



## Das GEWÄCHSHAUS im Wolkenkratzer

Nahrungsmittelanbau in eigens dafür errichteten Hochhäusern spart Wasser und fossile Energien. Die Umwelt bleibt von landwirtschaftlichen Schadstoffen verschont, und Stadtbewohner haben stets frisches Obst und Gemüse vor der Haustür.

### In Kürze

- ▶ Im Jahr 2050 müssen **schätzungsweise 9,5 Milliarden Menschen** satt werden; dafür reichen die landwirtschaftlich nutzbaren Flächen nicht aus.
- ▶ **Pflanzenzucht in Hochhäusern** kann die Emissionen aus fossilen Brennstoffen drastisch reduzieren und das Abwasser der Städte recyceln.
- ▶ Ein Treibhaus-Wolkenkratzer von der Größe eines 30-stöckigen Häuserblocks vermag fast so viel Lebensmittel zu liefern **wie 1000 Hektar Ackerland** – und das ohne Transportverluste.
- ▶ Heutige Hydrokultur-Treibhäuser dienen Stadtplanern in aller Welt als **Prototypen für vertikale Farmen**.

### Von Dickson Despommier

**D**ie 6,8 Milliarden Menschen auf der Erde nutzen für Ackerbau und Viehzucht eine Fläche, die der Größe von Südamerika entspricht – ein gewaltiger landwirtschaftlicher Fußabdruck. Für das Jahr 2050 sagen Demografen sogar 9,5 Milliarden Erdbewohner voraus. Da jeder mindestens 1500 Kalorien pro Tag benötigt, wird die Menschheit, falls sie ihre Landwirtschaft weiter so betreibt wie heute, dann zusätzlich ein Areal von der Größe Brasiliens kultivieren müssen – 850 Millionen Hektar. Doch so viel neuer Ackerboden existiert einfach nicht.

Zudem verbraucht die Landwirtschaft zur Bewässerung 70 Prozent des weltweit verfügbaren Süßwassers; danach ist es mit Düngemitteln, Pestiziden, Herbiziden und Schlamm kontaminiert und lässt sich nicht mehr trinken. Wenn das so weitergeht, wird sauberes Wasser in vielen dicht besiedelten Regionen bald Mangelware. Außerdem verschlingt die Landwirtschaft Unmengen an fossilen Treibstoffen – in den USA zum Beispiel 20 Prozent des gesamten Benzin- und Dieserverbrauchs. Besorgnis erregend sind dabei nicht nur die emittierten Treibhausgase, sondern auch die steigenden Nahrungsmittelpreise, da sie an den Ölpreis gekoppelt werden; allein dadurch ist das Essen zwischen 2005 und

2008 vielerorts ungefähr doppelt so teuer geworden.

Einige Agrarwissenschaftler schlagen als Lösung eine noch intensivere industrielle Landwirtschaft vor, mit einer weiter sinkenden Anzahl hoch mechanisierter Agrarkonzerne und mit noch ertragreicheren Ernten durch Gentechnik und Chemie. Doch das ist kurzsichtig, denn der Klimawandel verändert die Rahmenbedingungen rapide und vereitelt selbst die raffiniertesten Strategien. Kurz nach dem Amtsantritt von US-Präsident Obama warnte sein Energieminister Steven Chu öffentlich, der Klimawandel könnte bis zum Ende des Jahrhunderts die Landwirtschaft Kaliforniens lahmlegen.

Wenn wir fortgesetzt Wald roden, um neues Ackerland zu gewinnen, wird sich die globale Erwärmung zusätzlich beschleunigen. Obendrein würden riesige Mengen landwirtschaftlicher Abwässer die meisten Flussmündungen und sogar Teile der Weltmeere in biologisch tote Zonen verwandeln.

Hinzu kommen durch Lebensmittel übertragene Krankheitskeime, die weltweit viele Todesopfer fordern – Salmonellen, Choleraerreger, *Escherichia coli*, Ruhrerreger und viele andere. Noch bedrohlicher sind Infektionen mit Parasiten, die in schmutzigem Wasser gedeihen, wie Malaria und Schistosomiasis. Außerdem wird in weiten Teilen Südostasiens, Afrikas sowie Zentral- und Südamerikas mit



Auch inmitten einer modernen Großstadt können Nutzpflanzen in großem Stil angebaut werden.

KEVIN BROWN, MONOLITHIC STUDIOS

**Die Frage ist:  
Wie können wir alle  
gut leben und  
gleichzeitig den Öko-  
systemen unserer  
Erde eine Verschnauf-  
pause gönnen?**

menschlichen Fäkalien gedüngt, weil Kunstdünger zu teuer ist; das fördert die Ausbreitung von Wurmkrankheiten, an denen 2,5 Milliarden Menschen leiden.

Offenbar tut radikaler Wandel not. Eine einzige Strategie würde fast alle genannten Probleme auf einen Schlag lösen: der Anbau von Nahrungspflanzen unter streng kontrollierten Bedingungen in Gewächshochhäusern (*vertical farms*). Wolkenkratzer auf leer stehenden städtischen Grundstücken sowie mehrstöckige Gewächshäuser auf ungenutzten Dächern könnten das ganze Jahr hindurch Nahrung liefern. Sie würden dabei viel weniger Wasser verbrauchen, kaum Abfall produzieren, Infektionskrankheiten eindämmen und keine fossilen Treibstoffe für Landmaschinen oder für den Transport von entlegenen ländlichen Bauernhöfen benötigen. Zudem würde uns das Essen besser schmecken: Obst und Gemüse wären immer frisch.

Mein Szenario mag auf den ersten Blick haarsträubend anmuten. Aber Ingenieure, Stadtplaner und Agrarwissenschaftler haben die erforderlichen Technologien untersucht und sind davon überzeugt, dass vertikale Landwirtschaft nicht nur theoretisch machbar ist, sondern praktisch ausprobiert werden sollte.

### Schont die Erde!

Wenn wir für unsere Nahrungsmittel riesige Wald- und Grasflächen roden, fügen wir unserem Planeten schwere Wunden zu und sägen den Ast ab, auf dem wir sitzen. Als Mindestforderung sollte gelten: Schont die Erde! Die Menschen haben immer wieder scheinbar unmögliche Aufgaben bewältigt. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts, als Charles Darwins

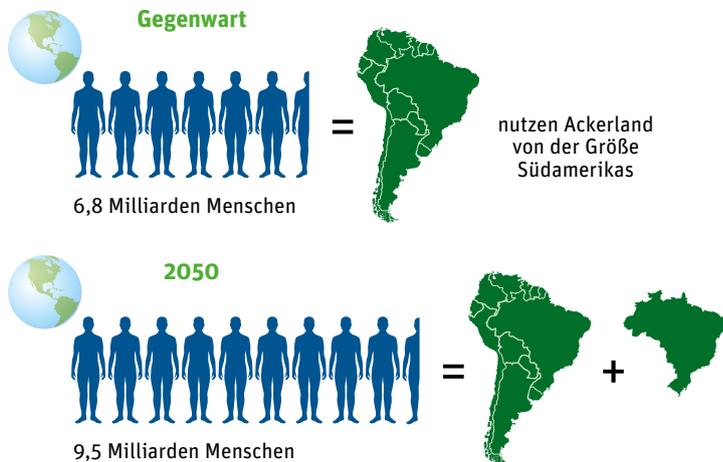
Zeitgenosse Thomas Malthus das Ende der Welt durch Übervölkerung vorhersagte, hat ein technologischer Durchbruch nach dem anderen den Welthunger in Schach gehalten. Unterschiedlichste Landmaschinen, verbesserte Düngemittel und Pestizide, Zuchtplanzen mit höherem Ertrag und höherer Widerstandskraft sowie Impfstoffe und Medikamente gegen Tierkrankheiten haben insgesamt dazu geführt, dass die Nahrungsproduktion mit der steigenden Weltbevölkerung Schritt gehalten hat.

Das galt zumindest bis in die 1980er Jahre. Damals wurde offensichtlich, dass Ackerbau vielerorts den Boden überlastet; Chemikalien hatten die natürlichen Nährstoffkreisläufe zerstört. Darum müssen wir zu nachhaltigen Anbautechniken übergehen.

Der bekannte Ökologe Howard Odum soll gesagt haben: »Die Natur hat alle Antworten, also wie lautet Ihre Frage?« Meine ist: Wie können wir alle gut leben und gleichzeitig den Ökosystemen unserer Erde eine Verschnaufpause gönnen? Viele Klimaexperten – von Sprechern der Welternährungsorganisation FAO bis zur Trägerin des Friedensnobelpreises von 2004 Wangari Maathai – meinen übereinstimmend: Die einfachste Maßnahme gegen den Klimawandel ist die Renaturierung von Ackerland. Naturbelassenes Grasland und Wälder entziehen der Luft das Treibhausgas Kohlendioxid. Wenn wir das Land sich selbst überlassen, heilt es den Planeten.

Lokale Beispiele gibt es genug. Als 1953 nach dem Koreakrieg die entmilitarisierte Zone zwischen Süd- und Nordkorea entstand, war sie ein vier Kilometer breiter, vom Krieg verwüsteter Streifen Brachland; heute ist sie

## FÜR DIE ZUKUNFT GIBT ES NICHT GENUG ACKERLAND



**Schon heute braucht die Weltbevölkerung** für Ackerbau und Viehzucht eine Landfläche von der Größe Südamerikas. Bis zum Jahr 2050 würde sie für traditionell betriebene Landwirtschaft zusätzlich ein Gebiet von der Größe Brasiliens benötigen. So viel Ackerland gibt es nicht.



NASA, GSFC / MODIS LAND RAPID RESPONSE TEAM, JACQUES DESCLOITRES



GETTY IMAGES / DAVID R. FRAZIER



GETTY IMAGES / PAUL GREBLUNAS

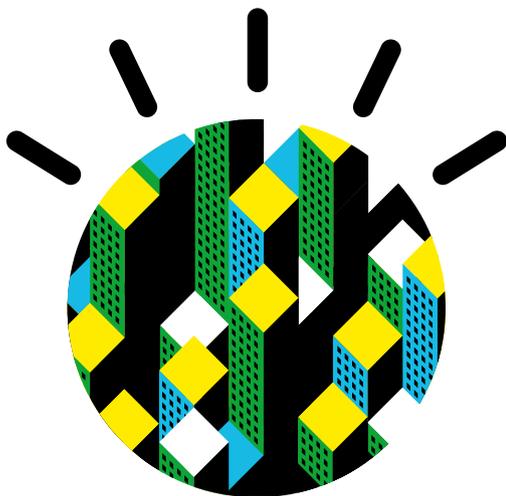
üppig bewachsen und völlig erholt. Der einstmals kahle Korridor zwischen Ost- und Westdeutschland ist nun grün. Der Dust Bowl im Mittleren Westen der USA, eine in den 1930er Jahren durch landwirtschaftliche Übernutzung und Dürre entstandene »Staubschüssel«, ist inzwischen wieder ein hochproduktiver Weizengürtel. Neuengland, das von europäischen Einwanderern zuerst besiedelte Gebiet im Nordosten der USA, wurde seit 1700 mindestens dreimal kahl geschlagen – heute beherbergt es große und gesunde Laub- und Nadelwälder.

### Von der Vision zur Praxis

Aus vielen Gründen braucht die stetig wachsende Weltbevölkerung eine Alternative zum Land fressenden Ackerbau. Aber sind Gewächshochhäuser in Städten eine praktische Möglichkeit?

Jawohl, denn Nahrungsanbau im Glashaus ist längst gängige Praxis. Drei Verfahren werden weltweit mit Erfolg genutzt: Tropfbewässerung, Aeroponik und Hydrokultur. Bei der Tropfbewässerung wurzeln die Pflanzen in Mulden aus leichtem und jahrelang verwendbarem Material, zum Beispiel Vermiculit,

**Landwirtschaft belastet die Umwelt schwer: Ausgeschwemmte Düngemittel verursachen großflächige Algenblüten, die manchmal biologisch tote Meeresregionen hinterlassen (links; blaue und grüne Wirbel). Großflächige Bewässerung verschwendet enorme Mengen an wertvollem Trinkwasser (rechts oben). Pestizide kontaminieren Nahrung, Boden und Grundwasser (rechts unten).**



Ideen für einen smarten Planeten

## Städte, die uns das Leben leichter machen.

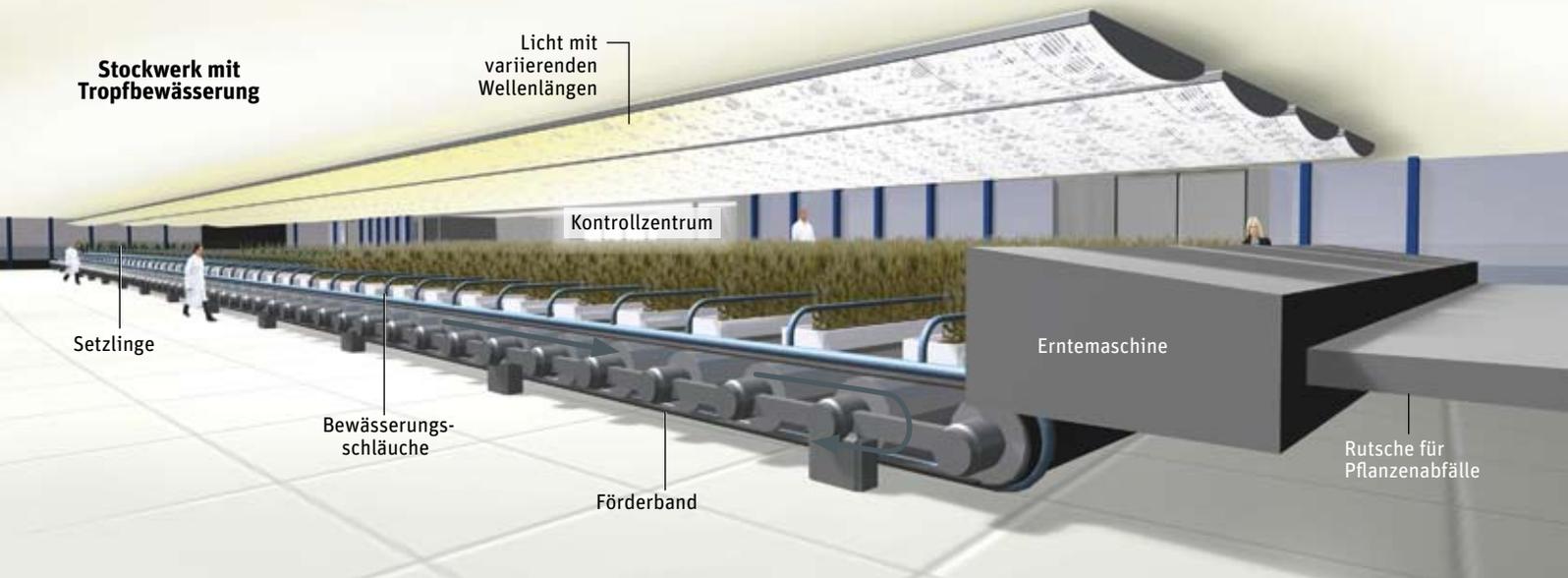
Bis 2050 werden 70% der Weltbevölkerung in Städten leben. Wenn die urbanen Infrastrukturen mit diesem Ansturm Schritt halten sollen, müssen wir sie intelligenter gestalten. Zum Beispiel, indem wir Städte als komplexe Ökosysteme begreifen und die Infrastrukturen für Verkehr, Wasser, Abfall, Verwaltung, Sicherheit, Energie miteinander vernetzen. Davon profitieren alle Aspekte der Lebensqualität – von sauberer Luft über staufreie Straßen bis zur Schulbildung unserer Kinder. Es ist, mit einem Wort, smart. Welchen Beitrag IBM dazu leistet, erfahren Sie unter [ibm.com/think/de/city](http://ibm.com/think/de/city)



## MAXIMALER ERTRAG

**Auf den meisten Stockwerken einer vertikalen Farm** (siehe S. 78) transportiert ein automatisches Fließband die Setzlinge von einem Ende zum anderen, so dass die Pflanzen unterwegs reifen und möglichst viel Getreide oder Gemüse liefern, wenn sie eine Erntema-

schine erreichen. Wasserzufuhr und Beleuchtung sind optimal auf jede Wachstumsphase eingestellt. Nicht essbares Pflanzenmaterial fällt durch einen Müllschlucker zu Verbrennungsanlagen im Keller, die Strom erzeugen.



KEVIN HAND

**Erst groß angelegte Treib(hoch)häuser bieten die Chance für ein wirklich nachhaltiges urbanes Leben**

Tierliebhabern als Katzenstreu bekannt. Aus kleinen Röhren über den Pflanzen tropft nährstoffreiches Wasser gezielt an jeden einzelnen Stängel; dadurch wird die sonst übliche Wasserverschwendung vermieden. Bei der Aeroponik – 1982 von K.T. Hubick entwickelt und später von NASA-Wissenschaftlern verbessert – hängen die Pflanzen in der mit Wasserdampf und Nährstoffen angereicherten Luft. Auch hier wird keine Erde benötigt.

Die moderne Hydrokultur entwickelte der Agrarforscher William F. Gericke im Jahr 1929. Die Pflanzen werden so fixiert, dass ihre Wurzeln in Trögen ohne Erde liegen und von Wasser mit gelösten Nährstoffen umspült werden. Im Zweiten Weltkrieg wurden auf diese Weise für die auf südpazifischen Inseln stationierten alliierten Streitkräfte mehr als 4000 Tonnen Gemüse produziert.

Bei der Standortwahl spielen Umweltbedingungen wie Boden, Niederschlag oder Temperatur keine Rolle. Ackerbau im Gewächshaus kann überall stattfinden, wo es genügend Wasser und Energie gibt. Große Hydrokulturanlagen findet man unter anderem in den Niederlanden, in Großbritannien, Dänemark, Deutschland und Neuseeland. Ein Beispiel aus den USA sind die 130 Hektar großen EuroFresh Farms in der Wüste von Arizona; die Anlage produziert das ganze Jahr

über große Mengen qualitativ hochwertiger Tomaten, Gurken und Paprika.

Allerdings liegen diese großflächigen Gewächshäuser meist in ländlichen Gebieten, wo Grundstücke billiger sind. Doch der Transport der Nahrungsmittel über viele Kilometer verursacht zusätzliche Kosten, verbraucht fossilen Treibstoff, emittiert Kohlendioxid und lässt einen beträchtlichen Teil der Ware unterwegs verderben. Ein Umzug der Treibhäuser in hohe Gebäude innerhalb der Stadtgrenzen vermag all diese Probleme zu lösen. Ich stelle mir 30-stöckige Gebäude vor, die einen ganzen Häuserblock einnehmen. Erst bei dieser Größe bieten Treib(hoch)häuser die Chance für ein wirklich nachhaltiges urbanes Leben: Städtische Abwässer werden recycelt und zur Bewässerung genutzt; der feste, vorwiegend pflanzliche Abfall wird verbrannt, um das Treibhaus mit Strom zu versorgen. Mit heutigen Technologien lassen sich vielerlei essbare Pflanzen in Gewächshäusern ziehen; ein benachbartes Aquakulturzentrum könnte Fische, Garnelen und Muscheln züchten.

Als Starthilfe müssten Subventionen für Firmengründungen und staatlich gesponserte Forschungszentren dienen, oder Partnerschaften zwischen Universitäten und Großunternehmen. Talentierte Absolventen der vielen Universitäten für Landwirtschaft, Ingenieur-

wissenschaften oder Architektur könnten dann zunächst etwa fünfstöckige und einen halben Hektar große Prototypen entwickeln. Diese Anlagen wären Spielwiesen für Doktoranden, Wissenschaftler und Ingenieure, die durch Versuch und Irrtum lernen würden, wie ein komplettes Riesentreibhaus funktioniert. Auch kleinere Gewächshäuser auf den Dächern von Apartmentkomplexen, Krankenhäusern und Schulen könnten für Tests dienen. Forschungsanlagen existieren bereits an mehreren Universitäten in Amerika, Europa und Asien; eine der bekanntesten ist das Controlled Environment Agriculture Center der University of Arizona unter der Leitung von Gene Giacomelli.

Wenn es gelingt, die Nahrungsmittelproduktion in den städtischen Alltag zu integrieren, ist ein gewaltiger Schritt zur Nachhaltigkeit urbanen Lebens getan. Neue Betriebe und Arbeitsplätze werden entstehen, die man sich in Städten niemals hat träumen lassen – Gärtner, Bauern, Erntearbeiter. Die traditionellen Landwirte würden ermuntert, Gräser und Bäume anzupflanzen, da sie für die dadurch bedingte CO<sub>2</sub>-Minderung Geld bekommen. Die Holzindustrie könnte zu selektivem Holzschlag übergehen.

### Platz auch mitten in Manhattan

Gegen die Idee der vertikalen Farmen werden vor allem zwei Einwände erhoben. Erstens bezweifeln Skeptiker angesichts der oft überhöhten Immobilienpreise in Städten wie Chicago, London oder Paris die wirtschaftliche Realisierbarkeit. Im Stadtzentrum sind kommerziell nutzbare Zonen vielleicht Mangelware, doch in jeder Großstadt gibt es auch viele we-

niger begehrte Orte, wo man über ein halbwegs rentables Projekt froh wäre.

In New York beispielsweise liegt der ehemalige Flottenstützpunkt Floyd Bennett Field seit 1972 brach. Diese 5,4 Quadratkilometer große Fläche schreit förmlich nach einer Nutzung. Ein ähnlicher Fall ist Governors Island; diese 70 Hektar große Parzelle im Hafen von New York hat die Regierung der Vereinigten Staaten kürzlich der Stadt zurückgegeben. Eine wenig genutzte Stelle im Herzen von Manhattan ist der Verschiebebahnhof in der 33. Straße. Außerdem sind leere Fabriken und Abbruchhäuser über die ganze Stadt verstreut. Vor einigen Jahren untersuchten meine Doktoranden das gesamte Stadtgebiet New Yorks; sie fanden nicht weniger als 120 verlassene Orte, die auf eine Nutzung warteten. Dort kämen Gewächshochhäuser den unterversorgten Innenstadtbewohnern sehr zugute. Zahllose ähnliche Orte existieren in allen Städten der Welt – und Dächer gibt es überall.

Simplex Einmaleins wird manchmal als Gegenargument angeführt, stützt aber tatsächlich die Machbarkeit vertikaler Farmen. Ein typischer Straßenblock in Manhattan bedeckt ungefähr zwei Hektar. Nun rechnen die Kritiker vor: Dann bieten 30 Stockwerke doch nur 60 Hektar – nicht viel im Vergleich zu großen Farmen im Freien. Doch ein Treibhaus kennt keine Jahreszeiten. Salat kann alle sechs Wochen geerntet werden, und sogar langsam wachsende Pflanzen, die wie Mais oder Weizen drei bis vier Monate vom Säen bis zur Reife brauchen, lassen sich drei- bis viermal pro Jahr ernten. Außerdem braucht ein für die NASA entwickelter Zwergmais viel weniger Platz als gewöhnlicher Mais und

### TREIBHAUS-TECHNOLOGIEN

Vertikale Farmen können drei Verfahren nutzen:

#### ➤ AEROPONIK

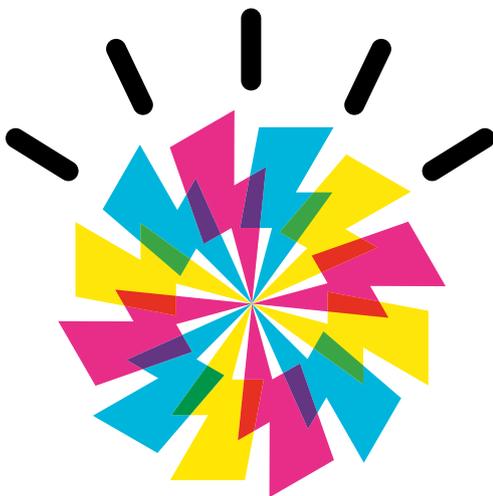
Die Pflanzen sind so fixiert, dass ihre Wurzeln in der – mit Wasserdampf und Nährstoffen gesättigten – Luft hängen. Gut für Wurzelgemüse (Kartoffeln und Möhren)

#### ➤ HYDROKULTUR

Die Pflanzen sind so fixiert, dass ihre Wurzeln in offenen Trögen liegen, in denen Wasser mit gelösten Nährstoffen zirkuliert. Gut für viele Gemüse (Tomaten, Spinat) und Beerensträucher

#### ➤ TROPFBEWÄSSERUNG

Die Pflanzen wachsen in Mulden aus leichtem, chemisch tragem Material, zum Beispiel Vermiculit, das viele Jahre lang benutzt werden kann. Aus kleinen Röhren an der Oberfläche tropft nährstoffreiches Wasser genau an jeden einzelnen Halm. Gut für Getreide (Weizen, Mais)



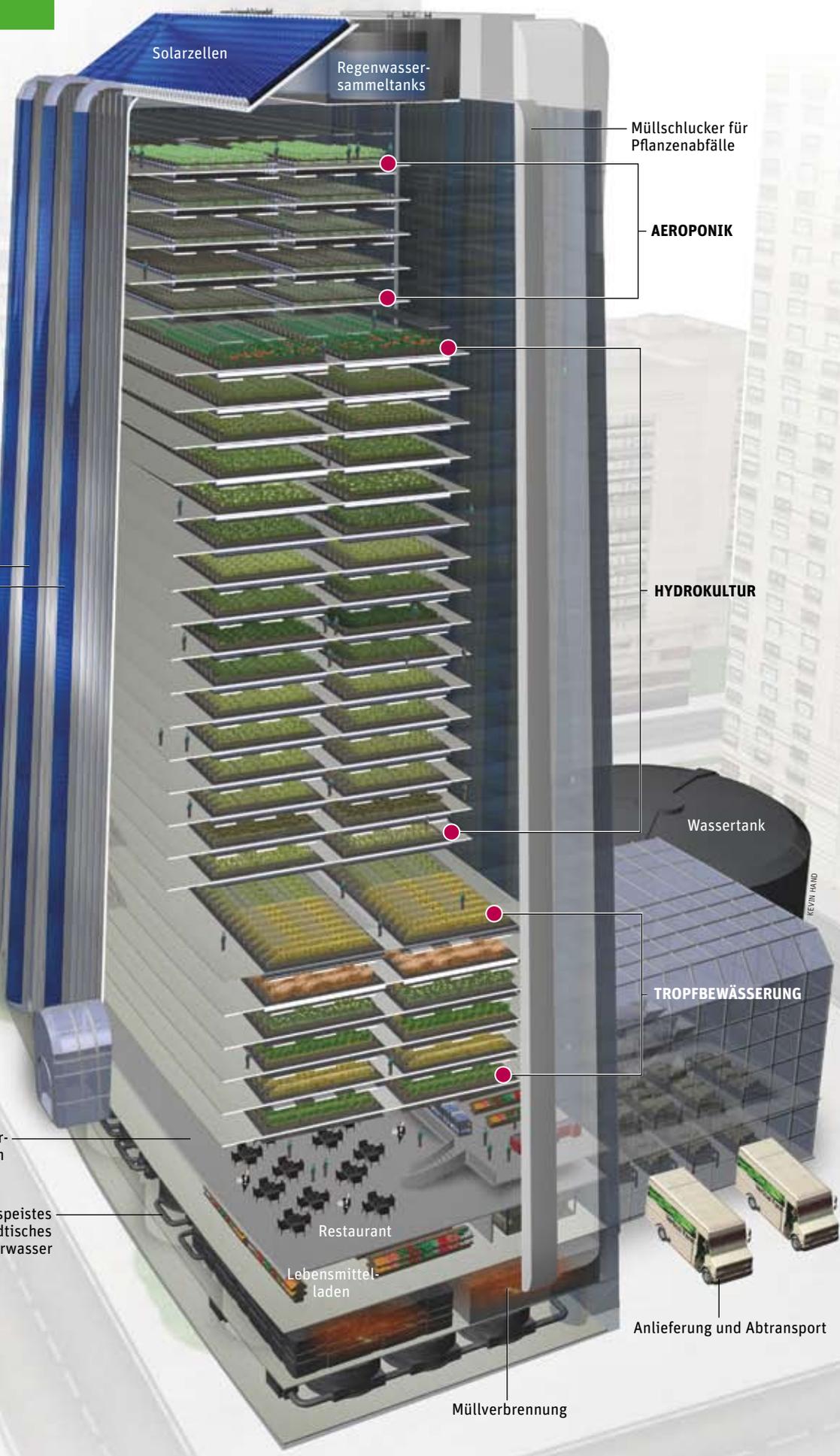
Ideen für einen smarten Planeten

## Stromnetze, die Strom sparen.

Ein beträchtlicher Teil des Stroms, den wir erzeugen, geht auf dem Weg zum Verbraucher verloren – ein Verlust, den wir uns nicht mehr leisten können. Deshalb müssen wir unsere Stromnetze intelligenter gestalten. Zum Beispiel, indem wir Einspeisung, Netzauslastung und Verbrauch mit einem integrierten System in Echtzeit erfassen und steuern. Das minimiert Verluste, erleichtert die Einbindung neuer, nachhaltiger Energiequellen und hilft den Kunden, ihren Verbrauch bewusster zu steuern. Es ist, mit einem Wort, smart. Welchen Beitrag IBM dazu leistet, erfahren Sie unter [ibm.com/think/de/energy](http://ibm.com/think/de/energy)



**Eine vertikale Farm** mit 30 Stockwerken nutzt auf ihren Etagen unterschiedliche Treibhaustechnologien. Solarzellen und das Verbrennen von Pflanzenabfall erzeugen Energie. Geklärtes städtisches Abwasser wird nicht in die Umwelt abgegeben, sondern dient der Bewässerung der Pflanzen. Künstliche Beleuchtung ergänzt das Sonnenlicht. Die angelieferten Samen werden in einem Labor getestet und keimen in einer Gärtnerei aus. Ein Lebensmittelladen und ein Restaurant verkaufen frische Nahrung direkt an die Verbraucher.



Solarzellen

Regenwasser-sammeltanks

Müllschlucker für Pflanzenabfälle

AEROPONIK

HYDROKULTUR

Wassertank

TROPFBEWÄSSERUNG

Anlieferung und Abtransport

Müllverbrennung

Dünnschicht-solarzellen auf Außenträgern

Gärtnerei

Qualitäts-kontroll-labor

Besucher-zentrum

ingespeistes städtisches Klärwasser

Restaurant

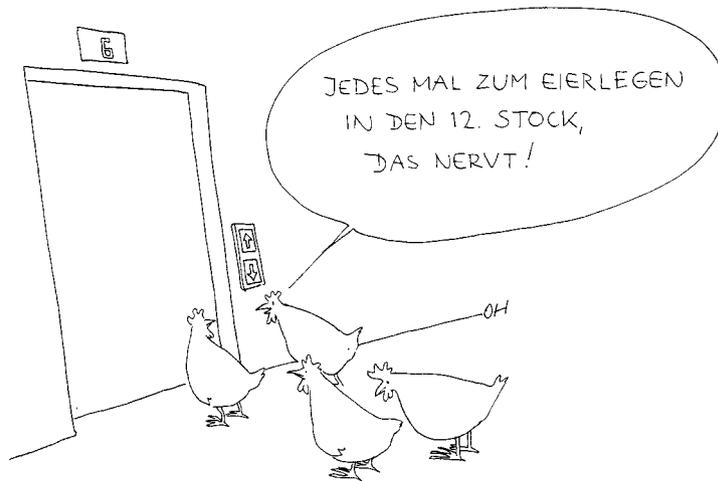
Lebensmittel-laden

wächst nur 60 bis 90 Zentimeter hoch. Auch Zwergweizen ist klein, aber nahrhaft. Solche Pflanzen lassen sich dichter setzen, was den Ertrag pro Hektar verdoppelt, und pro Stockwerk können mehreren Lagen Zwerggetreide angebaut werden. Für bestimmte Hydrokulturlpflanzen sind Stapelcontainer bereits in Gebrauch.

Nun sieht die Rechnung schon anders aus: Angenommen, jede Etage einer vertikalen Farm ermöglicht vier Ernten, doppelte Pflanzendichte und zwei Lagen pro Stockwerk – dann ergibt sich ein Multiplikator von vier mal zwei mal zwei gleich 16. Ein 30 Stockwerke hohes und einen Häuserblock großes Gebäude kann also pro Jahr eine Getreidemenge produzieren, die einer Fläche von 30 Stockwerken mal zwei Hektar mal 16 gleich 960 Hektar entspricht. Ebenso könnte ein flaches Gewächshaus auf dem Dach eines Krankenhauses oder einer Schule mit einem halben Hektar Fläche die hauseigene Küche mit Lebensmitteln versorgen, die acht Hektar entsprechen.

Weitere Faktoren vergrößern diese Zahl. Jedes Jahr ruinieren Dürren und Überschwemmungen vielerorts ganze Ernten. Zudem verderben 30 Prozent der Ernte bei Lagerung oder Transport. All das fällt in städtischen Farmen weg, denn die Nahrungsmittel werden praktisch sofort und am Ort verkauft.

Der zweite häufig vorgebrachte Einwand betrifft die Versorgung eines großen Treibhochhauses mit Energie und Wasser. Da kommt alles darauf an, wo das Haus steht. Vertikale Farmen in Island, Italien, Neuseeland, Südkalifornien und einigen Teilen Ostafrikas können die reichlich vorhandene



Erdwärme anzapfen. Zu sonnenreichen Wüstengegenden im amerikanischen Südwesten, im Nahen Osten oder in Zentralasien passen eher zwei- oder dreistöckige Gebäude; sie wären 50 bis 100 Meter breit, aber kilometerlang, um die Sonnenstrahlung unmittelbar für die Pflanzenzucht sowie per Fotovoltaik zur Energiegewinnung zu verwenden. In den meisten Küstenregionen, aber auch in vielen Binnenlandstrichen bietet sich Windenergie an. In jedem Fall können die pflanzlichen Abfälle zur Stromgewinnung verbrannt oder in Biosprit umgewandelt werden.

Eine weitere sehr wertvolle Ressource wird gern übersehen; die Kommunen opfern sogar enorm viel Geld und Energie, um sie sicher loszuwerden. Ich meine flüssigen städtischen Abfall, oft Schwarzwasser genannt. Die Bewohner New Yorks produzieren täglich fast vier Millionen Liter fäkalienreiches Abwasser. Für dessen Reinigung gibt die Stadt Unsummen aus und pumpt das resultierende »Grau-

### HINDERNISSE

Für die Etablierung von städtischen Agrarbetrieben sind mehrere Hürden zu überwinden:

- Freigabe von **unge-nutzten städtischen Grundstücken** und Flachdächern für Gewächshäuser
- Umwandlung städtischer Abwässer in Brauchwasser für Treibhäuser
- Lieferung billiger Energie für die Zirkulation von Wasser und Luft
- Bau von Prototypen durch Stadtplaner, Investoren, Wissenschaftler und Ingenieure, um **praktische Probleme** zu lösen

Ideen für einen smarten Planeten

## Supercomputer arbeiten für jedermann.

Muss wirklich jeder, der Rechenleistung benötigt, den Aufwand für ein eigenes Rechenzentrum betreiben: für Stromversorgung, Kühlung, Sicherheit – und für Reservekapazitäten, die dann doch die meiste Zeit brachliegen? Es ist an der Zeit, den Umgang mit dieser Ressource einfacher und intelligenter zu gestalten. Mit innovativen Technologien wie Cloud Computing kann man Rechenleistung heute zuverlässig und nach Bedarf punktgenau zur Verfügung stellen, wo, wann und wie sie gebraucht wird. Mit einem Wort, smart. Welchen Beitrag IBM dazu leistet, erfahren Sie unter [ibm.com/think/de/cloud](http://ibm.com/think/de/cloud)





Die EuroFresh Farms in Willcox (Arizona) produzieren auf 130 Hektar seit mehr als zehn Jahren mittels Hydrokultur schmackhafte Tomaten, Gurken und Paprika. Solche Anlagen beweisen, dass Treibhaustechnologien auch in großem Stil eingesetzt werden können.



**Dickson Despommier** ist Professor für Gesundheitswesen und Mikrobiologie an der Columbia University sowie Präsident des Vertical Farm Project, das als Vermittlungsstelle für Entwicklungsarbeit dient (siehe [www.verticalfarm.com](http://www.verticalfarm.com)). Als junger Forscher an der Rockefeller University freundete er sich seinerzeit mit dem berühmten Agrarwissenschaftler René Dubos an, der ihn mit den Ideen der Humanökologie bekannt machte.

**Despommier, D.:** Vertical Farm: The Big Idea That Could Solve the World's Food, Water and Energy Crises. Thomas Dunne Books/St. Martin's Press, New York (in Druck).

**McDonough, W., Braungart, M.:** Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things. North Point Press, New York 2002.

**Wackernagel, M., Rees, W.:** Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. New Society Publishers, Gabriola Island (Kanada) 1996.

Weblinks zu diesem Thema finden Sie unter [www.spektrum.de/artikel/1023392](http://www.spektrum.de/artikel/1023392).

wasser« in den Hudson River. Doch damit ließen sich vertikale Farmen bewässern, und die festen, energiereichen Beiprodukte könnten verbrannt werden. Ein normaler Stuhlgang hat einen Brennwert von 300 Kilokalorien. Hochgerechnet auf die gut acht Millionen Einwohner New Yorks ergibt das theoretisch pro Jahr rund 100 Millionen Kilowattstunden Strom allein aus Fäkalien – genug, um vier 30-stöckige Farmen zu betreiben.

Vorab werden hohe Investitionskosten anfallen, weil erst ausprobiert werden muss, wie die verschiedenen Systeme am besten zusammenpassen. Deshalb braucht man wie bei jeder neuen Technologie zunächst kleinere Prototypen. Das Erzeugen erneuerbarer Energie an Ort und Stelle dürfte kaum teurer werden als der fossile Treibstoff für große Landmaschinen, die obendrein Schadstoffe und klimaschädliche Gase emittieren. Mangels praktischer Erfahrung lässt sich schlecht vorhersehen, wie profitabel eine vertikale Farm letztlich sein kann. Gewiss soll das Endprodukt nicht mehr kosten als im üblichen Supermarkt; das sollte vor allem wegen der entfallenden Transportkosten möglich sein.

### Die Chancen einer Idee

Vor fünf Jahren habe ich erste Überlegungen und Skizzen unter [www.verticalfarm.com](http://www.verticalfarm.com) im Web publiziert. Seitdem nehmen Architekten, Ingenieure, Designer und größere Organisationen allmählich Notiz davon. Heute befürworten viele Investoren, Stadtplaner und Bürgermeister die Idee und zeigen starkes Interesse an einem Prototyp. Stadtplaner in New York City, Portland (Oregon), Los Angeles, Las Vegas, Seattle, Surrey (Kanada), Toronto,

Paris, Bangalore, Dubai, Abu Dhabi, Incheon (Südkorea), Schanghai und Peking haben mich angesprochen. Das Illinois Institute of Technology entwirft gerade einen detaillierten Plan für Chicago.

All diese Interessenten stellen harte Fragen zu Kosten und Rendite, zu Energie- und Wasserverbrauch sowie zum Ernteertrag. Sie machen sich Sorgen über Stahlträger, die in der Feuchtigkeit korrodieren, über den Aufwand, überallhin Wasser und Luft zu pumpen, und über die spezifischen Probleme einer Produktion in großem Stil. Für detaillierte Antworten wird noch viel interdisziplinäre Arbeit nötig sein.

Erfolg oder Misserfolg hängt nun davon ab, wie viel Zeit und Mühe in den Bau von Prototypen gesteckt wird. »Biosphere 2«, das missglückte Projekt eines geschlossenen Ökosystems außerhalb von Tucson (Arizona), in dem ab 1991 zunächst acht Menschen wohnten, ist ein abschreckendes Beispiel. Der Bau war zu groß, auf Pilotprojekte wurde verzichtet, und niemand ahnte, wie viel Sauerstoff der aushärtende Zement des massiven Fundaments absorbieren würde. Derzeit besitzt die University of Arizona Nutzungsrechte an dem Gebäude.

Wenn die Idee des Gewächshochhauses ein Erfolg werden soll, müssen die Planer solche unwissenschaftlichen Abenteuer vermeiden. Ich habe gute Neuigkeiten: Der Ökotechnikexperte Peter Head, Direktor für globale Planung bei Arup, einer internationalen Entwicklungs- und Ingenieurfirma in London, ist davon überzeugt, dass der Bau eines Treibhauswolkenkratzers keine neuartigen Technologien erfordert. Also: Worauf warten wir noch? <

# KRAFTSTOFF SPAREN

MIT MICHELIN ENERGY™ SAVER REIFEN.

Michelin Reifenwerke AG & Co. KGaA, Michelinstraße 4, 76185 Karlsruhe, Deutschland, Stand 02/10



Es gibt gute Gründe, sich für  
MICHELIN ENERGY™ Saver Reifen zu entscheiden:

BREMSEWEG	LANGLEBIGKEIT	KRAFTSTOFFVERBRAUCH
BIS ZU <b>3 m*</b> KÜRZER AUF NASSEN STRASSEN	HÄLT BIS ZU <b>45.000 km**</b>	SPART BIS ZU <b>80 l***</b> KRAFTSTOFF

MICHELIN ENERGY™ Saver Reifen sind echte Kraftstoffsparer. Sie helfen, den Verbrauch um bis zu 80 l\*\*\* zu senken. Darüber hinaus halten sie bis zu 45.000 km\*\* und bieten noch mehr Sicherheit mit einem bis zu 3 m\* kürzeren Bremsweg. Der richtige Reifen macht den Unterschied.

Mehr Informationen unter [www.michelin.de](http://www.michelin.de)



\*Im Vergleich zu seinem Vorgängermodell MICHELIN ENERGY™ E3A. Basierend auf vom TÜV SÜD Automotive (Deutschland) 2007 im Auftrag von Michelin durchgeführten Reifentests in den Dimensionen 175/65 R 14 T, 195/65 R 15 H und 205/55 R 16 V.

\*\*Durchschnittliche Lebensdauer von MICHELIN Reifen (2006–2008, intern durchgeführte Statistik).

\*\*\*Berechnung der Durchschnittersparnis mit einem MICHELIN ENERGY™ Saver Reifen für Benzinfahrzeuge im Vergleich zu den Hauptwettbewerbsergebnissen. Berechnungen auf der Grundlage von Rollwiderstandstests des TÜV SÜD Automotive (Deutschland) 2009 im Auftrag von Michelin an MICHELIN ENERGY™ Saver Reifen der Dimensionen 175/65 R 14 T, 195/65 R 15 H und 205/55 R 16 V (meistverkaufte aus insgesamt 15 getesteten Dimensionen) und der durchschnittlichen Lebensdauer von MICHELIN Reifen, d.h. 45.000 km (2006–2008, intern durchgeführte Statistik).