



Norbert Mertzsch¹

Take-home-message: Ein Theorie und Praxis herausforderndes „offenes Ende“

Vortrag auf dem Kolloquium „Energiewende 2.0: Die ambivalente ‚Wärme‘ im Fokus der Wissenschaft und Wirtschaft, der Technik und Technologie“ am 19. Mai 2017 in Berlin

Veröffentlicht: 26. 08. 2017

Als letzter Redner und Mitveranstalter möchte ich den Referenten und deren Mitautoren für die interessanten Vorträge, die wir heute hören konnten, danken.

Nach der Einführung von Professor Fleischer zur „Wärmewende“ als essentiell Element der Energiewende 2.0 hörten wir Vorträge über neuere Entwicklungen zur Wärmeversorgung im Nieder-temperaturbereich, also für Wohngebäude, Schulen, Bürogebäude etc., zur Bereitstellung bzw. Speicherung von Prozesswärme und zu Anwendungen bei hohen Temperaturen.

Die behandelten Themen sind alles wichtige Beiträge zur Sicherung der zukünftigen Wärmeversorgung, können aber bei weitem nicht das gesamte Spektrum der für die Wärmewende notwendigen Technologien abdecken. Es bleiben also noch genug Themen für die Zukunft.

Nun möchte ich noch einige Dinge ansprechen, die heute bisher nicht zur Sprache kamen, beim Thema "Wärmewende" aber unbedingt berücksichtigt werden müssen.

Zunächst einmal der rechtliche Rahmen. Von großer Bedeutung für das Gelingen der Energiewende ist die Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebereich. Für die energetischen Anforderungen an Gebäude gelten derzeit das Energieeinspargesetz (EnEG 2013) mit der dazugehörigen Energieeinsparverordnung (EnEV 2015). Damit werden die anlagentechnischen Anforderungen an Gebäude geregelt. Hinzu kommt das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG 2015), welches bestimmt in welchem Umfang bei neuen Gebäuden und Bestandsgebäuden der öffentlichen Hand Einkommensenergien zu Wärmezwecken zu nutzen sind. Diese Gesetze und Verordnungen sollen nun in nächster Zeit im Rahmen der Umsetzung der RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Gebäuderichtlinie 2010) zum Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) zusammengefasst werden. Im Rahmen des Gesetzgebungsverfahrens muss auch noch der Niedrigstenergiegebäudestandard für Deutschland definiert werden, der für Nichtwohngebäude der öffentlichen Hand ab 2019 und für den privaten Neubau ab 2021 gelten soll (vgl. Sohn 2017). Von verschiedensten Seiten wurde mir berichtet, dass die bisher bestehenden Ungereimtheiten zwischen den Gesetzen und Verordnungen auch im neuen Gesetz voraussichtlich nicht ausgeräumt werden. Da wird sicherlich meine Hoffnung, dass in der Politik und bei den Juristen einmal die Erkenntnis reift, dass es nach dem Energieerhaltungssatz², erstmals aufgestellt von Julius Robert von Mayer 1842, endgültig ausformuliert 1847 von Hermann von Helmholtz, der eigentlich in der Schule gelehrt werden sollte, keine "Erneuerbare Energie" geben kann, auch nicht erfüllt werden. Erst recht nicht, wenn wir in engen, lobbyistisch festgelegten Bilanzkreisen denken und handeln.

¹ Verein Brandenburgischer Ingenieure und Wirtschaftler e.V.

² Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Energieerhaltungssatz>.

Nach dem rechtlichen Rahmen nun etwas zum Thema Wärmebedarf, insbesondere im Bereich der Bestandswohngebäude. Entsprechend der gesetzlichen Regelungen ist die Energieeffizienz dieser Gebäude bei Sanierungsmaßnahmen zu verbessern. Damit soll die Umwelt- und Klimaverträglichkeit dieser Gebäude verbessert werden. Über diesen Punkt wird es allseits Übereinstimmung geben. Schwieriger wird es schon mit der Wirtschaftlichkeit. Da die Verbesserung der Energieeffizienz der Gebäude vorrangig durch Wärmedämmmaßnahmen erfolgt, sind deren Kosten entscheidend. Es gibt heute die Möglichkeit jedes Haus zumindest in die Nähe des Passivhausstandards zu bringen. Die Frage ist nur, ob sich die Mieter dann noch die resultierende Miete leisten könnten. Da bin ich dann auch bereits beim Punkt Akzeptanz bzw. Bürgerbeteiligung angelangt. Eine energetische Gebäudesanierung sollte immer unter Beteiligung der Mieter vorbereitet werden, damit diese dann die Veränderungen, die auch in ihrem Verhalten, z.B. bei der Lüftung, notwendig sind, akzeptieren. Es wäre z.B. unsinnig Fenster und Türen einer Wohnung bei der Sanierung soweit abzudichten, dass der Mieter kaum eine Chance hat nur durch Lüften die Luftfeuchte, die alleine durch seine Anwesenheit entsteht, ausreichend abzuführen. Da müssten dann technische Einrichtungen zur Be- und Entlüftung mit vorgesehen werden. Die Frage ist, ob sich das alles wirtschaftlich darstellen lässt und ob der Mieter so leben will.

Ein weiterer Punkt, wo die Akzeptanz von Wärmedämmmaßnahmen auf Probleme trifft, sind die möglichen Auswirkungen auf das Stadtbild. Deshalb sollten solche Maßnahme nicht für jedes Gebäude einzeln betrachtet und durchgeführt werden, sondern in ein Gesamtkonzept für die energetische Stadterneuerung eingehen. Bei einem solchen Gesamtkonzept sind dann auch Maßnahmen zum Denkmalschutz mit zu koordinieren, damit unsere Städte ihr Gesicht nicht verlieren. Es ist schon schlimm genug, wenn man beim Gang durch manches Einkaufszentrum bzw. manche "modern" gestaltete Innenstadt nicht mehr mitbekommt, in welcher Stadt man sich gerade befindet.

Das jüngste Beispiel aus Berlin wo Wärmedämmung und Denkmalschutz nicht zusammen gehen sind sieben Wohnblöcke in Berlin-Schmargendorf, die 1930 für die Gemeinnützige Aktiengesellschaft für Angestelltenheimstätten (Gagfah) gebaut wurden. Der Rundfunk Berlin-Brandenburg berichtete darüber (Barthel 2017)

Weiterhin ist zu bedenken, dass die meisten derzeit genutzten Baustoffe zur Wärmedämmung auf der Nutzung des Vermögensenergieträgers Erdöl basieren. Nach dem Nutzungsende als Wärmedämmstoff sind sie vielfach als gefährliche Abfälle einzustufen. Ich möchte an die Entsorgungsgenässe für den Wärmedämmstoff Styropor mit dem Flammschutzmittel Hexabromcyclododecan Ende 2016 erinnern (vgl. SBB 2016). Das Interessante an der Problematik ist, dass ein eigentlich gefährlicher Abfall plötzlich nicht mehr gefährlich ist, weil zum Einen die Entsorgungskapazitäten fehlen und zum Anderen die Entsorgungskosten zu hoch sind. Und wie sich die Erkenntnisse zu Gefährdungen durch heute noch unbedenkliche Stoffe weiterentwickeln ist auch offen. Und das Nutzungsende von Wärmedämmmaterial kann z.B. durch Schadenswirkungen von Naturgewalten wie Hagel, die infolge des Klimawandels häufiger auftreten können, schneller eintreten als erwünscht (vgl. Hauner 2011; Lateltin/Jordi 2008).

Deshalb sollte die Entwicklung in Richtung wiederverwendbarer bzw. nachnutzbarer Materialien gehen. Als Beispiele dafür können Schaumglas³ oder Vakuumdämmelemente aus Metall (vgl. Willems 2003) dienen. Der Energieaufwand zu deren Herstellung liegt zwar erst einmal höher, doch ein effektiver Einsatz dieser Materialien zur Wärmedämmung könnte vor allem bei Gebäuden mit langem Nutzungszeitraum erreicht werden. Als Beispiele können historische Gebäude angesehen werden, deren Nutzung aus heutiger Sicht auch in Jahrzehnten bis Jahrhunderten noch zu erwarten ist. Da sind dann natürlich auch die Berechnungsgrundlagen für die Amortisation anzupassen.

Vielfach werden als Wärmedämmstoffe natürliche Stoffe bevorzugt, doch ob diese unter den Aspekten der Dekarbonisierung in Zukunft in ausreichender Menge zur Verfügung stehen werden ist zu bezweifeln. Denn dann werden sicher große Mengen dieser Stoffe für den Bedarf der Chemischen Industrie als Rohstoffe gebraucht (vgl. Schiller et.al. 2016)

³ Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Schaumglas>.

Und es stellt sich mir eine rein praktische Frage: Wenn es gelingt, arbeitspreisneutrale Einkommensenergien in bedeutender Größenordnung für unsere Energie- und Wärmeversorgung zu nutzen, müssen dann Wärmeverluste, koste es was es wolle, gesenkt werden? Kommt es nicht eher darauf an, die Einkommensenergien effizient und preiswert zur Verfügung zu stellen? Sollten wir nicht darum ringen, den neuen Technologien den Weg zu ebnen?

Nach einigen Anmerkungen zu baulichen Aspekten möchte ich nun auf einige allgemeine Aspekte der Wärmeversorgung der Zukunft eingehen. Die Studie "Wärmewende 2030", die im Auftrag von Agora Energiewende (Gerhardt et.al. 2017) erstellt wurde, skizziert den Einstieg in die Dekarbonisierung der Heizenergie. Danach sollen Wärmepumpen zur tragenden Säule der Wärmeversorgung werden. Für die Wärmeversorgung über Wärmenetze sieht diese Studie eine Verdopplung vor. Dabei soll in diese Netze ein Mix von Wärmequellen einspeisen. Wir haben dazu ja heute bereits einiges gehört. Solche Überlegungen stellten Dr. Jeremias und ich auch auf einem Symposium des Arbeitskreises Allgemeine Technologie der Leibniz-Sozietät 2014 vor (vgl. Mertzsch, Jeremias 2015). Interessant ist in der Studie "Wärmewende 2030" die Annahme des Ausbaus der Fernwärme, obwohl in der Studie "Dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung im deutschen Wärmemarkt" vom August 2016 der Fernwärme ein ganz schlechtes Zeugnis ausgestellt wird (Pfnür et.al. 2016). Danach sollen Einzelheizungen deutlich wirtschaftlicher sein. Ein klassisches Beispiel für Lobbyismus!

Aus meiner Sicht sollte der Fernwärme durchaus eine Perspektive gegeben werden. Vor allem ist zu bedenken, dass Infrastruktur, die einmal abgebaut wurde, sehr schwer wieder neu zu schaffen ist - siehe die Deutsche Bahn. Zur effektiven Nutzung der Wärmenetze besteht dann allerdings die Notwendigkeit die Rücklauftemperaturen in den Fernwärmenetzen zu senken.

Das setzt auf der Seite der Wärmeabnehmer mehrere Maßnahmen voraus, die möglichst im Rahmen der Sanierung des Gebäudebestands durchzuführen sind. So ist im Zuge der Bestandssanierung die Heizfläche deutlich zu vergrößern bzw. es ist ein Flächenheizsystem einzusetzen. Weiterhin sind die Hausanschlussstationen so umzurüsten, dass für die Warmwasserversorgung die hygienischen Anforderungen sichergestellt werden können. Dazu könnte der Einbau von elektrischen Wärmeerzeugern erfolgen, die dann zur Sicherung der hygienischen Anforderungen in verbrauchsarmen Zeiten von Elektroenergie, wenn der Strompreis niedrig ist, über ein SmartGrid zugeschaltet werden. Wann diese zur Verfügung stehen werden ist allerdings noch unklar.

Die technische Sanierung in den Gebäuden sollte immer prioritär zur energetischen, baulichen Sanierung sein.

In einem weiteren Schritt sind in die Fernwärmenetze zur Zukunftssicherung arbeitspreisneutrale Energieträger (Einkommensenergie) zu integrieren. Um preiswert und sicher versorgen zu können, ist auf absehbare Zeit der Vermögensenergieträger Erdgas weiter zu berücksichtigen. Auf die Nutzung von Kohle und Erdöl zur Wärmeerzeugung sollte wegen der schlechteren Kohlenstoffdioxidbilanz möglichst schnell verzichtet werden. Die Netze werden dazu in verschiedene Temperaturregime strukturiert. Die Maßnahmen dazu sind

- Signifikante Reduzierung der Wärmenetztemperaturen,
- Einbindung solarthermische Energie,
- Einbindung von Umweltwärme (Wärmepumpen) und Bioenergie,
- Einbindung von niederkalorischer Rest- und Abfallenergie,
- Einbindung von Elektroenergie „Power-to-Heat“, sinnvollerweise mit Hilfe der Wärmepumpentechnologie.
- Einbindung von Wärmespeichertechnologien zur saisonalen Speicherung,
- Betrieb der Netze als Niedertemperaturnetze, ggf. Kaltnetze.

Zum Thema "Power-to-Heat" wäre zu bemerken, dass diese technische Lösung zur Zeit Erzeugungsspitzen auffangen soll (negative Regelenergie). Eine ständige Nutzung von Elektroenergie für Wärmepumpen sollte aber mit der zunehmenden Einspeisung von Einkommensenergie in die Stromnetze im Einklang stehen. Mindestens genauso wichtig sind aus meiner Sicht allerdings kostengünstige Lösungen für die Sicherstellung der hygienischen Anforderungen der Warmwasserversorgung.

Um noch ein Beispiel für ein heißes Thema zu bringen, möchte ich darauf hinweisen, dass bei zunehmendem Bedarf an negativer Regelenergie möglicherweise die Erzeugung von Siliciumcarbid nach dem Acheson-Verfahren auch in Deutschland wieder eine Chance haben könnte. Wegen zu hoher Stromkosten ist dieses Verfahren seit Jahrzehnten nicht mehr in Deutschland präsent⁴.

Nun noch einige Bemerkungen zum Thema Versorgungssicherheit.

Hier möchte ich zunächst auf das Thema Datensicherheit und Wärmeversorgung eingehen. Wie brisant das Thema Datensicherheit ist, wurde am 12.05.2017 weltweit vorgeführt (vgl. Weddeling et.al. 2017).

Bei modernen Einzelheizungen ist es heute bereits möglich diese über das Smartphone zu steuern. Auch die Wartungsfirma hat üblicherweise Zugriff auf die Daten der Heizungsanlage, um bei Störungen schnell reagieren zu können. Wenn man bedenkt, dass bereits internetfähige Kühlschränke in Bootnetze eingebunden waren, ist die Frage nach der Sicherheit dieser Wärmeversorgungsanlagen nicht nur hypothetisch. Ob sich der Nutzer dieser Technologien auch möglichen Gefahren bewusst ist, möchte ich in Frage stellen.

Problematischer dürfte diese Thematik allerdings im Bereich von Wärmenetzen sein. So haben wir heute beim Thema Wärmedrehscheibe einiges zur Problematik der Steuerung der Wärmeversorgung in Netzen mit verschiedenen Wärmequellen und der Verwendung von Speichern gehört. Auch wenn eine solche Steuerung unabhängig vom Internet mit eigenen Leitungen erfolgt, besteht immer noch das Problem, das Schadsoftware bei Fernwartungen oder über das aufspielen neuer Software in das System gelangen kann, mit möglicherweise dramatischen Auswirkungen auf die Sicherheit der Wärmeversorgung. Auch der Einsatz von IT-Lösungen in der Wohnungswirtschaft sollte strikt von der Steuerung der Wärmenetze getrennt sein, obwohl es da natürlich zu Wechselwirkungen kommen kann (z.B. schnelle unübliche Änderungen des Wärmebedarfs in einer großen Anzahl von Wohnungen). Andererseits kann eine zentrale Wärmeversorgung in Verbindung mit Technologien zur Stromerzeugung auch ein Element zur Stabilisierung der örtlichen Versorgungssicherheit sein.

Nun noch zu einem anderen Aspekt der Versorgungssicherheit. Dass der Übergang von der Nutzung von Vermögensenergie zur Nutzung von Einkommensenergie insbesondere unter dem Aspekt des Klimawandels zwingend nötig ist, ist mittlerweile unstrittig. Dass die alleinige Nutzung von Einkommensenergie nicht unproblematisch ist, wird üblicherweise nur teilweise gesehen. So ist man sich zwar bewusst, dass bei der Nutzung der Solarthermie saisonale Speicher notwendig sind, und bei der Nutzung von Photovoltaik und Windkraftanlagen wetterbedingte Schwankungen, z.B. Dunkelflauten, auszugleichen sind. Doch werden Gefahren durch Naturkatastrophen z.B. Vulkanausbrüche auf die Bereitstellung von Einkommensenergie (Problematik Jahr ohne Sommer) nicht diskutiert (Krassmann 2011; Mertzsch 2011). Wenn man sich dieser Frage stellt, dürfte das großen Einfluss auf die vorzuhaltende Speichergröße aber auch auf den Vorhalt weiterer Technologien haben. Denn bei einer weitgehenden Nutzung von Einkommensenergien zur Energieversorgung ist ein Verlust der Möglichkeit schnell auf Vermögensenergien umzuschwenken wahrscheinlich. Diese Herausforderungen kann man nur mit einem sinnvollen Mix an verfügbaren Einkommensenergien im regionalen System meistern. Unter diesem Aspekt ist der erste Hauptsatz der Energiewende der Agora Energiewende "Im Mittelpunkt stehen Wind und Solar! Denn alle anderen Erneuerbaren-Energien-Technologien sind entweder deutlich teurer oder haben nur noch begrenzte Ausbaupotenziale."⁵ zu hinterfragen. Zum Einen zementiert man damit die Nutzung von Wind- und Solarenergie, zum Anderen würgt man mögliche weitere Entwicklungen, die vielleicht auch nach einigen Jahren Entwicklungszeit zu akzeptablen Kostenstrukturen führen, ab. Als Beispiel dafür, dass auch andere Konzepte vorliegen, möchte ich hier nur das "Berliner Energiekonzept" meines Vereinskollegen Gerhard Brandl nennen, welches stark auf die Nutzung von Energie aus dem Meer setzt (Brandl 2017).

Für die Gestaltung der Energiewende insgesamt, aber auch der Wärmewende gilt aus meiner Sicht, auch wenn ich mich wiederhole: Ob im Rahmen der Energiewende die heute angedachten

⁴ Vgl. <http://www.esd-sic.nl/de/unternehmen/historie>.

⁵ Vgl. <https://www.agora-energiewende.de/de/projekte/-agothem-/Projekt/projektdetail/87/12+Thesen+zur+Energiewende/>.

technischen Lösungen Bestand haben werden oder ob es zu völlig anderen Lösungen kommen muss, bleibt offen. Die technischen Herausforderungen werden auf jeden Fall größer sein als vielfach dargestellt. Neben den technischen Herausforderungen stehen auch große soziale Probleme, denn die nicht geringen Kosten haben die Bürger zu tragen.

Mit diesen Anmerkungen zu den Problemen der Wärmeversorgung der Zukunft möchte ich Sie nun in das Wochenende entlassen. Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung danke ich Ihnen und würde mich freuen Sie auch bei einer möglichen Folgeveranstaltung, bei entsprechendem Interesse, und weiteren Veranstaltungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin e.V. und des Vereins Brandenburger Ingenieure und Wirtschaftler e.V. begrüßen zu können.

Literatur

- Barthel, U. (2017): Vergeblicher Protest in Berlin-Schmargendorf - Wenn der Denkmalschutz weggedämmt wird. rbb|24 vom 04.04.2017 URL: <https://www.rbb-online.de/politik/beitrag/2017/04/denkmalschutz-energetische-sanierung-schmargendorf.html>
- Brandl, G. (2017): Berliner Energiekonzept. URL: <http://www.berliner-energiekonzept.de/downloads/Energiekonzept.pdf>
- EEWärmeG (2015): Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG) vom 7. August 2008 (BGBl. I S. 1658), zuletzt geändert durch Artikel 9 des Gesetzes vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1722). URL: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eew_rmeg/gesamt.pdf
- EnEG (2013): Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinsparungsgesetz - EnEG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 1. September 2005 (BGBl. I S. 2684), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Juli 2013 (BGBl. I S. 2197). URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eneg/gesamt.pdf>
- EnEV (2015): Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung EnEV) vom 24. Juli 2007 (BGBl. I S. 1519), zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 24. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1789). URL: https://www.gesetze-im-internet.de/enev_2007/BJNR151900007.html
- Gebäuderichtlinie (2010): RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden Europäischen Union L 153/13-35 vom 18.06.2010. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:DE:PDF>
- Gerhardt, N.; Sandau, F.; Becker, S.; Scholz, A. (2017): Wärmewende 2030. Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor. Fraunhofer IWES/IBP. Studie im Auftrag von Agora Energiewende. URL: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2016/Sektoruebergreifende_EW/Waermewende-2030_WEB.pdf
- Hauner, O. (2011): Herausforderung Klimawandel. Strategisches Management des Klimawandels aus der Sicht der deutschen Versicherungswirtschaft. Vortrag auf der 1. Summerschool „Klimaschutz und Klimafolgenanpassung“ der TH Wildau (FH) im ehemaligen Kernkraftwerk Rheinsberg. Berlin (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.)
- Krassmann Th. (2011): Vulkanemissionen – unterschätzte Gefahr für die deutsche Energieversorgung. – URL: www.mineral-exploration.de/mepub/vulkanemissionen.pdf
- Lateltin, O.; Jordi, M. (2008): Hagel – die unterschätzte Gefahr. In: Schadensprisma, Sonderheft zur Ausgabe 4/2008 der Zeitschrift für Schadensverhütung und Schadensforschung der öffentlichen Versicherer. – URL: www.praever.ch/de/es/Publikationen/Documents/Schadenprisma_d.pdf
- Mertzsch, N.; Jeremias, E.-P. (2015): Entwicklungstendenzen in der Wärmeversorgung. In: Banse, G.; Reher, E.-O. (Hg.): Technologiewandel in der Wissensgesellschaft – qualitative und quantitative Veränderungen –. Berlin, S. 125-132 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 122)

- Mertzsch, N. (2011): Ambivalenzen erneuerbarer Energien. In: Banse, G.; Reher, E.-O. (Hg.): Ambivalenzen von Technologien – Chancen, Gefahren, Missbrauch. Berlin, S. 143-152 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 112)
- Pfnür, A.; Winiewska, B.; Mailach, B.; Oschatz, B. (2016): Dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung im deutschen Wärmemarkt - Vergleichende Studie aus energetischer und ökonomischer Sicht. URL: http://www.bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/pressemitteilungen_pdf/studie_dezentrale_vs_zentrale_waermeversorgung.pdf
- SBB (2016): Aktueller Stand der Entsorgungssituation von HBCD - haltigen Polystyrolabfällen. Mitteilung der Sonderabfallgesellschaft Brandenburg/Berlin mbH. 21.12.2016. - URL: https://www.sbb-mbh.de/fileadmin/media/pressemitteilungen/hbcd_weiterfuehrende_hinweise_20161221a.pdf
- Schiller, J.; Aicher, Ch.; Feresin, E.; Klauer, B.; Hansjürgens, B.; Sauter, A. (2016): Weiße Biotechnologie Stand und Perspektiven der industriellen Biotechnologie: Umwelt- und Nachhaltigkeitspotenziale. TAB-Arbeitsbericht Nr. 169. URL: <http://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Arbeitsbericht-ab169.pdf>
- Sohn, K. (2017): Rechtliche Umsetzung der Wärmewende – das neue GEG. Vortrag auf dem 6. Wildauer Energiesymposium "Energiewende - Strom, Wärme, Verkehr & Co.". URL: http://www.th-wildau.de/fileadmin/dokumente/tib/dokumente/170310_05_Sohn_RechtlicheUmsetzungDerW%C3%A4rmewende.pdf
- Weddeling, B.; Kerkmann, Ch.; Louven, S. (2017): RANSOMWARE Weltweite Cyberattacke alarmiert das BKA. Handelsblatt vom 14.05.2017. URL: <http://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/ransomware-weltweite-cyberattacke-alarmiert-das-bka/19796962.html>
- Willems, W. M. (2003): Zur Dauerhaftigkeit ausgewählter Vakuumdämmsysteme. VIP – Bau – 1. Fachtagung, Rostock-Warnemünde, 10.-11. Juli 2003. – URL: http://www.vip-bau.de/pdf/1_vip_bau/p_willems.pdf

Adresse des Verfassers: mertzsch@t-online.de