

Grüne Geistesblitze

Im Dezember werden die Nobelpreise vergeben. Grund genug, fünf Wissenschaftler aus der Schweiz vorzustellen, die preiswürdige Erfindungen mit einem ökologischen Hintergrund gemacht haben.

TEXT: STEFAN STÖCKLIN; ILLUSTRATIONEN: CHRISTOPH FISCHER



MICHAEL GRÄTZEL hat eine Solarzelle nach dem Vorbild der Fotosynthese erfunden.

Wenn Michael Grätzel vom Flughafen Genf aus verreist, wird ihm warm ums Herz. In der Abflughalle produzieren seit kurzem orangefarbene Glasfenster nach dem Vorbild der Fotosynthese Strom. Sie basieren auf seiner Entdeckung und sind der sichtbare Beweis, dass sich Ausdauer lohnt. Rund 30 Jahre hat es von der Idee bis zur Anwendung gedauert. Seine Erfindung hat Grätzel hochkarätige Preise und Ehrungen eingebracht.

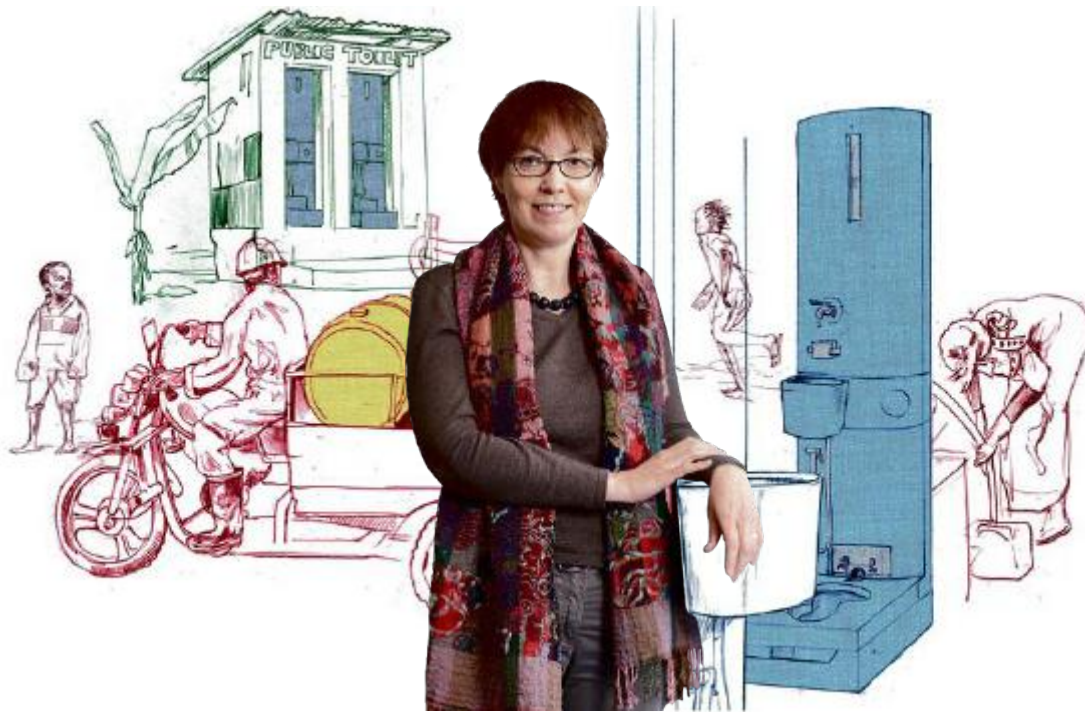
«Als ich mich in den achtziger Jahren mit Energiefragen beschäftigte, stiess ich auf das geniale Prinzip der Fotosynthese», sagt der Professor für physikalische Chemie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne. Mit dem grünen Farbstoff Chlorophyll fangen Pflanzen Lichtenergie ein und gewinnen daraus chemische Energie, um Zucker aufzubauen. Grätzel experimentierte mit dem roten Saft der Himbeere, um das Prinzip zu kopieren. Nicht Zucker, sondern Strom wollte er produzieren. Mit der heute als «Grätzel-Zelle» bezeichneten Anordnung realisierte er das Vorhaben Anfang der neunziger Jahre.

Die Grätzel-Zelle kann auf Fenster aufgetragen werden und bei diffusem Licht und in Innenräumen Strom produzieren.

«Es ist eine Sache, Farbstoffe im Labor zu nutzen, und eine andere, daraus praxistaugliche Anwendungen herzustellen», sagt Grätzel. Es mussten beständige Farbstoffe entwickelt werden, die sich im Dauergebrauch nicht zersetzen. Und es brauchte extrem dünne Schichten aus Titandioxid, die die Elektronen aus dem Farbstoff leiten. Herausgekommen ist eine sehr dünne Zelle, die sich auf Glas oder biegsames Plastik auftragen lässt. Zwei Firmen haben die Technologie übernommen und produzieren farbige Fenster und Folien.

Die Grätzel-Zellen haben gegenüber herkömmlichen Siliziumzellen einen grossen Vorteil: Sie funktionieren auch bei diffusem Licht. Selbst bei Nebel und in Innenräumen produzieren sie Strom. Dafür arbeiten die konventionellen Zellen bei direkter Sonneneinstrahlung effizienter.

«Meine Dünnschichtzelle und die konventionelle Solarzelle ergänzen sich ideal», so Grätzel. Seine Erfindung trage dazu bei, dass die Sonne künftig einen grossen Teil des globalen Strombedarfs decken könne, prophezeit er.



TOVE LARSEN will mit einer Toilette die Slums der Schwellenländer hygienischer machen.

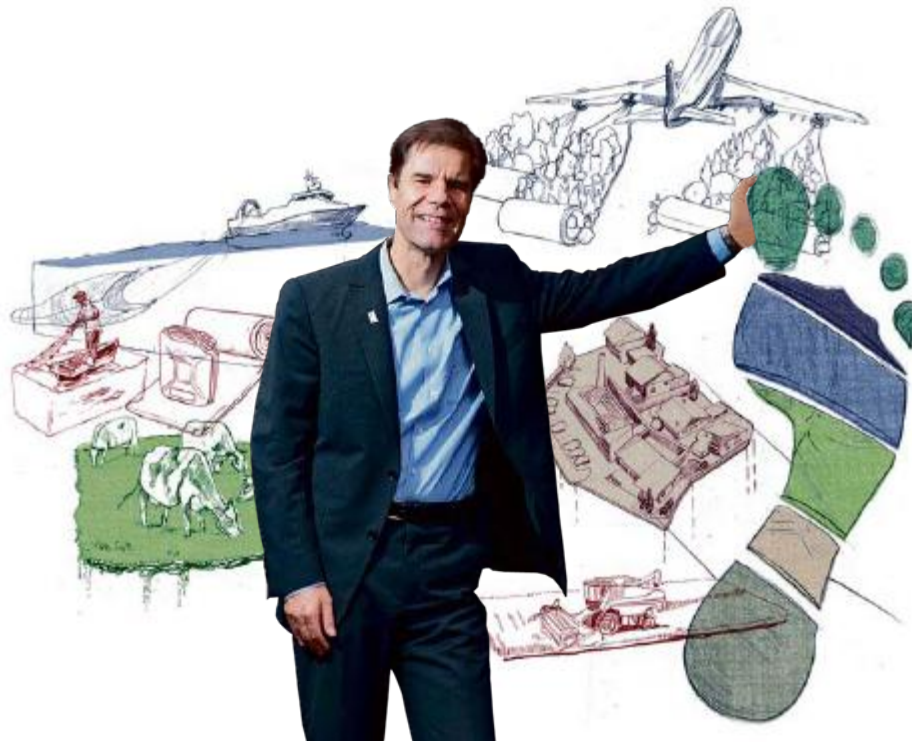
Milliarden von Menschen haben keinen oder nur unzureichenden Zugang zu Toiletten. Wo es eine Anlage gibt, fehlt oft eine ordentliche Kanalisation. Tove Larsen von der Forschungsanstalt Eawag in Dübendorf kennt den Notstand um die Notdurft: «In den Slums der Grossstädte, zum Beispiel in Afrika, herrschen verheerende hygienische Verhältnisse, die zu tödlichen Infektionen bei Kindern führen.» Seit zwei Jahrzehnten arbeitet die Verfahrensingenieurin an Lösungen für dieses Problem. Nun steht der Durchbruch bevor. Komenden Frühling wird der Prototyp einer neuen Toilette in der kenianischen Hauptstadt Nairobi getestet.

Die von Larsen in Zusammenarbeit mit dem Designstudio Eoos entwickelte Blue Diversion Toilet sieht nur äusserlich aus wie ein einfaches Stehkle. Es handelt sich um ein ausgeklügeltes System für die getrennte Entsorgung von Fäkalien und Urin, das ohne Kanalisation auskommt. «Hintergrund ist die No-Mix-Technologie», sagt Larsen. Das heisst, die Exkremate fallen und fliessen wie bei einer Trockentoilette in separate Behälter. Das für Spülung und Händewaschen benötigte Wasser fliesst in einem geschlossenen Kreislauf und wird von der Anlage selbst aufbereitet. «Dank einem Membranfilter und einer elektrolytischen Chlorierung ist es hygienisch einwandfrei», sagt Larsen. Solarpanels und Wassertank machen die Toilette unabhängig von Wasser- und Stromanschluss.

Die Blue Diversion Toilet trennt Fäkalien und Urin und braucht weder einen Wasser- noch einen Stromanschluss.

Ein Modell der Toilette erhielt im August 2012 von der Bill & Melinda Gates Foundation einen Preis für gutes Design. Die vom Softwaremilliardär finanzierte Stiftung unterstützt Projekte, die den Hygienenotstand mit innovativen Ansätzen angehen. Die Gestaltung des blauen Klos erhöht die Akzeptanz bei den Benutzern, die oft zum ersten Mal ihr Geschäft auf einem richtigen WC verrichten. Diese Einschätzung bestätigte sich im ersten Feldtest, der diesen Frühsommer in den Slums von Kampala in Uganda stattfand. «Die Toilette wurde 1200-mal und damit rege benutzt», sagt Larsen. Der Testlauf erlaubte es, kleine Mängel zu ermitteln. Als Schwachpunkt erwies sich etwa die Fusspumpe, mit der die Benutzer das Wasser in die Tanks pumpen. Zurzeit wird der Prototyp für den zweiten Testlauf in Nairobi überarbeitet.

Ist das System erst einmal im Dauereinsatz, werden Mitarbeiter lokaler Vertragsnehmer die Tanks unter den Toiletten leeren und Fäkalien und Urin zu Biogas und Dünger verarbeiten. «Die dazu notwendigen Techniken sind erprobt», sagt Larsen. Damit wird die Blue Diversion Toilet zum Businessmodell für lokale Unternehmer. Die Benutzer zahlen ihnen einen kleinen Betrag für die Benutzung der Toiletten und die Entsorgung der Fäkalien, dazu kommt der Erlös aus dem Verkauf des Düngers. Der Test in Nairobi soll zeigen, wie gut das Konzept funktioniert. Larsen ist zuversichtlich, dass ihre Toilette danach in grossem Stil zum Einsatz kommt. →



MATHIS WACKERNAGEL schuf den ökologischen Fussabdruck als Mass für die Nachhaltigkeit.

Gute Ideen führen zu einfachen Lösungen. So auch bei Mathis Wackernagels Erfindung. In den neunziger Jahren hatten sich der Ingenieur und sein Doktorvater William Rees das Ziel gesetzt, den schwammigen Begriff Nachhaltigkeit besser fassbar zu machen. Die Lösung: der ökologische Fussabdruck. Dieser gibt an, wie viel Fläche eine Person, eine Firma oder eine Gesellschaft braucht, um ihren Ressourcenverbrauch zu decken. Ein Fussabdruck von 1 bedeutet, dass die Natur nachhaltig genutzt wird. Der Fussabdruck der Schweiz beträgt 4. Wir brauchen also viermal mehr Fläche, als uns zur Verfügung steht. Global betrachtet beträgt der Wert 1,5.

«Ich will den Leuten die Konsequenzen ihres Verhaltens aufzeigen», sagt Mathis Wackernagel. Für diese Mission hat er das Global Footprint Network aufgebaut. Die Stiftung mit Sitz in Oakland, Kalifornien, berät Regierungen und Organisationen, die ihre Ökobilanz ermitteln wollen, um sie danach verbessern zu können. «Wir waren schon mit 60 Regierungen im Gespräch», sagt Wackernagel. Die Schweizer Behörden ermitteln den ökologischen Fussabdruck des Landes seit 2006. Seit kurzem verwenden auch Costa Rica, Indonesien, Mexiko und die Philippinen den ökologischen Fussabdruck.

Um sich mit Politikern, Wirtschaftsführern und Bankern auf der ganzen Welt zu treffen, legt Wackernagel jedes Jahr rund 160 000 Kilometer im Flugzeug zurück.

Während dreier Monate im Jahr ist er unterwegs und von seiner Familie getrennt. Zwar fährt er in Oakland mit dem Velo zur Arbeit, und er kompensiert die geflogenen Meilen, um seine CO₂-Bilanz zu verbessern. Doch nachhaltig ist sein Lebensstil trotz diesem «Ablass» bei weitem nicht. Mit dem Ziel einer ökologischeren Welt vor Augen nimmt der aus Basel stammende Wackernagel das in Kauf.

Der ökologische Fussabdruck wird mittels einer aufwendigen Buchhaltung ermittelt. Rund 6000 Datenpunkte halten die Mitarbeiter des Global Footprint Network pro Land fest. Sie listen die natürlichen Ressourcen auf, die dieses verbraucht, zum Beispiel Energie, Lebensmittel oder Holz. Die zur Gewinnung dieser Ressourcen nötige Fläche entspricht dem ökologischen Fussabdruck. Ihr Verhältnis zur Biokapazität, also zur real verfügbaren Fläche, gibt den Nutzungsgrad an. Ein Wert über 1 gibt an, dass der Fussabdruck grösser ist als die Biokapazität und die Tragfähigkeit der Natur überschritten wird.

Viele Länder und Unternehmen sind von einer nachhaltigen Wirtschaft noch weit entfernt. Deshalb reist Mathis Wackernagel unermüdlich um die Welt. «Es braucht wohl jemanden wie mich, der den Leuten den Spiegel vorhält und das Offensichtliche ausspricht», sagt er. Als Weltverbesserer sieht sich Wackernagel nicht, vielmehr als Vorkämpfer für eine bessere Welt. →

Der ökologische Fussabdruck zeigt, um wie viel unser Lebensstil die Tragfähigkeit der Natur überschreitet.



LINO GUZZELLA entwickelt Motoren mit ungekannter Energieeffizienz.



ROMAN GAUS produziert Lebensmittel dort, wo sie konsumiert werden.

Lino Guzzella ist eine Kapazität im ökologischen Fahrzeugbau. Der Forscher tüftelt mit seiner Arbeitsgruppe an der ETH Zürich an Motoren, die möglichst wenig Treibstoff verbrennen. Ziel ist ein familientaugliches Auto mit einem Verbrauch von zwei Litern Brennstoff auf 100 Kilometer. Und dem ist er schon sehr nahe. «Ich bin Ingenieur und will konkrete Probleme lösen», sagt Guzzella. Bereits vor Jahren zeigte er mit seinen Studenten, was moderne Technologie zu leisten vermag: Das Team konstruierte das Wasserstoffauto PAC-Car II und erzielte damit einen Weltrekord für den geringsten Treibstoffverbrauch. Mit einem Gramm Wasserstoff fuhr der Prototyp 20 Kilometer weit.

Ziel ist ein familientaugliches Auto, das mit zwei Litern Brennstoff 100 Kilometer weit fährt.

Guzzella sieht die Zukunft des Autos nicht in futuristischen Gefährten mit Wasserstoffantrieb, sondern im guten alten Verbrennungsmotor. Er träumt von einem leichten und günstigen Auto, das sparsam und dank intelligenter Technik auch sicher ist. Seine Arbeitsgruppe am Institut für Dynamische Systeme und Regelungstechnik ist auf bestem Weg, dieses Ziel zu erreichen, und erhöht mit immer neuen Ideen und Entwicklungen die Effizienz bestehender Antriebe. Vor kurzem präsentierte Guzzella einen Erdgas-Dieselmotor mit rekordtiefem CO₂-Ausstoß, der neue Maßstäbe setzt. Lino Guzzella, seit einem Jahr Rektor und designerter Präsident der ETH, wird in Zukunft kaum mehr Zeit für die eigene Forschung haben. Als Steuermann der Hochschule wird er das Ziel ökologischer Motoren weiterverfolgen und sich für die Förderung neuer Technologien einsetzen.

Global denken, lokal handeln: Geleitet von diesem Prinzip, züchtet Roman Gaus mitten in der Stadt Fisch und Gemüse. Der Vorzeigebetrieb seiner Firma Urban Farmers liegt in einem Basler Industrieareal: Auf dem Dach eines Lokdepots wachsen in einem Zuchtbecken Buntbarsche heran. Die Ausscheidungen der Tiere liefern Nährstoffe für den Anbau von Gemüse. Die Wurzeln der Salat- und Tomatenpflanzen wiederum reinigen das Wasser der Fischbecken. «Wir produzieren in einem natürlichen Kreislauf ohne Abfall», sagt Gaus. Von aussen zugefügt werden nur Futter und Wasser. Pro Jahr liefert die Pilotanlage fünf Tonnen Gemüse und 850 Kilogramm Fisch, die Gaus an Restaurants und an einen Grossverteiler verkauft. Die Produkte kommen bei den Konsumenten gut an.

Ziel ist, das als Aquaponic bezeichnete Produktionsprinzip bekannter zu machen und weiterzubreiten. Die Dachfarm basiert auf einem traditionellen Landwirtschaftskonzept, das auch in unseren Breiten genutzt, aber durch die moderne Intensivlandwirtschaft verdrängt wurde. Heute entspricht es dem Zeitgeist, die natürlichen Ressourcen effizient und umweltgerecht zu nutzen. Darum ist Gaus überzeugt, dass seine Idee Erfolg haben wird. Auf den Dächern der dichtbesiedelten Schweizer Städte gäbe es genug Platz, um bis zu einem Drittel unserer Lebensmittel zu produzieren. Und das gilt nicht nur für die Schweiz. Aquaponic eignet sich besonders gut für die schnell wachsenden Städte in den Schwellenländern.

Fische und Gemüse wachsen in einem natürlichen Kreislauf. Nur Futter und Wasser werden zugefügt.

FOTOS: KEYSTONE, PIXSIL