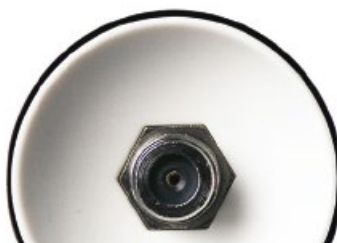
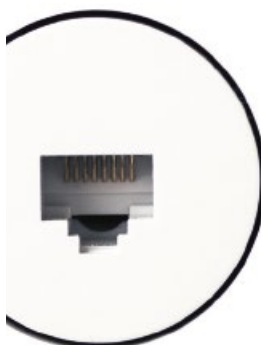


form



Design and Energy

Design Magazine
N° 263, Jan/Feb 2016
Established 1957

DE €16.90 AT € 17.90 CHF 25.00
BE €19.50 ES €22.90 FIN € 25.50
LU €19.50 ITA €19.50 FRA €19.50

4194205016907 06



Munich Creative
Business Week

Archive:
Paul Otlet

Studio
Sebastian Herkner

Design Ein Software-Update soll die Marke VW retten. Ein Problem, das jahrelang nicht lösbar schien, wurde jetzt innerhalb eines guten Monats mit ein paar Programmierkniffen und einem sogenannten Strömungstransformator, dessen Kosten sich im Cent-Bereich bewegen dürften, behoben. Chapeau, aber mit Verlaub, das klingt zunächst, wie es jüngst Michael Müller auf Spiegel Online treffend bezeichnete, nach einem Fluxkompensator, dem „Zeitflussverdichter“ aus „Back to the Future“, jener Film-Trilogie, der wir auch die Existenz des Hoverboards (↗ S. 14) zu verdanken haben. Nun geht es aber weniger darum, an der Schnelligkeit der VW-Ingenieure zu zweifeln, sondern eher darum, die Langsamkeit des Managements zu hinterfragen. Immer wieder nämlich gibt es auch außerhalb des Films Menschen, die ihrer Zeit voraus sind, sei es durch Spekulation (↗ S. 57) oder durch stringentes Weiterverfolgen gegenwärtiger Möglichkeiten. Die Historie der Elektromobilität (↗ S. 82) oder Paul Otlet's Erfindung des Internets avant la lettre (↗ S. 90) geben hiervon lehrreiche Beispiele. Entwicklungen scheitern oft nicht an den technischen Möglichkeiten oder den mangelnden Visionen Einzelner, sondern an der Bequemlichkeit und an wirtschaftspolitischen Interessen.

Kontext Es ist diese ungute Allianz aus Trägheit und Lobbyismus, die auch bei unserem Schwerpunktthema Energie (↗ S. 36) immer wieder mitschwingt. Anders wären jahrhundertelange unkontrollierte Waldrodungen zur Bauholz-, Brennholz- und Flächengewinnung, Umsiedlungen ganzer Ortschaften infolge des Kohleabbaus, kriegerische Konflikte um Öl und Gas und auch ein VW-Abgasskandal nicht zu verstehen. Design kann zu einem bewussteren Umgang mit Energie beitragen (↗ S. 38), kann von Suffizienz (↗ S. 54) über systemische Konzepte (↗ S. 65) bis hin zum schon erwähnten spekulativen Design unterschiedliche Aspekte einfließen lassen. Nicht zuletzt geben die Beispiele in unserem Design Guide to Energy (↗ S. 43) eine Vorstellung davon, dass es zu den oftmals als alternativlos bezeichneten fossilen oder nuklearen Technologien sehr wohl ressourcen- und umweltschonende Alternativen gibt.

Situation Gert Selle schreibt in seinem aktuellen Werk „Im Haus der Dinge“ (↗ S. 102): „Dinge sind intelligenter geworden, Gebraucher dümmer. Das Subjekt/-Objekt-Verhältnis zwischen den beiden Aktanten scheint sich umzukehren – erstmals in der Geschichte des werkzeugführenden Menschen, als noch Klugheit und Kraft die Hand steuerten. [...] Der Zauberlehrling wird heute damit belohnt, dass ihm eine Wischbewegung genügt, Gewünschtes herbeizuzitieren.“ Wir sollten dies nicht als Abgesang lesen, sondern als Aufforderung, den Dingen wachsam und nicht träge zu begegnen.

Mit dieser Ausgabe begrüßen wir sehr herzlich Sarah Schmitt bei uns im Team, die zukünftig zusammen mit Carolin Blöink und Susanne Heinlein die Gestaltung der form übernehmen wird. Am grundsätzlichen Layout werden wir festhalten, kleine Anpassungen haben wir jedoch vorgenommen und werden sie auch zukünftig nach Bedarf angehen.

Für die anstehenden Feiertage wünschen wir Ihnen Ruhe und Erholung. Wir freuen uns auf ein Wiedersehen 2016, bleiben Sie uns gewogen.

Stephan Ott, Chefredakteur

Design A software update is expected to save the VW brand. A problem that appeared impossible to solve for years has been rectified within a month with a couple of program adjustments and a flow transformer, which costs only a few cents. Kudos, but, if I may say so, and as recently aptly reported by Michael Müller on Spiegel Online, this sounds a bit like the “flux capacitor” from “Back to the Future”, the film trilogy which also gave rise to the existence of hoverboards (↗ p. 14). But, the issue is less about doubting the speed of VW engineers and more about questioning the tardiness of management. Time and again we come across people, also outside of film, who are ahead of their time, whether this is due to speculation (↗ p. 57) or the rigorous pursuit of existing opportunities. The history of electro mobility (↗ p. 82) or Paul Otlet's invention of the Internet avant la lettre (↗ p. 90) are a couple of instructive examples. Developments often do not fail due to the technical possibilities or the lack of vision of individuals, but rather due to complacency and political or economic interests.

Context It is this disquieting alliance between indolence and lobbying that is also constantly at work in our focus topic on energy (↗ p. 36). Otherwise, hundreds of years of uncontrolled forest clearing for construction timber, firewood, and space, the resettlement of entire communities due to coal mining, military conflicts for oil and gas and even a VW exhaust scandal would be absolutely incomprehensible. Design can raise awareness of the use of energy (↗ p. 38) and can flow into various aspects, from sufficiency (↗ p. 54) and systemic concepts (↗ p. 65) to the already mentioned speculative design. Ultimately, the examples in our design guide to energy (↗ p. 43) also show that resource conserving and environmentally friendly alternatives are available to fossil or nuclear technologies, which are often described as having no alternatives.

Situation In his current work “Im Haus der Dinge” [In the House of Things] (↗ p. 102) Gert Selle writes: “Things have become more intelligent, users dumber. The subject/object relationship between the two actants appears to be reversing – for the first time in the history of tool-using people, when intelligence and strength still guided the hand. [...] These days, the sorcerer's apprentice is rewarded with the idea that a swipe of the hand is enough to summon what is desired.” We should not consider this a swansong, but rather a challenge to ensure that we respond with vigilance rather than idleness to the things.

With this issue, we would like to warmly welcome Sarah Schmitt to our team, who will take over the design of form, together with Carolin Blöink and Susanne Heinlein, in the future. We will stick with the basic layout, but we have made a few minor adjustments and will continue to do so in future wherever appropriate.

We wish you relaxing and restful holidays. We look forward to seeing you again in 2016 and hope that you will stay with us.

Stephan Ott, Editor-in-Chief

Magazine

[/magazine/form263](#)

Drei ausgewählte Beiträge aus dem Heft mit zusätzlichem Bildmaterial können Sie online lesen.

You can read three selected articles from the magazine with additional visuals online.

- Mobilität in der Schwebe / Mobility in Limbo
- Pure Spekulation / Narrative World Constructions
- Mach es zu deinem Projekt / Craft and Design

[/magazine/form263/linklist](#)

Hier finden Sie alle Links dieser Ausgabe.

Here you will find all links for this issue.



[/dossiers](#)

Die im Heft mit dem unten aufgeführten Icon markierten Artikel werden auf unserer Webseite in der Rubrik Dossiers erweitert.

On our website at Dossiers you find further content to the articles in the magazine marked with the icon below.

- Seilbahnen/Ropeways
- Hochschulmagazine/Student Magazines

www.

Events

Besuchen Sie uns auf der Internationalen Möbelmesse in Köln vom 18. bis 24. Januar 2016 an Stand D 028 im Bereich Living Interiors in Halle 4.2. Am 18. Januar 2016 laden wir Sie herzlich zu einem Talk über die Neukonzeption der Autostadt Wolfsburg mit Konstantin Grcic und Friedrich von Borries ein. form wird außerdem vom 12. bis 16. Februar 2016 auf der Ambiente in Frankfurt am Main mit einem Stand (FOY 04 vor Halle 11) vertreten sein und auf der Munich Creative Business Week vom 20. bis 28. Februar 2016.

Visit us at the International Interiors Show in Cologne from 18 to 24 January 2016 at booth D 028 in the area living interiors in hall 4.2. You are warmly welcome to join a talk with Konstantin Grcic and Friedrich von Borries about the reconception of the Autostadt in Wolfsburg on 18 January 2016. form will also be present at Ambiente fair in Frankfurt/Main from 12 to 16 February 2016 (booth FOY 04 in front of hall 11) and at Munich Creative Business Week from 20 to 28 February 2016.

8 Seilbahnen/Ropeways

Pilatus
Cali
Matterhorn
La Paz / El Alto

12 Hochschulmagazine/ Student Magazines

Nerv
Zur Quelle
UnAufgefordert
KSZ

14 Mobilität in der Schwebe / Mobility in Limbo

Ninebot Mini
Hoverboard
Walk Car
Slide

16 Nahtlos/Seamless

Maria Valdez
Ceno Tec
Under Armour

18 Critical Design

Warriors of Downpour City
New Time
Another Skin
Juri
Autodiscipline Wearable Jewellery

22 Research

Underworlds
Pineskins
Plasma Comb

26 Fairs

MCBW 2016

28 Agenda

Exhibitions, fairs, festivals, events, conferences, symposia and competitions

Focus

38 Energie ist unsichtbar Visible Change

Text: Franziska Porsch

Überall dort, wo sich die Unsichtbarkeit von Energie materialisiert, ist ein anderer Umgang mit ihr gestaltbar und damit ebenfalls eine Frage des Designs.

Design plays its part in this complex field – because wherever energy, so often invisible to the naked eye, takes on a material form, a different approach to it can be designed.

43 A Design Guide to Energy

Eine Sammlung designrelevanter Grundlagen, Konzepte und Produkte zum Thema Energie unter den Stichworten Gewinnen, Übertragen, Speichern, Nutzen und Wiederverwenden.

A compilation of design-relevant principles, concepts, and products on the topic of energy under the five key words generating, transmitting, storing, utilising and reusing.

54 Size Does Matter

Interview: Stephan Ott, Franziska Porsch

Man muss sich fragen, was der Verbraucher wirklich benötigt, was er möchte und wo er unter Umständen bereit wäre, Einschränkungen zu akzeptieren.

we have to ask ourselves what consumers really need, what they want and where they might conceivably be prepared to accept constraints.

57 Pure Spekulation Narrative World Constructions

Text: Ludwig Zeller

Ziel ist es, Denkanstöße dafür zu geben, wie sehr der Status quo der Welt veränderlich sein könnte, und welche Position die Betrachter als Bürger und Teilhaber dazu beziehen.

The goal is to set an impulse for thinking about the malleability of today's status quo, and to make the beholder position himself as citizen and participant.

65 Power to the People

Text: Jessica Sicking

Die Anerkennung von Komplexität und die Integration in ein umfassendes System aus Produkten und Dienstleistungen ist die einzige Möglichkeit, einen funktionierenden Lösungsansatz zum Thema Energie und allen damit verbundenen Problematiken zu entwickeln.

Developing a workable solution to the energy problem and related issues lies in our ability – and willingness – to acknowledge its complexity and to integrate the available products and services into an all-inclusive system.

Files

70 Studio Sebastian Herkner

Text: Jessica Sicking

73 Anna Lomax Born and Bred in London

Text: Adam Štěch

77 Mach es zu deinem Projekt Craft and Design

Text: Susanne Heinlein

82 Discourse Design Perspectives 4 Form Follows Panic

Text: Elmer D. van Grondelle

86 Carte Blanche Daniel Temkin Straightened Trees

Text: Marie-Kathrin Zettl

90 Archive Paul Otlet Vom Wissen der Welt zum Weltfrieden

Text: Anthon Astrom

97 Material Energetic Materials

Text: Efrat Friedland

102 Media New books, DVDs, magazines, websites and apps

Gert Selle: Im Haus der Dinge Versuch einer phänomenologischen Orientierung

Text: Jörg Stürzebecher

- 3 Editorial
- 109 Imprint/Credits
- 110 Outtakes
- 113 Index
- 114 Preview

Energetic Materials

Text: Efrat Friedland

Übersetzung: Jessica Sicking

Worum handelt es sich eigentlich bei Energie, diesem nicht greifbaren, vagen, aber doch messbaren Gut? Eine allgemeine Beschreibung, die versucht, Energie zu definieren, beschreibt sie als „die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten“¹. Ein bekanntes, alltägliches Beispiel hierfür ist unser Körper, der als System die Nahrung, die wir zu uns nehmen, als Energiequelle nutzt.

Graue Energie

Eine weitere Form der Energie ist die sogenannte **graue Energie**, die Summe aller Energien, die für die Her- oder Bereitstellung eines Produkts beziehungsweise einer Dienstleistung benötigt wird, als wäre die Energie in das Produkt eingearbeitet oder in ihm enthalten. Studien aus den USA haben am Beispiel von Lebensmitteln herausgefunden, dass man bei einer durchschnittlichen amerikanischen Ernährungsweise ungefähr sieben bis zehn fossile Brennstoff-Kalorien aufwenden muss, um jede Kalorie, die in den Lebensmitteln enthalten ist, zu produzieren und zu transportieren.² Dabei handelt es sich um die tatsächliche Energiemenge, die in den Lebensmitteln enthalten ist. Das Messen der grauen

Energie ermöglicht es uns, die Menge der Energie, die ein Produkt produziert oder einspart, mit der Menge der für die Produktion benötigten Energie zu vergleichen. Bei diesem Produkt kann es sich um natürliche Lebensmittel, verarbeitete Lebensmittel, Ausgangsmaterialien, Halbzeuge, ein Objekt oder sogar ein Gebäude handeln. Wenn es darum geht, die graue Energie zu bestimmen, müssen wir die Energie berechnen, die für Rohstoffgewinnung, Transport, Bearbeitung, Montage, Installation, Demontage, Rückbau oder Abbau benötigt wird. Das alles dient der Unterstützung einer fundierten Entscheidungsfindung bezüglich der Verbesserung unseres Umgangs mit Energie.

- 1 Zitiert nach <https://de.wikipedia.org/wiki/Energie> (zuletzt geprüft am 20. November 2015).
- 2 Martin C. Heller, Gregory A. Keoleian, *Life Cycle-based Sustainability Indicators for Assessment of the U.S. Food System*, Ann Arbor: Center for Sustainable Systems, University of Michigan, 2000.

Graue Energie / Embodied Energy

Graue Energie beschreibt die für die Herstellung und Bereitstellung von Produkten benötigte Energie und beinhaltet somit auch die Energie, die für die Produktion, den Transport, die Lagerung oder die Entsorgung eines Produkts benötigt wird. So ist es nicht überraschend, dass der Wert der grauen Energie deutlich über dem von Konsumenten einsehbaren Verbrauch liegt. Der Energieverbrauch wird standardmäßig in der Einheit Joule (J) angegeben: ein Joule ist eine Wattsekunde (Ws). Die Ermittlung der grauen Energie geschieht durch die komplexe Erhebung der benötigten Daten im Rahmen einer professionellen Berechnung von Ökobilanzen.

- **Embodied energy describes the energy required to manufacture and prepare products and also includes the energy required for the production, transport, storage and the disposal of a product. As a result, it is no surprise that the value of embodied energy is well above the consumption visible to consumers. Energy consumption is generally indicated in joules (J): one joule is one watt second (Ws). Embodied energy is determined using a complex survey of the required data as part of a professional calculation of life cycle assessments.**

Rüdiger Paschotta, *Energie Lexikon*, verfügbar unter / available at https://www.energielexikon.info/grau_energie.html (zuletzt geprüft am / last checked on 24 November 2015).

Energy. This untouchable, intangible though measurable property – what is it exactly? One common description that attempts to define it is “the ability of a system to perform work”¹. Taking a common, everyday example would be our body as a system and food as the source of energy.

Embodied Energy

An additional form of energy is **embodied energy**, which is the sum of all the energy required to produce any product or service, as if that energy was incorporated or “embodied” in the product itself. Taking food as an example, studies in the US found that it takes about seven to ten fossil fuel calories to produce and transport each food calorie in the average American diet.² This is the actual amount of energy, embodied in the food. Measuring

- 1 Quoted by <https://en.wikipedia.org/wiki/Energy> (last checked on 20 November 2015).
- 2 Martin C. Heller, Gregory A. Keoleian, *Life Cycle-based Sustainability Indicators for Assessment of the U.S. Food System*, Ann Arbor: Center for Sustainable Systems, University of Michigan, 2000.

In Wohngebäuden macht die graue Energie in den meisten Fällen zwischen 30 und 100 Prozent des Energiekonsums während des gesamten Lebenszyklus aus.³ Dieser wird als die Menge von nicht erneuerbaren Energien pro Baumaterial-, Komponenten- oder Systemeinheit bemessen und in Megajoule (MJ) oder Gigajoule (GJ) pro Gewichtseinheit (Kilogramm oder Tonne) oder Fläche (Quadratmeter) angegeben. Eine weitere, messbare Energieform ist die sogenannte Betriebsenergie, die alle Energie beschreibt, die benötigt wird, um ein Gebäude während seiner gesamten Lebensdauer zu bewirtschaften (Heizung, Kühlung, Ventilation, Licht etc.). Wenn man sich ausschließlich auf die Materialkonstruktion beschränkt, muss die graue Energie (MJ/kg), der Kohlenanteil (CO₂/kg) und die Dichte jedes Materials berücksichtigt werden; zu den wichtigsten Informationen zählen deshalb auch immer die Bezugsquellen und örtliche Lieferanten für ein Material sowie dessen Gewicht und Volumen. Sobald die Berechnung abgeschlossen ist, können Entscheidungsträger wie Entwickler, Architekten, Bauherren und Konsumenten ihre Wahl begründen. Gebäude sollten entworfen und Materialien so selektiert werden, dass sie die graue Energie durch Faktoren wie Klima, Verfügbarkeit von Materialien und Transportkosten ausgleichen. Leichtbaumaterialien weisen zwar in vielen Fällen eine niedrigere graue Energie auf als schwergewichtige Materialien, können aber in einigen Fällen zu einem höheren, tatsächlichen Energieverbrauch führen.

Beton, Stahl oder Holz

Bei der Wahl der Baumaterialien sollte die graue Energie vor allem in Bezug auf ihre Beständigkeit, Trennbarkeit, lokalen Erschließungsmöglichkeiten, Verwendung von recycelten Bestandteilen, Verwendung von erneuerbaren Energiequellen und ihre Abfallproduktion Beachtung finden. Wenn der Einsatz von Beton, Stahl oder [Holz](#) zur Diskussion steht, sollte die geografische Lage des Gebäudes sowie das dortige Klima nicht außer Acht gelassen werden. Angenommen, dass Holz in einem bestimmten Gebiet ausreichend vorkommt und die Forstverwaltung und Rodung nachhaltig betrieben wird, dann kann es sein, dass Holz durchaus die beste Wahl als Baumaterial darstellt. Holz ist ein Material, das, verglichen mit vielen anderen Materialien, nur eine minimale Menge an energiegestützter Verarbeitung erfordert und nur ein geringes Maß an grauer Energie aufweist. Die Sonne stellt die Energie zur Verfügung, die für das Wachstum des Baums benötigt wird; gesägte Vollholzprodukte weisen zudem ein geringeres Maß an grauer Energie auf, wohingegen hölzerne Produkte, die mehrere Verarbeitungsschritte durchlaufen (beispielsweise Sperrholz), auch bei der Produktion mehr Energie benötigen – jedoch deutlich weniger als nicht-hölzerne Alternativen.⁴ Die zelluläre Struktur von Holz fungiert durch das Einschließen von Luft in seinen Zellwänden als natürliches Isolationsmaterial. Eine niedrige Leitfähigkeit und gute Isolationsseigenschaften

machen es beim nachhaltigen Bauen zu einer guten Wahl. Im Vergleich zu Holz leitet Stahl Wärme bis zu 400-mal schneller, seine hohe Leitfähigkeit und sein hoher [Wärmebrückenfluss](#) führen aber gleichzeitig zu einem erhöhten Energiebedarf für Heizung und Kühlung: So benötigt Stahl zusätzliche Isolation, um an den Isolierungsgrad von Holz heranzureichen. Bei der Berechnung der gesamten grauen Energie jedes einzelnen Materials, verdeutlichen die Ergebnisse, dass Stahl und Beton im Vergleich zu Holz 26 beziehungsweise 57 Prozent mehr Energie enthalten, 34 beziehungsweise 81 Prozent mehr Treibhausgase ausstoßen, 24 beziehungsweise 47 Prozent mehr Schadstoffe in die Luft abgeben, 400 beziehungsweise 350 Prozent mehr Wasserverschmutzung verursachen, acht beziehungsweise 23 Prozent mehr Abfall produzieren und elf beziehungsweise 81 Prozent mehr Ressourcen bei der Produktion benötigen.⁵

Energieanalyse bei Produkten

Eine vergleichbare Analyse zur grauen Energie eines Produkts kann trotz seiner geringeren Größe im Vergleich zu einem Gebäude deutlich komplexer ausfallen. Basierend auf den verschiedenen Ausgangsmaterialien, Oberflächenbehandlungen, elektronischen Komponenten, Grafiken und Herstellungsprozessen, könnte man

- 3 Richard Haynes, *Embodied Energy Calculations within Life Cycle Analysis of Residential Buildings*, Etool, 2013.
- 4 Robert H. Falk, *Wood as a Sustainable Building Material*, Madison: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010, S. 508.
- 5 Canadian Wood Council, *Energy and the Environment in Residential Construction*, Sustainable Building Series, 2004.

Holz/Wood

„Im Bereich der Werkstoffe vereint Holz beide Eigenschaften optimal, denn es ist nach Wasser einer der besten Wärmespeicher und nach Pulverschnee – noch weit vor vielen anderen Werkstoffen – aufgrund seiner schlechten Wärmeleitfähigkeit einer der besten Wärmeisolatoren; es wirkt nämlich lediglich eine dünne Oberflächenschicht des Holzes als Wärmespeicher (daher ist bei der Verwendung auch nur der Einsatz dünner Schichten sinnvoll). So eignet sich Holz im Innenausbau etwa hervorragend für Fußböden. Holz und Holzwerkstoffe sind aber auch insgesamt gerade in klimatisch rauen Gegenden sehr gut als Baustoffe geeignet: Sie sind natürliche Isolatoren und vergleichsweise schwitzwasserfreie Materialien.“

● “Wood combines both qualities in an ideal way, as it is, after water, one of the best heat storage materials, and after powder snow – and far ahead of any other materials – on account of its poor thermal conductivity, one of the best heat insulators; only a thin surface layer of wood works as heat storage (therefore when used as such only thin layers should be employed). In interior fitting-out wood is therefore ideal for floors. Wood and wood-based materials are also in general an ideal material in harsher climates in particular: they are natural insulators and comparatively free of condensation.”

Barbara Glasner, Stephan Ott, *Wonder Wood. Holz in Design, Architektur und Kunst*, Basel: Birkhäuser Verlag, 2012, S./p. 261.

Wärmebrückenfluss/Thermal Bridge Flux

Als Wärmebrückenfluss bezeichnet man Bereiche in der thermischen Gebäudehülle, bei denen aufgrund von Materialwechsel in der Bauteilebene, der Bauteilgeometrie, konstruktiven Zwängen oder Fugen und Undichtigkeiten während der Heizperiode gegenüber dem ungestörten Bauteil erhöhte beziehungsweise zusätzliche Wärmeabflüsse auftreten. Dagegen sinkt auf der inneren Seite von Außenbauteilen die Oberflächentemperatur örtlich begrenzt stark ab.

● Thermal bridge flux refers to the areas in the thermal building envelope in which material changes at the part level, the part geometry, structural forces or joints and leaks lead to additional thermal outflows during the heating period compared to the intact parts of the building. Thereby the surface temperature falls dramatically in certain places on the inner side of the external parts.

Deutsche Energie-Agentur GmbH, *Energieeffizienz im Gebäudebereich*, 2008, S./p. 4.

embodied energy enables us to compare the amount of energy produced or saved by a product to the amount of energy consumed in producing it. This product could be natural food, processed food, a raw material, a semi-finished material, an object, and even a building. In determining their embodied energy, we must assess the energy required for the raw material extraction, transportation, manufacturing, assembly, installation, disassembly, deconstruction, and/or decomposition. All this, to assist in making informed decisions that lead to improvements in the way we use energy.

In residential buildings, embodied energy typically represents between 30 and 100 per cent of the total life cycle energy consumption.³ It is measured as the quantity of non-renewable energy per unit of building material, component or system. It is expressed in megajoules (MJ) or gigajoules (GJ) per unit weight (kilogramme or tonne) or area (square metre). The other form of energy that is measured is operational energy, indicating the energy needed to operate a building during its lifetime (heating, cooling, ventilation, lighting, etc.). If we only focus on the construction materials used for a building, we should take into account that each material contains embodied energy (MJ/kg), embodied carbon (CO₂/kg) and density. Important information is also the source and any local suppliers of the material, as well as weight and volume. Once the calculations are complete, decision makers as developers, architects, builders, and consumers could justify their choices. Buildings should be designed and materials selected to balance embodied energy with factors such as climate, availability of materials, and transport costs. Lightweight building materials often have lower embodied energy than heavyweight materials, but in some situations, lightweight constructions may result in higher energy use.

- 3 Richard Haynes, *Embodied Energy Calculations within Life Cycle Analysis of Residential Buildings*, Etool, 2013.

erwarten, dass hierfür eine komplizierte Reverse Engineering-Berechnung vorgenommen werden muss. Betrachtet man den stetig wachsenden Polymermarkt mit seinen mehr als 80.000 kommerziell verfügbaren Polymeren, kann diese Berechnung zu einem langen und komplizierten Prozess der Materialauswahl führen. Als die meisten Polymere bis vor einigen Jahrzehnten noch als Lowtech-Materialien galten, war vor allem der Preis das wichtigste Vergleichsmerkmal. Später, als Hightech-Polymere hinzukamen, wurde die Leistungsfähigkeit wichtiger als der Preis. Heutzutage kommen zu den oben genannten Kriterien auch noch Überlegungen wie ökologische Effekte, graue Energie und Lebensdauer (Nachhaltigkeit) hinzu. Einwegbesteck beispielsweise wird in den meisten Fällen aus PS (Polystyrol) oder PE (Polyethylen) hergestellt, das auf fossilen Brennstoffen basiert. Eine aktuelle Alternative zu diesen Materialien stellt PLA (Polymilchsäure) dar, das aus Mais und in Zukunft sogar aus Zucker, Rüben oder Reis hergestellt wird. Die Berechnung der grauen Energie für PLA resultiert in einen Wert von 54 MJ/kg, für PE in ungefähr 80 MJ/kg. Indes beträgt die CO₂-Emission für PLA 3,84 kg und für PE 2,0 kg je produziertem Kilogramm. Was weiter zur Komplexität der Formulierung einer nachhaltigen Strategie beiträgt, ist die Tatsache, dass die Produktion von PLA zur Zeit noch auf weltweit zwei Firmen beschränkt ist: Nature Works in den USA und Corbion in Thailand.

Die Berechnung der grauen Energie ist eine Sache, was aber ist mit der Energie, die physisch im Material gespeichert ist? Wir wissen, dass es leitfähige und isolierende Materialien gibt. Jahrelang wurden Polymere der zweiten Kategorie zugeordnet. Konventionelle Polymere wie Kunststoff oder Gummi zeigen eine deutliche Resistenz gegenüber elektrischer Leitfähigkeit. Polyacetylen wurde in den 1970er-Jahren entwickelt und erregte mit seiner besonderen Leitfähigkeit großes Aufsehen, bei Forschern und Ingenieuren gleichermaßen. Jahre später, im Jahr 2000, erhielten Alan J. Heeger, Alan G. MacDiarmid und Hideki Shirakawa für ihre Entdeckung und die Entwicklung von [elektrisch leitfähigen Polymeren](#) den Nobelpreis.

Leitfähige Polymere, auch „synthetische Metalle“ genannt, sind aufgrund ihrer interessanten Eigenschaften sowie ihrer vielfältigen Leitfähigkeit, Einfachheit in der Produktion, mechanischen Stabilität, ihres geringen Gewichts und ihrer niedrigen Kosten in den Fokus der Forschung gerückt. Für besondere Anwendungen können sie relativ leicht mit einer Nanostruktur versehen werden und so für eine Vielzahl von Anwendungen bei der Generierung und Speicherung von Energie zu einer wertvollen Alternative werden. Erst kürzlich sind leitende

[Elektrisch leitfähige Polymere / Electrically Conductive Polymers](#)

Im Jahr 2000 erhielten Alan J. Heeger, Alan G. MacDiarmid und Hideki Shirakawa gemeinsam den Nobelpreis für ihre Entdeckung und Arbeit an elektrisch leitfähigen Polymeren. Um ein Polymer leitfähig zu machen, muss es die Eigenschaften von sich frei bewegenden Elektronen (wie bei Metall) imitieren. Kunststoffe sind Polymere, deren Struktur sich in langen Ketten regelmäßig wiederholt. Um eine elektrische Leitfähigkeit zu entwickeln, muss diese Kette zusätzliche einfache und doppelte Verbindungen zwischen den Carbon-Atomen aufweisen. Zudem müssen Elektronen mittels Oxidation oder Induktion entfernt werden, so dass sich die Elektronen dank der entstandenen Lücken freier bewegen können, wie es bei Metall der Fall ist.

• In 2000 Alan J. Heeger, Alan G. MacDiarmid, and Hideki Shirakawa received the Nobel Prize for their discovery and work on electrically conductive polymers. To enable a polymer to become conductive, it needs to imitate the properties of freely moving electrons, as is the case for metal. Plastics are polymers, whose structure is regularly repeated in long chains. To become electrically conductive, this chain needs to have additional single and double bonds between the carbon atoms. Electrons must also be removed using oxidation or induction so that the electrons can move freely in the gaps that arise as a result (as is the case for metal).

[nobelprize.org](#)

[Concrete, Steel or Wood](#)

When selecting building materials, the embodied energy should be considered with respect to their durability, ease of separation, local sourcing, use of recycled content, use of renewable energy sources, and their production of waste. Questioning the use of concrete, steel or [wood](#) should not overlook the geographic position of the building and the climate. Assuming wood in a certain area is abundant and forest management and harvesting are dealt in a sustainable manner, it could be the best choice as a construction material. Wood, a material that requires a minimal amount of energy-based processing, has a low level of embodied energy relative to many other

materials. The sun provides the energy to grow the trees. Solid sawn wood products have the lowest level of embodied energy whereas wood products, requiring more processing steps (for example plywood), require more energy to produce but still significantly less than their non-wood counterparts.⁴ The cellular structure of wood acts as a natural insulator by trapping air within its cell walls. Low conductivity and good insulation properties make it the material of choice when building to meet sustainable design goals. As a benchmark, steel conducts heat 400 times faster than wood. High conductivity causes [thermal bridge flux](#) leading to increased energy use for heating and cooling. As such, steel requires additional insulation to match the insulating properties of wood. When the total embodied impact of each material was calculated, the findings showed that steel and concrete embody 26 and 57 per cent more energy relative to wood, emit 34 and 81 per cent more greenhouse gases, release 24 and 47 per cent more pollutants into the air, discharge 400 and 350 per cent more water pollution, produce eight and 23 per cent more solid waste, and use eleven and 81 per cent more resources.⁵

[Energy Analysis of a Product](#)

A similar embodied energy analysis of a product, as much as the product is smaller than a building, might be even more challenging. Including the various raw materials, surface treatments, electronic components, graphics, and assembly procedures, one could expect to conduct a complex reverse engineering measurement. Observing the ever-growing polymer market, with now over 80,000 commercially available polymers, could result in a long and complex material selection process. Decades

ago, when most available polymers were considered low-tech, price was usually the benchmark point. Later, once high-tech polymers emerged, their performance evaluated over price. Nowadays, additionally to the above-mentioned criteria, are considerations of environmental effect, embodied energy and longevity (sustainability). Taking disposable cutlery as an example, which is mostly produced from either PS (polystyrene) or PE (polyethylene), based on fossil fuel. A recent alternative is PLA (polylactic acid) based on corn and in the future sugar, beet, and rice. An embodied energy calculation results in 54 MJ/kg for PLA and around 80 MJ/kg for PE. However, the CO₂ emission of PLA is 3.84 kg/kg produced and of PE is 2 kg/kg produced. What might add to the complexity of making a sustainable strategy in this case, is the fact that so far PLA production is limited to only two companies worldwide, Nature Works in the US and Corbion in Thailand.

Calculating the embodied energy of materials is one thing, but what about the energy that is physically stored inside them? We know there are conductive materials and isolating materials and for years, polymers were regarded as part of the second group. Conventional polymers such as plastics, rubbers and the like offer significant resistance to electrical conduction. However, in the 1970s conductive polyacetylene was invented and received significant attention from both science and engineering communities. Years later, in 2000, the Nobel Prize was awarded to Alan J. Heeger, Alan G. MacDiarmid, and Hideki Shirakawa for their discovery and development of [electrically conductive polymers](#).

Conducting polymers, or as they are referred to “synthetic metals” have become a focus of research due to their interesting properties, such as a wide range of conductivity, ease of production, mechanical stability, light weight, and low cost. They could, relatively easy, be nano-structured to meet the specific application. Thus, they have become valuable materials for many applications, such as energy storage and generation. Recently, conducting polymers have been studied for use in [supercapacitors](#), batteries, and fuel cells.⁶ One of the few companies that nowadays commercially produce conductive polymers is the German company Heraeus with their trademark Clevios. It is transparent and flexible and its electrical conductivity results from the delocalisation of electrons along the polymer backbone. The product is offered as the monomer for polymerisation, as

4 Robert H. Falk, *Wood as a Sustainable Building Material*, Madison: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010, p. 508.

5 Canadian Wood Council, *Energy and the Environment in Residential Construction*, Sustainable Building Series, 2004.

6 Muhammad E. Abdelhamid, Anthony P. O'Mullane, Graeme A. Snook, *Storing Energy in Plastics: A Review on Conducting Polymers and their Role in Electrochemical Energy Storage*, RSC Advances, Issue 15, 2015.

Polymere auf eine mögliche Anwendung in [Superkondensatoren](#), Batterien und Brennstoffelementen hin untersucht worden.⁶ Eine der wenigen Firmen, die derzeit leitfähige Polymere kommerziell herstellen, ist die deutsche Firma Heraeus mit ihrer Marke Clevios. Das Material ist transparent und flexibel und seine elektrische Leitfähigkeit resultiert aus der Delokalisierung der Elektronen entlang des Rückgrats des Polymers. Das Produkt wird als Monomer für die Polymerisation in Form von sauberer, wasserbasierter Dispersion oder als verwendungsbereite Rezeptur aus Lösungsmitteln und Zusätzen angeboten. Zu den vielen Anwendungen gehören antistatische Beschichtungen, OLED-Displays und -Leuchten, Touchscreens, gedruckte Elektronik und [organische Solarzellen](#).

Von Elektrizität zu Wärme

In den vergangenen Jahren ist es nur wenigen Herstellern gelungen, thermoleitende Polymere zu entwickeln. Ein kommerziell zu erwerbendes Material ist Thermo-Tech, das in den USA von Poly One hergestellt wird. Es wurde entwickelt, um die Eigenschaften von Metall bei der Übertragung von Wärme und Kühlung mit den Vorteilen von Formfreiheit, Gewichtsreduktion und geringeren Kosten zu kombinieren. Diese Verbunde weisen eine erhöhte thermische Leitfähigkeit auf, die die Leitfähigkeit von konventionellem Kunststoff um das 50- bis 100-fache übertreffen und bei einer Vielfalt von Anwendungen in Bezug auf die Organisation des Wärmehaushaltes Verwendung finden können. Dies kann ein Vorteil für Designer sein, wenn es darum geht, Lösungen für hitzeempfindliche Anwendungen zu entwickeln, die Wärme gleichmäßig über das gesamte Produkt und weg von der Wärmequelle abgeben. Bei den Anwendungen könnte es sich um Komponenten für Automobile, Haushaltsgeräte, Unterhaltungs- und andere Elektronik handeln. Eine weitere Entdeckung des gleichen Herstellers ist der Formgedächtniswerkstoff

TPE (thermoplastischer Elastomer). Hierbei handelt es sich um Materialien, die, wenn sie mit thermischen Reizen in Berührung kommen, in diesem Fall mit heißem Wasser, ihre Form verändern. Mögliche Anwendungen für diese Materialien sind vielfältig, befassen sich aber in den meisten Fällen mit kundenspezifischen, ergonomischen Optimierungen für eine Vielzahl von Anwendungen im Sportbereich,

Superkondensator/Supercapacitor

Superkondensatoren dienen ähnlich wie Akkus der Speicherung von Energie; im Gegensatz zu gewöhnlichen Akkus oder Batterien wird die Energie allerdings elektrisch und nicht elektrochemisch gespeichert. So ermöglichen sie extrem kurze Ladezeiten und finden mittlerweile auch schon in der Automobilbranche Anwendung.

• **Supercapacitors play a similar role to batteries in storing energy. However, in contrast to conventional batteries, the energy is stored electrically and not electrochemically. They enable extremely short charging times and are already in use in the automotive industry.**

Jürgen Rees, *Der bessere Stromspeicher fürs Elektroauto*, verfügbar unter / available at <http://www.zeit.de/auto/2012-10/superkondensatoren-autotechnik> (zuletzt geprüft am / last checked on 24 November 2015).

neat water based dispersions or as ready-to-use formulations mixed with solvents and additives. Among the many applications are: anti-static coating, OLED displays and lightings, touchscreens, printed electronics, and [organic solar cells](#).

From Electricity to Heat

In recent years a few manufacturers have managed to develop thermo-conductive polymers. One commercially available is Thermo-Tech, produced by US-based Poly One. It has been engineered to combine the heat transfer and cooling capabilities of metals with the design freedom, weight reduction, and cost advantages of thermoplastics. These compounds have been shown to improve thermal conductivity by 50 to 100 times that of conventional plastics and can be used in a wide range of thermal management applications. This could come as an advantage for designers once tailoring a solution for heat-sensitive applications, by enabling heat to be distributed evenly throughout the part and away from the heat source. Applications could include automotive components, home appliances, consumer electronics, and electronics. Another recent development from the same manufacturer is a shape memory TPE (thermoplastic elastomer). These are stimuli-responsive materials that change their shape once exposed to thermal stimulus, in this case hot water. Possibilities of implementation of these materials are numerous, mainly creating user-customised ergonomic enhancements for a variety of applications in the sports, consumer, and healthcare industry. These shape memory materials, whether standard or custom, can be coloured, injection moulded, extruded or moulded on PP.

Organische Solarzellen / Organic Solar Cells

Organische Solarzellen bestehen aus Polymeren und stellen dank ihrer Flexibilität und Effizienz neue Möglichkeiten für die Anwendung auf unterschiedlichsten Materialien dar. Gegenüber herkömmlichen (Silizium-)Solarzellen weisen organische Solarzellen geringere Herstellungskosten, mehr Flexibilität und Transparenz und eine energieeffizientere Herstellung auf; deutliche Nachteile sind allerdings ein geringerer Wirkungsgrad, ein daraus resultierender größerer Flächenbedarf und bisher auch noch eine ungenügende Langzeitstabilität der organischen Verbindungen.

• **Organic solar cells consist of polymers whose flexibility and efficiency have opened up new possibilities for the use on different materials. Compared to conventional (silicon) solar cells, organic solar cells have lower production costs, more flexibility and transparency, and a more energy-efficient production. However, significant disadvantages are their lower efficiency and associated higher space requirement and the, as yet, insufficient long-term stability of the organic bonds.**

Organic Solar Cells, verfügbar unter / available at <http://www.weltderphysik.de/gebiet/technik/energie/gewinnung-umwandlung/solarenergie/photovoltaik/organische-solarzellen/> (zuletzt geprüft am / last checked on 3 December 2015).

Self-healing

A fascinating field of material research focuses on self-healing materials. There are four main types of these; materials with embedded "healing agents", materials with a kind of internal "vascular" circulation analogous to blood that might also contain healing agents, shape memory materials, and reversible polymers. The last group mentioned, usually uses an external energy source to trigger the healing process. One example is UV light used to heal scratches on a polymer film. Researchers at Case Western Reserve University, namely a team led by Stuart Rowan, is working on structurally dynamic polymers that respond to stimuli like ultraviolet light.⁷ These materials are called metallo-supramolecular polymers and are made by essentially binding metal ions and polymers. The film material acts like a normal polymer until it's exposed to ultraviolet light (similar in intensity to the lamps dentists use when filling teeth). When exposed, the polymer absorbs heat locally. This heats up a reversible bond and the result is the reorganisation of the system. Simply said, one can shine a light on a scratched film and the scratch disappears. Sounds quite simple, especially with an abundant resource as the sun. However, what happens to the healing process when sun is unavailable? A solution to this obstacle is being developed by a Clemson University research group led by Marek Urban. In this case, sugar is being used.⁸

Energetic Pressure

Also pressure can be regarded as a form of energy. It is measured as the force applied perpendicular to the surface of an object per unit area over which that force is distributed. One company that managed to channel pressure into effecting the electric conductivity of a polymer is the UK-based Peratech. Their proprietary QTC technology is the acronym for "Quantum Tunnelling Composite". Simply described, QTC materials change their electrical resistance based on changes in the applied force. The more force applied on them the less resistant they are, and therefore, conduct more electricity. The substrate material, a polymer, is mixed with certain conductive nanoparticles. The resulted current is dependant on the shape, size, and arrangement of those nanoparticles within the polymer matrix. At the moment, QTC is produced as a screen printable polymer-based ink in opaque and transparent. For consumer electronics, as an example, this could mean moving from 2D touch to 3D force touch. These force-sensing solutions enable multitouch interfaces as these can be customised the sensor's

6 Muhammad E. Abdelhamid, Anthony P. O'Mullane, Graeme A. Snook, *Storing Energy in Plastics: A Review on Conducting Polymers and their Role in Electrochemical Energy Storage*, RSC Advances, Issue 15, 2015.

7 Case Western Reserve University, <http://engineering.case.edu/emac/content/case-researchers-developing-self-healing-polymers> (last checked on 5 November 2015).

8 Clemson University, <http://newsstand.clemson.edu/mediarelations/sugar-seen-as-key-in-new-self-healing-material/> (last checked on 5 November 2015).

der Verbrauchsgüterindustrie oder dem Gesundheitswesen. Diese Formgedächtniswerkstoffe, ob Standard oder kundenspezifisch können gefärbt, spritzgegossen, extrudiert oder auf PP gespritzt werden.

Energie für die Selbstheilung

Ein weiterer Bereich der Materialforschung beschäftigt sich mit selbstheilenden Materialien. Es gibt vier verschiedene Arten: Materialien mit eingebautem „Heilmittel“, Materialien mit interner Gefäßzirkulation ähnlich der von Blut, welches die sogenannten „Heilmittel“ enthält, Formgedächtniswerkstoffe oder reversible Polymere. Die letztgenannte Gruppe nutzt gewöhnlich externe Energiequellen, um den Heilungsprozess zu stimulieren. Ein Beispiel hierfür ist UV-Licht, das Kratzer auf Polymerfilm reparieren kann. Forscher an der Case Western Reserve University, genauer gesagt das Team, das von Stuart Rowan geleitet wird, arbeitet an strukturdynamischen Polymeren, die auf Impulse von ultraviolettem Licht reagieren.⁷ Diese Materialien werden metallo-supramolekulare Polymere genannt und bestehen in erster Linie aus bindenden Metallionen und Polymeren. Das Filmmaterial agiert hierbei als reguläres Polymer, bis es mit dem ultravioletten Licht in Berührung kommt (das in seiner Intensität den Leuchten beim Zahnarzt ähnelt, die bei Zahnfüllungen verwendet werden). Sobald das Polymer dem Licht ausgesetzt wird, absorbiert es punktuell die Hitze, die an den reversiblen Bindungen eine Neuorganisation des Systems einleitet. Vereinfacht ausgedrückt, wird ein verkratztes Stück Filmmaterial unter Licht gehalten und der Kratzer verschwindet. Das klingt sehr einfach, besonders bei einer so reichlich vorhandenen Ressource wie der Sonne. Was passiert allerdings mit dem Heilungsprozess, wenn die Sonne nicht zur Verfügung steht? Eine mögliche Lösung für dieses Problem hat die Forschungsgruppe um Marek Urban an der Clemson University entwickelt, bei der Zucker verwendet wird.⁸

Energetischer Druck

Auch Druck ist eine Form von Energie. Sie wird als senkrecht auf eine Fläche oder ein Objekt auftretende Kraft und innerhalb einer Flächeneinheit, über die diese Kraft verteilt ist, gemessen. Der in England ansässige Firma Peratech ist es gelungen, Druck so einzusetzen, dass die Leitfähigkeit eines Polymers effektiv beeinflusst. Ihre QTC-Technologie ist ein Akronym für „Quantum Tunnelling Composite“. Vereinfacht ausgedrückt verändern QTC-Materialien ihren elektrischen Widerstand in Abhängigkeit zur der angewandten Kraft: Je mehr Kraft aufgewendet wird, desto weniger resistent ist das Material und desto mehr Elektrizität kann geleitet werden. Das Basismaterial ist ein Polymer, das mit bestimmten leitfähigen Nanopartikeln kombiniert wurde. Die resultierende Stromstärke ist abhängig von Form, Größe und Anordnung der Nanopartikel innerhalb des Polymerrasters.

Zur Zeit wird QTC als siebdruckfähige, polymerbasierte Tinte produziert – deckend oder transparent. Für die Unterhaltungselektronik beispielsweise könnte das die Entwicklung von 2D- zu 3D-Druck-Sensoren bedeuten. Diese druckempfindlichen Lösungen ermöglichen Multi-Touchsensoren, bei denen die Druckreizschwelle nach den eigenen Vorstellungen für die jeweilige Anwendung eingestellt werden kann: PCs, Fahrerkabinen, Smart Home-Konzepte, industrielle Mensch-Maschine-Schnittstellen und so weiter.

Energetische Materialien, die graue Energie oder eingeschlossene Energie enthalten, isolieren, übertragen oder mit dieser reagieren, sind zwar für das menschliche Auge unsichtbar, aber nichtsdestotrotz messbar. Wenn man diese Immaterialität einmal beiseite lässt, wird es vielleicht möglich, zu den Ausgangsmaterialien, die uns nähren, zurückzukehren und die in ihnen enthaltene Energie zu untersuchen. Die benötigte Mühe und Energie, die zum Kochen einer Mahlzeit aufgebracht werden muss, kann dazu führen, dass man einem Mikrowellenmenü in Bezug auf Nachhaltigkeit den Vorzug gibt. Wenn man allerdings einen Boeuf bourguignon mit Gemüse aus dem eigenen Garten und Wein vom Nachbarn in aller Ruhe zubereitet, wird man im Endeffekt vielleicht sogar weniger Energie verbrauchen, als wenn man gefrorenes thailändisches Essen aufwärmt, das aus importiertem Reis besteht und in einem Plastikbehälter serviert wird. Wie immer kommt es auf die Betrachtung des Einzelfalles an.

7 Case Western Reserve University, <http://engineering.case.edu/emac/content/case-researchers-developing-self-healing-polymers> (zuletzt geprüft am 5. November 2015).

8 Clemson University, <http://newsstand.clemson.edu/mediarelations/sugar-seen-as-key-in-new-self-healing-material/> (zuletzt geprüft am 5. November 2015).

• Efrat Friedland lebt und arbeitet als Materialberaterin im Bereich Industriedesign in München. Sie baute weltweit drei Materialbibliotheken auf und leitete den Bereich Materialtechnologie bei Designaffairs, bevor sie 2015 ihr eigenes Büro Materialscout (materialscout.com) gründete. Ihr Anspruch bleibt dabei weiterhin, mithilfe des kreativen Gebrauchs von Materialien und Technologien Werte zu generieren.

pressure thresholds and the exact application demands. Personal computing, automotive cockpits, smart home solutions, industrial human-machine interfaces, etc.

Energetic materials, containing embodied or encapsulated energy, insulating it, transmitting it or reacting to it – all invisible to the human eye but nevertheless measurable. Putting these intangibles aside, we may go back to the raw materials that nurture us, examining their embodied energy. While cooking, the effort and energy required to prepare a home-cooked meal, might convince us to favour microwave-heated dinners as a certain sustainable approach. However, if you prepare a slow cooked beef bourguignon with vegetables from your garden and wine produced by your neighbour, you will eventually use less energy than heating up a frozen Thai dinner using imported rice and served in a plastic container. As always, it depends on the consideration of the individual case.

• Efrat Friedland, based in Munich, is a material consultant for the industrial design sector. After establishing three material libraries worldwide and working as head of material technologies at Designaffairs, she founded Materialscout (materialscout.com) in 2015. Her aim is to continue generating value through the creative use of materials and technologies.

natureworksllc.com
heraeus-clevios.com
polyone.com
supramolecular.case.edu
clemson.edu/ces/urbanresearch

form

Design Magazine
Established 1957

Verlag form GmbH & Co. KG
Holzgraben 5
60313 Frankfurt am Main
T +49 69 153 269 430
F +49 69 153 269 431
redaktion@form.de
form@form.de
form.de

Herausgeber/Publisher
Peter Wesner

Chefredakteur/Editor-in-Chief
Stephan Ott (SO)

Redaktion/Editorial Team
Carolín Blöink (CB)
(Bildredaktion/Picture Desk)
Susanne Heinlein (SH)
(Editorial Design)
Franziska Porsch (FP)
Jessica Sicking (JS)
Marie-Kathrin Zettl (MKZ)

Mitarbeiter dieser Ausgabe / Contributors
Anthon Astrom, Jairo da Costa Junior,
Habib Duman (HD), Corinna Fischer, Efrat
Friedland, Ann-Katrin Gehrmann (AKG),
Sebastian Herkner, Anja Neidhardt, Adam
Štěch, Jörg Stürzebecher, Daniel Temkin,
Elmer D. van Grondelle, Ludwig Zeller

Art Direction
Carolín Blöink
Susanne Heinlein
form.de
Sarah Schmitt
sarahjaneschmitt.com

Übersetzung/Translation
Lisa Davey, Maisie Fitzpatrick, First Edition
Translation Ltd., Cambridge
Emily J. McGuffin, Leipzig
Iain Reynolds, Whaley Bridge
Bronwen Saunders, Basel
Jessica Sicking, Frankfurt am Main
Textra Fachübersetzungen GmbH, Hamburg
Ludwig Zeller, Basel

Korrektorat/Proofreading
Jessica Sicking, Frankfurt am Main

Managing Director
Philipp Wesner

Marketing, Sales
Franziska Bronold
Christoph Koßick (Media Design)
Janette Wrzyciel

Anzeigenleitung/Head of Advertising
Peter Wesner
T +49 69 153 269 446
F +49 69 153 269 447
peter.wesner@form.de

Leserservice/Subscription Service
Verlag form GmbH & Co. KG
abo@form.de

Vertrieb Buchhandel /
Distribution Book Trade
Verlag form GmbH & Co. KG
buchhandel@form.de

Vertrieb Zeitschriftenhandel /
Distribution Press Retail
DPV Network GmbH
dpv.de

Bezugspreise
form erscheint sechs Mal im Jahr:
Februar, April, Juni, August, Oktober,
Dezember.
Jahresabonnement Deutschland (inkl.
10,50 Euro Versand und der zurzeit gültigen
USt. soweit anwendbar): 93,60 Euro;
Studenten: 66 Euro.
Jahresabonnement außerhalb Deutschlands
(inkl. 29,40 Euro Versand zuzüglich der
zurzeit gültigen USt. soweit anwendbar):
116,40 Euro; Studenten: 86,40 Euro.
Einzelheft Deutschland: 16,90 Euro (inkl.
der zurzeit gültigen USt. soweit anwendbar,
zuzüglich Versand). Auslandspreise
auf Anfrage.

Subscription Prices
form is published six times a year:
February, April, June, August, October,
December.
Annual subscription in Germany
(incl. €10.50 postage and VAT, if applicable):
€93.60; students: €66.00.
Annual subscription outside Germany
(incl. € 29.40 postage plus VAT, if applicable):
€116.40; students: €86.40.
Single issue (Germany): €16.90 (excl. postage
and incl. VAT, if applicable). International
prices available on request.

Konditionen für Mitglieder
Mitglieder folgender Verbände erhalten
20 Prozent Rabatt auf das Jahresabonnement
(Grundpreis): aed, AGD, BDG, DDC, DDV,
Descom Designforum RLP, Designerinnen
Forum, DFJ, Hessen Design, Icoagrada,
ICSID, IDSA, IF, TGM, VDID.

Conditions for Members
Members of the following associations
are eligible for a 20% discount on an annual
subscription (basic price): aed, AGD, BDG,
DDC, DDV, Descom Designerforum RLP,
Designerinnen Forum, DFJ, Hessen Design,
Icoagrada, ICSID, IDSA, IF, TGM, VDID.

Lithografie und Druck /
Separation and Printing
printmedia-solutions GmbH,
Frankfurt am Main
printmedia-solutions.de

Basislayout (Relaunch 2013)
Michael Heimann und Hendrik Schwantes
heimannundschwantes.de

Papier / Paper
Novatec matt (300 g/m²)
Claro Bulk (115 g/m²)
BVS (150 g/m²)

Schriften / Fonts
Theinhardt, Optimo
Academica, Storm Type

ISBN: 978-3-943962-20-8
ISSN: 0015-7678

© 2016 Verlag form GmbH & Co. KG

form Gegründet 1957 als „form – Internationale Revue“ von Jupp Ernst, Willem Sandberg, Curt Schweicher und Wilhelm Wagenfeld. 1972–1998 als „Zeitschrift für Gestaltung“ von Karl-Heinz Krug (t) fortgeführt. **Founded as “form – Internationale Revue” in 1957 by Jupp Ernst, Willem Sandberg, Curt Schweicher and Wilhelm Wagenfeld. Continued 1972–1998 as “Zeitschrift für Gestaltung” by Karl-Heinz Krug (t).**

Diese Ausgabe der Zeitschrift form, einschließlich aller ihrer Teile und Beiträge, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlages. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Trotz sorgfältiger Recherchen konnten nicht alle Rechte inhaber der verwendeten Fotos einwandfrei ermittelt werden. Falls ein Foto ungewollt wiederrechtlich verwendet wurde, bitten wir um Nachricht und honorieren die Nutzung im branchenüblichen Rahmen.

This issue of form magazine, as a whole and in part, is protected by international copyright. Prior permission must be obtained in writing from the publishers for any use that is not explicitly permissible under copyright law. This applies in particular to duplications, processing, translations, microfilms, storing contents to memory and processing in electronic form. Despite intensive research, the publishers have been unable to find all the copyright owners of the featured images: Should any image prove to have been unwittingly published in breach of copyright, we are prepared to settle legitimate claims for fees within the customary guidelines for this sector upon receiving the appropriate information.

Bildnachweis/Picture Credits:
Cover: photo © Bocci Filter; S./p. 6–7 Dragon Ride © Pilatus-Bahnen AG S./p. 8 Pilatus: Dragon Ride © Pilatus-Bahnen; Cali: © Leitner AG S./p. 9 Matterhorn: © Leitner AG S./p. 10 La Paz / El Alto: © Mi Teleférico S./p. 12 Nerv: © NERV – Magazin für studentisches Sein an der Universität Hildesheim; Zur Quelle: © ZurQuelle / Robert Hofmann S./p. 13 UnAufgefordert: © Freundeskreis der UnAufgefordert e. V.; KSZ: © Kölner Studierendenzeitung, Campusmedien Köln S./p. 14 Ninebot Mini: © Ninebot Inc; Hoverboard: © Hoverboard Technologies S./p. 15 Walk Car: © Cocoa Motors Inc; Slide: © Lexus International S./p. 16 Maria Valdez: © photos: Tim Ilskens; Ceno Tec: © CENO Membrane Technology GmbH, photo: M. Bredt S./p. 17 Under Armour: Speedform Gemini © Under Armour, Inc. S./p. 18 Warriors of the Downpour City © Anne van Galen; New Time: © Veronika Szalai, photo: Péter Magyar AG S./p. 19 Another Skin: ©Akiko Shinzato, photo: Runa Anzai S./p. 20 Juri: © Thomas Walde/Postfossil photo: Philipp Hänger; Autodiscipline Wearable Jewellery: © Oleksandra Gerasymchuk, Florent Gros S./p. 22 Underworlds: © MIT Senseable City Lab S./p. 23 Pineskins: © Sarmite Polakova S./p. 24: Plasma Comb: ©Fraunhofer IST, Ronja Grüne S./p. 26 Off the Grid/Hacking Households: Cloning Objects © Leonardo Amico, Thibault Brevet, Coralie Gourguechon, Jesse Howard, Jure Martinez, Nataša Mušević, Tilen Sepić; Dutch Design: Knotted Chair © Marcel Wanders Studio for Cappellini S./p. 27 Relvökellermann: Bulthaup Solitaires for bulthaup gmbh & co. kg © Gerhard Kellermann/Ana Relvão; Off the Grid: Next Gardens © Lucas Teixeira S./p. 28 Sehweisen: Nulllinie, 2007 © Gabriele Rérat, photo: Cornelia Staffelbach; Klee und Kandinsky: Kochel - Gerade Straße, Wassily Kandinsky; Beyond Food and Design: Jo Klaps © Kristof Vrancken S./p. 29 Design Display: Bone Chair, Joris Laarman, visual: © Haw-lin; Ode aan de Nederlandse mode: © Max Heymans, Ensemble, ca. 1978–1985, zijde, kunststof, photo: Sabrina Bongiovanni, art direction: Maarten Spruyt, production: Gemeentemuseum Den Haag; Si/No: The Architecture of Urban-Think Tank, U-TT, Torre David, Caracas, Venezuela © U-TT, photo: Iwan Baan S./p. 30 Stefan Sagmeister: MAK-Ausstellungsansicht, 2015 STEFAN SAGMEISTER: The Happy Show, Actually Doing the Things I Set Out to Do Increases My Overall Level of Satisfaction. [Wirklich das zu tun, was ich mir vorgenommen habe, macht mich glücklicher], 2012. Ausführung: Kevin O’Callahan. MAK-Schausammlung Gegenwartskunst © MAK/Aslan Kudrnofsky; Konstantin Grcic: The Good, The Bad, The Ugly, Konstantin Grcic, Prototyp #1 für chair_ONE, 1999/2000–2004, photo: Gerhard Kellermann © Konstantin Grcic; Simple: Plopp Stool © Zieta Prozessdesign S./p. 31 Radio Zeit: Sparton 566 Bluebird, Walter Dorwin Teague, Sparks-Withington Company, Jackson, Michigan, 1935–36, MAKK, photo: © Saša Fuis Photographie, Köln; Faire le mur: Manhattan, 2012, fabricant et éditeur: AS Création, expansé sur intissé © Les Arts Decoratifs Paris, photo: Jean Tholance; Hair! Human Hair in Fashion and Art: „Babe“ 2013 Rubber, human hair, pigment © Zhu Tian S./p. 32 Lighting Japan: © Reed Exhibitions Japan Ltd; Northmodern: © northmodern S./p. 33 Domotex 2016: © Deutsche Messe AG; IMM Cologne: Stand: VITEO, Halle 3.2 © Koelnmesse GmbH; Maison et Objet Paris: © Organisation SAFI S./p. 34 Ladfest: © LAD – Latin American Design; Toca Me Design Conference: © Hungry Castle S./p. 35 QVED: © Typographische Gesellschaft München e.V.; 100 Beste Plakate 15: © 100 Beste Plakate e. V. RSA Student Design Awards: © RSA Student Design Awards *Focus* S./p. 36–37 © Sarah Schmitt für Verlag form GmbH & Co. KG S./p. 38 The Smog Free Project © Studio Roosegaarde; Latro, algae lamp © Mike Thompson/Thought Collective Natural Fuse © Umbrellium Ltd S./p. 40 Placebo Project, Compass Table © Dunne & Raby, photo: Jason Evans S./p. 41 The Toaster Project © Thomas Thwaites, photos: Daniel Alexander S./p. 43 © Sarah

Schmitt für Verlag form GmbH & Co. KG S./p. 44 Eine-Welt-Solar-Kollektor © Sunlumo Technology GmbH; Vivas Emergency Generators © Jun Huang S./p. 45 Printed Paper Photovoltaics: Gedruckte Solarzellen auf Papier © Institut für Print- und Medientechnik Chemnitz University of Technology; Vortex Bladeless: © Vortex Bladeless S./p. 46 © Bocci S./p. 47 Centipede Tower/The Land of Giants © 2008–2015 Choi+Shine Architects S./p. 48 Lageenergiespeicher © Heindl Energy GmbH Tesla Powerwall © Tesla Motors S./p. 49 © Ana Maria Garcia, Soichiro Katayama und Dennis Rittel S./p. 50 Bimetall-Verschattungssystem: © DoSu Studio Architecture; Ground Fridge: © weltvree S./p. 51 Heat People, Not Buildings: © SENSEable City Laboratory MIT; Shinnook © Philipp Bühler, Sarina Vetter S./p. 52 © Joulia Ltd. S./p. 53 Superuse: Re-wind, Rotterdam / Wikado, Rotterdam © SUPERUSE STUDIOS, photo © Denis Guzzo S./p. 57 Euthanasia Coaster © Julijonas Urbonas S./p. 58 United Micro Kingdoms: A Design Fiction, exhibition, Design Museum London, photo: Luke Hayes © Dunne & Raby; S./p. 60 The Golden Institute © Sascha Pohflepp; The Other Volcano © Nelly Ben Hayoun, photo: Nick Ballon S./p. 62 Euthanasia Coaster, Cumpsin © Julijonas Urbonas S./p. 64 Elsewhere © Sascha Pohflepp; Kabbalistic Synthesizer © Sam Conran S./p. 65–67 © Sarah Schmitt für Verlag form GmbH & Co. KG Files S./p. 68 „Das Haus“, Sebastian Herkner, detail, photo: © Carolín Blöink für Verlag form GmbH & Co. KG S./p. 70 Sebastian Herkner, Salute for © La Chance; Studio Sebastian Herkner, photos: © Carolín Blöink für Verlag form GmbH & Co. KG S./p. 71 „Das Haus“ für IMM Cologne, photo: Lutz Sternstein © Koelnmesse GmbH S./p. 72 Bell Table © Classicon/Studio Sebastian Herkner S./p. 73 Pool Party, for Pick Me up Selects at Somerset House © Anna Lomax, photo: Jess Bonham S./p. 74 The Obsession Issue for Wonderland Magazine © Anna Lomax S./p. 75 New Era Caps for Kenzo © Anna Lomax, photos: Jess Bonham; Cover Issue 102 for Frame Magazine © Anna Lomax, photo: Jess Bonham S./p. 76 Clark Originals Pioneers, artist residency for Clarks © Anna Lomax/ C&J Clark International S./p. 77 „Roughtough“, music video, film stills © Engelbert Strauss GmbH & Co. KG S./p. 78 Engelbert Strauss, Workwearstore © Engelbert Strauss GmbH & Co. KG; Engelbert Strauss, Arbeitskleidung für die Familie © Engelbert Strauss GmbH & Co. KG; VW Transporter, poster campaign and commercial © Grabarz und Partner Werbeagentur / Volkswagen Nutzfahrzeuge S./p. 80 Das Handwerk, poster campaign © Heimat Werbeagentur GmbH / Deutscher Handwerkskammertag e.V. S./p. 81 Das Handwerk, TV commercial © direction: Jeppe Rønde, director of photography: Magnus Jønck, production: Czar/DeutscherHandwerkskammertag e.V. S./p. 87–89 © Daniel Temkin S./p. 90 Paul Otlet in seinem Büro, 1937; Bibliographia Universalis, Aktenschränke, Mundaneum, Mons, Belgium; Paul Otlet, illustration from “Traité de Documentation”, 1934 S./p. 93 Paul Otlet, Ausstellung über die Organisation von didaktischem Material während der Weltausstellung in Brüssel, 1935; Paul Otlet, illustration from “Traité de Documentation” über das bibliografische Prinzip, 1934 S./p. 94 Paul Otlet, “Le Cycle de la Documentation”, illustration, 1920; Paul Otlet, illustration from “Traité de Documentation”, 1934; Paul Otlet with model of “Cité Mondiale”, 1943; S./p. 90–94 © Mundaneum, Mons, Belgium S./p. 97 © Sarah Schmitt für Verlag form GmbH & Co. KG S./p. 102 © Verlag Surface GmbH & Co. KG, Frankfurt am Main S./p. 105 Horizont: © AM–XX / Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart; Es war einmal: © Blank Space Publishing, New York; Formal konstruiert, frei drapiert: Freimodekultur © Textem Verlag, Hamburg / Fachhochschule Bielefeld, Fachbereich Gestaltung, Kai Dühnhöller; Muster im Transfer: © Firma Böhlau Verlag GmbH & Cie, Köln S./p. 106 Holistic Retail Design: © Frame Publishers, Amsterdam; Imaginary Apparatus: © Park Books AG, Zürich; Rückblicke: © Verlag Dorothea Rohn, Lemgo; Konstruktion und Transformation: © JOVIS Verlag GmbH, Berlin S./p. 110 » 51 Kyoto Box, user’s manual © Kyoto Box » 57 Elsewhere, exhibition view © Sascha Pohflepp » 36 „Semiconductors – Handbook Volume 2“, De Muiderkring N.V. Publishers, Bussum, 1966 » 90 Fundstück von Anthon Astrom und Lukas Zimmer aus dem Mundaneum in Mons, Belgium © Mundaneum » 47 Bird © 2008–2015 Choi+Shine Architects » 38 Radio Killed The Electric Star © Alice Bonicelli / Lorena Rubio Toledo S./p. 111 » 102 „Rosarium“, 1991, 41x59 cm, Detail, Bleistiftzeichnungen aus Gert Selles „Im Haus der Dinger“ © Astrid Brandt / Verlag Surface GmbH & Co. KG, Frankfurt am Main » 48 Druckbare Batterien © Technischen Universität Chemnitz / Fraunhofer Institute for Electronic Nano Systems » 12 Zur Quelle © Robert Hofmann S./p. 114 collection „Journey. 83–13“ © Liucija Kvašytė