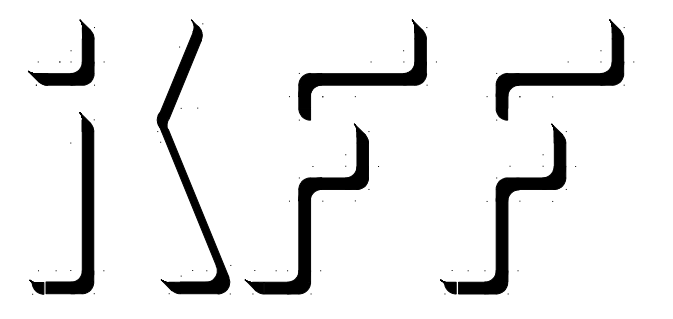


# Maßgeschneiderte induktive Erwärmung von Klebstoffen



## Motivation

Thermisch aktivierte Klebstoffsysteme bieten dem Anwender hohe Topfzeiten bei gleichzeitig schnellen Zykluszeiten in der Verarbeitung.

Partikelgefüllte Klebstoffsysteme können genutzt werden, um thermisch aktivierten Klebstoffen neue Einsatzfelder zu erschließen, in welchen bisherige Systeme an Grenzen stoßen. So können nun vollständig verdeckte Klebefugen binnen weniger Sekunden zum Aushärten gebracht werden, ohne umliegende Baugruppen zu erwärmen. Hierzu werden dem Klebstoff ferromagnetische Partikel zugesetzt. Sind diese Partikel einem elektromagnetischen Wechselfeld ausgesetzt, so wird Energie in Form von Wärme absorbiert und via Wärmeleitung an die umgebende Klebstoffmatrix weitergeleitet.

## Prozessablauf

Als letzter Arbeitsschritt wird die Klebefuge nach dem Auftragen und Fügen einem hochfrequenten elektromagnetischen Feld ausgesetzt und somit erwärmt. Versuche zeigen, dass eine Heizgeschwindigkeit größer 30K/s erreicht werden kann, diese jedoch maßgeblich durch die geometrische Form der Klebefuge sowie der Wärmeleitfähigkeit der Klebpartner beeinflusst wird.

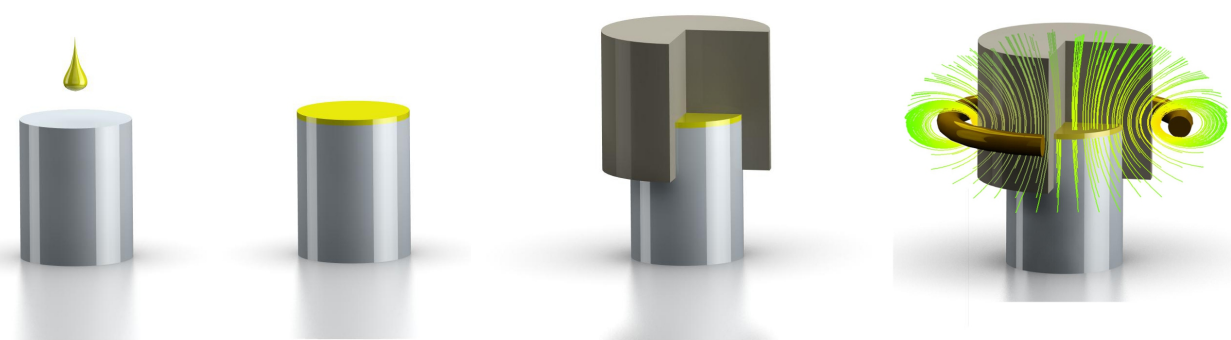


Abb. 1: Schematischer Prozessablauf

Auf Grund der nichtlinearen Einflussfaktoren und des Mangels an Erfahrungswerten ist eine simulative Vorauslegung des Klebeprozesses notwendig.

## Ermittlung der Materialeigenschaften

Im Rahmen der am IKFF durchgeführten Forschung wird zunächst die magnetische Neukurve des Klebstoffes mittels einer Stabprobe durch ein Messgerät der Firma MagHyst ermittelt. Während die Heizleistung  $P$  in praktischen Versuchen erfasst wird, erfolgt die Bestimmung von  $B$  simulativ. Die Zusammenführung der beiden Parameter  $B$  und  $P$  ermöglicht die Erstellung eines B-P Diagramms, wel-

ches von Maxwell 3D verwendet werden kann, um Hystereseverluste zu abbilden.

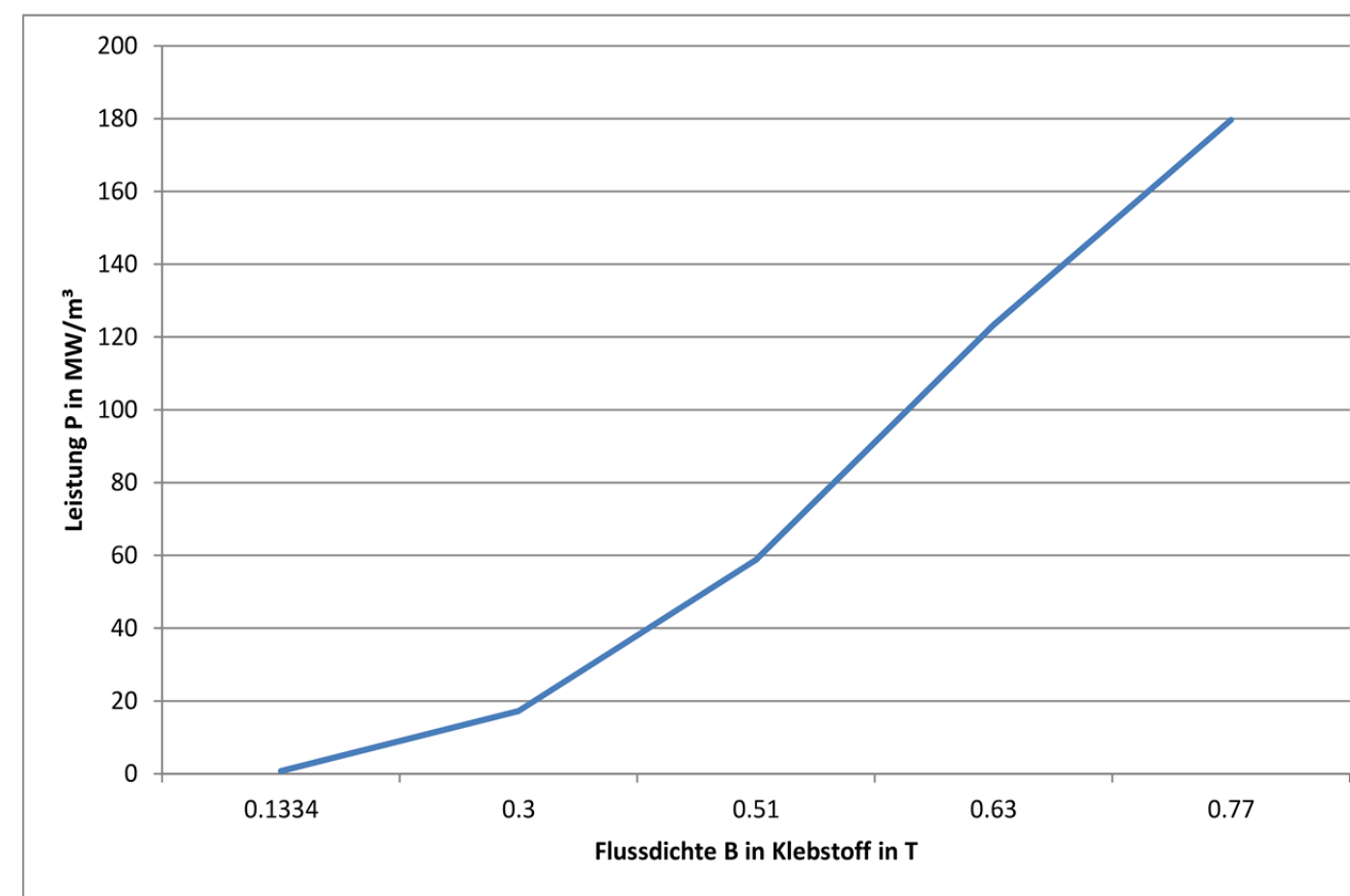


Abb. 2: B-P Diagramm

## Beeinflussung der Absorptionseigenschaften

Durch eine gezielte Exposition der Klebefuge gegenüber einem magnetischen Gleichfeld, zwischen den Arbeitsschritten Auftragen und Erwärmen, kann die Absorptionseigenschaft des gefüllten Klebstoffes gegenüber dem Ursprungszustand variiert werden. Hierbei wird der Effekt genutzt, dass sich die Partikel innerhalb der Klebstoffmatrix in Pfaden anordnen und entsprechend ihrer magnetischen Vorzugsrichtung ausrichten.

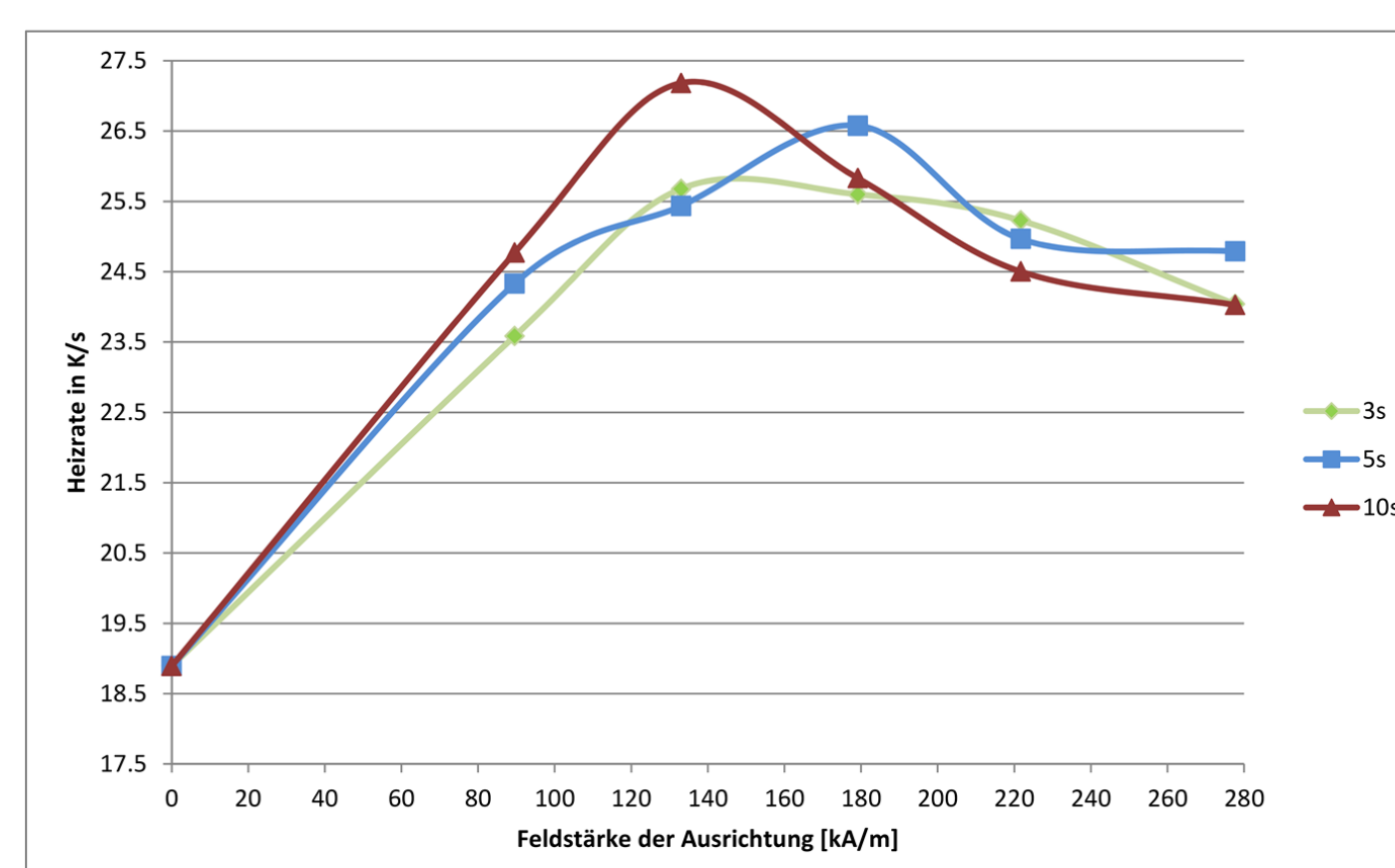


Abb. 3: Heizrate bei Variation von Feldstärke und Dauer der Vorausrichtung

Die Ausprägung dieses Effekts unterliegt einer Vielzahl von Einflussfaktoren, so dass der Zusammenhang zwischen Variation der Heizleistung und verwendetem Feld der Vorausrichtung zunächst praktisch untersucht wird. Es zeigt sich, dass es mit zunehmender Dauer und Feldstärke bei der Vorausrichtung zu einer deutlichen Steigerung der Heizleistung kommt.

Weiterhin deuten die Messergebnisse [1] in Abbildung 3 auf die Existenz eines Maxima hin. Nach dessen Überschreiten, durch zu lange oder zu starke Vorkonditionierung, kommt es zu einer Abnahme der eingekoppelten Heizleistung. Darüber hinaus wird das Absorptionsverhalten anisotrop.

## Simulation des Gesamtsystems

Unter Verwendung der ermittelten Neukurve sowie des B-P Diagramms kann der gesamte Erwärmungsvorgang innerhalb einer mehrfach gekoppelten Simulationsroutine abgebildet werden. Um wirtschaftliche Simulationsdauern und flexible Eingriffsmöglichkeiten beizubehalten, kann jedoch eine Auftrennung in drei sequentielle Simulationsmodelle gemäß Abbildung 4 sinnvoll sein.

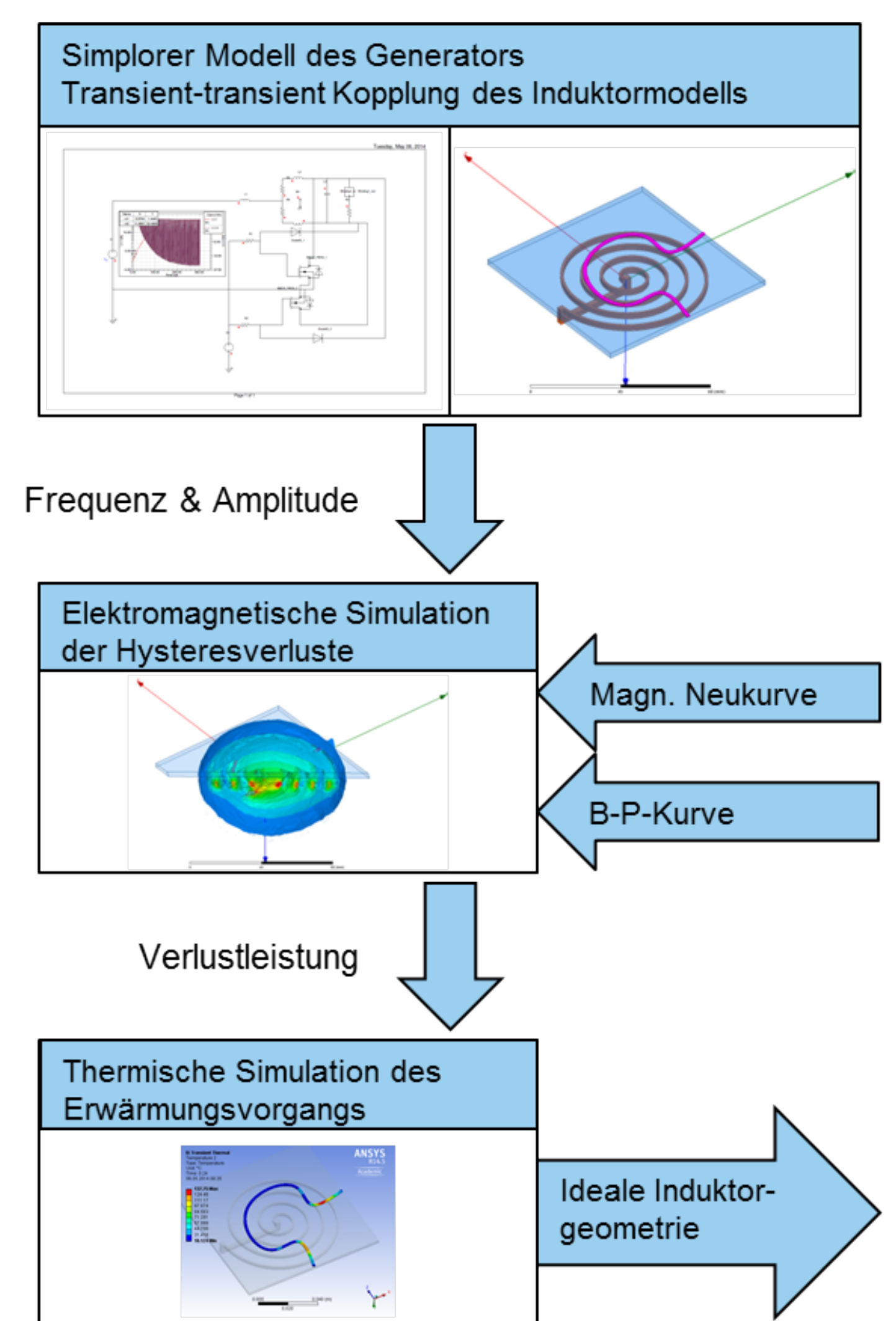


Abb. 4: Ablaufschematik der Simulation

## Fazit und Ausblick

Es wurde eine Simulationsroutine erstellt, welche es ermöglicht sinnvolle Simulationsergebnisse in dem neuartigen Prozess des induktiven Klebens zu generieren. Die Auslegung eines auf den Klebstoff angepassten Induktors wird vereinfacht und in einen strukturierten Prozess überführt. Eine weitere Untersuchung des Einflusses der Vorkonditionierung, ins besondere das resultierende anisotrope Absorptionsverhalten, sowie die Einbeziehung in das Simulationsmodell stehen noch aus.

[1] M. Butzer: Untersuchung zu Effekten kontrollierter Partikel ausrichtung bei gefüllten Klebstoffen; Studienarbeit Universität Stuttgart; 2014

### Kontakt:

IKFF Universität Stuttgart  
Dipl.-Ing. Adrian Retzbach  
Tel.: 0711 / 685 66424  
Fax: 0711 / 685 56402  
E-Mail: spritzguss@ikff.uni-stuttgart.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages