

Wissenschaft erleben

- Brexit – viel Nebel und wenig Sicht
- Mit Chemie zu mehr Bio
- Spurensuche im Papier
- Nerv' mich nicht – neue Testmethode für neurotoxische Schadstoffe entwickelt
- Gegen sauren Boden: Was Waldkalkung bewirkt
- Interviews zu »Stable Schools« und zur Situation der Dorschbestände in der Ostsee



Inhalt

Ausgabe 2/2016

STANDPUNKT



Brexit – viel Nebel und wenig Sicht

Von Martin Banse

1

INFO-SPLITTER



2–3

- Bioaerosole rund um die Uhr
- Flüchtlinge aufs Land?
- Douglasienholz

- Schadstoffe im Ostseehering
- Klimawandel: Kein Vorteil bei Ammonium-Düngung
- Milchkühe: Weniger Antibiotika nötig

FORSCHUNG



4

Mit Chemie zu mehr Bio

Mit neuem HMF-Verfahren zu biobasierten Getränkeflaschen



10

Nerv' mich nicht

Neue Testmethode für neurotoxische Schadstoffe entwickelt



6

Spurensuche im Papier

Identifizierung von tropischen Hölzern in Zellstoffprodukten



12

Gegen sauren Boden: Was Waldkalkung bewirkt

Ergebnisse aus der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald

MENSCHEN & MEINUNGEN



8

»... Tierwohl macht Schule«

Ein Gespräch über ein innovatives Beratungskonzept für Tierhalter



17

ThünenIntern

Meldungen aus dem Hause



14

»Der Kompromiss wird am Ende allen wehtun«

Ein Gespräch über die Situation der Dorschbestände in der Ostsee

PORTRAIT



16

Mehr Klimaschutz in Land- und Forstwirtschaft

Empfehlungen der Wissenschaftlichen Beiräte



18–20

- Neues Arbeitsboot für die Küstenforschung
- Landatlas: Ländliche Räume online
- Treibhausgas-Messnetz auch in Südafrika

- Thünen-Expertise im Agrarausschuss gefragt
- Thünen-Atlas um Karten zum Wald erweitert
- Forschung zum Dessert

Brexit – viel Nebel und wenig Sicht

Von Martin Banse

Nachdem sich die EU jahrzehntelang beständig erweitert hat, wird sie nun wohl durch den Brexit zum ersten Mal verkleinert. Diese Entscheidung hat bei vielen Menschen und Unternehmen zu Verunsicherung geführt.

Mit dem Vereinigten Königreich verlässt ein Land die Europäische Union, mit dem die deutsche Agrarwirtschaft aktuell einen Außenhandelsüberschuss von knapp 5 Mrd. Euro erwirtschaftet. Zu den Folgen hat das Thünen-Institut bereits verschiedene Szenarien durchgerechnet. Die Höhe möglicher Verluste für die deutsche Agrarwirtschaft hängt aber entscheidend vom Ausgang der jetzt anstehenden Verhandlungen ab.

Es ist zudem noch unklar, ob mit den Verhandlungen zum Austritt auch gleichzeitig über die Bedingungen der künftigen Beziehungen zwischen der EU und dem Vereinigten Königreich verhandelt werden soll. Hier wäre nach den jüngsten Erfahrungen mit dem zähen Ringen um das europäisch-kanadische Freihandelsabkommen CETA mit langwierigen Verhandlungen zu rechnen. Ob es für die EU und die Briten gut ist, eine dermaßen lange Hängepartie zu durchlaufen, darf bezweifelt werden, denn der globale Wettbewerb wird während diesen Verhandlungen keine Pause einlegen. So erscheint ein »harter« Brexit mit schnellen und klaren Entscheidungen nach dem Motto »ieber ein Ende mit Schrecken als ein Schrecken ohne Ende« als eine Option, die der Wirtschaft – bei allen Nach-

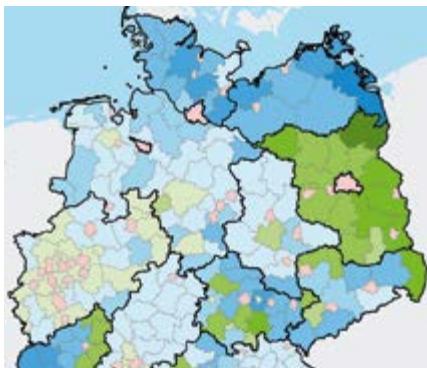
teilen – wenigstens die notwendige Planungssicherheit gäbe.

Mit dem Brexit wird ein Mitgliedsland die EU verlassen, das in der Vergangenheit einen liberalen und reformorientierten Kurs vertreten hat. Ohne das Vereinigte Königreich werden grundlegende Reformen in der EU, auch im Bereich der Agrarpolitik, wohl eher schwieriger als einfacher. Hinzu kommt die Verringerung des EU-Budgets, denn die Briten waren stets Nettozahler. Daher werden künftige Reformdebatten noch stärker als bisher von der Frage dominiert werden, wie das knappe Geld zwischen den Mitgliedstaaten verteilt wird.

Wissenschaftler, die die europäische Politik seit langer Zeit kritisch begleiten und beraten, sehen sich in einem gewissen Dilemma. Eigentlich bietet der Brexit Anlass, die Ausgestaltung von Politik in der EU neu zu justieren. Manche Politikbereiche gehören auf die europäische Ebene, weil sie dort effizienter gesteuert werden können, so z.B. die Verteidigungs-, Einwanderungs- und Entwicklungspolitik. Andere Politiken sind eher auf nationaler Ebene anzusiedeln, so z.B. die ländliche Entwicklung oder Teile der Umweltpolitik. Zum jetzigen Zeitpunkt erscheint es uns aber riskant, solch grundlegende Debatten zu führen, sind doch in der heutigen EU schnelle und überzeugende Lösungen kaum zu erwarten. Eine endlose Debatte könnte das gemeinsame Europa schwächen – schwierige Zeiten für eine sachorientierte wissenschaftliche Politikberatung. ●



InfoSplitter



Bioaerosole rund um die Uhr

Mit der Abluft aus Tierställen geraten auch Mikroorganismen in die Umwelt. Von diesen sogenannten Bioaerosolen können einige potenziell gesundheitsschädlich sein. Dies führt zu Verunsicherungen und Ängsten in der Bevölkerung.

Bioaerosol-Messungen werden üblicherweise nur tagsüber durchgeführt, wenn die Emissionen durch die Aktivität der Tiere und eine starke Belüftung der Ställe besonders hoch sind. Um die tatsächliche Höhe der Emissionen zu bestimmen, wurde im Thünen-Institut für Agrartechnologie erstmalig ein automatischer Bioaerosolsammler entwickelt, mit dem Bioaerosole kontinuierlich Tag und Nacht gemessen werden können. Das System nimmt eigenständig zwölf Proben nacheinander, dabei werden die Mikroorganismen aus der Luft in Salzlösungen gesammelt und bei 4°C gelagert. Die Auswertung der Proben geschieht später im Labor.

Es zeigte sich, dass die Konzentrationen in der Nacht deutlich geringer sind als am Tag. Dies ist abhängig von der Bewegung der Tiere, aber auch von der Tierart. Bei Geflügel werden nachts nur ein Zehntel der Bioaerosolkonzentrationen gefunden, die tagsüber zu messen sind, bei Ziegen ein Fünftel, bei Rindern ein Drittel und bei Schweinen die Hälfte.

Der Umstand, dass die mittleren Emissionen von Bioaerosolen aus Tierställen deutlich niedriger sind als bisher angenommen, sollte in Zukunft auch bei der Genehmigung von neuen Tierställen oder Umbaumaßnahmen berücksichtigt werden. Viele Bauvorhaben werden zurzeit nicht durchgeführt, da Behörden und Gutachter zu hohe Emissionen befürchten.

UP ●

KONTAKT: marcus.clauss@thuenen.de

Flüchtlinge aufs Land?

Gegenwärtig erfolgt die Verteilung von Asylbewerbern in Deutschland auf die Bundesländer nach deren Einwohnerzahl und Steueraufkommen. Die Länder wiederum verteilen sie auf die Landkreise und kreisfreien Städte nach landespezifischen Quotierungsverfahren, bei denen zumeist die Einwohnerzahl neben der Fläche und teilweise auch der Ausländeranteil einfließen. Aber sind diese Verteilungsverfahren optimal?

Das [Thünen Working Paper 59](#) leistet zu dieser Diskussion einen Beitrag, der insbesondere die Perspektive ländlicher Räume beleuchtet. Von zentraler Bedeutung sind dabei die Integrationspotenziale der Landkreise in Deutschland, die über Indikatoren aus sieben integrationsrelevanten Bereichen erfasst werden. Im Einzelnen berücksichtigt werden Arbeitsmarkt, Wohlstand, Wohnungsmarkt, demografischer Handlungsbedarf und Daseinsvorsorge, Zentralität und Erreichbarkeit, Reaktionen aus der Gesellschaft auf die Flüchtlingskrise sowie bestehender Integrationsbedarf. Die räumliche Verteilung der einzelnen Indikatoren ist in Karten dargestellt, für die das Papier Interpretationshinweise gibt.

Über die verschiedenen Indikatoren gelingt es, die regional sehr unterschiedlichen Integrationspotenziale der Landkreise in Deutschland differenziert nach Bereichen abzubilden. Die Autoren haben ganz bewusst davon Abstand genommen, diese Indikatoren zu einem zusammenfassenden Integrationsindex zu verdichten, weil dadurch wichtige Einzelaspekte verloren gehen würden.

FI ●

KONTAKT: peter.mehl@thuenen.de

Douglasienholz – Qualität aus deutschen Landen?

Das Holz der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) zeichnet sich durch hohe Festigkeiten bei gleichzeitig geringer Dichte, gute Verarbeitbarkeit und gute natürliche Dauerhaftigkeit aus. Daher ist es als Bauholz nicht nur in Nordamerika, wo die Baumart beheimatet ist, sondern auch in Europa sehr beliebt. Gleichzeitig hat die Douglasie eine hohe Wuchsleistung und eine ausgeprägte Trockenresistenz, weshalb sie Ende des 19. Jahrhunderts in Deutschland eingeführt wurde. Aus ökologischer Sicht wird der Anbau in Deutschland kontrovers diskutiert, weil es sich um eine gebietsfremde Art handelt. Das Thünen-Institut für Holzforschung hat mit Partnern untersucht, welche Holzqualitäten für die Douglasie deutscher Herkunft zu erwarten sind und welche waldbaulichen Maßnahmen die Eigenschaften beeinflussen.

Die Prüfung ergab, dass das Holz der untersuchten, etwa 40-jährigen Douglasien gute mechanische Eigenschaften aufweist. Allerdings war es nicht so dauerhaft wie Holz vom Urstandort Nordamerika (Klasse 2 bis 3), sondern erreichte lediglich die Klasse 4. Damit ist das Material als Konstruktionsholz der heimischen Fichte vergleichbar. In Bereichen, in denen eine höhere Resistenz gegenüber Holzschädlingen gefordert ist, kann es mit der Qualität vom Naturstandort nicht mithalten.

Es zeigte sich aber, dass durch gezielte waldbauliche Maßnahmen in jungem Baumalter der Anteil höherwertigen Holzes gesteigert werden kann: Durch einen geeigneten Pflanzabstand der Bäume und rechtzeitige Auslichtung kann die Wuchsleistung der Bäume und damit die Holzqualität gesteuert werden.

MO ●

KONTAKT: uwe.schmitt@thuenen.de



Schadstoffe im Ostseehering

Fische in der Ostsee leben in einer relativ stark belasteten Umwelt. Das Thünen-Institut für Fischereiökologie und das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie haben gemeinsam die Schadstoffbelastung von Heringen aus der südlichen Ostsee (Arkona-See) untersucht und die Resultate mit Umweltgrenzwerten verglichen.

Der Hering wird als Indikatororganismus für den Umweltzustand herangezogen, weil er in der Ostsee flächendeckend verbreitet ist. Die Grenzwerte markieren die Konzentration, oberhalb derer negative Auswirkungen für Fisch und Umwelt zu erwarten sind und der »Gute Umweltzustand«, wie er als Ziel der Europäischen Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie definiert ist, nicht erreicht wird.

Die Ergebnisse sind deutlich: Mehrere der untersuchten persistenten halogenierten Schadstoffe überschritten in den meisten untersuchten Proben die Umweltgrenzwerte. Dazu gehörten bromierte Flammschutzmittel, chlorierte Pflanzenschutzmittel, fluorierte Tenside (PFOS) und ihre Abbauprodukte.

Insbesondere die Gehalte an PFOS und seinen Derivaten waren überraschend: Es zeigte sich, dass sie in männlichen Heringen bis zu viermal höher lagen als in Weibchen. Da die Richtlinien für Umweltüberwachung oft nur die Untersuchung der größeren und häufigeren weiblichen Tiere vorsehen (um biologisch homogenes Probenmaterial zu haben), wird die Belastung an PFOS in Ostseefischen unterschätzt. **UK**

KONTAKT: michael.haarich@thuenen.de

Klimawandel: Kein Vorteil bei Ammonium-Düngung

Der Anstieg von Kohlendioxid (CO_2) in der Atmosphäre – eine der Ursachen des Klimawandels – führt bei vielen Kulturpflanzen zu höheren Erträgen. Das ergaben u.a. langjährige Freilanduntersuchungen des Thünen-Instituts für Biodiversität, bei denen auf Feldern der CO_2 -Gehalt der Umgebungsluft künstlich erhöht wurde (FACE-Experimente). Weizen z.B. liefert höhere Erträge, der Eiweißgehalt im Korn aber sinkt – und damit die Qualität. Als Ursache werden Änderungen im Stoffwechsel vermutet. Kulturpflanzen nehmen Düngerstickstoff größtenteils als Nitrat auf, reduzieren ihn zu Nitrit und wandeln ihn anschließend in Ammonium bzw. organischen Stickstoff um.

2010 erregte ein Fachartikel in »Science« Aufsehen: Laboruntersuchungen in den USA deuten darauf hin, dass die Umwandlung von Nitrat zu Nitrit über das Enzym Nitratreduktase unter erhöhter CO_2 -Konzentration gehemmt wird. Es wurde deshalb vorgeschlagen, die Düngung künftig nicht in Nitrat-, sondern in Ammoniumform durchzuführen.

Wissenschaftler des Thünen-Instituts haben die Hypothese im Rahmen eines FACE-Feldversuchs mit Winterweizen überprüft. Die Pflanzen erhielten entweder die praxisübliche Nitrat-Düngung oder eine gezielte Ammonium-Düngung. Die Aktivität der Nitratreduktase wurde in Kooperation mit der TU Braunschweig gemessen. Das Ergebnis: Keine Hemmung des Enzyms bei erhöhter CO_2 -Konzentration und praxisüblicher Düngung, sondern eine Stimulation. Die Ammonium-betonnte Düngung konnte die Stickstoffassimilation nicht verbessern. Der Schluss liegt nahe, dass Weizen unter komplexen Freilandbedingungen anders reagiert als in Laborversuchen. **MW**

KONTAKT: remy.manderscheid@thuenen.de

Milchkühe: Weniger Antibiotika nötig

Kühe geben nicht permanent Milch, sondern nur zehn bis elf Monate nach der Geburt eines Kalbes. Dann folgt bis zur Geburt des nächsten Kalbs eine Trockenperiode. Diese sechs bis acht Wochen, die auch der Regeneration dienen, nutzen Landwirte, um Kühe von Infektionen des Euter zu heilen und vor neuen zu schützen. In den meisten Betrieben werden dazu routinemäßig Antibiotika in jedes Euterviertel eingebracht (das Kuheuter besteht aus vier unabhängigen Milchdrüsen). Ob diese Prophylaxe nötig ist, haben das Max Rubner-Institut und das Thünen-Institut für Ökologischen Landbau auf ihren Versuchsstationen überprüft. Insgesamt wurden dafür 164 Kühe mit 216 Trockenperioden untersucht.

Das Spektrum an Erregern unterschied sich in den beiden Herden deutlich, da die Institute mit den Tieren unterschiedliche wissenschaftliche Fragestellungen bearbeiten. Trotzdem fiel das Ergebnis gleich aus: Nicht-infizierte Euterviertel, die ohne den Antibiotikaschutz trockengestellt wurden, unterlagen keinem höheren Risiko, sich in der Trockenperiode neu zu infizieren als Euterviertel, die Antibiotika erhielten. Es ist also sinnvoll, nur die Euterviertel antibiotisch zu behandeln, die auch tatsächlich infiziert sind. Die dafür notwendige Untersuchung entspricht der guten fachlichen Praxis und dient gleichzeitig dem Herdenmonitoring. Gute Stallhygiene vorausgesetzt, könnten so bis zu zwei Dritteln der bisher zum Trockenstellen eingesetzten Antibiotika eingespart werden. **MW**

KONTAKT: kerstin.barth@thuenen.de

Mit Chemie zu mehr Bio

Mit neuem HMF-Verfahren zu biobasierten Getränkeflaschen

PET (Polyethylenterephthalat) ist einer der wichtigsten Kunststoffe in der heutigen Zeit. Uns ist er vor allem als Getränkeflasche und als Polyester in der Kleidung bekannt. Seit Jahrzehnten wird versucht, einen vollständig biobasierten Ersatz für diesen Kunststoff herzustellen. Dies scheiterte bislang daran, die Schlüsselverbindung 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) effizient herzustellen. Mit einem neuen Verfahren des Thünen-Instituts könnte sich dies nun endlich ändern.

Rund 50 Mio. Tonnen an PET werden weltweit jedes Jahr produziert, Tendenz steigend. Damit steht PET auf Platz 4 der am meisten produzierten Kunststoffe. Zu mehr als 60% wird PET zu Fasern für Textilien, dann meist einfach Polyester genannt, verarbeitet. Der Rest wird für Verpackungen genutzt, wobei rund 30% zu Getränkeflaschen verarbeitet werden.

Erste Schritte zu etwas Bio

PET besteht aus den beiden chemischen Verbindungen Terephthalsäure (TPA) und Ethylenglycol. Beide Substanzen werden auch heute noch praktisch ausschließlich aus Erdöl hergestellt. In den letzten Jahren hat in Teilen der Industrie jedoch ein Umdenken begonnen. Einige Unternehmen haben das Ziel ausgerufen, bald nur noch vollständig biobasierte, das heißt aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellte Verpackungen einzusetzen. Coca-Cola hat diesen Prozess mit der PlantBottle™-Initiative merklich angestoßen. In PlantBottle™-PET-Flaschen

wird biobasisiertes Ethylenglycol verwendet, das aus Bio-Ethanol hergestellt wird. Gewichtsmäßig beträgt der Bio-Anteil der Rohstoffe jedoch nur knapp 30%, das heißt gut 70% werden als TPA nach wie vor aus Erdöl hergestellt.

Die vollständige Bio-Alternative

Ein taugliches Verfahren zur Herstellung von Bio-TPA ist derzeit nicht Sicht, aber es gibt eine mögliche Alternative: Furandicarbonsäure (FDCA) – herstellbar aus Fructose, dem Fruchzucker. Aufgrund der strukturellen Ähnlichkeit zwischen TPA und FDCA kann zusammen mit Bio-Ethylenglycol der verwandte und dann vollständig biobasierte Kunststoff Polyethylenfuranoat (PEF) hergestellt werden, der im Vergleich zu PET sogar bessere Eigenschaften aufweist. Da PEF weniger Gas durchlässt als PET, werden die Getränke wirksamer vor Luftsauerstoff geschützt. Auch der Sprudel hält länger, da das CO₂ nicht so schnell entweicht. Damit wären zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen: eine vollständig

Reaktorfließschema zur Umsetzung von Fructose zu HMF, dargestellt aus Fructose und dem verwendeten Katalysator (siehe auch »Thünen intern«, Seite 17).





biobasierte Getränkeflasche, die zudem noch besser als die alte ist.

Woran hapert es?

Um FDCA aus Fructose herzustellen, muss zunächst einmal die Fructose zu HMF umgesetzt werden. Zwar ist die weitere Umsetzung von HMF zu FDCA problemlos, der erste Schritt der HMF-Herstellung jedoch ist im höchsten Maße schwierig und bis heute technisch nicht befriedigend gelöst. Von den verschiedenen in Forschung und Entwicklung ausprobierten Lösungsansätzen erscheint die Verwendung von Wasser als Lösungsmittel – auch nach den Prinzipien der grünen Chemie – am sinnvollsten. In Wasser zerfällt das HMF jedoch unter genau den Bedingungen, unter denen es gebildet wird. Eine Stabilisierung des HMF kann durch die zusätzliche Verwendung eines zweiten, nun organischen Lösemittels erzielt werden. In diesem Fall wird HMF nach dessen Bildung aus dem Wasser in das organische Lösemittel extrahiert, sodass es vor dem Zerfall geschützt wird. Alle bislang verwendeten Lösemittel sind jedoch nur sehr mäßig für die HMF-Extraktion geeignet und bereiten aufgrund ihres hohen Siedepunktes auch bei der Abtrennung Schwierigkeiten.

HFIP: ein neues effizientes Extraktionsmittel

Wissenschaftler des Thünen-Instituts für Agrartechnologie haben entdeckt, dass das bisher zur Extraktion unbekannte Lösemittel Hexafluoroiso-

propanol (HFIP) unter bestimmten Voraussetzungen hervorragende Eigenschaften zur Extraktion von HMF zeigt. Gegenüber den bisher verwendeten Extraktionsmitteln ist HFIP mehrfach selektiver. Sein Siedepunkt beträgt zudem nur rund 60°C, sodass es zur Isolierung des HMF einfach und wenig energieaufwendig abgetrennt werden kann. Mit HFIP als Extraktionsmittel sind HMF-Ausbeuten von rund 90% zu erzielen, ein Wert, der diese Verfahrensweise auch industriell interessant macht.

Dies gilt übrigens nicht nur für die HMF-Herstellung. Auch andere Verbindungen lassen sich mit dieser neuen Methode effizient herstellen, zum Beispiel Furfural aus dem Zucker Xylose. Hier wird sogar eine Ausbeute von rund 99% erzielt, deutlich mehr als im bestehenden industriellen Prozess.

Ziel ist die industrielle Umsetzung

Die überraschenden Erkenntnisse zur Verwendung von HFIP haben die Thünen-Forscher zum internationalen Patent angemeldet. Dieses ist inzwischen offengelegt, sodass die Erkenntnisse nun auch auf internationalen Fachkonferenzen und in wissenschaftlichen Fachzeitschriften publiziert werden. Parallel dazu wurden bereits Kontakte zu potenziell interessierten Unternehmen der chemischen Industrie hergestellt, um dieses neue Verfahren vom Labor in den technischen Maßstab zu übertragen. **UP** ●

KONTAKT: ulf.pruesse@thuenen.de

Spurensuche im Papier

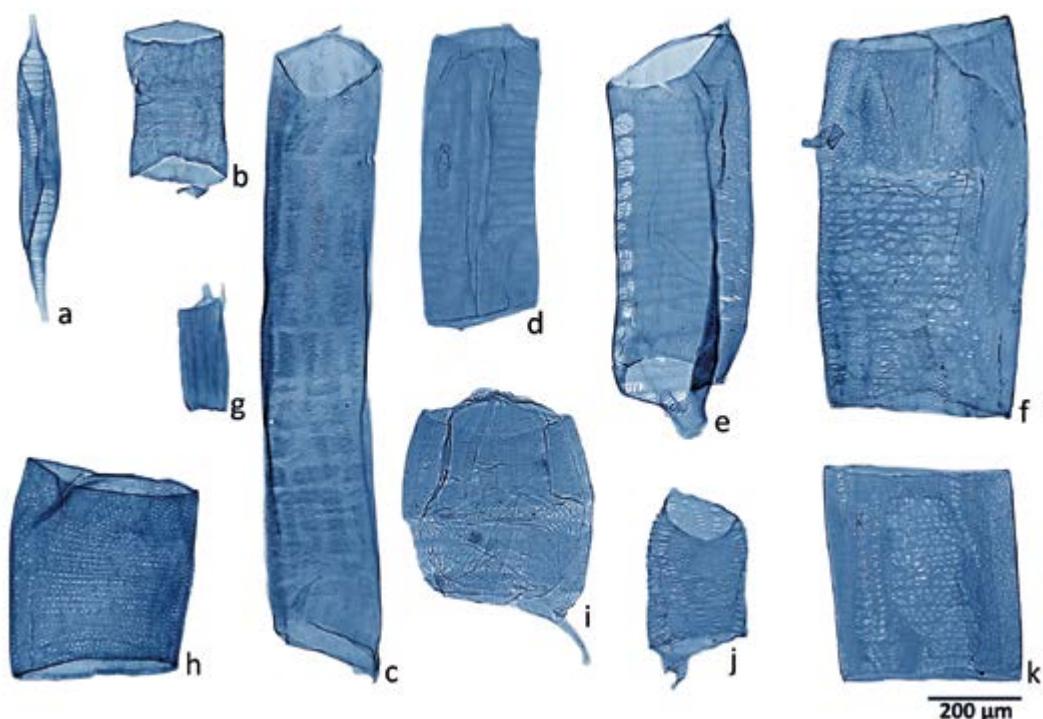
Identifizierung von tropischen Hölzern in Zellstoffprodukten

Um dem Handel mit illegal eingeschlagenen Hölzern zu begegnen, müssen die verwendeten Hölzer identifiziert werden. Für Spielzeug oder Gartenmöbel funktioniert dies bereits sehr gut, aber wie bestimmt man, welche Hölzer für die Herstellung von Papier verwendet wurden? Schließlich sind weder in Briefpapier noch in Taschentüchern Holzbestandteile mit bloßem Auge erkennbar. Das Thünen-Institut für Holzforschung erarbeitet dafür eine Lösung.

Als Beitrag zum globalen Schutz der Wälder wurde im März 2013 die Europäische Holzhandelsverordnung (EUTR) erlassen. Sie verbietet den Import und den Handel mit illegal eingeschlagenem Holz. Seitdem müssen alle Marktteilnehmer, die innerhalb der EU Holz oder Holzprodukte erstmalig in Verkehr bringen, Art und Herkunft des Holzes offen legen können.

Dies gilt auch für Zellstoff und Papier. Ein großer Markt: Jedes Jahr werden weltweit rund 400 Mio. Tonnen Papier produziert. Je mehr Papierprodukte aus tropenholzreichen Regionen, vor allem Asien, stammen, umso wichtiger wird es, auch die dort vorkommenden Hölzer in Zellstoff und Papier sicher identifizieren zu können. Da in diesen Materialien der Gewebeverbund durch den chemischen Aufschluss

Lichtmikroskopische Aufnahmen der Gefäße verschiedener Arten:
 a) *Rhizophora* spp.,
 b) *Acacia* spp.,
 c) *Tetramerista* spp.,
 d) *Gonystylus* spp.,
 e) *Palaquium* spp.,
 f) *Dipterocarpus* spp.,
 g) *Avicennia* spp.,
 h) *Koompassia* spp.,
 i) *Calophyllum* spp.,
 j) *Mangifera* spp.,
 k) *Shorea* subg. *Rubroshorea*.





vollständig aufgelöst wird, sind viele Strukturmerkmale, mit denen Massivhölzer sicher identifiziert werden können, nicht mehr zu erkennen. Für die wenigen noch verbleibenden Merkmale braucht es Referenzmaterial oder eine detaillierte Beschreibung, um sie sicher identifizieren zu können.

Deshalb entwickelt das Thünen-Kompetenzzentrum Holzherkünfte derzeit einen »Faseratlas« für Tropenhölzer. Diese Datenbank enthält bislang die anatomischen Beschreibungen einzelner Zellelemente von 35 Baumarten aus Asien – darunter die Gattungen *Shorea*, *Dipterocarpus*, *Palaquium* oder die geschützte Holzart Ramin, die zunehmend zu Zellstoff und Papier verarbeitet werden.

Gefäßzellen als Erkennungsmerkmale

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden zunächst von definierten Hölzern Zellstoffe hergestellt und deren Strukturmerkmale beschrieben. Die Gefäßzellen zeigen die deutlichsten Differenzierungsmerkmale. Ein wichtiges anatomisches Bestimmungsmerkmal sind die Gefäß- und Kreuzungsfeldtüpfel. Das sind charakteristische Strukturen der Gefäßzellen, die dem Stofftransport und -austausch zwischen den Zellen dienen. Je nach Holzart unterscheiden sie sich in Form, Größe und Anordnung. Auch die Art der Gefäßdurchbrechungen und das Vorkommen von spiraligen Verdickungsleisten sind wichtig für die Bestimmung.

Das Thünen-Team hat die einzelnen Zellelemente mikroskopisch erfasst und in Form des »Faseratlas« mit jeweils ca. 25 Merkmalen textlich und bildlich dokumentiert. Zusätzlich wurden Mischungen unterschiedlicher Zellstoffe zu Papieren verarbeitet und diese in Form von »blind tests« anatomisch bestimmt. Auf diese Weise prüften die Wissenschaftler die Praxistauglichkeit der neu erstellten Referenzen – mit erfreulichen Ergebnissen.

Der »Faseratlas« soll wissenschaftlichen Einrichtungen und Ausbildungsstätten, die Prüfungen zur

Bestimmung von Zellstoff und Papier durchführen, zur Verfügung gestellt werden. Seine Veröffentlichung wird zurzeit vorbereitet.

Auch die Chemie kommt ins Spiel

Neben den anatomischen Untersuchungen werden im Rahmen des Projekts, das die Deutsche Bundesstiftung Umwelt fördert, chemotaxonomische Analysen vorgenommen. Mit diesen Arbeiten will das Zentrum Holzwirtschaft der Universität Hamburg eine weitere Methode zur Identifizierung der Hölzer entwickeln.

Die Chemotaxonomie nutzt sekundäre Pflanzenstoffe, die auch noch in gebleichten Zellstoffen chromatografiert und nachgewiesen werden können. Die chemischen Marker können als Referenz für Prüfeinrichtungen dienen, die über ein chemisches Labor verfügen. Das ist aber noch Zukunftsmusik, denn zunächst muss nach Entwicklung und Erprobung der Methodik eine entsprechende Referenz-Datenbank aufgebaut werden. Im Erfolgsfall könnten Prüflabore dann künftig auf zwei unterschiedliche, sich ergänzende Ansätze zurückgreifen, tropische Hölzer in Zellstoff und Papier sicher zu identifizieren.

MO ●

KONTAKT: andrea.olbrich@thuenen.de

»...Tierwohl macht Schule«

Ein Gespräch über ein innovatives Beratungskonzept für Tierhalter

Miteinander reden und voneinander lernen – das ist das Prinzip der »Stable Schools«. Lässt sich mit diesem Ansatz die Tiergesundheitssituation in Milchviehbetrieben nachhaltig verbessern? Das haben Wissenschaftler des Thünen-Instituts für Ökologischen Landbau in einem Pilotprojekt untersucht. *Wissenschaft erleben* sprach mit Jan Brinkmann und Solveig March über ihre Erfahrungen.

»Stable Schools« – das hört sich interessant an. Was für ein Konzept verbirgt sich hinter diesem Begriff?

JB: Die »Stable Schools« gehen zurück auf das Konzept der Farmer Field Schools, das die FAO hauptsächlich für Länder in Afrika und Ostasien entwickelt hat und das dann von dänischen Kollegen für die Milchviehhaltung in Europa adaptiert wurde.

SM: Im Kern geht es darum, dass sich kleine Gruppen von Landwirten reihum auf ihren Betrieben treffen, um vor Ort spezifische Probleme anzusprechen, ihre Erfahrungen auszutauschen und dadurch voneinander zu lernen und Lösungsmöglichkeiten zu suchen. Wesentlich ist, dass ein externer Moderator dabei ist, der die Gespräche nach einem vorher festgelegten Schema strukturiert und gewährleistet, dass jeder Teilnehmer mit seiner Meinung gehört werden kann.

JB: In unserem Stable-School-Projekt mit ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben stand das Tierwohl im Mittelpunkt – Tierwohl macht quasi Schule.

Welche Rolle haben die Wissenschaftler bei den Zusammenkünften, könnte es sich nicht einfach auch um eine Art Selbsthilfegruppe von Landwirten für Landwirte handeln?

JB: In diesem Pilotprojekt sind wir, also die Wissenschaftler, in die Rolle des Moderators geschlüpft, um das Konzept von innen heraus weiterzuentwickeln. Zudem haben wir die Effektivität und

die Akzeptanz des Stable-School-Konzepts untersucht.

SM: Im Grunde sind wir zweigleisig gefahren. Zum einen ging es darum zu testen, wie sich die »Stable Schools« als innovatives Beratungs-Tool eignen. Zum anderen haben wir untersucht, wie sich im Verlauf des dreijährigen Projekts die Gesundheitssituation der Kühe auf den teilnehmenden Betrieben verbessert hat. Das haben wir mithilfe von tierbezogenen Indikatoren zu Beginn, zur Halbzeit und zum Ende des Projekts erfasst.

Und wie waren die Ergebnisse?

JB: Durchweg positiv! Durch den Austausch der Landwirte untereinander ergaben sich viele praktische Vorschläge, zum Beispiel zur Eutergesundheit, die zum großen Teil auch umgesetzt wurden. Im Verlauf ging in diesen Betrieben der Zellgehalt in der Milch – ein Indikator für Eutergesundheit – signifikant zurück, gleichzeitig stiegen der Anteil eutergesunder Kühe sowie die Milchleistung signifikant an.

Wie offen reden denn die Betriebsleiter nicht nur über ihre Erfolge, sondern auch über mögliche Probleme bei der Milchviehhaltung – gerade, wenn andere Kollegen dabei sind?

SM: Wir haben die Erfahrung gemacht, dass die Gespräche sehr offen waren, zumal die Landwirte meist mit ähnlichen Herausforderungen und Pro-



blemen konfrontiert waren. Wichtig ist natürlich, dass in dem Kreis ein gewisses Vertrauensverhältnis herrscht, was bei uns aber schnell der Fall war. Das liegt auch am Aufbau der Treffen: Man startet nicht mit den Problemen, sondern jeweils mit einem Hofrundgang, auf dem der Gastgeber den gesamten Betrieb vorstellt und dabei auch auf Dinge eingeht, die gut laufen. Das schafft eine positive Grundstimmung.

Haben Sie das Gefühl, dass Ökolandwirte diskussionsfreudiger sind als ihre konventionell wirtschaftenden Kollegen, vor allem bei Problemen der Tierhaltung?

JB: Das würde ich jetzt nicht so unterschreiben wollen. Ich denke, das hängt sehr vom Individuum ab – die Welt ist bunt und die Menschen sind alle verschieden. Eine Kollegin, die als private Beraterin zusammen mit einem Tierarzt »Stable Schools« bei konventionell wirtschaftenden Milchviehhaltern betreut, berichtet auch dort von guten und offenen Gesprächen.

Welchen Nutzen haben Sie als Wissenschaftler von den Treffen und Gesprächen auf den einzelnen Höfen?

JB: Zunächst haben wir durch das Projekt die Möglichkeit gehabt, das Konzept der »Stable Schools« weiter optimieren zu können, etwa durch Interviews der Teilnehmer zur generellen Attraktivität des Kon-

zepts und zur konkreten Projektdurchführung. Das allein ist schon ein Erfolg, denn unseres Erachtens tragen »Stable Schools« zu einer Bereicherung der Beratungs-Landschaft bei. Darüber hinaus konnten wir mit unserem indikatorgestützten Ansatz auch zeigen, dass »Stable Schools« gut geeignet sind, um die Tierwohlsituation unter Praxisbedingungen zu verbessern.

SM: Der direkte Austausch zwischen Wissenschaftlern und Praktikern im Rahmen der Treffen ist für beide Seiten ein Gewinn. Wir sitzen hier mit gestandenen Landwirten zusammen, die jahrelange Berufserfahrung haben – das hilft uns, praxisnah zu denken: Für wen forschen wir?

Ließe sich das Stable-School-Konzept auch auf andere Nutztierhaltungen oder auf Ackerbaubetriebe übertragen?

SM: Sicherlich. Bei uns im Institut zum Beispiel führen wir mit Kollegen derzeit ein Stable-School-Projekt für Ziegenhalter durch. In Richtung Ackerbau haben wir jetzt zwar keine konkreten Pläne, aber auf unseren Treffen mit den Milchviehhaltern spielten futterbauliche Aspekte immer wieder eine Rolle. So schließt sich der Kreis dann doch, denn entstanden ist die Idee der »Stable Schools« ja aus den Farmer Field Schools.

Vielen Dank für das Gespräch.

MW ●

Nerv' mich nicht

Neue Testmethode für neurotoxische Schadstoffe entwickelt

Immer neue Chemikalien gelangen in die Umwelt und können sich nachteilig auf Fische auswirken. Welche Chemikalien dabei zum Problem werden können, ist oft schwer zu entscheiden. Es werden adäquate Tests benötigt, um die Wirkung von Umweltschadstoffen auf Fische nachzuweisen. Mit einer neuen Testmethode mit Fischembryonen kann die spezifische Wirkung auf Nervenleitungen jetzt schnell und einfach quantifiziert werden.

*Gemeinschaftsprojekt
mit der Hochschule für
Angewandte Wissenschaften
in Hamburg und der
RWTH Aachen.

Auch wenn die Flüsse in Deutschland weniger belastet sind als noch vor Jahrzehnten, sind sie alles andere als sauber. Insektizide können von Feldern abgeschwemmt, Arzneimittel über die Abwässer eingetragen werden. Einige lähmende Insektizide wirken ähnlich wie manche Arzneimittel (z.B. Antiepileptika): Beide beeinflussen die Nervenleitungen des Organismus, indem sie bestimmte Rezeptoren hemmen. Substanzen mit den gleichen Wirkmechanismen können sich in ihrer neurotoxischen Wirkung in der Umwelt addieren.

Manche Arzneimittel und Insektizide hemmen Fische in ihrer Aktivität so, dass sie weniger Nahrung finden, kleiner bleiben und schwächer werden. Andererseits können Fische durch angstlösende Mittel auch mutiger werden, sie verlassen eher ihre Deckung, werden dadurch schneller gefressen oder vernachlässigen die Brutpflege. Diese ökologisch relevanten Verhaltensänderungen sind wichtig, um den Effekt von Chemikalien zu verstehen und zu bewerten.

Zebrabärbling als Testorganismus

Die Umweltbewertung steht vor der Frage, welche neurotoxischen Substanzen für Fische problematisch werden können und wo die Wirkschwellen liegen. Die üblicherweise eingesetzten akuten Tests mit Fischen oder Fischembryonen helfen hier nicht weiter; sie zeigen nur letale Endpunkte, also den Tod des Organismus an, lassen aber keine Aussage über spezifische Wirkungen zu, die in der Regel bei viel niedrigeren Konzentrationen auftreten. Gesucht werden also spezifische wirkungsbasierte Testsysteme, die am besten schnell, einfach und kostengünstig funktionieren sollen.

Zusammen mit Partnern* hat das Thünen-Institut für Fischereiökologie ein neues Testsystem entwickelt und validiert, das auf der spontanen Bewegung von

Fischembryonen im Ei beruht. Versuchsorganismus ist der Zebrabärbling, eine Süßwasserfischart, die für Umwelttests verbreitet verwendet wird und über deren Biologie deshalb viel bekannt ist. Ein weiterer Vorteil ist die ganzjährige Verfügbarkeit von Embryonen und deren schnelle Entwicklung innerhalb von nur wenigen Tagen.

Der Embryo fungiert hier als Modell für den erwachsenen Fisch. Es ist davon auszugehen, dass die Substanzen, die die Nervenleitungen des Embryos beeinflussen, auch bei erwachsenen Fischen über dieselben Rezeptoren wirken und zu ökologisch relevanten Verhaltensänderungen führen können.

Bewegung im Ei

Einen Tag alte Embryonen des Zebrabärblings bewegen sich im Ei spontan mehrmals pro Minute. Neurotoxische Substanzen verändern die Frequenz dieser Bewegung. Sie werden dem Medium zugesetzt, in dem sich die Embryonen entwickeln. Am Mikroskop kann die Bewegung im durchsichtigen Embryo beobachtet und direkt gezählt werden. Eine automatische Auswertung von Videosequenzen der Embryobewegung über eine Softwarelösung ist ebenfalls möglich und liefert vergleichbare Ergebnisse. Über Dosis-Wirkungsbeziehungen wird ein Schwellenwert für den neurotoxischen Effekt berechnet. Zur Qualitätssicherung wird in jedem Testansatz





Fabian Weichert beim Zählen der Embryobewegungen am Mikroskop. Im Rahmen seiner Bachelorarbeit hat der Student der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg das Thema im Thünen-Institut bearbeitet.

eine bekannte Probe mitgeführt, die den gesuchten Effekt im Embryo sicher hervorruft (Positivkontrolle). Sie dient als Maßstab für die unbekannten Proben im Test.

Ein empfindlicher Test

Das neue Testsystem kann den etablierten akuten Fischei-Test, der zur Abwasserkontrolle eingesetzt wird, ergänzen. Der akute Fischei-Test beruht auf letalen Effekten in Zebrafischembryonen nach 48 Stunden Exposition. Dieselben Embryonen können schon nach 24 Stunden anhand ihrer Bewegung auf neurotoxische Effekte untersucht werden. Zusätzliche Individuen werden bei einer Kombination beider Testsysteme also nicht benötigt. Der neue Test zeigt spezifisch, dosisabhängig und reproduzierbar neurotoxische Substanzen an. Außerdem ist er zum Beispiel bei dem lähmenden Antiparasitikum Emamectin etwa 20-fach empfindlicher. Das heißt: Wird nur der akute Fischei-Test zur Umwelt-

bewertung herangezogen, können neurotoxische Effekte übersehen werden.

Moderne Umweltüberwachung

Moderne Insektizide und Arzneimittel gehören zu den »neuen« Substanzen im Bereich der Umweltüberwachung, die in den bestehenden Richtlinien bisher nur wenig berücksichtigt sind. Mit dem neu entwickelten Test kann schnell und einfach untersucht werden, welche Substanzen allein oder in Kombination neurotoxisch auf Fische wirken und bei welcher Konzentration die Wirkenschwellen liegen. So können wirksame Substanzen identifiziert und letztlich in eine moderne Umweltüberwachung integriert werden. Diese »neuen« Substanzen ergänzen die Liste der klassischen Schadstoffe, die schon lange Bestandteil der Umweltüberwachung durch das Thünen-Institut für Fischereiökologie sind. [UK](#)

KONTAKT: ulrike.kammann@thuenen.de

Gegen sauren Boden: Was Waldkalkung bewirkt

Ergebnisse aus der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald

Seit Anfang der 1980er-Jahre wurden in Deutschland über 3,2 Millionen Hektar Wald gekalkt. Das sollte einer weiteren flächendeckenden Bodenversauerung und dem Verlust von Bodenqualität entgegenwirken. Wie die Befunde der Bodenzustandserhebung zeigen, hat die Bodenschutzkalkung deutliche Auswirkungen auf den Bodenzustand und die Bodenvegetation.

Beim Thema Bodenversauerung denken viele zunächst an den »Sauren Regen«, der im Zuge der Waldsterben-Debatte über die vergangenen Jahrzehnte die mediale Berichterstattung bestimmte. Doch eine gewisse Versauerung der Böden ist ein natürlicher Prozess. Bereits das Niederschlagswasser weist natürlicherweise einen leicht sauren pH-Wert von 5,6 auf, da sich das in der Luft befindliche Kohlendioxid (CO_2) in den Regentropfen löst. Die hierdurch entstehende Kohlensäure wird als schwache Säure über den Niederschlag in den Boden eingespielt. Im Verlauf der Umsetzung organischer Substanz durch die Bodenfauna entstehen ebenfalls Säuren.

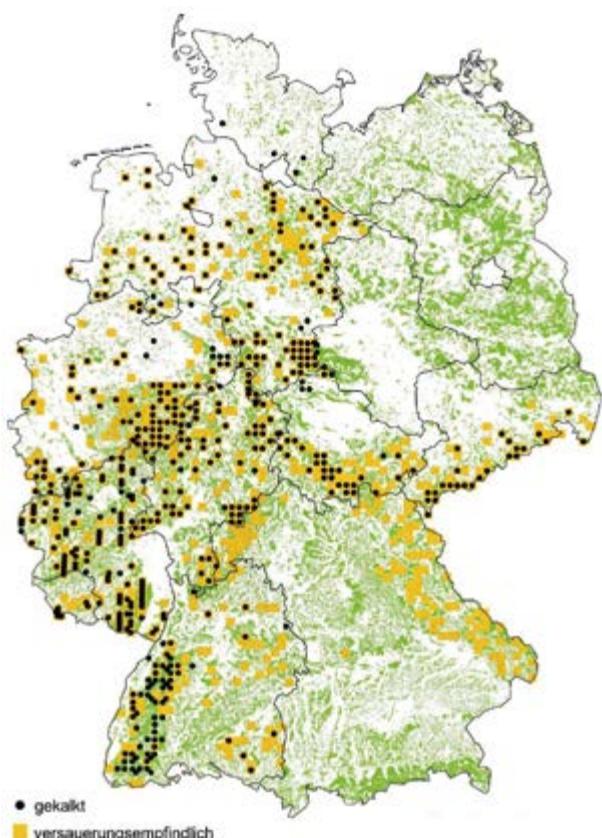
Allerdings werden seit der Industrialisierung deutlich mehr Säurebildner in unsere Wälder eingespielt, sodass die Prozesse schneller ablaufen. Daher erfolgen seit den 1980er-Jahren im Sinne eines vorsorgenden Bodenschutzes Kompensationskalkungen. In der Regel werden Dolomitgesteinsmehle verabreicht (ca. 3 t/ha), die auch die wichtigen Makronährstoffe Kalzium und Magnesium liefern.

Wo gekalkt wird und wo nicht

Da forstliches Management in der Hoheit der Länder liegt, hat jedes Bundesland eigene Vorschriften zur Kalkung entwickelt. Je nach Standortbedingungen unterscheiden sich diese zum Teil deutlich voneinander. Es gibt Bundesländer, die gar nicht kalken, andere kalken sehr häufig.

Die offiziell von den Bundesländern ausgewiesenen versauerungsempfindlichen Standorte

umfassen jene, die entsprechend bestimmter Kriterien gekalkt werden können. Von den insgesamt 1.859 Inventurpunkten der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II) wurden 749 Standorte als versauerungsempfindlich eingestuft. Seit der ersten Bodenzustandserhebung (BZE I) sind 385 dieser



Die bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald untersucht den Zustand und die Veränderung von Waldböden, Vegetation, Kronenzustand und der Waldernährung. Eine erste Erhebung (BZE I) fand bereits in den Jahren 1989 bis 1993 statt, die zweite (BZE II) 2006 bis 2008. Die Erhebungen fanden jeweils an ca. 1.900 Stichprobepunkten auf einem Raster von 8 x 8 km statt. Vollständige Ergebnisse im Thuenen-Report 43.



Standorte mindestens einmal gekalkt worden. Die Auswertung der BZE zur Kalkung bezieht sich somit lediglich auf den Vergleich von gekalkten und nicht gekalkten Inventurpunkten, die als versauerungs-empfindlich eingestuft wurden.

Was im Boden passiert

Beim Vergleich beider Erhebungen (BZEI und BZEII) zeigt sich, dass die pH-Werte und die Basensättigung als Indikator für die Nährstoffverfügbarkeit auf den gekalkten Böden stärker zugenommen haben als auf den ungekalkten. Gleichzeitig sank die Aluminiumkonzentration. Gekalkte Böden weisen eine deutlich höhere Zunahme auf. Im Mineralboden unterhalb von 30 cm schritt bei nicht gekalkten Standorten die Versauerung weiter fort, während dies an vielen gekalkten Standorten verringert bzw. aufgehalten werden konnte.

Die Zunahme der Kalziumgehalte, aber auch ein höherer pH-Wert auf den gekalkten Standorten stimuliert die mikrobielle Aktivität und erhöht das Auftreten sogenannter Primärzersetzer wie Regenwürmer, Tausendfüßer und Asseln. Dadurch wird in der Auflage mehr organische Substanz umgesetzt. In Folge nimmt dort die organische Substanz ab, während im darunter liegenden Mineralboden die organische Substanz zunimmt. An der organischen Substanz, die ca. zu 50% aus Kohlenstoff besteht, sind viele Stoffe wie Stickstoff und Schwermetalle gebunden.

Die Kalkung wirkt sich also auf die Kohlenstoff-, Stickstoff- und Schwermetallvorräte der Böden aus. Zwar speichern bundesweit gesehen alle Böden

Kohlenstoff, die gekalkten Standorte speichern aber deutlich mehr. Bei Stickstoff sind die Vorratsverluste auf gekalkten Standorten deutlich niedriger. Die in den Mineralböden verlagerten Schwermetalle werden dort vergleichsweise fest gebunden, sodass eine Gefährdung des Grundwassers grundsätzlich nicht zu befürchten ist.

Die Bodenschutzkalkung führt auch zu einer veränderten Artenzusammensetzung der Vegetation. In Hainsimsen-Buchenwäldern und in Fichtenforsten auf bodensauren Festgestein wiesen gekalkte Flächen höhere Artenzahlen auf. Allerdings handelt es sich gehäuft um standorttypische Arten der Waldsäume und Waldlichtungen.

Weitere Anstrengungen nötig

Die Bodenschutzkalkung soll als vorsorgender Bodenschutz für funktionstüchtige und stabile Waldökosysteme sorgen. Mit der Kalkung werden zwar Säuren im Boden kompensiert und die Versorgung mit Nährlementen erhöht, allerdings ohne den ursprünglichen Zustand der Waldböden wiederherstellen zu können. Neben dem Faktor Trockenheit ist vor allem die Überversorgung mit Stickstoff, die zu Ungleichgewichten in der Waldernährung führt, als Hauptursache für die Veränderungen der Wälder zu sehen. Daher ist die Luftreinhaltung, insbesondere die Minderung der Stickstoffemissionen als eigentliche Ursache der Bodenversauerung, die wohl wichtigste Maßnahme, um gesunde Wälder zu erhalten.

NW ●

KONTAKT: nicole.wellbrock@thuenen.de

»Der Kompromiss wird am Ende allen wehtun«

Ein Gespräch über die Situation der Dorschbestände in der Ostsee

In der Ostsee gibt es zwei Dorschbestände, den West- und den Ostdorsch, die westlich bzw. östlich von Bornholm zuhause sind. Beiden Beständen geht es derzeit nicht gut. Besonders dramatisch ist die Situation beim Westdorsch: Der Internationale Rat für Meeresforschung (ICES) hatte empfohlen, die kommerziellen Fangmengen für diesen Bestand 2017 drastisch zu reduzieren. *Wissenschaft erleben* sprach mit Christopher Zimmermann, dem Leiter des Thünen-Instituts für Ostseefischerei, über die Ursachen und mögliche Konsequenzen dieser Empfehlung.

Warum geht es dem Westdorsch heute so schlecht?

Dieser Bestand wird seit 20 Jahren überfischt. Die Quoten hätten in den letzten Jahren deutlich stärker reduziert werden müssen. Dazu kommt, dass bei einem überfischten Bestand die Wahrscheinlichkeit steigt, dass er irgendwann nicht mehr ausreichend Nachwuchs produziert. 2015 ist genau das passiert. Dieser Bestand hat nur noch 10% der mittleren Nachwuchsproduktion geliefert.

Ist das der Grund, weshalb Fischer und Forscher heute kaum noch große Dorsche in der Ostsee fangen?

Ja, das hängt damit zusammen. Die Fischerei jagt nach Dorschen oberhalb einer bestimmten Größe. Und wenn es weniger Tiere gibt und der Fischereidruck gleichmäßig hoch bleibt, dann sind irgendwann fast keine großen Tiere mehr da. Diese großen Tiere sind für den Nachwuchs aber besonders wichtig. Wenn sie fehlen, steigt das Risiko, dass weniger Nachwuchs produziert wird.

Welchen Einfluss hat die Freizeitfischerei auf den Bestand?

Einen erheblichen! Das können wir sagen, weil wir diesen Bereich genau unter die Lupe genommen haben und mittlerweile über umfangreiche Langzeitinformationen zur Dorsch-Angelfischerei verfügen – übrigens als einzige in der EU. Die deutschen Angler fangen inzwischen etwa genauso viel Dorsch aus der westlichen Ostsee wie die deutschen Berufsfischer. Beide sind also gleichermaßen für den Zustand des Dorschbestands verantwortlich.

Welche Konsequenzen sollte das haben?

Wir sind sehr dafür, beide Gruppen – also Freizeitangler und Berufsfischer – an der Erholung des Dorschbestands zu beteiligen; vielleicht unterschiedlich stark, weil die wirtschaftliche Bedeutung der Angelfischerei noch größer ist als die der Berufsfischerei. Die Berufsfischerei hat in den letzten drei Jahren wiederholt Quotenkürzungen hinnehmen müssen. Bis auf eine Mindest-Anlandelänge war die Angelfischerei bisher überhaupt nicht reguliert. Deshalb haben wir empfohlen, mit einer Regulierung der Angelfischerei auf Dorsch in der Ostsee zu beginnen.

Warum haben Sie der Politik zu einer drastischen Reduzierung der Fangquoten geraten?

Wir waren an dem EU-Projekt UNCOVER beteiligt, das untersucht hat, welche Effekte entscheidend sind für die Erholung eines Bestands. Wir waren selbst überrascht, dass alle Arbeitspakete dasselbe Ergebnis lieferten: fischereiliche Sterblichkeit schnell



und deutlich reduzieren. Es gibt aus meiner Sicht keinen anderen Weg bei der derzeitigen Höhe des Fischereidrucks. Da die Politik dem ICES die Randbedingungen der Empfehlung sehr klar umrissen hatte – u.a. sollte die Freizeitfischerei nicht berührt werden –, blieb am Ende nur noch eine sehr geringe Fangmenge für die Berufsfischerei übrig, entsprechend einer Quotenreduzierung von 87,5 %.

Die EU-Fischereiminister haben sich am 10. Oktober auf einen Kompromiss geeinigt und die kommerzielle Quote um 56 % gesenkt. Wie beurteilen Sie das?

Ich halte dies für einen guten Kompromiss, denn er hält sich dicht an die wissenschaftliche Empfehlung und verteilt die erhebliche Last der Bestandserholung auf Berufs- und Freizeitfischer. Die bislang unregulierten Angler werden nach unserer Berechnung nun fast 40 % weniger Dorsch fangen. Daher kann die Quotenkürzung für die Berufsfischer, die in den letzten Jahren schon stark reduzierte Fänge hinnehmen mussten, moderater ausfallen, ohne den Bestandsaufbau zu gefährden. Nach ICES-Vorhersagen sollte sich der Bestand nun bis 2021 erholen können – wenn die Nachwuchsproduktion nicht so schwach bleibt wie 2015.

Sind die Fischer durch die niedrigen Fangquoten in ihrer Existenz bedroht?

Gerade die schleswig-holsteinische Fischerei lebt hauptsächlich vom Dorsch. Eine Quotenreduzierung in dieser Höhe kann bedeuten, dass ein erheblicher Teil dieser Fischer das nächste Jahr wirtschaftlich nicht überlebt. Die Politik sucht deshalb nach Alternativen wie Ausgleichszahlungen, Abwrackprämien oder Ausweichen auf andere Fischbestände. Allen anderen Fischbeständen in der Ostsee geht es momentan ausgezeichnet, und sie könnten einiges auffangen.

Sind Sie selbst oft auf Forschungsschiffen unterwegs, um sich ein Bild vor Ort zu verschaffen?

Ich persönlich bin tatsächlich mehr in politischen Kreisen und natürlich in wissenschaftlichen Gruppen unterwegs, um dort Ideen vorzustellen, wie man dieses Problem

lösen könnte, und sie mit Daten zu unterlegen. Unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind aber ständig auf See und in Kontakt mit den Fischern, um zu überprüfen, wie es dem Dorschbestand weiter ergeht. Die Daten bestätigen bisher das wirklich schreckliche Bild. Aber es gibt auch ein bisschen Hoffnung, denn der 2016er Jahrgang erscheint nicht so schwach wie der Vorgängerjahrgang.

Wenn der Westdorsch einen Wunsch frei hätte, was wäre das?

Der würde sich sicherlich auch wünschen, dass er deutlich weniger stark bejagt wird.

Vielen Dank für das Gespräch.

UK ●

Beschluss des EU-Ministerrats zu Bewirtschaftungsmaßnahmen für den Dorsch der westlichen Ostsee:

- Fangmenge der kommerziellen Fischerei um 56 % reduzieren,
- Laichschonzeit von 6 auf 8 Wochen ausweiten (Februar und März); keine pauschale Ausnahme von dieser Schließung für die kleine Küstenfischerei,
- Tageshöchstfang für Freizeitfischer auf 5 Dorsche/Tag/Angler begrenzen, in der Laichschonzeit auf 3 Tiere.





Mehr Klimaschutz in Land- und Forstwirtschaft

Empfehlungen der Wissenschaftlichen Beiräte

Um unabsehbare negative Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme und die Gesellschaft zu vermeiden, ist es erforderlich, die weltweiten Emissionen von Treibhausgasen einschneidend zu reduzieren. Deutschland und die EU haben sich deshalb ambitionierte Klimaschutzziele gesetzt. Sie wollen bis 2050 ihre Treibhausgasemissionen im Vergleich zu 1990 um mindestens 80 bis 95 % reduzieren. Dies lässt sich nur durch eine tiefgreifende Transformation des gesamten Energie- und Wirtschaftssystems umsetzen.

Die Wissenschaftlichen Beiräte für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE) und für Waldbiologie (WBW) beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) haben im September 2016 Bundesminister Christian Schmidt ihr gemeinsames Gutachten »Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung« übergeben. An der Erstellung des Gutachtens haben mehrere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Thünen-Instituts mitgewirkt: zwei als Mitglieder des WBAE, einer als Mitglied des WBW und fünf weitere als externe Mitauteure. Peter Weingarten, Leiter des Thünen-Instituts für Ländliche Räume, war einer der beiden federführenden Autoren des Gutachtens.

Das Gutachten weist darauf hin, dass Deutschland seine ambitionierten Klimaschutzziele nur erreichen kann, wenn auch Land-, Forst- und Holzwirtschaft sowie die Konsumenten von Lebensmitteln einen erheblichen Beitrag leisten. Zugleich zeigt das Gutachten, dass dies gelingen kann, ohne die Substanz der nationalen Land-, Forst- und Holzwirt-

schaft zu gefährden. Von selbst werden die Klimaschutzziele aber nicht erreicht werden. Hier ist die Politik gefordert, Maßnahmen zu ergreifen, damit Land- und Ernährungswirtschaft sowie Forst- und Holzwirtschaft Treibhausgasemissionen mindern und die Kohlenstoffbindung erhöhen. Gefordert sind aber auch die Konsumenten, sich klimafreundlicher zu ernähren.

Nach den Berechnungen der Wissenschaftlichen Beiräte haben folgende Ansatzstellen das höchste Klimaschutspotenzial:

- produktive Nutzung des Waldes (erfordert u.a. eine Erhöhung des Nadelbaumanteils in der Verjüngung),
- Schutz von derzeit landwirtschaftlich genutzten Mooren,
- Reduzierung des Konsums tierischer Produkte,
- Nutzung schnellwachsender Baumarten aus landwirtschaftlicher Produktion,
- Erhöhung der stofflichen Nutzung von Holz in langlebigen Produkten,
- effizientere Stickstoffdüngung.

Die Wissenschaftlichen Beiräte betonen, dass die empfohlenen Klimaschutzanstrengungen in sektorübergreifende nationale und europäische Klimaschutzstrategien eingebunden sein sollten. Zudem sollten sie in internationale Klimaschutzabkommen eingebettet sein, ohne die ein wirksamer Klimaschutz kaum möglich ist.

Das Gutachten steht im Webauftritt des BMEL sowie im [Thünen-Themenfeld »Klima und Luft«](#) zum Download bereit.

Fl ●

KONTAKT: peter.weingarten@thuenen.de

ThünenIntern



Für die besondere künstlerische Darstellung eines Reaktorfließschemas zur Umsetzung von Fructose zu HMF (siehe Seite 4) wurde das Foto von **Eric Weingart**, Doktorand am Thünen-Institut für Agrartechnologie, auf der 12. internationalen Konferenz »Renewable Resources & Biorefineries« mit dem 1. Platz und dem »Golden Crop Award« geehrt.

Der Deutsche Verband Forstlicher Forschungsanstalten und Forstlicher Fakultäten (DVFFA) hat auf seiner Mitgliederversammlung im September 2016 **Prof. Dr. Andreas Bolte**, Thünen-Institut für Waldökosysteme, zum neuen Präsidenten gewählt. Der Verband vertritt seit über 60 Jahren die forst- und holzwissenschaftliche Forschung in Deutschland. Dazu gehören die wissenschaftliche Zusammenarbeit von forstlichen Forschungseinrichtungen und Universitäten, die Verbreitung aktueller Forschungsergebnisse in die Öffentlichkeit und die Wissensvermittlung in Praxis und Politik.

Die Stiftung Deutsches Meeressmuseum in Stralsund hat **Dr. Christopher Zimmermann**, Leiter des Thünen-Instituts für Ostseefischerei, ab Januar 2017 in ihren Beirat berufen. Er löst damit Prof. Dr. Cornelius Hammer, seinen Vorgänger als Institutsleiter und jetziger Präsident des ICES, ab.

Prof. Dr. Peter Weingarten, Leiter des Thünen-Instituts für Ländliche Räume, ist erneut für drei Jahre als Geschäftsführer in den Vorstand der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues (GEWISOLA) gewählt worden.

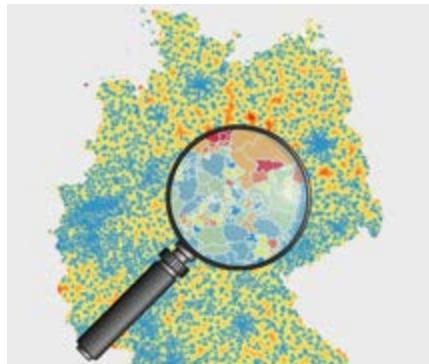
Der wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Fischereiausschuss der EU (STECF) hat **Dr. Ralf Döring**, Thünen-Institut für Seefischerei, für drei Jahre zum Vize-Vorsitzenden gewählt. Der Ausschuss besteht aus 32 anerkannten Fischerei-experten aus der gesamten EU. Die STECF berät die EU-Kommission in allen Fragen des Fischereimanagements. Ihre Stellungnahmen sind von entscheidender Bedeutung, wenn die jährlichen zulässigen Gesamtfangmengen festgesetzt werden und das Erreichen der Managementziele beurteilt werden soll.

Auf der Weltkonferenz über »Systemics, Cybernetics and Informatics« in Orlando (Florida) ist **Dr. Jürgen Müller**, Wissenschaftler im Thünen-Institut für Waldökosysteme, mit dem »Session's Best Paper Award« ausgezeichnet worden. In seinem Vortrag hatte er über den im Institut mit entwickelten und getesteten Sensor zur Früherkennung von Waldbränden berichtet.

Erfolg in Griechenland: **Dr. Paul Kotterba** vom Thünen-Institut für Ostseefischerei ist auf dem 51. European Marine Biology Symposium auf Rhodos für seinen Beitrag »Predator impacts on inshore Baltic herring (*Clupea harengus*) larvae: Lions, tigers and bears – but where?« mit dem Preis für das beste Konferenzposter ausgezeichnet worden. Der Preis wurde in diesem Jahr gemeinsam von der Marine Biological Association (MBA) und dem European Network of Marine Research Institutes and Stations (MARS network) gestiftet.



Rückblick & Ausblick



Neues Arbeitsboot für die Küstenforschung

Das Thünen-Institut für Ostseefischerei hat ein neues Arbeitsboot in Dienst gestellt. Es wurde im Juni 2016 auf den Namen »Belone« getauft. Belone ist der Gattungsname des Hornhechts, eines wichtigen Räubers im Küsten-Ökosystem der Ostsee. Das neue Boot, ein 7,50 m langer Aluminium-Katamaran, ersetzt ein Festrumpf-Schlauchboot gleichen Namens, das vor vielen Jahren gebraucht von einem Schutzboot der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung übernommen werden konnte.

Das neue Boot bietet erheblich bessere Arbeitsmöglichkeiten als das alte, insbesondere durch ein großes Arbeitsdeck mit diversen Winden und Hebezeugen (darunter ein elektrischer Stellnetzholler). Es wird durch zwei Benzin-Außentanks mit insgesamt 120 kW Leistung angetrieben. Dadurch, dass es über einen geschützten Steuerstand verfügt, kann es auch in der kalten Jahreszeit eingesetzt werden. Die Belone wird mit maximal fünf Thünen-Mitarbeitern an Bord kürzere Touren in der Ostsee unternehmen. Die erste Fahrt führte Patrick Polte und sein Team in die Travemündung. Sie ermittelten dort die Dichte des Jungherring-Vorkommens (Abundanz) mit dem CalCOFI-Netz.

Die Belone erweitert den Einsatzbereich der Thünen-Forschungsschiffe in die küstennahen Flachwassergebiete und Bodden und wird vor allem für die Forschung zur Heringsrekrutierung, aber auch für die Beprobung der Berufs- und Freizeitfischerei sowie für Markierungsexperimente eingesetzt.

UK ●

KONTAKT: christopher.zimmermann@thuenen.de

Landatlas: Ländliche Räume online

Wer sich für das Leben in ländlichen Räumen interessiert, trifft oft auf pauschale Zuschreibungen, die wahlweise das Bild einer »Landlust« bedienen oder einem »Landfrust« das Wort reden. Zugleich fehlte bislang ein Medium, um das gewachsene Interesse von Politik, Medien und Wissenschaft an der tatsächlichen, vielgestaltigen Situation in ländlichen Räumen zu befriedigen.

Der jetzt vom Thünen-Institut für Ländliche Räume erstellte interaktive Landatlas (www.landatlas.de) füllt diese Lücke. Dort werden rund 60 Indikatoren kleinräumig aufbereitet, vor allem zur sozialen, demografischen und wirtschaftlichen Situation, zum Wohnen, zur Versorgungslage und zur Erreichbarkeit verschiedener Einrichtungen der Daseinsvorsorge. Grundlage der Darstellungen ist eine neue Abgrenzung ländlicher Räume. Zu diesen zählen nicht nur Dörfer, sondern auch viele Klein- und Mittelstädte. Demnach leben 57 % der Bevölkerung in Deutschland in ländlichen Räumen, welche 91 % der Fläche Deutschlands ausmachen. Der Landatlas nutzt vorwiegend Daten der amtlichen Statistik, insbesondere Indikatoren der Laufenden Raumbeobachtung und des Informationssystems INKAR des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR).

Einige der kartografischen Darstellungen fanden Eingang in den »Bericht der Bundesregierung zur Entwicklung der ländlichen Räume«, der im November 2016 vom Bundeskabinett verabschiedet wurde.

Der Landatlas ist Teil des Infoportals Zukunft. Land, das im November vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft freigeschaltet wurde (www.zukunft.land).

KONTAKT: annett.steinfehrer@thuenen.de

Treibhausgas-Messnetz auch in Südafrika

Um wirksame Strategien für den Klimaschutz entwickeln zu können, muss weltweit und in verschiedenen Ökosystemen in vergleichbarer Art und Weise gemessen werden, wie sich Treibhausgase verhalten, wo sie emittiert und wo sie gebunden werden. In Europa haben Wissenschaftler dafür die europäische Forschungsinfrastruktur ICOS aufgebaut – ein umfassendes Beobachtungs- und Messnetz für Treibhausgase in der Atmosphäre, in Feldern, Wäldern und Meeren. Das Thünen-Institut für Agrarklimaschutz koordiniert hier die deutschen Beiträge.

In einem weiteren Schritt soll dieses abgestimmte System auch auf Afrika ausgedehnt werden. Dazu kooperieren Thünen-Forscher im Rahmen des BMBF-Projekts ARS-AfricaE mit deutschen und südafrikanischen Kollegen. Sie untersuchen den Energie- und CO₂-Austausch von Savannen-Ökosystemen in Südafrika, die in unterschiedlichem Maße genutzt werden und in denen unterschiedliche Niederschlagsmengen fallen. In den vergangenen Monaten wurde dazu mikrometeorologische Messtechnik an mehreren Standorten in den Provinzen Ostkap und Limpopo installiert. Die Ergebnisse sollen zeigen, wie sich der Landnutzungs- und Klimawandel auf die Funktion dieser Ökosysteme auswirkt und welche Anpassungsmaßnahmen für eine nachhaltige Bewirtschaftung ergriffen werden können.

Savannen-Ökosysteme bedecken 12 % der globalen Landoberfläche und 50 bis 65 % des afrikanischen Kontinents. Sie stellen also riesige Areale dar, wurden aber bislang in globalen Klimamodellen wenig beachtet.

MW ●

KONTAKT: eva.falge@thuenen.de



Thünen-Expertise im Agrarausschuss gefragt

Im Koalitionsvertrag hatten CDU, CSU und SPD 2013 festgehalten, die Bund/Länder-finanzierte Gemeinschaftsaufgabe »Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes« (GAK) zu einer »Gemeinschaftsaufgabe ländliche Entwicklung« weiterzuentwickeln. Dazu fand am 5. Juli 2016 im Agrarausschuss des Bundestages eine öffentliche Anhörung statt, in der von der Bundesregierung eingebrachte Entwurf zur Änderung des GAK-Gesetzes beleuchtet wurde.

Einer der geladenen Sachverständigen war Peter Weingarten, Leiter des Thünen-Instituts für Ländliche Räume. Er regte fünf Punkte an: 1. Im Bereich der »zweiten Säule« der Agrarpolitik, der GAK und der ländlichen Entwicklungsprogramme sind die Verantwortlichkeiten zwischen EU, Bund und Ländern stark verflochten. Dies sollte kritisch überprüft werden, um zu klareren Verantwortlichkeiten zu kommen. 2. Der Titel eines Gesetzes sollte möglichst treffend dessen Inhalt wiedergeben. Wenn die ländliche Entwicklung im Vordergrund stehe, sollte dies im Namen der Gemeinschaftsaufgabe deutlich werden, was eine Änderung des Grundgesetzes erfordere. 3. Bei der Erfüllung der Gemeinschaftsaufgabe sollen räumliche Schwerpunkte gebildet werden. 4. Die vorgesehene Erweiterung der GAK kann nur einen kleinen Beitrag zur ländlichen Entwicklung leisten. 5. Es sollte eine Erfolgskontrolle eingeführt werden.

Das inzwischen in Kraft getretene Gesetz erweitert das Förderspektrum der GAK. Neu in der GAK sind Maßnahmen zur Förderung der Infrastruktur ländlicher Gebiete im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU sowie Maßnahmen zum Vertragsnaturschutz und zur Landschaftspflege.

FI ●

KONTAKT: peter.weingarten@thuenen.de

Thünen-Atlas um Karten zum Wald erweitert

Seit 2015 veröffentlicht das Thünen-Institut deutschlandweite Daten zur Landnutzung und Tierhaltung im Agraratlasc. Nun ist die Karten-sammlung um Themen aus dem Wald erweitert worden. So wurde aus dem Agraratlasc der Thünen-Atlas (www.thuenen-atlas.de).

Die Karten zum Holzvorrat und zur Kohlenstoffspeicherung in deutschen Wäldern basieren auf Daten langjähriger Monitoring-Programme wie der Bundeswaldinventur, die das Thünen-Institut für Waldökosysteme in Zusammenarbeit mit den Bundesländern koordiniert. Interessante Ergebnisse der jüngsten Erhebungen haben die Wissenschaftler in ausgewählten Karten nach Wuchsgebieten (Landschaftsräume mit vergleichbaren Wuchsbedingungen) räumlich aggregiert. So sind drei Kartensätze mit insgesamt 27 Karten entstanden.

In einem weiteren Kartensatz wurden Daten zu den Jagdstrecken der einzelnen Wildtierarten in Deutschland aufbereitet (Dam-, Muffel-, Reh-, Rot- und Schwarzwild). Diese Zahlen liefern eine wichtige Informationsgrundlage für das Wildtiermanagement in verschiedenen Regionen, unter anderem auch für die Verkehrsplanung und Unfallprävention.

Zukünftig wird der Thünen-Atlas kontinuierlich um neue Themen erweitert. Im Bereich Wald sind Auswertungen geplant, die die Daten der verschiedenen Monitoring-Programme miteinander verknüpfen, um komplexere Fragestellungen, z.B. zum Thema Biodiversität, beantworten zu können.

NW ●

KONTAKT: till.kirchner@thuenen.de

Forschung zum Dessert

Mit einer Veranstaltungsreihe unter diesem Titel informiert das Bundeslandwirtschaftsministerium (BMEL) regelmäßig Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Parlamentarier und des eigenen Hauses in lockerer Form über aktuelle Forschungsprojekte im eigenen Geschäftsbereich.

Im September 2016 war Gerald Koch, Wissenschaftler des Thünen-Instituts für Holzforschung, eingeladen: In einem Referat, angereichert mit Beispielen aus der Praxis, stellte er aktuelle Erfahrungen aus den Prüfungen im Rahmen der EUTR (Europäische Holzhandelsverordnung) am Thünen-Kompetenzzentrum Holzherkünfte vor. Ein wichtiges Thema, denn bei der Frage, wo das Holz für Gartenmöbel, Musikinstrumente oder Papier herkommt, geht es häufig auch um die Verwendung von illegal eingeschlagenem Tropenholz mit beträchtlichen ökologischen und ökonomischen Folgen.

Auf besonderes Interesse stießen neue Erkenntnisse zu Methoden der Nachweissicherung: Die Entwicklungen zur genetischen Herkunftskontrolle oder neue mikroskopische Analysekonzepte zur Identifizierung von Papier und Holzkohle wurden von den Teilnehmern interessiert aufgenommen. Daraus entwickelte sich eine angeregte Diskussion, die zu der Einschätzung führte, dass das Kompetenzzentrum eine Schlüsselrolle im Kampf gegen illegalen Holzhandel einnimmt und wichtiger Ansprechpartner für Behörden, Handel und Verbraucher ist.

Gerald Koch resümiert: »Das ist eine interessante und lebhafte Veranstaltung. Sie bietet eine gute Möglichkeit, als Wissenschaftler in den direkten Austausch mit unseren Ansprechpartnern auf dem politischen Parkett zu treten.« MO ●

KONTAKT: gerald.koch@thuenen.de

Erlebte Wissenschaft

1

Zum Internationalen Jahr der Hülsenfrüchte informierte das Thünen-Institut für Ökologischen Landbau bei einem Feldtag über Leguminosenanbau

2

Stadtlauf in Eberswalde am 17. September mit Thünen-Beteiligung

3

Der 15. Kreativmarkt im Forum des Thünen-Instituts am 7. November in Braunschweig lockte wieder viele Besucher an

4

Leider keine Übung:
Bergung eines Verletzten am 1. November von der »Clupea«.
Ein Dank an die Seenotretter!

5

Start des Tropenwald-Projekts LaForeT in Ecuador, für die Teilnehmer gab es blaue Thünen-Caps

6

Klimaschutz weiter vorantreiben! Auf der Klimakonferenz in Marrakesch verstärkte Bernhard Osterburg, Stabsstelle Klimaschutz im Thünen-Institut, die deutsche Delegation

7

Gemeinsamer Stand des Thünen-Kompetenzzentrums Holzherkünfte und des BfN beim Festival der Zukunft des BMUB am 10./11. September in Berlin

8

Die 400. Forschungsfahrt der Walther Herwig III führte im Oktober/November in grönländische Gewässer



Das Thünen-Institut in Zahlen

Angaben für 2015, oder zum Stand 31.12.2015

974 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

davon **445 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler**

davon **175 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf Planstellen**

1038 Vorträge

716 Publikationen

davon **255 referiert**

Drittmittel: 19,4 Mio. Euro

58 Personen mit Lehrtätigkeit an Universitäten und Hochschulen

78 abgeschlossene Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten

Internationale Kooperationen mit 506 wissenschaftlichen Einrichtungen in 89 Ländern

Leben neben der Wissenschaft

»So ein Ausbruch kommt unerwartet.
Und dann müssen die Helfer schnell
vor Ort sein, denn jeder Tag zählt.«

Jochen Trautner, Molekularbiologe im Thünen-Institut für Holzforschung, ließ sich 2015 während der Ebola-Epidemie für fünf Wochen freistellen, um im Auftrag der WHO in einem mobilen Labor in Sierra Leone Ebola-Diagnostik durchzuführen. Seither gehört er zur Task Force des European Mobile Labs, welches jederzeit zur Bekämpfung von Seuchenausbrüchen ausrücken kann. ●



Impressum

Herausgeber und Redaktionsanschrift

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 50, 38116 Braunschweig
www.thuenen.de, wissenschaft-erleben@thuenen.de

Redaktion

- FI** ● Folkhard Isermeyer / CvD, Agrarökonomie / folkhard.isermeyer@thuenen.de
- MW** ● Michael Welling / Textredaktion, Agrarökologie / michael.welling@thuenen.de
- UP** ● Ulf Prüß / Agrartechnik / ulf.pruesse@thuenen.de
- MO** ● Martin Ohlmeyer / Holz / martin.ohlmeyer@thuenen.de
- NW** ● Nicole Wellbrock / Wald / nicole.wellbrock@thuenen.de
- UK** ● Ulrike Kammann / Fischerei / ulrike.kammann@thuenen.de
- AS** ● Anne Sell / Fischerei / anne.sell@thuenen.de

Gestaltung

Ulrike Hochgesand

Bildbearbeitung

Christina Waitkus

Druck & Herstellung

Sigert GmbH Druck- und Medienhaus, Braunschweig

Institute

- Ländliche Räume (LR)
- Betriebswirtschaft (BW)
- Marktanalyse (MA)
- Agrartechnologie (AT)
- Biodiversität (BD)
- Agrarklimaschutz (AK)
- Ökologischer Landbau (OL)
- Holzforschung (HF)
- Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie (WF)
- Waldökosysteme (WO)
- Forstgenetik (FG)
- Seefischerei (SF)
- Fischereiökologie (FI)
- Ostseefischerei (OF)

Fotografie

Christina Waitkus (Titel u. Rückseite, S. 2 re., S. 3 li., S. 8, S. 14, S. 17/Döring); Marc-Oliver Aust (Titel o., S. 11); Thünen-Institut (S. 1, S. 3 re., S. 17/Müller, S. 17/Kotterba, S. 18 re., S. 20 Nr. 2, S. 20 Nr. 7, S. 20 Nr. 8); Marcus Clauß (S. 2 li.); Michael Welling (S. 3 m., S. 20 Nr. 3); Eric Weingart (S. 4); Fotolia (S. 5); Andrea Olbrich (S. 6); Fabian Weichert (S. 10); Frank Jakob/Sachsenforst (S. 13); Daniel Stepputtis (S. 15, S. 18 li.); BMEL (S. 16, S. 19 re.); Deutscher Bundestag/Hans-Günther Oed (S. 19 m.); Klaus Stribny (S. 20 Nr. 1); DGzRS/Die Seenotretter (S. 20 Nr. 4); Byron Lajones (S. 20 Nr. 5); Bernhard Osterburg (S. 20 Nr. 6); Jochen Trautner (S. 21).

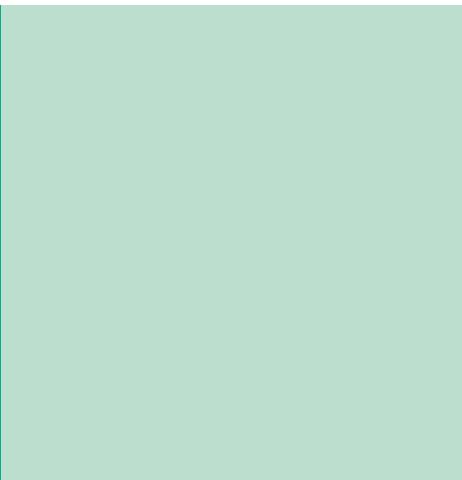
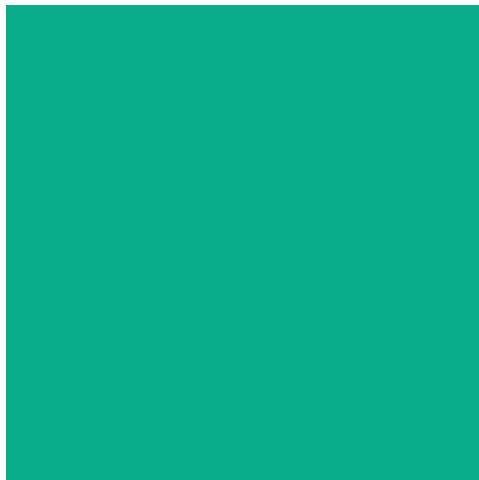
Grafik

Thünen-Institut (S. 2 m., S. 12, S. 18 m., S. 19 m.); Thünen-Institut/Fotolia (S. 7)

Wissenschaft erleben erscheint zweimal jährlich.

Nachdruck einzelner Artikel mit Quellenangabe zulässig. Bitte wenden Sie sich dazu vorab an die Redaktion.

Titelseite:
Winterimpression aus dem Arboretum
in Hamburg-Bergedorf



Wissenschaft erleben

2016/2

Herausgeber/Redaktionsanschrift
Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

wissenschaft-erleben@thuenen.de
www.thuenen.de

ISSN 1618-9485