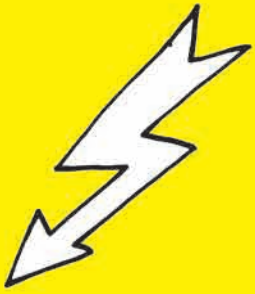
Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

zh
aw

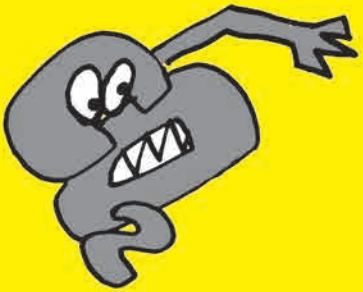
School of Engineering

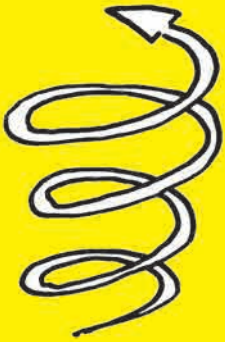
Kinder fragen Experten

Zürcher Fachhochschule www.zhaw.ch/engineering



HE
LP





01

Impressum

Herausgeberin: ZHAW School of Engineering
Gestaltung: Adrian Scherrer
Druck: Neidhart + Schön AG, Zürich
Auflage: 1000 Expl. – Juli 2016

Kinder fragen Experten

Wenn Kinder Fragen stellen, kann das Erwachsene zuweilen in Verlegenheit bringen. Gerade in technischen Zusammenhängen verlangen Kinder anschauliche und leicht verständliche Erklärungen. Dozierende der ZHAW School of Engineering haben diese Herausforderung angenommen und im Fachmagazin «Aktuelle Technik» ein Jahr lang in jeder Ausgabe die brennendsten Kinderfragen beantwortet:

7 Wie funktioniert die Stromleitung?
13 Wie kommt der Strom in die Batterie?
19 Was ist der Treibhauseffekt?
25 Wie kann ein Flugzeug fliegen?
31 Warum klebt der Leim nicht in der Tube?
37 Fahren Autos bald von ganz allein?
43 Wie machen wir Strom aus Sonnenstrahlen?
49 Was sind Strömungen?
55 Wie funktioniert die Tower Bridge?
61 Woher kommt der Regenbogen?
67 Wie entsteht ein Gewitter?
73 Wie funktioniert ein Handy?
79 Wie gross ist das Internet?
84 Fragenkatalog – alle Fragen im Überblick

Wie funktioniert die Stromleitung?

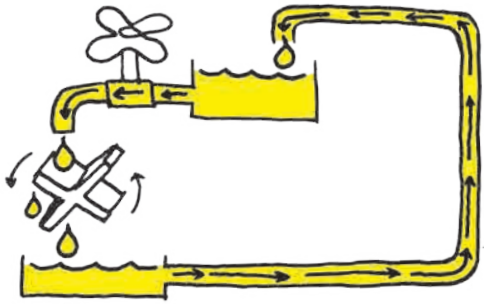
Man kann ihn weder sehen noch hören, riechen oder schmecken, aber fühlen: den elektrischen Strom. Roland Büchi beantwortet uns, wie Strom funktioniert und erklärt ausserdem, was unter künstlicher Intelligenz zu verstehen ist.

Warum funktionieren manche Dinge mit Strom? In unserem Alltag gibt es sehr viele Dinge, die mit Strom funktionieren. Beispiele sind der Spielzeugkran, der Staubsauger, das Radio oder das Licht. Manche anderen Dinge funktionieren wiederum ohne Strom, beispielsweise der Bobbycar, die Chügelibahn, das Würfelspiel oder auch das Spielzeugauto. So mag man sich gerne fragen, weshalb die einen Dinge Strom zum Funktionieren benötigen und weshalb die anderen nicht. Der Schlüssel zur Beantwortung dieser Frage heisst Energie. Immer wenn etwas nicht stillstehen, sondern bewegt werden soll, wird Energie benötigt. Diejenigen Dinge, die sich ohne Strom bewegen können, muss der Mensch selbst bewegen. Das Kind stösst seinen Bobbycar selbst den Weg hinauf, um anschliessend mit ihm wieder herunterzubrausen. Bei der Chügelibahn hebt man selbst die Kugel vom Boden auf und legt sie oben in die Bahn. Den Würfel hebt der Spieler selbst auf und lässt ihn auf den Tisch fallen, und den Federmotor eines Spielzeugautos zieht man selbst auf, sodass es danach für einige Zeit fahren kann. Bei allen Beispielen bringt der Mensch die Energie für die Bewegung eben selbst auf. Sollen sich Dinge bewegen, ohne dass der Mensch selbst für die Bewegung sorgt, übernimmt der Strom die Energiezufuhr. Beim Spielzeugkran beispielsweise versorgt die Batterie den Motor mit Strom, sodass dieser Lasten anheben kann. Beim Staubsauger wird der Motor über das Kabel mit Strom versorgt. Dieser treibt dann einen Ventilator an, der den Staub einsaugt. Das Radio funktioniert ebenfalls mit Strom, der entweder von einer Batterie oder aus der Steckdose kommt.

Das Radio funktioniert ebenfalls mit Strom, der entweder von einer Batterie oder aus der Steckdose kommt. Auch hier gibt es eine Bewegung: der Lautsprecher muss nämlich vibrieren, damit Töne erzeugt werden.

Auch hier gibt es eine Bewegung: der Lautsprecher muss nämlich vibrieren, damit Töne erzeugt werden. Noch etwas spezieller ist es bei Licht. Auch hier benötigt die Glühbirne Strom, um zu leuchten, und auch hier bringt der Strom etwas in Bewegung. Es sind kleinste Teilchen, die für das Auge nicht sichtbar sind und deren Schwingungen für die Beleuchtung sorgen.

Wie funktioniert die Stromleitung? Die Stromleitung können wir am einfachsten mit einer Wasserleitung vergleichen (siehe auch «Was ist eigentlich Strom?» auf Seite 13). Als Gedankenexperiment möchten wir ein Wasserrädchen in Bewegung setzen. Dazu wird Wasser benötigt, das von einem Reservoir stammt. Es fliesst durch die Wasserleitung, aus dem Wasserhahn und schliesslich auf das Wasserrädchen. Dieses wollen wir mit einer Stromleitung vergleichen, über welche ein Elektromotor angetrieben wird. Doch halt: Nur eine Stromleitung alleine genügt nicht, denn um einen Elektromotor anzutreiben, werden zwei Leitungen benötigt, von denen jede in einen eigenen Steckerpol mündet. Ein Stecker hat ja mindestens zwei Steckerpole. So entsteht eben ein Stromkreis mit den zwei Leitungen, denn der Strom fliesst dabei in der einen Leitung zum Elektromotor hin und in der anderen wieder von ihm weg. Wenden wir uns wieder dem Gedankenexperiment der Wasserleitung und dem Wasserrädchen zu: Wenn wir annehmen, dass das Wasser nach dem Durchlauf durch das Wasserrädchen in einem Becken gesammelt wird und von dort über eine zweite Leitung wieder ins Reservoir zurückgepumpt wird, so stimmt der Vergleich wieder. Es gibt zwei Wasserleitungen: eine, um das Wasser zum Wasserrädchen hin-, und eines, um es wieder von diesem weg ins Reservoir zu führen. Der Wasserhahn sorgt dafür, dass das Wasser überhaupt fliessen kann, und genau gleich sorgt der Stromschalter dafür, dass der Strom fliessen kann. Die Wasserpumpe sorgt dafür, dass das Wasser wieder zum Reservoir, also am Ende im Kreis herum fliesst. Mit der



Strom fliesst wie Wasser in der Leitung. Der Wasserhahn funktioniert wie der Stromschalter. Das Wasserrädchen wird in Bewegung gesetzt wie ein Elektromotor.

Wasserpumpe ist das Strom- oder Elektrische Kraftwerk vergleichbar. Es sorgt dafür, dass der Strom fliessen kann. Ist denn jetzt der Strom mit dem Beispiel mit Wasser vergleichbar? Nicht ganz, eigentlich sind in Stromleitungen nicht sichtbare bewegliche Teilchen mit dem Wasser vergleichbar, nämlich sogenannte Elektronen. Wie das Wasser in der Wasserleitung, so sind auch diese in jeder Stromleitung immer vorhanden. Das Wasserrad beziehungsweise der Elektromotor dreht sich erst dann, wenn sich das Wasser durch das Aufdrehen des Wasserhahns bewegt, beziehungsweise wenn sich die Elektronen durch das Einschalten des Schalters bewegen. Analog zum Wasserfluss entsteht so der Elektronenfluss oder umgangssprachlich eben der Stromfluss.

Wie leitet die Klingel das Signal von unten nach oben?
Die Klingel ist oftmals über dem Klingelknopf montiert, und so fragt man sich, wie das denn funktionieren soll, dass der Strom sozusagen aufwärts fliesst. Dazu soll man zuerst den oberen Abschnitt über die Stromleitung lesen. Genau gleich wie dort fliesst der Strom auch hier im Kreis. Physikalisch funktioniert das wieder mit den Elektronen, die zwar wie das Wasser schon in der Leitung vorhanden sind, aber erst durch das in der Ferne liegende Kraftwerk in der Leitung bewegt werden. Das Kraftwerk kann wieder mit der Pumpe verglichen werden, welches das Wasser im Kreis herum pumpt. Der Klingelknopf ist der Schalter, der wieder vergleichbar ist mit dem Wasserhahn. Der Schalter sorgt dafür, dass der Stromkreis geschlossen wird, so dass der Strom fliessen kann. Der ganze Stromkreis besteht also aus den folgenden Elementen: aus dem Kraftwerk, der Stromleitung zum Haus, dem Klingelknopf als Schalter, der Stromleitung zur Klingel hin, der Stromleitung von der Klingel weg sowie der Stromleitung, die wieder zum Kraftwerk hinführt. Bei einer batteriebetriebenen Klingel ersetzt die Batterie das Kraftwerk. Ob sich jetzt die Klingel über, neben oder auch unter

Richtig denken kann ein Roboter nicht. Er kann nur das ausführen, was ihm vorher von einem Informatiker einprogrammiert wurde.

dem Klingelknopf befindet, hat gar keinen Einfluss auf das Funktionieren, da der Strom ja eben im Kreis herum fliesst. Bei der modernen Klingel sorgt der Strom dafür, dass der Lautsprecher in eine Vibration versetzt wird. Genau genommen ist es eine sogenannte runde Membrane, die vibriert. Diese versetzt die Luft selbst auch in eine Vibration. Diese Vibration breitet sich in der Luft aus, und unser Ohr kann sie hören. Diese Ausbreitung der Vibration in der Luft nennt man in der Fachsprache «Schallwelle». Bei den modernen Klingeln können auch ganz verschiedene Melodien eingestellt werden. Ein ganz kleiner Computer, der in der Klingel eingebaut ist, sorgt dann dafür, dass die Membrane in die für die Tonfolge nötigen Vibrationen versetzt wird.

Können Roboter denken? Diese Frage wollen wir anhand eines heute weitverbreiteten Rasenmähroboters beantworten. Richtig denken kann ein solcher Roboter nicht. Er kann nur das ausführen, was ihm vorher von einem Informatiker einprogrammiert wurde (siehe auch «Woher weiss ein Computer, was er machen soll?» auf Seite 79). Wurde er beispielsweise so programmiert, dass er zu einer bestimmten Zeit mit dem Mähen anfangen soll, so wird die einprogrammierte Uhrzeit immer wieder mit der Zeit einer eingebauten Uhr verglichen. Sobald die einprogrammierte Zeit mit der Uhrzeit übereinstimmt, starten der Fahr-Motor zum Vorwärtsfahren und der Mäh-Motor, der die Messer dreht. Die eingebaute Uhr läuft weiter und wird immer wieder mit der einprogrammierten Zeit für die Abschaltung verglichen. Solange diese Zeit noch nicht erreicht ist, fährt und mäht er weiter. Sobald der Rasenmähroboter auf ein Hindernis stösst, löst dieses einen Schalter aus. Dann führt der Roboter einen zuvor einprogrammierten Ablauf aus. Er fährt dann beispielsweise für drei Sekunden rückwärts, dreht sich für drei Sekunden um die eigene Achse und führt dann die Vorwärtsfahrt wieder fort. Stösst er danach immer noch auf das

Prof. Dr. Roland Büchi ist Dozent für Regelungstechnik und Leiter der Abteilung Informatik, Elektrotechnik und Mechatronik an der ZHAW School of Engineering.

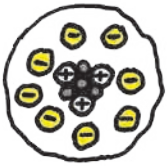
Hindernis, führt er dieses Prozedere noch einmal aus, und zwar so lange, bis er eine Richtung eingeschlagen hat, in der das Hindernis nicht mehr auf seinem Weg liegt. Bei der Rasengrenze wird oftmals ein Kabel in den Boden gelegt. Mit einem speziellen Sensor kann der Rasenmähroboter dieses Kabel erkennen. So wird er dann wieder in das oben beschriebene Prozedere wechseln, und zwar so lange, bis er wieder vom Kabel und damit von der Rasengrenze wegfährt. Wir Menschen denken anders, wir können uns viel kompliziertere Dinge ausdenken. Auch wenn es von aussen den Anschein hat, dass der Rasenmähroboter tatsächlich denkt oder überlegt, welchen Weg er jetzt einschlagen soll, so merkt man bei genauerem Hinsehen, dass er nur ganz wenigen vorher einprogrammierten Mustern folgen kann. So klärt sich auch die Frage, ob denn ein Roboter je so gut denken kann, dass er den Menschen überlegen ist. Auch wenn es heute schon kompliziertere und mit viel mehr einprogrammierten Prozedere ausgestattete Roboter gibt, so können sie doch nie intelligenter werden als der Informatiker, der sie vorher programmiert hat. Dazu gibt es auch einen Fachausdruck, nämlich die sogenannte künstliche Intelligenz.

Wer hat's erfunden? Niemand hat den Strom oder die Elektrizität erfunden, denn das sind Naturphänomene. Den ersten Stromgenerator hat um 1866 der deutsche Ingenieur Werner Siemens entwickelt. Seine «Dynamomaschine» konnte Bewegungsenergie in elektrische Energie umsetzen. Du kennst dieses System vom Dynamo an deinem Fahrrad, der das Drehen des Rades nutzt, um daraus Strom für die Lampe zu erzeugen. Der wohl bedeutendste Erfinder im Bereich der Elektrizität war aber der US-Amerikaner Thomas Edison. Er verbesserte im Jahr 1879 die Glühlampe so, dass sie massentauglich wurde. Ab 1882 wurden Kraftwerke von ihm mit entwickelt, die Strom für die Beleuchtung der Stadt und auch der privaten Haushalte produzierten.

Wie kommt der Strom in die Batterie?

Auf den vorhergehenden Seiten haben wir bereits einiges über Strom erfahren. Martin Winkler erklärt uns nun, was beim elektrischen Strom genau fliesst und was es zum Leiten von Strom braucht.

Was ist eigentlich Strom? Zwar kommt kein Wasser aus der Steckdose, jedoch hilft uns der Vergleich mit einem Fluss ein bisschen (siehe auch «Wie funktioniert die Stromleitung?» auf Seite 8). Denn alles, was uns umgibt, ist aus ganz kleinen Teilchen aufgebaut: Die Luft, die du atmest, das Velo, auf dem du in die Schule fährst oder auch das Znüni-Brot, das du isst und zuletzt auch du selber. Diese winzig kleinen Teilchen nennt man Atome. Auch dein Körper besteht aus ganz vielen Atomen. Und aus was bestehen die Atome? Sie bestehen aus noch kleineren Teilchen: den Elektronen, Protonen und Neutronen. Die halten aber so fest zusammen, dass man sie nicht so einfach auseinander bringt. Was für den Strom wichtig ist, sind die Elektronen. Sie tragen eine negative elektrische Ladung.



Ein Atom besteht aus Elektronen (-) sowie einem Atomkern aus Protonen (+) und Neutronen.

Diese elektrische Ladung kannst du spüren, wenn du einen Weidezaun anfasst, oder wenn du mit der Zunge die Enden einer geladenen Blockbatterie berührst. Es gibt Stoffe, bei denen sind die Elektronen fest an das zugehörige Atom gebunden, und dann gibt es Stoffe, bei denen sind einige Elektronen nicht fest einem Atom zugeordnet. Sie können sich frei zwischen den Atomen bewegen. Dies ist bei den Metallen der Fall.

Man kann also Elektronen in Metallen durch das Metall «hindurchdrücken», genauso wie man Wasser durch eine Wasserleitung drücken kann. Deshalb kann man sagen: Wenn Strom fliesst, dann fliessen Elektronen. Den Druck,

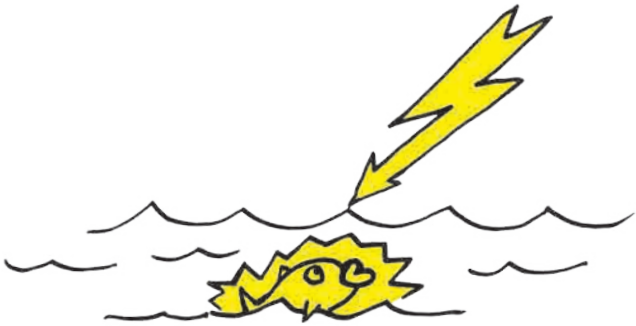
mit dem die Elektronen durch das Metall fliessen, nennt man Spannung. Die Menge an Elektronen, die innerhalb einer bestimmten Zeit durch das Metall fliessen, nennt man Stromstärke.

In Metallen sind die Atome gestapelt wie Orangen auf dem Markt, und sie sind verschiebbar.

Wieso leitet Metall Strom und Holz nicht? Bei den Metallen liegen die Atome alle eng nebeneinander. Man kann sich das vorstellen, wie wenn man Kugeln oder Orangen aufstapelt. Die Elektronen im Metall können sich im Kugelstapel der Atome jedoch frei bewegen. Man nennt diese frei beweglichen Elektronen auch «Elektronengas», weil sie wie Gas überall zwischen den Atomen herumschwirren können. Schliesst man nun an ein Metall eine «Elektronenpumpe» an, man nennt dies eine Strom- oder Spannungsquelle, dann werden die Elektronen durch das Metall gedrückt.

So lange man keine Verbraucher, wie zum Beispiel einen Elektromotor oder eine Glühbirne anschliesst, passiert im Metall nichts, die Elektronen werden durch die Elektronenpumpe nur mit dem Druck der Pumpe zusammengedrückt. Schliesst man aber einen Verbraucher an und führt den Strom wieder zur Stromquelle zurück, dann können die Elektronen durch den Verbraucher wieder zur Stromquelle (der Elektronenpumpe) zurückfliessen. Während sie durch den Motor oder eine Glühbirne fliessen, können sie aufgrund ihres Drucks den Motor antreiben oder die Glühbirne zum Leuchten bringen, so ähnlich wie das Wasser in einer Wassermühle das Wasserrad antreibt.

Bei Holz oder bei Kunststoffen sieht es ganz anders aus: Hier sind die Elektronen in den Atomen fest gebunden und halten die einzelnen Atome zusammen. Teilchen, bei denen die Elektronen die Atome zusammenhalten, nennt man Moleküle. Kunststoffe sind zum Beispiel Riesenmoleküle.



Schliesst man jetzt eine Elektronenpumpe an ein Stück Holz oder Kunststoff an, so wird der Strom nicht weitergeleitet.

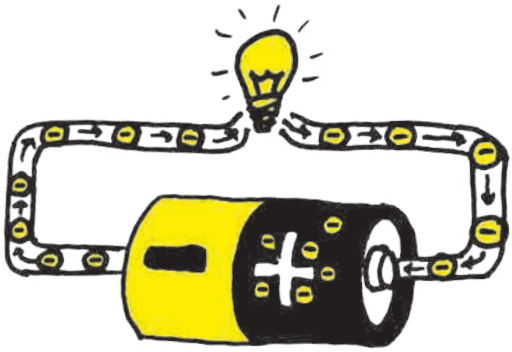
Wieso gibt es einen Stromschlag, wenn Strom mit Wasser in Berührung kommt? Ausser den Elektronen und Protonen gibt es noch andere Teilchen, die eine elektrische Ladung tragen. Manche Stoffe wie Wasser bestehen aus Molekülen. Moleküle leiten den Strom nicht. Daneben gibt es aber auch Teilchen, die eine elektrische Ladung tragen. Solche Teilchen nennt man Ionen. Diese Ionen können positive Ladung oder negative Ladung besitzen. Wenn es in den Atomen innerhalb eines Ions mehr Protonen als Elektronen hat, dann ist das Ion positiv geladen. Wenn die Elektronen in der Überzahl sind, dann ist das Ion negativ geladen. In Wasser hat es normalerweise nur wenige dieser Teilchen. Aber im Wasser aus der Leitung zu Hause sind gelöste Stoffe wie Salz oder Kalk enthalten. Wenn solche Stoffe in Wasser gelöst sind, dann haben sie immer eine positive oder negative Ladung. Sie sind Ionen.

Hält man nun ein Metall ins Wasser, das an eine Stromquelle angeschlossen ist, dann werden die positiven Teilchen im Wasser von den vielen Elektronen im Metall angezogen. Dort nehmen sie, wenn der Elektronendruck hoch genug ist, die Elektronen auf. Auf der anderen Seite fliehen die negativ geladenen Ionen von der negativen Stromquelle. Sie entladen sich an einem positiv geladenen Ort. Das kann ein Kabel im Föhn sein, der ins Wasser fällt, oder auch der Abfluss, der aus Metall ist. Dort werden die Ionen ebenfalls entladen und die Elektronen können dann über komplizierte Wege wieder zur Stromquelle zurückfliessen. Der Stromkreis ist wieder geschlossen.

Unser Körper besteht aus ganz viel Wasser und in unserem Körper gibt es ganz viele verschiedene geladene Teilchen, die in diesem Wasser gelöst sind. Kommt unser Körper nun mit Strom führendem Wasser in Berührung, dann leitet er über diese vielen Ionen den Strom weiter. Problem dabei ist, dass unser Körper auch Strom verwendet, um zum Beispiel dem Herz zu sagen, dass es jetzt schlagen soll. Kommt viel Strom von aussen durch unseren Körper, können diese Stromsignale völlig gestört werden, und wir bekommen einen Stromschlag. Deshalb: Nie die Haare in der Badewanne föhnen oder mit Strom und Wasser gleichzeitig hantieren.

Wie kommt der Strom in die Batterie? Eine Batterie besteht immer aus zwei Kammern, die voneinander getrennt sind. In der einen Kammer befindet sich ein Metall, das in eine Flüssigkeit eintaucht.

Dieses Metall ist so ausgewählt, dass es lieber als positives Ion in der Flüssigkeit herumschwimmen und sich in der Flüssigkeit lösen möchte. Dazu muss es aber seine Elektronen



Schema einer Batterie: Am Minuspol geht Metall in Lösung, am Pluspol lagert es sich an.

Dr. Martin Winkler ist Dozent und Leiter der Forschungsgruppe für polymere Beschichtungen an der ZHAW School of Engineering.

abgeben. Löst sich das Metall in der Flüssigkeit, dann bleiben seine Elektronen im Restmetall zurück. Das Metall lädt sich negativ auf und ist der Minuspol der Batterie.

In der anderen Kammer befindet sich ein Metallstab in einer Lösung aus positiven Metall-Ionen, die lieber wieder Metall wären. Dazu müssen sie aber Elektronen aufnehmen. Sie versuchen nun, diese Elektronen vom Metall, das in die Lösung taucht, zu bekommen, was nicht geht, weil das Metall keine Elektronen zu viel hat. Dies ist der Pluspol der Batterie. Verbindet man nun die beiden Pole mit einem Draht, so können die Elektronen, die am Minuspol zu viel sind, zum Pluspol fliessen. Es fliesst ein Strom, der zum Beispiel eine Lampe betreiben kann. Kommen die Elektronen am Pluspol an, dann lagern sich die gelösten Metall-Ionen aus der Lösung an das Metall an. Sie nehmen die Elektronen auf und werden so selber zu Metall. Das bedeutet: Während eine Batterie betrieben wird, löst sich das eine Metall auf, am anderen lagert sich Metall an.

Dies geht so lange, bis sich das eine Metall aufgelöst hat oder im anderen Raum kein Metallsalz mehr in der Flüssigkeit ist, das sich anlagern könnte. Dann ist die Batterie leer. Da in einer Batterie viele teilweise giftige oder auch wertvolle Metalle und Hilfsstoffe enthalten sind, darf man eine leere Batterie unter keinen Umständen einfach wegwerfen, sondern muss sie extra sammeln und recyceln.

Zahlen und Fakten In der Schweiz werden pro Jahr 120 Millionen Batterien für Geräte verkauft. Leider gelangen davon immer noch zu viele Batterien in den Haushaltskehricht. Dadurch gehen wertvolle Metalle verloren. Hilf mit und bring deine leeren Batterien zur Sammelstelle!

Was ist der Treibhauseffekt?

Es wird immer wärmer auf der Erde. Und diese Veränderung ist hauptsächlich vom Menschen gemacht. Warum das so ist und was wir dagegen machen können, zeigt uns Bettina Furrer.

Was ist der Treibhauseffekt? Der Treibhauseffekt ist zunächst ein natürliches Phänomen. Gemeint ist, dass die Erdatmosphäre wie ein Treibhaus wirkt. Das Sonnenlicht gelangt durch die Atmosphäre auf die Erdoberfläche. Ein Teil dieser Strahlung wird von der Erde aufgenommen und in Form von Wärme wieder an die Atmosphäre abgegeben. Die Treibhausgase nehmen diese Wärme auf und geben sie in alle Richtungen wieder ab. Dies erwärmt die Erdoberfläche und erdnahe Luftschichten. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt würde die mittlere Temperatur auf der Erde etwa minus 18 Grad Celsius betragen.

Die Erdatmosphäre wirkt wie ein Treibhaus. Das Sonnenlicht gelangt durch die Atmosphäre auf die Erdoberfläche. Ein Teil dieser Strahlung wird von der Erde aufgenommen und in Form von Wärme wieder an die Atmosphäre abgegeben. Die Treibhausgase nehmen diese Wärme auf und geben sie in alle Richtungen wieder ab. Dies erwärmt die Erdoberfläche und erdnahe Luftschichten.

Seit der Industrialisierung gelangen aber durch menschliche Aktivitäten zusätzliche Mengen Treibhausgase in die Atmosphäre. Das wichtigste Treibhausgas ist CO_2. Heute misst man über 40 Prozent mehr CO_2 als noch vor 150 Jahren. Es wird freigegeben durch die Verbrennung fossiler Energieträger wie Erdöl, Erdgas, Benzin oder Kohle. Das passiert beispielsweise beim Autofahren, beim Beheizen von Gebäuden und auch bei der Produktion von Waren in Fabriken. Weil sich nun aber eine grössere Menge von Treibhausgasen in der Atmosphäre befindet, wird mehr Wärme aufgenommen und die Atmosphäre erwärmt sich.

Diese Erwärmung geschieht beunruhigend schnell. Was das Klima in vormenschlichen Zeiten in Jahrtausenden durchgemacht hat, erleben wir jetzt innerhalb eines Jahrhunderts. Die Klimaveränderung äussert sich dabei in verschiedenen

Regionen der Erde unterschiedlich. In der Schweiz ist bereits jetzt gut sichtbar, dass die Gletscher schmelzen und es weniger schneit. Dies bedeutet auch, dass Wasser knapper wird. Extremwetterereignisse mit sehr hohen Niederschlagsmengen oder Stürmen haben in der Schweiz im letzten Jahrhundert ebenfalls deutlich zugenommen. In den nächsten Jahrzehnten müssen wir uns zudem auf deutlich längere und wärmere Sommer einstellen.

Die Schweiz hat deshalb verschiedene Massnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen beschlossen. Jede Firma und jeder Haushalt kann beim Energiesparen mithelfen. Wenn du zum Beispiel daran denkst, das Licht auszumachen, sobald du aus dem Zimmer gehst, hast du auch einen Beitrag geleistet. Und in Zukunft soll immer mehr Strom aus erneuerbaren Energien wie beispielsweise Sonne und Wind gewonnen werden.

Kann ich ausschliesslich Solarstrom aus meiner Steckdose beziehen? Der produzierte Strom wird fortlaufend ins Stromnetz eingespeist. Damit unser Stromnetz im Gleichgewicht ist, muss zu jedem Zeitpunkt gleich viel elektrischer Strom erzeugt werden, wie verbraucht wird. Dies deshalb, weil Strom fliesst und nur sehr aufwändig gespeichert werden kann. In einer Batterie kann Elektrizität zum Beispiel chemisch gespeichert und bei Bedarf wieder in Strom rückgewandelt werden. Allerdings sind in Batterien nur verhältnismässig geringe Mengen Strom speicherbar und dabei sind erst noch Verluste in Kauf zu nehmen. Elektrizität kann aber in andere Energieformen umgewandelt werden. Es kann beispielsweise mit Hilfe von Elektrizität Wasser in einen Stausee hochgepumpt werden und zu einem späteren Zeitpunkt wieder für die Stromproduktion verwendet werden.

Der produzierte Strom wird fortlaufend ins Stromnetz eingespeist. Damit unser Stromnetz im Gleichgewicht ist, muss zu jedem Zeitpunkt gleich viel elektrischer Strom erzeugt werden, wie verbraucht wird.

Elektrizität kann in andere Energieformen umgewandelt werden. Es kann beispielsweise mit Hilfe von Elektrizität Wasser in einen Stausee hochgepumpt und zu einem späteren Zeitpunkt wieder für die Stromproduktion verwendet werden.

Die Stromproduktion wird also laufend an den Verbrauch angepasst, damit zu jedem Zeitpunkt genau so viel Strom im Netz zur Verfügung steht, wie gebraucht wird. Kurzfristige Unterschiede zwischen Angebot und Nachfrage werden über sogenannte Regelenergie ausgeglichen. Schnell anlaufende Kraftwerke wie zum Beispiel Gasturbinenkraftwerke können dabei kurzfristig Strom produzieren, wenn zu wenig Elektrizität vorhanden ist. Umgekehrt können Speicherseen von Wasserkraftwerken vollgepumpt werden, wenn überschüssiger Strom vorhanden ist.

Wenn wir Strom verbrauchen, beziehen wir also Strom, der gerade produziert wurde. Deshalb ist es nicht möglich, rund um die Uhr Solarstrom zu beziehen, denn die Sonne scheint nur tagsüber und auch dann nicht immer gleich stark. Wir beziehen deshalb ein «Gemisch» aus Strom verschiedener Herkunft. Man nennt dieses Gemisch «Strommix». Dabei ist für den Verbraucher kein Unterschied feststellbar, ob der Strom aus Wasserkraft, Atomkraftwerken oder erneuerbaren Energiequellen stammt. Als Kunden eines Elektrizitätswerkes können wir aber auf die Zusammensetzung des Strommixes Einfluss nehmen, indem wir bei unserem Energieversorger ein umweltfreundliches Stromprodukt einkaufen. Damit wird der Bau von umweltfreundlichen Produktionsanlagen wie Photovoltaik oder Wind unterstützt und gleichzeitig mehr erneuerbare Energie ins Stromnetz eingespeist.

Kann mein Handy mir helfen, Strom zu sparen? In den letzten Jahren wurden weltweit Apps entwickelt, die beim Energiesparen helfen sollen. Beispielsweise gibt es Apps, die beim Kauf von Elektrogeräten wie Kühlschränken, Fernsehern, Abwaschmaschinen oder Tumblern beraten. Sie stellen direkt im Geschäft Informationen darüber zur Verfügung, wie energiesparend ein Gerät ist. Mit Hilfe des Smartphones wird

In Zukunft werden in sogenannten «Intelligenten Gebäuden» Heizung, Lüftung, Beleuchtung und einzelne Geräte über Kommunikationstechnologie miteinander vernetzt. Damit kann in Gebäuden Energie gespart und gleichzeitig Sicherheit und Komfort erhöht werden.

zum Beispiel das Energielabel eines Gerätes gescannt. Die App verarbeitet die entsprechenden Daten und vergleicht das Gerät mit anderen auf dem Markt erhältlichen Produkten. Eine Ampel zeigt anschliessend mit grüner, oranger oder roter Farbe an, ob das Gerät zu den effizientesten 20 Prozent der Produkte auf dem Markt gehört oder nicht. Zudem berechnet die App die Stromverbrauchskosten des Gerätes pro Jahr und für eine bestimmte Lebensdauer und gibt einen Überblick über wichtige Produkteigenschaften. Damit werden Kaufentscheidungen für energiesparende Geräte erleichtert.

Andere Apps unterstützen Haushalte dabei, ihre Heizung gemäss Wunschtemperaturen und individuellen Zeitplänen zu steuern. Die App berücksichtigt dabei die aktuellen Messwerte im Haus und die Wetterdaten, um anschliessend zur richtigen Zeit die Heizung zu aktivieren. Damit kann die Heizdauer im Haushalt reduziert und Energie gespart werden. Momentan ist in der Schweiz eine solche App für elektrische Heizungen im Einsatz. Die elektrischen Heizungen verschiedener Haushalte werden dabei über Kommunikationstechnologie miteinander verbunden. Durch eine leichte Verschiebung von Heizzeitpunkten kann anschliessend je nach Bedarf kurzfristig Strom verbraucht (Einschalten der

Prof. Dr. Bettina Furrer leitet das Institut für Nachhaltige Entwicklung an der ZHAW School of Engineering.

Heizungen) oder zur Verfügung gestellt werden (Ausschalten der Heizungen). Der Wohnkomfort in den Haushalten wird dabei nicht beeinflusst, da Wärme träge ist. So entsteht ein Speichernetzwerk für elektrischen Strom, das je nach Bedarf kurzfristig ein- oder ausgeschaltet werden kann. Man spricht von sogenannter Regelenergie, welche zum Ausgleich von Schwankungen im Stromnetz benötigt wird. Die App kann damit einen Beitrag zur Stabilität des Stromnetzes leisten. Für Haushalte ist sie gratis, Elektrizitätswerke verkaufen die so gewonnene Regelenergie an den Schweizer Stromnetzbetreiber Swissgrid.

Experten sind überzeugt, dass sich solche Applikationen stark verbreiten werden. Man geht zum Beispiel davon aus, dass in Zukunft in sogenannten «Intelligenten Gebäuden» vermehrt Heizung, Lüftung, Beleuchtung und einzelne Geräte über Kommunikationstechnologie miteinander vernetzt werden. Abgestimmt auf die Bedürfnisse der Benutzer kann die Gebäudetechnik anschliessend automatisiert und effizient funktionieren. Damit kann in Gebäuden Energie gespart und gleichzeitig Sicherheit und Komfort erhöht werden.

Zahlen und Fakten Strom wird in der Schweiz auf unterschiedliche Arten produziert: Rund 56 Prozent stammen aus der Wasserkraft, nur etwa 4 Prozent aus weiteren erneuerbaren Energiequellen wie Abfall, Sonnenenergie, Biomasse oder Wind, rund 38 Prozent aus Atomkraftwerken und der Rest aus weiteren Quellen.

Das Jahr 2010 war nach Angaben der UN-Organisation für Meteorologie (WMO) weltweit das wärmste der Geschichte. Das bisher wärmste Jahrzehnt der Temperaturaufzeichnung ist 2001 bis 2010. Laut WMO schmolz die Eisdecke im arktischen Meer im Dezember 2010 so stark wie nie zuvor.

5601

Wie kann ein Flugzeug fliegen?

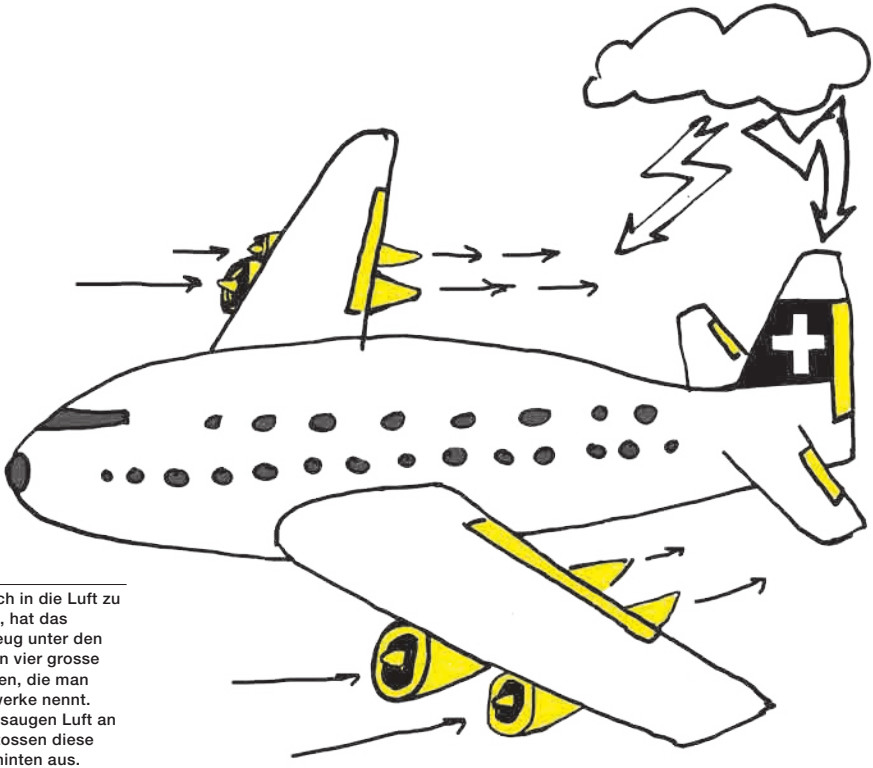
Seit jeher träumten wir Menschen vom Fliegen. Wahr geworden ist der Traum, weil wir uns die Technik dazu bei den Vögeln abgeschaut haben. Michel Guillaume erklärt uns, wie das genau funktioniert.

Wie kann ein Flugzeug wie der A380 abheben und aufsteigen? Wie kann ein Super-Jumbo wie der Airbus A380 mit seinen 560 Tonnen überhaupt abheben, wenn sein Gewicht so gross ist wie etwa 560 Kleinwagen zusammen? Im Grunde funktioniert es genau gleich wie bei einem grossen Vogel. Das Flugzeug hat dazu Flügel wie ein Albatros, nur kann es die Flügel nicht bewegen, weil sie starr sind. Um sich in die Luft zu heben, hat das Flugzeug unter den Flügeln vier grosse Motoren, die man Triebwerke nennt. Diese saugen Luft an und stossen diese nach hinten aus. Damit heben sie das Flugzeug in die Luft. Man kann sich diesen Anstoss (Schub) so vorstellen, wie wenn wir einen Luftballon aufblasen und ihn dann loslassen. Dann entweicht die Luft mit grosser Geschwindigkeit nach hinten und stösst den Ballon nach vorne. Damit der Airbus A380 abhebt, muss der Pilot am Steuer die Flugzeugnase heben. Dies geschieht durch die Schwanzflosse hinten am Heck. Die Schwanzflosse nennt man Höhenleitwerk, und sie sieht fast gleich aus wie der Flügel. Sie ist nur viel kleiner und befindet sich am Ende des Flugzeugs unter dem Seitenleitwerk. Auf dem Seitenleitwerk sieht man das Logo der Fluggesellschaft. Bei der «Swiss» ist es zum Beispiel ein Schweizerkreuz. Damit das Flugzeug aber wirklich steigen kann, werden beim Start noch zusätzliche Klappen am Flügel ausgefahren. Diese ermöglichen, dass das Flugzeug überhaupt von der Piste abheben kann.

Wie kann ein Flugzeug fliegen? Damit der Airbus A380 in der Luft bleiben kann, muss er wie die richtigen Vögel fliegen können. Das heisst, seine Flügel müssen sehr schlank sein.

Darum werden nach dem Start von der Piste nach etwa fünf Minuten Steigflug die Klappen wieder eingefahren. Der Flügel hat wie die Störche im Gleitflug ein gewölbtes Profil, wenn man es von der Seite her betrachtet. Dies ermöglicht dem Flugzeug, das Gewicht von 560 Tonnen zu tragen. Dabei ist es die Aufgabe der Flügel, das Flugzeug in der Luft zu halten. Hierbei erzeugt der Flügel einen Auftrieb, der das Flugzeug nach oben zieht. Die Wölbung des Flügels garantiert, dass dieser Auftrieb nach oben wirkt und somit die Schwerkraft des Flugzeuges (Gewicht) überwindet. Die Luft soll dabei ohne Störungen (Verwirbelungen) um den Flügel strömen. Sichtbar wird dies, wenn viele Fäden an der Flügeloberfläche befestigt sind. Wenn die Fäden während des Fluges schön an der Oberfläche der Flügel anliegen, gibt es keine Störungen. Ist das Flugzeug auf der Reiseflughöhe angekommen, dröhnen die Triebwerke nicht mehr so laut, das heisst, ihr Schub hat abgenommen. Dadurch wird weniger Treibstoff benötigt, und das Flugzeug fliegt ökonomischer, also sparsamer. Es ist eine wichtige Aufgabe des Flugzeug-Ingenieurs, die Form des Flugzeuges und auch der Flügel so zu gestalten, dass beim Fliegen der Luftwiderstand klein bleibt und das Flugzeug sparsam fliegen kann.

Wie finden Piloten den richtigen Weg am Himmel? Grundsätzlich haben die Piloten zwei verschiedene Möglichkeiten, wie sie sich am Himmel zurechtfinden können. Entweder fliegen sie ihr Flugzeug im «Sichtflug» oder aber im sogenannten «Instrumentenflug». Im Sichtflug schauen die Piloten aus dem Cockpitfenster und orientieren sich ausschliesslich an der Landschaft (Flüsse, Strassen, Eisenbahngleise usw.). Der Sichtflug setzt darum voraus, dass zu jeder Zeit die Sicht auf den Boden gewährleistet ist. Bei schlechtem Wetter kann nicht auf Sicht geflogen werden. Beim Instrumentenflug benutzen die Piloten ausschliesslich die Instrumente und



Um sich in die Luft zu heben, hat das Flugzeug unter den Flügeln vier grosse Motoren, die man Triebwerke nennt. Diese saugen Luft an und stossen diese nach hinten aus. Die Schwanzflosse nennt man Höhenleitwerk, und sie sieht fast gleich aus wie der Flügel. Sie ist nur viel kleiner und befindet sich am Ende des Flugzeugs unter dem Seitenleitwerk. Auf dem Seitenleitwerk sieht man das Logo der Fluggesellschaft. Bei der «Swiss» ist es zum Beispiel ein Schweizerkreuz. Damit das Flugzeug aber wirklich steigen kann, werden beim Start noch zusätzliche Klappen am Flügel ausgefahren. Diese ermöglichen, dass das Flugzeug überhaupt von der Piste abheben kann.

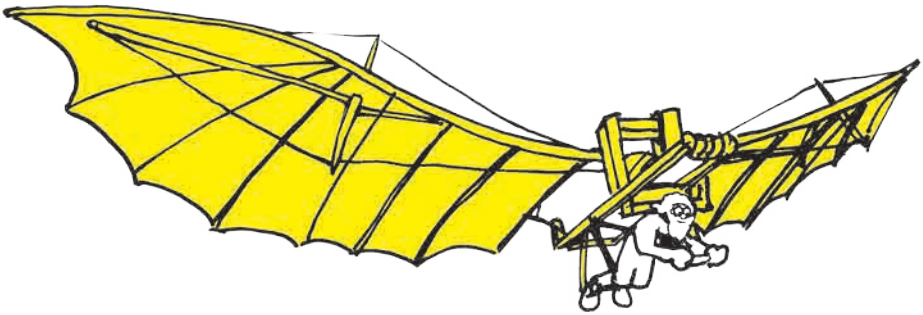
Bildschirme an Bord des Flugzeuges, um sich zu orientieren. Dabei kommt heutzutage vor allem die Satellitennavigation zur Anwendung. Es handelt sich dabei um das gleiche System, wie es auch im Auto oder im Mobiltelefon zur Navigation verwendet wird. Die Bordcomputer des Flugzeuges errechnen für die Piloten den Kurs, wählen also den richtigen Weg aus, damit sie ihr Ziel erreichen. Weil die Piloten beim Instrumentenflug nicht aus dem Cockpitfenster schauen müssen, also eigentlich wie blind fliegen können, kann ein Instrumentenflug auch bei schlechtem Wetter durchgeführt werden. Der

Computer an Bord findet dann wie von alleine den richtigen Weg. Bis in die Siebzigerjahre wurde die Navigation (Flugführung) von einem sogenannten Navigator im Cockpit ausgeführt. Das ist eine Person, die nur für die Navigation zuständig ist. In der Luftfahrt ist der Beruf so gut wie ausgestorben, da die Flugzeuge für die Navigation mit modernen Computern ausgestattet wurden, sodass die Piloten die Navigation ohne Unterstützung eines Navigators selbst ausführen können. Auf grossen Schiffen hingegen findet man noch heute Navigatoren.

Was passiert, wenn ein Flugzeug vom Blitz getroffen wird? Der Blitz ist ein Stromstoss mit sehr hoher Energie. Wenn ein Blitz in ein Flugzeug einschlägt, darf er diesem auf keinen Fall Schaden zufügen. Es dürfen keine Computer ausfallen, die zur Steuerung des Flugzeuges notwendig sind. Damit der Stromstoss dem Flugzeug keinen Schaden zufügt, muss der Blitz an der Oberfläche des Rumpfes bleiben.
Bei alten Bauernhäusern sind aussen an der Hausfassade Kupferkabel als Blitzableiter vom Dach bis in den Boden hinunter angebracht, um den Stromstoss in die Erde abzuleiten. Man sagt auch, ein Auto verhalte sich bei einem Blitzschlag wie ein Faraday-Käfig, benannt nach dem Physiker Michael Faraday. Dabei wird der Blitzschlag (Stromstoss) vom Autodach via Räder/Pneu auf die Strasse, also in die Erde, abgeleitet. Beim Flugzeug, das ja in der Luft fliegt, versucht man, einen solchen Faraday-Effekt aufzubauen. Solange das Flugzeug in der Luft ist, kann nämlich der Stromstoss nicht in die Erde abfliessen. Das erfolgt erst bei der Landung. Dafür sind am Flügelende kleine Blitzableiter installiert. Der Blitzschutz ist für die Flugzeug-Ingenieure eine schwierige Aufgabe. Um die Sicherheit im Flugzeug bei einem Blitzschlag zu gewährleisten, sind daher in der Entwicklungsphase sehr viele Tests am Boden notwendig.

Dr. Michel Guillaume leitet das Zentrum für Aviatik an der ZHAW School of Engineering.

Bereits im 15. Jahrhundert hatte Leonardo da Vinci den Traum vom Fliegen und entwarf Flügel für den Menschen.



Wer hat's erfunden? Niemand hat das Flugzeug, wie wir es heute kennen, allein erfunden. Die Entwicklung dauerte über Jahrhunderte an. Bereits im 15. Jahrhundert hatte Leonardo da Vinci den Traum vom Fliegen und entwarf Flügel für den Menschen. Als Pioniere der Luftfahrt, wie wir sie heute kennen, gelten die US-Amerikaner Wilbur und Orville Wright. Die beiden Brüder führten zu Beginn des 20. Jahrhunderts erste Flüge mit einem motorisierten Flugzeug durch.

Was ist das für ein Flugzeug? Tausende von Flugzeuge überfliegen täglich die Schweiz. Wenn du genau wissen willst, welcher Flieger gerade am Himmel zu sehen ist, woher er kommt und welches Ziel er ansteuert, hilft dir der AirTraffic Radar der ZHAW: radar.zhaw.ch

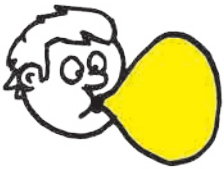
HN

Warum klebt der Leim nicht in der Tube?

Ohne Klebstoff geht beim Basteln gar nichts. Aber warum halten die Teile überhaupt zusammen? Klebstoff-Experte Christof Brändli kann uns das erklären.

Beim Weissleim handelt es sich um ein Gemisch aus einem Kunststoff (Polymer) und Wasser (Lösungsmittel). Der Kunststoff ist in Form von kleinen Kugeln ganz fein im Wasser verteilt.

Warum klebt der Leim überall, aber nicht in der Tube?
Diese Frage höre ich ganz häufig, aber die Antwort ist gar nicht so einfach. Sie liegt in der Chemie der Klebstoffe verborgen. Es gibt viele verschiedenartige Klebstoffe, und je nach chemischer Basis sind die Gründe dafür unterschiedlich. Beim Weissleim zum Beispiel handelt es sich um ein Gemisch aus einem Kunststoff (Polymer) und Wasser (Lösungsmittel). Der Kunststoff ist in Form von kleinen Kugeln ganz fein im Wasser verteilt. Das heisst, dass diese Kunststoffkugeln vollständig von Wasser ummantelt sind und so nicht aneinander kleben können. Der Weissleim wird erst ausserhalb der Tube fest, weil dann das Wasser verdunsten kann. Solange die Tube geschlossen ist und das Wasser nicht verdunsten kann, bleibt der Weissleim flüssig und klebt nicht an der Innenseite der Tube fest. Wenn die Tube aber offengelassen wird, kann das Wasser entweichen, und der Klebstoff härtet aus. Dies sieht man gut an der Spitze der Tube, die oft verklebt, wenn sie nicht ganz dicht verschlossen ist. Andere Klebstoffe brauchen Feuchtigkeit aus der Luft, damit sie fest werden. Diese Klebstoffe werden feuchtigkeitshärtende Klebstoffe genannt. Beispiele hierfür sind Sekundenkleber oder Silikon-Klebstoffe. Die Silikon-Klebstoffe werden oft im Badezimmer für Fugendichtungen verwendet und härten aus, wenn sie mit der Feuchtigkeit in der Luft in Berührung kommen. «Aushärten» bedeutet für die Chemiker, dass die Moleküle miteinander zu langen Ketten und Netzwerken reagieren – sie polymerisieren. Diese Reaktion bei den Silikonen dauert normalerweise einige Stunden. Ähnliches kennt man auch von Kaugummi. In der Packung ist der Kaugummi trocken und



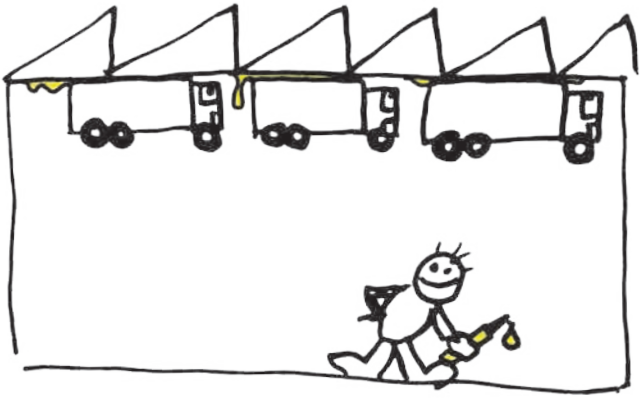
In der Packung ist der Kaugummi trocken. Sobald man ihn in den Mund nimmt und kaut, wird er gummiartig und klebrig. Der Speichel im Mund ist wie ein Lösungsmittel und weicht den Kaugummi auf. Er wird dehnbar und haftet auf allen möglichen Oberflächen.

überhaupt nicht klebrig. Sobald man ihn in den Mund nimmt und kaut, wird er gummiartig und klebrig. Der Speichel im Mund ist wie ein Lösungsmittel und weicht den Kaugummi auf. Er wird dehnbar und haftet auf allen möglichen Oberflächen – auch auf der Strasse. Dort dringt er in die feinen Ritzen und Furchen im Asphalt ein. Mit der Zeit verliert der Kaugummi seine Feuchtigkeit und wird dadurch härter. So ist es fast unmöglich, ihn von Strassen und Plätzen zu entfernen.

Wieso kleben Sekundenkleber schon in wenigen Sekunden? Sekundenkleber bestehen aus speziellen chemischen Molekülen. Diese heissen Cyanacrylate und sind gewöhnlich sehr dünnflüssig. Es reicht schon die Feuchtigkeit in der Luft, damit eine sehr schnelle Reaktion zwischen dem Klebstoff und der Feuchtigkeit stattfindet. Die Folge dieser Reaktion ist, dass der Klebstoff aushärtet. Die Cyanacrylate vereinigen sich zu langen Ketten, die gut an Oberflächen haften. Die Reaktion von diesen Cyanacrylaten findet bei Raumtemperatur innerhalb weniger Sekunden statt, und dabei entsteht Wärme. Deshalb ist beim Verkleben von leicht brennbaren Materialien Vorsicht geboten. Mit Sekundenkleber lassen sich verschiedenste Kunststoffe, Metalle und Holz, aber auch schwierig zu verklebende Materialien wie Polyethylen, PET und Silikon gut kleben. Sogar in der Medizin werden die Sekundenkleber verwendet, um menschliche Gewebe und Wunden schnell zu verkleben. Da die Reaktion sehr schnell ist, können auf diese Weise Blutungen gestoppt werden, was vor allem bei Unfällen und für Chirurgen von grosser Bedeutung ist.

Was ist der stärkste Klebstoff der Welt? Das lässt sich nicht eindeutig beantworten, denn es gibt keine Weltmeisterschaft für Klebstoffe. Und bei weltweit über 25’000 verschiedenen Klebstoffsorten gestaltet sich eine systematische

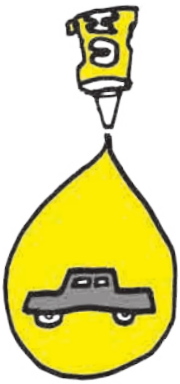
Untersuchung schwierig. Aber es finden immer wieder Weltrekordversuche statt. So konnte im Jahr 2011 mit einem Sekundenkleber ein Gabelstapler von über acht Tonnen Gewicht während einer Stunde durch einen Klebstoff auf einer Höhe von einem Meter gehalten werden. Dies wurde auch im Guinnessbuch der Rekorde vermerkt und galt als der stärkste Klebstoff der Welt. Ein Jahr später wurde der Rekord auf zehn Tonnen erhöht, und im Jahr 2013 wurde ein Lastwagen mit einem Gewicht von 16 Tonnen in die Luft gezogen. 2014 wurde dieser Rekord wiederum überboten. Dabei wurde ein Epoxidharzklebstoff verwendet. Es wurden 21 Tonnen Stahl (das entspricht dem Gewicht von drei Lastwagen) mit wenigen Gramm Klebstoff hochgezogen. Ein Test hat gezeigt, dass mit diesem Klebstoff sogar 27 Tonnen möglich gewesen wären. Man kann davon ausgehen, dass diese Weltrekordversuche auch in Zukunft zur Spielwiese von Klebstoffentwicklern gehören.



Warum kleben Haftnotizen nicht fest? Die Funktionsweise der Haftnotizen ist etwas ganz Spezielles. Dabei kommen Klebstoffe zum Einsatz, die für eine ganz andere Anwendung gedacht waren. Die Forscher wollten einen extrastarken Klebstoff entwickeln. Dieser haftete jedoch überhaupt nicht gut und konnte rückstandsfrei wieder abgelöst werden. Durch Zufall wurde die Anwendung für Haftnotizen entdeckt, die es bis zu dieser Zeit noch nicht gab. Das Geheimnis der Haftnotizen besteht aus Klebstoff-Kügelchen, die in einem Klebstoff-Bett eingebettet sind. Die Klebstoff-Kügelchen sind nur etwa 30 bis 50 Mikrometer gross – das entspricht etwa einem Haar. Das Klebstoffbett besteht auch aus Klebstoffkugeln. Diese sind aber sehr viel kleiner. Dieses Zusammenspiel zwischen grossen Klebstoffkugeln und dem Klebstoffbett aus kleinen Kugeln ergibt genau die gewünschten Eigenschaften. Die Haftnotizen kleben somit nur wenig, und zwar auf den grossen Kugeln. Dies ist auch der Grund, weshalb sich die Notizen leicht wieder lösen lassen. Die grossen Kugeln sind auf dem Klebstoffbett zudem relativ beweglich. Es müssen daher nicht immer die gleichen Stellen aktiv sein, und so können die Zettel gut mehrfach angeklebt und wieder entfernt werden. Die Herstellung dieser Haftnotizen ist schwierig und ein Firmengeheimnis der Hersteller. Es werden auch spezielle Papiere verwendet, die beschichtet sind, damit sich die Zettel sauber und einfach voneinander lösen.

Stimmt es, dass in Autos viel Klebstoff vorhanden ist? Ja, das ist wahr. Insgesamt fahren in einem Auto durchschnittlich rund 15 kg Klebstoff mit. Dabei kommen viele unterschiedliche Klebstoffe zum Einsatz. Ein paar Beispiele: Die Autoscheiben werden nicht mehr mechanisch durch einen Rahmen oder mit Schrauben befestigt, sondern nur durch einen Klebstoff festgehalten. Dabei kommt ein

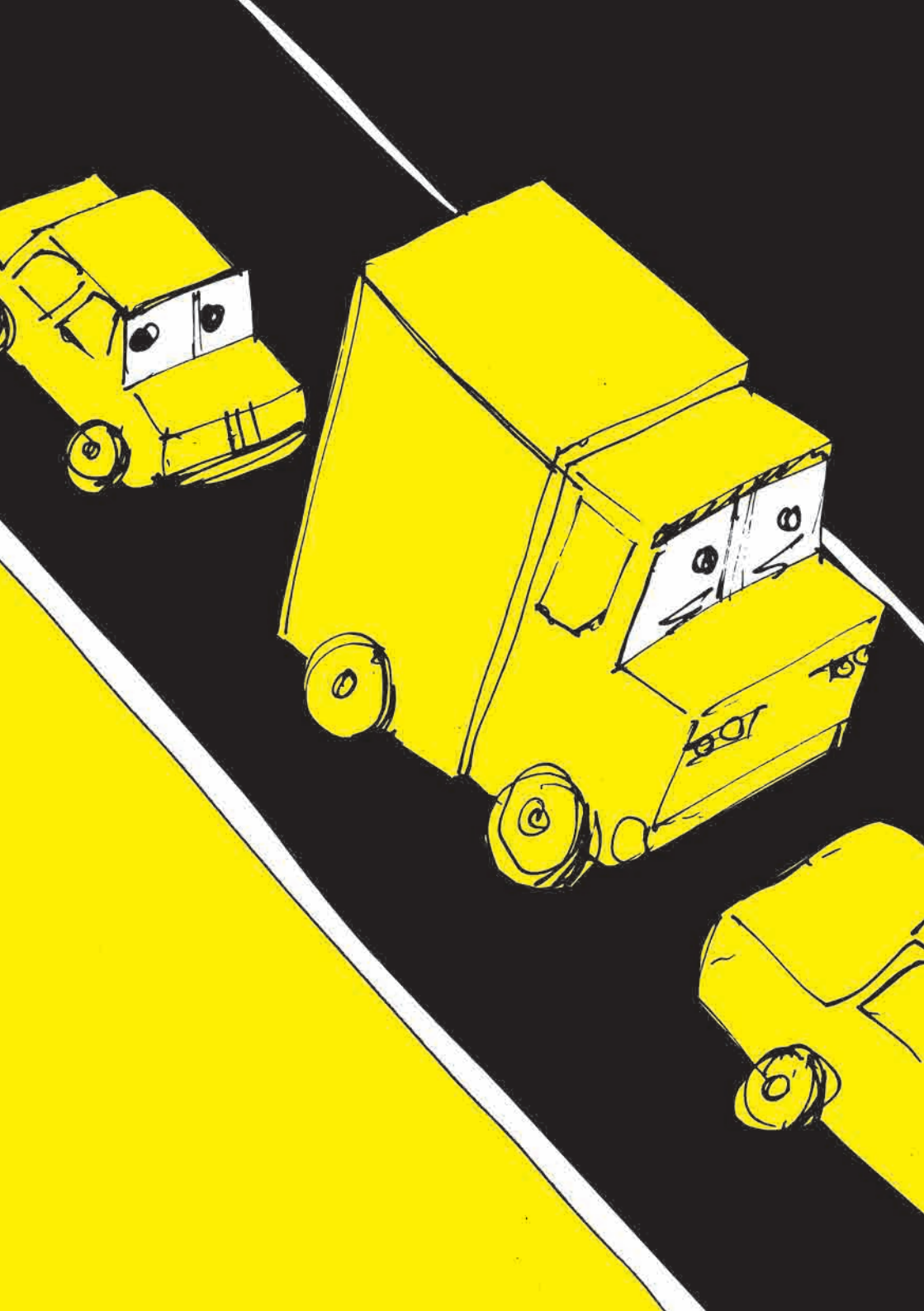
Dr. Christof Brändli leitet die Forschungsgruppe für Klebstoffe und polymere Materialien an der ZHAW School of Engineering.



Bei ganz neuen Autos werden auch Kohlenstofffaserverbund-Materialien («Carbon») eingesetzt. Diese sind besonders leicht und lassen sich gar nicht schweissen. Diese Autos werden also nur durch Klebstoffe zusammengehalten.

schwarzer 1-Komponenten-Polyurethan-Klebstoff (1K-PU) zum Einsatz. Dieser Klebstoff ist nur deshalb schwarz, weil er mit Russ gefüllt wird. Wenn der Klebstoff an der Karosserie aufgetragen und die Scheibe eingefügt wird, dauert das Aushärten teilweise mehrere Stunden. Anschliessend hält die Scheibe aber so stark fest, dass sie sich auch bei einem Aufprall nicht löst. Übrigens werden auch Zugscheiben mit der gleichen Technologie verklebt. Eine andere spannende Anwendung von Klebstoff im Automobilbau sind die Epoxidharz-Klebstoffe. Der grösste Teil der Karosserie in einem Auto besteht aus Stahl und Aluminium. Die einzelnen Teile werden durch Schweissen (beim Stahl) oder Nieten (beim Aluminium) miteinander verbunden. Seit ein paar Jahren werden anstelle oder zusätzlich zum Schweissen und Nieten Klebstoffe eingesetzt. Das hat viele Vorteile. Einerseits wird dadurch die Karosserie steifer. Dadurch kann das Auto einfacher und genauer gesteuert werden, was vor allem bei hohen Geschwindigkeiten wichtig ist. Andererseits wird bei einem Unfall durch den Einsatz des Klebstoffes mehr Energie von der Karosserie aufgenommen. Dadurch kann das Verletzungsrisiko für die Insassen reduziert werden. Bei ganz neuen Autos werden auch Kohlenstofffaserverbund-Materialien («Carbon») eingesetzt. Diese sind besonders leicht und lassen sich gar nicht schweissen. Diese Autos werden also nur durch Klebstoffe zusammengehalten.

Wer hat's erfunden? Der US-amerikanische Chemiker Harry Coover wollte eigentlich einen Kunststoff mit ähnlichen Eigenschaften wie Glas entwickeln. Die Substanzen, mit denen er experimentierte, blieben aber überall kleben. Aus purem Zufall hatte er den Sekundenkleber erfunden.



Fahren Autos bald von ganz allein?

Wird man in Zukunft noch einen Führerschein brauchen? Und wie kann man Abgase und zu viele Autos in den Städten vermeiden? Die Antworten auf solche Fragen weiss unser Verkehrsexperte Thomas Sauter-Servaes.

Fahren Autos schon bald von ganz allein? Heutzutage benötigt jedes Auto einen Menschen, der das Fahrzeug lenkt und mit den Füssen Gas- und Bremspedal bedient. Auf diese Weise beschleunigt und bremst das Auto. Damit bei vielen Tausenden Autofahrern im Stadtverkehr kein Chaos entsteht, gibt es feste Regeln. Die muss man in der Fahrschule lernen, bevor man ein Auto fahren darf. Zukünftig sollen Autos die Regeln selbst kennen und alle anderen Verkehrsteilnehmenden wie Autos, Fussgängerinnen oder Velofahrer selbstständig wahrnehmen, damit alle sicher unterwegs sind. Dafür werden am Auto Sensoren installiert, welche die Umgebung des Fahrzeugs nach möglichen Hindernissen absuchen. Das sind sozusagen die Augen und Ohren des selbst fahrenden Autos. Mithilfe eines Ortungssystems und sehr genauer Karten weiss das Auto zudem jederzeit, wo es sich befindet und wo es beispielsweise abbiegen muss, um sein Ziel zu erreichen. Inzwischen gibt es Testautos, die schon viele Kilometer selbstständig gefahren sind. Noch muss aber immer ein Mensch dabei sein, der notfalls eingreifen kann, wenn das Auto einen Fehler macht. Doch schon heute können viele Fahrzeuge Dinge, die früher ein Fahrer selbst machen musste. Beispielsweise gibt es schon Autos, die selbstständig einparken können. Es gibt auch automatische Bremssysteme: Wenn das Auto merkt, dass der Fahrer am Steuer einschläft oder eine Kollision mit einem anderen Auto droht, bremst es von selbst. Die Autohersteller sprechen hierbei von Assistenzsystemen. Deren Anzahl nimmt ständig zu. In naher Zukunft, wenn Computer noch schneller rechnen können und bestimmte Sensoren noch billiger sind, werden

Autos sicher ganz von alleine fahren. Warum? Weil sie weniger Fehler machen als wir Menschen: Sie werden nicht müde, werden nicht wütend, vergessen nicht ihre Brille, sind nicht durch Mitreisende abgelenkt und können schneller reagieren. Heute passieren die meisten Unfälle, weil Menschen im Strassenverkehr Fehler machen, nicht weil die Technik versagt. Die ersten Autos, bei denen kein Fahrer mehr lenken und Gas geben muss, werden wir auf den Autobahnen sehen. Hier sind nur Autos unterwegs, was für die technischen Augen und Ohren der Fahrzeuge einfacher zu verstehen ist als der Stadtverkehr, in dem es zusätzlich Fussgänger, Velofahrer, auf die Strasse rollende Bälle oder andere besondere Situationen gibt. In 30 Jahren wird aber niemand mehr einen Führerschein machen müssen. Dann werden selbst fahrende Autos der Normalfall sein.

Wie funktioniert ein Elektroauto? Das Elektroauto gibt es schon sehr lange. Als vor über hundert Jahren das Auto erfunden wurde, fuhren die meisten Fahrzeuge dampfbetrieben – genauso wie man es von einer Dampflokomotive kennt – oder hatten einen Elektromotor. Benzin war damals noch sehr teuer, und es gab kein Tankstellennetz wie heute. Inzwischen hat sich die Situation geändert. Noch nicht einmal eines von hundert Autos in Europa hat einen Elektromotor, und Dampffahrzeuge werden gar keine mehr hergestellt. Stattdessen werden unsere Fahrzeuge fast ausschliesslich mit Benzin und Diesel angetrieben. Diese Treibstoffe werden in ganz kleinen Tropfen im Motor durch Entzünden zur Explosion gebracht. Die dabei entstehende Kraft drückt einen Kolben nach unten. Diese Kolbenbewegung wird über zahlreiche Stationen auf die Räder übertragen, die sich dadurch vorwärts bewegen. Gibt der Fahrer Gas, heisst das, dass mehr Treibstoff in den Motor gepumpt und verbrannt wird, also mehr Bewegung erzeugt wird. Das Auto fährt

Lange Zeit hatten Elektroautos den grossen Nachteil, dass die Batterien nur für wenige Kilometer gereicht haben. Dann musste das Elektroauto viele Stunden an eine Steckdose angeschlossen werden, bevor die Fahrt weitergehen konnte. Dank besserer und billigerer Batterien werden Elektroautos nun wieder zur Alternative – wie vor hundert Jahren.

schneller. Damit das Auto nicht nach kürzester Zeit stehen bleibt, muss es in einem Tank ausreichend Treibstoff haben. Aber wie funktioniert nun ein Elektroauto? Beim Elektroauto wird im Motor kein Treibstoff verbrannt. Stattdessen nutzt es Strom zur Fortbewegung. Eigentlich funktioniert das genauso wie bei einem Rührgerät, mit dem man einen Kuchenteig herstellt. In gleicher Weise wird aus elektrischer Energie eine Drehbewegung erzeugt, nur viel stärker. Diese wird dann wie beim Benzinauto auf die Räder übertragen. Anders als das Rührgerät in der Küche hat das Auto allerdings kein Kabel, mit dem es während des Betriebs an eine Steckdose angeschlossen wird. Das wäre sehr unpraktisch, müsste das Kabel doch sehr, sehr lang sein. Daher kommt der Strom für den Automotor aus Batterien, die anstatt des Benzintanks im Fahrzeug eingebaut werden. Genauso wie bei einer Taschenlampe, nur wiederum sehr viel grösser. Aber warum bauen wir nun wieder Elektroautos, nachdem wir Jahrzehnte lang nur Autos mit Benzin- und Dieselmotoren gefahren sind? Der grosse Vorteil des Elektromotors ist, dass bei seiner Benutzung keine gefährlichen Abgase entstehen wie beim Verbrennungsmotor. Zur Herstellung von Strom wird heute zwar ebenfalls noch viel Kohle verbrannt, aber zukünftig werden wir immer mehr Strom aus Wasser, Wind und Sonne gewinnen. Somit können Elektroautos einen Beitrag zum Umweltschutz leisten. Lange Zeit hatten Elektroautos den grossen Nachteil, dass die Batterien nur für wenige Kilometer gereicht haben. Dann musste das Elektroauto viele Stunden an eine Steckdose angeschlossen werden, bevor die Fahrt weitergehen konnte. Ausserdem war die Herstellung der Batterien sehr teuer. Dank besserer und billigerer Batterien werden Elektroautos nun wieder zur Alternative – wie vor hundert Jahren.

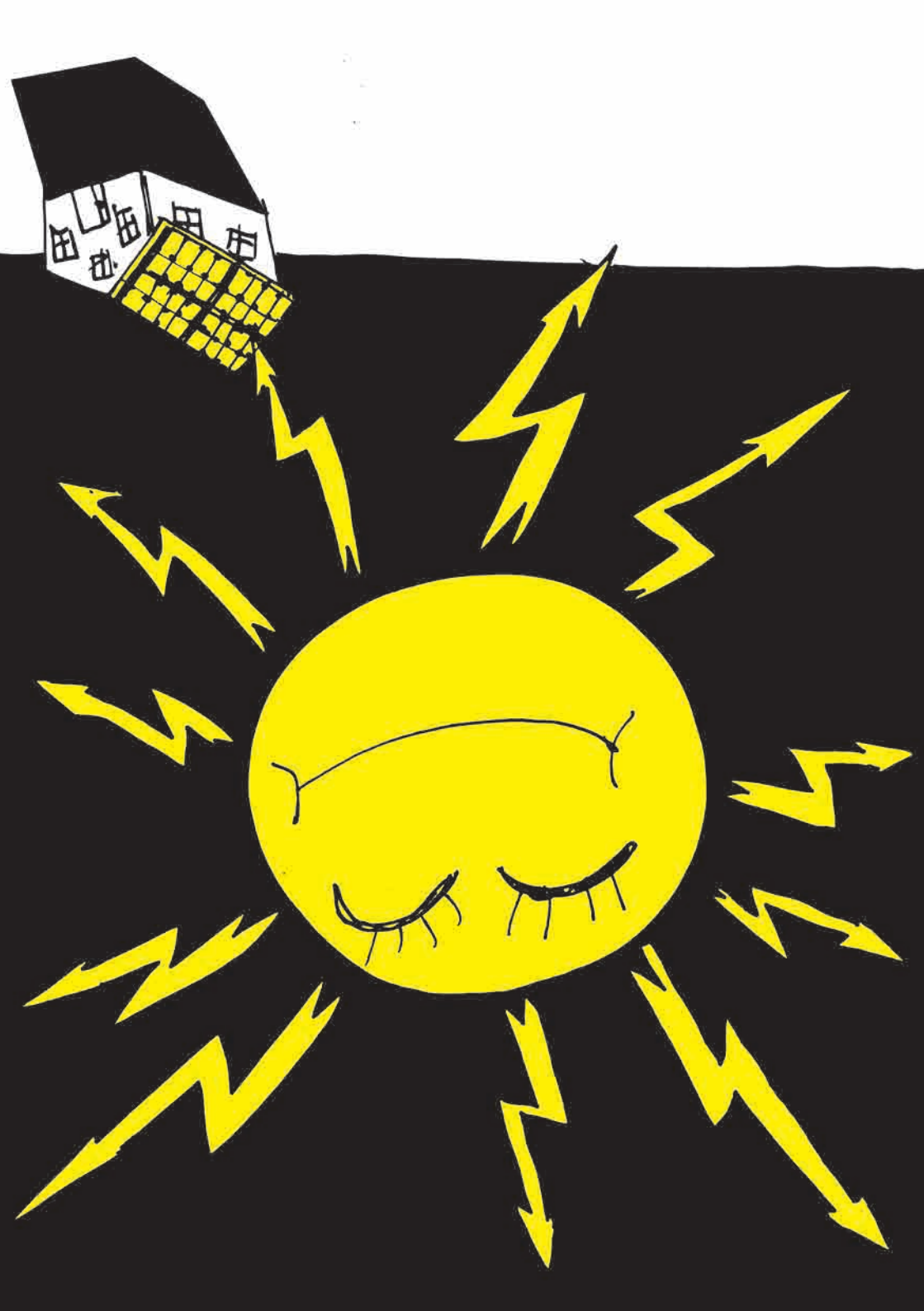
Was ist Carsharing? Heute besitzt fast jeder, der mit einem Auto fahren möchte, sein eigenes Auto. Innerhalb von Familien nutzt man Autos manchmal gemeinsam, dann ist mal die Mutter, mal der Vater, mal der grosse Bruder mit dem gleichen Auto unterwegs. Aber auch in Familien gibt es häufig schon mehr als ein Auto, zum Beispiel weil eine Person mit dem Auto zur Arbeit fährt und das Auto dann den ganzen Tag für keinen anderen zur Verfügung steht. Einige Familien verzichten allerdings bewusst auf ein eigenes Auto. Sie benutzen für die meisten Wege den Bus, das Tram oder das Velo. Wenn sie doch einmal ein Auto brauchen, zum Beispiel um einen grossen Einkauf zu tätigen, benutzen sie das Carsharing. Carsharing ist ein englischer Begriff: «car» ist die englische Bezeichnung für Auto, «sharing» steht für «teilen». Man könnte also auch «Autoteilen» sagen. Wie funktioniert das Carsharing? Statt dass man sich ein eigenes Auto kauft, wird man Mitglied in einem Klub. Dieser Klub kauft Autos, die von allen Klubmitgliedern genutzt werden dürfen. Die Autos sind auf Stationen in der ganzen Stadt verteilt, damit möglichst viele Nutzer nur einen kurzen Weg zur Station haben. Anstatt das Auto zu besitzen, nutzt man es immer dann, wenn man es tatsächlich braucht, und gibt es danach zurück, damit es ein anderer verwenden kann. Der Vorteil von Carsharing besteht darin, dass weniger Autos benötigt und mehr Wege mit umweltfreundlicheren Verkehrsmitteln zurückgelegt werden. In Zürich ist jede dritte Autofahrt kürzer als drei Kilometer, wiederum jede Vierte davon kürzer als ein Kilometer. Eigentlich müsste man bei vielen dieser kurzen Fahrten gar nicht ins Auto steigen. Wer ein eigenes Auto besitzt, tut dies meist aus Gewohnheit. Dabei wäre es viel gesünder, diese Strecken zu laufen oder das Velo zu benutzen. Carsharing-Anbieter haben ausgerechnet, dass sich beim Carsharing rund neun Autofahrer ein Auto teilen. Wenn jeder ein eigenes Auto kaufen würde,

Dr. Thomas Sauter-Servaes ist Mobilitätsforscher und Leiter des Studiengangs Verkehrssysteme an der ZHAW School of Engineering.

bräuchte es viel mehr Raum auf der Strasse für Parkplätze. Andersherum wären plötzlich ganz viele Flächen in der Stadt frei, wenn mehr Menschen Carsharing nutzen würden. Das wäre ganz einfach möglich, denn die meisten Autofahrer nutzen ihr Auto schon heute nur eine Stunde am Tag. 23 Stunden steht das Auto ungenutzt herum – und braucht viel Platz in unseren engen Städten.

Wenn mehr Menschen Carsharing nutzen würden, wären plötzlich ganz viele Flächen in der Stadt frei. Das wäre ganz einfach möglich, denn die meisten Autofahrer nutzen ihr Auto schon heute nur eine Stunde am Tag. 23 Stunden steht das Auto ungenutzt herum – und braucht viel Platz in unseren engen Städten.

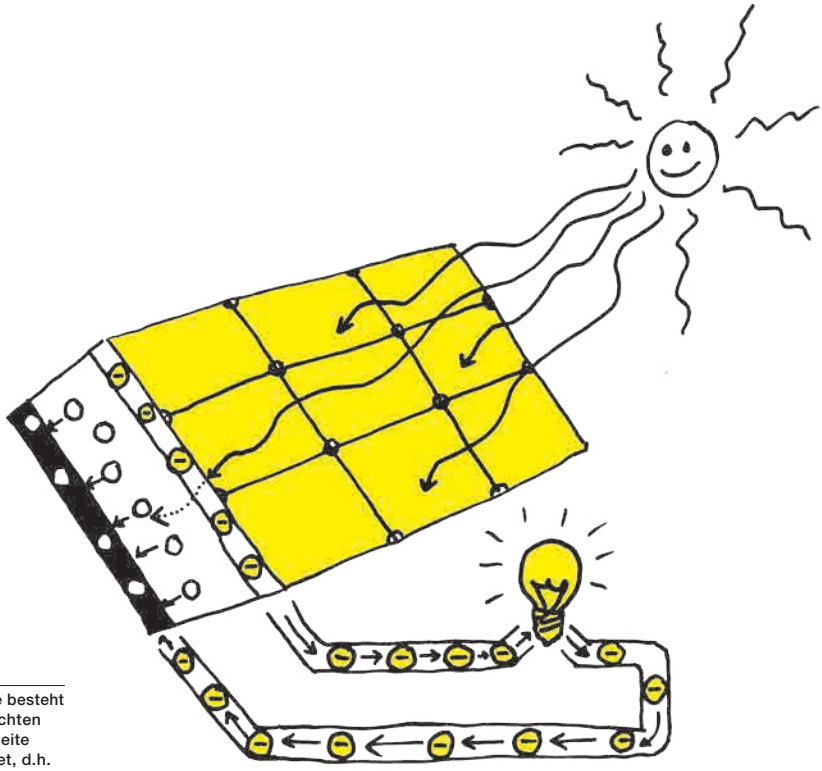
Zahlen und Fakten Laut Bundesamt für Statistik sind auf den Schweizer Strassen rund 4,5 Millionen Autos unterwegs. Der Anteil an Elektroautos ist zwar immer noch sehr gering, steigt aber von Jahr zu Jahr.



Wie machen wir Strom aus Sonnenstrahlen?

Die Sonne ist eine unbegrenzte und kostenlose Energiequelle. Warum wird nicht einfach alles mit Solarenergie betrieben? Hartmut Nussbaumer erklärt uns die Vorteile und Einschränkungen der Solarenergie.

Wie wird aus Sonnenlicht elektrischer Strom? Das von uns wahrgenommene Sonnenlicht ist eine Form der Energie. Diese nehmen wir in unterschiedlicher Weise wahr. Beispielsweise werden Gegenstände heiss, wenn wir diese dem Sonnenlicht aussetzen. Man denke an die erhitzte Oberfläche eines Autos, welches in der Sonne steht. Die Energie des Sonnenlichts wird in sogenannten Photonen transportiert. Diese Photonen transportieren die Energie in kleinen Energieportionen. Diese Photonen sind es, welche am Ende zu dem elektrischen Strom einer Solarzelle führen. Aber damit wir einen elektrischen Strom aus Photonen generieren können, benötigen wir eine Solarzelle. Aufgabe der Solarzelle ist es, die auftreffenden Photonen nicht in Wärme, sondern in elektrischen Strom umzuwandeln. Eine Solarzelle besteht im Wesentlichen aus zwei Schichten eines bestimmten Materials, welches «Halbleiter» genannt wird. Sand besteht zu einem wesentlichen Teil aus Silizium, welches so ein Halbleitermaterial ist. Wenn nun ein solches Photon mit ausreichend hoher Energie auf einen Halbleiter trifft, dann werden in dem Halbleitermaterial ein negativ geladenes Elektron und ein sogenanntes Loch, das positiv geladen ist, freigesetzt. Diese so generierten Elektronen und Löcher können sich dann im Halbleiter frei bewegen – ein Strom kann fliessen. Die Halbleiter werden für die Anwendung in der Solarzelle gezielt mit Fremdstoffen verunreinigt. Diese Verunreinigungen im Material führen dazu, dass in dem Material entweder ein Elektronenmangel oder aber ein Überschuss an Elektronen entsteht. Bringt man jetzt diese beiden unterschiedlich verunreinigten



Eine Solarzelle besteht aus zwei Schichten und die Oberseite wird beleuchtet, d.h. die Photonen treffen auf die Solarzelle auf. Wenn nun das Photon in die Solarzelle eindringt und seine Energie abgibt, dann entstehen das freie Elektron und das freie Loch, welche durch den Halbleiter wandern und an die Grenzschicht gelangen. Dort werden Sie getrennt und können nur über einen externen Stromkreislauf zurückfliessen. Schliesst man also die Oberseite mit der Unterseite in einem Stromkreis zusammen, dann können sich die Ladungsträger auf diesem Weg vereinigen und es fliesst ein elektrischer Strom. Dieser elektrische Strom kann beispielsweise eine Glühlampe zum Leuchten bringen.

Halbleiter zusammen, dann gibt die Hälfte mit den überschüssigen Elektronen diese an die andere Hälfte ab und es entsteht an der Grenzschicht ein elektrisches Feld bzw. eine Spannung. Dieses elektrische Feld ist später der «Motor» der Solarzelle. Man kann sich das elektrische Feld wie ein Gefälle vorstellen, sozusagen eine Rutsche für Ladungsträger. Es wirkt jedoch auf die Elektronen und Löcher jeweils in entgegengesetzter Richtung. Kommt ein freier Ladungsträger in den Grenzbereich der beiden Schichten, dann kann er die Rutsche herunterrutschen. Er kann aber dann nicht mehr zurück. Die Grenzschicht, trennt also die Ladungsträger.

Unsere Solarzelle besteht aus den beiden Schichten und die Oberseite wird beleuchtet, d.h. die beschriebenen Photonen treffen auf die Solarzelle auf. Wenn nun das Photon in die

Solarzelle eindringt und seine Energie abgibt, dann entstehen das freie Elektron und das freie Loch, welche durch den Halbleiter wandern und an die Grenzschicht gelangen. Dort werden Sie getrennt und können nur über einen externen Stromkreislauf zurückfliessen. Schliesst man also die Oberseite mit der Unterseite in einem Stromkreis zusammen, dann können sich die Ladungsträger auf diesem Weg vereinigen und es fliesst ein elektrischer Strom. Dieser elektrische Strom kann beispielsweise eine Glühlampe zum Leuchten bringen oder eine Batterie aufladen. So können wir in diesem einfachen Modell verstehen wie eine Solarzelle das Licht in elektrischen Strom umwandelt.

Wie funktioniert eine Solaranlage? Ein Solarmodul besteht aus mehreren zusammengeschalteten Solarzellen, die in einen Verbund aus Glas und Kunstoffen eingebettet sind. Die Solarmodule produzieren Gleichstrom. Das heisst, dass der Strom immer in eine Richtung fliesst. Bei einer Solaranlage werden diese Solarmodule elektrisch zusammengeschaltet und anschliessend mit einem elektrischen Gerät, genannt Wechselrichter, verbunden. Dieser Wechselrichter wandelt den Gleichstrom in den von uns normalerweise benutzten Wechselstrom um. Dieser Wechselstrom kann dann entweder direkt im Haushalt verbraucht oder aber in das elektrische Netz eingespeist werden. Nehmen wir einmal an, wir würden 20 Solarmodule auf einem Dach installieren. Dann könnte man um die Mittagszeit damit beispielsweise vier Herdplatten oder fünf Staubsauger betreiben. Die Solaranlage liefert Energie, sobald Licht auf die Solarmodule scheint. Über den ganzen Tag beziehungsweise über das ganze Jahr kommt so eine sehr grosse Gesamtenergie zusammen. In der Stadt Zürich kann man mit so einer Anlage mit einem Energieertrag von 5500 kWh über das Jahr rechnen. Das deckt locker den elektrischen Verbrauch eines 5-Personen-Haushaltes.

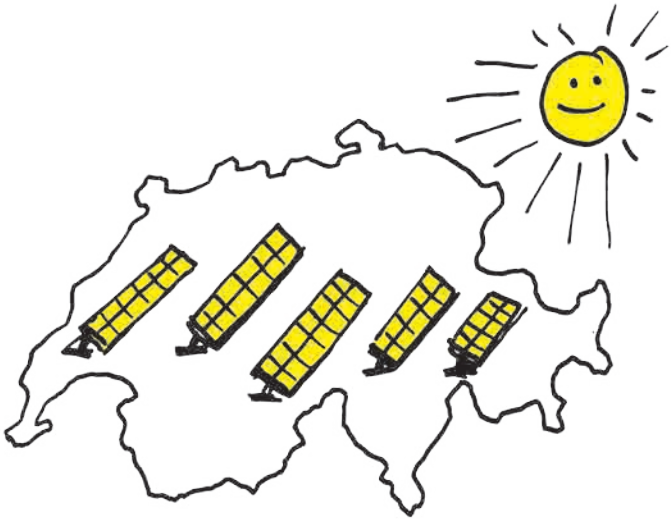
Was sind die Vorteile der Solarenergie? Das Licht der Sonne und damit die Sonnenenergie stehen uns noch die nächsten vier Milliarden Jahre zur Verfügung. Täglich strahlt die Sonne Licht auf die Erde. In einer sonnenreichen Zone der Erde genügt die eingestrahlte Energie auf einer Fläche doppelt so gross wie die Schweiz, um den kompletten elektrischen Energiebedarf der Erde zu decken – und das kostenlos!

Die Frage ist ja nun, warum wir diese Energie nicht einfach nutzen und das Energieproblem der Menschheit wäre ein für allemal gelöst. Es hat lange Zeit gedauert, bis die Solarenergie ausreichend kostengünstig war um mit den konventionellen Energien zu konkurrieren. Natürlich muss man die erzeugte Energie auch Verteilen und zu den Verbrauchern bringen. Ein wesentlicher Punkt ist aber auch, dass die Sonne nicht immer überall auf der Erde scheint. Die Stromerzeugung funktioniert zwar auch bei bewölktem Himmel, aber in der Nacht wird kein elektrischer Strom erzeugt. Wenn wir also einen wesentlichen Anteil des elektrischen Stroms durch Solarzellen erzeugen wollen, dann benötigen wir ausreichend grosse elektrische Speicher um auch in der Nacht die nötige Energie zu liefern. An dem Thema der Energiespeicherung wird auch in der Tat sehr intensiv geforscht, damit auch in diesem Bereich die Kosten für die Speicherung der elektrischen Energie sinken.

Natürlich benötigt die Herstellung von Solarzellen und Solarmodulen ebenfalls Energie. Man muss sich jetzt natürlich fragen, ob die Solarmodule die Energie, welche bei der Herstellung benötigt wird, später im Einsatz wieder wettmachen. Heute gebaute Solarmodule geben die für die Herstellung verbrauchte Energie nach rund ein bis zwei Jahren im Einsatz zurück und haben eine Lebensdauer von mindestens

Dr. Hartmut Nussbaumer ist Dozent für Photovoltaik an der ZHAW School of Engineering.

20 bis 25 Jahren, in der Praxis oft auch wesentlich länger. Es ist also nur eine Frage der Zeit, wann die solare Energieerzeugung einen wesentlichen Teil der benötigten Energie der Menschheit erzeugt.



Zahlen und Fakten Die Sonne liefert Energie in Hülle und Fülle. Die jährliche Energie durch Sonneneinstrahlung auf die Fläche der Schweiz ist 220-mal höher als der jährliche Energieverbrauch der Schweiz. Schon 25 Quadratmeter reichen aus, um mit Solarenergie den jährlichen Strombedarf eines typischen Haushalts zu decken. Das entspricht ungefähr der Fläche von zwei Parkplätzen. Der Anteil Solarstrom am Schweizer Stromverbrauch beträgt bislang nur etwa 2,5 Prozent.

Was sind Strömungen und wie entstehen sie?

Strömungen, Wärmeübertragung, Sonnenstrahlung und freier Fall – diese physikalischen Phänomene begegnen uns jeden Tag. Nicoleta Herzog erklärt uns, was es damit auf sich hat.

Was sind Strömungen und wie entstehen sie? «Panta rhei» – Alles fliesst! Das sagten schon die griechischen Philosophen. Es bedeutet, dass alles in der Natur, alles um uns herum, aber auch alles in uns fliesst, in Bewegung ist und strömt. Es gibt beispielsweise Luftströmungen und Meeresströmungen. Aber auch unser Blutkreislauf ist eine Strömung. Beim Auto fliesst der Treibstoff durch den Motor und setzt es so in Bewegung. Das Wasser aus dem Wasserhahn fliesst durch Leitungen. Wir atmen Luft ein, die in unsere Lunge hineindringt und danach wieder ausströmt. Auch unser Computer benötigt zur Kühlung Luft, welche von einem Ventilator angetrieben wird. Das Flugzeug würde nicht aufsteigen, wenn es nicht von Luftströmungen umgeben und seine Triebwerke nicht von Luft durchströmt wären. Auch ein Segelboot könnte ohne die Windströmung nicht vorankommen. Kurzum: Es gibt viele Arten von Strömungen, deren Gesetzmässigkeiten zu kennen von grosser Wichtigkeit ist. Wann ist der Wind stark genug, um mit dem Segelboot zu starten? Wie sollen die Tragflügel des Flugzeugs gebaut werden, damit es fliegen kann? Oder schauen wir unseren menschlichen Körper an: Wäre zum Beispiel unsere Luftröhre grösser, könnten wir mehr Luft einatmen, aber unsere Lunge diese grosse Luftmenge nicht aufnehmen. Antworten auf solche und ähnliche Fragen geben die Naturgesetze der Strömungen. Der wissenschaftliche Zweig, der die Gesetzmässigkeiten von Strömungen und Fliessprozessen betrachtet, heisst Strömungslehre. Die Strömungslehre gibt auch die Antwort auf der Frage, wie eine Strömung entsteht. So entsteht die Meeresbrise, wenn die Luft am Ufer wärmer ist als die Luft auf dem Meer, oder

umgekehrt. Auch das Wasser im Kochtopf ist in Bewegung. Ursache für diese Arten von Strömungen sind Temperaturunterschiede. Auch ein Ball oder ein Auto in Bewegung erzeugen eine Strömung der Luft um sich herum. Pumpt das Herz, wird das Blut aus dem gesamten Körper hin und her transportiert. Rotiert ein Ventilator oder ein Triebwerk, so wird Luft in Bewegung gesetzt. Ursache dieser Strömungen ist ein Druckunterschied. Wie stark oder wie schnell eine Flüssigkeit oder ein Gas strömt, hängt von den Bedingungen im Umfeld und von gewissen Stoffeigenschaften ab. All diese Zusammenhänge werden durch die Naturgesetze der Strömungslehre beschrieben.

Warum stehen Heizungen meistens unter dem Fenster?
In Heizkörpern zirkuliert warmes Wasser. Diese Wärme wird über die Wand des Heizkörpers an die Luft abgegeben, die sich dann in unmittelbarer Nähe zum Heizkörper ebenfalls erwärmt. Wieso wird es aber im ganzen Zimmer warm? Weil sich die Luft bewegt und im Raum zirkuliert. Diese Bewegung wird durch die Wärme verursacht. Denn die warme Luft nahe dem Heizkörper ist leichter als die kältere Luft im Raum. Die warme leichte Luft steigt hoch und die kalte schwerere Luft sinkt ab. Somit bildet sich ein Kreislauf im ganzen Raum, was zu einer Durchmischung von warmer und kälterer Luft führt. Das Zimmer wird warm allein durch die aufsteigende Dynamik warmer Luft. Warum aber stehen Heizungen meistens unter dem Fenster? Bei älteren Häusern merkt man häufig, dass Kälte durch den Fensterrahmen nach innen dringt. Um diese Kälte auszugleichen, werden die Heizkörper direkt unter der Fensterbank eingebaut. Somit steigt die warme Luft vom Heizkörper hoch und durchmischt sich mit der kalten Luft, die durch die Fenstereinfassung hereinströmt. So wird der Temperaturunterschied ganz schnell ausgeglichen. Bei modernen Thermofenstern,

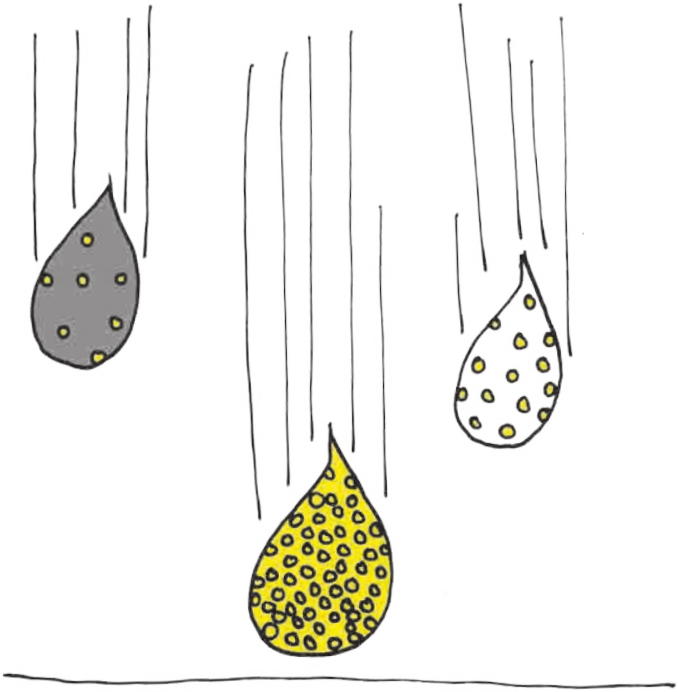
Dunkle Gegenstände nehmen sehr viel Wärme auf, während helle die Sonnenstrahlung abweisen beziehungsweise reflektieren oder spiegeln – die Sonnenstrahlen prallen also von hellen Oberflächen ab und können sie weniger gut erhitzen. Sind zwei Autos in der Sonne geparkt, nimmt das schwarze oder dunkle Auto viel mehr Wärme auf als das weisse beziehungsweise helle.

wie es sie heute in den meisten Häusern gibt, wäre der Einbau des Heizkörpers unterhalb der Fensterbank nicht nötig, weil diese Fenster sehr gut isoliert sind. Jedoch ist die Stelle aus ästhetischen Gründen oder um Platz zu sparen immer noch gut geeignet.

Warum wird es in einem schwarzen Auto heisser als in einem weissen, wenn man es in der Sonne parkt? Die Sonne ist nicht nur Licht- sondern auch Wärmequelle für unseren Planeten und für all das, was sich darauf befindet. Bei sonnigem Sommerwetter ist es manchmal so heiss, dass man sich nach Schatten sehnt. Aber auch im Winter bei Minusgraden kann uns die Sonne ganz schön einheizen. Der weisse Schnee reflektiert die Sonnenstrahlen so stark, dass wir auch im Winter die Sonnenbrille aufsetzen. Wäre der Schnee grau, schwarz oder farbig, würden wir die Sonnenstrahlung nicht so intensiv wahrnehmen. Und das gilt nicht nur für den Schnee, sondern für jeden Gegenstand, der von der Sonne angestrahlt wird. Wenn wir im Sommer helle Kleidung tragen, ist uns darin weniger warm als in dunklen Sachen. Grund dafür sind die Naturgesetze der Wärmeübertragung und der Sonnenstrahlung. Diese physikalischen Gesetze besagen, dass die Farbe eines Gegenstands von Bedeutung ist für die Wärmeaufnahme oder Wärmeabweisung. Dunkle Gegenstände nehmen sehr viel Wärme auf, während helle die Sonnenstrahlung abweisen, beziehungsweise reflektieren oder spiegeln – die Sonnenstrahlen prallen also von hellen Oberflächen ab und können sie weniger gut erhitzen. Sind zwei Autos in der Sonne geparkt, nimmt das schwarze oder dunkle Auto viel mehr Wärme auf als das weisse beziehungsweise helle. Besonders warm wird es im schwarzen Auto, wenn nicht nur die Aussenlackierung der Karosserie schwarz, sondern auch die Innenverkleidung dunkel ist. Jedoch sind moderne Autos heute mit einer guten

Wärme-/Kälteisolation ausgestattet, so dass die Farbe des Autos die Temperatur im Innenraum nicht mehr gross beeinflusst.

Was fällt schneller zu Boden: ein Wasser-, ein Öl- oder ein Honigtropfen? Das Fallen ist eine gleichmässig beschleunigte Bewegung. Das heisst: Je länger sich der Tropfen im freien Fall befindet, desto schneller wird er. Somit ist die Geschwindigkeit des Tropfens nur von seiner Falldauer abhängig und nicht von seiner Masse, Form oder Zusammensetzung. Jedoch ist diese Situation ein Idealfall, der nur im Vakuum



Ein Wasser-, ein Öl- und ein Honigtropfen: Diese drei Tropfen aus verschiedenen Materialien unterscheiden sich voneinander durch ihre Zusammensetzung, welche als Dichte bezeichnet wird. Öl hat eine geringere Dichte als Wasser und Honig eine viel grössere.

Dr. habil. Nicoleta Herzog ist Dozentin für Erneuerbare Energien und Fluid-Engineering an der ZHAW School of Engineering.

eintritt. Weil wir aber im Alltagsleben von Luft umgeben sind, ist die Situation eine andere. Die Luft produziert einen gewissen Widerstand und auch einen Auftrieb – wenn die Tropfen fallen, spüren sie quasi «Gegenwind». Somit wirken auf fallende Objekte neben der Schwerkraft noch die Luftwiderstandskraft und die Auftriebskraft. Das Zusammenspiel dieser drei Kräfte führt dazu, dass die Fallgeschwindigkeit eines Objekts in der Luft auch von seiner Zusammensetzung und sogar von der Form abhängt. Nehmen wir jetzt die drei gleich grossen Tropfen: ein Wasser-, ein Öl- und ein Honigtropfen. Diese drei Tropfen bestehen aus verschiedenen Materialien und unterscheiden sich voneinander durch ihre Zusammensetzung, welche als Dichte bezeichnet wird. Öl hat eine geringere Dichte als Wasser und Honig eine viel grössere. Bei drei genau gleich grossen Tropfen wäre der Honig am schwersten und das Öl am leichtesten. Demzufolge wird – sofern sie von gleicher Höhe fallen – zuerst der Honigtropfen, dann der Wassertropfen und zuletzt der Öltropfen den Boden erreichen.

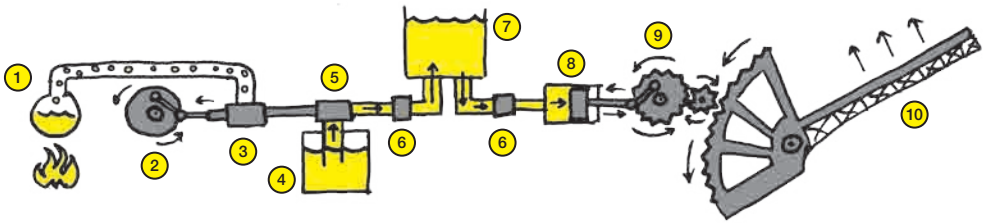
Wer hat's erfunden? Das Naturgesetz des Fallens hat schon der berühmte Wissenschaftler Galileo Galilei vor über 400 Jahren erforscht. Er kam zum Schluss, dass im luftleeren Raum, dem sogenannten Vakuum, alle fallenden Objekte die gleiche Beschleunigung erfahren, da nur die Erdanziehungskraft auf sie wirkt. Ein Wasser-, ein Öl- oder ein Honigtropfen würden im luftleeren Raum also genau gleich schnell zu Boden fallen. Sogar ein Elefant und eine Feder würden gleich schnell fallen!

Wie funktioniert die Tower Bridge?

Frank Huber war in London mit dem Schiff unterwegs: Erst hat ein Laser den Strichcode auf seinem Billett gescannt, dann ist er durch eine Schleuse gefahren und schliesslich hat er sich die Tower Bridge ganz genau angesehen.

Wie funktioniert die Tower Bridge? Wer kennt sie nicht, die wohl berühmteste Klappbrücke der Welt: Die Tower Bridge in London. Wie ist es den Ingenieuren gelungen, die Brückenklappen mit einem Gewicht von je über 1’000 Tonnen in weniger als zwei Minuten auf einen maximalen Neigungswinkel von 86° hochzuklappen? Für diese technische Meisterleistung war ein ausgeklügeltes hydraulisches System verantwortlich, das ursprünglich auf Wasserdruck basierte. Ja richtig, zum Betrieb der Brücke nutzte man die Wasserkraft! Die so erzeugte Energie wurde für das Öffnen und Schliessen der beiden Brückenteile, die Aufzüge zu den Fussgängerübergängen und selbst für das Signalsystem eingesetzt und war mehr als ausreichend.

Vier mit Kohle geheizte Dampfkessel unter dem Südteil der Brücke erzeugten einen Dampfdruck von 5 bis 5,5 bar. Dieser Dampfdruck setzte zwei riesige Kolbendampfmaschinen in Bewegung, welche Wasser unter einem Druck von 52 bar in das Hydrauliksystem pumpten. Damit ausreichend Energie für ein rasches Hochschwingen der Brückenklappen vorhanden war, brauchte es also genügend Wasser. Deshalb wurde das Wasser in grossen, mit Gewichten belasteten Druckbehältern gespeichert – den sogenannten Akkumulatoren. Sobald der Mechanismus ausgelöst wurde, entluden sich die Akkumulatoren durch die Gewichtskraft und trieben mit dem darin gespeicherten Wasser acht hydraulische Motoren an, die über Zahnräder und Zahnsegmente die Brückenklappen anhoben. Damit das Hochschwingen über die 50 cm grossen Haupt-



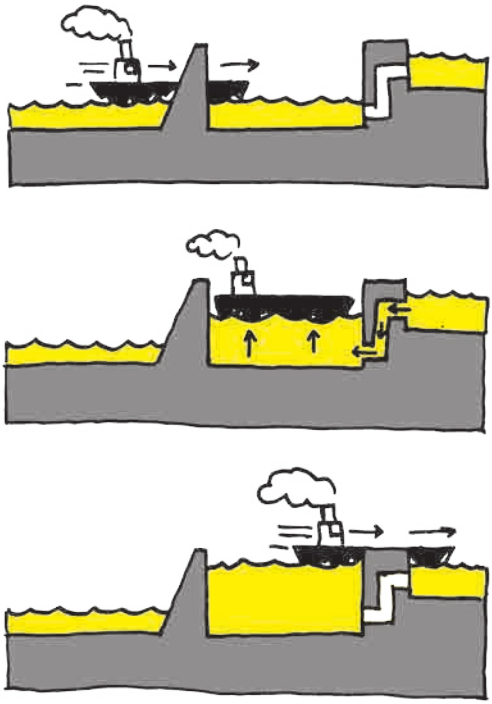
1 Dampfkessel
2 Schwungrad
3 Kolbendampf-maschine
4 Wasserreservoir
5 Wasserpumpe
6 Ventil
7 Akkumulator
8 Hydraulikmotor
9 Zahnräder
10 Brückenklappe

drehzapfenlager möglichst energieeffizient geschehen konnte, waren die Brückenklappen mit Gegengewichten ausgestattet. 1974 wurde das hydraulische System von Wasser- auf Ölhydraulik umgestellt. Anstelle der Dampfmaschinen erzeugen nun elektrisch betriebene Kolbenpumpen den erforderlichen Öldruck, welcher direkt über Hydraulikmotoren und Zahnräder die Klappen antreibt. Das Maschinenhaus mit den Dampfmaschinen wurde ausser Betrieb genommen und kann heute besichtigt werden.

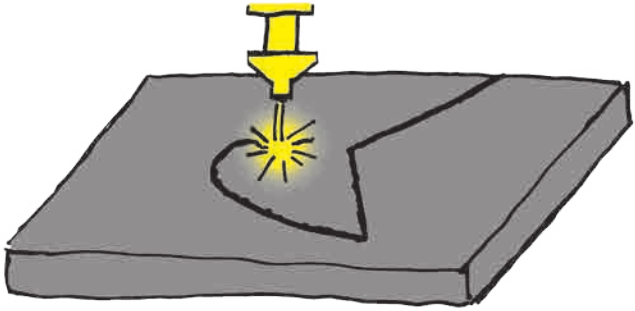
Wie funktioniert eine Schleuse? Eine Fahrt mit dem Schiff ist immer eine aufregende Sache. Besonders spannend wird es, wenn das Schiff in eine Schleuse fährt. Schleusen sind wichtig für die Schifffahrt. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, die zwischen schiffbaren Flüssen oder Kanälen liegenden Landstrecken oder andere Hindernisse, wie zum Beispiel einen Wasserfall, zu überbrücken. Aber wie funktioniert eigentlich eine Schleuse? Durch Füllen oder Entleeren der Schleusenkammer steigt der Wasserstand oder er fällt. Dadurch wird das Schiff in der Schleuse entweder gehoben oder abgesenkt. Und das geht so: Um zu Tal, also abwärts, zu schleusen, läuft das Schiff vom Oberwasser durch das offene Obertor in die Schleusenkammer ein. Hinter dem Schiff schliesst sich das Obertor wasserdicht. Dann werden die Schieber unter dem Untertor geöffnet, sodass das Wasser aus der Schleusenkammer in das Unterwasser abfliesst. Der Wasserstand in der Schleusenkammer sinkt nun langsam abwärts und mit ihm sinkt auch das Schiff nach unten – so lange bis der Wasserstand in der Schleusenkammer das Niveau des Unterwassers erreicht hat. Schliesslich öffnet sich das Untertor und das Schiff kann aus der Schleusenkammer in das Unterwasser laufen.

Angenommen, ein Schiff will zu Berg, also aufwärts geschleust werden: Vom Unterwasser kommend läuft es durch das

geöffnete Untertor in die Schleusenkammer ein. Das Obertor ist wasserdicht geschlossen. Hinter dem Schiff schliesst sich jetzt auch das Untertor. Dann werden die Schieber unter dem Obertor geöffnet. Dadurch strömt Oberwasser von unten in die Schleuse ein. So steigt der Wasserstand in der Schleusenkammer an. Mit dem steigenden Wasserstand wird auch das Schiff angehoben – ohne Einsatz von Energie, allein durch den Druck des Oberwassers – so lange bis der Wasserstand in der Schleusenkammer das Niveau des Oberwassers erreicht hat. Dann öffnet sich das Obertor. Das Schiff hat das Hindernis überwunden und kann die Schleuse verlassen.



Das ist natürlich nur eine ganz einfache Darstellung. So eine Schleuse ist technisch sehr aufwändig. Es gibt ganz verschiedene Sorten von Schleusen, und bis ein Schiff da durch ist, kann es je nach Grösse von Schiff und Schleuse auch ein paar Stunden dauern. Bedient werden die Schleusen entweder von Schleusenwärtern oder manchmal auch von der Bootsbesatzung selber. Dies geschieht meist elektrisch. Bei kleineren Schleusen kann es durchaus vorkommen, dass man die Tore und Schieber von Hand aufdrehen muss. Das ist dann ein ganz schönes Stück Arbeit.



In der Industrie können extra starke Laser sogar Metalle schneiden.

Wie funktioniert ein Laser? Laser begegnen uns überall im Alltag. Beim Einkaufen zum Beispiel liest ein Laser den Strichcode auf den Produkten und erfasst so den richtigen Preis. Auch im CD-Player ist es ein Laser, der die Musik von der Scheibe liest. Laser können aber auch in der Medizin eingesetzt werden, um Krankheiten zu erkennen. Und in der Industrie können extra starke Laser sogar Metalle schneiden. Die Funktionen von Lasern sind also sehr vielfältig. Aber wie sieht die Technik dahinter eigentlich aus? Ein Laser funktioniert mit einem Behälter wie etwa einer Glasröhre. Darin ist links und rechts ein Spiegel angebracht. Zwischen den Spiegeln

Frank Huber ist Dozent für Produktentwicklung an der ZHAW School of Engineering.

befindet sich ein aktives Medium, beispielsweise ein Gas wie Kohlendioxid (CO_2). Nun muss diesem Medium noch Energie zugeführt werden. Das passiert in der Regel elektrisch, also mit Strom aus der Steckdose. Die gesamte Einheit nennt man dann Laserresonator. Laserresonatoren bestehen meist nicht nur aus Spiegeln, sondern besitzen zusätzliche Linsen und andere optische Bauteile, die den Resonator noch verbessern.

Das Gas im Behälter besteht aus Gasatomen. Durch die Energiezufuhr werden diese Gasatome angeregt. Das bedeutet, dass sich die Elektronen der Atome zu bewegen beginnen. Bei ihrer Bewegung geben die Elektronen Energie in Form von Licht ab. Im Gas gibt es auch Photonen. Das sind Lichtteilchen, die von den Gasatomen ausgesendet werden und dann wiederum weitere Photonen anstecken. Zwischen den Spiegeln werden diese Photonen x-mal reflektiert und regen dadurch immer weitere an. Das kannst du dir vorstellen wie die Kugel in einem Flipperkasten, die zwischen zwei Wänden hin und her geschleudert wird. Aber die Lichtteilchen werden natürlich viel schneller reflektiert. Dadurch entsteht immer mehr Licht, welches nach und nach verstärkt und gebündelt wird. Einer der beiden Spiegel ist leicht transparent und kann etwas Licht durchlassen. Ist das Licht hell genug, tritt ein Teil davon durch diesen Spiegel aus. Das ist dann das gebündelte Laserlicht.

Fakten und Zahlen Die Tower Bridge in London: Die Errichtung dieser Brücke beanspruchte acht Jahre Bauzeit, 30’000 Tonnen Stein, 11’000 Tonnen Stahl sowie zwei Millionen Nieten und verursachte Baukosten in der Höhe von umgerechnet rund 1,8 Millionen Franken.

Woher kommt der Regenbogen?

Damit wir einen Regenbogen überhaupt sehen können, brauchen wir unsere Augen und Licht. Aber was ist Licht eigentlich? Nils Reinke erklärt uns das ganz genau.

Was ist Licht und wo kommt es her? Wenn du vor hundert Jahren einen Physiker gefragt hättest, was Licht ist, so hätte er dir geantwortet: Licht ist eine Welle. Wellen kannst du dir am besten als Wellen auf einem See vorstellen. Der Abstand zwischen zwei Wellenbergen ist die Länge der Welle. Die Wellenlänge des Lichts ist aber so klein, dass im Vergleich dazu ein einzelnes Haar hundert Mal dicker ist. Die Wellenlänge kann kurz aber auch lang sein. Je nach dem, wie kurz oder lang die Welle ist, hat das Licht eine andere Farbe. So hat blaues Licht kurze Wellen und rotes Licht hingegen lange Wellen.

Wenn du heute eine Physikerin oder einen Physiker fragst, was Licht ist, so antworten sie dir: Licht ist sowohl eine Welle als auch ein Teilchen. Diese Teilchen sind unterschiedlich gross. Die Masse des blauen Lichtteilchens ist rund doppelt so gross wie bei einem roten Teilchen. Lichtwellen und Teilchen bewegen sich mit Lichtgeschwindigkeit. Die Lichtgeschwindigkeit ist so hoch, dass du mit ihr in einer Sekunde zehn Mal um die Erde reisen könntest.

In den meisten Fällen entsteht Licht bei grosser Hitze. Wenn du beispielsweise Metall lange Zeit ins Feuer hältst, fängt es rot zu glühen an und schmilzt sogar. Ähnlich ist es auf der Sonne. Dort verschmilzt Wasserstoff und es entsteht Helium bei extrem hohen Temperaturen. Mit steigender Temperatur wechselt die Farbe des entstehenden Lichts von rot über weiss bis hin zu blau. Seit einigen Jahren gibt es aber auch künstliches Licht, dass ohne Hitze entsteht, nämlich soge-

nannte LEDs. Diese können Licht fast ohne Wärme erzeugen und sparen dadurch viel Energie ein. Batterien in Taschenlampen mit LEDs halten deshalb sehr lange.

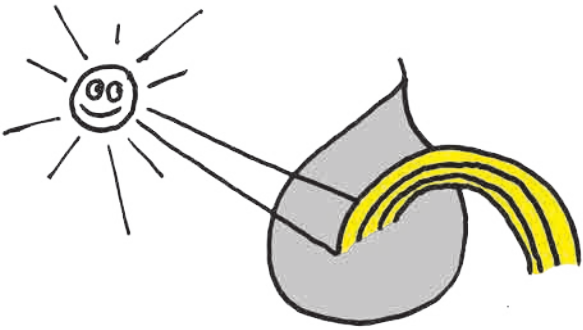
Lichtstrahlen, die aus der Luft in ein anderes Medium wie Wasser übertreten, werden gebrochen. Das Wasser lenkt die Lichtstrahlen also in eine andere Richtung ab. Durch diese Lichtbrechung erscheint die Blume grösser als sie eigentlich ist. Denselben Effekt kennst du von der Lupe.

Wie funktionieren unsere Augen? Fülle ein Glas mit Wasser und schaue dir eine Blume durch das Glas an. Was passiert? Richtig, die Blume sieht plötzlich grösser aus. Der Grund: Lichtstrahlen, die aus der Luft in ein anderes Medium wie Wasser übertreten, werden gebrochen. Das Wasser lenkt die Lichtstrahlen also in eine andere Richtung ab. Durch diese Lichtbrechung erscheint die Blume grösser als sie eigentlich ist. Denselben Effekt kennst du von der Lupe. Hier ist es das Lupenglas, das die Lichtstrahlen bricht.

In deinem Auge passiert etwas Ähnliches: Wenn Licht in das Auge einfällt, durchdringt es die Hornhaut, die Augenkammer mit Kammerwasser, die Linse und den Glaskörper. Danach trifft es auf die Netzhaut. Die Hornhaut und die Linse brechen das Licht so, dass auf der Netzhaut ein scharfes Bild entsteht – wie genau?

Um überhaupt etwas sehen zu können, benötigen wir eine Lichtquelle, beispielsweise die Sonne. Von dieser Lichtquelle breitet sich das Licht in alle Richtungen aus. Treffen Lichtstrahlen auf einen bestimmten Gegenstand, sagen wir einen Stuhl, werden sie von diesem Gegenstand gestreut, also zurückgeworfen.

Wenn nun deine Augen auf den Stuhl gerichtet sind, strahlt ein Teil des Lichts vom Stuhl in deine Augen. Im Auge treffen die Lichtstrahlen auf die Linse, wo sie gebrochen, also in ihrer Richtung abgelenkt werden. Da die Linse gewölbt ist, bündeln sich die Strahlen hinter der Linse und laufen an einem Punkt auf der Netzhaut zusammen: Dort wird der Stuhl



Der Regenbogen könnte auch Sonnenbogen heissen. Denn für einen Regenbogen braucht es zwei Dinge: Sonne und Regen, also Licht und Wasser. Und zwar beides gleichzeitig. Die Sonne strahlt die Regentropfen an. An jedem einzelnen Tropfen bricht sich das Licht und wird an seiner Rückseite gespiegelt – wie an einem Prisma. Ein Prisma ist ein Glas, das Licht in Farben zerlegen kann. Das weisse Licht ist nämlich in Wirklichkeit aus vielen Farben gemischt: die Regenbogenfarben! Diese können wir als bunten Lichtbogen am Himmel sehen.

abgebildet. Das Bild deines Stuhls auf der Netzhaut ist natürlich kleiner als das Original und steht ausserdem auf dem Kopf. Das macht aber nichts, denn dein Gehirn kann die Informationen schnell umrechnen und sie zu einem korrekten Bild zusammensetzen. Du siehst den Stuhl scharf.

Eine Kamera funktioniert ganz ähnlich wie ein Auge. Anstelle der Netzhaut befindet sich ein lichtempfindlicher Chip. Dieser Chip wandelt das Licht in elektrische Ladung um. Für jedes einzelne Pixel wird dabei je nach Helligkeit und Farbe des auftreffenden Lichts ein Wert berechnet. Das bedeutet: Das festgehaltene Motiv wird in der Kamera in eine Folge von Zahlen umgerechnet. Dafür ist ein sehr schneller Prozessor zuständig, der noch mehr auf Lager hat: Er kann direkt nach der Aufnahme Unschärfe herausrechnen, spezielle Effekte hinzufügen und sogar Staub auf der Linse wegrechnen.

Woher kommt der Regenbogen? Der Regenbogen könnte auch Sonnenbogen heissen. Denn für einen Regenbogen braucht es zwei Dinge: Sonne und Regen, also Licht und Wasser. Und zwar beides gleichzeitig. Die Sonne strahlt die Regentropfen an. An jedem einzelnen Tropfen bricht sich das Licht und wird an seiner Rückseite gespiegelt – wie an einem Prisma. Ein Prisma ist ein Glas, das Licht in Farben zerlegen kann. Das weisse Licht ist nämlich in Wirklichkeit aus vielen Farben gemischt: die Regenbogenfarben! Diese können wir als bunten Lichtbogen am Himmel sehen.

Jeder Regenbogen hat die gleichen Farben: rot, orange, gelb, grün, blau und violett. Diese Farben erscheinen immer in derselben Reihenfolge: rot liegt am äusseren Rand des Bogens, violett am inneren. Je höher die Sonne steht, desto flacher ist der Bogen. Einen schönen Regenbogen gibt es, wenn die Sonne am Nachmittag tief hinter dir steht und es vor dir kräftig

An schönen Abenden taucht der Himmel in ein atemberaubendes Rot, obwohl die Sonne in derselben Farbe wie am Tage scheint. Das Geheimnis hinter dieser Farbenpracht liegt in der Art, wie das Sonnenlicht in der Atmosphäre gestreut wird.

regnet. Mit etwas Glück sieht man sogar einen doppelten Regenbogen. Dieser entsteht wenn das Licht nicht nur einmal, sondern gleich zweimal im Tropfen reflektiert wird.

Du willst nicht solange warten, bis es regnet? Dann gehe an einem sonnigen Tag zu einem Springbrunnen. Wenn die Sonne darauf scheint, wird ein kleiner Regenbogen sichtbar. Oft kann man auch an einem Wasserfall oder im Sprühnebel des Gartenschlauchs einen bunten Lichtbogen sehen.

Übrigens: Besonders viele Regenbogen sind in Irland zu sehen, weil es dort häufig regnet. Deshalb wird Irland auch «Land der Regenbogen» genannt. In einer irischen Sage heisst es, dass am Fuss des Regenbogens ein Goldschatz vergraben ist. Warum wird dieser Schatz wohl nie gefunden?

Woher kommen Wolkenweiss, Himmelsblau und Abendrot? Die Farbpalette des Himmels hat einiges zu bieten: Da wechseln sich blau, weiss und grau, mit gelb, rot und orange ab. Nimmt man noch die Regenbögen hinzu, scheint die Farbenfreude grenzenlos. Den wolkenlosen Himmel sehen wir tagsüber in einem hellen Blau, obwohl sich dahinter doch die Schwärze des Weltalls befindet. An schönen Abenden taucht der Himmel dann schon einmal in ein atemberaubendes Rot, obwohl die Sonne in derselben Farbe wie am Tage scheint. Das Geheimnis hinter dieser Farbenpracht liegt in der Art, wie das Sonnenlicht in der Atmosphäre gestreut wird.

Das Licht der Sonne erscheint uns zwar gelblich-weiss, doch setzt es sich aus allen Farben des Regenbogens zusammen – von violett über blau, grün, gelb, orange bis hin zu rot. Immer wenn wir nicht direkt in die Sonne blicken, sehen wir gestreutes Licht, das über ein paar Umwege von der Sonne in unser Auge gelangt. Blaues Licht wird an den kleinsten

Prof. Dr. Nils Reinke ist Dozent für Physik an der ZHAW School of Engineering.

Teilchen in der Luft, den Molekülen, besonders stark gestreut. Daher ist es gerade das gestreute blaue Licht, das die Farbe des Himmels bestimmt.

Die Wolken bestehen aus kleinen Wassertröpfchen und Eiskristallen. An diesen wird jede Farbe des Sonnenlichts gleich stark gestreut. Kleine Wolken sind daher strahlend weiss. Wenn die Wolken sich beim Gewitter zu riesigen Haufen auftürmen, dann wird das Licht so stark gestreut, dass wir es nicht mehr sehen können. Gewitterwolken und auch dicke Regenwolken erscheinen uns daher dunkel.

Und wie ist es bei einem Sonnenuntergang über dem Meer? Die Sonne ist gelb eingefärbt, der Himmel um sie herum schimmert von orange um die Sonne herum bis dunkelrot direkt über dem Horizont, das Abendrot. Wenn die Sonne am Mittag ganz oben steht, ist der Weg des Sonnenlichts durch die Atmosphäre am kürzesten. Einen viel längeren Weg durch die Atmosphäre muss das Licht am Abend zurücklegen, wenn die Sonne ganz unten ist. Das blaue Licht wird dann so stark gestreut, dass nur noch gelbes und rotes Licht übrigbleibt und den Himmel Abendrot einfärbt. Mit viel Glück kannst du in der Sekunde in der die Sonne untergeht einen grünen Punkt am Horizont erkennen. Kannst du sagen, woher der kommt?

Fakten und Zahlen Etwa 8 Minuten und 20 Sekunden braucht das Licht von der Sonne zur Erde. Diese Zeitspanne benötigt es, weil die Erde rund 149,6 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt ist. Selbst mit der Lichtgeschwindigkeit von fast 300’000 Kilometern pro Sekunde lässt sich diese Entfernung nicht schneller überwinden.

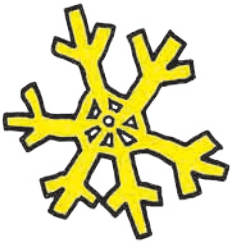
10000
8000
6000
4000
2000

Wie entsteht ein Gewitter?

Hast du dich auch schon gefragt, wie Stürme und Gewitter entstehen oder warum es schneit? Bruno Neininger erklärt uns, wie diese Wetterphänomene entstehen und wie man sie voraussagen kann.

Wie entsteht ein Gewitter? Luft ist nie trocken. Selbst bei blauem Himmel oder sogar in der Wüste kennt man Morgentau. Überall begleitet uns unsichtbares «Wassergas». Gemeint ist verdunstetes Wasser, das Bestandteil der Luft ist. Je wärmer es ist, desto mehr unsichtbares Wasser kann die Luft enthalten. Klare Luft im Sommer kann mehr Wasser enthalten als Nebel im Winter! Das versteckte Wasser wird erst sichtbar, wenn es abkühlt. Man sagt dann, dass es kondensiert; es bilden sich dabei ganz kleine Tröpfchen. Weil die Luft nachts abkühlt, sehen wir morgens den Tau oder eben auch Nebel. Luft kühlt aber auch ab, wenn man sie in die Höhe bringt. Aber wer bringt schon Luft in die Höhe? Die Sonne: Wenn Luft an einem heissen Sommertag am Boden stark erwärmt wird, ist sie vergleichbar mit einem Heissluftballon. Denn warme Luft ist leichter und steigt auf. Dabei kühlt sie ab. Sie steigt so hoch, bis sie wieder gleich warm wie die umgebende Luft ist. Wenn die Umgebungsluft mit zunehmender Höhe auch kälter wird, kann die Luftblase immer höher steigen. Und nun kommt etwas Wesentliches: Sobald das Wassergas kondensiert, d.h. unser Heissluftballon zur Wolke wird, wird weitere Wärme frei, denn beim Kondensieren entsteht wiederum Wärme. Ein Gewitter bildet sich dann, wenn es die am Boden aufgeheizte Luftmasse schafft, bis in eine Höhe von rund zehn Kilometer zu steigen. Dort geht es nicht mehr weiter, weil dort oben die Umgebungsluft nicht mehr kälter wird. Deshalb breiten sich Gewitterwolken in der Höhe aus. Je mehr Wasser die Luft enthält und je kälter es in der Höhe im Vergleich zum Boden ist, umso eher bilden sich Gewitter. Das in kleinste

Wolkentröpfchen kondensierte Wasser ist nicht nur die Energiequelle für den Aufstieg, sondern fällt schliesslich als Regen oder gar Hagel. Es ist die Höhe und Ausdehnung der Wolke, welche darüber entscheiden, ob es nur harmlose Schauer, oder ein kräftiges Gewitter gibt. Der Weg, wie aus kleinsten Wolkentröpfchen Regen wird, ist im nächsten Abschnitt zum Schnee beschrieben. Wenn Gewitter auch im Winter vorkommen – was selten, aber spektakulär ist – dann erfolgt die Hebung, weil kältere Luft unter die bei uns liegende Luft fliesst und diese anhebt. Der Rest läuft ganz ähnlich wie im Sommer.



Schnee besteht aus Eiskristallen und entsteht in fast jeder Wolke, sofern sie im oberen Bereich kälter als -20°C ist.

Wie entsteht Schnee? Schnee besteht aus Eiskristallen und entsteht in fast jeder Wolke, sofern sie im oberen Bereich kälter als -20°C ist. Das gilt auch für die hier beschriebene Gewitterwolke. Sobald die aufsteigende Luft in der Wolke auf etwa -20°C abgekühlt ist, beginnt das Wassergas nicht nur Tröpfchen zu bilden, sondern zu gefrieren. Warum erst bei -20°C? Weil auch beim Gefrieren wie beim Kondensieren Wärme frei wird. Wenn ein ganz kleines Tröpfchen in der Luft schwebt und bei 0°C gefrieren «will», so wird es gleich wieder von der Gefrierwärme auf über 0°C erwärmt und bleibt ein Tröpfchen. Wenn jedoch ein Staubteilchen das Tröpfchen berührt, kann es eher gefrieren, weil die Gefrierwärme dann vom Teilchen übernommen werden kann. In ganz reiner Luft können Tröpfchen bis zu -40°C flüssig bleiben! Ob sich Eisnadeln, welche sich zu wunderschönen Schneeflocken gruppieren, schon bei -10°C bilden, oder erst ab etwa -20°C, hängt somit auch davon ab, welche Teilchen in der Luft schweben. Aufgewirbelte Erde oder Salzteilchen finden wir weltweit überall in der Luft, aber auch Russ von Abgasen kann die Verwandlung von Wolkentröpfchen in Eiskristalle beeinflussen.

Weil es diese unterkühlten Wassertröpfchen in vielen Wolken gibt, müssen übrigens Verkehrsflugzeuge ihre Flügel heizen. Sonst würden die Wolkentröpfchen an den Flügeln anfrieren, wonach das Flugzeug nicht mehr fliegen könnte.

Hast du gewusst, dass es ohne Schneeflocken keinen Regen gibt? Selbst der Regen aus der Gewitterwolke im heissen Sommer war ein paar Minuten vorher noch eine Schneeflocke! Wenn sich nur kleine flüssige Wassertröpfchen in der Wolke befinden, kann es nur ganz schwachen Nieselregen geben. Ist jedoch Schnee und genügend Kälte (= Höhe) in der Wolke vorhanden, so kann sich der Schnee zu Graupel und Hagel verklumpen. Wenn die Regentropfen besonders gross sind, so war der Tropfen, bevor er schmolz, Graupel oder Hagel. Bei all diesen Umwandlungen und Kollisionen von Eisnadeln entsteht übrigens auch die Elektrizität in der Wolke, welche zu Blitz und Donner in Gewittern führt.

Glücklicherweise braucht es nicht unbedingt eine Gewitterwolke, um Schnee rieseln zu lassen. Aber es braucht Feuchte in der Luft und eine Strömung, welche diese Feuchte auf eine Höhe hebt, wo sie bei etwa -20°C kondensieren und gefrieren kann. Im Winter sind diese kalten Wolken genügend nahe über uns, womit der Schnee nicht schmilzt bevor er am Boden ankommt.

Wie entsteht ein Hurricane? Wie die Gewitterwolke ist ein tropischer Wirbelsturm mit «Wassergas» betrieben. Je nach Weltgegend nennen wir ihn Hurricane oder Taifun. Diese mehrere hundert Kilometer grossen Gebilde mit Sturmwinden und Starkregen drehen sich. Sie sind aber nicht zu verwechseln mit Tornados. Diese können unter besonders intensiven Gewittern vorkommen und sind viel kleiner. Aber dort, wo sie durchziehen, wirken sie sehr zerstörerisch.

Damit ein Hurricane oder Taifun genügend «Treibstoff» hat, braucht es warmes Meerwasser; am besten wärmer als 26°C. Damit wird die Gewitterbildung ausgelöst. Die dabei zusammenströmenden Luftmassen beginnen sich zu drehen, weil sich die Erde dreht.

Damit ein Hurricane oder Taifun genügend «Treibstoff» hat, braucht es warmes Meerwasser; am besten wärmer als 26°C. Damit wird die Gewitterbildung ausgelöst. Die dabei zusammenströmenden Luftmassen beginnen sich zu drehen, weil sich die Erde dreht. Das ist nicht ganz einfach zu verstehen, aber kann beispielsweise im «Coriolis-Karussell» im Technorama Winterthur erfahren werden. Zusätzlich wirkt derselbe Effekt, den auch die Eiskunstläuferin nutzt, um eine Pirouette zu drehen: Wenn man sich während einer langsamen Drehung zusammenzieht, dreht man schneller. Da die Erde sich immer dreht und es auch jährlich Gegenden mit sehr warmem Meerwasser gibt, bilden sich auch jährlich Wirbelstürme. Es braucht deshalb keine grosse Phantasie, um zu vermuten, dass es mit wärmeren Meerestemperaturen als Folge der Klimaerwärmung auch mehr Wirbelstürme geben könnte.

Wie entsteht eine Wetterprognose? Seefahrer wussten schon vor mehreren hundert Jahren viel über Wind und Wetter. Das basierte auf Erfahrung: Sie wussten, welche Winde wann und wo am ehesten auftraten und haben Wetterzeichen wie Wolkenformen interpretiert. Seit rund 150 Jahren wird das Wetter weltweit auch wissenschaftlich studiert. Seither wird versucht, mit diesen Kenntnissen in die Zukunft zu rechnen. Dass das nicht einfach ist, merkte man sehr schnell. Obwohl alle physikalischen Grundlagen seit rund 100 Jahren bekannt sind, dauerte es lange, bis von Computern berechnete

Prof. Dr. Bruno Neininger ist Dozent für Atmosphärenphysik und Meteorologie am Zentrum für Aviatik der ZHAW School of Engineering.

Prognosen präziser wurden als der Spruch «Kräht der Hahn auf dem Mist, so ändert s'Wetter oder es bleibt wie's ist». Mit «es bleibt wie es ist» erreicht man in fast sieben von zehn Fällen eine zutreffende Prognose. Um auch einen Wetterwechsel vorhersehen zu können, benötigt man weltweit enorme Mengen an Messdaten. Diese werden von den Wetterdiensten nicht nur am Boden mit Wetterstationen, sondern auch in der Luft mit Ballonen und Flugzeugen gesammelt. Auch Satelliten mit speziellen Sensoren tragen täglich riesige Datenmengen zusammen, welche weltweit ausgetauscht werden. Die Schlüsselrolle fällt dann zunehmend den grössten Computern zu, welche es weltweit gibt, denn diese simulieren das Wetter, vergleichbar mit einem sehr komplizierten Video-Game, welches strikten physikalischen Regeln folgt. Ein Fortschritt der letzten Jahre besteht auch daraus, dass die Ergebnisse dieser Rechnungen – zusammen mit Interpretationen von Fachleuten, für die verschiedenen Nutzergruppen aufbereitet werden. So braucht der Landwirt andere Wetterprognosen als die Pilotin und die Bergsteigerin wiederum andere als der Kite-Surfer. Nebst den kommentierten Wetterprognosen in den Medien gibt es ein riesiges Angebot im Internet und gute Apps.

Wer hat's erfunden? Anfang des 18. Jahrhunderts entwickelte der deutsche Physiker Daniel Gabriel Fahrenheit diverse Messinstrumente, darunter auch präzise Thermometer. Nach ihm wurde die Temperatureinheit «Grad Fahrenheit» (°F) benannt. In den USA wird heute noch nach Fahrenheit gemessen. Der schwedische Astronom und Physiker Anders Celsius definierte 1742 die nach ihm benannte Temperatureinteilung «Grad Celsius» (°C). Er schlug damals vor, sie weltweit als universelle Skala zu benutzen. Heute ist die Celsius-Skala am stärksten verbreitet, um Temperaturen in der ganzen Welt zu vergleichen.

Wie funktioniert ein Handy?

Wir leben im Informationszeitalter: Wir tauschen Informationen per Handy aus, das Navigationsgerät informiert uns über die richtige Route und elektrische Geräte kommunizieren sogar untereinander. Roland Küng erklärt uns, wie das geht.

Wie funktioniert ein Handy? Wenn wir mit dem Handy kommunizieren, dann senden wir Informationen. Dazu wird von den Chips im Handy ein Wechselstrom erzeugt, der Elektronen im Antennenstab sehr schnell auf und ab bewegt – ungefähr eine Milliarde Mal pro Sekunde. Dadurch entsteht eine unsichtbare elektromagnetische Welle im Raum.

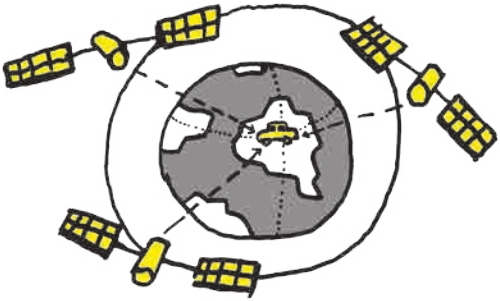
Wir Menschen haben keine Sinnesorgane, um solche Wellen zu sehen oder zu spüren. Die Wellen im Raum kannst du dir vorstellen wie diejenigen, die du auf einem Teich siehst, wenn du einen Stein hineinwirfst. Beim Aussenden von Informationen haben die Chips im Sender den Elektronen gesagt, wie schnell sie sich auf und ab bewegen sollen (Frequenz) und wie viele von ihnen sich gleichzeitig bewegen müssen (Amplitude). Darin steckt die Information, beispielsweise eine SMS oder ein Bild, das man übertragen möchte. Dadurch bekommen die Wellen Berge und Täler, die leicht näher oder weiter auseinander liegen und höher oder niedriger sind. Diese Wellen bewegen sich mit Lichtgeschwindigkeit: das ist so schnell, dass die Welle fast zeitgleich schon beim Empfänger ist. Je grösser die Entfernung, desto geringer wird die Wellenhöhe, also das Signal schwächer. Beim Empfänger angekommen bewegt die Welle die Elektronen in der Antenne nun ebenfalls auf und ab, allerdings mit viel weniger Wellenhöhe als im Sender. Doch das reicht, um es mit Chips zu verstärken und dann die darin enthaltene Nachricht herauszulesen. Schon ist die SMS oder das Bild auf dem Bildschirm.

Beim Aussenden von Informationen haben die Chips im Sender den Elektronen gesagt, wie schnell sie sich auf und ab bewegen sollen (Frequenz) und wie viele von ihnen sich gleichzeitig bewegen müssen (Amplitude). Darin steckt die Information, beispielsweise eine SMS oder ein Bild, das man übertragen möchte.

Wenn du nun einem Freund ein SMS schickst, dann kommunizieren eure Handys nicht direkt miteinander. Dafür sind sie selber zu schwach. Deshalb sendet das Handy die Information zuerst an eine sogenannte Basisstation. Die hast du sicher schon entdeckt auf einem Hausdach oder einem hohen Masten. Diese Station schickt die Information nun über ein Kabel an die Basisstation in der Nähe deines Freundes. Diese wiederum schickt es dann per Funk an das empfangende Handy. Damit das überall funktioniert, muss der Netzwerkbetreiber wissen wo ihr euch befindet und wer ihr seid. Alle diese Information übermittelt das Handy ohne euer Zutun. So findet euch immer die nächste Basisstation, selbst wenn ihr gerade im Zug sitzt. Manchmal ärgert ihr euch aber, dass die Verbindung im Tunnel abbricht. Hier ist die Basisstation zu weit weg und das Signal somit zu klein, um die Information noch herauszuholen.

Warum weiss das Navi, wo es sich befindet? Im Weltraum sausen 24 Satelliten des amerikanischen GPS mit 14’000 km/h um die Erde. Jeder Satellit sendet mittels Funk für ihn einzigartige Signalpulse aus. Diese Pulse laufen mit Lichtgeschwindigkeit Richtung Erde und treffen dort nach einer gewissen Zeit, genannt Laufzeit, auf der Erdoberfläche auf. Alle Satelliten haben hochgenaue Atomuhren an Bord und alle senden ihre Signalpulse immer exakt zur gleichen Zeit. Das tun sie 1’000 Mal pro Sekunde.

Das Navi im Auto hat eine Antenne, um die Funksignale zu empfangen. Sie empfängt sie aber nur von denjenigen Satelliten, die gerade vom Auto aus sichtbar wären, wenn man ein riesiges Fernrohr hätte. Wir nehmen an, dass drei Satelliten in Sicht sind: Das heisst, das Navi empfängt drei gut unterscheidbare Signalpulse, welche exakt zur selben Zeit von den Satelliten losgeschickt wurden. Je nachdem, wie weit weg



Damit eine Lokalisierung mittels GPS möglich ist, braucht es das Signal von drei Satelliten im Weltall.

der Satellit vom Auto ist, braucht sein Signal also eine bestimmte Zeit, bis es beim Navi ist. Die drei Signale sind also nicht gleichzeitig beim Navi. Da sie gleich schnell reisen, legen sie eine unterschiedlich lange Strecke zurück, nämlich Laufzeit multipliziert mit Lichtgeschwindigkeit. Das Navi misst die Zeit und rechnet aus den Strecken mit viel Mathe den Ort auf der Erde aus, wo sich das Navi gerade befindet. Das kannst du dir wie folgt vorstellen: Drei Modellsatelliten kleben an drei Orten an deiner Zimmerdecke. An jedem Satellit hängt eine zuerst lose Schnur, die seine Strecke zum Navi darstellt. Nun nimmst du die Enden aller drei Schnüre und suchst vorsichtig den Ort, wo alle Schnüre straff gespannt sind. Genau dort befindest du dich mit dem Navi im Raum.

In der Wirklichkeit ist alles noch etwas komplizierter. Das Navi muss wissen, wann welche Satelliten sichtbar sind und wo sie sich am Himmel befinden. Dazu lädt es eine Art Fahrplan von den Satelliten herunter. Dieser ist in den Signalpulsen versteckt. Es muss auch wissen, wann die Signalpulse ausgesendet wurden. In der Praxis haben GPS-Empfänger keine Uhr, die genau genug ist, um die Laufzeiten korrekt zu messen. Deshalb wird das Signal eines vierten Satelliten benötigt, mit dem dann auch die genaue Zeit bestimmt werden kann. Wenn das alles klappt, dann weiss das Navi die Position auf etwa 30 Meter genau. Durch Mittelung der Laufzeiten von den 1’000 Signalpulsen pro Sekunde wird die Position noch genauer. Nun kommen die Landkarten ins Spiel, die auf dem Navi geladen sind. Dort sind alle Strassen und Häuser gespeichert. Das Navi sucht immer den nächstliegenden Punkt auf einer Strasse oder einem Weg, denn dort fährt das Navi. Übrigens gibt es auch Navi-Satelliten von Russland (Glonass) und neuer von China (Beidou) und bald auch von Europa (Galileo). Die funktionieren ähnlich und sind sogar noch etwas genauer.

RFID steht für «Radio Frequency Identification». Dabei fragt ein Reader, also ein Lesegerät, bestimmte Informationen von einem sogenannten Tag ab. In unserem Fall ist das Tag der Skipass mit einem RFID-Chip.

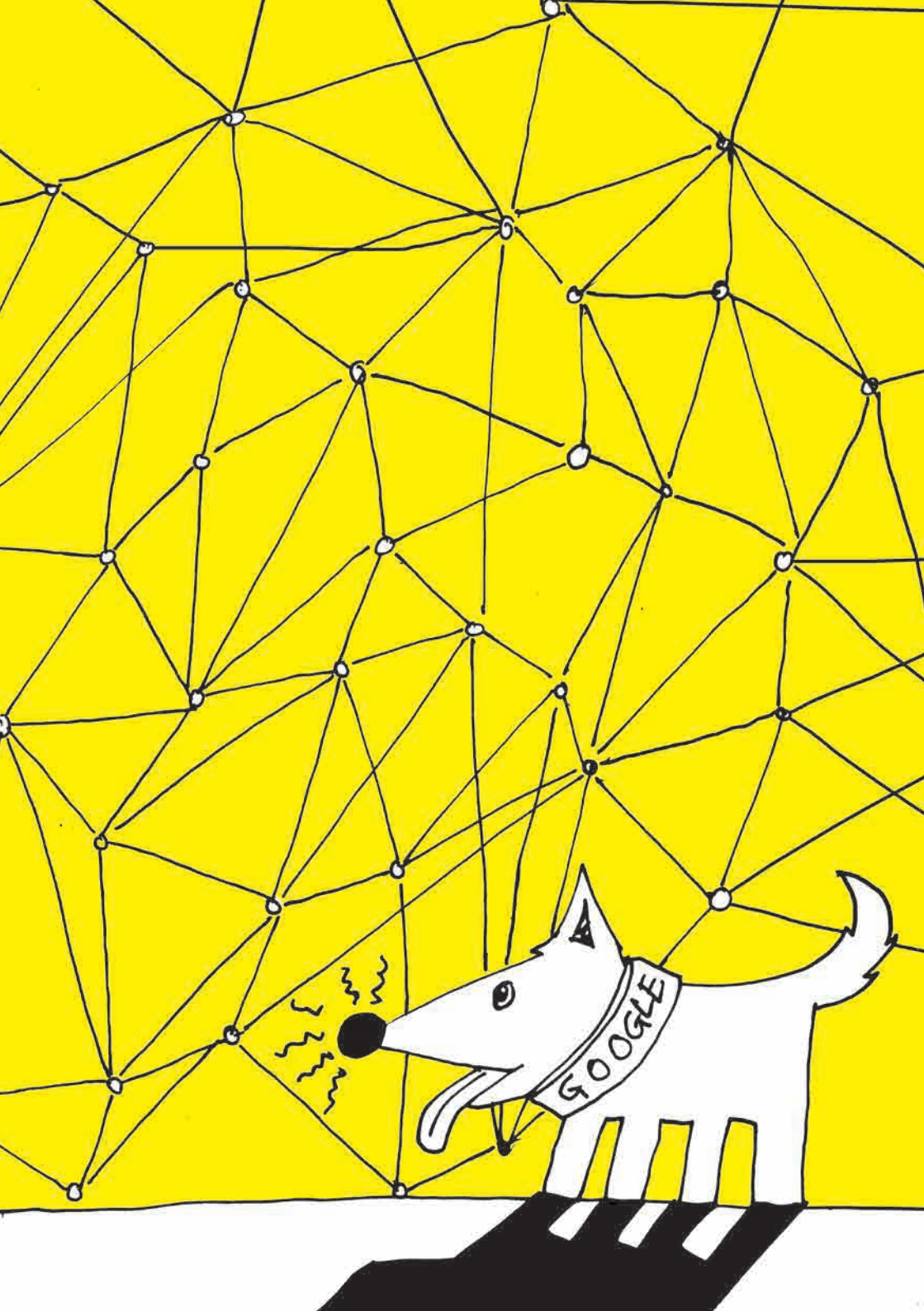
Wie erkennt der Skilift den gültigen Skipass? Beim Skifahren geht die Schranke am Lift auf, ohne dass du deinen Skipass auspacken musst. Das Zauberwort für den berührungslosen Zugang zum Skilift heisst RFID. RFID steht für «Radio Frequency Identification». Dabei fragt ein Reader, also ein Lesegerät, bestimmte Informationen von einem sogenannten Tag ab. In unserem Fall ist das Tag der Skipass mit einem RFID-Chip. Der Reader befindet sich beim Liftzugang. Das Besondere ist, dass das Tag ohne Batterien auskommt und so ewig hält. Der Reader erzeugt ein Signal mit einer bestimmten Radiofrequenz. Eine Spulenantenne, die du dir als Drahtschleife vorstellen kannst, macht daraus ein Magnetfeld. Im Tag sitzt ebenfalls eine solche Schleife rundherum entlang des Kartenumrisses. Diese Spulenantenne zapft das Magnetfeld an und speichert Energie in einer Art Mini-Batterie. Diese versorgt den Mikrocontroller im RFID-Chip mit Strom. Nun kann der Mikrokontroller seine Identifikationsnummer und die Abo-Daten über dieselben Spulenantennen an den Reader senden. Der Reader kann auch Daten an das Tag senden und so zum Beispiel deine Karte am Schalter wieder aufladen. Das Ganze ist natürlich gut verschlüsselt, so dass man nicht einfach selber ein solches Abo programmieren kann. Ist das Lesegerät mit der Identifikation und Gültigkeit zufrieden, so bekommst du das grüne Licht.

Ein Nachteil bei RFID ist die Reichweite. Diese entspricht bei den Magnetfeld-Verfahren ungefähr dem halben Durchmesser der Spulenantenne des Readers. Das ist gut zu wissen, denn oft funktioniert es deswegen nicht so toll. Deshalb ist die Antenne des Readers bei den Skiliften so gross wie du selbst bist. Und deshalb musst du dich manchmal etwas zu dieser Antenne hin beugen, damit das grüne Licht kommt. Die Strahlung dieser Radiowelle ist aber nicht gefährlich und dauert nur kurz.

Prof. Roland Küng ist Dozent am Zentrum für Signalverarbeitung und Nachrichtentechnik der ZHAW School of Engineering.

Der Einsatz von RFID-Chips geht weit über den Skipass hinaus. So findet man RFID auch im Warenhaus als Etikette und Diebstahlschutz. Sogar dein Smartphone benutzt RFID, um beispielsweise bargeldlos zu bezahlen oder Informationen mit Tags oder anderen Smartphones auszutauschen. Dort heisst das dann Near Field Communication (NFC). Ein Handy mit NFC kann Reader oder Tag sein. Weil die Antenne im Smartphone sehr klein ist, funktioniert das nur über ganz kurze Distanzen. Auch der SwissPass der SBB nutzt RFID. Sobald es um Geld geht, ist aber die ganze Verschlüsselung sehr kompliziert, damit sicher niemand an dein Geld kommt oder tricksen kann.

Wer hat's erfunden? Der US-amerikanische Elektroingenieur Martin Cooper gilt als Erfinder des Mobiltelefons. Mit seinem entwickelten Prototyp tätigte er 1973 in New York den ersten Anruf und reichte noch im selben Jahr das Patent für sein System ein.


GOOGLE

Wie gross ist das Internet?

Wir benutzen Computer, Internet und Suchmaschinen heute ganz selbstverständlich. Aber wir wissen wenig über die Funktionsweise dieser Dinge. Martin Braschler bringt uns diese näher.

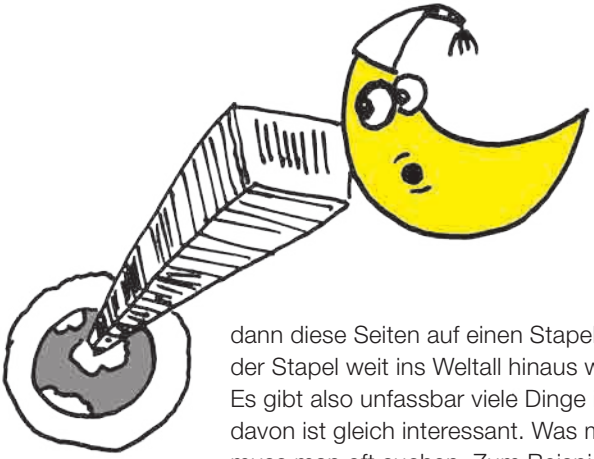
Woher weiss ein Computer, was er machen soll? Ein Computer ist eine Maschine, die nicht selber denken kann. Anders als ein Mensch kann er auch keine Ideen entwickeln. Ein Computer ist also darauf angewiesen, dass man ihm sagt, was er zu tun hat. Diesen Anweisungen folgt er dann ganz strikt, ohne selbst mitzudenken. Er ist dabei aber sehr schnell und wird nie müde. Wenn du einen Computer verwendest, dann kannst du ihm mit der Tastatur oder der Computermaus Befehle übermitteln. Auf Handys und Tablets – auch das sind kleine Computer – kannst du mit dem Finger auf dem Bildschirm das Gerät steuern. So kann man Briefe schreiben, malen oder spielen. Aber woher weiss der Computer, wie das Spiel funktioniert oder wie man einen Kreis zeichnet? Dafür gibt es nochmals eine andere Art von Befehlen, die der Computer verarbeitet. So wie du die Regeln eines Spiels lernen musst, bevor du es spielen kannst, muss auch der Computer erst instruiert werden, wie er auf Befehle von Menschen reagieren soll. Dem Computer sozusagen die Regeln beizubringen, das ist die Aufgabe von Programmiererinnen und Programmierern – und zwar in einer Computersprache. Computer sprechen nämlich nicht wie wir. Die Sprache von Menschen lässt viel Freiheit, wie man etwas ausdrückt, und ob wir zum Beispiel etwas auf spannende oder lustige Art erzählen. Computer hingegen brauchen ganz exakte Anweisungen. Denn sie sind zwar sehr schnell und unermüdlich, aber eben letztlich dumm und können nur das ausführen, was ihnen gesagt wurde. Manchmal bringen uns Computer trotzdem zum Staunen, zum Beispiel als Gegner in einem Computer-

Ein Computer kann für viele Dinge verwendet werden – zum Beispiel fürs Schreiben, Musizieren, Lernen oder Spielen.

spiel. Denn es scheint uns irgendwie doch intelligent, wie sie reagieren. Aber auch hier werden nur Regeln befolgt – einfach besonders gut durch die Programmierer ausgetüftelte Regeln, die auf eine Situation passen. Du kannst erahnen, dass man viel mehr aus einem Computer rausholen kann, wenn man selbst die Regeln festlegt. Tatsächlich gibt es auch schon Programmierwerkzeuge für Kinder. Vielleicht willst du das auch mal probieren?

Wie gross ist das Internet? Ein Computer alleine kann schon für viele Dinge verwendet werden – zum Beispiel fürs Schreiben, Musizieren, Lernen oder Spielen. Du kannst – wenn du programmieren gelernt hast – dem Computer sogar neue «Tricks» beibringen. Noch mehr wird aber möglich, wenn der Computer mit anderen Computern reden kann. Eine solche Verbindung zwischen Computern nennt man Netzwerk. Computer können über Kabel oder über Funk verbunden werden. Das grösste solche Netzwerk von Computern nennt man das «Internet», wo du auch das World Wide Web findest. Wenn dein Computer mit dem Internet verbunden ist, kannst du E-Mails – also elektronische Briefe – verschicken, Bilder mit Freundinnen und Freunden teilen, auf dem World Wide Web spannende Dinge entdecken, online einkaufen oder mit anderen Leuten zusammen spielen.

Das Internet wächst rasant. Bis vor etwa 20 Jahren waren eigentlich nur Wissenschaftler und Studenten mit ihren Computern an das Internet angeschlossen. Heute sind mehr Geräte an das Internet angeschlossen, als Menschen auf der Welt leben! – Handys, Tablets, Notebooks, grosse Computer, sogar manche Fernseher. Letztlich sind das alles Computer. Wie gross ist jetzt so ein Netz, in dem die ganze Welt zusammengeschlossen ist? Wenn man alle Seiten aus dem World Wide Web auf Papier drucken würde, und



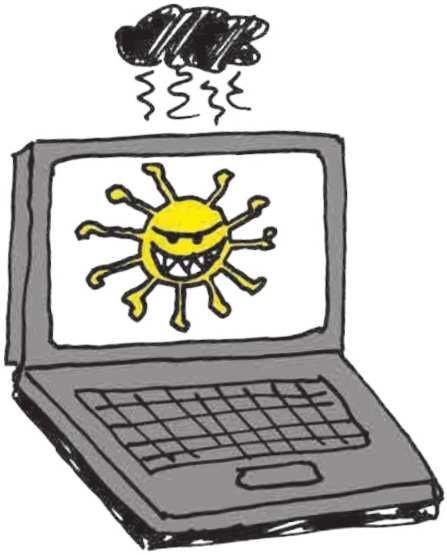
Wenn man alle Seiten aus dem World Wide Web auf Papier drucken und dann diese Seiten auf einen Stapel legen würde, so würde der Stapel weit ins Weltall hinaus wachsen – am Mond vorbei.

dann diese Seiten auf einen Stapel legen würde, so würde der Stapel weit ins Weltall hinaus wachsen – am Mond vorbei. Es gibt also unfassbar viele Dinge im Internet. Und nicht alles davon ist gleich interessant. Was man wirklich lesen will, muss man oft suchen. Zum Beispiel bei Google, einer Suchmaschine. Dort werden jede Minute über vier Millionen Suchaufträge gestellt – Tag und Nacht, rund um die Uhr.

Wie funktioniert eine Suchmaschine? Wir haben gesehen, dass das Internet sehr, sehr gross ist. Kein Mensch kann das ganze Internet kennen – schliesslich wächst das Internet viel schneller, als man lesen kann. Auch hier kommt uns der Computer selbst zu Hilfe. Dieser kann all die vielen Informationen auf dem Internet schnell genug zusammensammeln und «lesen» – man spricht in diesem Zusammenhang von «indexieren». Dies macht die sogenannte Suchmaschine – das ist ein grosser Verbund von Computern, die unermüdlich das Internet abgrasen und eine Art supergrossen Spickzettel zusammenstellen, der dann hilft, um schnell herauszufinden, wo was auf dem Internet abgelegt ist. Wenn nun jemand – zum Beispiel du – wissen will, wo man auf dem Internet interessante Seiten zu einem Thema findet, muss die Suchmaschine nicht mehr wirklich rumsuchen gehen – sie konsultiert einfach diesen Spickzettel (den «Index») und kann dich direkt an die richtigen Orte schicken.

Das schwierigste für die Suchmaschine ist, zu verstehen, was du meinst. Computer können ja nicht denken. Wir Menschen füttern die Suchmaschine oft nur mit wenigen, kurzen Wörtern. Um zu verstehen, was wirklich gemeint ist, muss man jemanden oft besser kennen. Wenn du nach «Fussball» suchst – willst du dann einen Fussball kaufen oder willst du etwas über dein Lieblingsteam lesen? Wenn du deine Eltern oder Freunde fragst, dann wissen diese das vielleicht oder fragen nochmals

nach. Auch die Suchmaschinen versuchen heute möglichst viel über die Leute zu lernen, um bessere Antworten zu liefern. Das macht vielen Leuten aber auch Angst, weil so die Computer und damit auch die Besitzer der Suchmaschine ganz viele Informationen über eine grosse Anzahl von Menschen haben.



Was ist ein Computervirus? Mit Computern kann man viele verschiedene Dinge machen. Leider nicht nur gute Dinge. Computersysteme haben heute ganz viele Informationen über alle von uns. Da sind auch Dinge dabei, die wir gerne geheim halten würden. Zum Beispiel über unser Geld. Viele Erwachsene bezahlen heute Dinge über das Internet. Sie verschicken Geld per Computer. Dazu redet der Computer mit einem anderen Computer von der Bank. Wenn nun jemand das

Prof. Dr. Martin Braschler ist Informatik-Dozent an der ZHAW School of Engineering.

Gespräch «abfangen» kann, kann er das Geld stehlen oder andere unerwünschte Dinge tun. Dafür muss man den Computer manipulieren. Man tauscht die Anweisungen aus, die der Computer befolgt oder fügt neue hinzu. Weil niemand freiwillig solche falschen Anweisungen auf seinen Computer laden würde, braucht man einen unbemerkten Weg um diese einzuschleusen. Eine Möglichkeit ist ein Computervirus. Ein Computervirus wurde von einem hinterhältigen Programmierer so gebaut, dass er sich unbemerkt von Computer zu Computer kopieren kann. Er wird zum Beispiel an ein E-Mail angehängt. Sobald dieses gelesen wird, ist der Computer infiziert. Weil Computer heute so kompliziert sind, ist es immer möglich, dass sie auch kleine Fehler haben. Deshalb wird zum Beispiel manchmal nicht jedes E-Mail richtig überprüft. Der Computer ist dann «krank» – den Virus wird man nicht los, ausser man bekämpft und löscht ihn. Wenn der infizierte Computer mit anderen Computern spricht, besteht die Gefahr, dass auch diese befallen und krank werden – so wie wenn du den Schnupfen hast. Ein Computervirus muss unbedingt entfernt werden – manche Viren löschen wichtige Dateien, also Texte, Bilder und anderes, und wieder andere Viren versuchen eben, bei Bankgeschäften per Computer Geld zu stehlen. Heute schützt man die meisten Privatcomputer mit einem Virenscanner. Der soll Computerviren möglichst entdecken, bevor sie Schaden anrichten können. Diese Virenscanner können den Virus oft auch löschen. Manchmal muss man aber auch alles auf dem Computer löschen, und wieder ganz von vorne beginnen.

Zahlen und Fakten Du schaust vielleicht auch gerne Videos im Internet? Jede Minute – ob du wach bist oder schläfst – werden 100 Stunden neues Filmmaterial bei Youtube hochgeladen. Sogar wenn du nichts anderes machen würdest, könntest du nie auch nur annähernd alles anschauen.

Fragenkatalog

7 Warum funktionieren manche Dinge mit Strom?
8 Wie funktioniert die Stromleitung?
9 Wie leitet die Klingel das Signal von unten nach oben?
10 Können Roboter denken?
13 Was ist eigentlich Strom?
14 Wieso leitet Metall Strom und Holz nicht?
15 Wieso gibt es einen Stromschlag, wenn Strom mit Wasser in Berührung kommt?
16 Wie kommt der Strom in die Batterie?
19 Was ist der Treibhauseffekt?
20 Kann ich ausschliesslich Solarstrom aus meiner Steckdose beziehen?
21 Kann mein Handy mir helfen, Strom zu sparen?
25 Wie kann ein Flugzeug wie der A380 abheben und aufsteigen?
25 Wie kann ein Flugzeug fliegen?
26 Wie finden Piloten den richtigen Weg am Himmel?
28 Was passiert, wenn ein Flugzeug vom Blitz getroffen wird?
31 Warum klebt der Leim überall, aber nicht in der Tube?
32 Wieso kleben Sekundenkleber schon in wenigen Sekunden?
32 Was ist der stärkste Klebstoff der Welt?
34 Warum kleben Haftnotizen nicht fest?
34 Stimmt es, dass in Autos viel Klebstoff vorhanden ist?
37 Fahren Autos schon bald von ganz allein?
38 Wie funktioniert ein Elektroauto?
40 Was ist Carsharing?
43 Wie wird aus Sonnenlicht elektrischer Strom?
45 Wie funktioniert eine Solaranlage?
46 Was sind die Vorteile der Solarenergie?
49 Was sind Strömungen und wie entstehen sie?
50 Warum stehen Heizungen meistens unter dem Fenster?

51 Warum wird es in einem schwarzen Auto heisser als in einem weissen, wenn man es in der Sonne parkt?
52 Was fällt schneller zu Boden: ein Wasser-, ein Öl- oder ein Honigtropfen?
55 Wie funktioniert die Tower Bridge?
56 Wie funktioniert eine Schleuse?
58 Wie funktioniert ein Laser?
61 Was ist Licht und wo kommt es her?
62 Wie funktionieren unsere Augen?
63 Woher kommt der Regenbogen?
64 Woher kommen Wolkenweiss, Himmelsblau und Abendrot?
67 Wie entsteht ein Gewitter?
68 Wie entsteht Schnee?
69 Wie entsteht ein Hurricane?
70 Wie entsteht eine Wetterprognose?
73 Wie funktioniert ein Handy?
74 Warum weiss das Navi, wo es sich befindet?
76 Wie erkennt der Skilift den gültigen Skipass?
79 Woher weiss ein Computer, was er machen soll?
80 Wie gross ist das Internet?
81 Wie funktioniert eine Suchmaschine?
82 Was ist ein Computervirus?

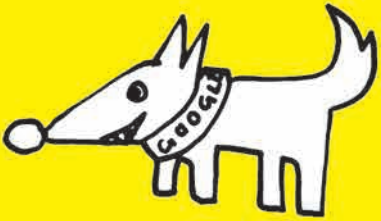
Du hast noch eine Frage? Kein Problem! Schreib uns in einer E-Mail, was du gerne wissen möchtest: markom.engineering@zhaw.ch

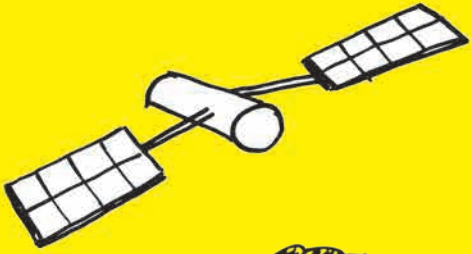
Du kannst auch weitere Exemplare des Buchs kostenlos bei uns bestellen!

MÄH

Milch
Brot
Glacé

Schul


GOOGLE



SKIPASS

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

School of Engineering
Technikumstrasse 9
CH-8400 Winterthur

www.zhaw.ch/engineering

Wenn Kinder Fragen stellen, kann das Erwachsene zuweilen in Verlegenheit bringen. Gerade in technischen Zusammenhängen verlangen Kinder anschauliche und leicht verständliche Erklärungen. Dozierende der ZHAW School of Engineering haben diese Herausforderung angenommen und beantworten in diesem Buch die brennendsten Kinderfragen.