

FUTURE AS A PRESENT

«Die Zukunft ist bereits da, wir sie sehen sie aber noch nicht»

Anregungen mit konkreten Beispielen für das angedachte ECOVILLAGE in Hannover

FUTURE AS A PRESENT

Johannes Eckert
Rohrbachstraße 40c
60389 Frankfurt
Germany

futureasapresent@posteo.de
<http://www.futureasapresent.org>

VORWORT

In dieser Zusammenstellung findet sich eine kommentierte Linkliste mit einigen Gedanken, Projekten und Forschungsprogrammen, die eventuell im Rahmen der weiteren Gespräche zur Gestaltung des ECOVILLAGE in Hannover mögliche inhaltliche Anregungen bieten können. Als gedankliche Rahmung im Bereich Gebäude seien dabei die Artikel über die Architekten THOMAS RAU «*Bauen mit Vision*» vom GOETHE-INSTITUT (Link: [Webseite GOETHE-INSTITUT](#)), «*Die Zeit der Glas- und Betonkästen ist zu Ende*» über Prof. GÜNTER PFEIFER in DIE WELT (Link: [Artikel DIE WELT](#)), sowie der Blog Beitrag von des CRADLE2CRADLE-Vorstandsmitglieds Dr. MONIKA GRIEFAHN «*Cradle to Cradle als Reallabor*» einmal genannt (Link: [Blog-Beitrag](#)). Zu Fragen der Siedlungsgestaltung finden sich Anregungen in den längeren DEUTSCHLANDFUNK-Beiträgen «*Plädoyer für ein nachhaltiges Abwassersystem. Aus dem Auge, aus dem Sinn?*» von NORA BAUER (Link: [Beitrag DLF](#)) und «*Landwirtschaft und Klimawandel. Die Nahrung der Zukunft aus der Stadt*» von JANTJE HANNOVER (Link: [Beitrag DLF](#)).

LEITGEDANKEN

Der Ansatz zur Gestaltung des ECOVILLAGE in Hannover, bei der vor allem mehrgeschossige Reihenbauten mit kleinen Wohnungen und viel Platz für Gemeinschaftsräume im Mittelpunkt stehen, Stoffkreisläufe für Wasser und Abfälle, sowie ein Mobilitätskonzept ohne Autos in der unmittelbaren Umgebung, bietet eine Vielzahl von möglichen Anknüpfungspunkte an aktuelle Tätigkeiten von Unternehmungen und Forschungseinrichtungen in diesen Bereichen. Da gerade bei der Sektorkoppelung von Stadtvierteln ein Schwerpunkt bei der Energiewende zu finden ist, seien dazu als konkrete Beispiele einmal das QUARREE100 in Heide im Rahmen der Förderinitiative «*Energieeffiziente Stadt/ Solares Bauen*» von den BUNDESMINISTERIEN FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (BMBF) und WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (Link: [Artikel](#)), Reichenbach an der Fils (Link: [Artikel](#)) und Esslingen (Link: [Artikel](#)) herausgegriffen. Im Hinblick auf den Ansatz des ECOVILLAGE könnte eventuell die östliche Erweiterung im Rahmen des Forschungsprojekts ENEFF:STADT «*Vernetzte Quartiere für den Zukunftsraum Wolfsburg*» von Interesse sein. Neben einer Förderung des Teilkonzepts «*klimafreundliche Mobilität*» im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative vom BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT (BMU) (Link: [Artikel](#)), wird bei dem angedachten Stadtviertels Hellwinkel große Aufmerksamkeit auf eine bestmögliche Einbindung solarer Energieeinträge und einen natürlichen Luftwechsel gelegt. Auch ist dort vorgesehen, Wärmedämmsysteme zu meiden und gezielt ökologische und nachhaltige Baumaterialien einzusetzen, die nach ihren Abbau weiter als Werk- und Wertstoffe eine Anwendung finden können (Link: [Artikel](#)). Die dafür vorab angefertigte Sonnenstandstudie des Stadtviertels, die umfassend die Schattenwürfe der kommenden Bauten für die Planungsphase vorzeichnet, hat dabei der Fachbereich Architektur der TU DARMSTADT erstellt (Link: [Webseite](#)). Wie die kommende Bepreisung von Kohlendioxid, das angezeigte Auslaufen der Energiebereitstellung durch Kohle, sowie das abzusehende Ende der Energiegewinnung aus Anlagen zur Kernspaltung zeigen, wird die Bedeutung der bislang vorhandenen Energien aus erneuerbaren Quellen in Zukunft noch weiter steigen. Daher erscheint es ratsam, einen achtsamen und sinnvollen Einsatz dieses Wertstoffs als Leitgedanken bei der Siedlungsgestaltung stets mitzuführen. In diesem Sinne kommt der Überlegung, den Grundbedarf von Energien bei der Gestaltung einer Siedlung möglichst gering zu halten, die im bestem Fall auch direkt vor Ort gewonnen und bereitgestellt werden können, eine große und wesentliche Bedeutung zu. Da die meisten Anlagen zur Gewinnung von Energien aus erneuerbaren Quellen auch bereits einen starken dezentralen Ansatz mitbringen, wird dieser Gedanke auch technischer Hinsicht weiter gestützt. Diese Leitgedanken bieten dann auch eine gute Ausgangslage, um in der Folge ein

Stadtviertel in bereits vorhandenen Energienetze weiter sinnvoll einzubinden. Wie die zahlreichen Teilprojekte und gewonnenen Erfahrungen des Programms SINTEG des BMWI bereits zeigen, liegen dazu auch mittlerweile eine beträchtliche Anzahl von konkreten Beispielen und Erfahrungen vor, wie z.B. die Gestaltung von Wärmenetzen im Rahmen von POWER-TO-HEAT (Link: [Webseite](#)).

LINKSAMMLUNG «WÄRME UND ENERGIE»

Im Hinblick auf den voran gestellten Leitgedanken, den Grundbedarf von Energie einer Siedlung möglichst gering zu halten, ist der Ansatz des ECOVILLAGE in Hannover durchaus hilfreich, sich auf möglichst kleine Wohneinheiten und größere Gemeinschaftsräume auszurichten. Je kleiner die räumlichen Flächen, desto geringer ist dabei auch der Heiz- und Kühlbedarf. Das solche Ansätze durchaus auch auf ein Interesse bei Menschen stoßen, zeigt z.B. der Stadtteil Kalkbreite in Zürich (Link: [Artikel FAZ](#)), der sich in den Ansatz der sogenannten «2.000-Watt-Gesellschaft» in der Stadt einfügt. Dabei haben rund drei Viertel aller Einwohner im Rahmen einer Volksabstimmung im Jahr 2008 die Regelung herbeigeführt, das künftig ein Energiebedarf von 2.000 Watt je Einwohner erreicht werden soll, was einem Jahresbedarf von ungefähr 17.500 Kilowattstunden entspricht. Seitdem ist der Durchschnittswert bereits von 5.000 Watt je Einwohner auf ungefähr 3.500 Watt gesunken (Link: [Beitrag DLF](#)). Konkrete Anregungen für die Gestaltung gemeinschaftlicher Flächen finden sich beispielsweise in dem Projekt «r50» in Berlin (Link: [Artikel](#)) oder den mehrfach ausgezeichneten Bauten der Genossenschaft WAGNIS in München (Link: [Webseite](#)). Ein bemerkenswerter Ansatz für Kleinstwohnungen im städtischen Raum bietet das sogenannte «Moriyama House» in Tokyo (Link: [Artikel](#)), ein Beispiel für kompaktes Wohnen in einem Nullenergiehaus bietet das «Solarhaus III» von SCHWARZ ARCHITEKTEN (Link: [Webseite](#)), auch das sogenannte «AH Aktiv-Haus» u.a. von Architekturprofessor Dr. SOBEK von der UNIVERSITÄT STUTTGART bietet dafür Anregungen, auch im Hinblick auf die Materialauswahl (Link: [Webseite](#)). Zu Fragen der bereits weithin bekannten Passivhaustechnik zur Minimierung des Energiebedarfs sei einmal die derzeit kommende Passivhaus-Siedlung «Bahnstadt» in Heidelberg angeführt, auch wird in der Stadt u.a. ein 55-Meter hoher Wassertank als Energiespeicher erbaut (Link: [Artikel](#)). Im Hinblick auf Entwicklungen im Holzbau bietet beispielhaft der kompakte «Woodcube» mit 5 Ebenen Anregungen, der im Rahmen der INTERNATIONALEN BAUAUSTELLUNG im Jahr 2013 in Hamburg entstand (Link: [Webseite](#)). Einen Holzbau mit 5 Ebenen, der ohne eine Heizung aufgrund des Einsatzes passiver Solarwärme auskommt, haben N11 Architekten aus der Schweiz gestaltet (Link, öffnet als PDF: [Artikel Deutsche Bauzeitung](#)). Während die Technik des Passivhaus meist mit einer umfangreichen Gebäudetechnik einhergeht, gibt es derzeit auch eine Reihe von sogenannten «Low-Tech»-Ansätzen im Bereich der Architektur (Link: [Artikel DIE WELT](#)). In dem Beitrag «Besser arbeiten im Holz-Beton-Hybridbau» des Fachmagazins BERATENDE INGENIEURE, Ausgabe 5/6 2018, zum Neubau eines Firmengebäudes der Unternehmung FLEXIM in Berlin, findet sich dazu auch das folgende Zitat von Professor EIKE ROSWAG-KLINGE von der TU BERLIN, der auch bei ZRS ARCHITEKTEN tätig ist: «Die Zukunft des Holzbaus liegt in einfachen Low-Tech-Bauten mit klimaaktiven, diffusionsoffenen Gebäudehüllen, die die Raumluftfeuchte regulieren, so dass auf teure Technik wie Lüftungs- und Klimaanlage verzichtet werden kann». Im Hinblick auf den vorangestellten Leitgedanken bietet dies daher eventuell inhaltliche Anknüpfungen zur Minimierung des Energiebedarfs von Gebäuden. Ein Beispiel für einen «Low-Tech»-Ansatz ohne das Material Holz, bietet das genossenschaftliche Wohnungsbauprojekt «K76» in Darmstadt, bei dem sich auch Gemeinschaftsflächen finden. Die WERK.UM ARCHITEKTEN haben dabei u.a. eine übliche Heizungsanlage durch ein Strom-Heizkonzept mit Strahlungswärme ersetzt, ergänzt von dezentralen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (Link: [Artikel DER BAUMEISTER](#)). Das Konzept wird dabei auch wissenschaftlich von der HTWG KONSTANZ begleitet, vom HESSISCHEN MINISTERIUM FÜR UMWELT erhielt der

Ansatz einen Preis für Innovation und Gemeinsinn im Wohnungsbau. In einem Beitrag des DEUTSCHLANDFUNK vom Oktober 2018 wurde auch über den bemerkenswerten Ansatz vom Ingenieur SIEGFRIED DELZER berichtet, der beim Hausbau für seine Familie im Jahr 1988 einen umfassenden «Low-Tech»-Ansatz erfolgreich umsetzte (Link: [Beitrag DLF](#)). Wesentlicher Bestandteil sind doppelte Kastenfenster an der Südseite des Hauses, in dessen Zwischenraum sich warme Luft erwärmt und in Richtung Dach aufsteigt. Am Dachfirst gelangt die Wärme über Rohrleitungen, die auch «Hypokauste» genannt werden, in die Räume und einen zentralen «Energieschacht», an dem auch ein Kachelofen eingebunden ist. Neben Solaranlagen und Solarthermie ergänzt der Kachelofen im Winter das Heizen, wobei ein Bedarf dafür erst nach einigen sehr kalten und gleichzeitig sonnenarmen Tagen angezeigt ist. Die langjährigen Erfahrungen von Herr DELZER zu diesen Fragen, der auch im Rahmen seiner Unternehmung DELZER KYBERNETIK GMBH im Bereich der Gebäudetechnik tätig ist, können so zahlreiche Anregungen und Hinweise für die Gestaltung «Low-Tech»-Ansätzen im Gebäudebereich bereithalten. Der Architekt Professor GÜNTER PFEIFER, der an der TU DARMSTADT lehrt und auch an der Sonnenstandsstudie der Siedlung «Hellwinkel» in Wolfsburg beteiligt ist, war bereits auch mit Herr DELZER z.B. bei der Errichtung des INSTITUT FÜR UMWELTMEDIZIN UND KRANKENHAUSHYGIENE in Freiburg gemeinsam tätig, wobei ein ähnlicher Ansatz mit sogenannten «Luftkollektoren» zur Anwendung kommt (Link: [Webseite](#)). Dabei wird ein Gebäude mit Glas, Profilglas oder Polycarbonatplatten ummantelt, die als «Luftkollektoren» Wärme im Winter und Kühle im Sommer bereitstellen. Ein Beispiel für diesen Ansatz findet sich bei der energetischen Sanierung des sogenannten «Punkthaus» in Mannheim, dessen Bausubstanz aus den 1950er Jahren stammt. Ergab sich zuvor für die GBG MANNHEIMER WOHNUNGSBAUGESELLSCHAFT ein Heizenergiebedarf 273 kWh/m² pro Jahr, minderte sich dieser nach der energetischen Sanierung auf 11 kWh/m² pro Jahr und lag damit unter dem Passivhaus-Standard (Link: [Artikel DEUTSCHE BAUZEITUNG](#)). So könnte sich eventuell mit Professor PFEIFER und den Mitarbeitenden an seinem Fachbereich an der TU DARMSTADT möglicherweise weitere kundige Ansprechpartner für die Gestaltung von «Low-Tech»-Ansätzen im Gebäudebereich finden. In Frankreich haben die Architekten ANNE LACATON UND JEAN-PHILIPPE VASSAL in Saint-Nazaire ebenfalls eine Wohnanlage mit solchen «Luftkollektoren» gestaltet (Link: [Webseite](#)). Ein weiterer bemerkenswerter «Low-Tech»-Ansatz bietet die Unternehmung ETANK aus Brandenburg. Dabei handelt es sich um einen Pufferspeicher, der im Erdreich von oben und den Seiten gedämmt ist und mit dessen Hilfe Wärme von Solarthermieanlagen im Erdreich gespeichert wird. Der Temperaturbereich des Pufferspeichers liegt dabei zwischen 6 und 23 Grad Celsius und bietet damit einen guten Ausgangspunkt für den Einsatz einer elektrischen Wärmepumpe (Link: [Webseite](#)). Eine konkrete Anwendung dieses Ansatzes findet sich beispielsweise bei der Wohnungsbaugenossenschaft MÄRKISCHE SCHOLLE in Berlin für ein Gebäude in Lichterfelde-Süd, wobei in diesem Fall auch die abgeführte Wärme der Solarmodule auf dem Dach eine Anwendung findet (Link: [Artikel](#)). Auch dies könnte möglicherweise weitere Anregungen im Hinblick auf konkrete «Low-Tech»-Ansätze bereithalten. Ein weiterer bemerkenswerter «Low-Tech»-Ansatz im Bereich von kleinen Wohneinheiten findet sich bei der Unternehmung BIO-SOLAR-HAUS aus Rheinland-Pfalz. Ähnlich wie den «Luftkollektoren» von Prof. PFEIFER wird dabei ein innen stehendes Gebäude mit einer transparenten Umhüllung umgeben, wobei hierfür Plexiglas zum Einsatz kommt. Dadurch legt sich durch die Sonneneinstrahlung eine wärmende Hülle um das innenliegende Gebäude, das dabei allerdings nicht vollends abgedichtet ist. Über kleine Dachöffnungen kann die erwärmte Luft entweichen, ein Wintergarten bietet dabei eine weitere Frischluftzufuhr in das Haus. Dort findet sich auch ein kleiner Kachelofen, der wassergeführt an dunklen und kalten Wintertagen die Heizung unterstützt (Link: [Webseite](#)). Das Werkstoff Plexiglas ist nicht toxisch und eignet sich auch dafür in einem Wertstoffkreislauf geführt zu werden. Dieser bemerkenswerte «Low-Tech»-Ansatz für kleinere Bauten kann durchaus interessante Erfahrungen und Anregungen für ähnliche Konzepte bereithalten. Als ergänzend zu diesem Ansatz seien auch drei weitere Baukonzepte mit «Luftkollektoren» erwähnt, das sogenannte «Thermohaus» von PRAEGER RICHTER ARCHITEKTEN (Link: [Artikel](#)), ein Neubau in Donzdorf vom Architekten WERNER GROSSE (Link: [Artikel](#)), sowie die DRUK LOTUS SCHOOL im indischen Leh Ladkah von ARUP ASSOCIATES, bei der eine hinterlüftete Glasschicht

an der Südfassade vor allem im kalten Winter den Raum und die Wände erwärmt (Link: [Artikel](#)). In diesem Zusammenhang sei auch die Studie von der ALANUS HOCHSCHULE von Professorin BRIGITTE SCHOLZ und LISA KÜPPER aus dem Jahr 2016 mit dem Titel «*Earthship Temelhof: Unikat oder Prototyp für den ländlichen Raum?*» erwähnt, in der sich Informationen über den Bau eines sogenannten «*Earthship*» im Dorf Tempelhof in Baden-Württemberg finden. Der bauliche Ansatz eines solchen «*Earthship*» stammt MICHAEL REYNOLDS aus den Vereinigten Staaten von Amerika, bei dem unterschiedlichste «*Low-Tech*»-Ansätze im Bereich Materialauswahl und Gebäudetechnik zur Anwendung kommen. Ergänzend hinzugefügt sei, dass BRIGITTE SCHOLZ mittlerweile als Leiterin des AMTES FÜR STADTENTWICKLUNG UND STATISTIK in Köln tätig ist (Link, öffnet als PDF: [Studie ALANUS HOCHSCHULE](#)). Eine besondere Form des «*Low-Tech*»-Ansatzes bei Gebäuden sind auch sogenannte «*passive Solarhäuser*», die gezielt nach Süden ausgerichtet sind, um den solaren Ertrag der Sonne im Winter zu gewinnen. Die weit überstehenden Dachfirste dienen dabei als Abschirmung vor zu großer Sonneneinstrahlung im Sommer, während diese im Winter über die großen Fensterflächen den Wohnraum erwärmen kann. Als Beispiele dafür seien einmal die Solarhäuser des Architekten ANDREA RÜEDI aus der Schweiz genannt (Link: [Artikel](#)), die Nullenergiebauten der Unternehmung PROJEKT FROG aus den USA, die in einer Forschungs Kooperation mit dem HAWAII NATURAL ENERGY INSTITUTE entstanden (Link: [Artikel](#)), sowie die vielfältigen gesammelten Baubeispiele des SONNENHAUS-INSTITUT in Schleching, z.B. bei dem Naturpark-Informationshaus im bayerischen Zwiesel (Link: [Webseite](#)). Eine bemerkenswerte Umsetzung dieses Ansatzes hat AXEL EWEN für ein kleines Haus mit 35 Quadratmetern gestaltet, dass über einen regelbaren Drehmechanismus in eine jeweils angenehme Position zur Sonneneinstrahlung bewegt werden kann (Link: [Artikel](#)). Auch der außergewöhnliche «*Heliodome*» vom Gestalter ERIC WASSER aus der Schweiz sei an dieser Stelle ergänzt (Link: [Beitrag srf](#)). Über ein mit Solarthermie beheiztes Gewächshaus in Wietow vom Solarzentrum Mecklenburg-Vorpommern berichtete in diesem Jahr auch der DEUSCHLANDFUNK. Dort wird mit 250 nachgeführten Fresnel-Linsensystemen einfallendes Sonnenlicht gebündelt, wodurch auf einer jeweils knapp 3 Meter langen Brennlinie mit Solarzellen elektrische Energie und Wärme gewonnen wird (Link: [Beitrag DLF](#)). Diese konkreten Beispiele und Projekte bieten gedankliche Ansätze dafür, den grundsätzlichen Energiebedarf von Bauten möglichst gering zu halten, vor allem durch die Wahl entsprechender Gebäudeformen und Energiekonzepte. Als ein weiteres Beispiel zur Bereitstellung von Wärme im Winter und Kühle im Sommer sei neben dem Ansatz der Unternehmung ETANK auch das mittlerweile bewährte Konzept der Eisspeicher genannt, die u.a. von der hessischen Unternehmung VIESSMANN angeboten werden. So wird beispielsweise im Rahmen des Stadtentwicklungskonzepts «*Stadt25+ Friedrichsdorf*» bei dem Neubau-Projekt «*ÖKO Siedlung*», das mit 140 Einfamilienhäusern und 240 Wohnungen ungefähr für 800 Menschen ausgelegt ist, ein Eisspeicher eingebunden, der auch vom EUROPÄISCHEN UNION (EU) im Rahmen des EUROPÄISCHEN FONDS FÜR REGIONALE ENTWICKLUNG (EFRE) gefördert wird (Link: [Artikel](#)). Der Eisspeicher hat ein ähnliches Funktionsprinzip wie der bereits vorgestellte Pufferspeicher im Erdreich, wobei für eine Wärmepumpe im Winter aus dem im Erdboden gefassten Wasser des Eisspeichers Schritt für Schritt Wärme entzogen wird. Diese wird dem Eisspeicher zuvor im Sommer durch Solarthermieanlagen oder anderen Wärmequellen zugeführt. Am Ende eines Winters friert dadurch das Wasser in der Folge ein und wandelt sich so in einen Eisspeicher, der dann im Sommer zur Kühlung eingesetzt wird, wobei dann auch wieder Wärme für den folgenden Winter aufgenommen wird. Weitere Beispiele für diesen Ansatz finden sich u.a. beim Sternberger Hof in Köln-Porz der VIVAWEST WOHNEN GMBH, der auch von der Bankengruppe der KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU (KfW) gefördert wird (Link: [Artikel KfW](#)), bei einer Hamburger Wohnungsbaugenossenschaft des EISENBAHNBAUVEREIN (EBV) im Quartier Roseggerstraße (Link: [Artikel](#)), sowie bei einem Gebäude der Wohnungsbaugesellschaft PFORZHEIMER BAU & GRUND GMBH im Rahmen einer energetischen Sanierung (Link: [Artikel](#)). Dieses Projekt erhielt im Jahr 2015 von der DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR NACHHALTIGES BAUEN (DGNB) die Auszeichnung «*nachhaltigstes Gebäude Deutschlands*». Neben dem Eisspeicher kommen bei diesem sogenannten «*Nullenergiehaus*» eine hochwärmegeämmte, hinterlüftete Gebäudehülle, Deckenstrahlheizungen, eine Photovoltaik-Anlage und auch eine leise vertikale Windenergieanlage zum Einsatz. Die DEUTSCHEN ENERGIE-

AGENTUR GMBH (DENA) hat diesen Ansatz auch als Leuchtturmprojekt für das Förderprogramm «*zukunft haus*» ausgewählt, das wegweisende Zukunftsprojekte unter dem Motto «*Auf dem Weg zum EffizienzhausPlus – klimaneutrales Bauen und Sanieren*» fördert. In diesem Zusammenhang sei auch die EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) erwähnt, die alle Mitgliedstaaten auffordert, spätestens ab dem Jahr 2019 alle neu errichteten öffentlichen Gebäude und ab dem Jahr 2021 alle sonstigen neuen Gebäude als «*nearly zero energy buildings*» ausulegen. Zu diesen Fragen ist auch die BUNDESSTELLE FÜR ENERGIEEFFIZIENZ (BFEE) vielfältig tätig, die am BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE (BAFA) angegliedert ist und u.a. Förderungen für Energieberatungen oder für Netzwerke von Kommunen im Bereich Energie- und Ressourceneffizienz anbietet (Link: [Webseite](#)). Der Eispeicher der Unternehmung VIESSMANN, deren Tätigkeit dazu in Ludwigsburg angesiedelt ist, war im Jahr 2017 für den «*Bundespreis Ecosign*» nominiert (Link: [Artikel](#)), im Rahmen des «*Symposiums Solarthermie*» im Jahr 2018, unter fachlicher Leitung vom FRAUNHOFER ISE in Freiburg, stellte ANDREAS KÄTZEL von der HOCHSCHULE HOF auch ein Posterbeitrag mit dem Titel «*Realitätsnahe Langzeituntersuchung von solaren Eispeicher-Systemen*» vor. In diesem Zusammenhang sei auch auf das Forschungsprojekt zu einem neuen Eispeicher vom INSTITUT FÜR ANGEWANDTE BAUFORSCHUNG WEIMAR gGMBH (IAB) hingewiesen, bei der als Ergänzung zusätzlich stark wasserspeichernde Polymere der hiesigen Unternehmung GEOHUMUS zum Einsatz kommen (Link: [Artikel IAB](#)). Im Hinblick auf Ansätze zur Solarthermie sei auch auf ein EU-Projekt mit dem Titel «*Solar Collectors Made of Polymers*», abgekürzt «*SCOOP*», genannt, bei dem auch das FRAUNHOFER ISE in Freiburg beteiligt war. Mehrere Projektpartner haben gemeinsam mit der norwegischen Unternehmung AVENTA dabei Solarthermiekollektoren aus Kunststoff entwickelt, die bei 34 Reihenhäusern im Passivhausstandard bei der Siedlung «*Stenbråtlia*» in der Nähe von Oslo erprobt wurden. An jedem Gebäude kamen diese Solarthermiekollektoren, die als Vollkunststoff extrudierte Doppelstegplatten gefertigt sind, an der Südseite auf einer Fläche von 14 Quadratmetern zur Anwendung. Wie sich in der Folge zeigte, konnten damit 62% des Gesamtbedarfs an Wärme und Heißwasser gewonnen werden, wobei als Speicher ein 800 Liter fassender Wassertank zum Einsatz kommt. Die Raumheizung erfolgt wassergeführt über den Fußboden. Der Ansatz ist wohl auch einfach und mit geringem personellen Aufwand umzusetzen. An einer ersten Begehung vor Ort nahmen auch Mitglieder der INTERNATIONALEN ENERGIE AGENTUR (IEA) teil, die sich im Rahmen des Projekts «*SHC Task 39*» mit Fragen von «*Polymeric Materials for Solar Thermal Applications*» befassen (Link: [Artikel FRAUNHOFER ISE](#)). Zu Fragen von Solarthermie, die in Wärmenetze eingebunden wird, sei dazu einmal das Projekt «*Solar Heat Grid Ludwigsburg*» herausgegriffen (Link: [Webseite](#)), sowie der umfassende Ansatz des kommunalen Bündnis «*Energie-Initiative Halle (Saale)*», das zum Ziel hat, bis zum Jahr 2040 die städtische Fernwärme vollständig zu dekarbonisieren, wofür u.a. am Standort Halle-Trota eine Solarthermieanlage mit 3,3 Megawatt zum Einsatz kommt. Im Jahr 2018 wurde dazu auch ein Wärmespeicher mit einem Fassungsvermögen von 50.000 Kubikmeter errichtet (Link: [Webseite](#)). Als Ergänzung sei auch die Studie von SIMONA WEISLEDER, CHRISTIAN MAAß und GERRIT FUß vom HAMBURG INSTITUT aus dem Jahr 2018 mit dem Titel «*Solare Nachbarschaftsgewächshäuser*» genannt, die ein Konzept für Solarthermie und «*Urban Gardening*» erstellt haben. Diese ist auf den Webseiten des EU-Projekts «*Solar District Heating*» im Internet frei zugänglich, das im Rahmen vom EU-Forschungsprogramms HORZION 2020 gefördert wird (Link: [Webseite](#)). Wie bereits das Beispiel der Wohnungsbaugenossenschaft MÄRKISCHE SCHOLLE in Berlin zeigte, eignen sich für thermische Speicheransätze auch die Abwärme von Solaranlagen. Beim Freiburger «*Rathaus im Stühlinger*», Europas größtem Netto-Nullenergie-Gebäude, kommen ebenfalls solche sogenannten «*Hybridkollektoren*» bez. «*photovoltaisch-thermische Kollektoren*» (PVT) zum Einsatz (Link: [Artikel FRAUNHOFER ISE](#)). Einen bemerkenswerten Hybridkollektor für Fassaden bietet beispielsweise die Unternehmung NAKED ENERGY aus Großbritannien, der auch optisch ansprechend gestaltet ist und vom EUROPÄISCHEN INNOVATIONS- UND TECHNOLOGIEINSTITUT (EIT) im Rahmen von CLIMATE-KIC gefördert wird. (Link: [Artikel](#)). Eine Anlage, die auch einen dezentralen Ansatz dafür mitbringt, hat die hiesige Unternehmung SOLAR OYSTER gestaltet, wobei mit Hilfe Spiegeln die Konzentration des Sonnenlichts erhöht wird, um eine höhere elektrische und thermische Energiegewinnung zu ermöglichen (Link: [Webseite](#)).

Bemerkenswert bei diesem Ansatz, der vom EFRE in Schleswig-Holstein gefördert wird, ist ebenfalls die Wahl der eingesetzten Werk- und Wertstoffe, die sich am Ende der Nutzung für einen Kreislaufansatz eignen. So bieten sich dadurch auch inhaltliche Anknüpfungen an die mittel- und langfristige Strategien der EU einer CIRCULAR ECONOMY und RENEWABLE ENERGIES, die inhaltliche auch durch das Ziel einer BIOECONOMY begleitet werden. Wie sich bereits am Beispiel des Gebäudes in Pforzheim zeigte, ergeben sich im Rahmen einer umfassenden energetischen Betrachtung auch mögliche Anwendungen für kleine Windkraftanlagen. Neben dem bereits genannten vertikalen Modell findet sich eine horizontale Anlage auch auf dem Dach des Neubaus der FRANKFURT SCHOOL AND FINANCE, der im Jahr 2017 eröffnet wurde und eine Platin-Zertifizierung durch die DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR NACHHALTIGES BAUEN erhielt. Da sich für die vielfältigen Windwirbel in bebauten Gebieten vor allem vertikale und leise Windkraftanlagen eignen, um diese unterschiedliche Windströmungen aufzunehmen, sei an dieser Stelle einmal beispielhaft auf die finnische Unternehmung WINDSIDE hingewiesen, die seit dem Jahr 1982 solche Windrotoren in unterschiedlichen Größen gestaltet und weltweit zur Anwendung bringt (Link: [Webseite](#) | Link: [Youtube](#)). Da sich diese Rotoren anscheinend bereits bei Windstärken von 2 m/Sekunde in Bewegung setzen, bringen diese so grundsätzlich eine Eignung für städtische Räume mit, die meist auch keine hohen Windgeschwindigkeiten bieten. Im Hinblick auf die Sonnenstandsstudie der angedachten Stadtviertels Hellwinkel in Wolfsburg wäre dabei dann auch zu überlegen, ob der Gedanke eventuell sinnvoll sein könnte, auch mögliche geeignete Windzonen eines Geländes einmal vorab zu erheben. Obwohl es bei der Energie, die aus Windkraft gewonnen wird, im Grunde nicht möglich ist, ohne Kenntnis eines konkreten Standorts Aussagen zu möglichen Erträgen zu machen, sei trotzdem einmal beispielhaft und bei aller vorhandenen Unsicherheit ein konkret angegebenen Wert des WINDSIDE-Rotors WS-12 genannt, der eine Höhe von 6 Meter und einen Durchmesser von 2 Meter mitbringt, der bei Windgeschwindigkeiten von 5 m/Sekunde jährlich einen Ertrag von ungefähr 8.600 Kilowattstunden bereitstellt. Weitere Beispiele für vertikale Windräder bieten auch die Unternehmungen KLIUX ENERGIES aus Portugal (Link: [Webseite](#)), das hiesige Ingenieurbüro TECHCARBON (Link: [Webseite](#)), LUVSIDE aus Diessen am Ammersee (Link: [Webseite](#)) und HIPAR aus Polen (Link: [Webseite](#)). Kurz erwähnt seien dabei auch erste große wirtschaftliche vertikale Pionieranlagen von den Unternehmungen AGILE WIND POWER in der Schweiz (Link: [Webseite](#)) und dem ANEW INSTITUTE in Polen (Link: [Webseite](#)), die dabei auch von der EU im Rahmen vom Forschungsprogramm HORIZON 2020 bez. dem EFRE in Polen gefördert werden. Eine weiteren vertikalen Ansatz, ohne Rotorblätter, der vor allem für Städte geeignet ist, gestaltet derzeit auch die spanische Unternehmung VORTEX BLADELESS, die dabei ebenfalls vom Forschungsprogramm HORIZON 2020 gefördert wird (Link: [Webseite](#)), auch die Anlagen von der hiesigen Unternehmung NEOVENTI könnte eventuell Anregungen bereithalten (Link: [Webseite](#)). Da sich der Hinweis auf einige dieser Unternehmungen in der höchst umfangreichen und bemerkenswerten Sammlung *«Buch der Synergie»* fanden, in der sich auch viele weitere konkrete Beispiele zur Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen zusammengestellt sind, sei dieses bemerkenswerte Internetangebot hier als Empfehlung und Anregung genannt (Link: [Webseite](#)). Im Hinblick auf weitere dezentrale Möglichkeiten zur Gewinnung von Energie in einem Stadtviertel sei auch die Möglichkeit zur Wärmeengewinnung mittels Geothermie erwähnt, z.B. über einen Aquiferspeicher (Link: [Beitrag DLF](#)) oder von Wasserkraft, für den Fall, dass sich ein fließendes Gewässer in der näheren Umgebung befindet, z.B. im Rahmen des Ansatzes von Professor. ZOTLOETERER aus Österreich (Link: [Webseite](#)).

Am 18. Juni diesen Jahres wurde der *«Hamburger Water Cycle»* mit dem JENFELDER ENERGIESPEICHER (JENS) eingeweiht. Das Projekt mit einem dezentralen Abwasser- und Energiekonzept wurde im Jahr 2008 für Bau des Wohnquartiers *«Jenfelder Au»* mit 800 Wohneinheiten entwickelt, bei der INTERNATIONALEN BAUAUSSTELLUNG (IBA) in Hamburg im Jahr 2013 erhielt es bereits einige Aufmerksamkeit. Dabei wird das *«Schwarzwasser»* der Toiletten, das *«Grauwasser»* z.B. vom Duschen und Waschen und das Regenwasser getrennt gesammelt und aufbereitet. Im Zentrum steht dabei die Behandlung des *«Schwarzwassers»*, das mit einem Unterdrucknetz zu einem Betriebshof im Gewerbegebiet *«Jenfelder Au»* von HAMBURG WASSER geleitet wird, wobei in Gärung mit einem Co-Substrat Methan als Bio-Gas gewonnen wird. Dies wird dann in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) in Strom und Wärme gewandelt. So entstehen jährlich etwa 450.000

Kilowattstunden elektrischer Strom und 690.000 Kilowattstunden Wärme. Dies entspricht ungefähr dem durchschnittlichen Hamburger Strombedarf von 225 Haushalten oder dem Wärmebedarf von 70 Haushalten. Die gesamte Anlage wird damit in Gang gehalten und gibt sowohl Strom als auch Wärme an das Quartier ab. Für die Toiletten kommt dabei nur 1 Liter statt bisher 6 bis 9 Liter Wasser zum Einsatz. Der «*Hamburger Water Cycle*» wurde vom BMWI gefördert, sowie vom LIFE+ Programm der EU (Link: [Webseite](#)). Im Hinblick auf BHKW sei dabei auch auf den kürzlich vorgestellten Prototyp eines Reformers und Brennstoffzellen basierten Blockheizkraftwerks mit 50 Kilowatt elektrischer Leistung vom FRAUNHOFER IMM in Mainz erwähnt (Link: [Webseite](#)). Ein ähnlichen Ansatz bringt auch das Projekt «*Dezentrale urbane Wasserinfrastruktursysteme*» (DEUS 21) vom FRAUNHOFER IBP in Stuttgart mit, das in einem Neubaugebiet in Knittlingen, einem Ort in der Nähe von Pforzheim, ebenfalls mit Vakuundleitungen erfolgreich umgesetzt wurde. Auch dort wird dezentral u.a. Biogas gewonnen, sowie Regenwasser in Trinkwasser gewandelt und Nährstoffe für die Landwirtschaft bereitgestellt. Das BMBF hat dieses Forschungsprojekt gefördert. (Link: [Webseite](#)). Dabei sei auch kurz auf das aktuelle Projekt «*Rural Urban Nutrient Partnership*» von der UNIVERSITÄT STUTTGART hingewiesen, bei dem Nährstoffgemeinschaften für zukunftsfähige Landwirtschaft in einem Reallabor in Heidelberg gestaltet werden. Aus Bioabfall und Abwasser sollen dort dabei Düngemittel, Biogas (zur Energiegewinnung), thermisch produzierte Pflanzenkohle und Biokunststoff gewonnen werden. Gefördert wird das Forschungsvorhaben vom BMBF im Rahmen der «*Agrarsysteme der Zukunft*» der «*Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030*» (Link: [Artikel UNIVERSITÄT STUTTGART](#)). Eine weitere Frage stellt sich im Hinblick auf die Speicherung von elektrischer Energie, die z.B. direkt vor Ort über Photovoltaik-Elemente, gewonnen wird. Da in diesem Zusammenhang Lithium-Ionen Batterien mittlerweile weit bekannt sind, werden folgend vor allem Ansätze vorgestellt, die sich in die gewählte nachhaltige Konzeption des ECOVILLAGE in Hannover einfügen könnten. In diesem Zusammenhang sei zunächst einmal der bemerkenswerte Ansatz für einen größeren Speicher des SIR JOSEPH SWAN CENTRE FOR ENERGY RESEARCH an der UNIVERSITÄT NEWCASTLE mit dem Titel «*Pumped heat energy storage*» (PHES) genannt (Link: [Youtube](#)), der auch von der EU gefördert wurde und sich ebenfalls im «*Buch der Synergie*» fand. Dabei wird mit vorhandener elektrischer Energie das Arbeitsgas Argon mit einer Wärmepumpe komprimiert, das in einem Kreislauf geführt, jeweils einen mit Kies gefüllten Wärmespeicher und folgend einen Kältespeicher erhitzt bez. kühlt. Die Temperaturen in den beiden Speichern erreichen dabei dann bis zu 500 Grad bez. -160 Grad Celsius. Ergibt sich ein Bedarf an elektrischer Energie, wird der Vorgang umgekehrt und die gespeicherte Wärme bez. Kälte über einen Generator wieder in Strom gewandelt. Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage wird mit 75 bis 80 Prozent angegeben, wobei wohl bis zu 600 Kilowattstunden eingespeichert werden können (Link: [Artikel](#)). Darüber hinaus kann die gespeicherte Wärme oder Kälte auch für weitere Anwendungen eingesetzt werden. Dies könnte eventuell ein Ansatz sein, der sich möglicherweise für Fragen der Sektorkoppelung in Stadtvierteln eignet, auch im Hinblick auf die Auswahl der robusten und eher kostengünstigen Materialien. Bei einem größeren Bedarf an Speicherleistung, könnten möglicherweise auch mehrere dieser Anlagen eine Anwendung finden. Ein ähnlichen Ansatz hat die Unternehmung SIEMES GAMESA im Hamburger Hafen vorgestellt, bei dem elektrische Energie über einen Heizlüfter ebenfalls in Wärme gewandelt wird, die mit bis zu 600 Grad Celsius mit Hilfe von Vulkansteinen gespeichert wird. Ergibt sich ein Bedarf an elektrischer Energie, wird dem Speicher kühle Luft zugeführt, die nach einer Erwärmung im Speicher über eine Dampfturbine mit einer Leistung von 1,5 Megawatt in Energie gewandelt wird. Laut einem Bericht des DEUTSCHLANDFUNK kann die Anlage dabei bis zu 35 Megawatt speichern, die dann für insgesamt 24 Stunden elektrische Energie über bereitstellen kann. Der Wirkungsgrad wird mit etwa 25 bis 30 Prozent angegeben (Link: [Beitrag DLF](#)). Einen modularen Wärmespeicher aus einem Betonmaterial hat die norwegische Unternehmung ENERGYNEST gemeinsam mit der Unternehmung HEIDELBERGCEMENT zusammengestellt, bei dem aufgeschichtete Röhren in einem Containerformat über durchgeleitetes Thermoöl oder Wasserdampf Wärme aufnehmen und speichern. Diese kann bei Bedarf wieder abgerufen oder auch mit einem Wirkungsgrad von 30 bis 40 Prozent in elektrischen Strom gewandelt werden (Link: [Webseite ENERGYNEST](#)). Neben diesen Ansätzen, die elektrische Energie mit Hilfe eines Generators bereitstellen,

finden sich derzeit auch einige chemische Speicherkonzepte im Rahmen einer sogenannten REDOX-FLOW-BATTERIE, die sich in unterschiedlichen Größen auch gut für kleinere und dezentrale Einheiten eignen können. Dabei befinden sich in zwei voneinander getrennten Bereichen ein Elektrolyt in unterschiedlichen Oxidationsstufen. Über Pumpen wird der Elektrolyt über Batteriezellen geführt, bei Zufuhr von elektrischer Energie ergibt sich in den unterschiedlich geladenen Halbzellen eine Oxidation bez. Reduktion des Elektrolyten. So kann Energie gespeichert und in einem umgekehrten Prozess auch wieder bereitgestellt werden (Link: [Artikel HANDELSBLATT EDISON](#)). Als Elektrolyt bei REDOX-FLOW-BATTERIEN kommt dabei beispielsweise das Metall Vanadium zum Einsatz, das u.a. beim Automobil- und Flugzeugbau zur Härtung von Metallen eingesetzt wird. Am FRAUNHOFER ICT in Pfinztal wird eine solche größere REDOX-FLOW-BATTERIE derzeit zur Speicherung von Windenergie erprobt (Link: [Artikel FRAUNHOFER ICT](#)). Mittlerweile finden sich aber auch Ansätze mit organischen Elektrolyten wie z.B. von den hiesigen jungen Unternehmungen der CMBLU ENERGY AG in Alzenau (Link: [Webseite](#)), JENA BATTERIES (Link: [Webseite](#)) oder GREEN ENERGY STORAGE aus Italien (Link: [Webseite](#)), die Unternehmung NANOFLOWCELL aus der Schweiz gestaltet damit auch REDOX-FLOW-BATTERIEN für die Elektromobilität (Link: [Artikel DIE WELT](#)). Diese eher umweltfreundlichen Konzeptionen könnten daher eventuell auch inhaltliche Anknüpfungen im Hinblick auf die Ausrichtung des ECOVILLAGE in Hannover mitbringen. Im Hinblick auf diese Fragen sei auch auf die Messe ENERGY AND STORAGE TECHNOLOGIES (EAST) in Erfurt hingewiesen, die in diesem Jahr erstmalig stattfand, bei der u.a. auch das CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENTAL CHEMISTRY (CEEC) in Jena beteiligt ist (Link: [Webseite](#)). Dort stellte u.a. auch das FRAUNHOFER IKTS in Hermsdorf ihren Ansatz für stationäre keramische Natrium-Batterien vor, die laut Angaben auf lokal vorhandene Materialien zurückgreifen, nach Gebrauch vollständig recyclingfähig sind und sich für unterschiedliche Anlagengrößen bis in den Megawattbereich eignen (Link: [Artikel FRAUNHOFER IKTS](#)). Die junge Unternehmung LUMENION aus Berlin testet derzeit bei einem gemeinsamen Projekt mit VATTENFALL ENERGY SOLUTIONS und der GEWOBAG im «Heizhaus II» in Berlin-Tegel einen Stahlspeicher für 2,4 Megawatt, das auch von der EU im Rahmen von EFRE gefördert wird. Dabei wird elektrische Energie in Wärme gewandelt und in dann heißem, flüssigen Stahl gespeichert. Bei Bedarf kann dabei dann Wärme und elektrische Energie über Wasserdampf mit Hilfe einer Turbine wieder abgerufen werden (Link: [Webseite](#)). Ebenfalls in Berlin wird derzeit auch der Ansatz der schwedischen Unternehmung SALTIX u.a. gemeinsam mit der Unternehmung VATTENFALL erprobt, bei dem ein nanobeschichtetes Salz, das in Wasser gelöst ist, mit Hilfe von zugeführter Wärme in trockenes Salz und Wasser getrennt und so gespeichert wird. Für die Bereitstellung von Wärme oder elektrischer Energie wird das Wasser dann dem getrockneten Salz wieder zugeführt, wobei die freigesetzte Wärme der folgenden chemischen Reaktion dann in weitere Anwendung Eingang finden kann (Link: [Artikel](#)). Die Unternehmung VATTENFALL ist auch im Rahmen des umfangreichen SINTEG Teilprojekts WINDNODE mit drei konkreten unterschiedlichen Umsetzungen im Rahmen von POWER-TO-HEAT beteiligt. In dem WINDNODE-Jahrbuch 2018 (Link: [Webseite](#)), das auf die östlichen Bundesländer ausgerichtet ist, finden sich auch eine ganze Anzahl weiterer bemerkenswerter Projekte, wie z.B. zu subventionsfreien Batteriekraftwerken von der Unternehmung BELECTRIC GMBH aus Dresden (Link: [Webseite](#)), das Reallabor des Hybridkraftwerks der Unternehmung ENERTRAG (Link: [Webseite](#)), u.a. begleitete vom FRAUNHOFER IEE und der REINER LEMOINE INSTITUT gGMBH oder ein Projekt zu netzdienlichen Anlagen in der Niederspannung von der Unternehmung STROMNETZ BERLIN GMBH (Link: [Webseite](#)). Eine weitere Anwendung zur Speicherung von Energie bietet die junge Unternehmung WILLPOWER aus Rostock, die von der Unternehmung INNOGY unterstützt wird. Dabei wird Kohlendioxid, das aus der Umgebungsluft gewonnen wird, zusammen mit elektrischer Energie und Wasser mit Hilfe von modifizierten Mikroorganismen in Methanol gewandelt, das dann in flüssiger Form gespeichert wird. Dieses kann dann beispielsweise mit Hilfe von Brennstoffzellen in Wärme und elektrische Energie gewandelt werden. Der Ansatz ist dabei auch für Heizungsanlagen angedacht, wobei die eingesetzten Mikroorganismen regelmäßig nach 6 Monaten auszuwechseln sind (Link: [Artikel HANDELSBLATT EDISON](#)). Ebenfalls aus Rostock stammt die junge Unternehmung EXYTRON, die für ihren dezentralen Ansatz zur Gewinnung von Methan in BHKW bei Wohnbauten den GREENTEC-Award im Jahr 2016 im Bereich «Start-Up»

erhielt. Neben einer Wohnanlage in Alzey wird diese Technik derzeit auch von den STADTWERKEN AUGSBURG in einem Gebäude erprobt (Link: [Artikel](#)). Neben dem Führen des entstehenden Kohlendioxids in einem Kreislauf zur Gewinnung von Methan, wird dabei auch Wasser, das bei der Gastrocknung anfällt, der Elektrolyse wieder zugeführt, um den Bedarf von Wasser bei diesem Ansatz möglichst gering zu halten (Link: [Artikel AUGSBURGER ALLGEMEINE](#)). Einen ähnlichen Ansatz hat die junge Unternehmung HOME POWER SOLUTIONS (HPS) aus Berlin gestaltet, wobei dezentral gewonnener Wasserstoff im Rahmen einer Elektrolyse gespeichert wird, wobei die elektrische Energie beispielsweise über Photovoltaik-Elemente bereitgestellt wird. Mit Hilfe einer Brennstoffzelle wird dabei dann Wärme und elektrische Energie gewonnen, weitere Bestandteile der Anlage sind u.a. eine Batterie, ein Warmwasserspeicher, ein Wärmetauscher und ein Lüftungsgerät (Link: [Webseite](#)). Weitere Ansätze finden sich auch bei dem Blei-Batteriespeicher der Bremer Unternehmung POWERTRUST, der in einen festen und kristallinen Elektrolyt eingebunden ist und dessen Materialien sich für eine Kreislaufführung eignen (Link: [Webseite](#)), sowie von der Unternehmung BLUESKY ENERGY GMBH aus Österreich, die eine auf Natriumionen basierte Salzwasserbatterie gestaltet haben, die auch vollständig entladen werden kann (Link: [Webseite](#)).

Folgend werden auch einige konkrete Beispiele vorgestellt, die im Bereich eines Haushalts einen Beitrag zur Minderung des grundsätzlichen Energiebedarfs mitbringen. So haben Professor WOLFGANG RUCK und OLIVER OPEL, vom Institut für Umweltchemie an der LEUPHANA UNIVERSITÄT LÜNEBURG einen Prototyp einer sogenannten «*thermischen Batterie*» für die Warmwasserbereitstellung im Sanitärbereich gestaltet. Dabei kommt gebrannter Kalk zum Einsatz, da bei einer Zuführung von Wasser bei diesem Material Temperaturen mit bis zu 450 Grad Celsius entstehen. Ist dann im Kalk viel Wasser gebunden, kann mit Hilfe von Wärmequellen der Kalk wieder getrocknet werden, wobei der Vorgang bei Bedarf wieder neu beginnen kann. Dieser Wirkung ist auch bei Magnesiumchlorid zu finden, der als Abfallprodukt bei der Kali-Herstellung entsteht (Link: [Artikel BRANDEINS](#)). Die Anlage war im Jahr 2016 auch für den BUNDESPREIS ECODESIGN nominiert (Link: [Artikel](#)). Ein ähnlicher Ansatz kam auch bei der konkreten Umsetzung des Forschungsprojekts «*autartec*» zur Anwendung, an dem u.a. auch das FRAUNHOFER IVI beteiligt war. So ist in diesem Prototyp eines schwimmenden Hauses ein Salzhydrat-Speicher vorhanden, der über die Abwärme des Kachelofens z.B. Warmwasser zum Duschen bereitstellen kann (Link: [Beitrag BAYERISCHER RUNDFUNK](#)). Dieses Forschungsprojekt, das vom Jahr 2014 bis 2019 andauerte, wurde dabei vom BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (BMBF) als innovativer regionaler Wachstumskern im Osten Deutschlands gefördert. Die Unternehmung HM HEIZKÖRPER GMBH & CO. KG aus Dingelstädt auf Thüringen bietet im Rahmen einer «*Thermobatterie*» einen solchen Speicher für vielfältige Warmwasseranwendungen an, wobei als Material ein Natriumacetat-Gemisch eingesetzt wird. Zugeführte Wärme wird von diesem Material «*latent*» gespeichert, ähnlich dem Prinzip eines durch Druck angeregten Handwärmekissens, das erst in der Folge seine Wärme freisetzt (Link: [Webseite](#)). Diese Phasenwechsel-Materialien mit «*latenter*» Speichermöglichkeit von Wärme werden im englischen Fachausdruck als «*PCM*» bezeichnet, «*Phase Change Materials*». Das THÜRINGISCHE INSTITUT FÜR TEXTIL- UND KUNSTSTOFF-FORSCHUNG E.V. (TITK) in Rudolstadt hat Phasenwechsel-Speichermaterialien gestaltet, die in der Lage sind, Wärme oder Kälte bei bestimmten Temperaturen zu speichern und bei Bedarf wieder freizusetzen. Als Material kommt dabei Paraffin zum Einsatz, das sich in einer physikalische Bindung ohne Kapselung in eine polymere Netzwerkstruktur einfügt. Das Material ist so auch thermoplastisch zu Granulat, Pulver, Fasern, Folien oder Platten formbar, die Schmelzbereiche werden dabei von -4 Grad bis 82 Grad Celsius angegeben (Link: [Webseite](#)). Im Hinblick auf den grundlegenden Ansatz zur Gestaltung von Heizanlagen im Gebäudebereich bieten auch sogenannten «*Heizleisten*» Anregungen, die beispielsweise in den hoch gelegenen Fensterfronten des Lesesaals der DEUTSCHEN NATIONALBIBLIOTHEK in Frankfurt zum Einsatz kommen. Anstatt eines kompakten Heizkörpers wird dabei ein Raum an den Wänden in Fußhöhe von einem Leitungsrohr umzogen, auf dem sich eine Vielzahl aufgepresster kleiner und schmaler Metallrippen befinden. Die vom Boden aus erwärmte Luft steigt dann direkt an den Wänden entlang auf. Dadurch nehmen die Wandflächen Schritt für Schritt Wärme auf, die dann auch weiter in den Raum abgestrahlt wird. Der sich dadurch immer weiter abkühlende Luftstrom wandert dann zurück zum Boden, wobei die Heizleisten die nun kühle Luft

wieder von neuem erwärmen. Dieses Heiz-Prinzip, das auf sogenannter «Strahlungswärme» aufbaut, kommt auch bei den bereits vorgestellten Gebäuden «K76» in Darmstadt und dem «Nullenergiehaus» in Pforzheim zur Anwendung. Neben weniger Materialaufwand durch fehlende Heizkörper, einer eher gleichmäßigen Raumtemperatur kann dadurch auch Heizenergie in der Größenordnung von ungefähr 10% eingespart werden (Link: [Webseite BAYSTRA](#)). Als ein Beispiel für einen weiteren Ansatz solcher «Strahlungswärme» sei dabei einmal das Forschungsprojekt «Heizfolien mit PTC-Effekt» von TITK herausgegriffen. Der sogenannte «positive temperature coefficient»-Effekt besagt dabei, dass sich der Widerstand in Folge steigender Temperaturen ebenfalls erhöht. Dies bietet einen Schutz vor Überhitzung, wobei sich die Heizung gleichzeitig ohne weitere Steuerung an dem jeweiligen Wärmebedarf ausrichtet (Link, öffnet als PDF: [Webseite TITK](#)). Ein erweitertes Konzept dieses Ansatzes ist die sogenannte «thermische Bauteilaktivierung», bei der diese durch Wasserleitungen Wärme oder Kälte aufnehmen und so «aktiviert» werden. Bei dem bereits genannten Rathausbau in Freiburg wurde dies bereits umgesetzt, auch hat das INSTITUT FÜR SOLARENERGIEFORSCHUNG (ISFH) aus Hameln in Hannover ein Gebäude damit ausgestattet. Wie die Praxiserfahrungen aus zwei Jahren zeigten, konnte dabei durch Solarthermie «aktivierte» Geschossdecken, bei denen Kunststoffrohre in die Stahlbetonplatten eingebracht wurden, im Durchschnitt über 40% des Raumwärmebedarf bereitstellen (Link: [Artikel ZUSE GEMEINSCHAFT](#)). Im Rahmen des Projekts «MGG22» eines sozialen Wohnungsbaus setzt die Stadt Wien mit einer Förderung vom österreichischen BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, INNOVATION UND TECHNOLOGIE (BVT) diesen Ansatz derzeit ebenfalls um. Über Erdwärmesonden und Wärmepumpen werden 155 Wohnungen mit Hilfe von Betonflächen «aktiviert». Diese heizen und kühlen das Gebäude, wobei die eingesetzte elektrische Energie zu drei Vierteln von Windkraftanlagen gewonnen wird (Link: [Webseite](#)). Bei der Unternehmung GUGLER aus Österreich kommen bei der «thermischen Bauteilaktivierung» ihres Firmensitzes dafür modular gefertigte Lehmblauwände zum Einsatz, in denen bei der Herstellung bereits Hohlräume für warme oder kalte Luft eingepasst wurden (Link: [Artikel](#)). In diesem Zusammenhang sei auch einmal das folgende Zitat aus dem «Planungsleitfaden Thermische Bauteilaktivierung» aus dem Jahr 2016 angeführt, das vom österreichischen BVT im Rahmen der «Berichte aus der Energie- und Umweltforschung» herausgegeben wurde und auch im Internet frei zugänglich ist: «Die relativ niedrigen Oberflächentemperaturen können im Fall der Beheizung bereits durch ungewöhnlich niedrige Heizmitteltemperaturen sichergestellt werden. Die Vorlauftemperaturen bewegen sich auch bei widrigsten außenklimatischen Bedingungen in Bereichen von knapp über 30 °C. Nach dem bisher Gesagten sind diese niedrigen Heizmitteltemperaturen bei der TBA nicht nur möglich, sondern sogar notwendige Voraussetzung für ein gutes Funktionieren des Heizsystems und für hohen thermischen Komfort im Raum. Dies macht eine effektive Nutzung erneuerbarer Energien möglich. Neben der Kombination der TBA mit thermischen Sonnenkollektoren sei hier insbesondere die Wärmebereitstellung über Wärmepumpen, die überwiegend mittels Strom aus Windkraftanlagen oder Photovoltaik betrieben werden» (Link: [Webseite zum Download](#)). Das auch bei Haushaltsgeräten Einsparungen von Energie möglich sind, zeigt beispielsweise der «Low-Tech»-Ansatz von der indischen Unternehmung MITTICOOL für einen Kühlschrank aus Lehm, der mit Hilfe von Wasser eine Kühlung bereitstellt (Link: [Webseite](#)). Diese Möglichkeit, durch die Kondensation von Wasserdampf, wie beim menschlichen Schwitzen, Kühle zu gewinnen, setzt auch die junge Unternehmung COOLAR aus Berlin für ihren Kühlschrank ein. Dabei verdunstet destilliertes Wasser bei Unterdruck, der entstehende Wasserdampf wird von einem Silikat-Gel aufgenommen. Hat sich dieses mit Feuchtigkeit vollgesogen, wird es durch die Zufuhr von Wärme, beispielsweise von einer Solarthermie-Anlage, getrocknet. Das freigesetzte Wasser fließt zurück und der Kreislauf setzt sich weiter fort. Das Konzept ist vor allem zur Kühlung von Medikamenten in Regionen, angedacht, in denen nicht immer ein ausgebautes elektrisches Stromnetz zu finden ist (Link: [Webseite](#)). Im Rahmen eines Forschungsprojekts in der Schweiz, u.a. von der Unternehmung IBM und der Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) mit dem Titel «Thermally driven adsorption heat pumps for substitution of electricity and fossil fuels» wurde die Technik solcher sogenannter «Absorptionswärmepumpen» weiter erforscht (Link: [Artikel TAGESANZEIGER](#)). Nach 47 Monaten endete dieses Forschungsprojekt im November 2018, bei dem auch ein Prototyp mit 10 Kilowatt erstellt wurde. Dieser

reicht aus, um beispielsweise ein Familienhaus in Südeuropa während eines Sommers zu kühlen. Dem Forscher Dr. MATTHIAS KOEBEL und Mitarbeitenden des Bereichs «*Building Energy Materials and Components*» an der EMPA gelang es dabei ein neues Adsorptionsmaterial zu gestalten, das eine 3 Mal größere Kühlleistung bereitstellt als zu Beginn des Projekts. Es handelt sich dabei um einen porösen Kohlenstoffschwamm, der mittels einer sogenannten «*Pyrolyse*» aus einem Kunstharz gewonnen wird. Dabei wird das Material von hohen Temperaturen weitestgehend ohne Sauerstoff in einen Kohlenstoff gewandelt. Mit diesem technischen Ansatz können zukünftig genau passende Adsorptionsmaterialien für die jeweilige Wärmequelle und die gewünschte Kältetemperatur hergestellt werden (Link: [Artikel EMPA](#)). Ausgehend von diesen konkreten Erfahrungen ist das Team der EMPA derzeit auch an einem neuen EU-Forschungsprojekts mit dem Titel «*HyCool*» beteiligt, das bis zum Jahr 2021 läuft. Dabei wird eine sogenannte Hybrid-Wärmepumpe gestaltet, wobei eine Adsorptionswärmepumpe mit einer herkömmlichen Wärmepumpe kombiniert wird. Der konkrete Ansatz ist, dass die Unternehmen GIVAUDAN, ein Aromahersteller, und BO DE DEBÒ, ein Hersteller von Lebensmitteln, damit den Kühlbedarf ihrer Produktionsanlagen so weit als möglich mit Hilfe von Abwärme und Solarenergie bereitstellen können. Über solare Spiegel wird dabei Wasser in einem Rohr erhitzt, das dann als Dampf Wärme für die Adsorptionswärmepumpe bereitstellt. Der Grundgedanke des Projekts ist dabei, dass die Unternehmen neben der Kühlung mit Hilfe eines Speichers auch ausreichend Wärme für ihre Prozesse, sowie für Warmwasser und die Heizung gewinnen können (Link: [Webseite](#)). Dabei sei auch kurz ergänzt, dass die Abteilung von Dr. MATTHIAS KOEBEL an der EMPA auch zu sogenannten «*Aerogelen*» forscht, eine Materialklasse, die vor allem aus eingeschlossener Luft besteht und dadurch höchste Dämmwerte mitbringt. Dafür wurde dort auch ein patentierter Ansatz gestaltet, der die Herstellung von «*Aerogelen*» in einem größeren Maßstab ermöglichen soll (Link: [Artikel EMPA](#)), der dann z.B. als Dämmmaterial bei Ziegeln im Bau Anwendung finden könnte (Link: [Artikel EMPA](#)). Wie ein Forschungsprojekt am MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT) von diesem Jahr mit einem transparenten «*Aerogel*» zeigt, ist die bereitgestellte Dämmung dieser Materialklasse höchst bemerkenswert. Dabei wurde bei einer Untersuchung auf dem Dach des MIT ein kleines Gerät mit einer dunklen Beschichtung zur Aufnahme von Wärme des Sonnenlichts aufgestellt, das mit einem transparenten «*Aerogel*» abgedeckt wurde. Das Licht gelangt ungehindert durch das transparente «*Aerogel*», wobei durch die dunkle Beschichtung Wärme entsteht. Gleichzeitig führt die Dämmung des «*Aerogel*» dazu, dass die entstehende Wärme, ähnlich wie bei einem Gewächshaus, nicht entweichen kann. So stellte sich an einem Wintertag auf dem Dach des MIT bei einer Außentemperatur von 0 Grad Celsius innerhalb des Geräts eine bemerkenswerte Temperatur von ungefähr 220 Grad Celsius ein. Wie die dort Forschenden anmerken, könnte dies zukünftig eventuell neue Möglichkeiten zur Wärmebereitstellung eröffnen, wobei die beteiligte Professorin EVELYN WANG darauf hinwies, dass bislang noch keine wirtschaftlichen Herstellungswege für solche «*Aerogele*» vorhanden sind (Link: [Artikel MIT](#)). Bei der Tätigkeit zu ebenfalls transparenten «*Aerogelen*» an der UNIVERSITÄT COLORADO in diesem Jahr fand sich für die dort Forschenden dabei der Ansatz für ihr Ausgangsmaterial Cellulose auf Abfallstoffe aus der Bierherstellung in der Umgebung zurückzugreifen. Mit Hilfe von Mikroorganismen gelang es ihnen daraus dann innerhalb von zwei Wochen feinste Cellulose zu gewinnen, mit der dann auch transparente «*Aerogele*» für ihre Forschungen hergestellt werden konnten. Derzeit bestehen bei den dort Forschenden Überlegungen, ob sich die dünnen Filme von solchen transparenten «*Aerogelen*» eventuell auch als mögliche Beschichtungen für Fenster zur Wärmedämmung eignen könnten (Link: [Artikel UNIVERSITÄT COLORADO](#)). In der Fachzeitschrift ACS SUSTAINABLE CHEMISTRY findet sich auch ein Beitrag aus diesem Jahr mit dem Titel «*Foaming of Recyclable Clays into Energy-Efficient Low-Cost Thermal Insulators*», an dem auch GUILLAUME HABERT, Professor für Nachhaltiges Bauen an der EIDGENÖSSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE ZÜRICH (ETHZ) beteiligt ist, der aufzeigt, dass Lehm durch ein Aufschäumen, ähnlich wie bei einem «*Aerogel*», eine hoch poröse Eigenschaft erhält, und so hohe Dämmeigenschaften aufweist (Link: [Artikel ACS SUSTAINABLE CHEMISTRY](#)). Nachdem bereits die Kombination von Adsorptionswärmepumpen und Wärmepumpen im Rahmen des EU-Projekts «*HyCool*» vorgestellt wurde, seien an dieser Stelle einige Unternehmen genannt, die solche Anlagen gestalten, da diese Technik auch bei Wohngebäuden und Anlagen

zur sogenannten «Fernwärme» oder auch «Nahwärmenetzen» Anwendung findet. Die Unternehmung ACALOR aus Bad Kleinen hat eine sogenannte «Direktwärmepumpe» gestaltet, bei der das Kältemittel Propan, auch als «R290» bezeichnet, zum Einsatz kommt. Im Rahmen des EU-Projekts «Green Heat Pump», an dem auch u.a. Forschende vom FRAUNHOFER ISE in Freiburg beteiligt waren, kam ebenfalls Propan als Kältemittel zur Anwendung. Erst vor kurzem hat das FRAUNHOFER ISE auch einen Prototypen für eine Wärmepumpe mit Propan vorgestellt, die aufgrund der geringen eingesetzten Mengen auch innerhalb eines Gebäudes eine Anwendung finden kann (Link: [Artikel FRAUNHOFER ISE](#)). Der Hintergrund ist dabei, dass bislang als Kältemittel meist synthetische Stoffe genutzt werden, die umweltschädliche fluorierte Treibhausgase, sogenannte «F-Gase» enthalten. Die EUROPÄISCHE KOMMISSION hat im Jahr 2014 geregelt, dass diese in Zukunft Schritt für Schritt nicht mehr eingesetzt werden. Dabei gilt u.a. Propan, das sich bereits zunehmend in Klima- und Kälteanlagen findet, als ein möglicher umweltfreundlicher Ersatz. Bei dem Ansatz von ACALOR befindet sich im Außenbereich ein Verdampfer, bei dem das Kältemittel flüssig in kompakte Kupferrohre gelangt. Dort verdunstet das Propan, wobei aufgrund dessen gute Materialeigenschaften Außentemperaturen von bis zu -30 Grad Celsius einen Einsatz möglich machen. Das erhitzte, aber noch nicht warme gasförmige Propan, wird dann mit Hilfe von Druck einer elektrischen Wärmepumpe erwärmt. Die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe erreicht laut Angaben von ACALOR dabei einen Wert von 4,5. Dieser Wert gibt an, dass aus der eingesetzten elektrischen Energie der Wärmepumpe 4,5-Mal so viel Heizwärme gewonnen wird. Das im Jahr 2015 novellierte bundesweite Marktanzreizprogramm fordert beispielsweise eine Jahresarbeitszahl von mindestens von 3,8 für gebäudeintegrierte Wärmepumpen. Von dort gelangt das erwärmte Propangas in das Haus - anstatt zu einem üblichen Wärmetauscher geführt zu werden – um dort mit der Kupferleitung einen Wasserspeicher zu umringen, der dabei auf über 65 Grad Celsius erwärmt wird und so auch einen Schutz vor Legionellen bietet. Über den regulären Betriebsdruck wird das Propangas in den Kupferleitungen durch den Fußboden geführt, der dabei Wärme aufnimmt. Dadurch kühlt sich das Propangas ab und wird Schritt für Schritt wieder flüssig. Eine Abgabe und Aufnahme von Wärme geschieht dabei nur, wenn auch ein Temperaturgefälle vorliegt. Dieser Ansatz ist auch ein weiteres Beispiel für die bereits erwähnte «Strahlungswärme». Im Sommer, wenn im Gebäude eine Kühlung erwünscht ist, kann dieses Prinzip dann umgekehrt zur Anwendung kommen. Das flüssige Propan nimmt am Boden die Wärme des Gebäudes auf, wird dadurch gasförmig und wird in den Außenbereich geführt, wobei die Wärme über den Lüfter abgegeben wird und der Kreislauf neu beginnt. Dabei wird dann auch dem Wasserspeicher nur kurzfristig über einen Thermostat neue Wärme zugeführt (Link: [Webseite ACALOR](#)). Eine sogenannte «Rotationswärmepumpe» für größere Einheiten zur Bereitstellung von Wärme und Kälte im Bereich von -20 bis 150 Grad Celsius bietet die Unternehmung ECOP aus Österreich an, die sich auch für Fernwärmenetze eignet. Dabei kommt das umweltfreundliche Edelgas Argon zur Anwendung, das auch bei dem Wärme- und Kältespeicher von der UNIVERSITÄT NEWCASTLE eingesetzt wird (Link: [Webseite ECOP](#)). Eine weitere größere Wärmepumpe zur Bereitstellung von Wärme und Kälte hat die französische Unternehmung ENGIE mit der Anlage «thermeco₂» gestaltet, wobei als Kreislaufgas – in diesem Falle ebenfalls umweltfreundlich und ungefährlich – Kohlendioxid angewandt wird (Link: [Webseite ENGIE](#)). Größere Adsorptionskälteanlagen finden sich bei den hiesigen Unternehmungen der EAW ENERGIEANLAGENBAU GMBH aus Thüringen, bei dem als Kältemittel eine Lithium-Brom Lösung genutzt wird (Link: [Webseite EAW ENERGIEANLAGENBAU GMBH](#)), sowie von der EFFICIENT ENERGY GMBH aus Feldkirchen, die bei ihrem sogenannten «eChiller» Wasser verdampfen, was über einen vakuumdichten geschlossenen Kreislauf geschieht (Link: [Webseite Efficient Energy GmbH](#)). Einen ähnlichen Ansatz hat das INSTITUT FÜR LUFT- UND KÄLTETECHNIK DRESDEN gGMBH (ILK) mit einer sogenannten «Vakuum-Flüssigeis-Technologie» gestaltet, der sowohl für die Bereitstellung von Kälte und Wärme geeignet ist (Link: [Webseite ILK](#)). Im Rahmen der umfangreichen Forschungen und Erfahrungen von Professor. Dr. THORSTEN URBANECK an der TU CHEMNITZ zu Nahwärme- und Kältenetzen und entsprechenden Speichern sei in diesem Zusammenhang einmal ebenfalls hingewiesen (Link: [Artikel TU CHEMNITZ](#)).