und personellen Aufwand, der bei kleinen PV-Anlagen wirtschaftlich nicht tragbar ist. Aktuell steigt die Vergütung zwar an, doch dies ist dem gestiegenen Jahresmittelwert des Marktwertes an den Strombörsen geschuldet und wird voraussichtlich nicht langfristig anhalten.

Im **Projekt IMPACT** RheinMain an der Hochschule

RheinMain, das aus dem Programm "Innovative Hochschule" des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird, haben wir deshalb standardisierbare Schnittstellen für einen vollautomatischen Handel mit kleinen Mengen erneuerbarer Energien entwickelt und diesen Handel prototypisch implementiert. Auf Anbieterseite wird ein Angebot für den Verkauf der erwarteten PV Überschüsse des beginnenden Tages gebildet und automatisch an einen Energie-Broker übermittelt. Zeitlich flexible Käufer solcher Energiemengen wie z. B. Ladesäulen / Elektrofahrzeuge oder auch Haushalte mit einer Wärmepumpe schicken Kaufgesuche an den Energie-Broker. Dieser führt ein Matching durch, verbindet Verkäufer und Käufer virtuell, koordiniert den Nachweis der Gleichzeitigkeit von Einspeisung und Entnahme, beachtet ggf. Auflagen zur maximalen Distanz zwischen den Handelspartnern (4,5-km-Limit) und regelt die Abrechnung einschließlich Steuern und Netz-Entgelten.

Durch Standardisierung der Schnittstellen könnte auch ein Wettbewerb zwischen verschiedenen Energie-Brokern hergestellt werden. Nach einmaliger Registrierung beim ausgewählten Energie-Broker sowie Konfiguration von z. B. angestrebten Mindest- bzw. Höchst-Preisen arbeiten alle beteiligten Komponenten vollautomatisch und ermöglichen dadurch derart niedrige Transaktionskosten, dass auch ein Handel mit wenigen kWh pro Transaktion wirtschaftlich wird.

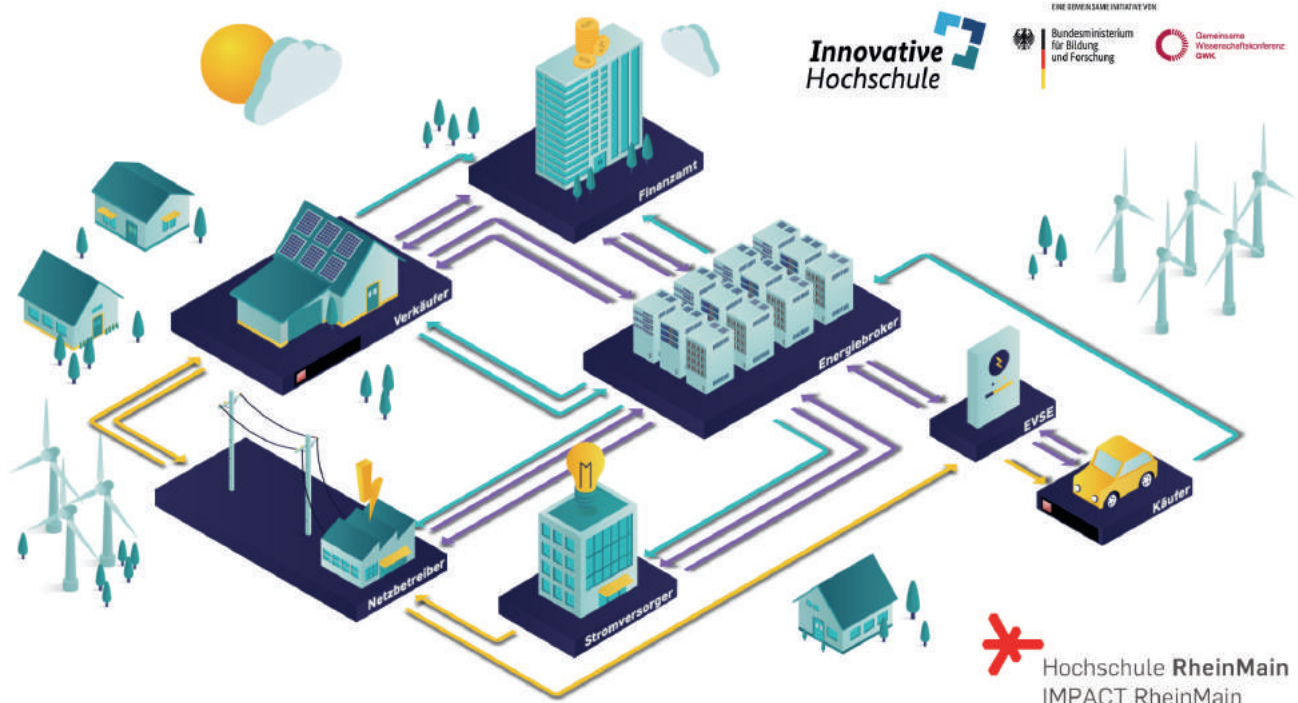


Abbildung 1 <https://energiebroker.cs.hs-rm.de>

1 Motivation

Deutschland deckt bisher nur ca. 19,2% (Abb. 2) seines Primärenergie-Bedarfs aus erneuerbaren Quellen. Für das Erreichen der langfristigen Klimaschutz-Ziele ist ein rascher Ausbau dieser Quellen, vor allem von Wind- und PV-Energie, daher dringend geboten. Insbesondere das Potenzial von Millionen privater Hausdächer sollte für die Gewinnung von PV-Energie genutzt werden, auch über den Eigenbedarf hinaus.

Tatsächlich wird der Ausbau der Photovoltaik bei kleinen Anlagen über den Eigenbedarf hinaus aber eher erschwert, z. B. durch die Verpflichtung zur Abregelung (70%-Regel, EEG §9), EEG-Abgaben auf selbst erzeugte PV-Energie (EEG §61) sowie Auflagen für die Direktvermarktung von PV-Überschüssen, die bei kleinen Anlagen wirtschaftlich nicht tragbar sind. Aktuell stehen z. B. die Betreiber von älteren Photovoltaik-Anlagen am Ende des EEG-Förderzeitraums vor der Herausforderung, eine geeignete Möglichkeit der Vermarktung der erzeugten Energien zu finden. Eine garantierte Abnahme durch den Netzbetreiber ist voraussichtlich nur bis 2027 möglich. Die Vergütung ausgeförderter PV-Anlagen fällt allerdings sehr gering aus, was den Weiterbetrieb der Anlage rasch unrentabel macht. Wer höhere Vergütungen anstrebt und über 2027 hinaus Sicherheit haben will, muss den Überschuss direkt vermarkten, was nach derzeitigem Stand den Einbau teurer Messtechnik voraussetzt. Auch wenn gegenwärtig an Vereinfachungen auf politischer Ebene gearbeitet wird,

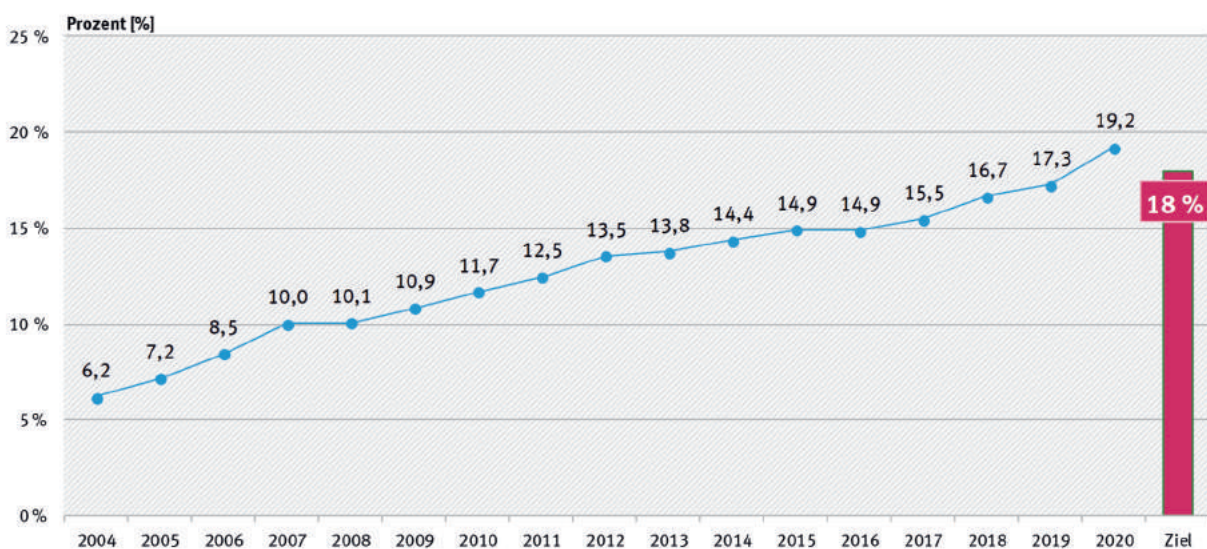
sind Regelungen zur wirtschaftlich tragbaren Erschließung des vollen PV-Potenzials über den Eigenbedarf hinaus nicht in Sicht. Zusätzlich findet durch die Verbreitung von Wärmepumpen zur Heizung und von voll-elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugen eine Verlagerung zunehmender Mengen von Primärenergie aus dem Wärme- und Verkehrssektor in den Stromsektor statt. Beide Verbrauchertypen – aus Energieeffizienz-Gründen hochwillkommen – bedeuten neue Lasten für das Stromnetz, bringen aber auch eine wertvolle Eigenschaft mit: zeitliche Flexibilität. Damit sind sie hervorragend geeignet, die mittägliche Ertragsspitze des PV-Stroms im Netz dezentral und damit ohne Netzausbau abzufuffern – wenn es denn gelingen sollte, diese neuen Verbrauchertypen zu netzdienlichem Verhalten zu motivieren.

2 Konzept

Unser Projekt Energie-Broker zeigt eine technisch gangbare Alternative auf, wie PV-Überschüsse auch kleiner, aber sehr zahlreicher PV-Anlagen durch konsequente Digitalisierung und Automatisierung wirtschaftlich akzeptabel vermarktet werden können. Die neuen, flexiblen Verbraucher/Kunden werden dabei über günstige Preise zur Beteiligung motiviert, die Anbieter durch Aussicht auf attraktivere Erträge. Der Energie-Broker realisiert idealtypisch zeitlich hoch variable Stromtarife ohne größere technische Aufwände, rein dezentral und damit datenschutzfreundlich und mittels marktwirtschaftlicher Mechanismen.

Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch¹

Vergleich der Entwicklung der erneuerbaren Energien (nach EU-Richtlinie 2009/28/EG) mit dem deutschen Ziel



■ Ziel nach EU-RL 2009/28/EG

● Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch¹

¹ berechnet nach speziellen Vorgaben der EU-RL 2009/28/EG

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 10/2021

Die erforderliche Software auf Anbieterseite erzeugt täglich eine Ertrags- und eine Verbrauchsprognose, Abbildung 5. Aus der Differenz bildet sie die Überschuss-Prognose für den beginnenden Tag und erstellt daraus ein Angebot (optional mit Mindestpreis pro kWh) für die erwartete Überschuss- Energiemenge, die in einem angegebenen Zeitfenster und mit einer angegebenen maximalen Leistung zum Verkauf steht. Dazu ist regelmäßiges Auslesen der relevanten Stromzähler erforderlich. Bei elektronischen Zählern ist die optische SML-Schnittstelle bereits ausreichend. Ein Smart-Meter-Gateway kann hilfreich sein, ist aber keine Voraussetzung. Die Software kann preisgünstig z. B. als Teil eines bereits vorhandenen HEMS (home energy management system, Abbildung 4) oder auf vorhandener Hardware (etwa DSL-Router) bzw. günstigen Geräten wie einem Raspberry Pi betrieben werden.

Auf Kundenseite befindet sich die erforderliche Software z. B. in einem HEMS, das eine Wärmepumpe (mit Wärmespeicher) steuert, oder in einer Ladesäule/Wallbox. Sie erstellt ein Gesuch für eine bestimmte Energiemenge in einem vorgegebenen Zeitraum. Als Beispiel diene ein Elektro-Auto, das morgens beim Arbeitgeber angeschlossen wird und der Ladesäule mitteilt, dass es bis 16 Uhr vollständig, mindestens aber 10 kWh laden möchte. Der Server des Energie-Brokers vermittelt nun räumlich, zeitlich und preislich zueinander passende Angebote und Gesuche. Kommt ein Handel zustande, sind Angebot und Gesuch verbindlich zu erfüllen; bis dahin sind sie jederzeit änderbar. Nach erfolgtem Zuschlag meldet der Anbieter die Einspeiseleistung der aktuellen Zeitscheibe an den Broker. Der Broker leitet sie weiter an den Kunden, welcher seine Entnahme entsprechend regelt. AC-Ladesäulen können dazu den Ladestrom in groben Stufen anpassen, über ISO 15118 sind präzisere Steuerungen möglich. Die Zeitscheiben sind wählbar, betragen aber höchstens 15 Minuten, wobei ein deutlich rascherer Takt perspektivisch anzustreben ist. Jede Transaktion bildet also einen eigenen, ausgeglichenen Bilanzkreis. Die von Maasmann (Die virtuelle Direktleitung für den entfernten Eigenverbrauch durch Elektrofahrzeuge, Dissertation) beschriebene Möglichkeit, eigenen PV-Strom aus der Ferne zum Laden des eigenen Fahrzeugs zu nutzen, wird vom Energie-Broker stark verallgemeinert.

„Pacta sunt servanda“ gilt auch hier: Liefert der Anbieter nicht die zugesagte Menge elektrischer Energie in der vorgegebenen Zeit, wird die Differenz vom Netzversorger beigesteuert und die Zusatzkosten dem Anbieter zugeschrieben. Einem Käufer, der die Entnahme vorzeitig beendet oder die Entnahmeleistung unnötig abregelt, wird dennoch der volle Betrag des akzeptierten Angebots in Rechnung gestellt. Da Transaktionen nicht anonym, sondern nur zwischen vorher beim Broker registrierten Handelspartnern zustande kommen, ist die Abrechnung technisch einfach realisierbar, etwa durch monatliche Rechnungen des Energie-Brokers an die Mitglieder.

2.1 Akteure

Nachfolgend werden die beteiligten Akteure und ihre Aufgaben im Kontext der regionalen Direktvermarktung vorgestellt.

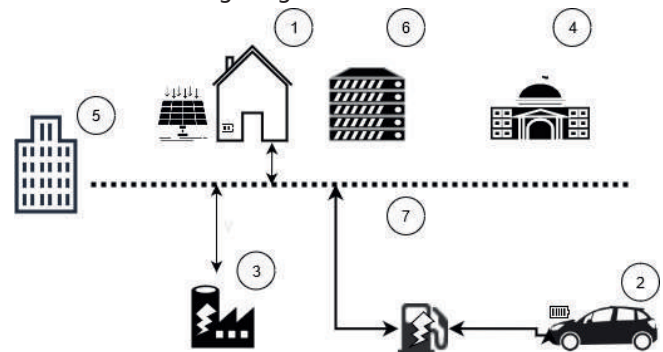


Abbildung 3 Akteure und Verteilnetz

Verkäufer

Ein Verkäufer (Abb. 3, (1)) bietet überschüssige erneuerbare Energie über einen Energie-Broker (6) zum Verkauf an. Die Überschüsse werden mit Hilfe der in Abschnitt 3.1 erläuterten Modelle berechnet. Ein Verkäufer bzw. ein HEMS kann ebenfalls als Käufer agieren und Gesuche auf einem Energie-Broker veröffentlichen, wenn es auch nicht möglich ist, Käufer und Verkäufer gleichzeitig zu sein.

Käufer

Ein Käufer (Abb. 3, (2)) stellt Gesuche an einen Energie-Broker und bezieht Strom über das Verteilungsnetz (7) direkt vom Erzeuger. Bei den Käufern handelt es sich typischerweise um zeitlich flexible und regelbare Verbraucher wie z. B. Ladesäulen, Wärmepumpen mit Wärmespeicher oder sonstige Akku-Speicher. Auch besteht die Möglichkeit, dass ein Käufer ebenfalls Verkäufer von Strom ist.

Energie-Broker

Der Energie-Broker (Abb. 3, (6)) stellt eine Plattform zum automatisierten Handeln von kleineren Mengen erneuerbarer Energien sowie aller notwendigen Funktionalitäten zur Authentifizierung, Transaktionsabwicklung und Abrechnung bereit.

Grundversorger

Als Grundversorger (Abb. 3, (3)) zählt ein Energieversorgungsunternehmen, welches nach §36 Energiewirtschaftsgesetz für die Grundversorgung aller Haushalte in seinem Einzugsgebiet verantwortlich ist.

Verteilungsnetzbetreiber

Der Verteilungsnetzbetreiber (Abb. 3, (5)) stellt das Stromnetz bereit und ist für dessen Instandhaltung verantwortlich. Im Kontext dieser Arbeit sind Übertragungsentgelte an die Netzbetreiber zu entrichten.

Finanzbehörde

Die Finanzbehörde (Abb. 3, (4)) ist bezüglich der zu entrichtenden Steuern auf die Einnahmen der Verkäufer bzw. der etwaigen Vermittlungsgebühr des Energie-Brokers involviert.

2.2 Grundsätze

Standardisierte Schnittstellen für fairen Wettbewerb und günstige Geräte

Damit kein Broker-Monopol mit überhöhten Transaktionsgebühren entsteht, wird ein Broker-Markt mit fairem Wettbewerb angestrebt. Dazu muss ein einfacher Wechsel der Kunden zwischen verschiedenen Energie-Brokern möglich sein. Dies setzt klare Standards bei den Software-Schnittstellen voraus. Solche Standards minimieren auch die Implementierungskosten auf Seiten der Geräte-Hersteller etwa von HEMS. Unser Konzept sieht optional auch eine zentrale Verwaltungseinheit (Master-Server) vor. Sie soll für alle Kunden und Energie-Broker als zentrale Anlaufstelle dienen und die Einhaltung der Standards sicherstellen.

Minimale Transaktionskosten durch konsequente Automatisierung

Bei allen Prozessen ist auf vollständige Automatisierbarkeit zu achten. Anbieter bzw. Kunden sollen nach einmaliger Einrichtung ihrer Endgeräte (HEMS, BEV, etc.) nur noch gelegentlich ihre Daten prüfen und nicht in den operativen Betrieb des Energie-Brokers eingreifen müssen, denn der dadurch entstehende Aufwand würden die Transaktionskosten unnötig erhöhen.

Emergentes netzdienliches Verhalten durch marktwirtschaftliche Handels-Mechanismen

Kunden werden durch günstige Preise und einfachste Bedienung zum Bezug elektrischer Energie motiviert, wenn diese reichlich anfällt, etwa PV-Überschüsse zur Mittagszeit. Eine zentrale Koordination oder Regulierung durch staatliche Stellen oder Netzbetreiber ist nicht erforderlich, Aufgaben des Redispatch 2.0 ließen sich deutlich reduzieren.

Dezentraler Ansatz inkl. Datenschutz

Beim Energie-Broker fallen keine Verbrauchsdaten der Anbieter-Haushalte an, aus denen Rückschlüsse auf Lebensgewohnheiten möglich wären. Energie-Broker sind zwar potenzielle „Datensammler“, stehen aber im Wettbewerb und haben einen hohen Anreiz, ihre Kundendaten zu schützen und Vertrauen aufzubauen.

Regionale Vermarktung

Energie-Broker kennen die Standorte ihrer Kunden und können daher sehr einfach sicherstellen, dass PV-Energie tatsächlich regional gehandelt wird. Die Matching-Regeln sind rasch anpassbar an geänderte gesetzliche Vorgaben, etwa bei einer neuen Interpretation des „räumlichen Zusammenhangs“ der Handelspartner.

3 Technische Realisierung

Zur Implementierung der standardisierten Schnittstellen eines Energie-Brokers wird ein Forschungsaufbau an der Hochschule RheinMain realisiert. Hier übernimmt eine PV-Anlage die Rolle des Verkäufers und eine Wallbox die Rolle eines Käufers. Der Energie-Broker wird auf der

Infrastruktur der Hochschule betrieben. Die restlichen Akteure werden in diesem Forschungsaufbau simuliert.

3.1 Prognosen

Die Prognosen setzen sich aus drei Teilen zusammen: Die Ertragsprognose, die Verbrauchsprognose und die aus diesen beiden resultierende Ertragsüberschussprognose.

Ertragsüberschuss = Ertrag - Verbrauch

Die Verbrauchsprognose erfolgt durch ein KNN-ML-Modell, welches belastbare Ergebnisse liefert. Zur Ertragsprognose dient ein relativ einfaches physikalisches Modell, das auch Wettervorhersagen berücksichtigt.

Datum	Erzeugung Prognose	Erzeugung gemessen	Verbrauch Prognose	Verbrauch gemessen
23.08.	12,1 kWh	11,3 kWh	4,2 kWh	5,2 kWh
24.08.	9,7 kWh	8,9 kWh	2,3 kWh	3,3 kWh
25.08.	11,0 kWh	7,7 kWh	2,2 kWh	2,2 kWh
26.08.	12,6 kWh	7,0 kWh	2,0 kWh	2,0 kWh
27.08.	11,7 kWh	12,6 kWh	3,9 kWh	4,8 kWh

Tabelle 1 Prognosen und tatsächliche Werte

Die Abweichungen zwischen den prognostizierten und den tatsächlichen Werten sind größtenteils der Ertragsprognose geschuldet. Ein ausgefeilteres Modell mit besseren Wetterdaten, u. a. in Kooperation mit dem DWD, wird bessere Ergebnisse liefern und befindet sich in Vorbereitung.

3.2 Ablauf

Um möglichst genaue Prognosen erstellen zu können, werden mehrere ML-Modelle vortrainiert, um die gängigsten Haushaltstypen abzudecken. Das HEMS bezieht dann anhand seiner gesammelten Daten das passende ML-Modell von einem externen Server und betreibt es anschließend lokal. Zum aktuellen Zeitraum beschränkt sich die ML-gestützte Prognose auf die Verbrauchsprognose.

Mit den lokal erstellten Prognosen werden Angebote für den Energie-Broker gebildet und so lange aktuell gehalten, bis sie vermittelt oder widerrufen wurden. Wird ein Angebot vermittelt, teilt der Energie-Broker den Handelspartnern bindend mit, dass eine Transaktion zustande gekommen ist. Für die Dauer dieser Transaktion teilen die Partner dem Broker in festen Zeitscheiben mit, welche Energiemengen sie eingespeist bzw. entnommen haben, siehe Abschnitt 3.2.2 und Abb. 5.

3.2.1 Beispiel: Ablauf eines Verkaufs

Der in Abbildung 5 dargestellte vereinfachte Ablauf zeigt die grundlegende Struktur eines erfolgreichen Handels. Angebote und Gesuche werden vom Energie-Broker vermittelt.

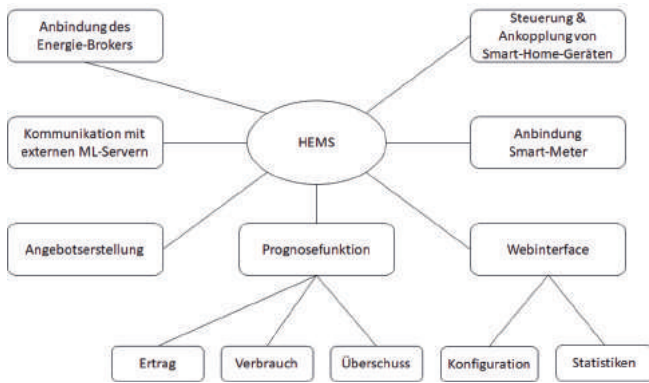


Abbildung 4 Übersicht der HEMS-Funktionalitäten

Solange der Handel aktiv ist, wird er als aktiver Bilanzkreis geführt. Einspeisung und Bezug werden so geregelt, dass die Einspeisung dem Bezug entspricht (Gleichzeitigkeitsnachweis), siehe 3.2.2. Beendet der Käufer den vereinbarten Handel, wird der Bilanzkreis geschlossen und die gesammelten Daten werden zur Rechnungsstellung verwendet.

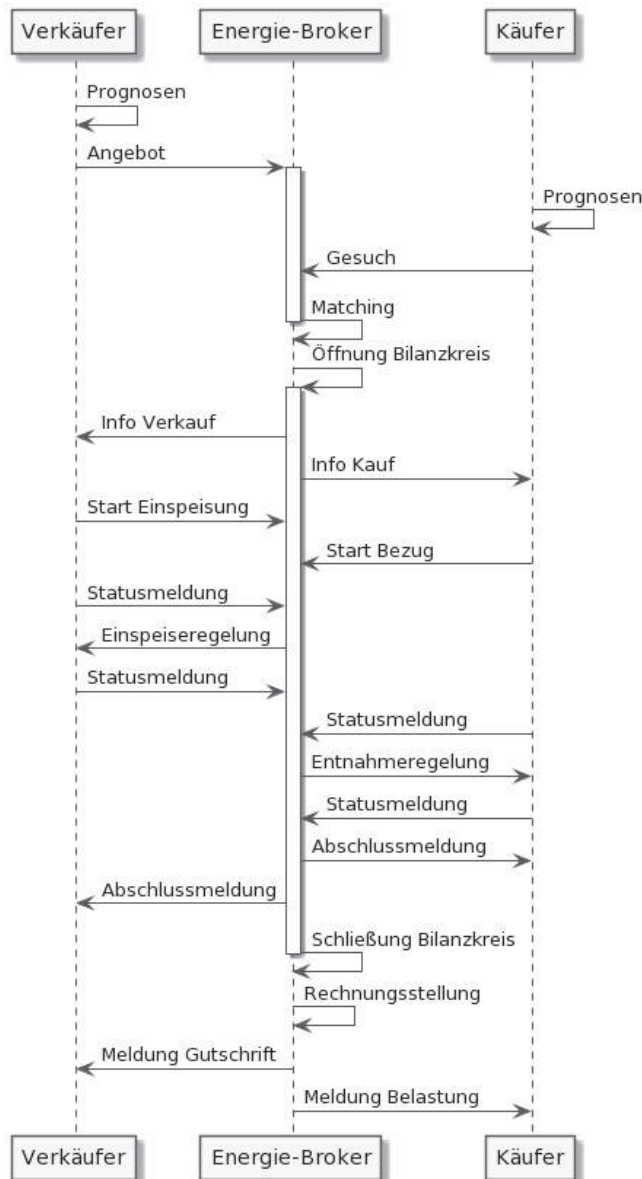


Abbildung 5 Vereinfachter Ablauf einer Transaktion

3.2.2 Regelung der Entnahmeleistung

Für jede Zeitscheibe (max. 15 Minuten) meldet der Anbieter die momentane bzw. vorhersehbare Einspeiseleistung sowie die in der letzten Zeitscheibe eingespeiste Energiemenge an den Broker. Der Käufer meldet im gleichen Takt seine geplante nächste Ladeleistung sowie die während der letzten Zeitscheibe entnommene Energiemenge. Der Broker antwortet mit einer Vorgabe für die Entnahmeleistung der neuen Zeitscheibe. Diese kann von der gemeldeten Einspeiseleistung abweichen. Der Käufer regelt seine Entnahmeleistung für die neue Zeitscheibe dann möglichst genau nach dieser Vorgabe.

Der Energie-Broker übernimmt die Fortschreibung der mitgeteilten Energiemengen und greift ggf. regelnd ein, um Überträge zwischen Zeitscheiben möglichst rasch wieder abzubauen. Dies erfolgt durch Mitteilung einer abweichenden Entnahmeleistung an den Käufer.

Wird absehbar, dass die zugesagte Energiemenge bis zum geplanten Transaktionsende nicht mehr entnommen werden kann, ist der Energie-Broker befugt und auch verpflichtet, die Entnahmeleistung rechtzeitig zu erhöhen. Erforderliche Energie-Differenzen werden vom regulären Strom-Markt eingekauft und dem Anbieter berechnet.

3.3 Verhalten bei Störungen

Verkäufer, Broker und Käufer sind auf stabile Netzwerkverbindungen angewiesen. Netzwerkstörungen werden als seltene Ereignisse behandelt. Wegen der geringen Handelsbeträge pro Transaktion und um die Systemkosten gering zu halten, werden einfache Fallback-Regeln vereinbart:

- Bei temporären Verbindungsstörungen verwendet der Käufer die Eckdaten aus dem Angebot. Insbesondere ist er an die dort genannte Maximalleistung gebunden (im Mittel über eine Zeitscheibe).
- Bei anhaltendem Verbindungsabbruch während einer laufenden Transaktion verhalten sich alle Beteiligten gemäß Vertragsabschluss, d. h. sie speisen über die geplante Zeit ein bzw. entnehmen die vereinbarte Energiemenge unter Beachtung der maximalen Leistung.
- Wenn möglich, werden die Transaktionsdaten an den Broker nach Wiederherstellung der Verbindung nachgemeldet.
- Falls nicht, wird die Transaktion bis zum Verbindungsabbruch auf Basis der gemeldeten Daten und darüber hinaus so abgerechnet, als wäre sie laut Vertrag erfüllt worden (sofern möglich).

4 Diskussion

4.1 Stand der Entwicklung

Die erforderlichen Schnittstellen wurden auf Basis von REST detailliert entworfen und prototypisch mit Open-Source-Software implementiert. Zur Vermittlung des Energie-Broker-Prinzips entstanden ein Software-Demonstrator (Abb. 1) und ein vereinfachtes Hardware-Modell. Eine einfache Modell- und Wetterdaten-basierte Ertragsprognose wurde entwickelt und erste Machine-Learning-basierte Modelle zur Eigenverbrauchs-Prognose werden z. Z. validiert.

4.2 Herausforderungen

Für den Handel kleiner Energiemengen über einen Broker ist weder eine teure Installation von Zählern mit geeichter Zeitmessung noch eine Abschaltvorrichtung für Überangebote erforderlich, denn der Broker übernimmt bereits den Nachweis der Gleichzeitigkeit und den Ausgleich der gebildeten Bilanzkreise. Leider sind diese kostentreibenden Einrichtungen in Deutschland beim Handel mit PVÜberschüssen vorgeschrieben, selbst bei geringen Mengen. Bisher wäre auch eine EEG-Abgabe für die so gehandelten PV-Überschüsse zu entrichten. Diese Regelung widerspricht dem Ziel, Anreize zum Ausbau erneuerbarer Energiequellen zu schaffen und mindert auch den Anreiz zur Nutzung eines Energie-Brokers. Das Energie-Broker-Konzept bietet einen finanziellen Anreiz, PV-Kapazitäten auch über den jeweiligen Eigenbedarf hinaus aufzubauen. Es ist verwunderlich, dass dieser Ausbau immer noch regulatorisch behindert wird, obwohl er für die Energiewende dringend benötigt würde.

Während HEMS oder preisgünstige Steuer-Einheiten den Anbietern einen Anschluss an Energie-Broker relativ einfach ermöglichen könnten, ist eine einfache Nutzung durch Elektrofahrzeuge schwieriger erzielbar. Damit ein benutzerfreundliches „plug & charge“ entsteht, ist sowohl die Software der Ladesäulen als auch die der Fahrzeuge und letztlich auch die Norm ISO 15118 zu erweitern. Dies kann nur durch Einbindung der Automobilbranche als Partner gelingen.

Als technisch anspruchsvoll hat sich die Ertragsprognose herausgestellt. Sowohl beim Modellieren von Verschattungseffekten als auch bei der Präzision der vorhergesagten Sonneneinstrahlung im Tagesverlauf gibt es noch Verbesserungspotenzial. Schließlich wurde das mögliche Problem der Manipulation ausgetauschter Meldedaten durch unkooperative Marktteilnehmer noch nicht ausreichend adressiert.

4.3 Ausblick

Im hochschuleigenen Forschungsaufbau (Abschnitt 3) vereinfachen wir die Einbindung von Elektrofahrzeugen als Kunden eines Energie-Brokers. Dies geschieht zukünftig mit Hilfe von ISO-15118-basierten Dialogen. Zur Verbesserung der Ertragsprognosen ist eine engere Anbindung an

Daten der Wetterdienste in Vorbereitung. Erste Feldtests („living labs“) werden aktuell konzipiert. Für den Betrieb der Energie-Broker streben wir eine Kooperation mit geeigneten Partnern aus der Energiewirtschaft an. Aktuell stellen wir die notwendigen technischen und vertraglichen Voraussetzungen her, um unser Konzept von Energie-Brokern in den Jahren 2023 bis 2028 in der Praxis zu implementieren.

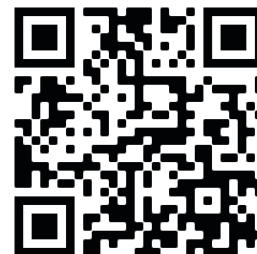
Aufgrund der Klimaschutz-Ziele der Bundesregierung erwarten wir den Abbau regulatorischer Hindernisse und die Erörterung neuer Möglichkeiten, um den Weiterbetrieb der ständig steigenden Anzahl ausgeförderter PV-Anlagen zu sichern sowie einen Anreiz zur Installation neuer PV-Anlagen über den Eigenbedarf hinaus zu schaffen. Das große Interesse unserer Partner aus der Praxis an einem virtuellen Feldtest unter Realbedingungen deuten wir als starken Indikator dafür, dass Energie-Broker wie der von uns entwickelte einen effektiven, kostengünstigen und technisch vergleichsweise einfach zu implementierenden Beitrag zur Lösung der wachsenden Herausforderungen der Energiewende leisten könnten.

5 Autoren

- Prof. Dr. Heinz Werntges
(heinz.werntges@hs-rm.de)
- Patrick Stoy, M. Sc.
(patrick.stoy@hs-rm.de)
- Johannes Kaepfel, M. Sc.
(johannes.kaepfel@hs-rm.de)

weitere Informationen zu den Impact Projekten können Sie der Homepage entnehmen

<https://www.impact.hs-rm.de/de/>



TH Bingen

Die TH Bingen unterstützt die digitale Entwicklung im kommunalen Bereich durch das Angebot des Studien-Schwerpunktes "Smart City" innerhalb des bestehenden Masterprogramms „Energie-, Gebäude- und Umweltmanagement“ bereits seit 2018.

Angehende Verantwortliche der Stadtplanung, von

Versorgern oder anderer kommunaler Einrichtungen lernen hier, wie Städte mit technologiebasierten Innovationen effizienter und nachhaltiger werden können.

Im Studium beschäftigen sie sich mit Ansätzen aus der Städteplanung, den Sozialwissenschaften und der IT.

Technische Hochschule Bingen

Praktisch die Besten



Hochschul- infotage

auf dem Campus:

3. Mai 2022

digital:

2.–6. Mai 2022

**Informieren
Sie sich
jetzt!**

30 Studiengänge mit den Schwerpunkten:

- > Technik
- > Life Sciences
- > Umwelt | Klimaschutz
- > Informatik | Digitalisierung
- > Energie
- > Wirtschaft

Studienmodelle:

Bachelor | Master
Dual | Weiterbildung
Vollzeit | Teilzeit

Technische Hochschule Bingen
Berlinstr. 109 | 55411 Bingen am Rhein

th-bingen.de



TH BINGEN
University of Applied Sciences

Veranstaltungen von April - Juli 2022

Die Veranstaltungen können Sie auch der VDI Homepage www.vdi.de/ueber-uns/vor-ort/bezirksvereine/rheingau-bezirksverein-ev entnehmen. Bis dato nicht vorliegende Details werden noch rechtzeitig per Rundmail veröffentlicht.

AK Smart Factory / Smart City: Prof. Dr.-Ing. M. Lauzi

- 23. Juni** 5. Fachtagung Smart City an der TH Bingen
Schwerpunkt: Resilient, Effizient oder Nachhaltig ?
Neue Herausforderungen fordern angepasste Ziele, Strategien und Handlungen
Details unter www.tsb-energie.de/tagungen/smart-city

AK Senioren: Dr.-Ing. W. Wipperfürth

- 13. April** **15:00 Uhr** Michael Glückert: „Erfahrungsbericht von Kolumbien bis zum Nepal“
Stadthalle Flörsheim
- 04. Mai** **13:00 Uhr** Frühlingsplausch zum Spargelgericht
Forsthaus Rheinblick
- 25. Mai** **08:00 Uhr** Busreise nach Neustadt an der Weinstraße
Besuch von Bahnmuseum und Fahrt mit dem Kuckucksbähnle
- 15. Juni** **15:00 Uhr** Gemütlicher Nachmittag bei Erdbeertorte mit Sahne
Laubenheimer Höhe
- 06. Juli** **10:00 Uhr** Werksbesichtigung und Vortrag von Hans Bertolotti
WEPA Papierfabrik Mainz

AK VDInI/Zukunftspiloten: W. Truss

- 29. und 31. März** Energieparcours TH Bingen mit Hildegardisschule Rüdesheim
- 21. und 23. Juni** Energieparcours TH Bingen mit Main-Taunus_Schule Hofheim
- 09. April** Planetariumshow mit Frau Dr. Grütbauch
Weilbacher Kiesgruben

AK Internet-Sicherheit: D. Carbon

Einwahllink zu diesen WebMeetings wird kurz vor der Veranstaltung verteilt

- 06. April** **18:00 Uhr** Aus Angriffen gemeinsam lernen
Referent: Andreas Harner - Abteilungsleiter CERT@VDECybersecurity,
DKE Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE
- 04. Mai** **18:00 Uhr** Home Office im Visier von Cyber-Kriminellen
Referent: Markus Wortmann - Kriminologe und Polizeiwissenschaftler,
Geschäftsführer SICHERES NETZ HILFT e.V.
- 01. Juni** **18:00 Uhr** CHW bringt Cyber-Abwehrkräfte in die Fläche
Referent: Manuel Atug - Gründer der AG KRITIS
- 06. Juli** **18:00 Uhr** Schön, dass sich jemand für uns interessiert
Referent: Hermann Sauer - Geschäftsführer Comidio GmbH, Eltville

AK EUM

- 24. Juni** Vortrag zu Umwelttechnik - nähere Informationen folgen

Alle

- 21. - 22. Mai** Nachhaltigkeitsmesse in Ingelheim

VDI Rheingau-Bezirksverein
Kapellenstraße 27
65439 Flörsheim

PVST Deutsche Post AG
Entgelt bezahlt D 42856



**DEIN STUDIUM,
DEINE ZUKUNFT**

Lerne unsere
Studiengänge
kennen

**LIVE VOR ORT:
STUDIENINFOTAG
AM 01. JUNI 2022**

www.hs-geisenheim.de/studieninfotag