Technologie

Objekttyp: **Group**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **99 (2008)**

Heft 1

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Fahren mit Elektrofahrrädern macht immer mehr Leuten Spass

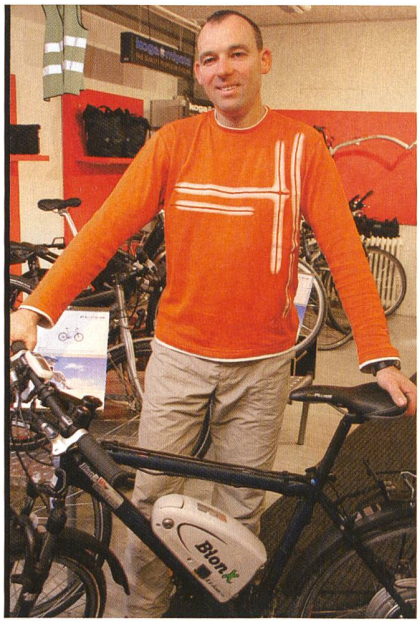
Aufwärtstrend – auch dank verbesserter Batterietechnologie

Der Verkauf von Elektrozweirädern boomt. Nach einem Zuwachs von 67% im Jahr 2006 sind die Verkäufe im Jahr 2007 nochmals markant gestiegen: Bei den Händlern, die NewRide, dem Förderprogramm für Elektrozweiräder, angeschlossen sind, sind etwa 7000 Bestellungen eingegangen (Stand Anfang Dezember 2007). Damit wurde das Rekordresultat von 2006 mit 4000 Verkäufen bei Weitem übertroffen. Wer ein Elektrobike bestellt hat, musste teilweise mehrere Wochen Lieferfrist in Kauf nehmen. Die Tatsache, dass mittlerweile auch schweizerische Grossverteiler dieses Marktsegment entdeckt haben, unterstreicht den Aufwärtstrend noch.

Wie NewRide weiter festhält, habe sich in den letzten Jahren die Batterietechnologie markant verbessert, was bedeute, dass die Reichweite heute kaum mehr Einfluss auf den Kaufentscheid habe. Viel wichtiger als die Reichweite sei die Unterstützungscharakteristik. Ein E-Bike-Reichweitentest, begonnen im Jahre 2006, verfolgt das Ziel, Leistung und Reichweite der Elektrofahrräder in Abhängigkeit der menschlichen Leistung zu berechnen. Auf der Internetseite von NewRide (www.newride.ch) werden die Resultate jeweils schnell veröffentlicht und bieten Kaufinteressenten hilfreiche Informationen. Allerdings findet man dort nicht alle auf dem Schweizer Markt erhältlichen Elektrovelos. Eines ist klar: Nicht jedes Modell ist für jedermann optimal. Es kommt sehr darauf an, ob man primär beim Radfahren nicht schwitzen möchte oder ob eine eher sportliche Person auch mit einem Elektrobike die Leistungsgrenze sucht. Je nachdem ist ein Modell mit Velovignette, das bis 25 km/h Unterstützung bietet, oder eine schnelle Variante mit Mofanummer sinnvoll. Während die langsameren Modelle ab ca. 2000 Franken erhältlich sind, steigen die Preise bei den schnellen Varianten auf 4000 Franken und höher.

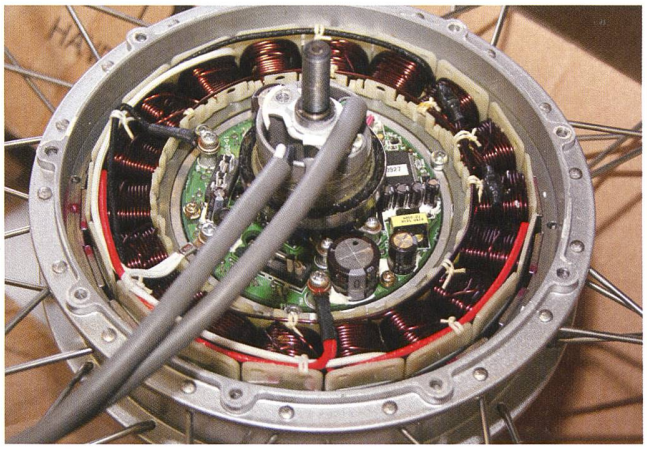
Bei der Rekuperation scheiden sich die Geister

Wer sich mit den verschiedenen Anbietern und Modellen befasst, stellt beim technischen Konzept augenfällige Unterschiede fest – dazu braucht man nicht unbedingt vom Fach zu sein. Viele verwenden Nabenmotoren im Vorder- oder Hinterrad, andere schwören auf Tretlagerantrieb; bei einigen Modellen treibt der Motor über eine separate Kette das Hinterrad an, ja sogar Modelle mit Kardanantrieb findet man im Angebot. Wenn es um Wirksamkeit der Rekuperation geht, dann scheiden sich die Geister, wie die folgenden Stellungnahmen dokumentieren. Eigentlich erstaunlich, dass sich Fachleute zu diesem Thema so kontrovers äussern. Die folgenden vier Aussagen möchten wir nicht kommentieren. Sie zeigen aber auf, dass es für den technischen Laien nicht ganz einfach ist, sich hier eine Meinung zu bilden. Da gibt es wohl nur eins: Hinfahren, aufs Bike sitzen und selber ausprobieren, möglichst nicht nur um die nächste Hausecke. Noch bes-



Dominik Heiber (Elektro-Fahrzeug-Service GmbH): «Rekuperation in der Schweiz macht Sinn.»

Das BionX-Set (Bild: Akkubox, Nabenmotor im Hinterrad) lässt sich in fast jedes Fahrrad einbauen.



Links: Peter H. Iseli, Flying Cranes: «Dank Rekuperation kann der Aktionsradius auf über 100 km erweitert werden.» – Rechts: Die Recovery-Modelle von Flying Cranes werden von einem Drehstrom-Synchronmotor mit 18 Erregerspulen und 20 Permanentmagneten angetrieben.

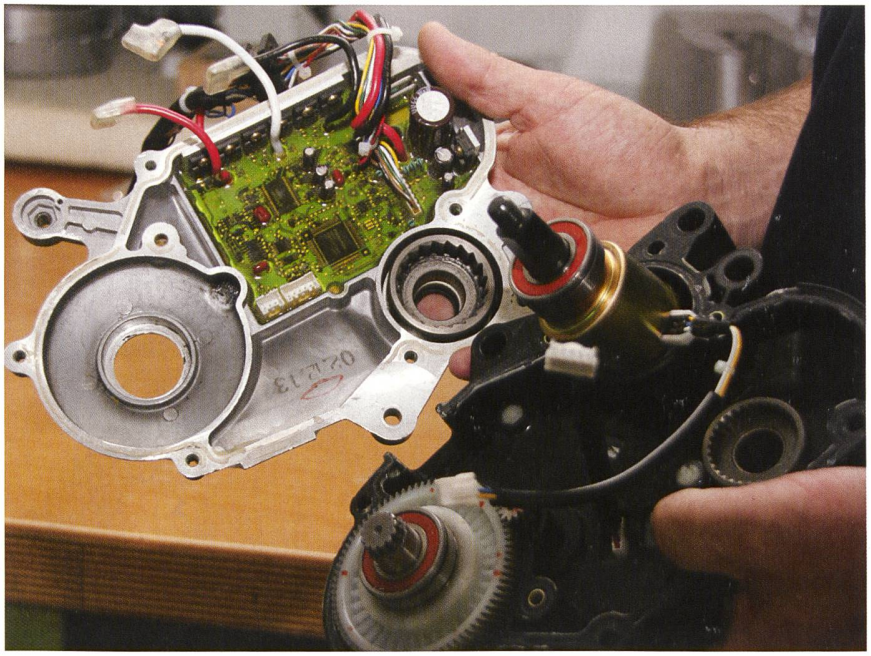
Kurt Schär, Geschäftsleiter von Biketec: «Technisch ist die Rekuperation problemlos umsetzbar, bei der Analyse der Vor- und Nachteile im Einsatz bei Elektrovelos ist diese jedoch aus unserer Sicht aus verschiedenen Gründen nicht sinnvoll.»

ser: Ein E-Bike für ein Wochenende mieten und auf Herz und Nieren testen.

Pro Rekuperation:
BionX und Flying Cranes

Die kanadische Marke *BionX* bietet nicht in erster Linie ein Elektrofahrrad an, sondern Bausätze, die an die meisten Fahrräder montiert werden können. Generalimporteur für die Schweiz ist die Elektro-Fahrzeug-Service GmbH (EFS) in Basel, die eine grosse Palette von Elektrofahrrädern im Angebot hat – mit und ohne Rekuperation. Dominik Heiber, Inhaber und Geschäftsführer des EFS, ist grundsätzlich ein Befürworter von Rekuperation, betont aber, dass nicht alle Fabrikate gleich gut geeignet sind. Zudem komme es auf die Ansprüche der Fahrerinnen und Fahrer an: Bei einem Stadtvelo bringe das wohl kaum etwas. Wer aber längere Touren in unserer hügeligen und bergigen Landschaft bevorzuge, könne mit dem BionX-Konzept (Spitzenleistung der Rückspeisung bis 1000 W) die Reichweite durchaus um 20 bis 25% ausdehnen. Die Rekuperation könne dabei von den Fahrern entweder über leichtes Antippen des rechten Bremshebels oder aber automatisch über das Management-Display ausgelöst werden. Gerade bei längeren Abfahrten sei die Automatik bequem, weil dann die «Motorbremse» wie ein Tempomat funktioniere und die Fahrer davon befreie, ständig den Bremshebel zu betätigen. Die Stärke der Abbremsung bzw. der Wirkungsgrad der Rekuperation ist bei diesem Modell auch individuell programmierbar. Info: www.efs-bs.ch/bionx/index.html.

Die *Kranich Trading AG* mit dem Produkt Flying Cranes ist im sankt-gallischen Oberbüren beheimatet, wo die aus dem asiatischen Raum stammenden Bikes (der Drehstrom-Synchronmotor beispielsweise stammt aus Japan) gründlich kontrolliert und modifiziert werden – auf Swiss Finish wird Wert gelegt. Die neusten Modelle von Flying Cranes sind mit Rekuperation ausgestattet und können alle mit Velovignette gefahren werden, gehören somit zur Kategorie Pedelec, die nur bis 25 km/h unterstützen dürfen. Das Zielpublikum sind gemäss Geschäftsführer Fred P. Schiavo die Durchschnittsvelofahrer – also eher die Velo-Geniesser – und nicht die Power-Typen. Peter H. Iseli, verantwortlich für



Blick «hinter die Kulissen» des Flyer-Antriebs, der ins Tretlager integriert ist.

Technik und Qualität, ist vom Rekuperationskonzept der Flying Cranes überzeugt. Im Prospekt kann man lesen, dass die Reichweite mit einer Batterieladung (Lithium-Polymer 12 Ah) dank Rekuperation bis zu 120 km betragen könne. 120 km? Ist das wirklich realistisch? Fred P. Schiavo: «Ich bin es selber gefahren, die mitgeführte Ersatzbatterie brauchte ich nicht!» Gefahren sei er diese Strecke im Topografieraum Bodensee. Peter H. Iseli meint dazu: «Unsere Philosophie besteht darin, die E-Bikes mit starken Batterien auszurüsten und einen Motor einzusetzen, der Energie zurückgewinnt. Damit sind Reichweiten über 100 km absolut möglich – ohne Ersatzbatterie.» Die Energierückführung funktioniert wahlweise im Automatikmodus stufenlos, alternativ zur Motorunterstützung oder permanent im Modus «Nur laden» in 4 wählbaren Stufen. Info: www.flying-cranes.ch.

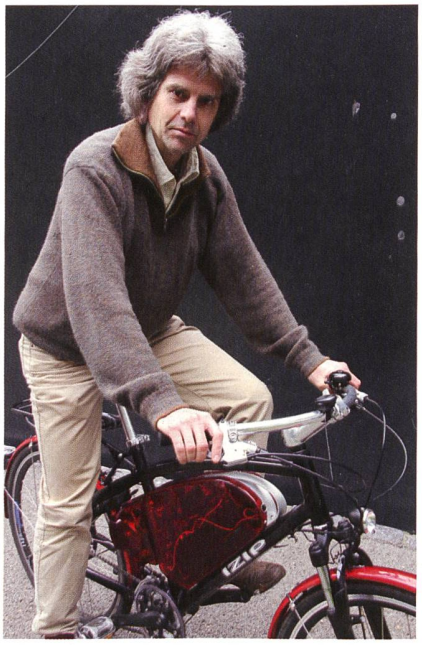
Fotos: hm

«Durch»-Blick ins Powerset des Dolphin: links Motorunit (Antrieb mit Zahnriemen aufs Hinterrad), rechts die Powerbox mit den Akkus, der Steuerung und dem integrierten Ladegerät.

Kontra: Flyer und Dolphin

Die *Biketec AG* in Kirchberg BE wurde am 3. Dezember 2001 gegründet und hat die Flyer-Aktivitäten der Firma BKTech AG übernommen. Der Flyer wurde bereits ab 1995 in einer Kleinserie hergestellt. Die relativ lange Geschichte hat zur Folge, dass der Flyer in der Schweiz einen hohen Bekanntheitsgrad geniesst und entsprechend hohe Verkaufszahlen ausweisen kann. Geschäftsführer Kurt Schär hat eine klare Meinung: Rekuperation an Elektrofahrrädern bringt zu wenig und wird deshalb bei der Flyer-Serie nicht eingesetzt: «Technisch ist die Rekuperation problemlos umsetzbar, bei der Analyse der Vor- und Nachteile im Einsatz bei Elektrovelos ist diese jedoch aus unserer Sicht aus verschiedenen Gründen nicht sinnvoll. Unter idealen Bedingungen (Ladung am Ladegerät) dauert eine Akkuladung in der Regel 4 bis 6 Stunden. Mit Rekuperation würde die Ladezeit unter idealen Bedingungen (kontrollierte Ladung wie vom Ladegerät) auch so lange betragen, was natürlich völlig unrealistisch ist, dauert die Abfahrt von jedem noch so hohen Berg doch in der Regel nur kurze Zeit. Fahrer und Fahrzeug bringen in der Regel ein Systemgewicht von ca. 80 bis 125 kg auf die Waage. Im Gegensatz zu einem Elektroauto mit rund 2 Tonnen oder gar einem Güterzug mit 1000 Tonnen und mehr auf der Gotthardstrecke wird beim Elektrovelo eine verschwindend kleine Masse relativ langsam talwärts bewegt. Sollte die Ladung gar in der Ebene erfolgen, so würde es sich so anfühlen, wie wenn ich bei meinem Fahrrad Dutzende von Dynamos ans Rad drücken würde.» Info: www.flyer.ch.

Michael Kutter, Geschäftsleiter und Entwickler bei *Dolphin-Bikes* in Basel und gleichzeitig Erfinder des gleichnamigen Elektrovelos, räumt zwar ein, dass Rekuperation an seinen Bikes technisch möglich wäre, aber: «Der zusätzliche technische Aufwand, verbunden mit Mehrkosten, steht in keinem Verhältnis zu der relativ geringen Ausbeute elektrischer Rekuperation an



Dolphin-Erfinder Michael Kutter: «Rekuperation an Elektrobikes bringt zu wenig.»

E-Bike: Was man wissen sollte

Braucht es einen Führerausweis für Elektrobikes?
E-Bikes mit Tretunterstützung bis max. 25 km/h und einer Höchstleistung des Motors von 250 W, bei denen die Motorunterstützung über das Pedal erfolgt und damit nur bei gleichzeitigem Einsatz von Muskelkraft zur Geltung kommt, können seit dem 1. April 2003 mit einer Velovignette gefahren werden. Für diese E-Bikes brauchen nur noch Jugendliche zwischen 14 und 16 Jahren einen Führerausweis.
Nach wie vor als Motorfahrräder gelten E-Bikes, bei denen die Motorunterstützung auch über 25 km/h noch wirkt sowie solche, welche nur mit Motor betrieben werden können. Diese können nur mit einem Führerausweis für Mofas oder für eine andere, höhere Fahrzeugkategorie gefahren werden und benötigen ein Mofanummernschild.

Ist das Helmtragen für das Fahren mit dem Elektro-Bike obligatorisch?
Für alle E-Bikes im NewRide-Programm gelten gewisse Erleichterungen bei den Zulassungsbestimmungen. Eine davon ist, dass kein Helm verlangt wird. Das Tragen eines Velohelms ist jedoch sehr empfohlen – kluge Köpfe schützen sich auch auf dem E-Bike! *(www.newride.ch)*

Liebe Leserinnen und Leser, Rekuperation Ja oder Nein – Ihre Meinung interessiert uns!

Was meinen Sie? Macht Rekuperation an Elektrovelos Sinn, oder finden Sie, das sei eher ein PR-Gag? Haben Sie eine Meinung, wieso das aus technischer Sicht Sinn oder Unsinn ist? Oder haben Sie etwa schon persönliche Erfahrungen mit E-Bikes gesammelt? Wir freuen uns über Ihr Feedback und werden es im Bulletin veröffentlichen: *bulletin@electrosuisse.ch.*

Die Redaktion

Elektrofahrrädern.» Die Gründe seien in der elementaren Physik zu suchen: «Das Fahrzeuggewicht eines E-Bikes ist relativ gering, der durch die Aerodynamik bedingte Luftwiderstand jedoch sehr hoch. Im Gegensatz zu einem Elektromobil ist daher die für eine Rekuperation nutzbare Energiemenge sehr gering. Zudem: Der Spass bei einer Talfahrt auf einem Elektrofahrrad verleitet meist zu einem schnellen Fahrstil, bis sich Luftwiderstand und kinetische Energie der Talfahrt die Waage halten. Die durch Rekuperation gewinnbare Energiemenge ist in einem solchen Fall gleich null.» Die neusten Modelle von Dolphin stammen aus der Produktion zusammen mit dem neuen Partner Currie Technologies, Kalifornien; Entwicklung und Innovation bleiben in Basel, ebenso der Service für die Schweiz. Info: www.velocity.ch.

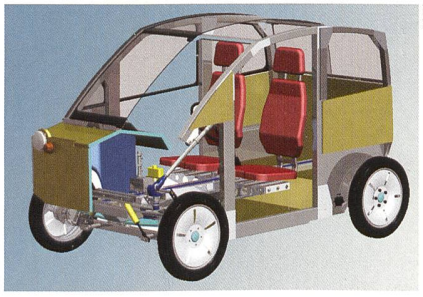
Breites Markenangebot in der Schweiz

Wer sich intensiver mit dem Thema Elektrovelos befasst, stellt fest, dass es in der Schweiz mittlerweile eine erstaunlich grosse Markenvielfalt gibt. Nun, Konkurrenz war ja noch nie schlecht für die Käufer und bringt Leben «in die Bude». Mehr zum Thema erfährt man auf der Internetseite von New Ride: www.newride.ch – oder googeln Sie doch einfach, etwa mit dem Stichwort «Elektrovelo». *(hm)*

E-Motion: Mit Leichtigkeit zum Ziel

Das Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung IWK hat ein Konzept für ein Elektroleichtfahrzeug entwickelt. Es handelt sich um einen Kleinwagen für zwei Erwachsene und zwei Kinder. Die Maximalgeschwindigkeit beträgt 80 km/h, die Reichweite ist abhängig von der Batteriekapazität, aktuell 50 km. Mit mehr Batterien wären auch 100 km möglich.

Durch konsequenten Leichtbau reduzierten die Forscher das Gewicht des Leichtfahrzeugs auf einen Bruchteil eines konventionellen Fahrzeugs. Der Prototyp ist 350 kg schwer. Um dieses Ziel zu erreichen, setzen sie verschiedene Materialien und Fertigungsprozesse ein.



IWK

Struktur des Elektroleichtfahrzeugs aus höherfestem Stahl, Aluminium und faserverstärktem Kunststoff.

Mit dem Fahrzeug bewegen sich die Forscher in der Leichtbauspirale: Ein leichteres Fahrzeug kommt mit einem kleineren Motor aus. Den Prototyp des IWK treiben zwei 7-kW-Synchronmotoren an. Diese wiegen wiederum nicht nur selbst weniger, sondern benötigen auch eine weniger massive Tragstruktur, wodurch das Gewicht

IWK

Prototypenfahrzeug, um zu zeigen, dass 350 kg für ein Elektromobil reichen.

weiter sinkt und erneute Abstriche beim Antrieb möglich sind. Der Leichtbau ist bei Elektrofahrzeugen entscheidend, da dadurch die Anzahl der Batterien reduziert werden kann, die nach wie vor den Schwachpunkt von elektrisch betriebenen Fahrzeugen darstellen. Für das Kleinmotorfahrzeug des IWK reicht eine Lithum-Ionen-Batterie mit 100 Ah (48 V). Bei einem Fahrzeug mit so einer geringen Masse und nur 2,4 m Länge stellt man sich die Frage nach der Crashsicherheit. Bei der Konstruktion des Fahrzeugs achtete das Institut auf die passive Sicherheit: So kommen im Bereich des Vorderwagens Werkstoffe zur Anwendung, die Crashenergie absorbieren. Im kommenden Jahr wird eine numerische Simulation für einen Hochgeschwindigkeitscrash durchgeführt, der danach mit einem Prototypenfahrzeug durchgeführt wird.

Es soll aber nicht bei einer Studie bleiben. Die Planung für eine Serienproduktion bei einem Industriepartner ist im Gange. Das Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung IWK will mit diesem Projekt zeigen, dass umweltfreundliche Mobilität für den Individualverkehr mit einem Fahrzeuggewicht von 350 kg anstatt der üblichen 1500 kg möglich ist. *(IWK/gus)*

Elektromobil made in Europe

Auf den Messen stehen sie zu Dutzenden herum: Elektromobile, die wie richtige Autos aussehen. Wer aber eines kaufen will, merkt, dass es meist nur Prototypen sind. Es bleibt das Twike – als Mischung zwischen Auto und Velo, ohne Heizung und Knautschzone – oder eines der chinesischen Fabrikate, die auch nicht viel sicherer aussehen. Die Firma MES-DEA im Tessin verkauft nebst dem Renault Twingo auch den Fiat Panda mit Elektroantrieb. Wer allerdings nur Deutsch spricht und nicht unendlich viel Geduld hat, wird dort kein Fahr-

KWO

Das Elektroauto Think in Norwegen.

KWO

Rohbau mit Zellstruktur und Aufprallschutz.

zeug kaufen. Nun verkauft ein norwegischer Hersteller seine Autos in der Schweiz. Think Global bietet ein Stadtauto an, das mit weniger als 2 l Benzinäquivalent auf 100 km auskommt. Seit Ende November 2007 rollt der Think City in 5 Farben vom Fliessband in Aurskog bei Oslo. Von innen sieht das Auto aus wie jedes andere. In 7 s beschleunigt es auf 50 km/h. Auch mit 100 km/h ist es angenehm ruhig. Mit dem tiefen Schwerpunkt durch die Batterie fährt das Elektromobil zügig durch die Kurven. Im Stadtverkehr hilft der grosse Radeinschlag zum Parkieren. Zudem: Wer vorausschaut, spart durch Rekuperation Energie. Dann bremst der Elektromotor und speist die Energie zurück in die Batterie. Der Fahrer sollte also das Bremspedal meiden.

Der 3 m lange Think City hat Platz für zwei Personen und einen Kofferraum mit 350 l Volumen. Der übliche Komfort, den man sich in einem Auto wünscht, hat aber auch sein Gewicht. Das Elektroauto ist leer 1040 kg schwer. Die Energie für 100 km Fahrt kostet rund 3 Franken (bei 15 Rappen pro kWh).

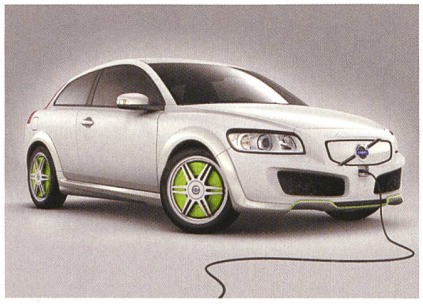
Die verschraubte Karosserie aus Aluminium und Kunststoff baut auf einer stabilen Plattform aus Stahl auf. Das Batteriemodul kann von unten ausgebaut werden. Es speichert 28 kWh – für eine Reichweite von bis zu 200 km. Dabei setzen die Norweger auf die Zebra-Batterie aus Natriumchlorid und Nickel, die von der Firma MES-DEA in Stabio im Tessin hergestellt wird. In 8 Stunden ist die Batterie bei 14 A Maximalstrom zu 80%, in 10 Stunden zu 100% geladen. Die Batterie wird auf einer Temperatur zwischen 270 und 350 °C gehalten – auch wenn das Auto in der Garage steht. Dies bedeutet ständige Verluste in der Garage, hat aber den Vorteil, dass das Auto auch bei Minustemperaturen die gleiche Kapazität hat.

Das Fahrzeug erfüllt bereits alle technischen EU- und USA-Normen. In der Schweiz wird es von den Kraftwerken Oberhasli ab Januar angeboten, die neuerdings auch Renault Twingos mit Zebrabatterie vertreiben – in Zusammenarbeit mit MES-DEA. *(KWO, Beat Winterflood/gus)*

Hybrid fährt 100 km elektrisch

Im September stellte Volvo auf der Internationalen Automobilausstellung (IAA) in Frankfurt ein neues Hybridkonzept vor: Der Wagen fährt rund 100 km allein mit Batterie, bevor der 4-Zylinder-Motor einschaltet und die Batterie nachlädt. Wenn die Strecke kürzer als 100 km ist, wird die Batterie zu Hause am Netz nachgeladen. Ein kompletter Ladevorgang dauert 3 Stunden. Eine 1-stündige Expressladung liefert Energie für 50 km.

Bei diesem Volvo-C30-Sondermodell gibt es keine mechanische Verbindung mehr zwischen dem Benzinmotor und den Rädern. Die im Kofferraum untergebrachte Lithium-Polymer-Batterie liefert ihre Energie an vier Elektromotoren, von denen jeder in einem der Räder steckt. Der 4-Zylinder-1,6-Liter-Flexifuel-Motor treibt einen Generator an, der wiederum die Radmotoren antreibt, wenn die Batterie leer ist. Wenn während der Fahrt 70% der Batterieleistung verbraucht sind, setzt der Verbrennungsmotor automatisch ein. Der Fahrzeuglenker kann den 4-Zylinder-Flexifuel-Motor jedoch auch mithilfe eines Schalters am Armaturenbrett manuell anwählen. Dies gibt dem Fahrzeuglenker die Möglichkeit, den Motor, beispielsweise bei längeren Autobahnfahrten, früher zu starten, um die Batterieleistung zu maximieren und somit die Batteriekapazität für die nächste Stadtfahrt aufzusparen.



Volvo

Hybrid, der 100 km mit Batterie fährt.

Der Hybrid beschleunigt in 9 s von 0 auf 100 km/h und fährt mit maximal 160 km/h – ist also ein ganz normales Auto. Die beim Bremsen erzeugte Energie wird an die Batterie übertragen. Wenn die Entwicklung des Systems endgültig abgeschlossen ist, sollen die herkömmlichen Radbremsen vollständig durch elektrische Bremsen ersetzt werden, die einen minimalen Reibungsenergieverlust aufweisen. *(Volvo/gus)*

Internetforum für Elektrofahrzeuge

«Und, funktioniert diese Zebra-Batterie?» Auf www.technik-forum.ch gibt es eine Rubrik über Elektrofahrzeuge und deren Technologie. Zwar gibt es bereits mehrere Foren in diesem Bereich, die sind aber meist einem bestimmten Elektroauto wie dem Twike zugeordnet. Dieses Forum ist Herstellerunabhängig, hier können Freaks alles diskutieren, von der Zebrabatterie über Brennstoffzellen bis zum Think aus Norwegen. *(gus)*

Internetforum über Elektroautos.

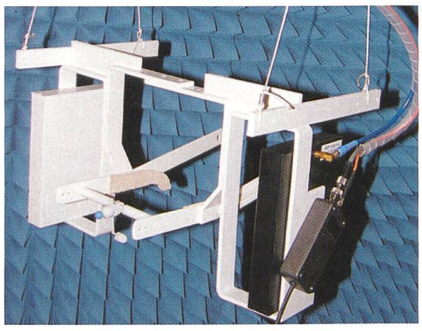
Gibt es elektrosensible Personen?

Das Bundesamt für Umwelt veröffentlichte im Juni 2007 eine Zusammenfassung von 150 Studien, die zwischen 2002 und 2006 über die Auswirkungen hochfrequenter Strahlung verfasst wurden. Danach gilt es als wahrscheinlich, dass Mobiltelefone Hirnströme und Schlafphasen beeinflussen – allerdings in einem Bereich, den wir nicht bewusst wahrnehmen. Ebenso gibt es mehrfach Hinweise, dass Mobiltelefone das Wohlbefinden stören könnten, was sich mit Symptomen wie Kopfschmerzen oder Müdigkeit zeigen würde. Die Feldstärken, bei denen die Effekte beobachtet wurden, lagen im Bereich der Mobiltelefone über den Grenzwerten für Mobilfunkbasisstationen. Denn der Kopf wird durch ein Mobiltelefon mehrere Grössenordnungen stärker bestrahlt als durch eine Basisstation, auch wenn diese in der Nähe steht.

Könnte es demnach sein, dass ein kleiner Prozentsatz der Bevölkerung die Felder stärker spürt? Martin Röösli der Universität Bern schaute sich verschiedene Studien über elektrosensible Personen genauer an: Laborversuche, bei denen ein elektromagnetisches Feld zufällig ein- oder ausgeschaltet wurde, zeigen, dass Personen, die von sich aus behaupten, sie seien elektrosensibel, die Felder zwar generell höher schätzen, aber nicht besser erkennen als die Kontrollgruppe. Ja, die Antworten beider Gruppen waren so zufällig verteilt und korrelierten so schwach mit den tatsächlich eingestrahlten Feldern, dass Röösli kurz-

fristige Effekte alltäglicher Mobilfunkstrahlung auf das Wohlbefinden als unwahrscheinlich betrachtet.

Röösli betont jedoch an einer Veranstaltung der Forschungsstiftung Mobilfunk, dass dies nur Kurzzeitversuche waren. Ob es Langzeiteffekte gäbe, könne er aufgrund der heutigen Forschungsresultate nicht sagen. Es gäbe zwar Studien über Langzeiteffekte mit Personen, die in der Nähe von Mobil- oder Rundfunksendern wohnen, aber hier sei es nicht mehr möglich, den Probanden zu verheimlichen, ob das Feld ein- oder ausgeschaltet sei. Wenn nun jemand wisse, dass er bestrahlt werde, und sich davor fürchte, dann könne es sein, dass er deshalb Beschwerden kriege – ohne direkten Zusammenhang mit den Feldern. Experten sprechen vom Nocebo-Effekt, ähnlich dem Placebo-Effekt bei Medikamenten, nur mit nachteiligen Auswirkungen. Da diese Nocebo-Effekte stark ausgeprägt sein können, ist es für den Forscher nicht mehr möglich, zu sagen, woher die Beschwerden kommen – Nocebo oder tatsächlich ein Effekt der Strahlung? Das Einzige, was die Wissenschaft hier klar aussagt, ist, dass es die Nocebo-Effekte tatsächlich gibt. *(gus)*



ITIS

Mit dieser Apparatur, die der Proband auf dem Kopf trägt, testen die Forscher, ob es elektrosensible Personen gibt. Die Antenne auf einer Seite bestrahlt den Probanden mit dem Natelsignal.

Au moyen de cet appareil que le testeur porte sur la tête, les chercheurs veulent déterminer s'il y a des personnes électrosensibles. L'antenne placée sur le côté rayonne un signal Natel sur la personne.

Y a-t-il des personnes électrosensibles?

L'Office fédéral de l'environnement a publié en juin 2007 un récapitulatif de 150 études rédigées entre 2002 et 2006 sur les effets des rayonnements à haute fréquence. Selon ce document, il est probable que les téléphones mobiles influencent les flux cérébraux et les phases du sommeil – mais dans un domaine que nous ne percevons pas consciemment. De la même façon, plusieurs études indiquent que les téléphones mobiles sont susceptibles de perturber le bien-être, ces perturbations se manifestant par des symptômes comme les maux de tête ou la fatigue. Les intensités de champ auxquelles les effets ont été observés se situaient pour les téléphones mobiles au-dessus des seuils tolérés pour les stations émettrices de téléphonie mobile. En effet, un téléphone mobile expose la tête à une intensité plusieurs fois supérieure à celle produite par une station émettrice, même si celle-ci est située à proximité.

Se pourrait-il par conséquent qu'un faible pourcentage de la population soit plus sensible à ces champs? Martin Röösli de l'Université de Berne s'est penché plus précisément sur différentes études menées sur les personnes électrosensibles: des essais en laboratoire au cours desquels un champ électromagnétique a été activé et désactivé de façon aléatoire démontrent que les personnes qui se déclarent d'emblée électrosensibles surévaluent généralement les champs, mais ne les détectent pas mieux que le groupe de contrôle. En fait, les réponses des deux groupes étaient réparties de façon si aléatoire et avec une corrélation si faible avec les champs réellement émis que Röösli estime improbable les effets à court terme du rayonnement quotidien de la téléphonie mobile.

Röösli souligne cependant lors d'une manifestation de la FSM (Fondation de recherche sur la communication mobile) qu'il ne s'agissait en l'occurrence que d'essais à court terme. Les résultats actuels de la recherche ne lui permettent pas de dire si des effets à long terme existent. Des études ont certes été menées sur les effets à long terme chez des personnes habitant à proximité d'émetteurs de téléphonie mobile et de télédiffusion, mais dans ce cas il était impossible de dissimuler aux participants si le champ était activé ou non. Si quelqu'un sait qu'il est exposé à un rayonnement et en a peur, il est possible que ses troubles se manifestent pour cette raison – sans rapport direct avec les champs. Les experts parlent ici d'effet nocebo, par analogie à l'effet placebo des médicaments, mais avec des répercussions négatives. Comme ces effets nocebo peuvent être très prononcés, il devient impossible pour les chercheurs de localiser d'où viennent les troubles – nocebo ou véritable effet du rayonnement? La seule chose que la science est capable d'énoncer dans ce contexte est que l'effet nocebo existe réellement. *(gus)*

Sensoren aus anorganischem Material

Einem österreichischen Wissenschaftler-Team ist es erstmals gelungen, mit anorganischem Material Bauelemente zu drucken. Damit eröffnet sich ein breites Anwendungsfeld neuer elektronischer Bauteile, die einfach zu erzeugen sind.

Mit einer Infrarotkamera können Gegenstände sichtbar gemacht werden, die dem menschlichen Auge verborgen bleiben. Noch mehr erkennen könnten die Geräte, die Strahlung im Mikrometerbereich nutzen mithilfe neuer Nanobauteile. Das von den Wissenschaftlern entwickelte mit anorganischem Material gedruckte Bauelement reicht mit seinen 3 Mikrometern – einem Dreissigstel des Durchmessers eines Haares – Wellenlänge sehr weit in den Infrarotbereich. Infrarotkameras könnten damit beispielsweise weiter in den Infrarotbereich vordringen und mehr Objekte erkennen. Aber auch die Gasanalysen, die Umweltüberwachung oder die medizinische Diagnostik sind mögliche Anwendungsfelder der neuen Bauelemente. Gemäss den Forschern entwickelt sich die Technik damit einen entscheidenden Schritt weiter in Richtung gedruckter Hybridelektronik. Mittlerweile sei es damit bereits möglich, alle Einheiten einer elektronischen Schaltung im Stempeldruck-Verfahren herzustellen, was zu tiefen Produktionskosten für die Elemente führt. Die neuen, anorganischen Bauelemente könnten damit etwa auch bei sogenannten Wegwerfsensoren zum Einsatz kommen, wie beispielsweise medizinische Schnelldiagnostik für die Kontrolle bestimmter Körperwerte zu Hause. *(TU Wien/Sz)*

Energiesparender Supercomputer am Fraunhofer-Institut

Die weltweite Öko-Rangliste für Supercomputer wird vom IBM-Computer Blue Gene angeführt, der für 112 Millionen Rechenoperationen – 112 MFLOPS – nur 1 Watt benötigt. Der im Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM) in Kaiserslautern aufgestellte Rechner Herkules ist ihm allerdings dicht auf den Fersen: Er bringt es auf 100 MFLOPS pro Watt und damit auf Platz 48. Betrachtet man das Ranking der leistungsfähigsten Grossrechner, steht Herkules auf Platz 244 der Top 500 (Stand November 2007).

Herkules steht in einem energiesparenden Institutsneubau des ITWM, der Tageslicht und einstrahlende Sonnenwärme optimal nutzt. Eine intelligente Lüftung mit Wärmerückgewinnung ersetzt die Klimaanlage. Ein effizientes Blockheizkraftwerk (BHKW) mit Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung liefert Strom, Wärme und Kälte. Zum grünen Gesamtkonzept gehört auch eine sparsame Rechenzentrale: In Zusammenarbeit mit Computerherstellern wurden besonders energieeffiziente Bausteine zum Supercomputer mit insgesamt 272 Einzelrechnern verknüpft. Dazu gehören sparsame Netz-

Fraunhofer ITWM

Der neue Höchstleistungsrechner Herkules besteht aus 272 Einzelrechnern.

teile, Strom sparende Dual-Core-Prozessoren und Laufwerke mit deutlich geringerem Verbrauch als übliche. Zudem wurde die Zahl der Speichermodule pro Rechner auf vier reduziert, wodurch sich der Energiebedarf zusätzlich verringert. Es wurden zudem bewusst nicht die allerschnellsten CPUs verwendet, sondern jene, die die beste Leistung pro Watt erbringen.

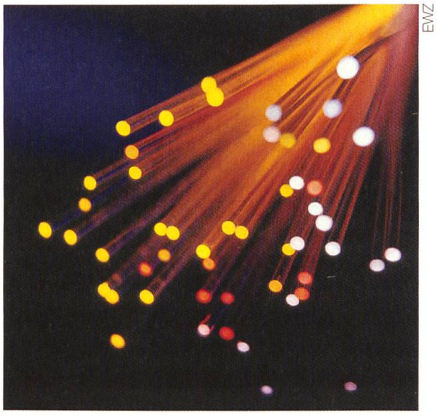
Auch die Kühlung der Serverräume trägt zum Sparen bei. Bis zu einer Temperatur von 20 °C werden die Rechnerräume direkt mit Aussenluft gekühlt. Wird es zu warm, liefert das BHKW über eine Absorptionskältemaschine die notwendige Kälte. Die Abwärme der Rechner wiederum wird an kühleren Tagen direkt zur Erwärmung des Gebäudes genutzt. *(Fraunhofer ITWM/Sz)*

Fiber to the Home kommt doch noch

Seit Jahrzehnten angekündigt, scheint die Glasfaser nun endlich bis in die Wohnung vorzudringen. Gleich mehrere Kabelfernseh- und Energieunternehmen beginnen 2008, erste Häuser ans Lichtwellenleiternetz anzuschliessen. Das EWZ begann im Herbst 2007 mit einem Pilotversuch in Zürich-Oerlikon mit 55 Haushalten. Ab Januar 2008 wird die Stadt kontinuierlich mit Glas erschlossen. Wobei das Elektrizitätswerk im Kreis 1 bei der Bahnhofstrasse beginnt. Laut Peter Messmann, Leiter Telekom beim EWZ, können sie die Glasfasern weitgehend in bestehende Rohre entlang der Trottoirs einziehen. Störende Längsgräben würden vermieden. Alle 200 bis 300 m müsse das EWZ den Belag aufreissen für Querverbindungen sowie natürlich für die Hausanschlüsse.

Bis Ende 2008 sollen 1100 Liegenschaften ans Netz angeschlossen sein, spätestens 2013 sollen knapp 4000 Liegenschaften in Zürich mit Glasfaser erschlossen sein. Dies sind 13 000 Haushalte, die mit maximal 100 Mbit/s ins Internet können – Up- und Download, sofern der Internetprovider dies zulässt. Denn das EWZ liefert nur die Infrastruktur, Anbieter wie Orange oder Sunrise verkaufen den Kunden die Dienstleistung, sei es nun der Internetzugang, das IP-Telefon oder das digitale Fernsehen.

In Sitten, Baar und Weinfelden gibt es ähnliche Projekte, wobei hier die Gemeindewerke (Sitten und Weinfelden) respektive die Antennengemeinschaft in Baar gleich auch die Dienstleistungen anbieten. In Sitten und Baar sind erste Häuser aufgeschaltet, in Weinfelden beginnen die Gemeindewerke Anfang 2008. Auch die GGA Maur, ein grösserer Kabelnetzbetreiber östlich von Zürich, verkündete an ihrer Fachtagung zum 40-Jahr-Jubiläum, dass sie zukünftig Gebäude mit Glasfaser anbinden wolle. Produkte wie Video-on-Demand und hochaufgelöstes Fernsehen (HDTV) würden in den kommenden Jahren pro Haushalt Bandbreiten von mehreren 10 Mbit/s verlangen. Dies sei nur mit Lichtwellenleitern möglich. Das Problem sei nun aber, dass die Hausinstallationen oft ungenügend wären für diese Bandbreiten – es seien also auch die Hausbesitzer gefordert. *(gus)*



EWZ

Glasfasern bringen Bandbreite ins Haus.
Les fibres optiques apportent la bande passante à la maison.

Fiber to the Home finit par arriver

Annoncée depuis des décennies, la fibre optique va enfin investir les foyers helvètes. Plusieurs fournisseurs d'énergie et de télévision câblée commencent simultanément en 2008 à raccorder les premières habitations au réseau de fibre optique. En automne 2007, l'EWZ a démarré un essai pilote concernant 55 foyers à Zurich-Oerlikon. Dès janvier 2008, la ville sera progressivement équipée en fibre optique, le point de départ de la campagne de raccordement étant localisé dans l'arrondissement 1 aux alentours de la Bahnhofstrasse. Selon Peter Messmann, directeur Télécom chez EWZ, la plupart des lignes optoélectroniques peuvent être passées dans les conduites existantes le long des trottoirs sans creuser de longues tranchées gênant la circulation. Tous les 200 à 300 m, l'EWZ doit ouvrir la chaussée pour réaliser les interconnexions et, bien sûr, pour raccorder les habitations.

D'ici fin 2008, 1100 immeubles auront été raccordés au réseau de fibre optique, ce chiffre devant avoisiner 4000 à Zurich en 2013, ce qui équivaut à 13 000 foyers bénéficiant d'un accès internet avec un débit ascendant et descendant de 100 Mbit/s maximum, dans les limites permises par le fournisseur internet. En effet, l'EWZ ne fournit que l'infrastructure. Des sociétés comme Orange ou Sunrise commercialisent le service au client sous forme d'accès internet, de téléphonie par IP ou de télévision numérique.

Sion, Baar et Weinfelden mènent des projets similaires, les services communaux (Sion et Weinfelden) ainsi que l'antenne communautaire de Baar proposant non seulement le raccordement, mais aussi les services. A Sion et Baar, les premiers logements sont déjà raccordés tandis qu'à Weinfelden, les services communaux n'entameront pas les travaux avant début 2008. La GGA Maur, un important exploitant de réseau câblé à l'est de Zurich, a elle aussi annoncé lors du congrès organisé pour son 40e anniversaire qu'elle envisageait à l'avenir de poser des lignes optoélectroniques pour desservir des habitations. Les produits comme la vidéo à la demande et la télévision haute définition (HDTV) nécessiteront dans les prochaines années des débits de plusieurs 10 Mbit/s par foyer. Seules les fibres optiques sont capables d'assurer ces flux. Cependant, les installations privées sont souvent insuffisantes pour faire face à ces débits – la balle est aussi dans le camp des propriétaires d'immeubles. *(gus)*

Ultraschnelle Elektronenmikroskopie macht schaltbare Nanokanäle sichtbar

Forschern des California Institute of Technology (Pasadena, USA) um Ahmed H. Zewail, der 1999 den Chemie-Nobelpreis für die Entwicklung ultraschneller Lasertechniken erhielt, mit denen die Bewegung einzelner Atome in einem Molekül während einer chemischen Reaktion beobachtet werden können, gelang es mithilfe der sogenannten ultraschnellen Elektronenmikroskopie (UEM), Feststoffe dabei zu beobachten, wie sich mikroskopisch kleine Spalte in einem Kriställchen auf Befehl öffnen und schliessen. Solche schaltbaren Kanäle im Nanobereich könnten für eine zukünftige Nanoelektronik und für nanoskopische «Maschinen» von Interesse sein.

Bei dieser Entwicklung handelt es sich um die Kombination aus einem Femtosekunden-optischen System (eine Femtosekunde = 10^{-15} Sekunden) und einem hoch auflösenden Elektronenmikroskop. Ergebnis ist ein neues Instrument mit extrem hoher sowohl räumlicher als auch zeitlicher Auflösung.

Zewail und sein Team haben entdeckt, dass nadelförmige Mikrokristalle aus Kupfer und der organischen Verbindung TCNQ (7,7,8,8-tetracyanochinodimethan, $C_{12}H_4N_4$), ein kristalliner quasi-eindimensionaler Halbleiter, spezielle optomechanische Phänomene zeigt, die für nanoelektronische Anwendungen interessant sein könnten. Wie sich zeigte, werden diese Nadeln unter Bestrahlung mit Laserpulsen im Mikroskop länger (aber nicht breiter). Wird die Bestrahlung ausgeschaltet, ziehen sie sich wieder zusammen. Besonders gut sichtbar ist der Effekt, wenn eine Kristallnadel durch die Erschütterung eines kurzen starken Laserpulses gebrochen wurde: An der Bruchstelle entsteht ein kleiner Spalt von einigen 10 bis 100 Nanometern. Wenn sich der Kristall unter Bestrahlung ausdehnt, schliesst sich dieser nanoskopische Kanal, beim Zusammenziehen des Kristalls ist er wieder da. Das Phänomen ist reversibel, wie mit dem UEM bestimmt werden konnte.

Dieses Recken und Strecken der Mikrokristalle im Licht erfolgt, weil die negativ geladenen TCNQ-Ionen im Kristall so liegen, dass ihre zentralen flachen Sechsringe aufeinandergestapelt sind in Richtung der Längsausdehnung der Nadel. Die Energie der Laserpulse regt Elektronen an, ein Teil wird zurückübertragen, sodass ungeladene TCNQ-Moleküle entstehen. In dieser ungeladenen Form ist die gestapelte Anordnung nicht mehr günstig. Sie beanspruchen jetzt mehr Platz, die Kristallnadel wird länger. Das Ausmass der Dehnung hängt von der Stärke der absorbierten Energie ab. *(IDW/Sz)*

Widerstands-RAM könnten Flash-Speicher ablösen

Im Flash-Speicher wird jedes Bit in einem separaten Transistor gespeichert. Verschiedene Firmen arbeiten nun daran, das Bit stattdessen in einem variablen Widerstand zu speichern, denn gewisse Metalle verändern je nach Kristallstruktur den Widerstand um mehrere Grössenordnungen.

Besonders interessant sind Oxide der Übergangsmetalle Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer und Mangan. Diese bilden mit symmetrisch um sich gruppierten Sauerstoffatomen im Gerüst eines weiteren Metalls die sogenannte Perowskit-Struktur. Zu diesen Perowskiten gehören die Manganate, deren elektrischer Widerstand von äusseren Einwirkungen abhängt. So können durch Magnetfelder, Licht oder Druck Änderungen der Leitfähigkeit von bis zu 10 Grössenordnungen hervorgerufen werden. Der Perowskit verwandelt sich dabei von einem Isolator zu einem elektrischen Leiter. Sogenannte Polaronen kristallisieren unter dem äusseren Einfluss zu einem periodischen Muster, was zu einer starken Unterdrückung ihrer Beweglichkeit führt; die Manganate verwandeln sich in einen Isolator. Wird dieser geordnete Polaronenkristall durch ein äusseres elektrisches Feld relativ zu den Gitteratomen in Bewegung gesetzt, zerfällt er nach einiger Zeit in einen ungeordneten Zustand; es entsteht die sogenannte Polaronenflüssigkeit. Damit einher geht eine drastische Verringerung des elektrischen Widerstands.

Die Widerstandspeicher, sogenannte RRAM, können kleiner gebaut werden als die heute üblichen Flashspeicher, brauchen weniger Energie und sind sogar schneller als heutige RAM-Speicher. Web-Feet Research schätzt, dass bereits Vorserienmodelle getestet werden. Wie schnell RRAM in den Markt eingeführt werden, hänge von wirtschaftlichen Faktoren ab – die Technik sei bereit. *(Uni Göttingen, VDI-Nachrichten/gus)*

Namur unterstützt FDI

Die EDDL Cooperation und die FDT Group gaben im April 2007 eine Vereinbarung über die Entwicklung einer einheitlichen Lösung für die Geräteintegration – Field Device Integration (FDI) – bekannt. Basierend auf den Technologien von EDDL, FDT und OPC sowie dem Geräteintegrationskonzept des ITM (Institut für Informationstechnik, Technologie und Maschinenbau; Technische Universität München) ist vorgesehen, bis Ende 2008 einen Entwurf der Spezifikation für FDI vorzustellen. Namur unterstützt diesen Ansatz und wartet gespannt auf die Ergebnisse dieser gemeinsamen Bemühungen.

EDDL und FDT/DTM sind heute zwei grundsätzliche Methoden in der Prozessindustrie zur Integration von Feldgeräten in Leitsysteme. Für sich genommen, erfüllt jedoch keiner der beiden Ansätze alle in der Namur-Empfehlung NE 105 vorgegebenen Benutzeranforderungen. Namur unterstützt deshalb das FDI-Projekt, da in diesem Ansatz die Vorteile der FDT/DTM und EDDL-Technologien in einer Lösung für die Nutzer vereint werden sollen. Die neue Lösung beinhaltet die Technologien von EDDL und FDT. Es ist klares Ziel des FDI-Projektteams, die Entstehung einer dritten Lösung auf dem Markt zu vermeiden.

Die Namur ist ein internationaler Verband der Anwender von Automatisierungstechnik der Prozessindustrie. Das EDDL Cooperation Team (ECT) besteht seit 2003 aus den drei Feldgeräteorganisationen Fieldbus Foundation, Hart und Profibus. EDDL steht für Electronic Device Description Language. Alle drei Organisationen nutzen EDDs für die Parametrisierung und Beschreibung ihrer Geräte. 2004 trat OPC dem Cooperation Team bei. Im April 2006 schloss sich die FDT-Gruppe dem ECT im Rahmen einer technischen Vereinbarung zur gemeinschaftlichen Entwicklung eines neuen gemeinsamen Standards zur Geräteintegration an. *(Namur, EDDL/gus)*

leserbriefe
courrier des lecteurs

Salvan, die Wiege der Telekommunikation

Norbert Lang, Schulstrasse 2, 5415 Nussbaumen, norbert.lang@hispeed.ch, zum im Bulletin SEV/VSE 21/2007 publizierten Fachbeitrag

Ich schätze es ausserordentlich, neben aktuellen Fachbeiträgen im Bulletin SEV/VSE ab und zu auch technikgeschichtliche Aufsätze zu lesen. Der Beitrag über Marconis frühe Funkversuche in der Schweiz war für mich als «Gelegenheits-Technikhistoriker» absolut sensationell. Der Redaktion gebührt dafür grossen Beifall! Neben den überlieferten historischen Fakten hat mich die Tatsache überrascht, dass das IEEE den Ort des Geschehens im Jahre 2003 mit einem «Meilenstein-Award» ausgezeichnet hat. Es gibt dazu Parallelen im Bereich der Maschinentechnik. Die American Society of Mechanical Engineers (ASME) hat bisher drei historische Schweizer Objekte mit einem «Meilenstein» ausgezeichnet:

- Die erste Gasturbine der Welt von BBC, 1939 nach Neuchâtel geliefert und heute im Areal von Alstom Schweiz in Birr ausgestellt.
- Der älteste Salondampfer «Uri», der auf dem Vierwaldstättersee noch immer in Betrieb ist.
- Die Pilatusbahn, als steilste Zahnradbahn der Welt.

Weiss jemand aus dem Leserkreis, ob das IEEE auf dem Gebiet der Elektrotechnik in der Schweiz noch weitere Objekte als Meilensteine ausgezeichnet hat? Kandidaturen dazu gäbe es meines Erachtens schon, nachdem in der amerikanischen Fachliteratur schon Ende des 19. Jahrhunderts die Schweiz als «das gegenwärtige Zentrum der Elektrotechnik» bezeichnet worden war. *(Sz)*

Interview

Profinet IRT – Erfahrungen aus der Praxis

Seit 2005 gibt es die schnellste der drei Profinet-Varianten, Profinet IRT. IRT steht für Isochronous Real Time, also harte Echtzeit. Spezielle Switches sorgen dafür, dass der Echtzeitdatenverkehr nicht vom übrigen Datenfluss behindert wird, und garantieren so Zykluszeiten von rund 1 ms für die Industrieautomation. So weit die Informationen aus dem Marketing von Siemens. Wie bewährt sich Profinet IRT in der Praxis? Guido Santner, Redaktor Bulletin SEV/VSE, sprach mit Jürg Spillmann, Geschäftsführer bei der Indur Antriebstechnik AG, die Ende 2007 eine Silikonisier-/Kaschiermaschine für Etiketten der Polytype Converting AG mit Profinet IRT in Betrieb nahm.

Profinet IRT synchronisiert die 100 m lange Beschichtungsmaschine auf 1 ms genau.

Die Anlage ist 100 m lang, 64 Antriebe befördern die Folienbahn. Zuerst silikonisiert die Maschine die Folie, dann wird der Kleber aufgetragen und mit dem Papier kaschiert, also zusammengepresst. Die 2 m breite Etikettenbahn wird zu einer Rolle von 1,5 m Durchmesser aufgerollt. Später werden die Etiketten ausgestanzt, beispielsweise für Druckeretiketten für den A4-Laserdrucker. *(gus)*

Bulletin: *Herr Spillmann, warum setzen Sie bei der Maschine Profinet ein?*

Jürg Spillmann: Der Endkunde wünschte Ende 2005 eine Maschine mit neuster Antriebstechnologie der Sinamics/Simotion-Reihe, die seit 2004 auf dem Markt ist. Wir nahmen mit Siemens in Nürnberg Kontakt auf und sahen, dass wir, wenn wir schon die Antriebstechnologie ändern, auch gleich auf Profinet umsteigen sollten. Ziel war, Antriebe, IOs, Visualisierung sowie Safety über Profinet zu vernetzen und den Profibus ganz wegzulassen.

Und das haben Sie erreicht?

Nicht ganz. Hardwaretemperaturregler, Bahngeschwindigkeitsanzeigen sowie gewisse DC-Motoren und Durchflussmesser gibt es noch nicht mit Profinet. Wir haben das Ziel also nicht ganz erreicht, haben aber nur noch zwei kurze Profibus-DP-Stränge auf der Maschine.

Die wesentlichen Komponenten haben Sie also bekommen?

Ja, alle Antriebe, IOs und die Safety laufen über Profinet. Die Lichtwellenleiter sind nun zwar aus Glas statt Plastik, wie wir ursprünglich wollten, aber damit können wir leben. Gewisse Komponenten, die es im Januar 2006 noch nicht auf dem Markt gab, haben wir in Absprache mit Siemens eingeplant. Siemens versprach, dass sie rechtzeitig damit fertig werden.

Und die sind rechtzeitig eingetroffen?

Ja, wir bekamen alles rechtzeitig. Zum Teil allerdings noch Nullserien, die nicht alle internen Tests durchliefen. Häufig mussten wir die Firmware upgraden – eigentlich bei praktisch allen Komponenten, teilweise gleich mehrmals.

Warum brauchen Sie eigentlich Profinet IRT?

Wir haben hohe Anforderungen ans Zeitverhalten und an die Kommunikationsmenge der Anlage. Die Folie läuft mit 1100 m/min (18,3 m/s) durch die Maschine, und die Rollen werden bei voller Geschwindigkeit gewechselt. Auf der alten Maschine mit Profibus erreichen wir lediglich 800 m/min. Wir müssen beispielsweise im Trockner den Zug auf der Folie auf einer langen Strecke halten. Die Antriebe müssen also möglichst synchron vorgesteuert werden, um die Folie sauber zu beschleunigen und zu bremsen – oder um die Geschwindigkeit zu regulieren, wenn die Arbeitsprozesse, beispielsweise das Kleben, die Folie beeinflussen.

Und mit Profibus wäre dies nicht möglich?

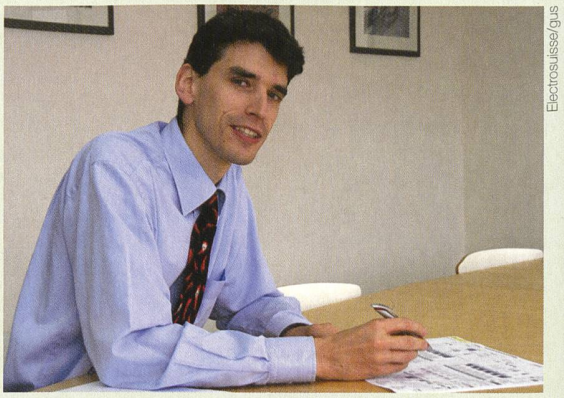
Es wäre möglich gewesen mit Profibus. Aber bei dieser hohen Bahngeschwindigkeit würde es auf viele Profibus-Äste hinauslaufen, die nicht so schnell sind, denn Profibus garantiert keine Zykluszeit. Für solche Anwendungen setzten wir früher oft Peer-to-Peer-Verbindungen zwischen den Antrieben ein.

Wo laufen denn die schnellsten Vorgänge ab?

Beim Rollenwechsler. Die Folie der neuen Rolle wird auf die Bahn geklebt und dahinter die alte Rolle abgeschnitten. Früher arbeiteten wir zeitgesteuert. Je nach Toleranz der Ventile variierte damals der Übergangsbereich. Heute erfassen wir die Lage der Rolle und können so die Schlepplänge minimieren, also den Materialverschleiss klein halten. Das Ziel ist, eine Wiederholgenauigkeit von 5–10 cm bei 1100 m/min zu erreichen. Wobei noch wichtiger ist, dass der Wechsel zuverlässig funktioniert, denn ein Fehler bedeutet einige Stunden putzen an der Maschine.

Und dazu braucht es Profibus IRT?

Genau genommen würde Profibus RT reichen, denn der Rollenwechsler hat eine eigene Simotion-Steuerung, eine CU320 und mehrere ET200S. Profibus IRT brauchen wir vor allem für den zentralen Gleichlauf. Es könnte zwar sein, dass wir nach all dem Optimieren mit Profibus RT[1)] fahren könnten, womit wir wieder günstigere



Electrosuisse/gus

«Der Schritt von Profinet RT zu Profinet IRT ist gross.»

Komponenten einsetzen könnten. Aber wir hätten immer die Unsicherheit, dass sich die Zykluszeit verlängern könnte, wenn die Kommunikationsmenge ansteigt. Bei 200 Profinet-Teilnehmern und 15 Bedienpanels müssten wir uns das gut überlegen.

Im Oktober 2006 erhielten Sie den Auftrag, ein Jahr später nahmen Sie die Maschine beim Kunden in Betrieb. Welche Erfahrungen haben Sie mit Profinet gemacht?

Die Maschine läuft, Profinet funktioniert prinzipiell. Doch wir haben deutlich gespürt, dass wir die Betatester der IRT-Komponenten waren.

Standen Sie auch mal kurz vor dem Abgrund?

Mehrmals. Ein Problem war die Kommunikation von der SPS zu den Simotions. Am Anfang hiess es, dass diese über TCP/IP läuft, wofür wir eine Schnittstelle selbst hätten programmieren müssen. Dann hiess es, dass wir die Simotions als I-Device, als Direktverbindung, in Betrieb nehmen sollen. Nach ein paar Firmwareupgrades hat es dann geklappt.

Weiter bereitete uns der Switch Kopfzerbrechen, der aufseiten des Lichtwellenleiters erst nicht IRT-tauglich war – was wir natürlich nicht erwartet hatten, weshalb wir zuerst an allen anderen Stellen suchten. Ein Softwareupdate löste das Problem.

Und dann hatten wir wirre Abschaltungen über die Safety, die wir uns bis heute nicht erklären können. Der Verdacht liegt bei einer zu hohen Kommunikationsmenge auf dem Profinet.

Haben Sie sich auch mal überlegt, Profinet IRT wieder rauszuschmeissen?

Den Entscheid «Go/No go» fällten wir bereits Mitte 2006 bei Siemens. Damals hatten wir gespürt, dass Siemens wenn nötig hinter uns steht mit der Entwicklung. Diesen Support bekamen wir als «Solution Partner Automation» von Siemens dann auch, denn die Anlage ist für Siemens ebenfalls ein Referenzprojekt.

Zur Sicherheit haben wir einen Teil der Anlage beim Maschinenbauer Polytype Converting bereits im Mai 2007 in Betrieb genommen. So konnten wir Basisprobleme beheben und sahen, dass es grundsätzlich läuft. Nicht von der Kommunikationsmenge, aber vom Prinzip her.

Haben Sie Komponenten anderer Hersteller integriert?

90% ist von Siemens, von den SPS über die Switches bis zu den Antrieben.

Damit Sie bei einem Problem nur einen Ansprechspartner haben?

Ja, das würde ich auch so empfehlen. Wenn man die Hersteller mischt, fühlt sich niemand verantwortlich bei einem Problem. Wir hatten zum Beispiel Probleme mit der Profinet-Kommunikation, dass sich unsere Teilnehmer mit sich selber beschäftigten. Da kam einer von Siemens, hat alle Telegramme analysiert und uns gesagt, was wir ändern müssen. Wenn der Hersteller des Switches ein anderer gewesen wäre, hätten sich die Firmen die Schuld wohl gegenseitig zugeschoben.

Profinet ist also noch nicht idiotensicher?

Man kann im Moment Einstellungen machen, die nicht falsch sind, sich aber als Fehler auswirken. Zum Beispiel den Bus stark belasten.

Aber es gibt die nötigen Entwicklungstools?

Für das Netz gibt es nichts. Bei den Antrieben war es ein ständiger Kampf: Wann kriegen wir die neue Version? Die letzte Version, die wir dringend brauchten, haben wir 3 Tage vor Inbetriebnahme bekommen. Vorher mussten wir mit einer Vorversion arbeiten, die nicht in die Entwicklungsumgebung integriert war, ja nicht einmal auf demselben Betriebssystem lief. Jetzt sind wir auf dem Stand, den wir gerne gehabt hätten, also den Scout für die Antriebe und Step 7 für die SPS.

Und für das Netz?

Zykluszeiten und Topologie mussten wir immer über Siemens abklären. Und ich vermute, dass dies auch alles Schätzungen waren. So wurde aus meiner Sicht die Visualisierung unterschätzt, die recht viel Traffic generiert. Anfang 2006 war für uns die Abschätzung der Kommunikationsmenge ein wichtiger Punkt, aber da gibt es meines Wissens bis heute kein entsprechendes Tool.

Sie haben die Safety ins Profinet integriert. Bewährt sich das?

Das würde ich heute nicht mehr so machen. Die Lösung ist zwar wunderbar, wenn die Anlage mal läuft, aber für die Inbetriebnahme bedeutete dies, dass wir jedes Mal, wenn wir an der Safety eine Änderung machten, die Hardwarekonfiguration neu berechnen mussten – was 20 Minuten dauert bei einem Projekt unserer Grösse. Während dieser Zeit steht die Anlage, die anderen Leute können nicht arbeiten. So ist die Maschine am Anfang jeden Tag mehrere Stunden gestanden. Aufgrund der Zeit, die wir bei der Inbetriebnahme verloren haben, würde ich heute eine eigene Safety-SPS installieren.

Das bedingt aber mehr Kabel.

Ja, dann muss ich die Kommunikation zur zentralen Safety-SPS ziehen, also bei jedem Modul eine eigene ET200 oder alle Kabel bis zur Safety-SPS.

Und das rechnet sich?

Hier hätte es sich gelohnt. Bei einer einfacheren Maschine, die sich an anderen Orten bewährt hat, sieht es anders aus. Dort lohnt es sich eher, die Safety zu integrieren.

Wenn wir nun wieder die gesamte Anlage betrachten: Ist Profinet teurer als Profibus?

Die Anlage mit Profibus wäre nicht günstiger. Wir hätten zum Beispiel diverse OLM[2] mit ihren teuren Steckern gebraucht. Die Switches wären zwar weggefallen, dafür hätten wir mehrere Profibus-Äste machen müssen. Ob mit Profibus oder Profinet, die Anlage wäre auf ein paar Prozente etwa gleich teuer geworden. Mit Profinet haben wir aber den Vorteil, dass die Anlage schneller läuft und wir nur ein Ethernetnetzwerk und nicht mehrere Profibus-Äste haben.

Und die Arbeit?

Wir hatten natürlich einen grossen Aufwand, uns in die Profinet-Welt einzuarbeiten. Aber das hätten wir früher oder später so oder so tun müssen.

Auf was müssen Systemintegratoren achten, die heute ein System mit Profinet aufbauen wollen?

Der Schritt von Profinet RT zu Profinet IRT ist gross, sowohl bei den Komponenten als auch für die Systemintegration. Profinet RT ist schon weit, IRT steckt noch in den Anfängen. Die Komponenten müssen IRT korrekt unterstützen – hier hinken vor allem die Zulieferer von Siemens hinterher.

Und die Integratoren brauchen für die Projektierung und Konfiguration von IRT Know-how über TCP/IP, Routing und Netztopologie. Bei IRT ist jedem Kabel genau ein Port am Switch zugeordnet – das muss stimmen, sonst läuft nichts.

Wenn Sie heute eine ähnliche Maschine bauen würden, nähmen Sie wieder Profinet?

Ja, Profinet hat sich bewährt. Und mittlerweile gibt es die meisten Komponenten und Entwicklungswerkzeuge. Ich würde sogar behaupten, dass wir noch Potenzial haben, Kosten einzusparen.

Vielen Dank für das Gespräch.

[1] Profibus Real Time arbeitet mit Standard-Netzwerkkomponenten und erreicht Zykluszeiten von 5 bis 10 ms.
[2] OLM: Optical Link Module.

Ultrakurze elektrische Ströme – Courants électriques ultra-courts

Forschern der Philipps-Universität Marburg ist es mithilfe modernster optischer Techniken gelungen, elektrische Stromimpulse zu erzeugen und nachzuweisen, die 1000-mal kürzer sind als solche, die bisher mit der schnellsten Elektronik messbar waren. Diese ultrakurzen Stromimpulse wurden durch Bestrahlung von Metalloberflächen mit Femtosekundenlasern generiert (1 Femtosekunde = 1 fs = 10^{-15} Sekunden). Aufgrund ihrer kurzen Dauer ermöglichen die Stromimpulse fundamentale Studien der Wechselwirkungsmechanismen von Elektronen im Festkörper. Wie die Forscher in der Zeitschrift Science berichteten, konnten sie erstmals die ultraschnelle zeitliche Entwicklung der grundlegenden mikroskopischen Prozesse beobachten, die für den elektrischen Widerstand von Materialien verantwortlich sind.

Schon am Anfang des 20. Jahrhunderts erkannte Paul Drude, dass die elektrische Leitfähigkeit von Metallen durch Stösse der Elektronen an den Atomrümpfen bestimmt wird. Aus dieser Überlegung folgt, dass selbst in sehr guten elektrischen Leitern wie Kupfer die Zeit zwischen zwei Stössen nur wenige 10 fs beträgt. Diese Effekte konnten bisher jedoch nie direkt gemessen werden, da auf dieser Zeitskala keine Transportmessungen durchgeführt werden konnten. Die nun erstmals experimentell realisierten und theoretisch modellierten Strompulse machen solche Untersuchungen nun möglich und eröffnen damit ein weites Feld für fundamentale Studien. Ausserdem könnte die gezielte Erzeugung und Manipulation von Stromimpulsen auf dieser extrem kurzen Zeitskala eines Tages zur Entwicklung elektronischer Bauelemente mit ultraschnellem Ladungsträgertransport führen.

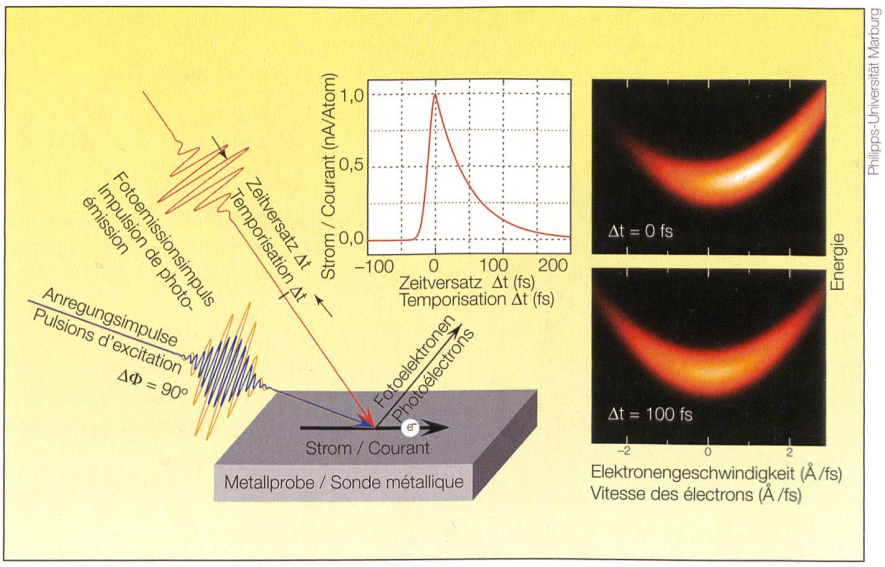
Zur Erzeugung der elektrischen Ströme an einer Kupferoberfläche verwendeten die Forscher aus Marburg ultrakurze sichtbare und ultraviolette Laserimpulse (gelbe und blaue Anregungspulse in der Abbildung), deren Frequenzen sich genau um einen Faktor zwei unterschieden und die phasenstarr zueinander stabilisiert wurden. Durch Variation der relativen Phase der oszillierenden Lichtfelder konnte sowohl die Richtung als auch der Betrag des Stroms kontrolliert werden. Da hierbei die Phasenbeziehung der anregenden Lichtfelder, also ihre zeitliche Kohärenz zueinander, die entscheidende Rolle spielt, spricht man auch von einer kohärenten Kontrolle. Die Besonderheit des Marburger Experiments liegt aber vor allem in dem zeitaufgelösten Nachweis des Stroms mithilfe des Fotoeffekts. Dazu wird ein dritter, roter Laserimpuls mit variabler Zeitverzögerung eingestrahlt, der die angeregten Elektronen aus der Probe herauslöst, ohne ihre Geschwindigkeit parallel zur Probenoberfläche zu ändern. Der Strom in der Probe kann dann direkt durch Messung der Geschwindigkeitsverteilung der emittierten Elektronen mit einem Elektronenanalysator beobachtet werden. Die Abbildung illustriert eine Anregung mit der Phasendifferenz, bei der sich die meisten angeregten Elektronen zunächst nach rechts bewegen. Ihre Geschwindigkeiten parallel zur Oberfläche der Probe betragen dabei typisch etwa 1 Å/fs oder 100 km/s (1 Å = 10^{-10} m, 3 Å entsprechen dem typischen Atomabstand in Festkörpern).

Durch Streuung der Elektronen mit Defekten der Probe, bei welcher die Ausbreitungsrichtung der Elektronen geändert wird, geht die zunächst asymmetrische Verteilung in wenigen 10 fs in eine symmetrische Verteilung über und der Strom fällt ab. Im Experiment wird diese ultrakurze Zerfallszeit in einem Anregungs-Abfrage-Schema (Pump-Probe-Schema) aufgelöst, bei dem die Geschwindigkeitsverteilung für verschiedene Zeitverzögerungen gemessen wird.

Die Zeitauflösung wird dadurch erreicht, dass die Laserimpulse über leicht unterschiedliche Wege geführt werden. Aufgrund der hohen Lichtgeschwindigkeit entspricht dabei ein Wegunterschied von etwa 0,003 mm einer Zeitverzögerung von 10 fs. Damit die Elektronen ungehindert aus der Probe austreten können sowie beim Nachweis nicht mit Luftmolekülen zusammenstossen, wurden die Experimente an einer sehr sauberen und geordneten Oberfläche eines Kupfer-Einkristalls unter Ultrahochvakuumbedingungen durchgeführt. Dazu wurde der Restgasdruck in der Experimentierkammer um mehr als 13 Grössenordnungen gegenüber dem normalen Luftdruck auf 6×10^{-11} mbar abgesenkt.

Des chercheurs de l'Université Philipps de Marburg sont parvenus à l'aide de techniques optiques inédites à produire et à détecter des impulsions de courant électrique qui sont 1000 fois plus courtes que celles mesurables avec les dispositifs électroniques les plus rapides actuellement. Ces impulsions électriques ultra-courtes ont été générées par bombardement de surfaces métalliques avec des lasers femtosecondes (1 femtoseconde = 1 fs = 10^{-15} secondes). En raison de leur courte durée, les impulsions de courant permettent d'effectuer des études fondamentales des mécanismes d'interaction d'électrons dans les corps solides. Comme les chercheurs l'ont rapporté dans la revue Science, ils sont parvenus pour la première fois à observer l'évolution ultra-rapide des processus microscopiques fondamentaux, responsables de l'électrorésistance des matériaux.

Dès le début du 20e siècle, Paul Drude a reconnu que la conductibilité électrique des métaux est déterminée par des impulsions



Philipps-Universität Marburg

Schematische Darstellung der Erzeugung und des Nachweises ultrakurzer elektrischer Stromimpulse.
Représentation schématique de la production et de la détection d'impulsions de courant électrique ultra-courtes.

des électrons au niveau du tronc de l'atome. Ces réflexions permettent de déduire que, même dans les très bons conducteurs électriques comme le cuivre, l'intervalle entre deux impulsions n'est que de quelques 10 fs seulement. Ces effets n'ont jamais encore pu être mesurés directement, car il était impossible de réaliser des mesures de transport à cette échelle de temps. Les pulsations électriques mises en œuvre pour la première fois par voie expérimentale et par modèle théorique ont rendu possibles de tels travaux tout en ouvrant une vaste perspective à des études fondamentales. Par ailleurs, la production et la manipulation ciblée d'impulsions électriques à cette échelle de temps extrêmement courte est susceptible de mener un jour au développement de composants électroniques à transfert de transport de charge ultrarapide.

Pour générer les courants électriques à la surface du cuivre, les chercheurs de Marburg ont utilisé des impulsions laser visibles ultra-courtes et ultraviolettes (pulsions d'excitation jaunes et bleues sur la photo), dont les fréquences se différenciaient exactement d'un facteur deux et qui ont été stabilisées à phase bloquée les unes par rapport aux autres. En faisant varier la phase relative des champs lumineux oscillants, il a été possible de contrôler à la fois la direction et le volume du courant. Comme la relation de phase des champs lumineux d'excitation – c'est-à-dire leur cohérence temporelle réciproque – joue un rôle décisif, on parle d'un contrôle cohérent. Mais la particularité de l'expérience de Marburg réside surtout dans la détection du courant résolue dans le temps à l'aide de l'effet photoélectrique. Pour ce faire, une troisième impulsion laser rouge à temporisation variable est émise qui extrait les électrons excités de la sonde sans modifier leur vitesse parallèlement à la surface de la sonde. Le courant dans la sonde peut alors être observé directement en mesurant la répartition de vitesse des électrons émis avec un analyseur électronique. La photo illustre une excitation par différence de phases au cours de laquelle la plupart des électrons excités migrent d'abord vers la droite. Leurs vitesses parallèles à la surface de la sonde prennent des valeurs typiques approximatives de 1 Å/fs ou 100 km/s (1 Å = 10^{-10} m, 3 Å équivalent à la distance typique des atomes dans les corps solides). Par dispersion des électrons avec des anomalies de la sonde, modifiant la direction de propagation des électrons, la répartition d'abord asymétrique se transforme en quelques 10 fs en une répartition symétrique et le courant chute. Dans l'expérience, ce temps de désintégration ultracourt est restitué dans un schéma excitation-interrogation (schéma pompe-sonde), la répartition de vitesse étant mesurée pour différentes temporisations.

La résolution dans le temps est obtenue en guidant les impulsions laser par des trajectoires légèrement différentes. En raison de la vitesse élevée de la lumière, une différence de trajectoire d'environ 0,003 mm correspond à une temporisation de 10 fs. Pour que les électrons puissent s'échapper de la sonde sans être entravés et n'entrent pas en collision avec des molécules d'air lors de la détection, les expériences ont été menées sur une surface ordonnée très propre d'un monocristal de cuivre en conditions d'ultravide. La pression de gaz résiduelle dans la chambre expérimentale a été abaissée à 6×10^{-11} mbar, soit un facteur supérieur à 13 par rapport à la pression atmosphérique normale. *(Sz)*

Technology is our business

Offene Stellen und Praktikumsplätze:

Sprechen Sie die Studierenden direkt an!

Platzieren Sie Ihre Angebote für offene Stellen oder Praktikumsplätze direkt und kostengünstig bei den Studierenden und Absolventen der Schweizer Hochschulen.
Anhand Ihrer Angaben erstellt Electrosuisse ein standardisiertes Inserat und schickt es über Kontaktpersonen an den Hochschulen direkt an die Studierenden.

Kosten pro Inserat:
CHF 150.– für Mitglieder von Electrosuisse
CHF 250.– übrige

Informationen und Inserateaufgabe:
Sekretariat Verband: 044 956 11 21, verband@electrosuisse.ch

electrosuisse