the materialist
Zeit
Mai 2021

inhalt

Vorwort

03 Editorial
04 Terminkalender
05 Präsidial

SMW Inside

10 HoPo-Log

Science and Industry

7 Insight
9 Erlebnisbericht

Zeit

14 «Frühlings»-Zeit
18 Warum die Zeit gegen Vorne geht
25 Gartic phone
26 Sudoku
27 Das Zwillingsparadoxon
30 Traumtagebuch

Studium

32 An open letter to students of Materials Science and Engineering
34 Take a GESS!
36 Sudoku Lösung

Impressum

37 Impressum

Editorial

von **Evamaria Fuchs**

Liebe Leserinnen und Leser

Eine weitere online-Ausgabe! Und weil es schon fast Tradition ist, schreibe ich es auch jetzt wieder: Hoffentlich können wir von der nächsten Ausgabe wieder eine Papierversion in den Händen halten.

Ich weiss nicht, wie es bei euch ist, aber mein Zeitgefühl ist seit letztem Frühling etwas durcheinandergeraten: Der erste Lockdown ist gleichzeitig Ewigkeiten und gefühlt ein paar Wochen her; ein grosser Teil des Bachelor-Studiums ist einfach so vorbeigegangen, ohne dass irgendetwas Nennenswertes passiert wäre. In diesem Heft befassen wir uns genauer mit dem Thema Zeit. Ihr findet hier Erklärungen dazu, wieso die Zeit (auch wenn ereignislos) immer nach vorne gehen muss, und was man damit meint, wenn man von der Relativität der Zeit spricht. Zwischen diesen beiden doch ziemlich anspruchsvollen Texten gibt es einen Bericht zu einem kurzweiligen online-Spiel, denn zu viel Physik auf einmal ist ungesund und Spass muss sein. Wir haben auch dieses Mal wieder ein ungewöhnliches Sudoku und einen spannend geschriebenen Bericht über ein Industriepraktikum während Corona.

Fast zum Schluss findet ihr das heimliche Herzstück dieser Ausgabe: Einen offenen Brief von Prof. Nicola Spaldin an uns Materialwissenschaftsstudentinnen und -studenten. Er ist sehr lesenswert, eine geballte Ladung Lob und Motivation, also genau das, was man in dieser schwierigen Zeit braucht. Thank you very much!

Ich wünsche euch viel Freude beim Lesen und Entdecken, und wie immer: Bliibet gsond!

Eure Chefredakteurin

Evamaria Fuchs

Terminkalender

Mai

8. Outdoor Rally (Ausweichdatum bei schlechtem Wetter: 15.05.)
23. Kastenlauf mit dem VCS

Präsidial

von **Aurél Gerber**

Lieber SMW,

Hoffentlich konntet ihr die Osterferien mit Familie und Freunden geniessen oder zufriedenstellend fürs Studium nutzen. Anders als die Lust auf Schokohasen und bemalte Eier überdauert die Pandemie die Osterzeit leider. Obwohl der Bundesrat Lockerungen der Richtlinien in Kraft gesetzt hat, sollte im Interesse eines schnellen Abschlusses der Krise, immernoch eine gewisse Vorsicht an den Tag gelegt werden. Bei aller Vorsicht und Obacht ist es aber auch wichtig, aktiv ein Mass an Glück und Zufriedenheit aufrechtzuerhalten. Speziell da die kommende Prüfungssession einem da vermutlich nicht viel schenken wird. Dabei kann helfen die positiven Seiten der aktuellen Pandemie zu betrachten: Zum Beispiel, dass man länger schlafen kann und dass jetzt ausnahmslos alle Vorlesungen aufgezeichnet werden. Auch das immer besser werdende Wetter wird bei einem akuten Tief die Nerven hoffentlich ein wenig stärken.

Geniesst die Sonne und bleibt gesund und munter.

Euer Präsi
Aurél Gerber

HoPo-Log

von **Dominique Grimm**

Lieber SMW

Seit dem letzten Erscheinen des Materialists fanden eine UK und zwei FRs statt. Der zweite FR war ein so genannter MR-vorbereitender FR, an dem Traktanden des MR vorbesprochen werden und Empfehlungen zu diesen Abstimmungen ausgesprochen werden. Der VSETH orientiert sich da etwas an der Schweizer Regierung. Der FR ist ein Bisschen wie der Ständerat und der MR wie der Nationalrat. Wie das in der (Hochschul-)Politik so üblich ist, wird auch in diesen Gremien viel geredet und viele Argumente werden wiederholt. Zum Glück gibt es die Allianz der Fachvereine SMW - GESO (Umweltingenieurwissenschaften, Geomatik, usw...) – AIV (Bauingeneurwissenschaften), die es sich zur Aufgabe gemacht haben, etwas mehr Unterhaltungswert in die MR-Sitzungen zu bringen. Es empfiehlt sich also sehr das einmal im Studium mitzuerleben. Dafür haben wir eine Vorbereitungssitzung mit unseren Delegierten gemacht, einerseits um sie zu informieren, worum es bei der Unmenge an Traktanden überhaupt geht, andererseits aber auch, um uns auf unser MR-Bingo vorzubereiten. Dabei geht es um Dinge, die vermutlich in jedem MR gesagt werden. Wie zum Beispiel VSETH-Dinos die schon seit 10 Jahren dabei sind (keine Übertreibung) den Rest drauf aufmerksam machen wollen, dass solche Diskussionen schon vor 5 Jahren geführt wurden, ehemalige VSETH-Präsidenten, die Vorwürfe machen, ein Traktandum sei am FR nicht genügend diskutiert worden oder dass ein Mitglied der AMIV-Delegation darauf aufmerksam macht, dass der AMIV ein sehr grosser Fachverein sei.

Es gibt auch erfüllendere Dinge in der HoPo, wie der Lehrretreat zu «Teaching beyond Covid», wo darüber gesprochen werden soll, wie das Studium aussehen soll, wenn *hoffnungsvoller Seufzer* diese Pandemie endlich überstanden ist. Schickt mir eure Wünsche doch gerne an hopo@smw.ethz.ch.

Gruss, Dodo

Insight

von **Evamaria Fuchs**

Am 22. April hatten wir wieder einmal die Möglichkeit, aus erster Hand zu erfahren, wie es ist, als Materialwissenschaftler/in in der Industrie zu arbeiten. Der Insight fand online über Zoom statt, langsam sind wir uns das ja gewöhnt. Ich jedenfalls habe mich mit meinem Nachtessen und dem Laptop sehr gemütlich auf dem Balkon eingerichtet.

Zuerst wurden wir (etwa 35 Zuhörer) von Larissa Schefer vom MAP begrüsst, danach gab sie an Sara Morgenthaler weiter, die die Sprechenden jeweils vorstellte. Die erste Referentin war Angela Furrer, die im Jahr 2013 ihre Doktorarbeit über Metallic Films und deren Farbeigenschaften an der ETH abgeschlossen und dann nach einigem Suchen ihren ersten Job bei Flisom AG als in Dübendorf angetreten hat. Diese stellt Solarzellen her, und zwar als dünne, biegsame Folien in kilometerlangen Rollen. Nachdem Angela einige Zeit die Eigenschaften dieser Folien analysiert und charakterisiert hatte, wurde sie zur Managerin befördert, sie koordinierte dann das Team und die Messungen. Später gab es grössere Umstellungen – Wechsel des Produktionsstandorts und vor allem eine Tochter – jetzt arbeitet sie 80% als Manager offline Metrology in Niederhasli. Ihr Zuständigkeitsgebiet ist ähnlich geblieben, sie koordiniert Qualitätsmessungen und ist verantwortlich für Messinstrumente, einfach auf einer grösseren Skala. Ein weiteres Aufgabengebiet ist der Wissenstransfer nach Ungarn, wo die Firma einen neuen Produktionsstandort eröffnet.

Der nächste Sprecher war Srdan Vasic, auch er hat an der ETH studiert und hat danach an der Universität Fribourg promoviert. Er hat im Gegensatz zu Angela schon häufiger die Firma gewechselt: Über Wärtsilä, einer Motorenherstellerin, Suisse Technology Partner, einer Weiterbildung in Klebstofftechnik und Beschichtungsfirma kam er schliesslich zu der Exentis Group AG, einer Firma, die sich auf 3D-Siebdruck spezialisiert hat. In 2D bekannt als T-Shirt-Bedruckmethode, ist dies in 3D ein additives Fertigungsverfahren, mit dem man

einfach verschiedene Materialien verarbeiten kann. Srdan hat gemerkt, dass ihm die Arbeit im Verkauf mit Kundenkontakt mehr liegt als R&D, und ist bei Exentis als Sales Manager tätig.

Als letztes war Claude Denier an der Reihe. Er ist der einzige der drei, der keinen Doktortitel hat. Nach seinem Masterstudium an der ETH trat er eine auf drei Jahre begrenzte Stelle an der FHNW in Windisch an. Dort arbeitete er in einer sehr interdisziplinären Forschungsgruppe, die sich mit Nanopartikeln in Polymeren beschäftigte. Das sei für ihn eine perfekte Mischung zwischen akademischer Forschung und Arbeit mit der Industrie gewesen. Nach diesen drei Jahren arbeitete er bei Weidmann Medical Technology. Mit der Zeit fühlte er sich durch die strengen Prozessregulierungen in der Medizinbranche und den Zeitdruck aber eingeengt, darum hat er erneut die Stelle gewechselt, und zwar zu FluidSolids. Die stellen biologisch abbaubare Polymere her, die durch Fasern aus Abfall verstärkt sind und wie normale Polymere verarbeitet werden können. FluidSolids ist eine kleine Firma, Claudes Aufgaben sind sehr divers und können auch ausserhalb seines Kompetenzbereichs liegen. Das sei aber eine willkommene Herausforderung, denn so habe er die Möglichkeit, sich schnell in ganz verschiedene Fachgebiete einzuarbeiten.

Alle Präsentierenden hatten auch Tipps für uns bereit: Was sicher am meisten erwähnt wurde, war, dass man sich bei der Jobwahl zuerst bewusst werden sollte, was einem wichtig ist und wohin man möchte. Srdan und Claude haben beide gesagt, es sei wichtig, dass man sich das auch im Job später immer wieder fragt und sich eventuell neu auszurichtet.

Auch besprochen wurde das Thema Doktorarbeit. Angela und Srdan bereuen es beide nicht, etwas länger in der Forschung geblieben zu sein. Man lerne, selbständig zu arbeiten. Nötig sei ein Doktortitel für die später Karriere in der Industrie aber nicht unbedingt.

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei den Referierenden und auch bei Larissa Schefer und Sara Morgenthaler für das Organisieren bedanken. Der nächste Insight findet am 7. Oktober statt, hoffentlich wieder in Präsenz am Hönggerberg!

Erlebnisbericht

von **Dominique Grimm**

Allgemeines

Disclaimer: Der Bericht könnte gewisse Übertreibungen von Emotionen und gewissen Situationen enthalten. Dafür wird um Nachsicht gebeten, da sich die ganze Welt in einer Gesundheitskrise befand und das Ende noch lange nicht in Sicht ist

Im Rahmen des Curriculums absolvierte ich 12 Wochen lang ein Industriepraktikum bei der Sonova AG in der Prozessentwicklung im Team für «Surfaces and Joining Technologies». Die Prozessentwicklung gehört zum Manufacturing Engineering, welches bei Operations angesiedelt ist. Daher hatte ich gewissen Kontakt zur Produktion.

Der Anfang: Das was Normalität am nächsten kam

Angefangen hatte ich am 2. März 2020, gerade noch bevor der Lockdown begann. Genau genommen erhielt ich noch etwa eine Woche vor dem Start eine Mail, ob ich kürzlich in einem der Covid-19 Risikogebiete gewesen sei. Glücklicherweise konnte ich dies verneinen. Daher stand dem geplanten Arbeitsbeginn nicht im Wege. Wie geplant stimmte zwar, wenn man den Zeitpunkt betrachtete, dass ich einen Einblick in den normalen Betrieb erhielt, möchte ich allerdings nicht allgemein behaupten. An dieser Stelle möchte ich eine kurze Schweigeminute für die Tradition des Händeschüttelns einlegen.

Das erste, was mir mein Betreuer mitteilte, war nämlich, dass er mir wegen der momentanen Lage leider nicht die Hand geben dürfe. Vorweggenommen, ich schüttelte bis zum Schluss der 12 Wochen niemandem die Hand. Ansonsten verliefen die ersten zwei Wochen noch verhältnismässig normal. Ich absolvierte alle allgemeinen Einführungsveranstaltungen und erhielt so einen spannenden Einblick in die Anatomie des Hörens, medizinische Ursachen von Hörverlust, verschiedene Arten von Hörgeräten und auch wirtschaftliche Aspekte des Unternehmens. Die offizielle Führung durch die Produktion fiel jedoch aus, weil zu Beginn noch um jeden Preis die Produktion geschützt werden sollte, damit diese am Laufen

gehalten werden konnte. Da die Prozessentwicklung sehr eng mit der Produktion zusammenarbeitet, konnte ich doch bald schon mal in das Produktionsgebäude hineinschauen.

Mein Team befand sich zu meiner Ankunft gerade mitten in einer Kolloquium Serie über Statistik. Da bin ich auch gleich quer miteingestiegen und konnte einiges theoretisches über «Measurment System Analysis (MSA)» und «Design of Experiment (DoE)» lernen. Ein paar Aspekte davon konnte ich dann tatsächlich gleich anwenden. Ich wurde in das Projekt zur Charakterisierung der Anlage zur Beschichtung von Elektroniken involviert. Das begleitete mich durch alle 12 Wochen hindurch und wird es dann auch noch bis ans Ende meiner sechs Monate tun. Nebenbei hatte ich sogar die Gelegenheit, Löten zu üben und dabei gleich noch meine Hand-Augen-Koordination unter dem Mikroskop zu trainieren.

In der zweiten Woche bin ich sogar noch in den Genuss gekommen, von den Sportangeboten der Sonova zu profitieren. Ich habe eine Yoga-Lektion über den Mittag besucht. Das erste und letzte Mal. Ich erlebte sogar noch selbst, wie gross das Angebot in der Mensa normalerweise wäre und wie viele Leute eigentlich dort wären. Das änderte sich dann schlagartig.

Verlust sämtlicher Normalität

Mit dem Ausruf der ausserordentlichen Lage vom Bundesrat wurde zuerst Schichtbetreib für die Mittagspause eingeführt, damit keine Durchmischung zwischen den Mitarbeitern in den verschiedenen Gebäuden entstand. Dann aber mit dem Beschluss des Bundesrats zum Lockdown musste auch die Sonova stärker reagieren. Da Hörgeräte nicht gänzlich systemrelevant sind, wurde das Geschäft ziemlich heruntergefahren. Es wurde die Weisung erlassen, so viel wie möglich im Home-Office zu arbeiten. Dazu wurden alle Mittarbeiter in zwei Teams eingeteilt, nämlich in ein Team A und in ein Team B. Die Idee dabei war, dass es keine Berührungspunkte zwischen diesen zwei Teams gibt und sich das Virus so nur begrenzt ausbreiten könnte. Daher wurde ein komplizierter Zyklus kreiert, indem immer zwei Tage das eine Team vor Ort arbeiten durfte und das andere von zu Hause aus. Die Periodendauer dieses Zyklus betrug einen ganzen Monat.

Dadurch mussten sich viele, mich inklusive, möglichst schnell noch von der IT einen Laptop organisieren, damit man überhaupt im Home-Office arbeiten konnte. Auf dem Nachhauseweg sah man sogar viele mit einem Bildschirm unter dem Arm, um sich ihr Home-Office angenehm einzurichten. In der Zeit konnte ich vielleicht eine halbe Woche vorausplanen, weil so viele Neuerungen in sehr kurzer Zeit eingeführt wurden. Der Schichtbetrieb in der Mensa wurde schon nach einer Woche wieder aufgegeben, da durch die Verschiebung der meisten Leute ins Home-Office auch der Andrang deutlich nachliess. Schnell wurde auch dreiviertel der Sitzgelegenheiten entfernt, damit das «social distancing» eingehalten wurde.

Schon bald realisierte die Geschäftsführung, dass die Verkaufszahlen stark sanken und dass die Firma beginnen sollte Geld zu sparen. Dementsprechend wurde abgeklärt, wie viel jeder Mitarbeitende noch zu tun hatte und so neue Pensen eingeführt, mit denen dann Kurzarbeit eingereicht wurde. Die Produktion wurde auf 20% runtergesetzt und lief von nun an nur noch von Dienstag bis Donnerstag. Montags und freitags ähnelte die Produktion einer Geisterstätte, so wenig Leute waren dort noch anzutreffen. In dieser Zeit bekam ich dann doch noch eine private Führung durch die Produktion. Ich fand es sehr beeindruckend, wie viele Maschinen dort standen. Besonders beeindruckte mich, wie unglaublich schnell und präzise diese Maschinen arbeiten. Von der Einführung der Kurzarbeit war ich tatsächlich auch persönlich betroffen. Mein Pensum wurde auf 80% reduziert. Ganz unglücklich war ich darüber nicht, denn es verschaffte mir etwas mehr Zeit, an meiner Bachelorarbeit zu schreiben. Leider hiess das aber auch, dass Projekte mit niedriger Priorität nicht weiterverfolgt werden durften. Dieser Priorisierung fiel unter anderem unser Statistik Kolloquium zum Opfer und wurde auf eine unbestimmte Zeit vertagt. Es forderte auch andere Opfer. So durfte ich die Korrosionsmessungen, für welche ich fleissig Löten geübt hatte, doch nicht durchführen. Als Ersatz fanden sich aber andere, etwas relevantere Versuche, die ich übernehmen konnte.

Zum Schutz von Stellen, welche erst spät in der Herstellung eines Hörgeräts

gelötet werden, wird ein UV-aushärtender Lack aufgetragen. Da es aber Auftragungsstellen gibt, die möglicherweise in Schattenzonen liegen, musste ich überprüfen, ob der Lack auch durch die Sekundärhärtung, durch Luftfeuchtigkeit aushärtet. Dazu führte ich sowohl «Differential Scanning Calorimetry (DSC)» als auch «Dielectric Analysis (DEA)» Messungen durch. Meine Freude war unermesslich, eine Materialcharakterisierungsmethode zu verwenden, die ich im Studium kennen gelernt hatte. Fairerweise muss ich zugeben, dass mir viele Konzepte und Methoden aus dem Studium durchaus geholfen haben, den Hintergrund meiner Arbeit zu verstehen und die Resultate zu hinterfragen.

Erreichen der neuen Normalität

Als es dann nicht mehr wöchentliche Pressekonferenzen des Bundesrats zur Verkündung neuer Massnahmen gab, wurden auch bei Sonova deutlich weniger Änderungen vorgenommen und man könnte schon fast behaupten, es hatte sich eine neue Normalität in der Krise eingestellt. In mir sträubte sich jedoch alles, diese als Normalität zu akzeptieren. Es gab die grosse Frustration, in der ich mit der Einschränkung der sozialen Kontakte sehr unglücklich war. Das hat sich negativ auf meinen Enthusiasmus bei er Arbeit ausgewirkt. Hingegen war es doch recht angenehm, dass viel weniger Leute unterwegs waren. Die Hälfte der Woche, in der man noch ins Geschäft gehen durfte, hatte ich sehr viel Platz für mich im ÖV, in der Mensa war es schön ruhig und man musste kaum anstehen. Kurz, es gab nicht nur Nachteile. Auch gewöhnte ich mich an den Wechsel zwischen Home-Office und dem Arbeiten im Büro/Labor. Ich konnte auch Versuche von den wenigen anderen im selben Home-Office Team übernehmen. Das beinhaltete unter anderem das Anfertigen von unzähligen Schliffen von in-Ohr-Hörgeräten. Vierzig ist vielleicht nicht gerade eine Zahl, die allgemein in die Grössenordnung von «unzählbar» fällt, bei Schliffen nimmt es aber doch viel Zeit in Anspruch. Besonders musste in meinem Fall erst viel Material abgetragen werden. Damit habe ich

vermutlich einen Rekord für die meisten Schliffe in sehr kurzer Zeit aufgestellt. Die Zeit im Home-Office konnte ich gut mit der Auswertung der Messungen für die Elektronikbeschichtungen und dem Schreiben eines Berichtes zur Validation dieses Prozesses nutzen. Dank dem Einrichten einer digitalen Znünipause konnte ich doch das gesamte Team ein Bisschen kennen lernen. Zum Schluss wurde sogar Maskenpflicht am Arbeitsort eingeführt, um eine Rückkehr ins Büro für möglichst viele Leute zu ermöglichen. Dadurch habe ich Leute, die ich vorher nur digital kannte, auch noch in Wirklichkeit getroffen. Dann begann ich wieder mehr als 50% im Geschäft zu arbeiten.

Generelle Erkenntnis

Entgegen allen Klischees gegenüber Praktika habe ich in den zwölf Wochen nie jemandem Kaffee gebracht. Interessanterweise auch nicht, wenn ich es anbot. War das nun ein Praktikum? Ich lernte auf jeden Fall viel und gewann Einblicke, die mir bei Entscheidungen im Bezug auf meine weitere berufliche Laufbahn bestimmt weiter helfen werden.

Grundsätzlich hat mir die Arbeit in der Prozessentwicklung bei Sonova sehr gefallen. Es waren spannende, abwechslungsreiche Arbeiten und eine gute Mischung aus praktischen Aufgaben und Arbeit am Computer. Auch die offene und kollegiale Umgangsform in der ganzen Sonova und besonders in meinem Team schufen eine Atmosphäre, in der ich mich sehr wohl fühlte. Im Vergleich zum Studium vermisste ich etwas die grosse Flexibilität. Dass hingegen nach Feierabend die Arbeit bis zum nächsten Tag nicht weiterverfolgt werden musste, genoss ich sehr. Besonders im Gegensatz zum Studium, in welchem man eigentlich immer mehr tun sollte oder zumindest tun könnte. Ich kann mir gut vorstellen, nach meinem Masterstudium zur Prozessentwicklung bei Sonova zurückzukehren, möchte aber vorher noch Erfahrungen in anderen Branchen und Bereichen sammeln.

«Frühlings»-Zeit

von **Maxim Vovk**

Im Garten blühn' die Tulpen hübsch,
man hört die Bienen summen.
April jedoch hat uns getäuscht,
veräppelt wie die Dummen.

Laut einem Spruch gilt für April,
er mache, was er wolle:
Anstell' des leckeren Sommergrills
kamen Socken aus Baumwolle.

Es scheint, als steckten COVID und
April unter einer Decke
und wollten, dass wir all' gesund
zuhause uns verstecken.

Doch haben sich bestimmt gefreut
die Wintersport-Athleten:
Dank Wetter rasten sie erneut,
bergabwärts wie Raketen.

Die Tapferen haben es versucht,
ihren Körper abzuschrecken.
Sie badeten im See und schafften's,
dabei nicht zu verrecken.

Bald kommt auch schon die Sommerzeit.
Sie wird uns motivieren,
sehr nett und hilfsbereit zu sein
und andere zu inspirieren!

Zeit

Become Part of the Story.

Bei uns entstehen aus innovativen Ideen marktfähige Lösungen.

Sara Olibet, R&D MEMS Engineer

Wollen Sie in neuen Dimensionen denken und Massstäbe mit höchster technischer Intelligenz setzen? Dann sind Sie hier richtig. Bei Sensirion erbringen innovative Persönlichkeiten Spitzenleistungen. Wir denken ebenso quer wie fundiert, überschreiten Grenzen und antizipieren Bedürfnisse.

Mit Expertise, Leidenschaft und aus Überzeugung. Gemeinsam arbeiten wir an den Technologien von morgen, treiben neue Entwicklungen voran und bewirken damit nachhaltige Veränderungen.

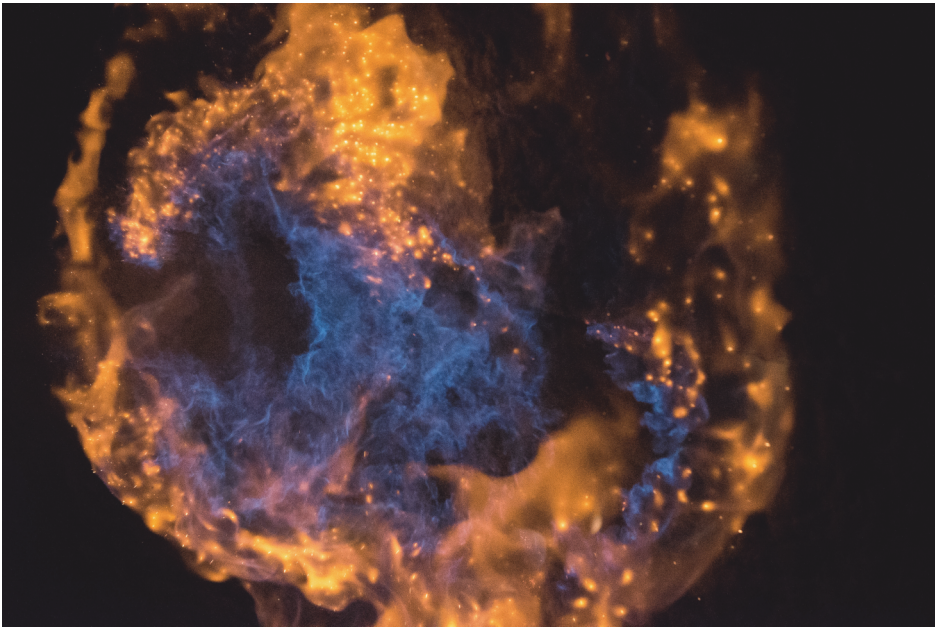
Schreiben Sie Ihre eigenen Kapitel der Sensirion Erfolgsgeschichte.

www.sensirion.com/career

SENSIRION
THE SENSOR COMPANY

Warum geht die Zeit vorwärts?

von **Stefan Schären**



Stellen Sie sich ein Video vor, und zwar von einem Gummiball. Der Ball ist perfekt elastisch und ist gerade dabei, einem starren Untergrund entgegenzufallen. Durch ein Vakuum, wohlverstanden. Er trifft den Boden und wird reflektiert. Kein Ton, keine Wärme, keine Vibration, ja nicht einmal eine Delle. Und der Ball segelt gegen oben, nur um abermals von der Gravitation zurückgeholt zu werden. Sprung für Sprung, immer gleich. Sie beginnen sich bereits zu langweilen, da fragt plötzlich Ihr vierdimensionaler Mitbewohner Gerdeltrud: «Wieso schaust du dir das Video rückwärts an?» Peinlich berührt klicken Sie auf das nächste Gummiballvideo. Auch hier hüpft der Ball auf der Stelle – diesmal jedoch in einer erdähnlichen Atmosphäre. Er macht einen Ton mit jedem Aufprall, schlägt Dellen in den Boden

und mit jedem Hüpfer wird der Hupf kleiner. «Aus deiner Sicht schon», sagt Gerdeltrud. Sie entgegnen: «Hier geht die Zeit definitiv vorwärts!»
Die Zeit ist dafür verantwortlich, den Raum in sinnvoller Weise zu verändern. Objekte bewegen sich graduierlich, Subjekte denken stringente Gedanken und Artikel folgen von oben gegen unten einer nachvollziehbaren Struktur. Was ist eigentlich Entropie? Hierzu gibt es verschiedene Definitionen, doch folgen wir der Einfachheit halber Boltzmanns Lehren. Diese besagen, dass ein System jeweils zwei Betrachtungsweisen bietet: Die mikro- und die makroskopische. Man nehme als Beispiel die Luft: Im mikroskopischen Bilde betrachtet man die einzelnen Gasmoleküle und studiert, wie sich diese bewegen und miteinander interagieren. Dagegen fragt man im Makroskopischen nach der Luft als Ganzes: Wie heiss ist sie, wohin weht der Wind und sprengt's den Veloreifen beim nächsten Pumper? Es ist einleuchtend, dass die makroskopischen Eigenschaften der Luft aus den mikroskopischen Bewegungen der Teilchen hervorgehen. Ein intuitiver Denker könnte ebenfalls erkennen, dass ein System mehr mikroskopische als makroskopische Zustände hat. Daraus lässt sich nun schliessen, dass mehrere mikroskopische Zustände zu denselben makroskopischen Eigenschaften führen. Die Entropie beschreibt nun die «Vielfältigkeit» eines makroskopischen Zustands. Je höher die Entropie, desto mehr mikroskopische Arrangements gibt es, die zu den gleichen Eigenschaften führen. Folge: Je höher die Entropie, desto wahrscheinlicher der Zustand. Als simple Analogie könnte man sich die Entropie als probabilistische Breite der Zustandstrajektorie im hamiltonschen Phasenraum, folgend der Viele-Welten-Interpretation, vorstellen. Die wichtigste Erkenntnis am Ganzen: Der Zustand höchster Entropie ist der wahrscheinlichste, und auf lange Sicht somit der stabilste. Ebenfalls tendieren Systeme mit tiefer Entropie (unwahrscheinlich) zu System mit hoher Entropie zu werden (wahrscheinlich): Diese Erkenntnis begründet den zweiten Grundsatz der Thermodynamik und gilt weithin – fälschlicherweise – als unumstössliches Prinzip. Wohlverstanden, dieser

Grundsatz ist sehr verlässlich und hat manchem Erfinder die Hoffnung auf eine unerschöpfliche Energiequelle zerschmettert; dennoch basiert die Regel auf Wahrscheinlichkeitsrechnungen und könnte mit viel Glück umgangen werden.

Sie finden es schwierig, mit Ihrem vierdimensionalen Mitbewohner Gerdeltrud ein sinnvolles Gespräch zu führen. Sie scheinen aneinander vorbeizureden, und manchmal meinen Sie sogar, durch diese Konversationen förmlich dümmer zu werden. Doch interessant sind diese immer. Beispielsweise jetzt: Gerdeltrud präsentiert Ihnen stolz einen luftdichten Glaskasten, gefüllt mit rötlichem Gas. Wobei gefüllt wohl das falsche Wort ist: Das Gas schwebt als kompakter, dichter Klumpen in der Mitte der Vitrine. «Was wird geschehen?», fragt Gerdeltrud. Darüber müssen Sie nicht lange nachdenken. «Das Gas wird sich ausbreiten.» Zufrieden nickt Gerdeltrud, und tatsächlich: Der rote Nebel dehnt sich wirrend und irrend in den Raum aus.

Der Mensch hat ein intuitives Verständnis für den Richtungssinn der Zeit. Doch ist dieser Sinn menschlicher Natur oder ein allgemeines Prinzip? Zwei Asteroiden fliegen durch das All, mit spiegelglatter Oberfläche. Nach zigtausenden von Jahren kollidieren sie zufälligerweise und kommen von ihrem Kurs ab. Jetzt haben beide Asteroiden eine Delle – eine Erinnerung an ihre Kollision. Intuitiv stimmt dieser Ablauf; als Gedankenexperiment könnte man ihn aber umkehren. Dann flögen zwei Asteroiden durch das All, jeweils mit einer Delle. Plötzlich treffen sie aufeinander, und die zufälligen atomaren Vibrationen im Gestein stimmen genau, so dass sich die Dellen ausbeulen und den anderen Asteroiden jeweils wegstossen. Dieser Ablauf verletzt keine Gesetze der Kinetik, doch wirkt er mit unserem Verständnis der Welt sehr zufällig. Schon fast wie eine Prophezeiung: Die Beulen in den Asteroiden haben vorausgesagt, dass sie in ferner Zukunft miteinander kollidieren werden. Dieses Gedankenexperiment lässt sich mit dem Konzept von Korrelationen besser verstehen: In der Vorwärtsrichtung treffen zwei glatte Asteroiden zusammen und haben von da an eine Beule als Andenken –

zwischen ihnen ist eine Korrelation entstanden. In der Rückwärtsrichtung sind die beiden Asteroiden bereits korreliert, da beide ein Indiz auf ein zukünftiges Zusammentreffen haben. Treffen sie dann zusammen, wird diese gegenseitige Erinnerung ausradiert und die Korrelation ist aufgehoben. In der Vorwärtsrichtung der Zeit entstehen zum einen Korrelationen, zum andern erhöht sich die Entropie. In der Rückwärtsrichtung erniedrigt sich die Entropie und Korrelationen vergehen.

Sie und Gerdeltrud liegen draussen im Garten. Es ist eine warme, wolkenlose Nacht und gemeinsam betrachten Sie den Sternenhimmel. Sie erinnern sich an einen Zeitungsartikel und meinen: «Ich habe einmal gelesen, Sterne und Galaxien entfernen sich immer weiter voneinander.» «Im Moment zumindest», konterte Gerdeltrud. Sie stutzen. «Im Moment? Wohl eher seit vierzehn Milliarden Jahren. Seit dem Urknall, und vor dem gab es keine anderen Momente.» «Ansichtssache. Vielleicht hat der Urknall keine Vergangenheit, sehr wohl aber zwei Zukünfte.» Sie seufzen – das scheint wieder eine dieser unverständlichen Gespräche zu sein.

Henri Poincaré ist ein schwedischer Mathematiker und lebte zwischen 1854 und 1912. Er untersuchte unter anderem das Dreikörperproblem, wobei er den Wiederkehrsatz aufgestellt hat: In einem dynamischen System, das eine endliche Zahl an möglichen Zuständen aufweist, wird der Startzustand auf langen Zeitskalen beliebig oft durchlaufen. Man betrachte als Beispiel einen Glaskasten mit rotem Gas, konzentriert in der Mitte. Auf kurzen Zeitskalen wird sich das Gas ausdehnen. Auf langen Zeitskalen bleibt es ausgedehnt. Doch gemäss dem Poincaréschen Wiederkehrsatz wird sich das Gas irgendeinmal wieder in der Mitte des Kastens konzentrieren. Würde man die Entropie dieser Vitrine gegen die Zeit auftragen, könnte das wie folgt aussehen:

Meistens ist das Gas im hochentropischen, also dem wahrscheinlichsten, Zustand. Da das System jedoch den Gesetzen des Zufalls folgt, kann es manchmal zu Abweichungen kommen. Die Beobachtung, Entropie müsse steigen, entsteht erst, wenn die Messung während einer Abweichung beginnt.

Die Zeit ist nicht wirklich eine Richtung, sondern eher eine Koordinate. Der Zeitpunkt ist nötig, um ein Geschehnis im Universum zu lokalisieren – der Standort allein reicht nicht. So gesehen könnte man sich das Universum als starres Konstrukt in der Raumzeit vorstellen; und Menschen als Dinge im Universum, die sich nur in eine Richtung der Zeit erinnern können. Doch weshalb erinnert man sich nicht an die Zukunft? Der Grund dafür liegt im Zusammenhang zwischen Entropie, Information und Korrelation. Ein möglicher Ursprung für das Zeitempfinden liegt darin, dass Information nicht zerstört werden kann. Doch, stimmt das? Ein gescheiter Kopf könnte dagegenhalten: «Was, wenn ich ein Buch verbrenne?» Nun, mein Gescheiter Kopf: Wenn man ein Buch verbrennt, wird Tinte und Papier zu Gasen umgesetzt, wobei Wärme entsteht; mit unserem momentanen Wissen über die Welt scheint der Inhalt also tatsächlich verloren. Kehrt man in diesem Prozess jedoch die Zeit um, geschieht etwas Wundersames: Die Moleküle in der Luft und Asche bewegen sich genau so, dass sie aufeinandertreffen und sich miteinander verbinden, wodurch allmählich ein beschriebenes Buch aufgebaut wird. Die Umgebung eines verbrannten Buches beinhaltet also alle Informationen, um auf den Inhalt der Schrift zurückzuschliessen. Für einen Menschen ist das jedoch sehr schwierig: Wärme hat im Gegensatz zu einem Buch eine viel höhere Entropie – makroskopische Messungen an der Wärme geben also wenig Aufschluss auf die nötigen mikroskopischen Informationen.

Entropie könnte man also ebenfalls als Mass verstehen, wie gut ein System Information vor dem makroskopischen Auge verdecken kann. In Systemen mit tiefer Entropie (e.g. ein beschriebenes Buch) sind die mikro- und makroskopischen Welten für uns verständlich miteinander verflochten. In Systemen mit hoher Entropie (e.g. Asche und Wärme) wirken die mikro- und makroskopischen Welten zusammenhangslos.

Sie atmen tief aus und schauen frustriert vom Artikel auf. «Geht das denn

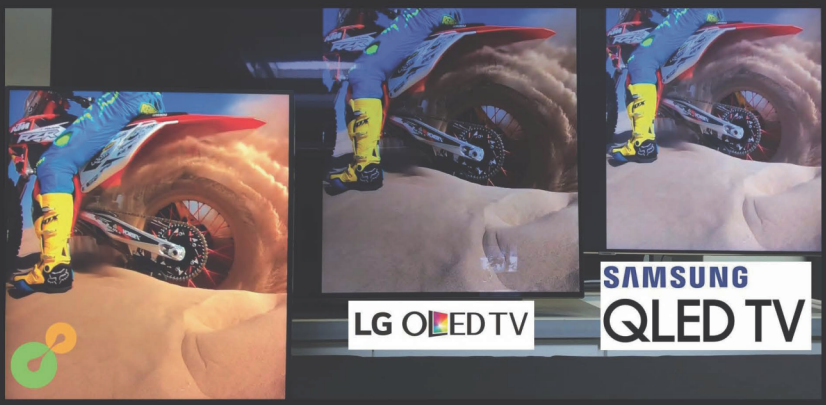
irgendwo hin?», fragen Sie Gerdeltrud. Als vierdimensionaler Mitbewohner weiss sie bereits, wovon der Artikel handelt. «Wir nähern uns dem Ende», erwidert sie. «Soll ich es dir zeigen?» Sie nicken. Also reicht Ihnen Gerdeltrud die Hand. Und plötzlich erkennen Sie es:

Informationen, Entropie, Zeit – sie alle hängen zusammen! Protonen fusionieren in der Sonne und erzeugen Licht, die Lichtstrahlen berühren die Blätter eines Baumes, ein Apfel wächst und wird gegessen, eine Erinnerung entsteht und wirkt inspirierend, Sport wird betrieben und es wird geschwitzt, Hitze entsteht und Luftmoleküle verlassen den Bann der Erde, hinaus ins All. Die simple Information «Ein Proton ist fusioniert» breitet sich mit der Zeit im Universum aus und wird zur Unkenntlichkeit verwischt, aber dennoch nie vernichtet. Informationen fliessen von tiefer Entropie zur hohen; sie breiten sich aus, vom Konkreten zum Intrikaten; sie hüpfen von System zu System. Und der menschliche Geist, auch ein System mit Entropie, ist eine weitere Schale auf dem Fluss der Informationen. Die simplen, niederentropischen Zustände der Vergangenheit werden vom menschlichen Geist verschluckt; und der Zustand des menschlichen Geists verliert sich in den höheren Entropien der Zukunft.

«Das Universum wandelt und wendet sich», erklärt Gerdeltrud und führt Sie entlang der Zeit. «Es wird mal grösser, mal wird es kleiner. Meistens ist es Nichts. Und manchmal», Sie bleiben vor einem gleissenden Punkt im All stehen, «ist es alles. Ein Punkt mit absoluter Ordnung. Das Ende der Vergangenheit, doch die Geburt zweier Zukünfte.» Sie nicken langsam und glauben zu verstehen: «Dem Universum ist egal, was mit der Entropie geschieht. Einem intelligenten Wesen jedoch nicht; wir leben stets von der Ordnung her ins Chaos; egal, ob nach vorn oder hinten.» Zufrieden lächelt Gerdeltrud und Sie kehren ins Hier und Jetzt zurück. «Doch eine Frage bleibt», sagen Sie. «Was nützt mir dieses Wissen?» «Nichts.» «Aha.»

Avantama AG
https://avantama.com
jobs@avantama.com

avantama®



Internships, full time positions for material scientists!

Materials for a bright and efficient future

Time to Play a Game

von **Aline Maillard**

Due to home office and online lectures I was able to “save” about 1 hour a day I would normally have spent commuting. This hour often ended up spent with friends online. Recently, I got invited to an online version of “Chinese Whispers”. In German it is called “Stille Post” but I knew it as “Telefon-Chetti”.

The version I played was a browser game that required nothing more but an internet connection. You can find it on "**www.garticphone.com**" It is available in a various amount of languages and quite easy to understand.

You can play with up to 14 people. There are some pre-set game modes, two of them being “speed run” or “no rush” but you can add some custom settings if you feel like it. We played without time limitations since all of us played the game for the first time.

It was quite a blast from the past. The first step was to write something. It could be anything from “swimming with horses” to “a bee is doing a front flip”. Afterwards your sentence will be sent to another player and you will get the sentence from somebody else. You have to draw the sentence you received. This will then be forwarded to the next person, who then must try to formulate what the drawing depicts and so on. I’m sure you get the idea of the game.
In the end, all different “chains” of steadily escalating ridiculousness will be displayed (you get a nice downloadable gif). You can even let a computer voice read out the sentences which makes it even funnier. In our case, “swimming with horses” ended up as “fighting a pig” and the lovely bee doing a front flip ended up as a whole bee circus.

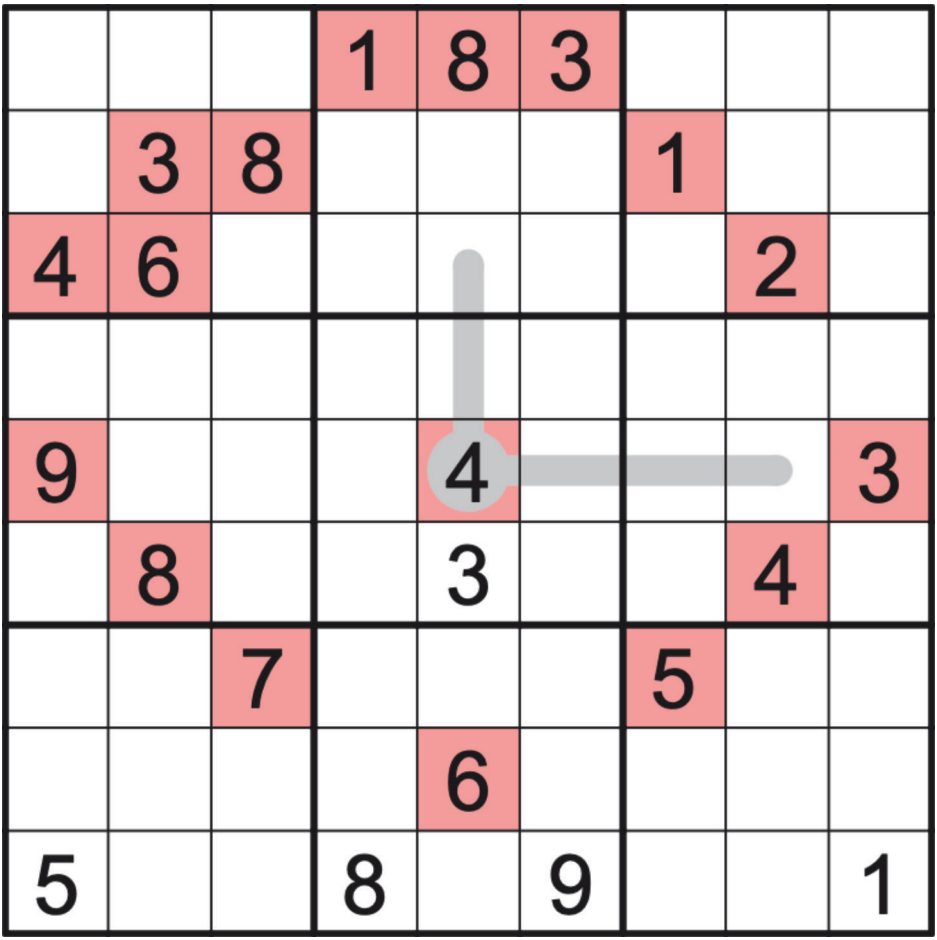
I’m not exaggerating when I’m saying that I laughed tears. It was a great and hilarious evening.

Zeit

Times Sudoku

von **Jonas Weber**

Es gelten die üblichen Sudoku Regeln.
Zusätzliche Regeln:
Die Ziffern auf einem Thermometer müssen von Kreisende strikt aufsteigen.
Die Lösung findest du auf der letzten Seite.



Das Zwillingsparadoxon, das eigentlich gar nicht paradox ist

von **Evamaria Fuchs**

Wenn wir über Zeit reden, kommen wir nicht darum herum, uns auch mit der speziellen Relativitätstheorie zu befassen. Denn wie wir alle wahrscheinlich schon öfter gehört haben, ist Zeit nicht absolut, sondern relativ.

Das klingt schön. Mit dieser Aussage kann man sich richtig schlau und gebildet fühlen. Aber was bedeutet es genau? Fangen wir von Grund auf an:

Im Jahr 1905 formulierte Albert Einstein die folgenden zwei Postulate:

1. Die Gesetze der Physik haben in allen Inertialsystemen die gleiche Form
2. Das Licht breitet sich im Vakuum in allen Inertialsystemen, unabhängig von der Geschwindigkeit des Beobachters und der Lichtquelle, stets mit der Lichtgeschwindigkeit c aus (299 792 458 m/s)

Klingt an sich eigentlich ganz harmlos, aber die Konsequenzen für unsere Vorstellung von Zeit sind beträchtlich. Scheinbar einfache Konzepte werden plötzlich kompliziert. Nehmen wir zum Beispiel die Gleichzeitigkeit: Zwei Ereignisse sind gleichzeitig, wenn sie zum selben Zeitpunkt stattfinden. Simpel, mag man jetzt sagen. Sieht man die beiden Ereignisse zur gleichen Zeit, sind sie also gleichzeitig. Finden die Ereignisse beide am selben Ort statt, gibt es mit dieser Definition keine Probleme. Sind sie jedoch weiter voneinander entfernt, ändert sich das. Da sich das Licht mit einer fixen Geschwindigkeit ausbreitet, braucht es eine gewisse Zeit, bis es beim Beobachter ankommt und der Beobachter also dieses Ereignis sieht. Diese Zeit ist abhängig von der Distanz. Befindet sich der Beobachter also näher bei Ereignis A als bei Ereignis B, sieht er A zuerst, für ihn sind sie also nicht mehr gleichzeitig. Dasselbe gilt, wenn der Beobachter sich mit einer konstanten Geschwindigkeit relativ zu den Ereignissen bewegt: Auch dann kommen die Lichtblitze der Ereignisse nicht zur selben Zeit bei ihm an, obwohl sie in einem anderen System gleichzeitig passiert sind. Also wie bestimmt man nun, welches Bezugssystem das richtige ist? Die Antwort ist sowohl einfach wie auch unbefriedigend: Gar nicht. Denn aus dem ersten Postulat folgt, dass sich die Gesetze der Physik immer gleich verhalten, so lange sich ein System mit konstanter Geschwindigkeit bewegt. Es gibt darum keinen Weg festzustellen, ob

sich jetzt der Beobachter an den Ereignissen oder die Ereignisse am Beobachter vorbeibewegen, also wessen Zeit man als Standard festlegen müsste.

Daraus folgt nach ein paar Überlegungen, dass Uhren in einem bewegten System aus der Sicht eines dazu unbewegten Beobachters langsamer laufen. Das lässt sich am einfachsten anhand des Prinzips einer bewegten Lichtuhr erklären. Diese besteht aus zwei parallelen Spiegeln mit fixiertem Abstand, zwischen denen ein Lichtstrahl hin und her reflektiert wird. Das Auftreffen des Strahls auf den Spiegeln wird zur Zeitmessung verwendet. Im Bezugssystem, in dem sich die Lichtuhr nicht bewegt, läuft der Lichtstrahl gerade von einem Spiegel zum anderen. Beobachtet aus einem sich relativ zum Uhrensystem bewegten Bezugssystem, bewegen sich aber auch die Spiegel weiter, während das Lichtsignal vom einen zum anderen wandert – für diese schräge Bahn braucht das Licht länger (denn die Lichtgeschwindigkeit passt sich ja bekanntlich nie an), die Uhr läuft also aus diesem Bezugssystem beobachtet langsamer. Dieser Effekt hängt nicht von der verwendeten Uhr ab und wurde mit Atomuhren in Flugzeugen auch schon beobachtet.

So langsam dreht der Kopf wahrscheinlich schon, und das war erst die Einführung. Zeit, eine kleine Zwischenfrage zu klären: Wieso bemerken wir in unserem Alltag von all dem nichts? Sollte meine Uhr nach einer schnellen Zugfahrt nicht nach gehen? Doch, sollte sie, und sie macht es sogar. Einfach nur ein ganz klein wenig; so wenig, dass wir es nicht messen können, geschweige denn bemerken. Wirklich messbar werden die Effekte nur bei sehr hohen Geschwindigkeiten oder grossen Distanzen. Für den Alltag reichen die Gesetze der klassischen Physik also komplett aus.

Aber manchmal tut es ganz gut, das eigene Gehirn etwas herauszufordern; darum machen wir hier ein kleines Gedankenexperiment: Wir stellen uns ein Zwillingspaar vor. Die eine Person fliegt mit einem Raumschiff ins All, die andere bleibt auf der Erde. Nennen wir die beiden Lena und Anna. Nehmen wir des Weiteren an, dass Lenas Raumschiff sehr schnell unterwegs ist, zum Beispiel mit drei Viertel der Lichtgeschwindigkeit. Beim Abschied sind beide 20 Jahre alt. Lena, die Astronautin, fliegt nun zuerst 5 Jahre von der Erde weg, kehrt um und fliegt genau gleichschnell wieder zurück. Hier auf der Erde sind exakt 10 Jahre vergangen. Anna ist nun 30 Jahre alt. Wie wir aber weiter oben gesehen haben, laufen bewegte Uhren langsamer. Das gilt auch für Lenas biologische Uhr, ihr Körper ist erst knapp 27. Auch dieser Effekt ist bewiesen: Menschen so stark zu

beschleunigen wäre allerdings etwas schwierig, aber mit gewissen Teilchen, zum Beispiel Myonen, geht das ganz gut. Nach einer gewissen Zeit zerfallen diese, und zwar geht das tatsächlich länger, wenn sie sich schnell bewegen.

Jetzt kommt der scheinbar paradoxe Teil: Wieso können wir das Ganze nicht einfach aus Lenas Bezugssystem im Raumschiff betrachten? Für sie sieht es nämlich auch so aus, als ob sich Anna auf der Erde zuerst sehr schnell entfernen und dann wieder nähern würde. So betrachtet, sollte also Anna jünger sein. Anscheinend ist das aber nicht der Fall, und das bereitet vielen Menschen Kopfzerbrechen. Zur Auflösung dieses scheinbaren Widerspruchs müssen wir die Definition eines Inertialsystems etwas genauer anschauen. Diese besagt nämlich, dass sich ein solches mit konstanter Geschwindigkeit bewegen muss. Annas Raumschiff macht genau das nicht, denn um wieder auf die Erde zurückkehren zu können, muss sie das Raumschiff abbremsen und dann wieder in die andere Richtung beschleunigen. Sobald es sich nicht mehr um ein Inertialsystem handelt, funktioniert die spezielle Relativitätstheorie nicht mehr, wir können die Situation also nicht einfach umdrehen. Genau genommen ist die Erde auch kein Inertialsystem, denn sie dreht sich ja um sich selbst und um die Sonne und die Sonne dreht sich um… Aber die Geschwindigkeitsänderungen des Raumschiffs sind viel grösser, darum kann man das vernachlässigen.

Um die Vorgänge in Nicht-Inertialsystemen zu verstehen, bräuchte man die allgemeine Relativitätstheorie. Die ist aber noch komplizierter und der Text ist schon lang, darum lassen wir das jetzt gut sein.

Foto von Lucas Catellani

Zeit

Traumtagebuch

von **Aline Maillard**

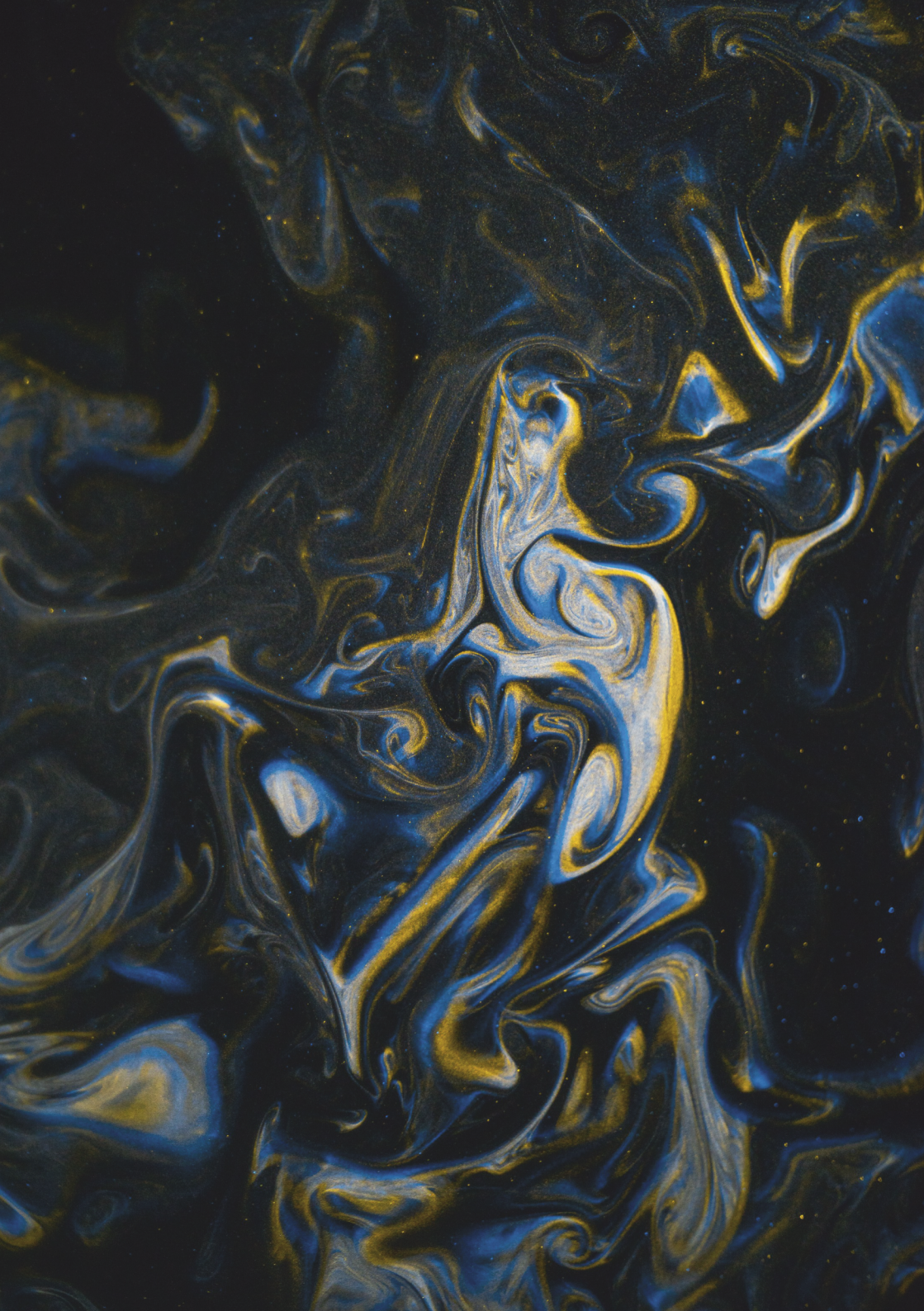
Ich fand es immer beeindruckend, wenn Leute die Ausdauer hatten, regelmässig in ihr Tagebuch zu schreiben. Meine Tagebuch-Phasen waren stets sehr etappenweise. Was ich nun jedoch seit längerem führe, ist ein Traumtagebuch. Nicht, weil ich diese später deuten möchte, oder ich so wunderschöne Dinge träume, sondern, weil ich am nächsten Morgen komplett verstört auf der Bettkante sitze. So brauchte ich nach dem unten aufgeführten Traum 5 Minuten, um mir vor Augen zu führen, dass ich kein Psychopath bin (auch wenn der nachfolgende Traum das etwas in Frage stellt). Ich möchte euch hier den Startschuss meines Tagebuchs vorstellen (Achtung: bitte nicht beim Essen lesen!):

Darth Maul (ja, der Typ von Star Wars) ist in meine Wohnung eingebrochen und steht nun in meiner Küche. Er will mich mit seinem Laserschwert angreifen, ich zücke mein Keramik-Messer (wichtig, es war wirklich mein supertolles, schwarzes Keramik-Messer). Ich steche auf ihn ein, so um die zwanzig Mal. Dann schneide ich ihn in Sushi-grosse Stücke, packe ihn in einen Wäschekorb und laufe runter in den Keller. Dort gebe ich Darth Mauls zerstückeltes Etwas in die Waschmaschine und lasse es bei 60°C Buntwäsche laufen. Ich schaue zu, wie sich die Trommel dreht und es rot-rosa Seifenwasser gibt.

Meine Träume, zumindest die, die ich mir merken kann, sind meistens sehr abstrus, aber nicht immer gleich komplex. So besteht einer meiner Einträge beispielsweise aus:

Mir hat ernsthaft jemand (ich nenne hier jetzt keine Namen) während dem ganzen Traum versucht zu erklären, dass ein Geodreieck 4 Ecken hat.

Falls ihr auch immer mal wieder seltsame Dinge träumt, kann ich euch ein Traumtagebuch sehr ans Herzen legen. Es ist immer mal wieder witzig, was man unterbewusst für „Gugus“ zusammenbastelt.



An open letter to students of Materials Science and Engineering

von Prof. Nicola Spaldin

Dear Materials Science and Engineering Students,

I congratulate you whole-heartedly on your choice of Materials Science and Engineering for your undergraduate studies. You are all a whole lot smarter than I am. When I was at your career stage, I had barely heard of Materials Science. I started out studying Natural Sciences (a bit like our ETH Interdisciplinary Sciences program) at Cambridge University with a focus on Chemistry and Geology, then I moved to the University of California at Berkeley for a PhD in Theoretical Chemistry, and after that to the Applied Physics Department at Yale University for postdoctoral work. It took me quite a while to realize that all the most interesting and important problems are actually in Materials Science and Engineering, and only when I started my independent faculty position at UC Santa Barbara did I find my way to a Materials Department.

So what is so important and interesting about Materials Science and Engineering? Well, you are developing the skills that you'll need to save the world and to define the future of human civilization.

Let's start with the future of human civilization. You might have thought you could leave that to your school-mates who chose to pursue the Arts or Politics, but think again for a minute. From the Stone Age, through the Bronze and Iron Ages, to today's Silicon Age, every era of human history has been named, not for the prevailing culture or system of government, but for the material that dominated the time. And the reason is that every major advance in human civilization was driven by a fundamental development in Materials. Sometimes from an advance in processing, such as the shaping of natural materials such as stone, sometimes from an advance in materials synthesis, for example the smelting of ores to produce metals, and sometimes from increased understanding of structure-

property relationships and device design, such as the discovery of transistor behavior in semiconductors. It's a safe bet that the next era of human civilization will be named after a material, and it's going to be your job to decide which one. Maybe it will be a Polymers age. Or (my personal favorite) a Multiferroics Age. Or a Ceramics Age -- that would be quite fun because we could make jokes about being back in the Stone Age. Or more likely it will be something that we haven't heard of yet, because it hasn't even been imagined.

And that brings us to the saving the world part. In today's Silicon Age, silicon-based transistors form the core of the microelectronics that enable much of our modern way of life. And as we become more and more dependent on information technologies, not just in our computers and smartphones, but also for our transportation and supply networks, banking systems, entertainment industries, and so on, we use increasingly more of our global energy budget to operate them; by some estimates half of the world's energy will be consumed by silicon-based information technologies within a decade! And that is clearly not sustainable. So to achieve sustainable energy solutions and avoid climate catastrophes, we urgently need to develop new device paradigms based on entirely new materials.

If you are not so keen on device physics, you have many other options for using your Materials Science and Engineering skills to save the world. Take a look at the United Nations Sustainable Development Goals, and I challenge you to find one that can be reached without advances in materials! You and your classmates will need to develop new biomaterials to improve human health. You'll need to invent materials for food packaging and preservation to reduce global hunger. You'll make filters that improve water quality, develop building materials for sustainable housing, and promote gender equality with your efficient off-the-grid lighting solutions that allow girls in emerging regions to study and finish their education.

So when your studies feel tough -- when it feels like we expect you to know your way around the periodic table as well as the chemists, to develop the mathematical literacy of the physicists, to hone your design skills to the level of the best engineers, and to learn an infinity of characterization tools and computational methods -- remember, you're getting ready to define the future of human civilization, and to save the world. And that was never going to be easy...

Nicola

Take a GESS!

Hintergrundwissen arabische Welt

2KP

von Philipp Lach

Die Wahl meines GESS-Fachs fiel mir recht leicht, sobald ich die Kursbeschreibung von „Hintergrundwissen arabische Welt“ gelesen hatte. Abgesehen von der Religion Islam und dem Arabischen Frühling wusste ich nur sehr wenig über den arabischen Raum. Dafür wurde in meiner Schulzeit sechs Mal das Thema Mittelalter behandelt, aber darum soll es hier jetzt nicht gehen.

Ich setzte mich also voller Vorfreude um 18 Uhr am Mittwochabend in den Keller des IFW Gebäudes. Die ersten beiden Stunden waren eher philosophischer Natur. Es ging dabei um Fragen wie: Wer ist „Araber“, was ist „arabisch“ und was versteht man unter der „arabischen Welt“. Wie zu erwarten, da ich zuvor das Wort „philosophisch“ verwendet habe, kann man eigentlich keinen der Begriffe definieren. An dem Tag verlies ich den Vorlesungssaal enttäuscht und mit dem Gefühl, keine Erkenntnisse gewonnen zu haben. Rückblickend sollte diese erste Vorlesung wahrscheinlich aber genau verhindern, dass die ETH Studenten, frisch aus der Prüfungssession kommend, wie wild anfangen Menschen und Gebiete klar als arabisch zu definieren.

Wie dem auch sei, ab der zweiten Vorlesung wurde es dann zu meiner Erleichterung historisch. Der Professor behandelte die Geschichte und ihre Geschehen weitgehend chronologisch. Ich möchte nur einen sehr kurzen inhaltlichen Überblick geben:

Es begann mit der arabischen Halbinsel in der vorislamischen Zeit. Araber sind in Stämmen organisiert und befinden sich geographisch zwischen zwei konkurrierenden Grossreichen (Byzantinisches Reich und Persisches Reich), mit denen sie in Kontakt stehen. Mit der Ankunft von Mohammed und der Verbreitung des Islam, steht nicht mehr der Stamm, sondern der Glaube im Vordergrund. Es

folgt die Expansion des Islam und die Islamisierung. Hierbei werden Ansätze gegeben, wie es zu einer solch schnellen Expansion kommen konnte. Weiter werden Themen wie das Osmanische Reich, die Nachkriegsordnung des 2. Weltkrieges und die Dekolonialisierung betrachtet. Als letztes Thema des Semesters wurde der arabische Frühling behandelt. Vor allem gegen Ende des Semesters war es interessant zu sehen, wie sich die politische Landschaft in der arabischen Welt immer wieder verändert hat.

Es ist angenehm dem auffällig wortgewandten Vortrag des Professors zu lauschen. Oftmals kam es mir vor, als würde mein Grossvater mir eine Geschichte erzählen. Allerdings bleibt oft nur wenig Zeit zum entspannten Zuhören, da man damit beschäftigt ist, schnell Notizen zu machen. Die Notizen sind hilfreich für die open-book Prüfung am Ende des Semesters. Da ich dieses GESS-Fach im Lockdown besucht habe, kann ich keine Garantie über das Format der Semesterendprüfung geben. Zusätzlich zu der Vorlesung setzt der Professor voraus, dass man zur Vorbereitung auf die nächste Woche kurze Texte liest, die er auf OLAT zur Verfügung stellt. Meiner Meinung nach kann man aber auch gut das Quiz am Ende des Semesters bestehen, ohne die Texte gelesen zu haben.

Weil der Professor sich im Lockdown dazu entschieden hat die Vorlesung nicht aufzuzeichnen, habe ich insgesamt drei Vorlesungen nicht nachschauen können (Stamm > Vorlesung, ihr wisst wie es ist ;)) und gebe daher diesem, insgesamt doch sehr interessanten, GESS-Fach vier Sterne.

Studium

Sudoku Lösung

von Jonas Weber

2	5	9	1	8	3	4	7	6
7	3	8	6	2	4	1	5	9
4	6	1	5	9	7	3	2	8
3	7	4	9	5	8	6	1	2
9	1	5	2	4	6	7	8	3
6	8	2	7	3	1	9	4	5
8	9	7	3	1	2	5	6	4
1	2	3	4	6	5	8	9	7
5	4	6	8	7	9	2	3	1

impressum

Team & Kontakt

Periodizität: 4x jährlich
Auflage: online
Jahresabonnement: Gratis für Aktivmitglieder des SMW

Chefredaktion
Evamaria Fuchs

Redaktion
Evamaria Fuchs, Aurél Gerber, Dominique Grimm, Aline Maillard, Maxim Vovk, Jonas Weber

Gastautoren
Philipp Lach, Stefan Schären, Prof. Nicola Spaldin

Layout
Lara Wagner, Lucas Catellani

Fotos (ausser speziell erwähnt)
Elena Kropf

Finanzen
Luca Di Falco

Lektorat
Nina Brunschwiler

Inserate
Sensirion, Avantama

Adresse
SMW
Studierende der Materialwissenschaft
Vladimir-Prelog-Weg 2
HCI D291 - Postfach 92
8093 Zürich
www.smw.ethz.ch
materialist@smw.ethz.ch

Der SMW ist ein Teil des Verbandes der Studierenden an der ETH (VSETH).

vseth Fachverein Verband der Studierenden an der ETH

smw Studierende der Materialwissenschaft

© Copyright 2021 SMW. Alle Rechte vorbehalten.

Redaktionsschluss: 23.04.2021.