

CAPCO

THE RISE OF AGTECH



INHALT

EINLEITUNG	5
AGTECH IN DER JÜNGEREN VERGANGENHEIT: PRECISION AGRICULTURE DER 80ER UND 90ER.....	7
AGTECH IM JAHR 2017: SMART FARMING.....	8
AGTECH IN DER NAHEN ZUKUNFT: BIG DATA FARMING	12
GEMÜSE AUS DER VERTIKALEN STADT-FARM	13
TIERLEIDFREIES FLEISCH AUS DEM BIOREKATOR	15
FAZIT	16
REFERENZEN	17

Landwirtschaft – dieser Begriff erzeugt romantische Bilder vom beschaulichen Leben auf dem Dorf in unseren Köpfen. Doch die Branche ist stark technologisiert. Bereits in den 80er Jahren begannen Landwirte mit der Digitalisierung ihrer Produktionsstätten. Zunächst stand die Ertrags- bzw. Gewinnmaximierung dabei im Fokus. Im Zuge des fortschreitenden Klimawandels und eines starken Zuwachses der Weltbevölkerung gewinnt die Frage nach der Nachhaltigkeit aber zunehmend an Gewicht. Das Thema ist im Jahr 2018 **hoch emotional**¹ – Menschen jeder Altersgruppe hinterfragen zunehmend die Umstände der Produktion und haben ein starkes Interesse an ökologisch und auch moralisch vertretbaren Methoden bei der Lebensmittelherstellung.

Bekannte Investoren und Visionäre wie **Kimbal Musk**² – der jüngere Bruder von Tesla-Gründer Elon Musk – haben diesen Trend erkannt. Sie investieren in **Technologie**³, welche dem veränderten Konsumentenverhalten gerecht wird. So bekommt der Begriff der “Regionalität” eine völlig neue Bedeutung, wenn das Gemüse exakt Null Kilometer Transportweg hinter sich hat, bevor es auf unseren Tellern landet. In Berlin im Jahr 2018 bereits Realität – die Produkte werden durch Vertical Farming Module des **Berliner Startups InFarm**⁴ direkt im **Supermarkt**⁵ oder **Restaurant**⁶ angezogen und geerntet. Aber auch die traditionelle Landwirtschaft auf dem Acker geht mit der Zeit. Auf der AgriTechnica, der Weltleitmesse der Landtechnik, wurden Ende 2017 die **zukunftsweisensten Innovationen**⁷ ausgezeichnet. Darunter **Roboterschwärme**⁸ die Feldarbeiten verrichten, ein **Augmented-Reality-System**⁹ zur Fernunterstützung von Servicetechnikern und **intelligente Drohnen**¹⁰ zur Automatisierung der Begutachtung von Wildschäden.

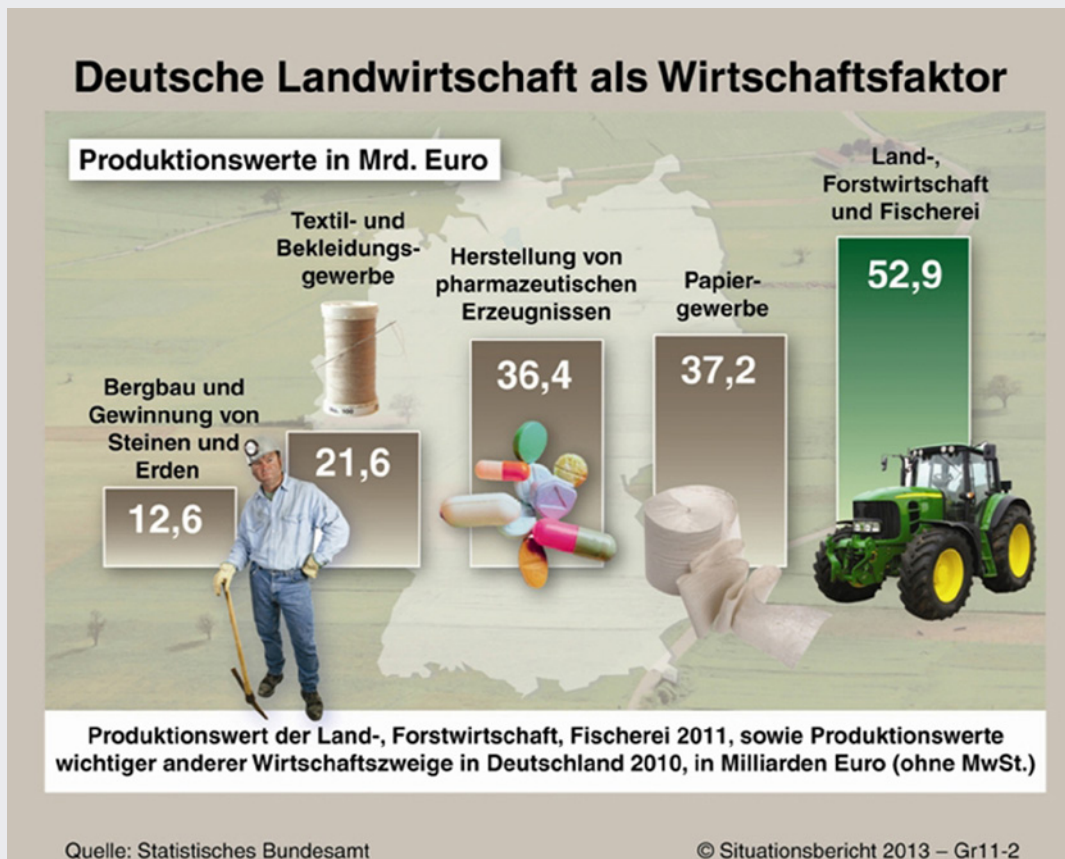
Kann Technologie der Schlüssel zur Ernährungssicherung sein und gleichzeitig einen Beitrag zum Umweltschutz leisten? Unsere Studie skizziert die Kulturgeschichte der Digitalisierung in der Landwirtschaft, gibt einen Überblick zum Status quo und zeigt das disruptive Potenzial von neuen Technologien für die bisherige Lebensmittel-Lieferkette auf.

EINLEITUNG

Ein Drittel der gesamten Landfläche unseres Planeten wird landwirtschaftlich genutzt. Land-, Forstwirtschaft und Fischerei bilden den primären Sektor unserer Volkswirtschaft ab:

- Produktionswert des gesamten Sektors: 52 Milliarden Euro
- Somit deutlich vor dem Textilgewerbe und der Pharmazie
- 4,6 Millionen Arbeitnehmer in ca. 750.000 Betrieben
- Jeder neunte Arbeitsplatz hängt also am **Agribusiness**

Allerdings gilt der Markt in Mitteleuropa als gesättigt¹¹ – die Landtechnikindustrie geht von jährlich drei Prozent weniger Betrieben aus und die staatlichen Subventionen nehmen tendenziell eher ab. Als große **Zukunftsmärkte gelten Entwicklungsländer wie China und Indien** – bis 2020 wollen die großen Hersteller mehr als die Hälfte ihrer Produkte in diesen beiden Ländern absetzen.



deutsche-landwirtschaft-wirtschaftsfaktor (c) Statistisches Bundesamt

Die Weltbevölkerung wird bis zum Jahr 2050 um über zwei Milliarden auf geschätzte **9,8 Milliarden** wachsen, wobei rund **97% dieses Zuwachses in Entwicklungsländern erwartet wird**¹². Zeitgleich werden die Wüsten auf unserem Planeten immer größer und die bestehenden Gletscher schmelzen – der Klimawandel entfaltet nach und nach seine volle Wirkung. Dies führt bereits akut dazu, dass landwirtschaftlich nutzbare Flächen weniger werden und es perspektivisch (ceteris paribus) zu einer großen **Knappheit an Trinkwasser**¹³ kommt. Parallel zu dieser bedenklichen Entwicklung beansprucht die Landwirtschaft aktuell rund **70% der bestehenden, weltweiten Süßwasserressourcen und ist außerdem für fast 25% des gesamten CO2-Austoßes verantwortlich**¹⁴. Weitere natürliche Ressourcen werden aber auch nach dem Abschluss der eigentlichen Produktion beansprucht. Denn die Lebensmittel müssen von ihrer Produktionsstätte noch zum Konsumenten transportiert werden – nicht selten über viele hunderte Kilometer hinweg.

Rund ein Drittel dieser produzierten Güter gelangen nie in unsere Mägen, denn jährlich werden 1,3 Milliarden Tonnen an

Lebensmitteln vernichtet oder überleben bereits den Transport zum Endkonsumenten nicht¹⁵. Zum aktuellen Zeitpunkt kann die Landwirtschaft daher, obgleich weltweit wichtiger Wirtschaftsfaktor und Lebensgrundlage aller Menschen, kaum als nachhaltig bezeichnet werden.

- Die Absatzmärkte der Zukunft liegen in den Entwicklungsländern
- Dort wird auch ein Großteil des massiven Bevölkerungswachstums stattfinden
- Gleichzeitig verändern sich die Rahmenbedingungen der Produktion
- Mit viel weniger Ressourcen müssen viel mehr Menschen ernährt werden
- Technologie kann der Schlüssel zur nachhaltigen Ernährungssicherung werden



agricultural-water-usage (c) IFT

Imagine if 1/3 of goods never made it to customers

This is a reality of our food supply. We lose one-third of the food produced globally.

1.3 billion tons of food wasted could feed 1.6 billion people.

Food loss and waste happens all along the pathway to the plate.



IMPACTS ON PEOPLE, PLANET, PROFITS



People

Up to 50% of some crops don't make it to market in Sub-Saharan Africa. When global businesses do not account for this loss, it impacts smallholder farmers.



Planet

The water wasted on uneaten food is more than what has been lost during two years of California's drought. Food waste emits more greenhouse gas than the EU.



Profits

Food losses cost the global economy \$990 billion - more than the combined 2015 profits of the Fortune 500.

A CLOSER LOOK AT AFRICA

Food loss and waste is a global problem but farmers and companies in Africa stand to benefit significantly from solutions.



40% of staple foods in Sub-Saharan Africa are lost before they can even hit the market.



Existing technology and training used in developed countries can help maximize yield.



470 million smallholder farms stand to see increased income by preventing crop loss.

yieldwise-how-the-world-can-cut-food-waste-and-loss-by-half-(c) The Rockefeller Foundation

AGTECH IN DER JÜNGEREN VERGANGENHEIT: PRECISION AGRICULTURE DER 80ER UND 90ER

Der in der Landwirtschaft seit den **späten 80er Jahren**¹⁶ viel zitierte Begriff der "Precision Agriculture" konnotiert den effizienten Einsatz von – auch natürlichen – Ressourcen. Die

Unternehmen der Landwirtschaft selbst sahen in der neuen Technologie aber vornehmlich eine **Möglichkeit zur Gewinn- bzw. Ertragsmaximierung**¹⁷.



„Computer-Aided Farming (CAF) in “Look north” on BBC 1991“ – https://www.youtube.com/watch?v=ZW_a6UuYYVU

Eine nachhaltigere Bewirtschaftung ist, wenn überhaupt, ein Nebeneffekt dieser Entwicklung. So stellt die Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in einer Veröffentlichung zum Thema “**Computer Aided Farming**” bereits im Jahr 1994 fest, dass die negativen, ökologischen Folgen der landwirtschaftlichen Produktion von unserer Gesellschaft immer weniger toleriert werden und gleichzeitig steigende Produktionskosten für eine “**progressive Verstärkung von ökonomischen Zwängen**”¹⁸ in der Produktion sorgen. Abhilfe schaffen soll daher die computer-gestützte Optimierung der variablen Kosten, durch die **exakte Berechnung der nötigen Auftragsmenge**¹⁸ von z.B. Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Diese Menge ist abhängig von den jeweiligen Standortfaktoren und der jeweiligen Pflanzkultur. **Landwirte beginnen dementsprechend, die Qualität der organischen Bodensubstanz mit der Hilfe**

von im Boden versenkten Sensoren zu tracken¹⁹, bald werden diese Informationen zusätzlich mit Satellitenbildern und Daten von mobilen Sensoren (z.B. am Traktor) ergänzt. Auf dieser Berechnungsgrundlage werden die kostenintensiven Betriebsmittel dann quantitativ und auf die jeweilige Kulturform optimiert ausgebracht. Gerade der Einsatz von Pestiziden **schadet der Umwelt nachhaltig auf verschiedenen Ebenen**²⁰. Entsprechend impliziert ein quantitativ reduzierter, bzw. optimierter Auftrag von solchen Substanzen auch eine Entlastung des Ökosystems. Gleichzeitig wurde die Produktivität der Maschinen aber auch über ihre **Motorleistung gesteigert**²¹, was wiederum zu einer größeren Verdichtung und damit Schädigung der Böden führt. Die Technologisierung der Agrartechnik hatte in ihren Anfangszeiten also einen nur bedingt nachhaltigen Charakter.

AGTECH IM JAHR 2017: SMART FARMING

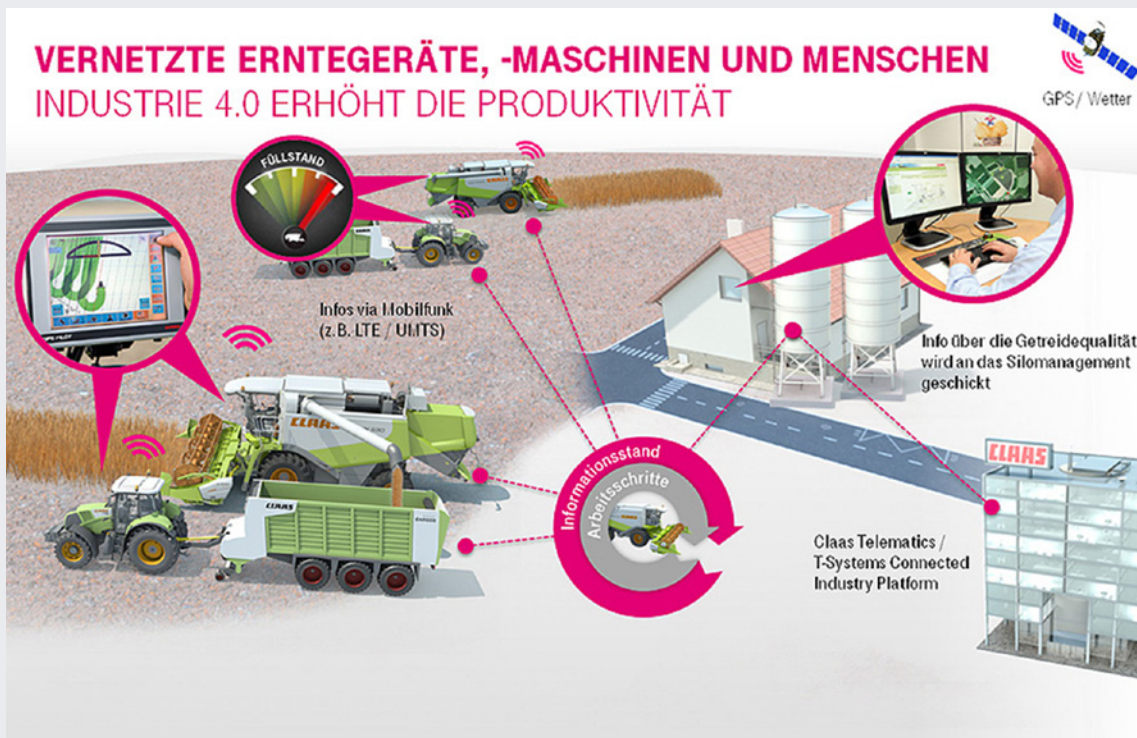
Während das Precision Farming der 80er und 90er Jahre also den Produktionsprozess selbst optimieren wollte, geht das “**Smart Farming**” noch viele Schritte weiter. Die spürbar zunehmende Verbreitung von Sensoren und smarten Maschinen in landwirtschaftlichen Unternehmen führt heute dazu, dass ein beständiges Mehr an Daten in **einer höheren Qualität bzw. Tiefe zur Verfügung steht**²².

- Das niederösterreichische Startup **Farmdok**²³ arbeitet an **AgTech Software**, welche auf Grundlage dieser gesammelten Daten erkennt, welche landwirtschaftlichen Arbeiten als nächstes zu bewerkstelligen sind. Daraus werden automatisch Vorschläge für den Einsatz von

Betriebsmitteln, Maschinen und Personal generiert – beispielsweise für den Austrag von Mineräldünger und Pflanzenschutzmitteln.

- **Vollautomatisierte Landmaschinen** werden die anfallenden Arbeiten zeitlich nah komplett eigenständig erledigen können. **Aktuell verfügen rund 75% der in Deutschland verkauften Großtraktoren über automatische Lenksysteme**²⁴ mit einer Genauigkeit im Zentimeterbereich. Im Moment **schließen sich bei den autonom agierenden Maschinen die letzten technischen Lücken**²⁵, selbst die **Feineinstellungen werden zukünftig automatisch kalibriert**.

VERNETZTE ERNTEGERÄTE, -MASCHINEN UND MENSCHEN INDUSTRIE 4.0 ERHÖHT DIE PRODUKTIVITÄT



infografik-claas-telekom (c) silicon.de



„Ideal“: Neuer High-Tech-Mähdrescher von Agco – <https://www.youtube.com/watch?v=SZJ8ICV4IUA>

- **Intelligente Drohnen** unterstützen heute die Beurteilung von Schäden, dreidimensional-bildgebende Verfahren machen eine exakte und zeitsparende Bewertung aus der Luft möglich. Das polnische Unternehmen **Agrocom**²⁶ stellte Ende 2017 eine entsprechende Lösung vor.
- **Automatisierte Bilderkennung** kommt auch im Gartenbau zum Einsatz, beispielsweise um **vorgegebene**

Fruchtgrößen und Fruchtqualitäten bei der Blütendünnung zu erzielen²⁷.

- Mittels **Augmented-Reality-Anwendungen** wie dem marktreifen Smart Service 4.0 der **Amazone-Werke**²⁸ ist es Ingenieuren möglich, ihre Kollegen aus der Ferne bei Reparaturarbeiten zu beraten und ihnen komplexere Vorgänge multimedial in das Sichtfeld einzuspielen.



landbouw (c) customdrone.nl



S98_2 (c) Amazone

Smart Farming ist im Jahr 2017 also Realität: Viele der großen Technologietrends haben bereits Einzug in die Landwirtschaft gehalten – autonom agierende Landmaschinen, Drohneneinsatz und Augmented Reality sind einige Beispiele für diese Entwicklung. Offenbar haben die größeren Player in der eher konservativen Branche den technologischen Strukturwandel sowie den dringenden Bedarf nach nachhaltigerer Bewirtschaftung nun erkannt und reagieren mit entsprechenden Initiativen.

John Deere, der nordamerikanische Weltmarktführer im Bereich Landmaschinen, hat sich mit Mittelständlern und akademischen Instituten aus dem Technikbereich zusammengetan, **um autonom agierende Module für einen nachhaltigen Land-**

bau zu entwickeln²⁹. Das Ziel des ambitionierten Projektes **“Feldschwarm”** ist die Entwicklung von elektrisch betriebenen, vernetzten Maschinen für die Landwirtschaft. Diese sollen völlig autonom und im A.I.-gesteuerten Schwarm die Felder bearbeiten und dabei **möglichst ressourcenschonend agieren**³⁰. Die Firma Fendt, der direkte Konkurrent von John Deere, präsentierte im Winter 2017 bereits ein vergleichbares, **marktreifes Produkt für die Maisaussaat**³¹. Die wirkliche Innovation ist hier der nicht länger mechanisch-hydraulische Antrieb und der Aspekt der Schwarmintelligenz. Die Maschinen sind deutlich kompakter bzw. leichter und verdichten den Boden daher nicht so stark. Sie verursachen außerdem keinen CO₂-Ausstoß. Jüngste technologische Innovationen berücksichtigen nun also bewusst den Aspekt der Nachhaltigkeit.

How a drone tractor works

Iowa-based Kinze Manufacturing Inc. has partnered with Jaybridge Robotics of Massachusetts to develop an autonomous agricultural equipment system it plans to launch in spring 2012. The system is designed to increase productivity, reduce input costs, and operate safely and efficiently. Kinze has not disclosed the final cost to the farmer. The system's components:

A small industrial computer is mounted in the cabin. Electronics allow the computer to drive the tractor and link it with external equipment, like planters or grain bins. An inertial measurement unit gives the system directional awareness. Wireless and cellular networks provide communication between tractor and farmer.

Ag camera: Allows the human supervisor to monitor operations from a remote location.

LIDAR: Emits a laser beam to detect objects without high metal or water content, like a PVC standpipe or a wooden fence post.

Standard automotive radar system: Borrowed from modern adaptive cruise control systems. Good for detecting metal objects and objects with high water content like livestock and people.

Real time kinetic (RTK) GPS antenna: Provides accuracy to within 2-4 centimeters on the Earth's surface.

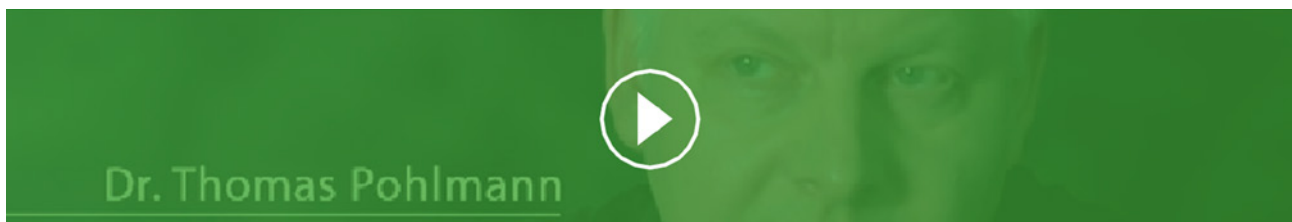
Sources: Jaybridge Robotics; Kinze Manufacturing, Inc.; Capital Press research

Alan Kenaga/Capital Press

The "brain"

The software enables everything to work together. Because the computer is not particularly powerful, algorithms written into the program are efficient and application-specific, but general enough to be modified for other uses.

How-a-Drone-Tractor-Works (c) agcanada



„Smart Connected Farming“ – <https://www.youtube.com/watch?v=aBqFzuNYKaE>

AGTECH IN DER NAHEN ZUKUNFT: BIG DATA FARMING

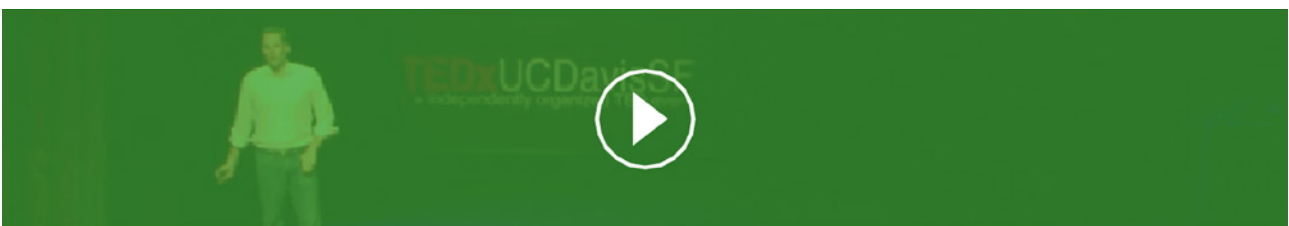
Wenn **Schwarmintelligenz** und **Deep-Tech**³² Einzug in die Landwirtschaft halten, wird sich die verfügbare Datenmenge exponentiell um ein Vielfaches erhöhen. Die neuen Systeme werden auf komplexe und vielschichtige Art und Weise Daten sammeln, vergleichbar mit Teslas **“Neural-Net”**³³, beispielsweise durch 360° Kameras sowie mit der Hilfe von **Sonar- und Radartechnologie**³⁴. Die gesammelten Daten werden so umfangreich sein, **dass eine künstliche Intelligenz sie auswerten und kontextualisieren muss**³⁵. Die im Schwarm agierenden Maschinen entwickeln auf dieser Grundlage ein agiles Situationsbewusstsein und können in Echtzeit auf Betriebsereignisse reagieren. Wenn sich beispielsweise ein Unwetter ankündigt oder ein Schädlingsbefall auftritt, kann das System eigenständig Gegenmaßnahmen einleiten. Die künstliche Intelligenz steuert perspektivisch also das gesamte Farmsystem. Der Mensch wird sowohl bei Analysen, als auch bei der Planung und der Durchführungen der Arbeiten massiv unterstützt.

Forscher der Universität Wageningen gehen **in einer der wenigen verfügbaren, peer-reviewten Veröffentlichungen**

zum Thema Big Data in der Landwirtschaft³⁶ davon aus, dass **Big-Data-Technologie** der Gamechanger im Smart Farming Business werden könnte:

- Die Big-Player würden demnach auf **proprietäre Plattformlösungen** setzen, welche die Farmer im Franchisesystem nutzen müssten.
- Oder aber **Systeme auf Open-Source-Basis** verdrängen die geschlossenen Lösungen. Farmer könnten dann sehr einfach untereinander Daten austauschen und Zulieferfirmen kurzfristig und flexibel beauftragen. Hierdurch würden neue, sehr kurze Lieferketten entstehen.

Dass sich die großen Unternehmen der Branche mit Mittelständlern, der Universität sowie der Regierung zusammentun, um an den Themen AI und Schwarmintelligenz zu forschen, kann als Indikator für sich ankündigende, disruptive Geschäftsmodelle interpretiert werden. Und das nicht ohne Grund: Tüftler, Startups und Investoren sind längst dabei, die **Lebensmittelversorgung der Zukunft zu revolutionieren.**



„How can Digital Agriculture Feed Nine Billion People | Jim Ethington | TEDxUCDavisSF“ – <https://www.youtube.com/watch?v=owI8keTUjoo>

GEMÜSE AUS DER VERTIKALEN STADT-FARM

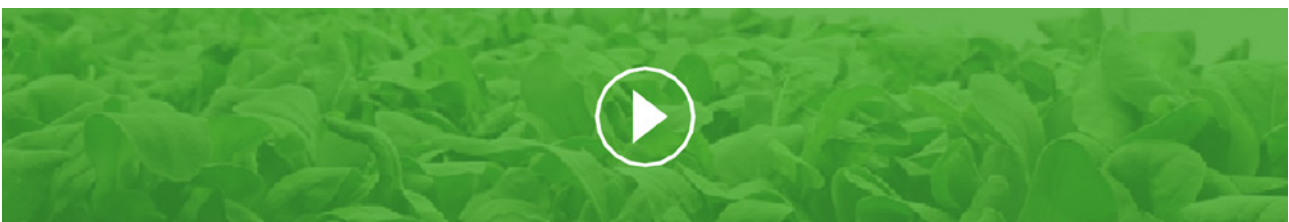
Bisher werden landwirtschaftliche Nutzflächen **mittels Bauleit- und Flächennutzungsplanung infrastrukturell durch den Staat gesteuert**³⁷ und durch die jeweiligen privatwirtschaftlichen Eigentümer bewirtschaftet. Aber Besitz von Land und behördliche Genehmigungen sind nicht länger eine zwingende Voraussetzung für den Anbau von essbaren Pflanzen. In Entwicklungsländern ist fruchtbarer Boden ohnehin knapp und diese Situation **wird sich durch den Klimawandel kaum**³⁸ verbessern. Es müssen also alternative Wege für die Lebensmittelversorgung von Morgen gefunden werden. Architektur-Magazine präsentieren aktuell verstärkt Konzepte für die sich selbst versorgende Stadt der Zukunft – **als große, grüne, vertikale Farm**³⁹. Inspiriert durch diese Vorschläge aus dem Designbereich, erfahren Kulturtechniken jenseits des Ackerbaus, wie z.B. die Hydrokultur, **gerade ihre Renaissance**⁴⁰:

- Die Pflanzen wurzeln in einem anorganischen Substrat, z.B. in Mineralwolle
- Das Substrat wird von einem dünnen Wasserfilm umspült
- **Dieser wird vollautomatisch mit den notwendigen Nährstoffen angereichert**⁴¹

Junge Unternehmen wie das Berliner Startup **InFarm**⁴² oder deren Wettbewerber von **AeroFarms**⁴³ aus New Jersey haben die **Zeichen der Zeit**⁴⁴ erkannt und greifen die etablierte Landwirtschaft nun an, ohne auch nur einen Quadratmeter eigenes Land zu besitzen. Es ist bereits

heute möglich, auf wenigen Quadratmetern ein komplett autonomes **Vertical-Farming-Modul** zu betreiben. Dieses ist weder auf Sonnenlicht, noch auf große Mengen Süßwasser angewiesen und ist damit im Gegensatz zum traditionellen Anbau vollkommen unabhängig von Witterungsbedingungen und anderen Standortfaktoren. **AeroFarms**⁴⁵ Mitgründer David Rosenberg **erläutert**⁴⁶, dass sein System nicht nur 95% weniger Wasser und 50% weniger künstliche Nährstoffe benötigt als die traditionelle Landwirtschaft – auch die Produktivität pro Quadratmeter ist ganze 75 mal höher. **InFarm**⁴⁷ CEO Erez Galonska **erklärt im Interview**⁴⁸, dass sein Unternehmen Vertical-Farming mit **Big Data Science** kombiniert um möglichst nachhaltig und produktiv zu agieren. In letzter Konsequenz **wird Farming also zum Tech-Business**: Eine komplexe Sensoren-Matrix sammelt beständig Daten von jeder "Farm" und optimiert den Produktionsprozess auf dieser Grundlage, z.B. um den Nährstoffgehalt oder PH-Wert konstant zu halten. Innerhalb dieser autonomen Module werden außerdem künstliche Kreisläufe erzeugt, **die ein ganzes Ökosystem abbilden**⁴⁹:

- Die photosynthetisch aktive Strahlung wird durch Leuchtdioden (LEDs) erzeugt
- Sämtliche andere Standortfaktoren wie z.B. die korrekte Luftfeuchtigkeit können ebenfalls künstlich erschaffen werden
- Es ist somit möglich, Pflanzkulturen von jedem Kontinent anzubauen



„This Farm of the Future Uses No Soil and 95% Less Water“ – <https://www.youtube.com/watch?v=-tvJtUHmU>

Diese Module sind energieeffizient, ressourcenschonend und können jeden urbanen oder sonstigen Raum – von der großen Industriehalle bis zur kleinen Abstellkammer – zur vertikalen Farm verwandeln. Dies ist im Jahr 2018 **bereits Realität**. In Berlin-Friedrichshain betreibt die METRO Cash & Carry Deutschland bereits den ersten Großmarkt, in dem Kräuter- und Gemüsesorten vor Ort im Vertical-Farming-Modul betrieben werden.



„Kräuter Garten by INFARM @ METRO Cash & Carry Deutschland (Full Version)“ – <https://www.youtube.com/watch?v=TaQ04brt248>

Das Restaurant Good Bank in Berlin-Mitte⁵⁰ hat ebenfalls ein solches Modul im Betrieb. Salate und Gemüse werden vor den Augen der Kundschaft angebaut und geerntet.



„GOOD BANK - Über Uns“ – <https://www.youtube.com/watch?v=ihQyNuD618s>

Das Konzept der Vertikalen-Farm ist also keinesfalls Zukunftsmusik, sondern bereits Realität. Auch **ingenieurtechnische Lösungen für eine Versorgung von großen Anlagen dieser Art mit nachhaltiger Energie, z.B. Windkraft oder Solar- energie, existieren bereits**⁵¹. Perspektivisch ist damit der Weg für eine **Selbstversorgung mit ultrakurzen Lieferketten** geebnet. Der Salat muss dann nicht mehr von Bauern geliefert werden, sondern wächst direkt auf unseren Dächern, in unseren Häusern oder in unseren Supermärkten. Dadurch würde sich nicht nur der transportbedingte CO₂-Ausstoß reduzieren, auch der aktuell drastische Ernteverlust durch zu lange Lieferwege würde wegfallen, die **aktuell für einen Verlust von bis zu 65% des Gesamterntevolumens verantwortlich sind**⁵².

Offensichtlich sind auch namhafte Investoren von der Zukunftsfähigkeit dieser Technologie überzeugt – **das Startup Infarm sicherte sich im Februar 2018 eine zweite Finanzierungsrunde in Höhe von 20 Millionen Euro**⁵³.

Die mögliche Disruption der Lebensmittelversorgung endet aber nicht bei der Selbstversorgung mit Obst und Gemüse.

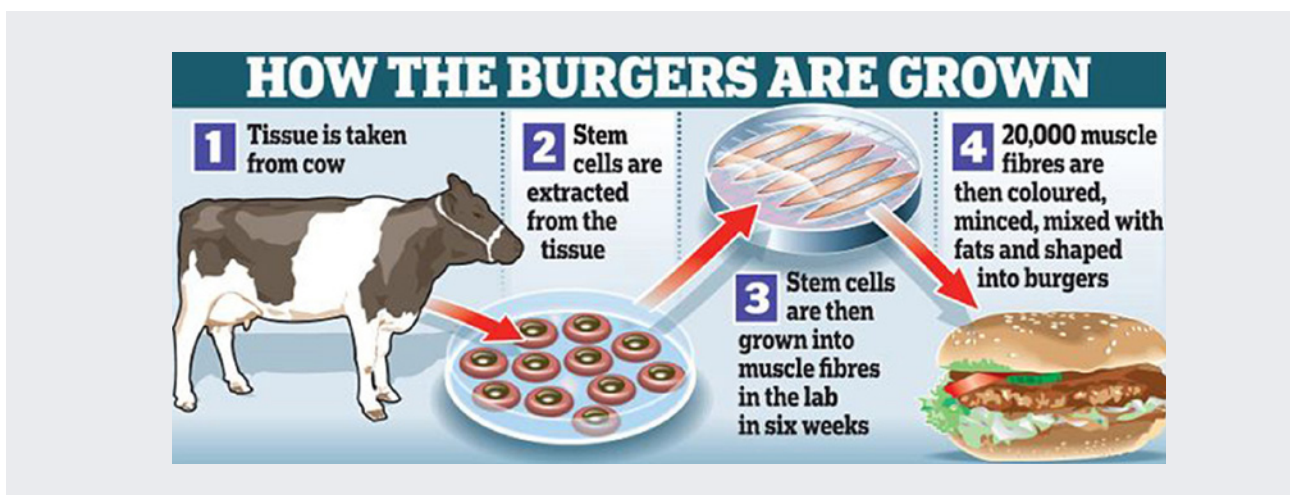
TIERLEIDFREIES FLEISCH AUS DEM BIOREAKTOR

Auch die Produktion von Fleisch, dessen Lieferkette eng mit dem Anbau von Pflanzen verwoben ist, steht seit Jahren gesamtgesellschaftlich in der Kritik. Die Vorwürfe reichen von der Verschwendung von **Ressourcen bis hin zur Grausamkeit der Massentierhaltung**⁵⁴. Neben den moralischen Aspekten verursacht die Massentierhaltung tatsächlich **stolze 9% der weltweiten CO2-Emission**⁵⁵. Zum Vergleich: Der Anteil des weltweiten Personen- und Güterverkehrs **liegt bei gerade einmal 25%**⁵⁶. Google Gründer Sergey Brin finanzierte bereits im Jahr 2013 ein Forschungsprojekt der Universität Maastricht, **in dessen Rahmen einem Rind Stammzellen entnommen und in der Petrischale zu Muskelfasern herangezüchtet wurden**⁵⁷. Brin hält die Technologie **für revolutionär**⁵⁸ und auch Microsoft Gründer **Bill Gates investiert**⁵⁹. Die Kosten für das Burger-Pattie von 2013 lagen noch bei stolzen 250.000€, heute kann das Produkt in den Niederlanden für rund 10€ pro Stück produziert werden. Auch in

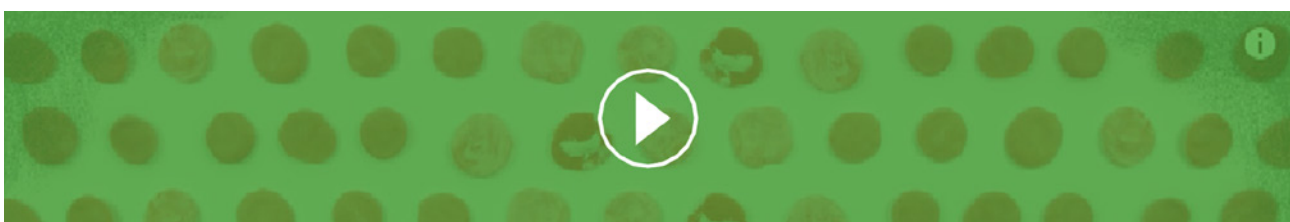
Israel und den USA⁶⁰ arbeiten verschiedene Unternehmen an vergleichbaren Produkten. Die Assoziation mit "GM Foods", also genetisch modifizierten Lebensmitteln, **liegt hier zwar nahe – ist aber falsch**⁶¹:

- Die Produktion beginnt mit der Ernte von adulten Stammzellen aus dem Muskelgewebe einer lebendigen Kuh.
- Dieser Zellentyp bildet sich immer dann aus, wenn bei einer Verletzung des Muskels neues Muskelgewebe entsteht.
- Im Bioreaktor werden diese Zellen mit einem Überschuss an Nährstoffen versorgt, so dass sie neues Muskelgewebe ausbilden.

Es kann also von einer Simulation normaler Stoffwechselprozesse gesprochen werden.



article-2384715-(c) dailymail.co.uk



„The Meat of the Future: How Lab-Grown Meat Is Made“ – <https://www.youtube.com/watch?v=u468xY1T8fw>

FAZIT

Klimawandel, Bevölkerungszuwachs, Ressourcenknappheit – neue Lösungen zur Ernährungssicherung müssen gefunden werden. **Vertical Farming** und **Fleisch aus dem Bioreaktor** sind weder auf fruchtbaren Boden, noch auf uneingeschränkten Zugang zu Süßwasser angewiesen. Beide Technologien können informelle Teilräume in Entwicklungsgebieten besetzen und mit alternativen Energien betrieben werden. Sie sind somit weitestgehend unabhängig von der komplexen Infrastruktur unserer momentanen Lebensmittel-Lieferkette. AI-gesteuerte Roboter und Drohnen könnten diese Farmen der Zukunft bewirtschaften. Auch unter widrigsten klimatischen Bedingungen, z.B. bei extrem hohen oder extrem niedrigen Temperaturen und großer Trockenheit. Die Universität Sidney testet bereits erfolgreich **Roboter-Prototypen**, die vollautomatisch Obst ernten können. Diese Technologien ermöglichen bereits heute enorme Effizienzgewinne.

Alternativ könnten die Selbstversorger-Einheiten neue Fixpunkte in der Stadtplanung werden, so dass es praktisch nur noch Lieferwege von wenigen hundert Metern zum Endkonsumenten gibt. Es wäre denkbar, dass Farming-Module in Bestandsgebäude integriert werden, für die es in Zukunft keine

Verwendung mehr geben wird. **Architekten und Stadtplaner diskutieren beispielsweise seit Jahren darüber**⁶², was mit den zahlreichen traditionellen Parkhäusern passieren soll, wenn der Individualverkehr in Zukunft nur noch eine untergeordnete Rolle spielt.

Auch aus wirtschaftlicher Perspektive betrachtet bleibt es spannend. Die US-Nichtregierungsorganisation ETC Group prophezeit, dass die Global Player der Agrarbranche ihre enormen finanziellen Mittel nutzen werden, um ihre Macht weiter auszubauen, indem sie die der **Lebensmittelproduktion vor- und nachgelagerten Bereiche übernehmen**⁶³. Allerdings fokussieren diese Maßnahmen stark auf die Annahme, dass die Landwirtschaft der Zukunft zentralisiert in landwirtschaftlichen Betrieben stattfindet. Spätestens wenn Süßwasser und fruchtbarer Boden zur Mangelware werden, muss die Ernährungssicherung aber dezentralisiert werden. Dann könnte Technologie, die heute noch nach Zukunftsmusik klingt, innerhalb kürzester Zeit die ganze Branche verändern. Das Fundament hierzu ist bereits gelegt.

REFERENZEN

1. Slow Food Deutschland: „Demo „Wir haben es satt!“ 2018: 33.000 fordern mehr Tempo bei Agrar- und Ernährungswende“, 2018: https://www.slowfood.de/aktuelles/2018/demo_wir_haben_es_satt_2018_33000_fordern_mehr_tempo_bei_agrar_und_ernaehrungswende/“
2. Anna Steiner: „Der Tesla-Bruder ist ein Weltverbesserer“, April 2016: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/menschen-wirtschaft/kimbal-musk-der-weltverbesserer-14171138.html>“
3. Kim Severson: „Kimbal Musk Wants to Feed America, Silicon Valley-Style“, Oktober 2016: <https://www.nytimes.com/2017/10/16/dining/kimbal-musk-food.html>“
4. InFarm: <https://infarm.de/>“
5. Victoria Scherff: „Dieser Supermarkt baut selbst Gemüse an“, Oktober 2016: <https://utopia.de/supermarkt-anbau-gemuese-31892/>“
6. Tagesspiegel: „Ein Restaurant mit eigener Gemüesefarm“, April 2017: <http://www.tagesspiegel.de/berlin/trend-vertical-farming-in-berlin-ein-restaurant-mit-eigener-gemuesefarm/19690962.html#>“
7. Agritechnica: „Innovation Magazine 2017“, 2017: https://www.agritechnica.com/fileadmin/img/content/neuheiten/AT_NH_Magazin_2017_dt_IT.pdf“
8. Echord: „MARS – Mobile Agricultural Robot Swarms“: <http://echord.eu/mars/>“
9. Amazone: „Smart Service 4.0“, November 2017: <http://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=46435>“
10. Alfons Deter: „Smart Crop Damage Identification – Intelligentes Erkennungssystem von Wildschäden“, September 2017: <https://www.topagrar.com/news/Technik-Techniknews-Smart-Crop-Damage-Identification-Intelligentes-Erkennungssystem-von-Wildschaden-8683436.html>“
11. Heinrich-Böll-Stiftung, Rosa-Luxemburg-Stiftung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Oxfam Deutschland, Germanwatch und Le Monde diplomatique: „KONZERNATLAS“, 2017: https://www.boell.de/sites/default/files/konzernatlas2017_iii_web.pdf?dimension1=ds_konzernatlas“
12. Robert J. Walker: „Population Growth and its Implications for Global Security“, September 2016: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ajes.12161/abstract>“
13. M. Kummu, J. H. A. Guillaume, H. de Moel, S. Eisner, M. Flörke, M. Porkka, S. Siebert, T. I. E. Veldkamp & P. J. Ward: „The world’s road to water scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability“, Mai 2016: <https://www.nature.com/articles/srep38495>“
14. David Pimentel, Bonnie Berger, David Filiberto, Michelle Newton, Benjamin Wolfe, Elizabeth Karabinakis, Steven Clark, Elaine Poon, Elizabeth Abbett, Sudha Nandagopal: „Water Resources: Agricultural and Environmental Issues“, Oktober 2004: <https://academic.oup.com/bioscience/article/54/10/909/230205>“

REFERENZEN

15. Jenny Gustavsson, Christel Cederberg, Ulf Sonesson (Swedish Institute for Food and Biotechnology (SIK) Gothenburg, Sweden) & Robert van Otterdijk, Alexandre Meybeck (FAO Rome, Italy): „Global food losses and food waste“, 2011: [„http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf“](http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf)
16. David J. Mulla: „Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps“, April 2013: [„https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511012001419“](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511012001419)
17. Bauernblatt: „Noch in den Kinderschuhen“, Juli 2015: [„https://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Bauernblatt/PDF_Toepper_2015/BB_28_11.07/43-45_v.Bothmer.pdf“](https://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Bauernblatt/PDF_Toepper_2015/BB_28_11.07/43-45_v.Bothmer.pdf)
18. Ewald Schnug: „Computer Aided Farming (CAF) für den Weg in die Zukunft der Pflanzenproduktion“, Januar 1994: [„https://www.researchgate.net/publication/282846140_Computer_Aided_Farming_CAF_fur_den_Weg_in_die_Zukunft_der_Pflanzenproduktion“](https://www.researchgate.net/publication/282846140_Computer_Aided_Farming_CAF_fur_den_Weg_in_die_Zukunft_der_Pflanzenproduktion)
19. David J. Mulla: „Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps“, April 2013: [„https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511012001419“](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511012001419)
20. Margarita Stoytcheva: „Pesticides in the Modern World - Risks and Benefits“, Oktober 2015: [„https://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-risks-and-benefits“](https://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-risks-and-benefits)
21. Tina Bobbe: „PROJEKTSTART „FELDSCHWARM“: NEUE GENERATION LANDMASCHINEN FÜR RESSOURCENSCHONENDEN LANDBAU“, Juli 2017: [„http://technischesdesign.mw.tu-dresden.de/blog/projekt-feldschwarm-startet-nach-vier-jahren-antragsphase/!“](http://technischesdesign.mw.tu-dresden.de/blog/projekt-feldschwarm-startet-nach-vier-jahren-antragsphase/)
22. Digitising the Industry: „Internet of Things Connecting the Physical, Digital and Virtual World“, 2016: [„http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Digitising_the_Industry_IoT_IERC_2016_Cluster_eBook_978-87-93379-82-4_P_Web.pdf“](http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Digitising_the_Industry_IoT_IERC_2016_Cluster_eBook_978-87-93379-82-4_P_Web.pdf)
23. Lukas Weninger: „Automatisch aufzeichnen mit neuer Farmdok-App“, August 2017: [„https://www.landwirt.com/Automatisch-aufzeichnen-mit-neuer-Farmdok-App,,18844,,Bericht.html“](https://www.landwirt.com/Automatisch-aufzeichnen-mit-neuer-Farmdok-App,,18844,,Bericht.html)
24. Markus Henkel: „Digitalisierung in der Landwirtschaft: „fahrerlos“ über den Acker“, August 2018: [„https://www.techtag.de/digitalisierung/digitalisierung-im/autonome-landwirtschaft-fahrerlos-ueber-den-acker/“](https://www.techtag.de/digitalisierung/digitalisierung-im/autonome-landwirtschaft-fahrerlos-ueber-den-acker/)
25. AgriTechnica: „BigData und Bodenhaftung“: [„https://www.lw-heute.de/mediaarchiv/grab_pic.php?id=40258“](https://www.lw-heute.de/mediaarchiv/grab_pic.php?id=40258)
26. Alfons Deter: „Smart Crop Damage Identification – Intelligentes Erkennungssystem von Wildschäden“, September 2017: [„https://www.topagrar.com/news/Technik-Techniknews-Smart-Crop-Damage-Identification-Intelligentes-Erkennungssystem-von-Wildschae-den-8683436.html“](https://www.topagrar.com/news/Technik-Techniknews-Smart-Crop-Damage-Identification-Intelligentes-Erkennungssystem-von-Wildschae-den-8683436.html)
27. Tassilo Frhr. v. Leoprechting: „Agritechnica: Silber für neue Technologie zur Blütenausdünnung im Obstbau“, Oktober 2017: [„https://idw-online.de/de/news682824“](https://idw-online.de/de/news682824)
28. Anna Görlich: „Agritechnica Innovation Award 2017: Silber für SmartService 4.0“, Oktober 2017: [„https://www.agrarheute.com/technik/agritechnica-innovation-award-2017-silber-fuer-smartservice-40-539039“](https://www.agrarheute.com/technik/agritechnica-innovation-award-2017-silber-fuer-smartservice-40-539039)

REFERENZEN

29. Bundesministerium für Bildung und Forschung: „Feldschwarm® – autonome Feldmodule für den ressourcenschonenden Landbau – Neustadt in Sachsen“: „<https://www.unternehmen-region.de/de/2033.php>“
30. Heiko Weckbrodt: „Sachsen soll im Landmaschinenbau wieder führend werden“, Juli 2017: „<http://www.dnn.de/Region/Umland/Sachsen-soll-im-Landmaschinenbau-wieder-fuehrend-werden>“
31. Felix Baumeister: „Fendt: Neuer Feldroboter für die Maisaussaat“, September 2017: „<https://www.agrarheute.com/technik/ackerbautechnik/fendt-neuer-feldroboter-fuer-maisaussaat-538611>“
32. Dr. Martin Pätzold & Dr. Philipp Semmer: „Deep Technology - Die nächste große Innovation aus dem Silicon Valley“, Oktober 2014: „http://www.huffingtonpost.de/martin-paetzold/the-next-big-thing-deep-technology-eindrucke-aus-dem-silicon-valley_b_5989212.html“
33. Tom Ward: „Tesla's Neural Network is Receiving a Massive Amount of Data from Cars“, Juni 2017: „<https://futurism.com/teslas-neural-network-is-receiving-a-massive-amount-of-data-from-cars/>“
34. Fred Lambert: „Tesla deploys new computer vision capability as it increases Autopilot data-gathering effort“, November 2017: „<https://electrek.co/2017/11/10/tesla-autopilot-data-gathering-effort-new-computer-vision-capability/>“
35. Sjaak Wolfert, Claus Aage Gron Sorensen & Daan Goense: „A Future Internet Collaboration Platform for Safe and Healthy Food from Farm to Fork“, April 2014: „<http://ieeexplore.ieee.org/document/6879694/>“
36. Sjaak Wolfert, Lan Ge, Cor Verdouw & Marc-Jeroen Bogaardt: Big Data in Smart Farming – A review“, Mai 2017: „<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X16303754>“
37. Anwaltskanzlei Obermeier: „Die landwirtschaftliche Fläche und die Bauleitplanung“: „<http://www.raobermaier.de/die-landwirtschaftliche-flaeche-und-die-bauleitplanung/>“
38. Winfried E.H. Blum: „Soil and Land Resources for Agricultural Production: General Trends and Future Scenarios- A Worldwide Perspective“, Dezember 2013: „<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095633915300265>“
39. Eleanor Gibson: „Sasaki designs hydroponic vertical farm for Shanghai“, April 2017: „<https://www.dezeen.com/2017/04/26/sasaki-architecture-hydroponic-vertical-farm-sunqiao-urban-agricultural-district-shanghai-china/>“
40. Cynthia G. Wagner: „Vertical Farming: An Idea Whose Time Has Come Back“, März 2010: „https://www.researchgate.net/publication/299269498_Vertical_Farming_An_Idea_Whose_Time_Has_Come_Back“
41. Mamta Deorao Sardare: „A REVIEW ON PLANT WITHOUT SOIL - HYDROPONICS“, März 2013: „https://www.researchgate.net/publication/276320585_A_REVIEW_ON_PLANT_WITHOUT_SOIL_-_HYDROPONICS“
42. Steve O'Hear: „Infarm wants to put a farm in every grocery store“, Juni 2017: „<https://techcrunch.com/2017/06/26/infarm/>“
43. Kevin J. Ryan: „The Future of Farming May Not Involve Dirt or Sun“, Juni 2017: „<https://www.inc.com/kevin-j-ryan/aerofarms-disruptive-25-2017.html>“

REFERENZEN

44. Kai Röger: „Hängende Gärten“, April 2017:
[„http://www.tagesspiegel.de/themen/genuss/vertical-urban-farming-haengende-gaerten/19689304.html“](http://www.tagesspiegel.de/themen/genuss/vertical-urban-farming-haengende-gaerten/19689304.html)
45. AeroFarms: [„http://aerofarms.com/“](http://aerofarms.com/)
46. David Rosenberg: „Wie vertical farming die Städte der Zukunft verändert“, Juli 2016:
[„https://redner.zukunft.business/future-tv/videos/video/wie-vertical-farming-die-staedte-der-zukunft-veraendert/“](https://redner.zukunft.business/future-tv/videos/video/wie-vertical-farming-die-staedte-der-zukunft-veraendert/)
47. InFarm: [„https://infarm.de/“](https://infarm.de/)
48. The Hundert: „THE HUNDERT 10 – STARTUPS OF BERLIN“, Oktober 2017:
[„https://the-hundert.com/startups/infarm/“](https://the-hundert.com/startups/infarm/)
49. Steve O’Hear: „Infarm wants to put a farm in every grocery store“, Juni 2017:
[„https://techcrunch.com/2017/06/26/infarm/“](https://techcrunch.com/2017/06/26/infarm/)
50. Jana Weiss: „Ein Restaurant mit eigener Gemüsefarm“, April 2017: [„http://www.tagesspiegel.de/berlin/trend-vertical-farming-in-berlin-ein-restaurant-mit-eigener-gemuesefarm/19690962.html“](http://www.tagesspiegel.de/berlin/trend-vertical-farming-in-berlin-ein-restaurant-mit-eigener-gemuesefarm/19690962.html)
51. Karoly Ronay & Cristian Dragos Dumitru: „Hydroponic Greenhouse Energy Supply Based on Renewable Energy Sources“, 2015: [„https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017315001000“](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017315001000)
52. David Rosenberg: „Wie vertical farming die Städte der Zukunft verändert“, Juli 2016:
[„https://redner.zukunft.business/future-tv/videos/video/wie-vertical-farming-die-staedte-der-zukunft-veraendert/“](https://redner.zukunft.business/future-tv/videos/video/wie-vertical-farming-die-staedte-der-zukunft-veraendert/)
53. Lisa Ksienzyk: „20 Millionen Euro für Vertical-Farming-Startup Infarm“, Februar 2018:
[„http://ngin-food.com/artikel/infarm-vertical-farming-startup-finanzierung/“](http://ngin-food.com/artikel/infarm-vertical-farming-startup-finanzierung/)
54. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: „Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung“, März 2015: [„https://www.weltagrarbericht.de/fileadmin/files/weltagrarbericht/Weltagrarbericht/04Fleisch/2015GutachtenNutztierhaltung-Kurzfassung.pdf“](https://www.weltagrarbericht.de/fileadmin/files/weltagrarbericht/Weltagrarbericht/04Fleisch/2015GutachtenNutztierhaltung-Kurzfassung.pdf)
55. Gowri Koneswaran and Danielle Nierenberg: „Global Farm Animal Production and Global Warming: Impacting and Mitigating Climate Change“, Mai 2008: [„https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2367646/“](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2367646/)
56. Jutta Blume: „Verkehr verursacht fast ein Viertel der weltweiten CO2- Emissionen“, November 2015: [„https://www.heise.de/tp/features/Verkehr-verursacht-fast-ein-Viertel-der-weltweiten-CO2-Emissionen-3376825.html?seite=all“](https://www.heise.de/tp/features/Verkehr-verursacht-fast-ein-Viertel-der-weltweiten-CO2-Emissionen-3376825.html?seite=all)
57. Techsylvania: „Mark Post (Maastricht University) - Meet the New Meat“, Juni 2016:
[„https://www.youtube.com/watch?v=F0fISuGk_Zc&feature=youtu.be“](https://www.youtube.com/watch?v=F0fISuGk_Zc&feature=youtu.be)
58. The Guardian: „Google burger: Sergey Brin explains why he funded world’s first lab-grown beef hamburger - video“, August 2013: [„https://www.theguardian.com/science/video/2013/aug/05/google-burger-sergey-brin-lab-grown-hamburger“](https://www.theguardian.com/science/video/2013/aug/05/google-burger-sergey-brin-lab-grown-hamburger)

REFERENZEN

59. Jill Ettinger: „BILL GATES URGED TO MAKE HIS 25,000-ACRE ‘SMART CITY’ A VEGAN ONE“, November 2017:
[„https://www.livekindly.co/bill-gates-smart-city/“](https://www.livekindly.co/bill-gates-smart-city/)
60. Karla Lant: „Richard Branson: In the Near Future, We’ll Think It’s “Archaic” to Kill Animals for Food“, September 2017:
[„https://futurism.com/richard-branson-in-the-near-future-well-think-its-archaic-to-kill-animals-for-food/“](https://futurism.com/richard-branson-in-the-near-future-well-think-its-archaic-to-kill-animals-for-food/)
61. MosaMeat FAQ: [„http://mosameat.eu/faq.html“](http://mosameat.eu/faq.html)
62. Harald Czycholl: „Parkhäuser sind die neuen Wohnungen in Toplage“, Februar 2015:
[„https://www.welt.de/finanzen/immobilien/article137218255/Parkhaeuser-sind-die-neuen-Wohnungen-in-Toplage.html“](https://www.welt.de/finanzen/immobilien/article137218255/Parkhaeuser-sind-die-neuen-Wohnungen-in-Toplage.html)
63. Heinrich-Böll-Stiftung, Rosa-Luxemburg-Stiftung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Oxfam Deutschland, Germanwatch und Le Monde diplomatique: „KONZERNATLAS“, 2017: [„https://www.boell.de/sites/default/files/konzernatlas2017_iii_web.pdf?dimension1=ds_konzernatlas“](https://www.boell.de/sites/default/files/konzernatlas2017_iii_web.pdf?dimension1=ds_konzernatlas)



ANSPRECHPARTNER

Oliver Geiseler

Partner

M: +49 172 131 8328

E: oliver.geiseler@capco.com

ÜBER CAPCO

Capco, ein Unternehmen der Wipro Gruppe, ist eine globale Technologie- und Managementberatung, die sich auf die Gestaltung der digitalen Transformation in der Finanzindustrie spezialisiert hat. Mit einem wachsenden Kundenportfolio, von mehr als 100 globalen Organisationen, agiert Capco an der Schnittstelle zwischen Wirtschaft und Technologie. Indem Capco zukunftsorientierte Denkweisen mit umfassender Branchenkenntnis kombiniert, liefert das Unternehmen datengestützte End-to-End-Lösungen. Darüber hinaus treibt Capco digitale Anwendungen für das Bank- und Zahlungsverkehrswesen, die Kapitalmärkte, Wealth- und Asset-Management, den Versicherungs- und den Energiesektor voran. Capcos Innovationskraft wird durch seine Innovation Labs, seine preisgekrönte Be Yourself At Work-Kultur und seine Mitarbeitervielfalt zum Leben erweckt.

Um mehr zu erfahren, besuchen Sie www.capco.com oder folgen Sie uns auf Twitter, Facebook, YouTube, LinkedIn, Instagram und Xing.

Globale Standorte

APAC

Bangalore
Bangkok
Gurgaon
Hongkong
Kuala Lumpur
Mumbai
Pune
Singapur

EUROPA

Berlin
Bratislava
Brüssel
Düsseldorf
Edinburgh
Frankfurt
Genf
London
München
Paris
Wien
Warschau
Zürich

NORDAMERIKA

Charlotte
Chicago
Dallas
Hartford
Houston
New York
Orlando
Toronto
Tysons Corner
Washington, D.C.

SÜDAMERIKA

São Paulo

[WWW.CAPCO.COM](http://www.capco.com)



© 2022 Capco – The Capital Markets Company GmbH | Opernplatz 14, 60313 Frankfurt am Main | Alle Rechte vorbehalten.

CAPCO
a wipro company