



Prima Klima für alte Schriften

Mehr Komfort auch für Besucher durch Sanieren und Erweitern der Stadtbibliothek Nürnberg



Die neue Zentralbibliothek vereint die Buchbestände, die zuvor auf mehrere Standorte verteilt waren. Das im Ensembleschutz der Nürnberger Altstadt liegende Luitpoldhaus wurde dafür saniert, umgebaut und erweitert. Das Planungsziel, die Anforderungen der EnEV 2007 für Neubauten um mindestens 30 % zu unterschreiten, konnte übertroffen werden. Hohe Ansprüche an das Raumklima für die Archivierung und Ausstellung mittelalterlicher Dokumente machten die Aufgabe allerdings knifflig.

In dem 1911 errichteten und nach der Zerstörung im 2. Weltkrieg wieder aufgebauten Luitpoldhaus ist seit jeher die Stadtbücherei untergebracht. Die im Rahmen der Sanierung realisierte Aufstockung des Gebäudes erreicht nun wieder in der Kubatur den Zustand vor der weitgehenden Zerstörung 1945. Ein neu eingefügter Gebäudetrakt verbindet das Luitpoldhaus mit dem benachbarten Bibliotheksgebäude im denkmalgeschützten ehemaligen Bau des Katharinenklosters. Die Buchbestände können nun mit denen der bisher ausgelagerten Musikbibliothek und der umfangreichen Sammlung alter Schriften zu einer Zentralbibliothek zusammengeführt werden.

Für das Vorhaben hatte sich die Stadt auch in Bezug auf die Energiekennwerte einiges vorgenommen. Die Sanierung und Erweiterung des Gebäudes sollte zeigen, dass auch unter sehr schwierigen Ausgangsbedingungen, wie Bestandssituation, denkmalgeschützte Innenstadtlage und hohe Raumklimaanforderungen, eine energetische Sanierung mindestens 30 % unter dem vorgeschriebenen Neubauniveau der damals gültigen EnEV 2007 umsetzbar ist. An diesem Ziel orientierte sich das Konzept, sowohl baulich-architektonisch, bauphysikalisch als auch gebäudetechnisch. So zeichnet sich das Gebäude heute unter anderem durch eine sehr gute Außendämmung und große Fensterflächen mit Sonnenschutz aus, die viel Tageslicht, aber im Sommer

Dieses Forschungsprojekt wird gefördert vom

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

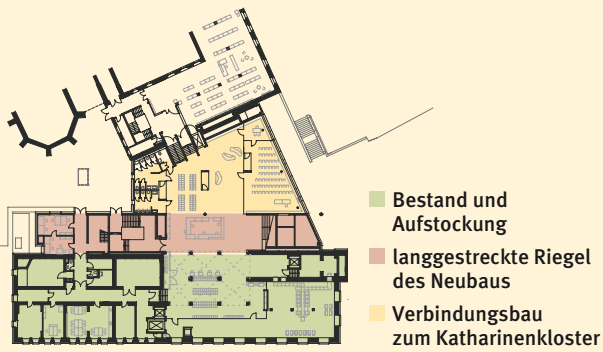


Abb. 1 Grundriss Erdgeschoss mit Foyer und Lernwelt

wenig Wärme, ins Gebäude lassen. Fernwärme versorgt die Fußbodenheizung und Grundwasser kühlt sowohl die Zuluft für die öffentlichen Bibliotheksbereiche, als auch die Kühldecken der Büroräume im Dachgeschoss, das aus statischen Gründen in Leichtbauweise ausgeführt ist. Die öffentlichen Bereiche verfügen über eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Die Lüftung der Büros erfolgt manuell über die Fenster.

Ein passender Rahmen für wertvolle Schriften

Die wertvollen Bestände, wie beispielsweise Briefe von Albrecht Dürer, waren aus konservatorischer Sicht bisher völlig unzureichend untergebracht. Im Rahmen des Umbaus sollten Räumlichkeiten mit angemessenen Raumklimabedingungen zur Aufbewahrung entstehen. Die strengen Anforderungen an das Raumklima werden mit weitgehend passiven baulichen und minimierten anlagentechnischen Maßnahmen sichergestellt. Eine konventionelle Lösung mit Kompressionskältemaschine und Entfeuchtung würde einerseits im Tagesverlauf zu schnellen Feuchte- und Temperaturschwankungen führen. Diese setzen Papier, Pergament und Leder hohen Belastungen aus. Andererseits würde eine solche Variante einen relativ hohen Energieaufwand benötigen und wäre nicht ausfallsicher.

Das Konzept sieht deshalb für die sensiblen Altbestände (Magazine, Lesesaal und Ausstellungskabinett) folgende Maßnahmen vor: Raumbegrenzungsflächen in Massivbauweise mit Wärmedämmung auf den Außenseiten der sensiblen Räume und sorptiven Kalkputz auf den Innenseiten; Grundwassernutzung zur Kühlung bzw. Heizung der Wandflächen über Kapillarrohrmatten; dezentrale Lüftungsanlage mit Wärme- und Feuchterückgewinnung und einem Luftwechsel von nur $0,1 \text{ h}^{-1}$ sowie im Lesesaal drei kleine Fensteröffnungen für etwas Sicht nach außen. Damit wird in den Magazinen eine fast vollständige Abkopplung vom Außenklima bei gleichzeitig hohen Speichermassen für Temperatur und Feuchte erreicht.

Die Raumlufttechnik für Lesesaal und Ausstellungskabinett war besonders anspruchsvoll. Hier werden Besucher erwartet und eine komplette Abkopplung vom Außenklima ist nicht möglich. Die hygienischen Raumklimabedingungen müssen gewährleistet werden. Dennoch bestehen auch in diesen Räumen hohe Anforderungen an die Raumklimaparameter. Ebenfalls zu berücksichtigen sind interne Lasten durch Beleuchtung und EDV. Ein spezielles Lüftungsgerät mit adiabatischer Verdunstungskühlung und sorptiver Entfeuchtung sowie Trocknung

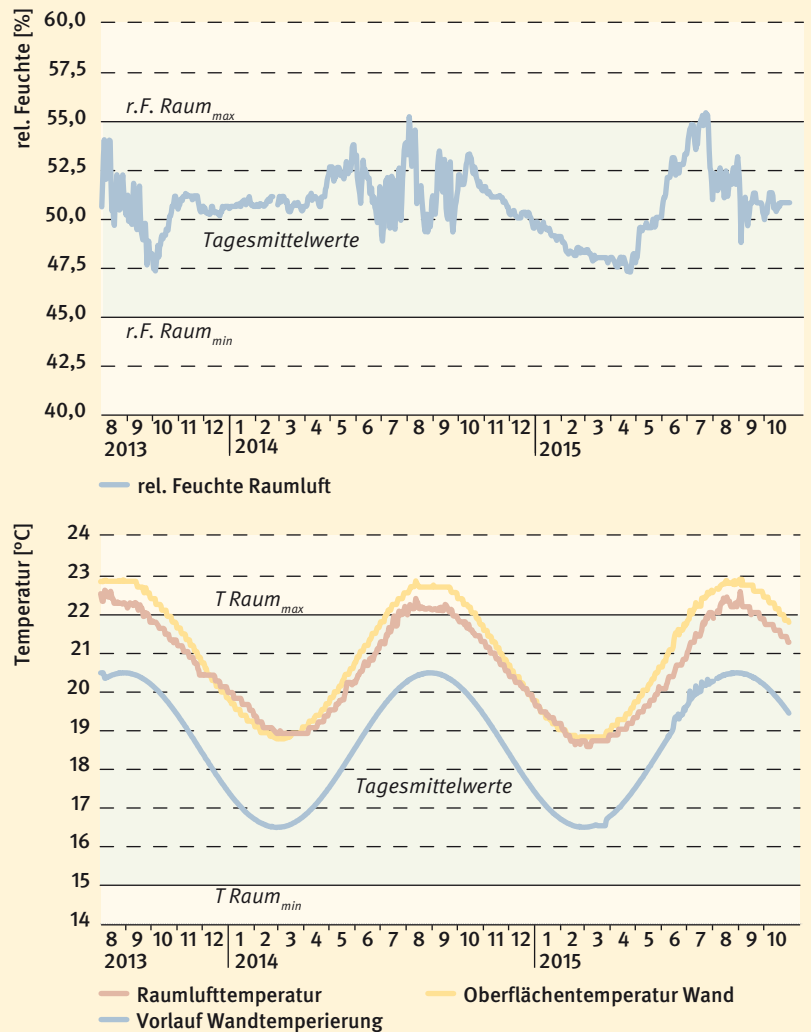


Abb. 2 Messergebnisse Raumklima im Handschriftenmagazin im Untergeschoss, August 2013 bis Oktober 2015. Geringfügige Sollwertüberschreitungen der Raumlufttemperaturen um $0,2$ bis $0,8 \text{ K}$ treten in den Sommermonaten auf

der Salzlösung mit Solarwärme (20 m^2 thermische Solaranlage) bewältigt die notwendigen Aufgaben zur Konditionierung der Zuluft. Gekühlt wird mithilfe des sogenannten adiabatischen Verdunstungseffekts. Im Winter muss die Zuluft je nach Bedarf zusätzlich mit Wasserdampf befeuchtet werden.

Bücher als Feuchtepuffer

Das hygrische Speicherverhalten von Büchern sowie der Umfassungskonstruktion der gut gedämmten Archivräume hat einen großen Einfluss auf die Innenraumfeuchte. Papier kann große Mengen Feuchtigkeit speichern und trägt damit wesentlich zur Stabilisierung des Raumklimas bei. Ein bestehendes Simulationsmodell erweiterten die beteiligten Wissenschaftler um die Komponente Bücher. Hierzu war es erforderlich, die hygrischen Eigenschaften der Bücher zu erfassen. Da die einzulagernden Schriften aus sehr unterschiedlichen Papieren und Einbänden bestehen, wurden exemplarisch an drei Büchern die feuchtetechnischen Eigenschaften untersucht und vermessen. So konnte geprüft werden, ob durch die geplanten heizungs- und lüftungstechnischen Anlagen in Verbindung mit dem sogenannten Buchspeicher die Anforderungen an die Klimakonstanz einzuhalten sind. Simulationsberechnungen zeigten, dass ohne die Wirkung dieses Buchspeichers die relative Feuchte etwa zwischen 30% im Winter und 65% im Sommer schwankt. Erst durch den Einfluss des Buch- und Wandspeichers können die Schwankungen zwischen Sommer und Winter soweit gedämpft werden, dass die gewünschten Klimakorridore erreicht werden.



Raumklima in Archiven

Wie lassen sich wertvolle Bücherbestände aus den Materialien Papier, Pergament und Leder sicher aufbewahren? Wichtig ist ein schwankungsarmes Raumklima, bei gleichzeitig engen Ober- und Untergrenzen. Eine maximale relative Feuchte (rF) von 55 % muss unbedingt eingehalten werden, damit sich kein Schimmel bildet. Das Planungsteam und die zuständigen Mitarbeiter der Stadtbibliothek haben für das Luitpoldhaus individuelle Zielwerte für das Raumklima aller sensiblen Räume für die Altbestände festgelegt. Die Raumklimasollwerte für die Magazine betragen 18 °C Lufttemperatur und 50 % rF mit einer Toleranz zwischen 15 und 22 °C sowie 45 und 55 % rF. Die Anforderungen für den Handschriftenlesesaal sind ähnlich. In den Sommermonaten werden höhere Raumlufttemperaturen bis maximal 24 °C toleriert. Primäre Anforderungsgröße ist immer die relative Luftfeuchte.

Monitoring deckt Optimierungspotenzial auf

Zu Beginn des Monitorings traten zunächst Probleme mit veränderten Datenpunktbezeichnungen, Stromzählern und der Verfügbarkeit von Daten auf. Es ist deshalb ratsam, Anlagen, Datenpunkte sowie Sollwerteinstellungen zu Beginn, aber auch während des Gebäudebetriebs, laufend zu überprüfen. Darüber hinaus sind sämtliche Korrekturen an Anlagen-Parametern sorgfältig zu dokumentieren. Die raumklimatischen Anforderungen in den sensiblen Räumen mit den Altbeständen (Toleranz $\pm 5\%$ rF) erfordern eine dauerhafte Überwachung. Die verwendete Sensorik entspricht zwar dem Stand der Gebäudetechnik mit Toleranzen von $\pm 3\%$ rF, der Toleranzbereich ist für die strengen Anforderungen allerdings sehr hoch. Deshalb ist es unumgänglich, die Sensoren regelmäßig zu prüfen und ggf. neu zu kalibrieren.

Im Rahmen des Monitorings fielen u. a. fehlerhafte Regelungen der Brunnenpumpe, der Fußbodenheizung und der raumluftechnischen Anlagen (RLT) auf. Die Brunnenpumpe lief seit der Inbetriebnahme dauerhaft auf voller Leistung, sodass die geförderte Wassermenge die geplante Förderrate zunächst um ein Mehrfaches überschritt. Darüber hinaus wirkt sich der Dauerbetrieb negativ auf die Lebensdauer der Pumpe und auf den Stromverbrauch aus. Seit Juni 2015 sind Pumpenschaltung und Betriebskonzept optimiert. Ein erster Vergleich vom Juni 2014 und Juni 2015 zeigt, dass 75 % Brunnenwasser eingespart wurde und der Stromverbrauch weniger als 20 % des Vorjahresmonats betrug. Im ersten Winter fiel die rF im öffentlichen Bibliotheksbereich teilweise unter 25 %. Ursache war vor allem das nicht optimale Zusammenspiel von Fußbodenheizung und Lüftung. Durch zu hohe Raumtemperaturen erhöhte sich die Luftmenge und die Raumlufffeuchte sank. Die Lüftungsanlage für den Handschriftenlesesaal lief teilweise durch, obwohl seitens der Gebäudeleittechnik (GLT) ein Zeitprogramm hinterlegt war. Die Schnittstelle der Hersteller-Regelung der RLT arbeitete anfangs nicht mit der übergeordneten GLT zusammen.

Mittlerweile sind die beschriebenen Fehlfunktionen behoben und das Raumklima entspricht den Erwartungen der Betreiber. Lediglich der Stromverbrauch lässt sich noch optimieren.

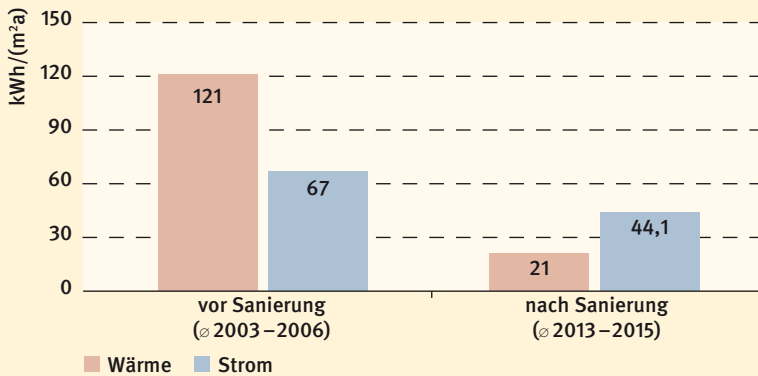


Abb. 3 Durchschnittlicher Endenergieverbrauch gemessen für Wärme und Strom vor und nach der Sanierung

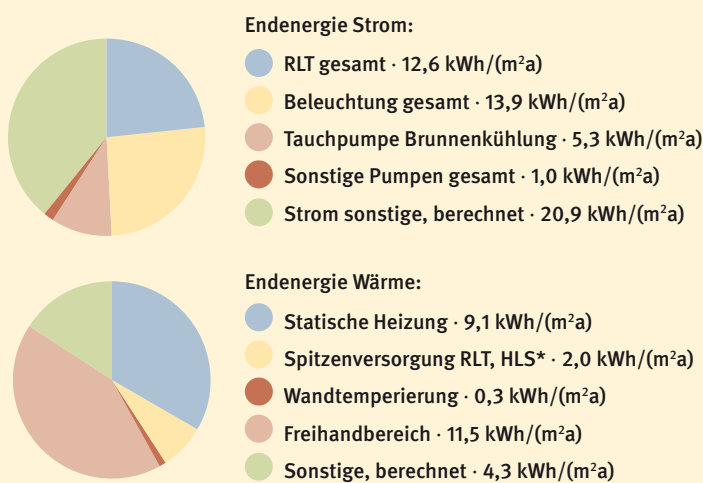


Abb. 4 Aufteilung der gemessenen Energieverbräuche Strom und Wärme (2014). Einige Verbraucher für Strom werden nicht separat erfasst, wie zum Beispiel der Stromverbrauch für Aufzüge, vereinzelt Pumpen und der Nutzerstromverbrauch. HLS* Handschriftenlesesaal

Alte Schriften gut aufgehoben

Die gemessenen Raumlufttemperaturen weichen nur sehr gering von den Vorgaben ab, im Sommer bis max. 0,8 K (Abb. 2). Die Werte der relativen Luftfeuchte liegen im gesamten Messzeitraum im gewünschten Korridor. Die mithilfe hydrothermischer Simulationen ausgelegte Anlagentechnik hat sich in Verbindung mit dem passiven Konzept bewährt.

Das Energiekonzept hat sich bewährt

Im Oktober 2012 wurde das neue Luitpoldhaus für Besucher geöffnet. Zeitgleich startete das Intensivmonitoring mit der Überwachung und Analyse der Energieverbräuche sowie der Einregulierung des Gebäudebetriebs. Einerseits, um die Vorhersagen zum Energieverbrauch und damit die Berechnungs- und Planungswerkzeuge zu überprüfen und andererseits, um Schwachstellen, insbesondere bei den Regelungsparametern, aufzudecken und zu beheben.

Der Heizwärme- und Stromverbrauch konnte gegenüber dem unsanierten Gebäude trotz einer Flächenerweiterung des Museums deutlich reduziert werden. Der spezifische Wärmeverbrauch beträgt nach der Sanierung nur noch etwa 18 % des Verbrauchs vor der Sanierung; der spezifische Stromverbrauch rund 66 % (Abb. 3).

Die Raumluftqualität in den öffentlich zugänglichen Bibliotheksräumen ist als gut zu bewerten. Die CO₂-Konzentration schwankt zwischen 400 und 1.000 ppm.



Klimatisieren mit passiven Maßnahmen

Die Langzeitaufbewahrung von Archivgut war ebenfalls Bestandteil eines Forschungsvorhabens der Hochschule Lausitz. Den raumklimatischen Vorgaben für Archive sind sehr enge Grenzen bezüglich Temperatur und Feuchtigkeit gesetzt, die größtenteils mit passiven Maßnahmen und nur mit geringem Einsatz von Klimatechnik erfüllt werden sollen.

Die Forscher suchten zunächst Baustoffe, die bezüglich ihres hygroskopischen Verhaltens geeignet waren und ermittelten die sorptiven Kennwerte. Handelsübliche Baustoffe, Putze und sorptive Materialien, wie Holz als auch Baustoffplatten und Recyclingprodukte, wurden in die Untersuchungen einbezogen. In einem weiteren Schritt widmeten sie sich der Entwicklung von speziellen Rezepturen für hygroskopisch aktive Baustoffe, z. B. auf der Basis von Zement, Kalk, Magnesiumoxid und Magnesiumsalzen. Neben der Zusammensetzung des Baustoffs beeinflusst auch die Oberflächenstruktur der Raummengrenzungsflächen den Feuchtehaushalt des Baustoffs und des angekoppelten Raumes. Das hygroskopische Verhalten von handelsüblichen Baustoffen kann durch Zusatzstoffe verändert werden. Neben den Messungen im Labor fanden messtechnische Untersuchungen in zwei großen Archivräumen im Landeshauptarchiv Magdeburg statt. Hier wurden zementgebundene Holzspanplatten eingesetzt. Experimentelle Untersuchungen stellten den Einfluss von Wandheizsystemen zur Feuchtespeicherung und -entspeicherung dar. Während des Tages bei höher temperierten Wandflächen und einem gleichzeitig größeren Luftwechsel wird der Speicher entladen, um während der Nacht bei kühleren Temperaturen wieder Feuchtigkeit aufzunehmen, so dass die relative Feuchte nicht die vorgegebenen Werte übersteigt. Weiterer Bestandteil der Arbeiten war die Nutzung von Zwischenwänden und deren Wirkung auf die relative Luftfeuchte. Diese Wände nehmen Schüttstoffe auf und fungieren als gekoppelte thermische und hygrische Speicher. Als Ergebnisse stehen die sorptiven Kennwerte und Kennwertfunktionen von Baustoffen und Bauprodukten zur Verfügung.

Projektbeteiligte

- » **Projektleitung:** Stadt Nürnberg, Baureferat/Hochbauamt, Urs Wenzel, Eva Anlauff, urs.wenzel@stadt.nuernberg.de, eva.anlauff@stadt.nuernberg.de, www.nuernberg.de/internet/referat6/wir_bauen.html
- » **Monitoring:** Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, Institut für Energie und Gebäude, Prof. Dr.-Ing. Wolfram Stephan, Florian Büttner, ieg@th-nuernberg.de, www.ieg.th-nuernberg.de
- » **Architekt:** Baum Kappler Architekten GmbH, Nürnberg, Andreas Baum, Dirk Vollrath, www.baum-kappler.com
- » **Bauklimatik und thermische Simulationen:** Wolfgang Sorge Ingenieurbüro für Bauphysik GmbH, Nürnberg, Wolff Fülle, Thomas Metzger, www.ifbsorge.de
- » **Feuchtesimulation:** TU Dresden, Institut für Bauklimatik, Prof. Dr.-Ing. John Grunewald, www.tu-dresden.de/bauklimatik
- » **Forschungsprojekt zur passiven Klimatisierung:** Hochschule Lausitz, jetzt BTU Cottbus-Senftenberg, Prof. Dr.-sec. techn. Horst Stopp, Dr.-Ing. Peter Strangfeld, peter.strangfeld@b-tu.de, www.hs-lausitz.de/fakultaet8.html

Links und Literatur

- » www.enob.info
- » Stephan, W. (Bearb.); Büttner, F. (Bearb.); Dodenhöft, V. (Bearb.): Verbundprojekt Energieoptimiertes Bauen EnOB. Wissenschaftliche Begleitung zum Projekt Generalsanierung und Umbau des Luitpoldhauses für die Stadtbibliothek Nürnberg – Monitoring und wissenschaftliche Begleitung. Abschlussbericht. FKZ 0327431N. Technische Hochschule Nürnberg. Institut für Energie und Gebäude (Hrsg.). [2015]
- » Stadt Nürnberg (Hrsg.): Generalsanierung und Umbau des Luitpoldhauses für die Stadtbibliothek Nürnberg. Schlussbericht. FKZ 0327431A. 2013

Mehr vom BINE Informationsdienst

- » Museen nachhaltig sanieren. BINE-Themeninfo II/2014
- » Gebäude energieeffizient betreiben. BINE-Themeninfo I/2010, nur online verfügbar
- » Dieses Projektinfo gibt es auch online und in englischer Sprache unter www.bine.info/Projektinfo_17_2015

BINE Informationsdienst berichtet aus Projekten der Energieforschung in seinen Broschürenreihen und dem Newsletter. Diese erhalten Sie im kostenlosen Abonnement unter www.bine.info/abo

Impressum

Projektorganisation
Bundesministerium
für Wirtschaft und Energie (BMWi)
11019 Berlin

Projekträger Jülich
Forschungszentrum Jülich GmbH
Mira Heinze
52425 Jülich

Förderkennzeichen
0327431A, 0327431N, 0327241F

ISSN
0937 - 8367

Herausgeber
FIZ Karlsruhe · Leibniz-Institut
für Informationsinfrastruktur GmbH
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Autorin
Micaela Münter

Urheberrecht
Titelbild: Hochbauamt Stadt Nürnberg
Abb. 1: baum – kappler architekten GmbH
Abb. 2, 4: TH Nürnberg,
Institut für Energie und Gebäude
Abb. 3: Hochbauamt Stadt Nürnberg
und TH Nürnberg, Institut für Energie
und Gebäude

Eine Verwendung von Text und
Abbildungen aus dieser Publikation ist
nur mit Zustimmung der BINE-Redaktion
gestattet. Sprechen Sie uns an.

Kontakt · Info

Fragen zu diesem Projektinfo?
Wir helfen Ihnen weiter:

0228 92379-44
kontakt@bine.info

BINE Informationsdienst
Energieforschung für die Praxis
Ein Service von FIZ Karlsruhe

Kaiserstraße 185-197
53113 Bonn
www.bine.info

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages