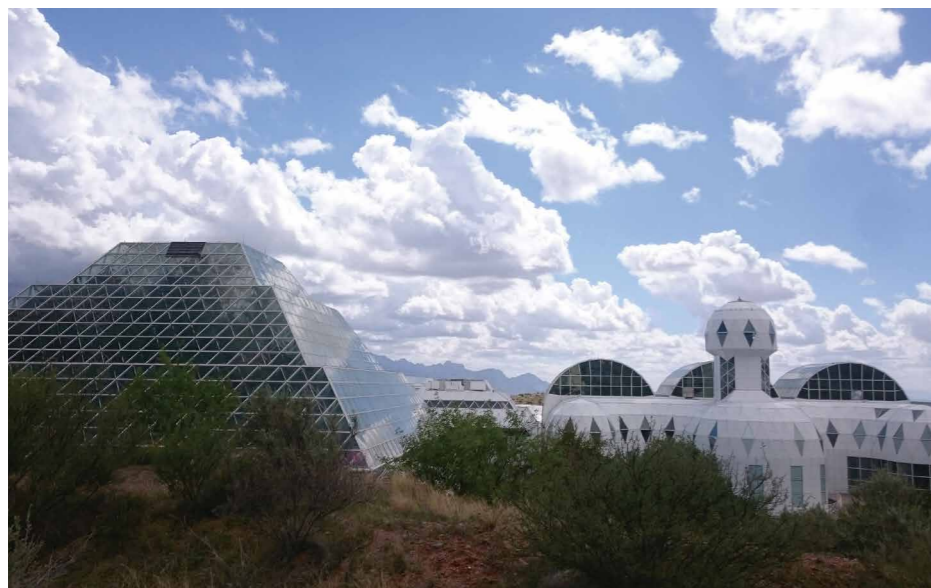


↗ *Biosphere 1*, View of the Earth as seen by the Apollo 17 crew on December 7, 1972, traveling towards the moon. Original orientation of "The Blue Marble"  
 ↓ *Biosphere 2*, Earth system science research facility in Oracle, Arizona, USA



## Komfort statt Energie

Wolfgang Kessling

*Das Grazer Oasen Experiment* inspiriert und regt zum Nachdenken an. Aus der Sicht des *KlimaEngineering* stellt das Experiment Fragen zu Phänomenen wie Energie, Nahrungsproduktion und Vernetzung: Ist es sinnvoll tropische Früchte im urbanen Raum zu produzieren, nur weil wir ungenutzte Abwärme zur Verfügung haben? Wie weit können wir die synergetischen Ökosysteme der Natur nachbilden? Ist es sinnvoller Energie zum Wasser oder Wasser zur Energie zu transportieren? Was wissen wir überhaupt über Energie? Was ist eine Oase?

Oase Eine Oase bezeichnet einen Vegetationsfleck in der Wüste, üblicherweise an einer Quelle, Wasserstelle oder einem Wadi gelegen. Die Verfügbarkeit von Wasser ist die wesentliche Grundlage für eine intensive Oasenwirtschaft zum Anbau von Grundnahrungsmitteln, Futterpflanzen und Früchten zum Export. Eine Oase weist also auf eine intensive Vernetzung hin. Oasentypen werden nach Herkunft des Wassers unterteilt, nicht nach Quellen von Energie. Die Sonne ist die Energiequelle für Vegetation und Wachstum.

Oase No. 8 Im wasserreichen, im Winter aber sonnenarmen Graz sind die Verhältnisse umgekehrt. Markus Jeschaunig hat die Banane als die in Österreich beliebteste tropische Frucht für sein Experiment ausgewählt. Er hat Abwärme genutzt, um den Selbsterhalt im Winter zu gewährleisten. Und hat mit Strom nachheizen müssen, um tropische Wachstumsbedingungen zu erreichen. Nach 15 Monaten konnte die energieaufwändig gezüchtete Bananenstaude geerntet und die Früchte verspeist werden.

Biosphere 2 Anfang der 1990 Jahre gab es in Arizona, USA, ein großangelegtes Experiment mit dem Ziel, ein von der Außenwelt unabhängiges, sich selbst erhaltendes Ökosystem zu schaffen. Das Experiment sollte beweisen, dass in einem eigenständigen, geschlossenen ökologischen System Leben langfristig möglich ist. Acht Teilnehmer\_innen lebten in einem Glasgebäude, vollständig von allem Luft- und Materialaustausch abgeschlossen, nur mit natürlichem Sonnenlicht und zugeführter elektrischer Energie. Sie sollten von den selbst angebauten Nahrungsmitteln leben. Alle Stoffkreisläufe – Wasser, Sauerstoff und CO<sub>2</sub> – sollten sich selbst erhalten.

Im Laufe der Zeit ergaben sich Zustände, die das Leben der Bewohner und der anderen Lebewesen zunehmend beeinträchtigten, die Nahrungsmittelproduktion fiel geringer aus als benötigt, Sauerstoff musste zugeführt werden. Unter vielen wertvollen Erkenntnissen beim „Scheitern“ des Projektes ist das wohl wichtigste Ergebnis,

## Comfort versus Energy

Wolfgang Kessling

*The Oasis experiment* in Graz inspires and encourages reflection. From the viewpoint of climate engineering, the experiment asks questions regarding energy, food production and networking. Does it make sense to produce tropical fruit in urban space just because we have unused waste heat at our disposal? To what extent can we emulate nature's synergetic ecosystems? Does it make more sense to transport energy to water or water to energy? What do we even know about energy? What is an oasis?

Oasis An oasis is an area of vegetation in the desert, typically situated by a spring, watering hole, or wadi. The availability of water is the foundation for intensive oasis cultivation of basic foodstuffs, animal feed and fruit for export. An oasis, therefore, indicates intense networking. Different types of oases are distinguished by the origins of the water, not by sources of energy. The sun is the source of energy for vegetation and growth.

Oasis No. 8 In Graz, a city rich in water but poor in sunlight in winter, the situation is the reverse. Markus Jeschaunig opted for the banana, Austria's favourite tropical fruit, for his experiment. He used waste heat to ensure their self-preservation in winter. And he had to back up the heating with electricity to reach conditions necessary for tropical growth. After fifteen months, he was able to harvest the energy-intensive banana crop and eat the fruit.

Biosphere 2 At the start of the 1990s, a large-scale experiment was performed in Arizona, USA, with the aim of creating a self-sufficient ecosystem isolated from the outside world. The experiment was intended to prove that life is possible on a long-term basis in a stand-alone, enclosed ecological system. Eight participants lived in a glass building without exchanging of air and material with the outside world and using only natural sunlight and electric power supplied on-site. The participants intended to live on the food that they grew themselves. All material cycles – water, oxygen and CO<sub>2</sub> – were to be self-regulating.

Situations arose over time that began to make life increasingly difficult for the human and non-human inhabitants. The yield from food production was less than expected and additional oxygen had to be taken in. Of all the many valuable insights gained from the "failure" of the project, the most important is probably that it is not easily possible to create an artificial habitat fit for human use.

Biosphere 1 The basic conditions for photosynthesis and growth are light, warmth and water. From a purely

dass es nicht ohne weiteres möglich ist, einen künstlichen, für Menschen nutzbaren Lebensraum zu schaffen.

Biosphäre 1 Vordergründig braucht es Licht, Wärme und Wasser für Photosynthese und Wachstum. Die Photosynthese ist – rein technisch gesehen – nicht sehr effizient, aber wahrscheinlich der bedeutendste Prozess der Erde. Um dadurch Leben auf der Erde überhaupt möglich zu machen, bedarf es eines großartig optimierten genetischen Programmes, damit sich aus den genannten Zutaten organische Stoffe bilden, die anderen Lebewesen energiereiche Nahrung, Baustoff und Energiequellen liefern.

Mit Licht, Wärme und Wasser kann aus dem genetischen Programm eines kleinen Orangenkerns der vollständige Zyklus vom Keimen zum Baum zur Frucht ablaufen. Ein Prozess, der ernährt, der Biomasse produziert, der Sauerstoff produziert, stabilisierend auf das Klima wirkt, den Boden vor Verwitterung schützt und vieles mehr.

Wir sind weit davon entfernt, die Komplexität der ineinandergreifenden und abgestimmten Systeme in der Natur zu verstehen und in ihrer Verwobenheit nachbilden zu können. Was der Abfall des einen Prozesses ist, ist die Quelle für Material und Energie für den nächsten. Menschgemachte Prozesse sind darauf angewiesen, dass wir uns bedienen, dass wir Materialien und Energien verwenden, die aus natürlichen Kreisläufen oder aus fossilen Vorräten entnommen werden – und die woanders durch die Biosphäre erneuert werden.

Wasser Zur Produktion von 1kg Bananen werden im weltweiten Durchschnitt 859l Wasser benötigt.<sup>1</sup> Die Diskussion um virtuelles Wasser – das ist Wasser, was zur Herstellung eines Produktes oder von Nahrungsmitteln tatsächlich benötigt wird – thematisiert, dass wasserintensive und exportorientierte Agrarnutzung in Trockenregionen der Erde ökologisch unsinnig und wirtschaftlich unrentabel ist. Ein Blick auf die Landkarte zeigt, dass die Chlorophyllmenge der Biosphäre etwa mit der Menge an Regenwasser korreliert. Nahrungsmittel sollten also in niederschlagsreichen Regionen angebaut werden. Eventuell ist es sinnvoller, Energie in wasserreiche Anbaugebiete zu transportieren als Wasser in sonnenreiche Trockengebiete.

Energie wozu? Ich will mit der provokanten Behauptung überleiten, dass uns Energie eigentlich nicht interessiert. Im Grunde ist für uns bedeutend, was unser Leben angenehmer macht, wenn unser Haus geheizt und beleuchtet ist, wenn der Kühlschrank gefüllt ist und der Fernseher läuft, wir mit dem Auto fahren oder in die Ferien fliegen können.

Historisch gesehen ist die Erbringung dieser im weiteren Sinne Komfort- oder Dienstleistungen zunächst mal mit dem Aufkommen von Kohle, Öl und Gas einfacher geworden. Der Mensch hat Feuerstellen in die Behausung integriert, einfache Klimahüllen beheizt oder klimatisiert, Tageslicht durch Kunstlicht ersetzt, Fleisch und saisonales Gemüse und Früchte sind stets im Überfluss zu haben, Strom kommt aus der Steckdose und das Auto ist PS-stark und technisch aufgerüstet. Jede dieser Annehmlichkeiten ist mit Systemen verbunden, die mehr oder weniger energieintensiv sind, für sich arbeiten

technical point of view, photosynthesis is not particularly efficient, but is probably the most important process on Earth. Creating life on Earth by means of this process requires a brilliantly optimized genetic programme in order for the above-mentioned ingredients to form organic substances that provide other living beings with energy-rich food, building material, and sources of energy.

With the aid of light, warmth and water, the genetic programme of a tiny orange pip can go through the complete cycle from germination to tree and fruit. A process that feeds, that produces biomass, that produces oxygen, that stabilises the climate, that protects the soil from erosion, and much more.

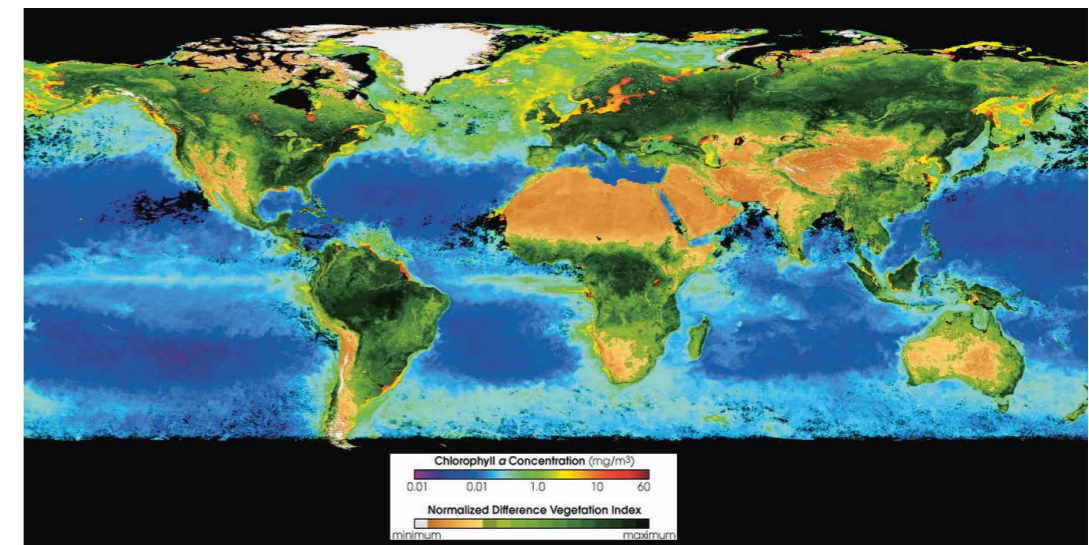
We are far from understanding the complexity of the intermeshing, harmonised systems of nature and emulating their interwoven processes. The waste from one process is the source of raw material and energy for another. Man-made processes rely on us making use of them, using materials and energies that are derived from natural cycles or from fossil resources, and that are renewed elsewhere by the biosphere.

Water On average, it takes 859 litres of water to produce 1kg of bananas.<sup>1</sup> The discussion of virtual water – the amount of water actually required to make a product or food – spotlights the fact that the water-intensive, export-oriented use of agricultural land in dry regions of the Earth is ecologically nonsensical and economically unprofitable. Looking at the map, the amount of chlorophyll in the biosphere roughly correlates with the amount of rainwater. Thus, food should be cultivated in high-rainfall areas. It may make more sense to transport energy to crop-growing regions with a plentiful supply of water than to transport water to dry areas with lots of sunshine.

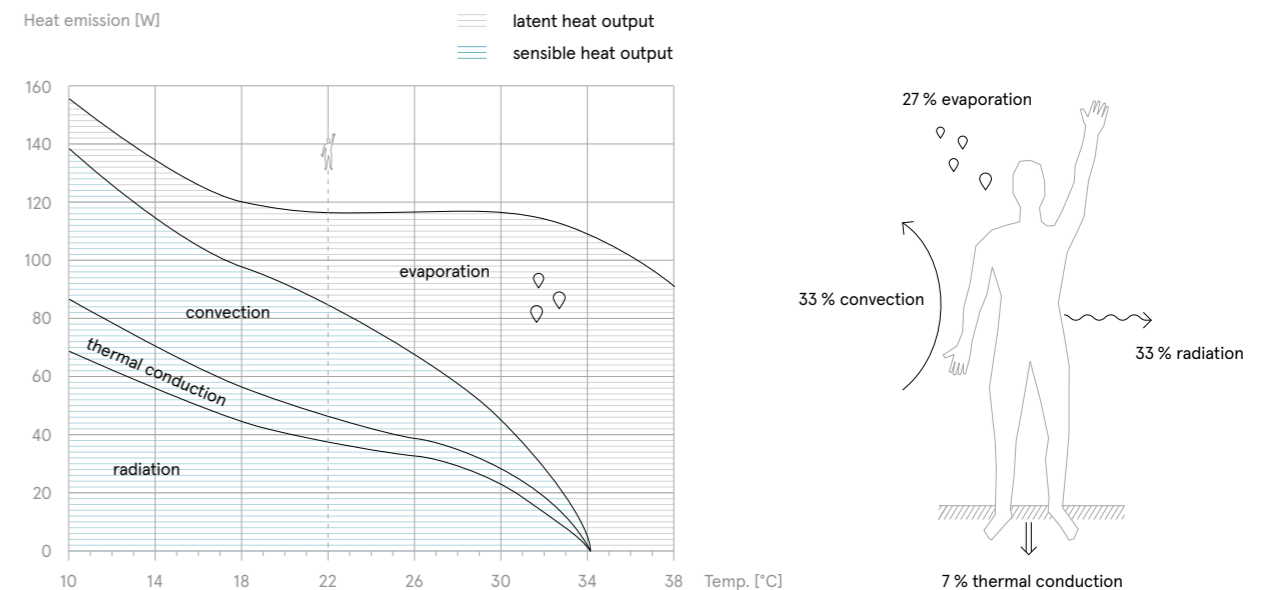
Who needs energy? I'd like to move on with the provocative claim that energy is not really interesting. The important thing for us is what makes our lives more pleasant, when the house is heated and lit, when the fridge is full and the television is on, when we can drive our cars or fly off on holiday.

Historically, the arrival of coal, oil and gas made it easy to provide these conveniences (in the broadest sense of the word) and services. Humans install fireplaces in their homes, they heat or air-condition simple dwellings, they replace daylight with artificial light, meat and seasonal fruits and vegetables are in abundance, electricity comes from the socket, and cars have plenty of power and technical refinements. Each of these conveniences is connected with systems that are more or less energy-intensive, work independently, and have few connections with other systems. When our home offers thermal comfort, when we have the option of pleasant lighting, when we are able to breathe good air at all times, when there is enough quality food available, when we can enjoy individual mobility, the question of where the energy comes from is of secondary importance.

Comfort versus energy A change of perspective from energy for use to the benefit of energy is fundamental for a change in thinking. If we focus on the benefit, the range



- ↗ SeaWiFS Global Biosphere, Visualization Date 03/08/2002: Composite image, that gives an indication of the magnitude and distribution of global primary production, both oceanic (mg/m<sup>3</sup> chlorophyll a) and terrestrial (normalized difference land vegetation index)
- ↓ Human heat output (basal metabolic rate to maintain body functions); Example: Amount of heat output at an ambient temperature of 22°C (↘ human figure)



und wenig vernetzt sind. Wenn unser Haus thermischen Komfort bietet, wenn wir die Möglichkeit angenehmer Belichtung haben, wenn wir stets gute Luft atmen können, wenn ausreichend hochwertige Nahrung zur Verfügung steht, wenn wir individuell mobil sein können, ist die Frage nachrangig, woher die dazu benötigte Energie eigentlich kommt.

Komfort statt Energie Ein Perspektivenwechsel von Energie zum Nutzen hin zum *Nutzen von Energie* ist grundlegend für ein Umdenken. Richten wir unseren Fokus auf den Nutzen, erweitern sich unsere Handlungsoptionen. Wir können neue Wege finden, die erwünschte Energiedienstleistung zu erbringen.

Ein Beispiel aus dem praktischen Leben: Der Mensch ist ein Wesen mit Millionen von Sensoren, die dazu dienen unseren Metabolismus und unsere persönliche Energiebilanz zu steuern. Ein Erwachsener, der einer leichten Tätigkeit nachgeht, muss typischerweise 100 bis 120 Watt Wärme an seine Umgebung abgeben, um im Energiegleichgewicht zu sein, den überwiegenden Teil davon (ca. 80 Watt) als fühlbare sensible Wärme. Die Wärme wird über vier Phänomene ausgetauscht: durch Konvektion an die Luft, durch Wärmestrahlung an die Umgebung, durch Wärmeleitung zwischen dem Körper und z. B. dem Boden und durch Feuchtigkeit in der Atemluft und Schweiß. In einem Temperaturbereich um komfortable 22 °C sind Konvektion und Strahlung gleich anteilig und dominieren den sensiblen Wärmeaustausch.

Lufttemperatur ist nicht Komfort Da Strahlung und Konvektion gleichgewichtig sind, genügt es nicht, nur die Lufttemperatur für den menschlichen Komfort zu betrachten: Lufttemperatur ist daher nicht gleich Komfort. Guter thermischer Komfort für den Menschen ist die richtige Kombination aus Strahlungswärme und Lufttemperatur. Dadurch eröffnen sich Gestaltungsoptionen für energiesparendes Bauen.

Ein architektonisches Beispiel: Die Strahlungstemperaturen der Wände, Böden, Decken und Fenster für Komfortverbesserung zu nutzen ist energiesparender als die Lufttemperatur durch aktives Heizen oder Kühlen dem Komfortbedürfnis anzupassen. Dies gilt sowohl für kalte als auch für warme Klimate. Können wir ohne Anstrengungen unsere persönliche Energiebilanz befriedigen, so sind die Bedingungen komfortabel und es stellt sich nicht die Frage *warum* das so ist.

Zurück zum Nutzen von Energie im Gebäude. Wie können wir möglichst angemessene thermische Umgebungen gestalten, wie können wir Gebäude mit maximaler Tageslichtautonomie bauen, wie können wir exzellente Frischluftbedingungen anbieten mit einem Minimum an Maschinenaufwand und Energieverbrauch im Bau und im Betrieb? Der weiterführende Ansatz ist Autonomie und Synergie. Beginnt unser Denken bei Mensch und Nutzen, gewinnen wir neue Handlungsoptionen.

Was wissen wir tatsächlich über Energie? Tagtäglich nutzen wir Energie in vielfältiger Form. Mit folgenden typischen Zahlen kann man ein Gefühl für Größenordnungen gewinnen. Die zwei Übersichten vergleichen Energie und Leistung auf bekannten Skalen.<sup>2</sup>

of available options for action becomes wider. We can find new ways of providing the desired energy service.

To cite one example from practical life: The human being is a creature with millions of sensors used to control our metabolism and our personal energy balance. An adult performing light work typically gives off 100 to 120 watts of heat into his surroundings to remain in a state of energetic equilibrium, most of it (approx. 80 watts) as palpable, sensible heat. Heat is exchanged by means of four phenomena: by convection to the air, by thermal radiation to the surroundings, by thermal conduction between the body and, for example, the ground and by means of moisture in exhaled air and sweat. In a comfortable temperature range of approximately 22 °C, convection and radiation play equal roles and dominate the exchange of sensible heat.

Air temperature is not comfort Because radiation and convection are of equal importance, it is not sufficient to consider air temperature alone when dealing with human comfort: Therefore, air temperature does not equate to comfort. For the human being, good thermal comfort is the right combination of radiant heat and air temperature. This opens up an array of options for action with regard to energy-saving construction.

An architectural example: Making use of the radiant temperatures of walls, floors, ceilings and windows to improve comfort saves more energy than adjusting the air temperature to our comfort needs by means of active heating or cooling. This applies to both cold and warm climates. If we can satisfy our personal energy balance without effort, the conditions are comfortable, and we don't ask about the *how and why*.

Back to utilising energy in the building. How can we create thermal surroundings for maximum satisfaction, how can we build buildings with a maximum level of daylight autonomy, how can we offer excellent fresh-air conditions with a minimum of machinery and energy consumption in construction and operation? The approach to take is autonomy and synergy. If we think in terms of people and benefit, we gain new options for action.

What do we really know about energy? Every day we use energy in many different forms. The two illustrations compare energy and performance on established scales. With the aid of following typical figures, you can gain a sense of magnitudes and options for action.<sup>2</sup>

Energy: Putting things in perspective

3 Wh	=	electric energy in a AA camera battery (2000 mAh)
300 Wh	=	energy in an energy bar
10 kWh	=	energy of a litre of petrol
120 kWh	=	average annual electricity produced per square metre by means of photovoltaics in Germany
1000 kWh	=	mean annual horizontal solar insolation per square metre in Germany
5200 kWh	=	average annual electricity consumption of a four-person house in Germany
7000 kWh	=	equivalent energy consumption for mobility, 51/100 km and 15000 km per year
25000 kWh	=	average annual heat demand of a four-person house in Germany
50000 kWh	=	equivalent energy consumption for mobility, 121/100 km and 45000 km per year

Energien im Vergleich

3 Wh	=	elektrische Energie in einer AA Batterie (2000 mAh) von Kameras
300 Wh	=	Energie in einem Energieriegel
10 kWh	=	Energieinhalt von einem Liter Benzin
120 kWh	=	durchschnittliche jährliche Strom Produktion pro Quadratmeter mit Photovoltaik in Deutschland
1000 kWh	=	mittlere jährliche horizontale Solareinstrahlung pro Quadratmeter in Deutschland
5200 kWh	=	durchschnittlicher jährlicher Stromverbrauch für Einfamilienhaus, 4 Personen in Deutschland
7000 kWh	=	äquivalenter Energieverbrauch für Mobilität, 51/100 km und 15000 km pro Jahr
25000 kWh	=	durchschnittlicher jährlicher Wärmebedarf für Einfamilienhaus, 4 Personen in Deutschland
50000 kWh	=	äquivalenter Energieverbrauch für Mobilität, 121/100 km und 45000 km pro Jahr

Leistungen im Vergleich

1 W	=	menschliches Herz
10 W	=	maximal zulässige Heizleistung pro Quadratmeter im Passivhaus
65 W	=	Ladegerät für Laptop
100 W	=	alte Glühbirne, typischer Grundumsatz (Wärmeproduktion) eines Menschen
1 kW	=	Pferd
100 kW	=	Fahrzeug
2,5 MW	=	große Windturbine mit 50 m Rotorradius
50 MW	=	Concentrating Solar Power Plant
120 MW	=	Boeing 747 im Flug
1 GW	=	Kohlekraftwerk
700 GW	=	Grundumsatz von 7 Milliarden Menschen
18 TW	=	Mittlere Leistung aller Kraftwerke weltweit 2013
75 TW	=	globale netto Biomasse Produktion durch Photosynthese
125 TW	=	mittlere Wärme die ein Hurrikan freisetzt
174000 TW	=	Globale auf der Erde empfangene Sonnenenergie

\* Kilo = 1000, Mega = 1000 Kilo, Giga = 1000 Mega, Tera = 1000 Giga

Mobiltelefon: optimiert auf Leistung und Energieeinsparung Die Hard- und Software von Smartphones ist darauf ausgelegt, zahlreiche Telefonfunktionen bei möglichst langer Akkulaufzeit zu ermöglichen. Beispiel: Der Akku des Mobiltelefons hat eine Kapazität von 1500 mAh. Bei 3,7V beträgt der Energieinhalt 5,55Wh. Dies reicht in der Regel aus um einen Tag zu telefonieren und das Internet, soziale Medien, die Kamera und Applikationen zur Navigation zu benutzen. Mit der gleichen gespeicherten Energie kann eine 100W Birne nur für 3,3 Minuten betrieben werden!

Haushaltsstrom: erneuerbar aus Sonnenenergie

Ein energiesparender vierköpfiger Haushalt in Deutschland benötigt ca. 2400kWh Strom pro Jahr. Das sind 600kWh pro Person oder ca. 200kWh pro Monat oder ca. 6,5kWh pro Tag. Der Jahresstrombedarf kann von einer ca. 20 m<sup>2</sup> großen Photovoltaikanlage gedeckt werden. Diese würde über mindestens 20 Jahre hinweg den Haushaltsstrom vollständig mit erneuerbarer Energie versorgen. Die Investitionskosten für eine Photovoltaikanlage liegen in der Größenordnung von 40% der Kosten einer neuen Küche.

Elektromobilität Mit einer ca. 20 m<sup>2</sup> großen Photovoltaik Anlage kann auch der Strombedarf eines Mittelklasse-Elektroautos für jährliche 15000 km gedeckt werden. Dies

Power: Putting things in perspective

1 W	=	human heart
10 W	=	maximum permissible calorific value per square metre in a passive house
65 W	=	notebook charger
100 W	=	old light-bulb, typical basal metabolic rate (heat production) of a single person
1 kW	=	horse
100 kW	=	motor vehicle
2,5 MW	=	large wind turbine with 50 m blade radius
50 MW	=	concentrating solar power plant
120 MW	=	Boeing 747 in the air
1 GW	=	coal-fired power station
700 GW	=	basal metabolic rate of 7 billion people
18 TW	=	mean output of all power stations in the world in 2013
75 TW	=	global net biomass production by means of photosynthesis
125 TW	=	mean heat released by a hurricane
174000 TW	=	global solar energy that reaches the Earth

\* Kilo = 1000, Mega = 1000 Kilo, Giga = 1000 Mega, Tera = 1000 Giga

Mobile phone: optimised for performance and energy saving The hardware and software of smartphones is designed to enable a large number of phone functions while also maximising battery life. An example: A mobile phone battery has a capacity of 1500 mAh. At 3.7V, the charge is 5.55Wh. This is generally enough to make phone calls, use the internet, social media, the camera and navigation apps for one day. The same amount of battery energy can be used to operate a 100 W bulb for only 3.3 minutes!

Household electricity: renewable from solar energy An energy-efficient household of four in Germany requires around 2400kWh of electricity per annum. That is 600kWh per person or roughly 200kWh per month or 6.5kWh per day. The annual electricity demand can be supplied by a roughly 20 m<sup>2</sup> photovoltaic installation, which would provide all the household electricity needed on the basis of renewable energy for at least twenty years. The investment costs of a photovoltaic installation are on the order of 40% of the costs of a new kitchen.

Electromobility A roughly 20 m<sup>2</sup> photovoltaic installation can also supply the electricity required by a middle-range electric car for 15000 km a year. This corresponds to a typical monthly mileage of 1250 km or approx. 40 km a day.

Art While the "Oasis" experiment in Graz certainly does not provide any answers to the questions of the production of energy and food and the global relationships in consumption, the tremendous amount of work and manpower required to cultivate the banana plants is out of proportion to the harvest yield. But the project does encourage reflection on these subjects. This is why this experiment is so fascinating – because it inspires. It opens our eyes to how crudely and clumsily we have treated valuable energy in the past. Numerous processes, particularly in the realm of converting fossil fuels into electricity, are truly inefficient if we fail to utilise the waste heat generated. The very name *waste* heat shows that we see no value in what is technically conversion loss. It also opens our eyes to the quality of

entspricht einer typischen monatlichen Fahrleistung von 1250 km oder ca. 40 km täglich.

Kunst Das Grazer Oasen Experiment gibt sicherlich keine Antworten auf die Fragen nach Energie und Nahrungsproduktion und globaler Vernetzung im Konsum. Der erhebliche energetische und personelle Aufwand, die Bananenpflanzen über 15 Monate zu pflegen, steht in keinem Verhältnis zum Ernte-Ergebnis. Aber das Projekt regt an, sich über diese Themen Gedanken zu machen. Das Experiment fasziniert gerade deshalb – weil es inspiriert. Es öffnet uns die Augen dafür, wie brachial und unbeholfen wir bisher mit hochwertiger Energie umgehen. Zahlreiche Prozesse, gerade im Bereich der Energieumwandlung von fossilen Brennstoffen in Strom, sind tatsächlich ineffizient, wenn keine Nutzung der Abwärme möglich ist. Schon der Name *Abwärme* zeigt, dass wir keinen Wert in den – technisch gesprochen – Umwandlungsverlusten sehen. Es öffnet uns auch die Augen für die Qualität der Produkte, die uns die Natur bietet, für die Dienstleistungen der Biosphäre, die wir gerne gratis nutzen, auf die wir aber auch angewiesen sind.

Wir sind weit davon entfernt, durch Engineering und Kunst die synergetischen Ökosysteme der Natur nachbilden zu können. Das Experiment kann aber unser Staunen und unsere Bewunderung für die Wechselbeziehungen und Fragilität der Gleichgewichte in der Natur anregen und erneuern.

- 1 youngCaritas OÖ, Wasser ist Leben, [http://www.youngcaritas.at/sites/default/files/themenheft\\_wasser\\_hp.pdf](http://www.youngcaritas.at/sites/default/files/themenheft_wasser_hp.pdf) [abgerufen am 15.06.2018]
- 2 Die Zahlen in den Tabellen sind vom Autor auf Basis von Recherchen aus unterschiedlichen Quellen und Abschätzungen zusammengestellt worden.

the products offered by nature and the services provided by the biosphere – things we use free of charge and upon which our survival depends.

We are far from being able to emulate the synergetic ecosystems of nature by means of engineering and art. However, the experiment can encourage us, once again, to marvel at and admire the interrelations and fragility of the balances that exist in nature.

- 1 youngCaritas OÖ, Wasser ist Leben, [http://www.youngcaritas.at/sites/default/files/themenheft\\_wasser\\_hp.pdf](http://www.youngcaritas.at/sites/default/files/themenheft_wasser_hp.pdf) [accessed 15/06/2018]
- 2 The numbers in the tables have been compiled by the author based on research from different sources and estimates.

Published in:

"Urban Oasis – Markus Jeschaunig"  
Kerber Verlag, 2018  
ISBN: 978-3-7356-0510-8

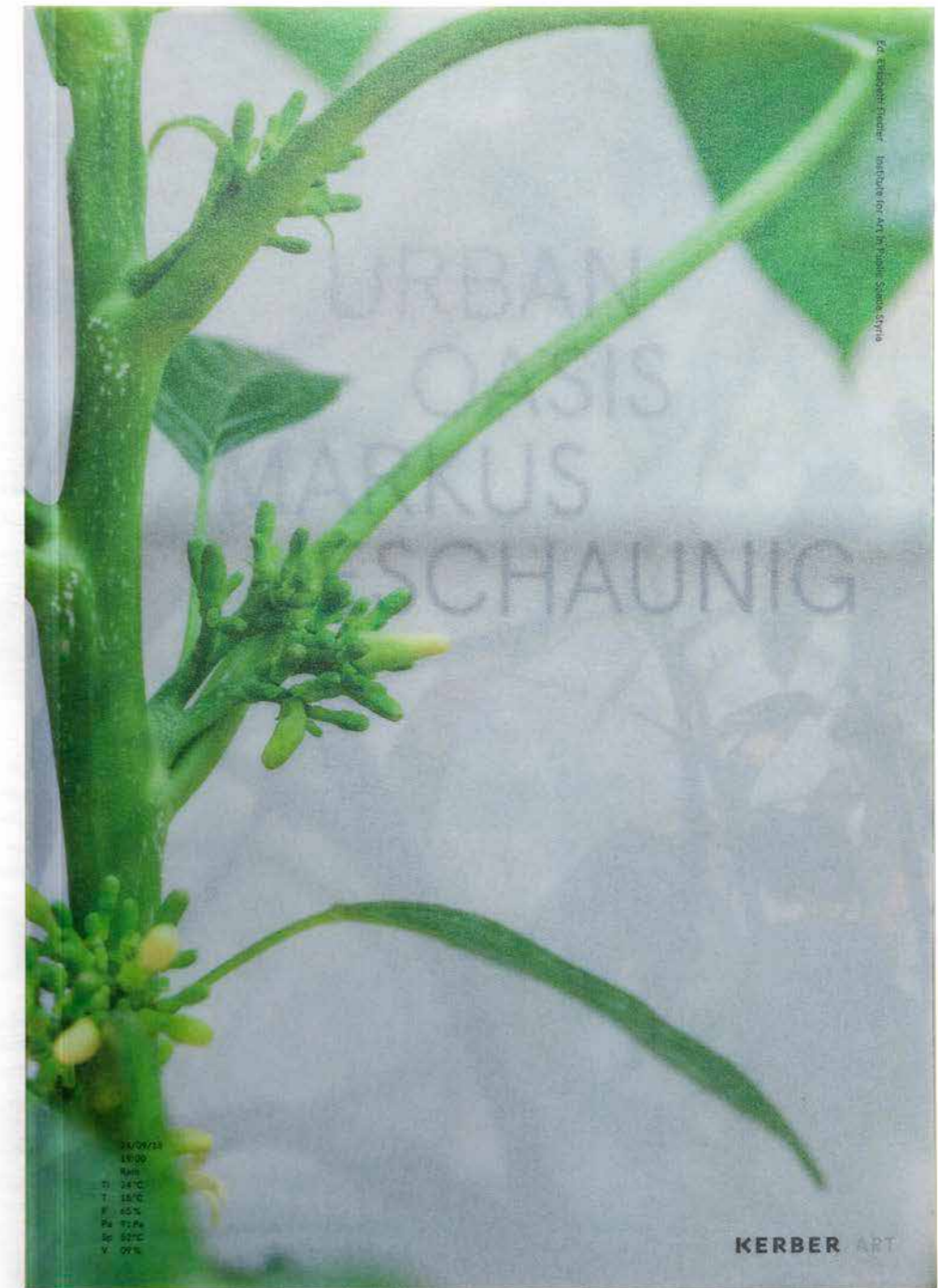


Photo (c) Margit Steidl

Elisabeth Fiedler geb. 1960 in Graz (AT). Studium der Kunstgeschichte, Geschichte und Philosophie an der Karl Franzens-Universität Graz, Regieassistentin beim ORF, Kulturredakteurin der Neuen Zeit, Mitarbeit im Grazer Kunstverein, 1992–1996 Referentin für Bildende Kunst im Forum Stadtpark Graz, Eröffnung und Programmierung des Forum Stadtpark Prag, 1996–2001 Referentin für Kunst im Büro des Kulturlandesrats für Steiermark, 2001–2006 Kuratorin und stellvertretende Leiterin der Neuen Galerie Graz, 2006–2011 Leiterin des Departments Kunst und Kulturgeschichte, seit 2011 Leiterin der Abteilung Kunst im Außenraum, Chefkuratorin des Österreichischen Skulpturen-parks und des Instituts für Kunst im öffentlichen Raum Steiermark, Universalmuseum Joanneum Graz, 2012 Lehrauftrag am Institut für Kunstgeschichte, Karl-Franzens-Universität Graz, Projektentwicklung, -umsetzung sowie Forschung, Vorträge und Publikationstätigkeit im Bereich Zeitgenössische Kunst.

Laurids Ortner Studierte Architektur an der TU Wien. 1967 Mitbegründer der Architekten- und Künstlergruppe Haus-Rucker-Co in Wien. 1976–87 Professor an der Universität für künstlerische und industrielle Gestaltung in Linz. 1987–2011, Professor für Architektur an der Kunstakademie Düsseldorf. 1990 Gründer von Ortner & Ortner Baukunst mit seinem Bruder Manfred Ortner.

Katrin Bucher Trantow \*1971 in St. Gallen (CH). Lebt und arbeitet in Graz. Seit 2003 arbeitet sie als Kuratorin, seit 2012 auch als Stv. Leitung und Chefkuratorin am Kunsthaus Graz (AT). Studium der Kunstgeschichte und Geschichte an der Universität Basel. 2001–2003 war sie Kuratorische Assistenz an der Kunsthalle Basel. Auswahl kuratierter Ausstellungen: Taumel, Navigieren im Unbekannten; Alina Szapocznikow, Kateřina Vincourová and Camille Henrot; Constantin Luser, Landschaft in Bewegung; Katharina Grosse; Berlinde de Bruyckere; Cittadellarte, Teilen und Verändern; Roboterträume (mit dem Museum Jean Tinguely, Basel); Leben? Biomorphe Formen in der Skulptur; Albert Oehlen; M Stadt, Europäische Stadtlandschaften; Sol LeWitt. Herausgeberin und Autorin verschiedener Kataloge und Künstler\_innen-Bücher; Beiträge in Publikationen wie Camera Austria International, Domus, Parnass.

Elisabeth Fiedler b. 1960 in Graz (AT). Studied art history, history and philosophy at Karl Franzens University of Graz, assistant director (film) at the ORF (Austrian broadcasting company), cultural affairs editor for Neue Zeit, collaborator with Grazer Kunstverein, 1992–1996 Visual arts adviser at Forum Stadtpark Graz, opening and programming of Forum Stadtpark Prague, 1996–2001 Art adviser at the office of the Styrian Provincial Councillor for Cultural Affairs, 2001–2006 Curator and deputy director of Neue Galerie Graz, 2006–2011 Head of the Department of Art and Cultural History, since 2011 Director of the department Art in Public Space, chief curator of the Austrian Sculpture Park and the Institute of Art in Public Space Styria, Universalmuseum Joanneum Graz, 2012 Teacher at the Institute of Art History, Karl Franzens University Graz, project development and realisation, and research, lectures and publications on contemporary art.

Laurids Ortner Studied architecture at the Vienna University of Technology (TU Wien). Co-founded the architect and artist group Haus-Rucker-Co in Vienna in 1967. Professor at the University of Art and Industrial Design in Linz from 1976–87. 1987–2011, Professor of architecture at the Art Academy Düsseldorf. Founder of Ortner & Ortner Baukunst with his brother Manfred Ortner in 1990.

Katrin Bucher Trantow \*1971 in St. Gallen (CH). Lives and works in Graz (AT). Since 2003, she works as curator and since 2012, as Chief Curator and Deputy Head at Kunsthaus Graz. She studied art history and history at the University of Basel. 2001–2003, she worked as assistant curator at Kunsthalle Basel. Selection of curated exhibitions: Dizziness, Navigating the Unknown; Alina Szapocznikow, Kateřina Vincourová and Camille Henrot; Constantin Luser, Landschaft in Bewegung, Katharina Grosse; Berlinde de Bruyckere; Cittadellarte, Sharing Transformation; Robot Dreams (with Museum Jean Tinguely, Basel); Life? Biomorphic forms in sculpture; Albert Oehlen; M Stadt, European Cityscapes; Sol LeWitt. Editor of different catalogues and artist books; contributions in e.g. Camera Austria International, Domus, Parnass.

Marcello Di Paola ist Forschungs- und Lehrbeauftragter für Politische Philosophie an der LUISS Universität, Rom, und Postdoc-Forscher für Pflanzenphilosophie an der Universität Wien. Zu seinen jüngsten Publikationen gehören Ethics and Politics of the Built Environment: Gardens of the Anthropocene (Springer 2017) und der Sammelband Plant Ethics: Concepts and Applications (Routledge 2018). Er war 2015 TEDx-Sprecher. Er ist professioneller Pflanzenzüchter, spezialisiert auf Sukkulente, und der Präsident von Minima Urbana, einem Netzwerk, das sich der Theorie und Praxis urbaner Nachhaltigkeit durch urbanes Gärtnern widmet.

Wolfgang Kessling ist Physiker und Partner bei Transsolar Energietechnik. Seine langjährige Erfahrung mit klimagerechtem Bauen und adaptiven Komfortkonzepten bringt er in internationalen Projekten mit weltweit bekannten Architekten ein. Sein Team hat maßgeblich das Klimakonzept für die zwei gekühlten riesigen Gewächshäuser in den Gardens by the Bay in Singapur entwickelt (2011). Für den Expo Pavillon Breathe Austria hat sein Team ein innovatives Konzept zu Nebelkunst und Kühlung des Außenraums installiert (2015). Er hält regelmäßig Vorträge auf internationalen Konferenzen und gibt Masterkurse zu Sustainable and Environmental Design an Universitäten in Asien, USA und Europa.

Tatjana Schneider ist Professorin für Geschichte und Theorie der Architektur und Stadt an der Technischen Universität Braunschweig und befasst sich derzeit insbesondere mit globalen Herausforderungen und der im Wandel begriffenen Rolle von Architekt\_innen und Architektur in unserer modernen Gesellschaft. (Architektur-) Vermittlung sowie Spatial Agency bilden weitere Arbeitsschwerpunkte. Schneiders Interesse gilt der Anwendung und Implementierung von theoretischen, methodischen und praktischen Ansätzen, die den Rahmen zeitgenössischer Debatten und Diskurse erweitern. Dies geschieht durch die Einbindung von politischen und ökonomischen Strukturen, die normative Vorstellungs-, Produktions- und Nutzungsformen von Räumen hinterfragen. Publikationen u. a.: *Spatial Agency. Other Ways of Doing Architecture* sowie *Agency: Working with Uncertain Architectures*.

Marcello Di Paola is a Research and Teaching Fellow in Political Philosophy at LUISS University, Rome, and a Postdoc Researcher in Philosophy of Plants at the University of Vienna. Among his most recent publications are Ethics and Politics of the Built Environment: Gardens of the Anthropocene (Springer 2017) and the edited volume Plant Ethics: Concepts and Applications (Routledge 2018). He was a TEDx speaker in 2015. He is also a professional horticulturalist, specializing in succulent plants, and the President of Minima Urbana, a network devoted to the theory and practice of urban sustainability through urban gardening.

Wolfgang Kessling is a physicist and partner at Transsolar Energietechnik. He contributes his many years of experience in climate-conscious construction and adaptive comfort concepts to international projects with world-famous architects. His team played a key role in developing the climate concept for the two giant cooled glasshouses in the Gardens by the Bay in Singapore (2011). For the Breathe.Austria Expo pavilion his team installed an innovative concept for mist art and exterior cooling (2015). He regularly holds lectures at international conferences and gives master courses on sustainable and environmental design at universities in Asia, the USA and Europe.

Tatjana Schneider is Professor for History and Theory of Architecture and the City at the Technical University Braunschweig. Current work focuses on global challenges and the changing role of architects and architecture in contemporary society, (architectural) pedagogy and spatial agency. She is interested in employing and implementing theoretical, methodological and practical approaches that expand the scope of contemporary debates and discourses by integrating political and economic frameworks that question normative ways of thinking, producing and consuming space. Her publications include *Spatial Agency. Other Ways of Doing Architecture* and *Agency: Working with Uncertain Architectures*.