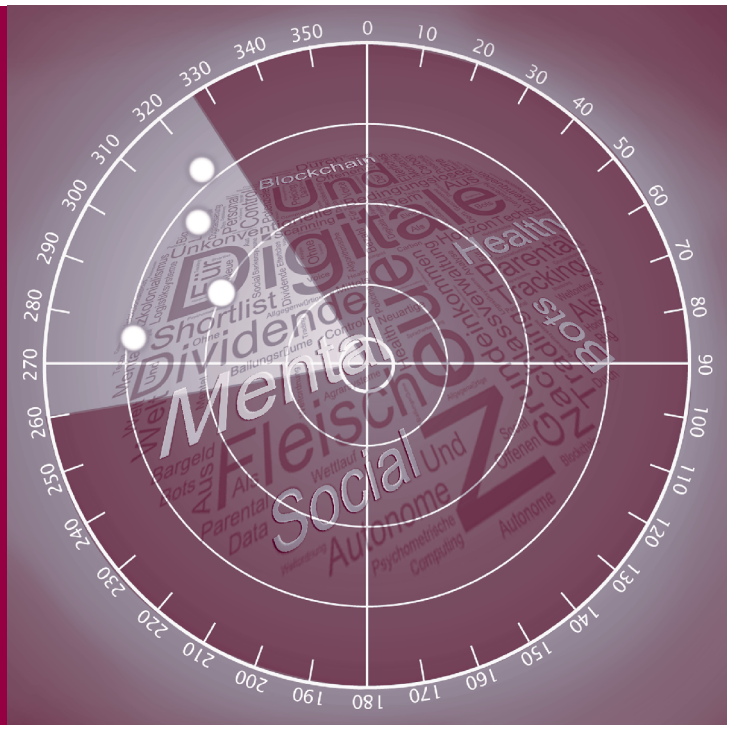
BÜRO FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG
BEIM DEUTSCHEN BUNDESTAG

Tobias Jetzke
Marc Bovenschulte
Simone Ehrenberg-Silies

Fleisch 2.0 – unkonventionelle Proteinquellen



Themenkurzprofil Nr. 5
Mai 2016

Fleisch 2.0 – unkonventionelle Proteinquellen

Kurzdarstellung des Themas

Global gesehen nimmt der Fleischkonsum ungebremst zu. Gleichzeitig wächst die Weltbevölkerung, sodass in den nächsten Jahrzehnten mit einem deutlich höheren Bedarf an tierischen Produkten und der hierfür nötigen landwirtschaftlichen Fläche zu rechnen ist. In vielen Ländern, deren traditionelle Küche von einem nur mäßigen Fleischkonsum geprägt ist, ist es in den vergangenen Jahren unter dem Eindruck wirtschaftlicher Prosperität auf breiter Front zu einer Änderung der Ernährungsgewohnheiten gekommen. Exemplarisch kann hierfür China genannt werden, wo der Fleischkonsum und der Verzehr von Molkereiprodukten als Statussymbol gelten (Lee 2016). Die dementsprechend weltweit wachsende Fleischproduktion hat weitreichende Folgen für die Umwelt und das Klima (Noleppa 2012, S. 4 ff.). Der Bedarf an Futterpflanzen als Basis der Fleischproduktion ist immens. Zur Erzeugung einer Kilokalorie aus Fleisch muss ein Mehrfaches dieses Nährwerts in Form von Futterpflanzen bereitgestellt werden. Im Vergleich dazu ist die direkte Nutzung pflanzlicher Nahrungsmittel wesentlich effizienter. Darüber hinaus sind die Rinderherden weltweit für einen großen Teil der gesamten Methanemissionen (als besonders schädliches Treibhausgas) verantwortlich (Uken 2013). Die großflächige Produktion von Soja – eine an sich bereits sehr nahrhafte und eiweißreiche Pflanze – als Tierfutter in Südamerika geht einher mit großen Flächenverlusten an Wäldern etc. und führt zu einer rapiden Abnahme der Bodenqualität und somit auf Dauer der Erträge (Lambert 2010). Hinzu kommen der bedenkliche Einsatz von Antibiotika, der Wasserverbrauch, die Effekte des Transports und die Konkurrenz um die Flächennutzung. Schließlich werden Nutztiere zunehmend als Industrieprodukte behandelt, was aus ethischer Sicht problematisch sein kann.

Angesichts der geschilderten Probleme und des ungebremsten bzw. steigenden Fleischverzehrs rücken unkonventionelle Eiweißquellen in das Blickfeld von Wissenschaft und Forschung. So bietet die Nutzung von Insekten als Nahrungsmittel ein großes Potenzial. Aber auch pflanzliche Fleischersatzprodukte wie Tofu, Tempeh oder Seitan verbreiten sich zusehends in den heimischen Supermärkten und Küchen. Schließlich gibt es Bestrebungen, Fleisch künstlich im Labor (in vitro) herzustellen, um den wachsenden Bedarf entkoppelt vom Flächenverbrauch und der Tierproduktion befriedigen zu können.

Die Suche nach umweltfreundlichen Proteinquellen bzw. dem Fleisch 2.0 ist eine der großen Zukunftsaufgaben der Menschheit. Jede der drei genannten Herangehensweisen bietet Vor- und Nachteile. Die folgenden Ausführungen sollen umreißen, mit welchen Auswirkungen zu rechnen ist, wenn der Konsum

(und damit die Produktion) von Fleisch zunehmend ersetzt wird. Grundsätzlich wird mit der Suche nach alternativen Proteinquellen nicht nur ein Beitrag zum Schutz von Umwelt und Klima, sondern auch eine Verbesserung von Ernährung und Gesundheit angestrebt.

Hintergrund und Stand der Entwicklung

Die Auseinandersetzung mit alternativen Proteinquellen ist notwendig, da der weltweite Fleischkonsum und der dafür notwendige Ressourcenbedarf weiter wachsen und gravierende Auswirkungen auf Umwelt und Ökosysteme entfalten. Fleisch (seine Produktion wie auch seine Zubereitung und Konsum) nimmt aber weiterhin eine besondere kulturelle, symbolische und ernährungsphysiologische Bedeutung ein, sodass die Auseinandersetzung mit möglichen Alternativen in einem breiteren Kontext diskutiert werden muss.

Die ernährungsphysiologische bzw. gesundheitliche Bedeutung von Fleisch ist nicht unumstritten. Fleisch spielt eine große Rolle bei der Versorgung mit hochwertigen Proteinen. Weiterhin enthält Fleisch für den Menschen wertvolle Mineralien und Vitamine, die nicht ohne weiteres durch pflanzliche Bestandteile ersetzt werden können (Schröder 2015, S. 31 f.). Gleichwohl weisen andere Studien auch auf Gesundheitsrisiken eines übermäßigen Konsums vor allem fetten und/oder roten Fleisches hin: Ein erhöhtes Krebsrisiko zeigen zum Beispiel Studien von Sun (2012) und Farvid et al. (2014) und Arbeiten des World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research (2011); auf die Gefahren von Herzkreislauferkrankungen weisen Kaluza et al. (2014) hin; weiterhin gelten Diabetes (Fagherazzi et al. 2014) und Adipositas (Vergnaud/Norat 2010) als gesundheitliche Risiken.

Das Bewusstsein der deutschen Bevölkerung ändert sich zwar, Qualitätsfragen – und nicht länger ausschließlich der Preis – geben mehr und mehr den Ausschlag für Kaufentscheidungen (BUND/Heinrich-Böll-Stiftung 2016, S. 6), sodass der Fleischkonsum nicht mehr zunimmt (ca. 60 kg pro Person pro Jahr; Noleppa 2012, S. 73). Das führt jedoch dazu, dass die Überschüsse der wachsenden Fleischproduktion zunehmend nach China und Indien exportiert werden, um der dortigen Nachfrage der wachsenden Mittelschicht zu begegnen (Heinrich-Böll-Stiftung et al. 2014, S. 10). Die weiter wachsende Produktion von Fleisch in Deutschland und der damit einhergehende steigende Import von Futtermitteln (insb. Sojabohnen) bedeuten eine zunehmende Flächenbelegung in den Herkunftsländern wie Brasilien und Argentinien – damit wächst der sogenannte virtuelle Flächenbedarf (d. h. der Bedarf, der entsteht, wenn Deutschland Futtermittel importiert, die auf landwirtschaftlichen Flächen im Ausland ange-

baut werden – diese Flächen stehen dann dem Herkunftsland nicht mehr direkt zur Verfügung) in Deutschland.

Insgesamt ist weltweit eine wachsende Nachfrage nach Fleisch zu verzeichnen. Gründe sind die wachsende Weltbevölkerung und eine Änderung der Ernährungsgewohnheiten. Allein in den BRICS-Staaten (Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika) wird für die kommenden Jahre eine Zunahme des Fleischverbrauchs um 2,5 % pro Jahr prognostiziert (Heinrich-Böll-Stiftung et al. 2014, S. 36). Um die angenommene wachsende weltweite Nachfrage befriedigen zu können, müssten Agrarbetriebe ihre jährliche Produktion von aktuell 300 Mio. t Fleisch auf etwa 470 Mio. t in den kommenden 35 Jahren erhöhen (Heinrich-Böll-Stiftung et al. 2014, S. 36). Diese Entwicklungen bedeuten einen steigenden Bedarf an Futtermitteln, deren Anbauflächen und Wasser. Da die Fleischindustrie heute weitgehend industrialisierte Prozesse implementiert hat und in ganz auf Massenproduktion ausgerichteten Märkten operiert, dürfte dementsprechend auch die Futtermittelerzeugung in hohem Maße monokulturell und großflächig durchgeführt werden.

Der derzeitige und prognostizierte Fleischkonsum hat dementsprechend erhebliche Auswirkungen auf:

- Land und Böden: Drei Viertel aller weltweit nutzbaren Agrarflächen werden für die Produktion von Tierfutter genutzt (Heinrich-Böll-Stiftung et al. 2014, S. 26 ff.). Insbesondere werden dazu jährlich rund 278 Mio. t Soja (Weizen: ca. 711 Mio. t; Gerste: 144 Mio. t; Roggen: 17 Mio. t; (FAOSTAT 2016) angebaut. Die dafür notwendigen Flächen befinden sich größtenteils in Südamerika (in Brasilien, Argentinien, Paraguay, Bolivien und Uruguay erstreckt sich der sogenannte Sojagürtel über ca. 50 Mio. ha. Das entspricht der 1,4-fachen Fläche der Bundesrepublik Deutschland (Destatis 2016) und werden von zahlreichen nationalen und internationalen Akteuren nach Prinzipien der industriellen Landwirtschaft bewirtschaftet. Um beispielsweise die deutschen Importe des für Futtermittel benötigten Sojas zu decken, ist eine Fläche von der Größe Brandenburgs (ca. 2,8 Mio. ha) notwendig (Lambert 2010). Die in Südamerika für den Anbau von Soja genutzten Böden sind häufig gerodete Regenwald- oder Savannengebiete. Jährlich werden ca. 4 Mio. ha Fläche für diese Zwecke gerodet (Witzke et al. 2011, S. 61). Auf den meisten Flächen wird genmodifiziertes Soja angebaut. Durch den teils massiven Einsatz von Pestiziden und Herbiziden und den monokulturellen Anbau wird der Boden für andere Arten der landwirtschaftlichen Nutzung langfristig unbrauchbar (Heinrich-Böll-Stiftung et al. 2014, S. 30 f.). Um den wachsenden Fleischbedarf zu decken, müsste sich die Sojaproduktion bis zum Jahr 2050 beinahe verdoppeln, was sowohl eine Erhöhung der Erträge pro ha als auch eine Ausdehnung der landwirtschaftlichen Nutzfläche erfordern würde (Heinrich-Böll-Stiftung et al. 2014, S. 36).

- Luft und Wasser: Insbesondere die zunehmende Massentierhaltung in Mastbetrieben übt gravierenden Einfluss auf deren unmittelbare Umgebung aus. Methanemissionen belasten die Luft, während Abwasser und Gülle aus den Mastbetrieben das Grundwasser schädigen. Da die Mengen der derartig gehaltenen Tiere zunehmen, steigt auch die Belastung von Luft und Wasser (ebenso wie von Böden). Aber auch der Anbau von Futtermitteln führt zu erheblichen Schäden: Dort, wo Tiere in Ställen statt auf Weiden gehalten werden, wird Weideland in Ackerland umgewandelt. Angebaut wird vor allem Mais in Monokultur, da er sowohl für Tierfutter als auch für die Biogaserzeugung genutzt werden kann. Dies begünstigt die Überdüngung und eine erhöhte Nitratbelastung im Grundwasser (BUND/Heinrich-Böll-Stiftung 2016, S. 16). Auch auf Binnengewässer und Meere haben Massentierhaltung und monokulturelle Landwirtschaft aufgrund des Einsatzes synthetischer Düngemittel und Pestizide negative Effekte (BUND/Heinrich-Böll-Stiftung 2016, S. 16 ff.).
- Klima: Die weltweit steigenden Treibhausgasemissionen (Kohlendioxid, Lachgas und Methan) tragen zum Klimawandel bei. Der landwirtschaftliche Sektor verursacht insgesamt 18 % der globalen Treibhausemissionen, von denen wiederum fast 70 % auf tierische Produkte zurückgeführt werden können (Noleppa 2012, S. 4 u. 11). Je mehr Fleisch konsumiert wird, desto stärker nehmen also Treibhausgasemissionen zu. Allein die derzeitige fleischlastige Ernährung der Deutschen ist verantwortlich für ca. 20 % der Pro-Kopf-Treibhausgasemissionen (Noleppa 2012, S. 70). Eine Reduzierung des Fleischkonsums in Deutschland würde nicht nur zur Erreichung nationaler Klimaschutzziele beitragen, sondern auch den Bedarf von Soja als Futtermittel verringern und eine Rodung der Regenwälder bremsen und den Verlust wichtiger CO_2-Senken verlangsamen.

  Die Möglichkeiten einer Reduzierung der Klimabelastung durch den landwirtschaftlichen Sektor werden kontrovers diskutiert, weil der Beitrag der globalen Landwirtschaft zur weltweiten Wirtschaftsleistung nur bei ca. 2 % liegt (FAO 2009, S. 5). Fraglich ist daher, welche und wie Anreize zur Reduzierung der Emissionen gesetzt werden können, ohne die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit des Sektors zu stark einzuschränken. Sowohl auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene könnte eine Reduzierung des Fleischverzehrs bzw. eine Ernährung auf Basis alternativer Proteinquellen einen Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen leisten.
- Genetische Vielfalt: Weltweit gibt es etwa 30 Nutztierarten, von denen lediglich acht in der Fleischindustrie verarbeitet werden: Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen, Hühner, Truthähne, Enten und Hasen (Heinrich-Böll-Stiftung et al. 2014, S. 22). Durch Züchtungen wurden im Laufe der Jahre einige wenige besonders ertragreiche Rassen gebildet. Diese werden durch

transnationale Firmen vermarktet: So besitzen beispielsweise zwei Unternehmen 94 % des Zuchtbestandes an Legehennen (Heinrich-Böll-Stiftung et al. 2014, S. 22). Von den derzeit noch existierenden 8.000 Nutztierrassen ist etwa ein Viertel vom Aussterben bedroht. Die genetische Vielfalt leidet vor allem unter den Züchtungen, die mit Blick auf die industrielle Verarbeitung durchgeführt werden. Gleichzeitig sind die Tiere zunehmend anfällig für Schädlinge und Krankheitserreger (Heinrich-Böll-Stiftung et al. 2014, S. 23).

Um diese negativen Auswirkungen zu reduzieren, gibt es – neben den Bemühungen, die Fleischproduktion selbst auf nachhaltigere und artgerechtere Weise durchzuführen – eine ganze Reihe von Bestrebungen, alternative Proteinquellen zu erforschen und für eine großmaßstäbliche Produktion tauglich zu machen. Zentrale Anforderungen dabei sind, dass ein Fleischersatzprodukt umweltfreundlicher und ressourcenschonender in der Produktion sein muss, eine ausreichende Versorgung mit Nährstoffen gewährleistet und geringe Gesundheitsrisiken aufweist. Die drei wichtigsten, im Folgenden vorgestellten Alternativen umfassen Insekten als Proteinquellen, Fleischersatzprodukte auf Basis pflanzlicher Proteine und In-vitro-Fleisch (Bonny et al. 2015, S. 258).

Insekten

Eine Ernährung, bei der ein bestimmter Anteil des Proteinbedarfs durch Insekten gedeckt wird, wird zunehmend positiv bewertet (Thompson 2016). Der Verzehr von Insekten, deren Larven und artverwandter Gliederfüßer wird als Entomophagie bezeichnet. Weltweit werden etwa 1.900 Insektenspezies konsumiert, insbesondere in Ländern in Asien, Afrika, Lateinamerika sowie in Australien (Rempe 2014, S. 198). Je nach regionalen Vorlieben landen Raupen, Würmer, Grashüpfer, Käfer oder andere Tiere in variantenreichen Formen (karamellisiert, gebacken, frittiert etc.) auf dem Teller. In Bezug auf ihre Trockenmasse weisen Insekten durchschnittlich Proteingehalte zwischen 35 % und 61 % auf, manche Arten erreichen mehr als 70 %. Damit liegen sie deutlich über den durchschnittlichen 38 % getrockneter Sojabohnen (Rempe 2014, S. 199).

Neben den sehr hochwertigen Proteinen enthalten Insekten weitere, für den Menschen wichtige, Nährstoffe wie Kupfer, Eisen, Magnesium, Mangan, Phosphor, Selen und Zink, die Vitamine Riboflavin, Pantothensäure und Biotin sowie Ballaststoffe (Lander/Messelhäußer 2015; Rempe 2014, S. 199).

Eine große Zahl von Insekten ist anspruchslos in Bezug auf Haltung und Fütterung, sodass sie in großer Zahl auf kleinem Raum unter Nutzung von Abfällen als Futtersubstrat erzeugt werden können. Sie weisen im Vergleich zu den traditionellen Nutztieren eine günstigere Umweltbilanz aus. Als Kaltblüter müs-

sen sie keine Energie zur Körpererwärmung aufwenden und können, grob gerechnet, eine Gewichtszunahme von 1 kg durch eine Futtermenge von 2 kg bewältigen. Im Durchschnitt benötigen Hühner 2,5 kg, Schweine 5 kg und Rinder bis zu 10 kg Futter je kg Eigengewicht (Rempe 2014, S. 199). Auch in Bezug auf Wasserverbrauch und Ausstoß von Treibhausgasen ist die Produktion von Insekten der konventionellen Tierhaltung klar überlegen.

Schon seit 2003 befinden sich Insekten als Nahrungsmittel im Fokus der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) (Rempe 2014, S. 199), die in anderen Regionen der Welt schon seit langer Zeit Teil der normalen Diät sind. Insbesondere in Europa haben sie jedoch wegen bekannter kultureller Abneigungen noch nicht den Weg auf den Speiseplan gefunden. Zwar gibt es erste Produzenten (zum Beispiel Nordic Food Labs in Dänemark und Green Kow in Belgien; Anthes 2014) und auch Restaurants, in denen Gerichte mit Insekten auf dem Speiseplan stehen, eine allgemeine Verfügbarkeit und Akzeptanz zeichnet sich jedoch noch nicht ab. Auch rechtliche Hürden stehen einer weiteren Verbreitung in Europa entgegen. Ende 2015 ist die überarbeitete Novel-Food-Verordnung verabschiedet worden, nach der Insekten im Ganzen und in Teilen unter diese Verordnung fallen und zulassungspflichtig sind (Brivio/Apostola 2015). Zudem können mit dem Verzehr von Insekten gesundheitliche Risiken verbunden sein: Zum Teil sondern Insekten giftige Wirkstoffe ab, die für Menschen tödlich sein können oder allergische Reaktionen hervorrufen. Unter dem Aspekt der Arbeitssicherheit besteht in Bezug auf mögliche Kontaktallergien Forschungsbedarf.

Um einige der genannten Hindernisse auszuräumen, bietet es sich an, die Insekten zu prozessieren (etwa als neutrale Beimischung in Schokolade, Fertiggerichte etc.) oder ihrerseits als Futtermittel für die konventionelle Fleisch- und Fischerzeugung (etwa in Aquakulturen oder aquaponischen Kombinationssystemen wie der gemeinsamen Fisch- und Gemüseproduktion) zu nutzen. Die Nutzung als Futtermittel kann eine wichtige Entlastung der in weiten Teilen bereits überfischten Ozeane (als andere wichtige Proteinquelle) darstellen, wenn nicht mehr Fischmehl, sondern (prozessierte) Insekten verfüttert werden.

Dementsprechend gab und gibt es eine Reihe von nationalen und europäischen Forschungsprojekten, die sich mit den Potenzialen, den Chancen und Risiken von Insekten für die menschliche Ernährung auseinandersetzen (Anthes 2014; Zanolli 2014): In Deutschland forscht beispielsweise das Leibniz-Institut für Agrartechnik an Fragen zur Lebens- und Futtermittelsicherheit sowie zur technologischen Aufbereitung und Lagerqualität von Insekten (Rumpold 2016). PROteINSECT ist ein mit 3 Mio. Euro von der EU gefördertes Projekt, in dem unter anderem eine Lifecycleanalyse zur Nutzung von Insekten als Proteinquelle für Tierfutter durchgeführt wird (www.proteinsect.eu). In den Niederlanden forscht die Abteilung Essbare Insekten am Institut für Insektenkunde der Uni-

versität Wageningen an Anwendungspotenzialen von Insekten für die menschliche Ernährung (Huis 2016). In den USA werden Firmen vom National Institute of Food and Agriculture des US-Agrarministeriums gefördert, um die Eignung von Insekten als Tiernahrung zu prüfen (Zanolli 2014). Auch die FAO fördert Studien, Reports und Konferenzen, um die Auseinandersetzung mit Insekten als Proteinquelle zu vertiefen. Über großflächige Nutzungspotenziale gibt es gegenwärtig jedoch noch kaum gesicherten Aussagen. Allerdings planen Firmen in Belgien (Green Kow, Lasne) den Niederlanden (Protix Biosystems, Amsterdam) und Frankreich (Ynsect, Paris) die Verwertung von Forschungsergebnissen zur Massenproduktion von Insekten sowohl als Tierfuttermittel als auch als Nahrungsmittel für den Menschen (Anthes 2014; Zanolli 2014).

Fleischersatzprodukte

Als Fleischersatzprodukte werden vor allem Lebensmittel bezeichnet, die versuchen Geschmack und Textur von Fleisch zu imitieren oder vom Proteingehalt her mit Fleisch vergleichbar sind (Buck 2014, S. 41; Schröder 2015, S. 49).

Während Insekten den Weg auf den Teller bisher kaum gefunden haben, erfreut sich in Deutschland und anderen Ländern der westlichen Welt mittlerweile eine Vielzahl von Fleischersatzprodukten zunehmender Beliebtheit. Vor allem *Tofu* wird in immer neuen Formen (gewürzt, geräuchert, mariniert etc.) auf den Markt gebracht (Bohlmann 2013, S. 6).

Tempeh ist ein weiteres, auf Sojabohnen basierendes Produkt aus Asien. Gegenüber Tofu, für den die Sojabohnen eingeweicht, gemahlen, erhitzt und gepresst werden, wird bei Tempeh die Sojamasse mit einem Pilz beimpft, der zusätzlich Geschmack und Festigkeit gibt. Ein entscheidender Vorteil insbesondere für vegan lebende Menschen dabei ist, dass durch die Fermentation Vitamin B12 gebildet wird, das ansonsten in pflanzlichen Lebensmitteln kaum enthalten ist (Bohlmann 2013, S. 6).

Mit *Seitan* steht eine weitere, auf Weizen basierende Alternative zur Verfügung. Dabei wird die Stärke aus Weizenmehl mit Wasser herausgewaschen, bis schließlich Gluten zurückbleibt und durch Zugabe weiterer Zutaten eine fleischähnliche Masse ergibt (Bohlmann 2013, S. 6).

Zum Teil existieren die Herstellungsverfahren für diese Produkte seit fast 3.000 Jahren (Shurtleff/Aoyagi 2014, S. 29). Heute lassen sich einzelne Herstellungsschritte in industriellem Maßstab durchführen, sodass Sojabohnen, Erbsen und Weizenmehl eine wertvolle Grundlage für Ersatzprodukte in großen Mengen bilden können. Dennoch gibt es gewisse Herausforderungen bei der Herstellung: Eiweißpulver wird mit Wasser und Gewürzen vermischt und bis zu 160° C erhitzt, wodurch das Eiweiß schmilzt und seine Struktur ändert. Unter großem Druck (bis zu 100 bar) werden die heißen Proteine durch Öffnungen

verschiedener Größen in die gewünschte Form gepresst. Das Zusammenspiel aus Hitze, Druck und Düsenöffnung begrenzt jedoch Größe und Form, so kann lediglich gegartes Fleisch nachempfunden werden, nicht jedoch gebratenes (Buck 2014, S. 41 ff.). Fleischersatzprodukte auf Sojabasis können also nicht jeden Zustand echten Fleisches imitieren.

Unkonventionelle pflanzliche Nahrungsmittel wie die *Lupine* erscheinen insbesondere angesichts der mit dem deutschen Zukunftspreis 2014 ausgezeichneten Forschungsarbeiten des Fraunhofer-Instituts für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV) als alternative Proteinquelle ebenfalls relevant. In den Forschungsarbeiten gelang es durch die Entwicklung neuer Verfahren, geschmacksneutrale Proteine aus Lupinen zu gewinnen und die Pflanze somit für die menschliche Ernährung nutzbar zu machen (Fraunhofer IVV 2016). Eine erste marktfähige Anwendung für die Verarbeitung von Lupinen ist die Verwendung bei der Herstellung von Speiseeis. Neben dem relativ neutralen Geschmack bieten Lupinenproteine den Vorteil, dass sie die Fähigkeit besitzen, Öl und Wasser zu emulgieren. Neben Speiseeis wird derzeit an weiteren Anwendungsmöglichkeiten geforscht bzw. zum Teil sind diese auch schon verfügbar (Pudding, Milch u. Ä.) (Schmidt 2015).

Die Akzeptanz von *Fleischersatzprodukten* ist deutlich höher als für Insekten. Das zeigt die Marktentwicklung in Deutschland deutlich: Ein Wachstum zwischen 10 % und 20 % jährlich wird prognostiziert (Buck 2014). Insgesamt rund 10 Mio. Deutsche konsumieren bereits Fleischersatzprodukte und setzten dabei 2014 rund 213 Mio. Euro um (Grieß 2014; Statista GmbH 2015). Anderen Erhebungen zufolge liegt der Anteil der Bundesbürger, die als sogenannte Flexitarier (d. h. sie konsumieren sowohl Fleisch als auch Fleischersatzprodukte) bezeichnet werden, bei etwa 24 %, die im Jahr 2015 sogar insgesamt für 454 Mio. Euro Fleischersatzprodukte konsumiert haben(Mischer 2016).

In-vitro-Fleisch

Fleisch aus Zellkulturen ist eine mögliche zukünftige Alternative, bei der Fleisch im Labor erzeugt wird. Grundlage dafür sind Muskelstammzellen, die Rindern entnommen und im Labor vermehrt werden (Parry 2014). Dadurch könnte auf lange Sicht – falls derartige Herstellungsverfahren ihre Praxistauglichkeit auch für die Massenproduktion beweisen können – die ressourcenaufwendige und flächenintensive Fleischproduktion an Bedeutung verlieren. Es gibt erste theoretische Überlegungen, die darauf hinweisen, dass künstlich unter spezifischen Bedingungen erzeugtes Fleisch den Energie- und Wasserbedarf und die Landnutzung industrieller Tierproduktion massiv reduzieren könnte (Bonny et al. 2015, S. 259 f.). Neben vielen technischen Problemen besteht derzeit noch ein

ethisches Dilemma darin, dass ausgerechnet fötales Kälberserum einen wichtigen Bestandteil des Nährmediums für Zellkulturen darstellt.

Erste Patente für die Züchtung von In-vitro-Fleisch auf Basis von Stammzellen wurden 1998 und 1999 in den USA und den Niederlanden angemeldet, 2005 wurde ein umfangreiches Forschungsprojekt in den Niederlanden gefördert (Stephens et al. 2015, S. 4). Darin ist es dem Holländer Mark Post erstmals 2013 auch dank der finanziellen Unterstützung des Google-Ko-Gründers Sergey Brin gelungen, künstliches Fleisch herzustellen (Stephens et al. 2015, S. 5). Dass sich die Entwicklung noch einem sehr frühen Stadium befindet, zeigt die Hochrechnung, dass die Herstellungskosten einer Portion Laborfleisch derzeit bei rund 250.000 Euro liegen (Gahmann 2015). Als Forschungsthema bietet die Erzeugung von In-vitro-Fleisch jedoch Potenzial, wie unter anderem das Investment von Bill Gates in das Start-Up Impossible Foods zeigt. Insgesamt hat das Start-up eine Finanzierungsrunde mit 108 Mio. US-Dollar beendet. Die 2011 gegründeten Start-ups Modern Meadow und Impossible Foods arbeiten aktuell an alternativen Wegen, um künstliches Fleisch zu erzeugen (Kolodny 2015). In Modern Meadow wurden bereits rund 10 Mio. US-Dollar investiert (Buck 2014, S. 44). Nach Einschätzung von Experten ist die zukünftige Massentauglichkeit jedoch unklar und eine Marktfähigkeit des künstlichen Fleisches ist frühestens in 10 bis 20 Jahren zu erwarten (Gahmann 2015). Auch in der deutschen Forschungslandschaft scheint das Thema langsam anzukommen. Im Rahmen des Programms zur Innovations- und Technikanalyse fördert beispielsweise das Bundesministerium für Bildung und Forschung ein Vorhaben des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse zur Analyse technischer und gesellschaftlicher Aspekte von In-vitro-Fleisch (Böhm 2016; Ferrari 2015).

Neben den oben erwähnten Forschungsprojekten zum Thema Insekten gibt es in Deutschland auch Vorhaben, die sich mit alternativen Proteinquellen allgemein auseinandersetzen. Aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet beispielsweise das mit 1,9 Mio. Euro vom niedersächsischen Kultusministerium und der VolkswagenStiftung geförderte Verbundprojekt »Sustainability Transitions in der Lebensmittelproduktion: Alternative Proteinquellen in soziotechnischer Perspektive« unter anderem die Potenziale von Protein auf Soja- und Algenbasis (Witzel et al. 2015).

Vor allem die dynamische Marktentwicklung und die interdisziplinäre Auseinandersetzung in der Wissenschaft deuten darauf hin, dass alternative Proteinquellen großes Entwicklungspotenzial besitzen und die herkömmliche Fleischindustrie sowie das Ernährungsverhalten der deutschen Gesellschaft nachhaltig verändern können. Eine zunehmende Zahl von Menschen ist bereit, auch alternative Produkte auszuprobieren und auf Fleisch zu verzichten (BMEL 2016a, S. 6). Zukünftig dürfte ein ressourcenschonender und wertorientierter Konsum von Lebensmitteln weiter an Bedeutung gewinnen.

Gesellschaftliche und politische Relevanz

Die drei beschriebenen alternativen Proteinquellen berühren verschiedene sozioökonomische Themenfelder, darunter insbesondere die Themen Ernährungs- und Konsumverhalten sowie Umwelt und Klima. Eng damit verknüpft sind weiterhin gesundheitliche und wirtschaftliche Aspekte sowie Bildungsfragen.

Der Verzehr von Insekten setzt in Europa einen kulturellen Wandel voraus, der derartige Nahrungsmittel als normal wertet. Was bis heute als ekelig empfunden wird, ist in anderen Teilen der Welt seit Jahrhunderten normal. Angesichts der sonstigen vielfältigen Veränderungen des Ernährungsverhaltens (z. B. vegane Ernährung, vegetarische Ernährung, Paleodiäten etc.) erscheint es durchaus möglich, dass sich westliche Ernährungsstile auch in Richtung Insektenverzehr anpassen können.

Eine Massenproduktion von Insekten wird derzeit vor allem als Alternative zu Tierfutter auf Sojabasis erforscht. Wenn sich die Verwendung von Insekten als unbedenklich und ökonomisch überlegen erweist, könnte der Importbedarf für Soja verringert werden.

Der Ersatz von Fleisch durch alternative Produkte birgt die Möglichkeit zur Reduzierung gesundheitlicher Risiken, beispielsweise von Krankheiten, die durch fleischspezifische Lebensmittelpathogene verursacht werden (z. B. Vogel- und Schweinegrippe). Die Herstellung von In-vitro-Fleisch hätte das Potenzial, die Verbreitung derartiger Erreger einzudämmen, zumal die Herstellung dieser Produkte in streng kontrollierten Umgebungen stattfindet (Bonny et al. 2015, S. 261 f.).

Fleischersatzprodukte sind im Gegensatz zu Insekten längst von ökonomischer Relevanz in Deutschland. Aber auch wenn die fleischverarbeitende Industrie zunehmend ihre Produktpalette erweitert und selbst Ersatzprodukte anbietet, bedeutet das für die Verbraucher keineswegs Zugang zu gesunden Alternativen und einer klimaschonenderen Ernährung. Fleischersatzprodukte enthalten viele Zusatzstoffe, deren gesundheitliche Wirkungen umstritten sind und müssen unter großem Energieeinsatz hergestellt werden. Fleischersatzprodukte ahmen mittlerweile Textur und Geschmack von Fleisch derart gut nach, dass hier eigentlich kein echter Verzicht auf Fleisch stattfindet. Ob durch die Vermarktung und den steigenden Konsum von Fleischersatzprodukten ein dauerhafter Bewusstseinswandel hin zu einem ökologisch nachhaltigen Umgang mit natürlichen Ressourcen angestoßen werden kann, ist fraglich, da insbesondere Fleischproduzenten ihre Produktpaletten erweitern, aber nicht grundsätzlich umstellen. Es wird also weiterhin Fleisch produziert, zusätzlich zu den Fleischersatzprodukten.

Der übermäßige Verzehr von Fleisch kann Gesundheitsrisiken hervorrufen. Sofern die gewählten Ersatzprodukte weniger Risiken bergen, sollte ihr Konsum

positive Effekte auf die Gesundheit der Verbraucher haben und zu einer Reduktion der Kosten im Gesundheitssektor führen. Bisher ist dies jedoch für alle Fleischalternativen noch nicht abschließend geklärt (D'Adamo/Sahin 2014). Bei Personen mit Schilddrüsenerkrankungen wird beispielsweise vermutet, dass ein erhöhter Verzehr von Sojaprodukten zu Nebenwirkungen führen kann, sodass die verabreichten Medikamente höher dosiert werden müssen (Sathyapalan et al. 2011).

Ernährung ist nicht nur ein gesellschaftlich relevantes, sondern auch ein sehr individuelles Thema. Die Entscheidung Einzelner für oder gegen bestimmte Ernährungsstile findet oft vor dem Hintergrund normativ geprägter Diskurse statt, wie unter anderem das Beispiel Veganismus zeigt. Das Faktenwissen über Herkunft, Verarbeitungsmöglichkeiten, Nützlichkeit und gesundheitliche Effekte von Nahrungsmitteln wird in derartigen Debatten häufig ausgeblendet, sollte aber für eine informierte Entscheidung berücksichtig werden. Da eine Zunahme des Konsums von Fleischersatzprodukten zu verzeichnen ist, besteht auch ein zunehmender Aufklärungs- und Informationsbedarf über Inhaltsstoffe, gesundheitliche Risiken und Implikationen für die Umwelt für Verbraucher. Zugang zu solchem Wissen und die Fähigkeit, es beurteilen zu können, setzt eine entsprechende Bildung und eine bewusstere Auseinandersetzung mit dem Thema Ernährung voraus. Die Ausbildung einer entsprechenden Wissensbasis kann im familiären wie auch im schulischen Umfeld geschehen. Entsprechende Angebote und Maßnahmen sind bisher nur vereinzelt vorhanden, werden aber vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft unterstützt (BMEL 2016b), z. B. im Rahmen der Initiative »In Form« (Schaake/Kolbitsch 2016).

Das Erreichen globaler und nationaler Klimaziele hängt maßgeblich von einer Reduktion der Treibhausgasemissionen ab. Eine Verringerung der industriellen Massenproduktion von Fleisch könnte hier einen entscheidenden Beitrag leisten.

Der durch monokulturelle Landwirtschaft herbeigeführte Verlust biologischer Vielfalt in der Tier- und Pflanzenwelt hat ebenfalls negative Konsequenzen für Umwelt und Klima. Die Auswirkungen der Fleischproduktion sind dabei nicht nur auf Deutschland beschränkt, sondern betreffen auch jene Länder, aus denen Futtermittel importiert werden. Auch hier gilt es, geeignete Schutzmaßnahmen zu diskutieren und zu ergreifen (z. B. Import- und Exportregulierungen, Subventionsmaßnahmen für nachhaltige Landwirtschaft o. Ä.).

Auch wenn die zukünftige Marktfähigkeit von In-vitro-Fleisch derzeit noch nicht abzuschätzen ist, werden bereits heute mögliche Folgen diskutiert. Die Rolle von Tieren als Teil komplexer Ökosysteme verändert sich, wenn Fleisch künstlich im Labor hergestellt wird und der Mensch droht, seinen Bezug zur Herkunft von tierischer Nahrung zu verlieren (Heinrich-Böll-Stiftung et al. 2014, S. 42).

Mögliche vertiefte Bearbeitung des Themas

Das Thema Fleischalternativen, Fleischersatz und unkonventionelle Proteinquellen bietet vielfältige Fragestellungen für ein großes TA-Projekt. Dieses könnte sich sowohl den genannten (und ggf. weiteren) Entwicklungslinien widmen als auch den mit der Gesamtfrage von Ernährung und Fleischverzehr verbundenen gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Fragestellungen. Zur Ausrichtung des TA-Projekts könnte das Aufspüren des Transformationspotenzials alternativer Proteinquellen im Blick auf Umwelt, Klima, Gesellschaft und Industrie dienen. Wichtig wäre es, Prognosen zu den Skalierungspotenzialen der drei Alternativen gründlich zu untersuchen. Das TA-Projekt könnte insgesamt einen fundierten Überblick über den Stand der Forschung sowie eine umfassende Darstellung unterschiedlicher wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Diskurse und ihrer politischen Implikationen liefern.

Literatur

Anthes, E. (2014): Lovely grub – are insects the future of food? Eating locusts, beetles, mealworms, and more may be key to feeding more humans. 14.10., http://arstechnica.com/science/2014/10/lovely-grub-are-insects-the-future-of-food/ (26.4.2016)

BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2016a): Deutschland, wie es isst. Der BMEL-Ernährungsreport 2016. Berlin

BMEL (2016b): Gesunde Ernährung in Kindertagesstätten und Schulen. www.bmel.de/DE/Ernaehrung/GesundeErnaehrung/KitaSchule/kita-schule_node.html

Bohlmann, F. (2013): Weder Fisch noch Vogel. Neuen Proteinquellen auf der Spur. In: Tabula (2), S. 4–9

Böhm, I. (2016): Visionen von In-vitro-Fleisch. In-vitro-Fleisch als nachhaltige Lösung für die Probleme des Fleischkonsums. In: Technikfolgenabschätzung Theorie und Praxis 25(1), S. 70–72

Bonny, S.; Gardner, G.E.; Pethick, D.W.; Hocquette, J.-F. (2015): What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry? In: Journal of Integrative Agriculture 14(2), S. 255–63

Brivio, E., Apostola, A. (2015): Questions and Answers: New Regulation on Novel Food. Brüssel

Buck, C. (2014): Fleisch oder Pflanze. In: Technology Review (11), S. 40–44

BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland), Heinrich-Böll-Stiftung (2016): Fleischatlas Deutschland Regional 2016. Berlin

D'Adamo, C.R.; Sahin, A. (2014): Soy foods and supplementation: a review of commonly perceived health benefits and risks. In: Alternative therapies in health and medicine 20 Suppl 1, S. 39–51

Destatis (Statistisches Bundesamt) (2016): Gebietsfläche: Bundesländer, Stichtag. 14.6. https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/data;jsessionid=1C0BFC8D0BF632FF10D80808A3DA3200.tomcat_GO_1_3?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1465902880927&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&selectionname=11111-0001&auswahltext=%23Z-31.12.2013%23SDLAND-09%2C07%2C08%2C12%2C01%2C02%2C13%2C10%2C11%2C05%2C16%2C06%2C03%2C14%2C04%2C15&werteabruf=Werteabruf (14.6.2016)

Fagherazzi, G.; Vilier, A.; Bonnet, F.; Lajous, M.; Balkau, B.; Boutron-Ruault, M.-C.; Clavel-Chapelon, F. (2014): Dietary acid load and risk of type 2 diabetes. The E3N-EPIC cohort study. In: Diabetologia 57(2), S. 313–20

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2009): Livestock in the balance. Rom

FAOSTAT (2016): Crops. Statistics. 20.4. http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E (20.4.2016)

Farvid, M.S.; Cho, E.; Chen, W.Y.; Eliassen, A.H.; Willett, W.C. (2014): Dietary protein sources in early adulthood and breast cancer incidence. Prospective cohort study. In: BMJ 348(jun10 3), S. g3437-g3437

Ferrari, A. (2015): Visionen von In-vitro-Fleisch. Analyse der technischen und gesamtgesellschaftlichen Aspekte und Visionen von In-vitro-Fleisch (VIF). 26.1. https://www.itas.kit.edu/projekte_ferr15_ivf.php (27.4.2016)

Fraunhofer IVV (2016): Fraunhofer-Forscher für den Deutschen Zukunftspreis nominiert: Gesunde und leckere Proteine aus Lupinen. Freising

Gahmann, H. (2015): Algen und In-vitro-Fleisch – Nestlé Deutschland AG. 7.9. www.nestle.de/zukunftsstudie/news/in-vitro-fleisch-und-algen (4.4.2016)

Grieß, A. (2014): Infografik: So viele Deutsche essen Fleischersatzprodukte. 4.4. https://de.statista.com/infografik/2103/bevoelkerung-in-deutschland-die-fleischersatzprodukte-wie-tofu-konsumiert/ (27.4.2016)

Heinrich-Böll-Stiftung, BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland), Le Monde diplomatique (2014): Fleischatlas 2014. Daten und Fakten über Tiere als Nahrungsmittel. Würzburg

Huis, A. van (2016): Edible insects. www.wageningenur.nl/en/Expertise-Services/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects.htm (27.4.2016)

Kaluza, J.; Åkesson, A.; Wolk, A. (2014): Processed and Unprocessed Red Meat Consumption and Risk of Heart Failure. In: Journal of the American Heart Association 7(4), S. 552–57

Kolodny, L. (2015): Bill Gates Joins $108 Million Round in Impossible Foods. 6.10. http://blogs.wsj.com/venturecapital/2015/10/06/bill-gates-joins-108-million-round-in-impossible-foods/ (25.4.2016)

Lambert, T. (2010): Land-Grabbing: Fallbeispiel: Sojaproduktion in Lateinamerika. 4.4. http://land-grabbing.de/triebkraefte/futtermittel/fallbeispiel-sojaproduktion-in-lateinamerika/ (4.4.2016)

Lander, V.; Messelhäußer, U. (2015): Zwischen Ekel und Genuss - Insekten ein Nahrungsmittel mit Zukunft? 30.6. https://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/technologien/funktionelle_lebensmittel/et_insekten_nahrungsmittel.htm (25.4.2016)

Lee, F. (2016): Der Terminator steht auf Tofu. Fleischkonsum in China. 28.6. www.zeit.de/wissen/umwelt/2016-06/fleischkonsum-china-regierung-regulierung (28.6.2016)

Mischer, J. (2016): Vegan-Boom: Kernmarkt der vegetarischen und veganen Lebensmittel wächst auf 454 Millionen Euro. Köln

Noleppa, S. (2012): Klimawandel auf dem Teller. Berlin

Parry, D. (2014): Kochen mit Fleisch aus dem Labor? 6.8. www.focus.de/panorama/welt/wissenschaft-kochen-mit-fleisch-aus-dem-labor-niederlaender-stellen-rezept buch-vor_id_4041924.html (4.4.2016)
Rempe, C. (2014): Hui oder pfui: Insekten in der menschlichen Ernährung. In: Ernährung im Fokus 14(07-08), S. 198–202
Rumpold, B. (2016): Essbare Insekten als alternative Proteinquelle in Lebens- und Futtermitteln. www.atb-potsdam.de/forschungsprogramme/qualitaet-und-sicherheit-von-lebens-und-futtermitteln/edible-insects.html (29.4.2016)
Sathyapalan, T.; Manuchehri, A.M.; Thatcher, N.J.; Rigby, A.S.; Chapman, T.; Kilpatrick, E.S.; Atkin, S.L. (2011): The effect of soy phytoestrogen supplementation on thyroid status and cardiovascular risk markers in patients with subclinical hypothyroidism: a randomized, double-blind, crossover study. In: The Journal of clinical endocrinology and metabolism 96(5), S. 1442–49
Schaake, M.; Kolbitsch, U. (2016): In Form. Deutschlands Initiative für gesunde Ernährung und mehr Bewegung. 29.6. https://www.in-form.de/profiportal/profilportal/start.html (29.6.2016)
Schmidt, F. (2015): Eine neue Proteinquelle für die Welternährung. www.dw.com/de/eine-neue-proteinquelle-f%C3 %BCr-die-weltern%C3 %A4hrung/a-18044435 (1.4.2016)
Schröder, M. (2015): Bedeutung von Fleisch und Akzeptanz von Lupinenprodukten im urbanen/ländlichen Raum. Ein Vergleich mittels quantitativer Befragung. Masterarbeit. Greifswald
Shurtleff, W.; Aoyagi, A. (2014): History of meat alternatives (965 CE to 2014). Extensively annotated bibliography and sourcebook. Lafayette, CA
Statista GmbH (2015): Umsatz mit Fleischersatzprodukten in Deutschland bis 2014 | Statistik. http://de.statista.com/statistik/daten/studie/426592/umfrage/umsatz-mit-fleischersatzprodukten-in-deutschland/ (27.4.2016)
Stephens, N.; Kramer, C.; Denfeld, Z.; Strand, R. (2015): What is In Vitro Meat?
Sun, Q. (2012): Red Meat Consumption and Mortality. In: Archives of Internal Medicine 172(7), S. 555
Thompson, N. (2016): Insekten brutzeln in Kambodscha. Experten werben für proteinreiche Sattmacher. In: Frankfurter Rundschau 85. 12.4., S. 39
Uken, M. (2013): Vegetarier sind die besseren Umweltschützer. Ressourcenverbrauch: Ein Kilo Rindfleisch verbraucht bis zu 49 Quadratmeter. 6.8. www.zeit.de/wirtschaft/2013-08/fleisch-konsum-ressourcen/seite-2 (27.4.2016)
Vergnaud, A.-C.; Norat, T. (2010): Meat consumption and prospective weight change in participants of the EPIC-PANACEA study. In: American Journal of Clinical Nutrition 92(2), S. 398–407
Witzel, F.; Riechel, A.; Internetredaktion; Presse, S.; Kommunikation und Marketing (2015): Georg-August-Universität Göttingen – Projektbeschreibung. https://www.uni-goettingen.de/de/projektbeschreibung/520726.html (27.4.2016).
Witzke, H. von; Noleppa, S.; Zhirkova, I. (2011): Fleisch frisst Land. Berlin
World Cancer Research Fund, American Institute for Cancer Research (2011): Colorectal Cancer 2011 Report. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Colorectal Cancer
Zanolli, L. (2014): Mit Insektenfarmen gegen den Welthunger. Heise online von 25.8., www.heise.de/tr/artikel/Mit-Insektenfarmen-gegen-den-Welthunger-2301301.html (26.4.2016)

BÜRO FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG
BEIM DEUTSCHEN BUNDESTAG

Karlsruher Institut für Technologie

Neue Schönhauser Straße 10
10178 Berlin

Tel.: +49 30 28491-0
buero@tab-beim-bundestag.de
www.tab-beim-bundestag.de
@TABundestag

ISSN-Internet 2629-2874