

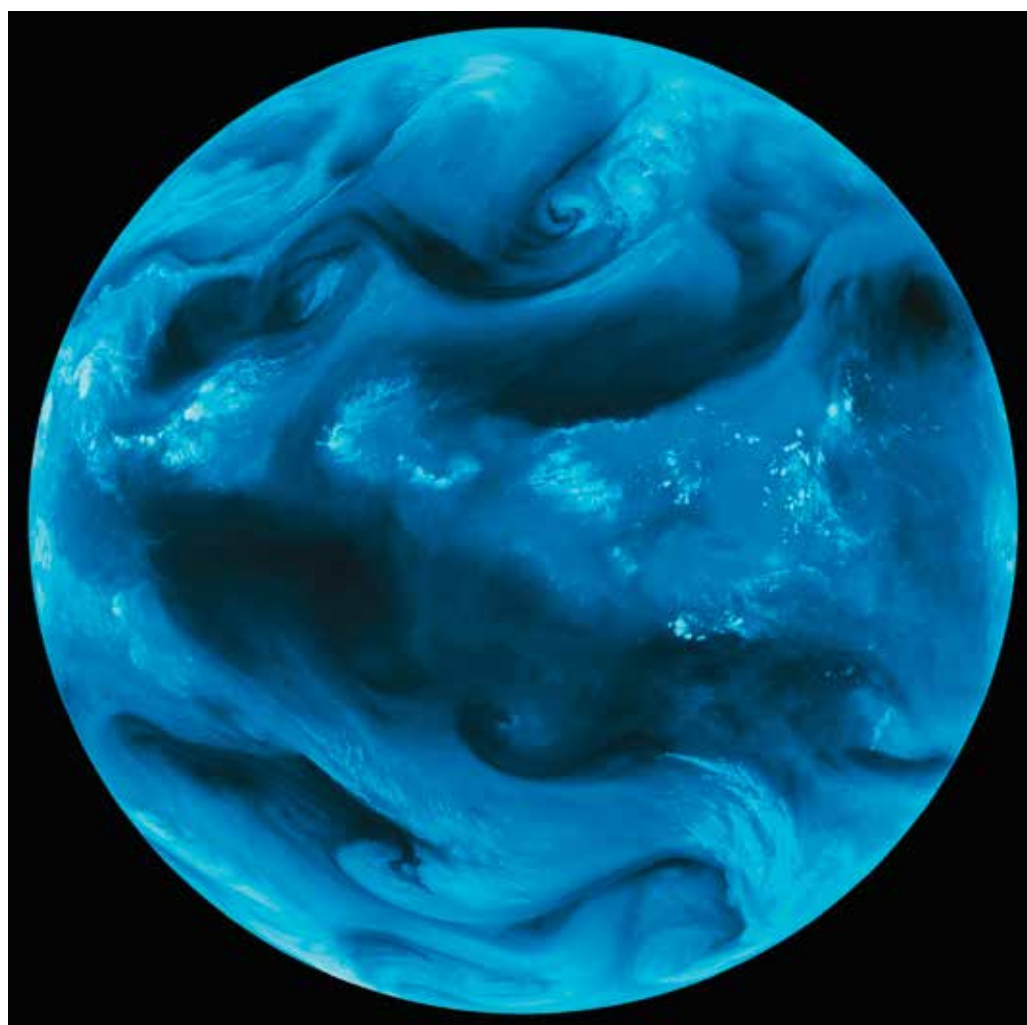
Der Klimawandel steht längst nicht mehr zur Diskussion – Teil 1:

Warten auf die Konsequenzen

Auch wenn es noch immer Menschen gibt, die dem Klimawandel skeptisch gegenüber stehen, so sind die Fakten des vom Menschen gemachten Klimawandels erdrückend und für die seriöse Naturwissenschaft unstrittig. Gleichwohl sind bei Weitem noch nicht alle Zusammenhänge klar und neue Erkenntnisse über Rückkopplungseffekte beunruhigen. Das ENTSORGA-Magazin sprach mit einem der renommiertesten Klimaforscher Deutschlands, Prof. Dr. Mojib Latif.

Das Wasserdampf-Absorptionsspektrum der Erde: So wird der Wasserdampfgehalt der Erdatmosphäre deutlich. Mit einem Anstieg der globalen Lufttemperatur steigt auch der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre und verstärkt damit den Treibhauseffekt – einer der wichtigsten Rückkopplungseffekte im anthropogen ausgelösten Klimawandel.

Foto: EUMETSAT



ENTSORGA-Magazin: Herr Professor Latif, inwieweit hat die Sorge um das Weltklima ihren beruflichen Werdegang geprägt?

Prof. Dr. Mojib Latif: Ich habe mich seit Beginn meiner beruflichen Laufbahn Anfang der 1980er-Jahre mit Klimaänderungen beschäftigt und damit, wie stark der Mensch in die Abläufe eingreift. Schon vor 30 Jahren haben wir Computersimulationen zur globalen Erderwärmung durchge-

führt, die im Großen und Ganzen immer noch Gültigkeit besitzen.

ENTSORGA: Gerade aus der Politik hört man immer wieder den Vorwurf, die Erkenntnisse des anthropogenen Klimawandels seien recht neu. Können Sie dem zustimmen?

Latif: Überhaupt nicht. Die ersten Hinweise auf den anthropogenen Klimawandel sind schon mehr als 100 Jahre alt. Der schwedi-

scher Physiker und Chemiker Svante Arrhenius, der u. a. im Jahr 1903 den Nobelpreis für Chemie erhielt, veröffentlichte bereits im Jahr 1896 eine wissenschaftliche Arbeit über den Einfluss von Kohlensäure in der Luft – so nannte man CO_2 damals – auf die Bodentemperatur und sagte als Erster eine globale Erwärmung aufgrund der anthropogenen Kohlendioxid-Emission voraus. Arrhenius war einer der ganz großen Physiker seiner

Zeit. Er berechnete den Temperaturanstieg, wenn die Menschheit immer mehr CO₂ emittiert. Seine Berechnungen liegen im Rahmen der heutigen Computermodelle, wengleich an der oberen Grenze.

ENTSORGA: Die zentrale Frage ist, wie der Einfluss des Menschen neben den vielen natürlichen Einflussfaktoren zu bewerten ist. Es gibt Sonnenfleckenzyklen, Schwankungen der Erdbahnparameter und vulkanische Aktivitäten. Sind diese natürlichen Faktoren nicht viel dominanter?

Latif: Der anthropogene Einfluss ist recht genau quantifizierbar, denn die Wissenschaft untersucht auch die Einflüsse natürlicher Ursachen und vermag, diese von den anthropogenen Faktoren zu unterscheiden. Es ist eindeutig: Die letzten 50 bis 60 Jahre standen hauptsächlich unter dem menschlichen Einfluss. Der überwiegende Anteil der Erwärmung, den wir seit etwa 1980 beobachten, geht auf den Menschen zurück. Natürlich gab es immer Eis- und Warmzeiten, aber das spielte sich in ganz anderen Zeiträumen ab. Das wird oft vergessen. Wenn wir so weitermachen wie bisher, dann sprechen wir zum Ende dieses Jahrhunderts von einer Erderwärmung im globalen Mittel von 4 oder sogar von 5 Grad gegenüber der vorindustriellen Zeit. Die Natur braucht dafür normalerweise mindestens 10.000 Jahre.

Was uns als Wissenschaftler wirklich Sorgen macht, ist die Geschwindigkeit, mit der sich die Dinge ändern. Wir haben seit Beginn der Messungen 1880 schon eine Er-

wärmung von gut einem Grad. Und sollten dabei nicht vergessen, dass wir ja bereits in einer Warmzeit sind. Wenn wir jetzt noch einen zusätzlichen anthropogenen Temperaturanstieg bekommen, dann stoßen wir in Bereiche vor, die die Menschheit noch nie

erlebt hat – und die Ökosysteme vor unlösbare Aufgaben stellt!

ENTSORGA: Nochmals zurück zu den natürlichen Klimaeinflüssen. Ist man denn heute in der Lage, in den Klimamodellen z.B. die Son-



Foto: Jan Steffen, GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

Prof. Dr. Mojib Latif studierte in Hamburg Meteorologie und promovierte im Fach Ozeanographie. Er war wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Meteorologie Hamburg und ist seit 2003 Professor an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) und am GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, wo er die Forschungseinheit Maritime Meteorologie leitet. Zahlreiche Forschungstätigkeiten in den USA und Australien prägten seinen beruflichen Werdegang. Von den zahlreichen nationalen und internationalen Auszeichnungen seien der Deutsche Umweltpreis 2015 der Bundesstiftung Umwelt (DBU), der B.A.U.M.-Umweltpreis und die Alfred-Wegener-Medaille der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft genannt. Seit 2015 ist er Vorstandsvorsitzender des Deutschen Klima-Konsortiums e.V. (DKK) und seit 2017 Präsident der Deutschen Gesellschaft Club of Rome. Mojib Latif verfasste mehr als 220 wissenschaftliche Arbeiten und mehrere populärwissenschaftliche Bücher. Er war als Autor an den IPCC-Reports 2001 und 2007 beteiligt (vgl. Kasten S. 46).

Saubere Luft mit System



Windsichter



Be- & Entlüftung
von Sortierkabinen



Separatorschleusen



Jet-Zwischenfilter

eREC Besuchen Sie uns virtuell
www.erec.info

NESTRO®

www.nestro.de

Der Weltklimarat

Der ‚Intergovernmental Panel on Climate Change‘ (IPCC, zu Deutsch: „Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen“), wird auch als Weltklimarat bezeichnet. Er wurde im November 1988 vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) als zwischenstaatliche Institution ins Leben gerufen, um für politische Entscheidungsträger den Stand der wissenschaftlichen Forschung zum Klimawandel zusammenzufassen. Das Ziel war, Grundlagen für wissenschaftsbasierte Entscheidungen zu bieten, ohne dabei Handlungsempfehlungen zu geben. Der Sitz des IPCC-Sekretariats befindet sich in Genf; 195 Regierungen sind Mitglieder des IPCC, darüber hinaus sind mehr als 120 Organisationen als Beobachter des IPCC registriert.

Der IPCC ruft regelmäßig Tausende von internationalen Wissenschaftlern zusammen, die in Arbeitsgruppen Sachstandsberichte erstellen. Bisher hat der IPCC fünf Sachstandsberichte und mehr als zehn Sonderberichte sowie Richtlinien für die Erstellung von Treibhausgasinventaren veröffentlicht.

Der erste Teil des 6. IPCC-Sachstandsberichts (AR6) soll im August dieses Jahres veröffentlicht werden. Der AR6 wird wieder aus drei Bänden bestehen, für die jeweils eine Arbeitsgruppe (WG) zuständig ist und einem übergreifenden Synthesebericht: WG I – Naturwissenschaftliche Grundlagen des Klimawandels, WG II – Folgen des Klimawandels, Verwundbarkeit und Anpassung, WG III – Minderung des Klimawandels. Synthesebericht – Kernbotschaften der drei WG-Bände und der aktuellen Sonderberichte SR1.5 (1,5 °C globale Erwärmung), SROCC (Ozean und Kryosphäre), SRCCL (Klimawandel und Land-systeme)

Detaillierte Verfahrensregeln sollen sicherstellen, dass die Informationen des IPCC verlässlich, ausgewogen und umfassend sind. Da die Mitgliedsländer des IPCC an der Begutachtung der Berichte beteiligt sind und ihrer Veröffentlichung zustimmen müssen, haben deren Aussagen international großes Gewicht und sind eine wichtige Basis bei den jährlichen Verhandlungen zur Klimarahmenkonvention (UNFCCC).
www.de-ipcc.de

nenfleckenzyklen herauszurechnen, sodass nur der anthropogene Einfluss übrig bleibt?

Latif: Es gibt von den Skeptikern oft das Argument, dass es keinen Beweis für den Einfluss des Menschen auf das Klima gibt. Im Prinzip stimmt das ja auch. Aber man muss sich fragen: Wie könnte der Beweis denn aussehen? Wenn man es wirklich ernst nimmt mit einem 100 %-igen Beweis, dann könnte der nur erbracht werden, wenn wir eine Zeitmaschine hätten und zurückreisen würden in die vorindustrielle Zeit, z.B. in das Jahr 1800. Dann würden wir die Weltentwicklung nochmals starten, ohne dass wir Menschen Auto fahren oder sonst wie CO₂ ausstoßen. Dann könnte man diese Weltentwicklung mit der tatsächlichen vergleichen.

Erst dann könnte man den anthropogenen Einfluss genau quantifizieren. Dieser Vergleich bzw. dieser unumstößliche Beweis kann aber niemals erbracht werden. Was bleibt? Die zweitbeste Möglichkeit – und das sind die Klimamodelle.

„Der Mensch ist seit Jahrzehnten im Klimageschehen absolut dominant. Alles andere spielt praktisch keine Rolle mehr.“

Wir können uns ein Abbild der Erde im Computer schaffen – und Klimamodelle sind nichts anderes – um zu untersuchen, welchen Einfluss die Sonnenflecken oder Vulkane haben und auch: Was gibt es für in-

terne Schwankungen? Das Klima schwankt auch ganz ohne externe Einflüsse aufgrund seiner chaotischen Natur. Man muss sich das als die „Musik“ eines schwingungsfähigen Systems vorstellen. Und in den Modellen kann man auch berechnen, welchen Einfluss der Mensch mit seinen Treibhausgasen hat. Das lässt sich, zumindest global, sehr genau berechnen: Der Mensch ist seit Jahrzehnten im Klimageschehen absolut dominant. Alles andere spielt praktisch keine Rolle mehr.

ENTSORGA: Gab es nicht im Rahmen der letzten Eiszeiten ebenfalls recht kurzzeitige Klimasprünge?

Latif: Ich spreche ja von der globalen Temperatur. Was regional passiert, ist etwas ganz anderes. Als Ursache der Eiszeiten gelten nachweislich die Änderungen der Erdbahnparameter. Die Bahn der Erde um die Sonne ändert sich alle 100.000 Jahre. Dann schwankt die Neigung der Erdachse im Rhythmus von 40.000 Jahren, und es gibt noch die Richtungsänderung der Erdachse. Das sind die sogenannten Milankowitch-Zyklen. Die sieht man auch in den Temperaturkurven der Paläo-Klimatologen.

Daneben gibt es recht kurzzeitige regionale Änderungen: Die hatten z.B. damit zu tun, dass es im eiszeitlichen Klima immer wieder Phasen gab, in denen große Eisberge von den kontinentalen Eisschilden abgebrochen sind. Das hat dazu geführt, dass der Golfstrom innerhalb kürzester Zeit zum Erliegen gekommen ist. Damit wurde die für Europa so bedeutsame Wärmezufuhr unterbunden und es gab Kälteeinbrüche. Als der Golfstrom wieder angesprungen ist, wurde es wieder spontan wärmer. Das ändert aber nichts an der Tatsache, dass die Treiber für die langen Klimazyklen die Schwankungen der Erdbahnparameter sind.

ENTSORGA: Sie beschäftigen sich bei GEOMAR intensiv mit dem Einfluss des Meeres auf die Atmosphäre. Wo liegen noch die

ganz großen Herausforderungen? Und vor allem: Wie genau kennt man den Einfluss der Ozeane auf die Atmosphäre?

Latif: Wir verfolgen da sehr verschiedene Fragestellungen: Wie ändern sich Meeres-

strömungen wie der Golfstrom durch den Klimawandel? Die meisten Kolleginnen und Kollegen gehen davon aus, dass er sich abschwächen wird. Aber wir haben zu wenige Strömungsmesswerte, um das schon nachweisen zu können. Möglicherweise hat er sich bereits infolge der globalen Erwärmung abgeschwächt. Unsere direkten Messungen reichen nur rund 25 Jahre zurück. Das ist zu wenig. Aber unsere Modelle sagen auch eine Abschwächung voraus – z.B. durch Süßwasser, das durch die Gletscherschmelze auf Grönland in den Atlantik gelangt. Die Größenordnung ist noch umstritten. Die Modellergebnisse schwanken. Das besser zu quantifizieren, ist eine der großen Herausforderungen in den nächsten Jahren.

ENTSORGA: Aber wenn sich aufgrund der globalen Temperaturerhöhung der Golfstrom verändert und abschwächt – dann wäre das doch ein zum anthropogenen Treibhauseffekt gegenteiliger Effekt!

Latif: Global kaum. Die Wirkung des Golfstroms auf das Klima Europas ist unbestritten. Aber der Golfstrom schwächt sich nur ab, wenn sich die Erdatmosphäre weiter erwärmt. Wenn sich die Strömung abschwächt, wird zwar die Wärmezufuhr in den Nordatlantik geringer, aber die ursprüngliche Erwärmung kann man damit keinesfalls kompensieren oder gar überkompensieren. – d.h. bei uns in Mitteleuropa bleibt immer noch eine massive Erwärmung übrig – auch wenn sie vielleicht kleiner ist als im globalen Mittel.



Der Hurrikan ‚Katrina‘ suchte im Jahr 2005 den Süden der USA heim. Atmosphärenwissenschaftler sehen in der Zunahme starker Hurrikane eine der möglichen Folgen des atmosphärischen Temperaturanstiegs. Foto: THW

ENTSORGA: Den Ozeanen wird eine hohe CO₂-Pufferungsrate zugeschrieben. Wo steht die Wissenschaft in dieser Frage?

Latif: Die Aufnahme von CO₂ durch die Ozeane ist in den letzten Jahrzehnten im Sinne der Effizienz relativ konstant gewesen. Die Ozeane haben im letzten Jahrzehnt, grob

gerechnet, etwa ein Viertel des CO₂ aufgenommen, das wir in die Atmosphäre emittiert haben. Doch wir befürchten – ohne es derzeit beweisen zu können – dass die Weltmeere infolge der Erwärmung weniger CO₂ aufnehmen werden, da die Löslichkeit von Gasen von der Temperatur abhängig ist. Je

Der Golfstrom schwächelt

Noch nie in über 1000 Jahren war die Atlantische Meridionale Umwälzströmung (AMOC), auch als Golfstrom-System bekannt, so schwach wie in den letzten Jahrzehnten. Das vermeldet das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK). Dies sei das Ergebnis einer neuen Studie von Wissenschaftlern aus Irland, Großbritannien und Deutschland. Die Forscher stellten sogenannte Proxydaten zusammen, die hauptsächlich aus natürlichen Archiven wie Ozeansedimenten oder Eisbohrkernen stammen und mehrere hundert Jahre zurückreichen, um die Strömungsgeschichte der Atlantik-Strömung zu rekonstruieren. Sie fanden eindeutige Belege dafür, dass die Abschwächung im 20. Jahrhundert beispiellos war. Sie sei wahrscheinlich eine Folge des vom Menschen verursachten Klimawandels.

„Das Golfstrom-System funktioniert wie ein riesiges Förderband, das warmes Oberflächenwasser vom Äquator nach Norden transportiert und kaltes, salzarmes Tiefenwasser zurück in den Süden

schickt“, erklärt Stefan Rahmstorf, Forscher am PIK und Initiator der Studie, die in Nature Geoscience veröffentlicht wurde. Frühere Studien von Rahmstorf und Kollegen zeigten eine Verlangsamung der Meeresströmung um etwa 15 Prozent seit Mitte des 20. Jahrhunderts und brachten dies mit der vom Menschen verursachten globalen Erwärmung in Verbindung. Ein belastbares Bild über die langfristige Entwicklung fehlte jedoch bisher – das liefern die Forscher mit ihrer Übersichtsstudie, welche die Ergebnisse bisheriger Proxydaten-Studien vergleicht.

Die Folgen der AMOC-Abschwächung könnten für die Menschen auf beiden Seiten des Atlantiks vielfältig sein. Durch eine Veränderung könnte sich an der Ostküste der USA mehr Wasser aufstauen und den Meeresspiegelanstieg verstärken, während in Europa mit einer Zunahme der Wetter-Extremereignisse zu rechnen sei, so die Wissenschaftler am PIK.



Die Zunahme von Dürre-Ereignissen auch in Mitteleuropa gilt als eine der Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes.

Foto: M. Boeckh

wärmer es ist, desto schlechter können Flüssigkeiten Gase binden. Deshalb erwarten wir eine Abnahme der Effizienz der Kohlenstoffaufnahme.

ENTSORGA: Das ist dann einer der vielen Selbstverstärkungseffekte, die wir im Klimawandel beobachten – wie eine Abnahme der Albedo durch die Gletscherschmelze und die verstärkte Methanemission durch das Auftauen des Permafrostbodens?

Latif: Richtig. Davon gibt es ei-

nige. Doch die wichtigste positive Rückkopplung, wie wir die verstärkenden Prozesse nennen, ist die Wasserdampf-Rückkopplung. Das wird oft übersehen. Angenommen, es würde sich nur CO₂ verändern, dann wäre die Erwärmung der Atmosphäre gar nicht so stark. Aber wenn sich die Atmosphäre erwärmt, dann verdunstet mehr Wasser und der Wasserdampfgehalt steigt. Wasserdampf ist das stärkste Treibhausgas überhaupt und ist viel bedeutsamer

als Kohlendioxid, Methan oder Lachgas. Der Anstieg des atmosphärischen Wasserdampfs verdoppelt in etwa den CO₂-Effekt und ist die dramatischste positive Rückkopplung, weil sie zudem eine exponentielle Abhängigkeit von der Lufttemperatur besitzt.

ENTSORGA: Muss man nicht den Einfluss von Methangas aus der Landwirtschaft, aus Deponien und auftauendem Permafrostboden stärker bewerten?

Latif: Der Methaneffekt ist unstrittig, und das CH₄-Molekül wirkt um mindestens den Faktor 20 stärker als das CO₂-Molekül, aber die emittierten bzw. in der Atmosphäre vorhandenen Methanmengen sind vergleichsweise gering. Es gibt sehr viel mehr CO₂ in der Luft; damit ist Kohlendioxid das dominante anthropogene Treibhausgas.

ENTSORGA: Gibt es eigentlich noch Wissenschaftler und Politiker, die den Klimawandel leugnen oder leugnen sie nur den anthropogenen Effekt?

Latif: Es gibt leider alle Arten von Leugnern. Es gibt Leute, die bestreiten wirklich alles. Im Zusammenhang mit dem ‚Climategate‘ 2009 wurde behauptet, die Wissenschaftler würden systematisch die Daten fälschen und manipulieren. Doch jeder seriöse Wissenschaftler wird bestätigen, dass es a.) die Erwärmung gibt und b.) der Mensch dafür hauptverantwortlich ist und c.) die Gletscher schmelzen und die Meeresspiegel steigen.

ENTSORGA: Vielen Dank für das Gespräch.

Teil 2 des Interviews lesen Sie in ENTSORGA 2/2021.

Das Gespräch führte Martin Boeckh, ENTSORGA-Magazin.

Batteriefabrik und Forschungszentrum Chinesen investieren im Saarland

Der chinesische Lithium-Batterien-Hersteller Svolt Energy Technology Company möchte im Saarland ein Werk zur Produktion von Batteriezellen errichten. Die neue europäische Produktionsanlage wird auch als europäisches Zentrum für Forschung & Entwicklung fungieren. Nach Fertigstellung soll das Werk über eine Produktionskapazität von 24 GW/h zur Herstellung von Li-Ionen-Batterien verfügen. Das Investitionsvolumen

in die Neuansiedlung umfasst zwei Mrd. Euro. Jährlich sollen zwischen 300.000 bis 500.000 Batterien für Elektrofahrzeuge produziert werden. Svolt plant, rund 2000 neue Arbeitsplätze zu schaffen. Germany Trade & Invest (GTAI), die Außenwirtschaftsagentur der Bundesrepublik Deutschland, begleitete den Ansiedlungsprozess in enger Zusammenarbeit auf Bundes- und Landesebene.

www.gtai.de

Bioenergie Daten und Fakten

Im bewährten, handlichen Format veröffentlicht die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) die ‚Basisdaten Bioenergie‘ in aktualisierter 18. Auflage. Auf rund 50 Seiten sind alle wichtigen Daten und Fakten zur Bioenergiebereitstellung und -nutzung kompakt zusammengefasst. Die Broschüre bietet einen Überblick zu aktuellen Bioenergie-Marktdaten und neben Grafiken zum Anbau von Energiepflanzen und zum Kli-

maschutz auch detaillierte Abbildungen und Tabellen zu den Themen Festbrennstoffe, Biokraftstoffe und Biogas. www.fnr.de



Die ‚Basisdaten Bioenergie‘ gibt es bei der FNR zum Download.

Abb.: FNR