

# NACHWACHSENDE ROHSTOFFE

INFORMATIONSMATERIALIEN FÜR BERUFSBILDENDE SCHULEN

## BASISMODUL - ANLAGEN



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

# MATERIALIEN FÜR DEN UNTERRICHT

## Kapitel II.

### Stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen

**ANLAGE: M8 Hintergrundinformationen**

Übersicht: Stoffliche Nutzung (Ausgangsstoffe)

Übersicht: Stoffliche Nutzung (Anwendungen)

Vorteile Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen

Übersicht: Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen

Biokunststoffe

Biowerkstoffe

**ANLAGE: M9 Grafiken**

Übersicht: Stoffliche Einsatzmengen

Übersicht: Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen

Anteil Holzbauweise an Wohngebäuden u. Einsatz Dämmstoffe

Biokunststoffe

Kreislauf Biokunststoffe

Bioverbundstoffe NFK u. WPC

Industriepflanzen

Bioschmierstoffe

**Die Vielfalt der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen – Übersicht**

<b>Pflanzengruppen nach Nutzungen</b>	<b>Pflanzenarten (Auswahl)</b>	<b>Verwendungen</b>
Holz	Nadelbäume (v. a. Fichte, Kiefer) Laubbäume (v. a. Buche, Eiche, Birke) Rest- und Abfallholz, Sägespäne	Baubereich (Konstruktion, Dämmung, Böden, Wände, Decken) Biowerkstoffe: naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK), z. B. im Automobilbau Biowerkstoffe: Wood-Plastic-Composites (WPC), z. B. für Gartenmöbel, Fensterrahmen, Zaunsysteme, Automobilbereich Möbel
Ölpflanzen	Raps Sonnenblume Öllein Leindotter	Hydraulik-, Getriebeöle, Sägekettenöle, Schmieröle Fußbodenbeläge (Linoleum) Farben, Lacke Waschmittel, Seifen, Reinigungssubstanzen Spezielle Kunststoffe/Biokunststoffe
Stärke- und Zuckerpflanzen	Kartoffel Zuckerrübe Weizen Mais	Papierherstellung Bauindustrie (Bindemittel in Gipskarton- und Mineralfaserplatten) Kompostierbares Einweggeschirr Folien, Pflanztöpfe Biokunststoffe (z. B. Polyurethan als Ausgangsstoff für Schaumstoffe und Hartkunststoffe) Klebstoffe (Tapetenkleister, Leim) Reinigungsmittel (Seifen, Waschpulver, Tenside) Pharmazie, Kosmetik (Geschmacksstoffe, Konservierungsmittel, Zahnpasta, Cremes, Puder)
Faserpflanzen	Faserlein Hanf Fasernessel	Textilien, Seile Baustoffe (Platten, Putz, Dämmstoffe, Vliesstoffe) Naturfaserverstärkte Werkstoffe (NFK), z. B. für Automobilindustrie (Formpressteile) Papier, Verpackungsmaterial, Filtermaterial
Proteinpflanzen	Ackerbohne Lupine Eiweißerbse	Papier- und Verpackungsindustrie Leim, Kleber Bindemittel für Sperrholz
Färberpflanzen	Färberwau Färberkrapp Färberknöterich Färberwaid, Saflor	Textilfarben Innenanstrichfarben Malfarben und gefärbtes Kinderspielzeug Färben von Leder, Papier und Lebensmitteln
Arzneipflanzen	Gelber Enzian Johanniskraut Echte Kamille Mariendistel	Salben, Wachse Heiltee pflanzliche Alkaloide, ätherische Öle, Bitter- und Schleimstoffe
<b>Sonstiges:</b> Tierische Rohstoffe Algen	Schafwolle, Ziegenhaar, Bienenwachs Algenöl	Dämmmaterial Wachs Biokunststoffe, Farbstoffe

**Anwendungen der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen – Übersicht**

<b>NACHWACHSENDE BAU- UND WERKSTOFFE</b>				
<b>BIOLOGISCHE BAUSTOFFE</b>	<b>BIOKUNSTSTOFFE</b>	<b>BIOVERBUNDSTOFFE</b>	<b>BIOVERBUNDSTOFFE</b>	<b>BIOSCHMIERSTOFFE</b>
<p><b>Aus</b>                      Holz, Stroh, Kork, Gräsern, Pflanzenfasern, Zellulose, Pflanzenhalmen, Ölen, Pigmenten, Schafwolle</p>	<p><b>Aus</b>                      Cellulose und Lignin (Holz), Stärke und Zucker (Mais, Getreide, Zuckerrübe), Ölen (Raps, Sonnenblume, Soja), Rest- und Abfallstoffen, Algen</p>	<p><b>Aus</b>                      Pflanzenfasern (Hanf, Lein, Flachs) und petrol*- oder biobasierten# Kunststoffen</p>	<p><b>Aus</b>                      Holzmehl und petrolbasierten* Kunststoffen</p>	<p><b>Aus</b>                      Rapsöl, Sonnenblumenöl, Sojaöl</p>
werden	werden	werden	werden	werden
<p><b>Baumaterialien</b>                      hergestellt.</p>	<p><b>Biopolymere</b>                      hergestellt.</p>	<p><b>naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK)</b>                      hergestellt.</p>	<p><b>Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe (Wood-Plastic-Composites – WPC)</b>                      hergestellt.</p>	<p><b>Bioschmierstoffe</b>                      hergestellt.</p>
Holzkonstruktionen Dämmmaterialien Bodenbeläge Anstrichmittel (Naturfarben) Wandputze	Verpackungsmaterialien Flaschen und Behälter Gehäuse von Elektrogeräten Textilien Einweggeschirr, Folien	Formpressteile für den Automobil-, Flugzeug-, Bootsbaubau Innenraumverkleidung (Kfz) Haushaltsgeräte, Spielzeug	Terrassendielen, Zäune Fassadenverkleidung Innenraumverkleidung (Kfz, Lkw) Möbel, Haushaltsgeräte, Spielzeug	Sägekettöle Hydrauliköle Schalöle

\* biobasiert = aus Biomasse (Lebewesen) hergestellt  
 \*\* petrolbasiert = aus Erdöl hergestellt

**Gute Gründe für das Bauen mit Bauprodukten aus nachwachsenden Rohstoffen:**

In Deutschland erlebt das Bauen seit einiger Zeit eine Renaissance. Dafür gibt es mehrere Gründe:

- In der Gesellschaft gibt es mittlerweile ein Bewusstsein für die Bedeutung einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise und eine Sehnsucht nach dem Natürlichen und Ursprünglichen.

In puncto Nachhaltigkeit haben Naturbaustoffe besonders viel zu bieten:

- Der Energieaufwand zu ihrer Herstellung ist in der Regel gering, ihre Verwendung schont daher Klima und Umwelt.
- Jeder Baustoff und jedes Möbelstück pflanzlichen Ursprungs ist eine Kohlenstoffsänke – der von den Pflanzen im Wachstum konservierte Kohlenstoff wird in ihnen für viele Jahre und Jahrzehnte gespeichert. So schützen Naturbaustoffe auch das Klima.
- Die Herstellung von Naturbaustoffen eröffnet neue Marktchancen für die Land- und Forstwirtschaft.
- Die nachwachsenden Rohstoffe werden meist im ländlichen Raum verarbeitet und stärken dort die regionale Wirtschaftskraft.
- Energieeinsparung und Energieeffizienz sind heute eng mit dem Einsatz dieser Baustoffe verbunden, zum Beispiel im Holzhausbau und bei Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen.
- Für viele Konsumenten sind die gesundheitlichen Vorteile dieser Produkte ausschlaggebend.
- Viele Hersteller erfüllen die von Verbrauchern geforderte Volldeklaration aller Inhaltsstoffe.
- Das Bauen mit natürlichen organischen Baustoffen lässt Architekten und Ingenieuren weitgehende gestalterische Freiheiten und eröffnet der Baukultur neue Perspektiven.
- Natürliche organische Dämmstoffe heimischer Produktion sind von der Mineralölverfügbarkeit weniger abhängig.
- Selbst nach ihrem Gebrauch schonen sie die Umwelt, da sie recyclebar und biologisch abbaubar sind, ihre Entsorgung ist meist unproblematisch.

Zitiert nach: „*Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen*“ (Fachtagung), Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2008)

### **Bauen und Wohnen mit nachwachsenden Rohstoffen**

Das Bauen und Wohnen mit nachwachsenden Rohstoffen ist nachhaltig, gesund und wirtschaftlich. Nachwachsende Rohstoffe sind die Grundlage für eine Vielzahl qualitativ hochwertiger Bauprodukte. Neben dem konstruktiven Baustoff Holz steht ein umfangreiches Sortiment an Dämmstoffen, Ausbaustoffen und Anstrichsystemen zur Verfügung.

#### **Holz als Baumaterial**

Holz gehört zu den ältesten und universellsten Baustoffen der Menschheit. Bei der Holzverarbeitung ist als wichtigster Schritt die Wahl der richtigen Holzart für den jeweiligen Zweck zu nennen. Entscheidend sind die Ansprüche an die Gebrauchstauglichkeit, gestalterische Aspekte und natürlich die Kosten. Holzprodukte werden in der Regel mit vergleichsweise geringem Energieaufwand hergestellt.

#### **Holz**

- ist ein Hochleistungswerkstoff,
- wächst nach,
- ist nachhaltig, gesund und wirtschaftlich,
- schont Klima und Ressourcen,
- hat Tradition und ist zugleich modern,
- ist wertbeständig und behaglich,
- vereint geringes Gewicht, hohe Festigkeit und gute Wärmedämmung.

Der Holzhaus-Anteil macht bereits rund 15 Prozent der Neubauten in Deutschland aus.

#### **Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen**

- bestehen aus Cellulose, Flachs, Hanf, Hobelspänen, Holzfasern, Kork, Schafwolle, Schilfrohr, Strohballen oder Wiesengras,
- bestechen durch hohe bautechnische Qualität mit besonders günstigen Eigenschaften im sommerlichen Hitzeschutz,
- helfen beim Energiesparen und bieten ein angenehmes Wohnklima
- ersetzen Erzeugnisse aus fossilen und mineralischen Ressourcen.

#### **Oberflächen: Fußböden aus nachwachsenden Rohstoffen**

- bestehen aus Holz, Kork oder antistatisch wirkendem Linoleum,
- kommen ohne überflüssige oder bedenkliche Zusätze aus,
- sind modern, langlebig und pflegeleicht.
- Teppiche bestehen aus Naturfasern (Kokos, Sisal, Baumwolle, Seegras, Jute, Papier-Zellulose), Schafwolle oder Ziegenhaar.

### **Oberflächen: Naturfarben, Öle und Wachse aus nachwachsenden Rohstoffen**

Bei den Naturfarben unterscheidet man zwischen Lacken, Lasuren, Ölen und Wachsen und Wandfarben. Die Pigmente bei diesen Produktgruppen sind Erd- und Mineralpigmente bzw. organische Tier- und Pflanzenfarbstoffe. Die Bindemittel bestehen z.B. aus Leinöl, Kasein, natürlichen Harzen oder Schellack, die Lösemittel aus Alkoholen, Ölen, Terpenen oder Iso-Aliphaten.

### **Naturfarben und Lacke**

- sind umweltfreundlich und wirtschaftlich,
- lassen sich gut verarbeiten,
- sind in der Rohstoffgewinnung und Entsorgung unproblematisch.

### **Oberflächen: Tapeten**

Viele Tapeten bestehen primär aus Papier und damit aus nachwachsenden Rohstoffen, häufig enthalten sie darüber hinaus aber auch synthetische Zuschläge.

### **Oberflächen: Wandbekleidung**

Auch die Bekleidung einer Wand mit Holz ist möglich. Holzbekleidungen bestehen aus Massivhölzern oder Holzwerkstoffen, z..B. mit unbehandelter, lasierter, geölter oder gewachster Oberfläche.

### **Oberflächen: Putze**

Faserputze (Baumwollputze oder Flüssigtapete) enthalten Fasern und Flocken von Baumwolle und Zellulose sowie aus Textilfasern wie Viskose, Leinen, Hanf oder Jute. Zu den Naturputzen gehören außerdem Lehm- und Kalkputze auf mineralischer Grundlage, die nicht aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen.

### **Altbausanierung mit nachwachsenden Rohstoffen**

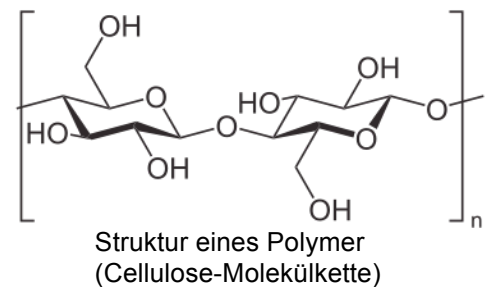
- verbessert den Dämmstandard und spart Heizenergie,
- steigert Komfort und Behaglichkeit,
- unterstützt die dem Bestand entsprechende Baustoffauswahl.

## Was ist Biokunststoff?

### Polymere

Kunststoffe werden aus Polymeren hergestellt. Polymere sind chemische Substanzen, die sich aus Riesenmolekülen, mit sich wiederholenden, gleichen oder unterschiedlichen Bausteinen, zusammensetzen. Man kann sie auch als Kettenmoleküle bezeichnen. Herkömmliche Kunststoffe aus Erdöl setzen sich aus

Polymeren zusammen, deren Bausteine aus dem Erdöl gewonnen werden.



### Biopolymere

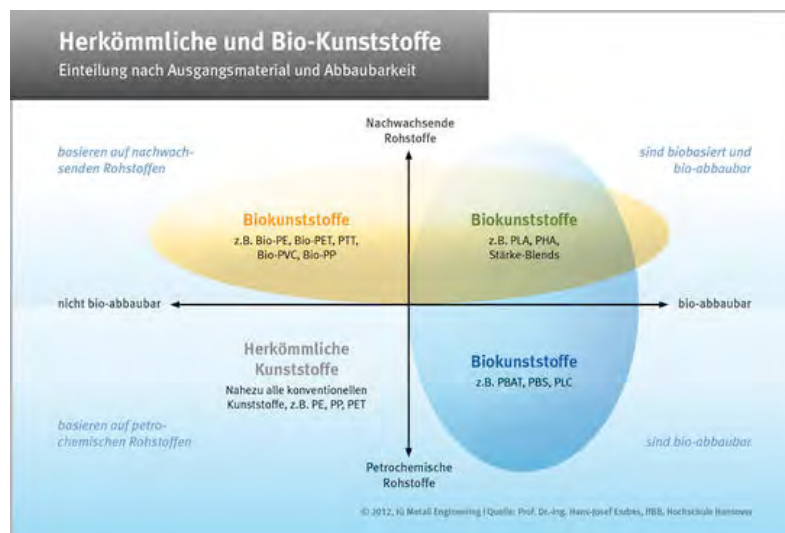
Biopolymere sind natürliche Polymere, also von Lebewesen synthetisierte Polymere. Dazu gehören: Polysaccharide (Cellulose, Stärke etc.), Proteine, Lignin, pflanzliche und tierische Lipide (Öle, Wachse).

### Biokunststoff

Verwirrenderweise werden aber auch erdölbasierte Kunststoffe als Biokunststoff bezeichnet, wenn sie denn biologisch abbaubar sind. Biokunststoffe sind daher entweder

- biobasiert (aus Biomasse hergestellt),
- biologisch abbaubar
- oder verfügen über beide Eigenschaften.

Dabei sind „biobasiert“ und „bioabbaubar“ voneinander unabhängige Eigenschaften. Biobasierter Kunststoff ist also nicht zwingend bioabbaubar.



### Was ist bioabbaubarer Kunststoff?

Bioabbaubarer Kunststoff ist Kunststoff, der durch in der Umwelt vorkommende Mikroorganismen in natürlich vorkommende Substanzen (z. B. CO<sub>2</sub> und Wasser) zersetzt wird. Das können sowohl Kunststoffe sein, die aus Erdöl hergestellt wurden wie auch Kunststoffe, die aus Biomasse entstammen. Wie schnell der Kunststoff zersetzt wird, hängt von der chemischen Struktur des Materials ab und den äußeren Bedingungen, wie z. B. der Temperatur. Herkömmliche Plastikartikel brauchen ca. 400-500 Jahre, bis sie sich zu Kleinstpartikeln (Mikroplastik) zersetzen, der vollständige Abbau von bioabbaubarem Plastik zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O dauert Monate bis wenige Jahre.



### **Bioverbundwerkstoffe**

Bioverbundwerkstoffe lassen sich unterscheiden in

- naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK) und
- WoodPlasticComposites (WPC = Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe).

### **Naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK)**

Unter naturfaserverstärkten Kunststoffen (NFK) werden Werkstoffe verstanden, die aus einem Kunststoff bestehen, der seine Stabilität durch eingearbeitete Naturfasern erhöht. Der Kunststoff selbst ist in der Regel fossiler Herkunft, kann aber auch ein Biokunststoff sein. Das herkömmliche Pendant zu NFK sind glas- oder kohlefaserverstärkte Kunststoffe. Bauteile aus NFK weisen nicht nur hohe Steifigkeiten und Festigkeiten, sondern auch eine geringe Dichte auf. Sie sind also mechanisch stark belastbar und gleichzeitig leicht (bis zu 30% leichter als herkömmliche Faserverbunde) und damit ideal geeignet für den modernen Fahrzeugbau. Zudem splintern sie nicht, brechen ohne scharfe Kanten, haben gute akustische Eigenschaften und sind schon heute ökonomisch konkurrenzfähig. Im Automobilbau kommen sie bei einigen Modellreihen bereits serienmäßig zum Einsatz.

### **Rohstoffe**

Erst die Kombination aus Naturfasern (z. B. Flachs oder Hanf) oder Naturfasergeweben und einer Matrix, der die Fasern ummantelnden Masse, macht den naturfaserverstärkten Kunststoff aus. Während definitionsgemäß nur Naturfasern als stabilisierende Komponente in Frage kommen, kann die Matrix aus fossilen aber auch aus nachwachsenden Rohstoffen sein. Noch überwiegen fossile Polymere wie Polypropylen oder Polyethylen deutlich, aber Alternativen aus pflanzlichen Leimen, Klebern und Harzen sind im Kommen.

### **WPC – Holzfaserkunststoffe**

Wood Plastic Composites (WPC) vereinen die Vorteile von Holz und Kunststoff. Sie bestehen aus einem Holzmehlanteil und herkömmlichen Kunststoffen und Additiven für UV-Schutz oder Farben. Sie vereinen die Vorteile der Rohstoffe Holz (preisgünstig, höhere Steifigkeit, geringere Ausdehnung unter Wärmeeinfluss, natürliche Optik) und Kunststoff (verformbar, feuchteresistent).

Weltweit werden jährlich inzwischen über 800.000 t WPC produziert. Während es in Nordamerika rund 700.000 t sind, setzt man mit geschätzten 30.000 t für Europa noch sehr geringe Werte an. Der gesamte WPC-Absatz belief sich 2002 bezogen auf Nordamerika und Europa auf rund 750 Mio. US-Dollar, der überwiegende Teil wurde auf dem US-Markt abgesetzt. Etwa die Hälfte davon geht in Bauprodukte wie Bodenbeläge für Veranden oder Verandengeländer aus Polyethylen (PE) mit einem Naturfaseranteil von 50-70 Prozent.

Lärmschutzwände, Hafendocks sowie die Gelände-, Fenster und Türen sind weitere wichtige Produktgruppen. WPC-Fenster- und Türenprofile bestehen meist aus Polyvinylchlorid (PVC) und einem Faseranteil von 30-70 Prozent. In Deutschland und Europa konzentriert man sich neben Anwendungen im Außenbereich wie Fensterrahmen und Zaunsysteme auf den WPC-Einsatz im automobilen Innenbereich sowie Kleinteile wie Griffe und Hutablagen.

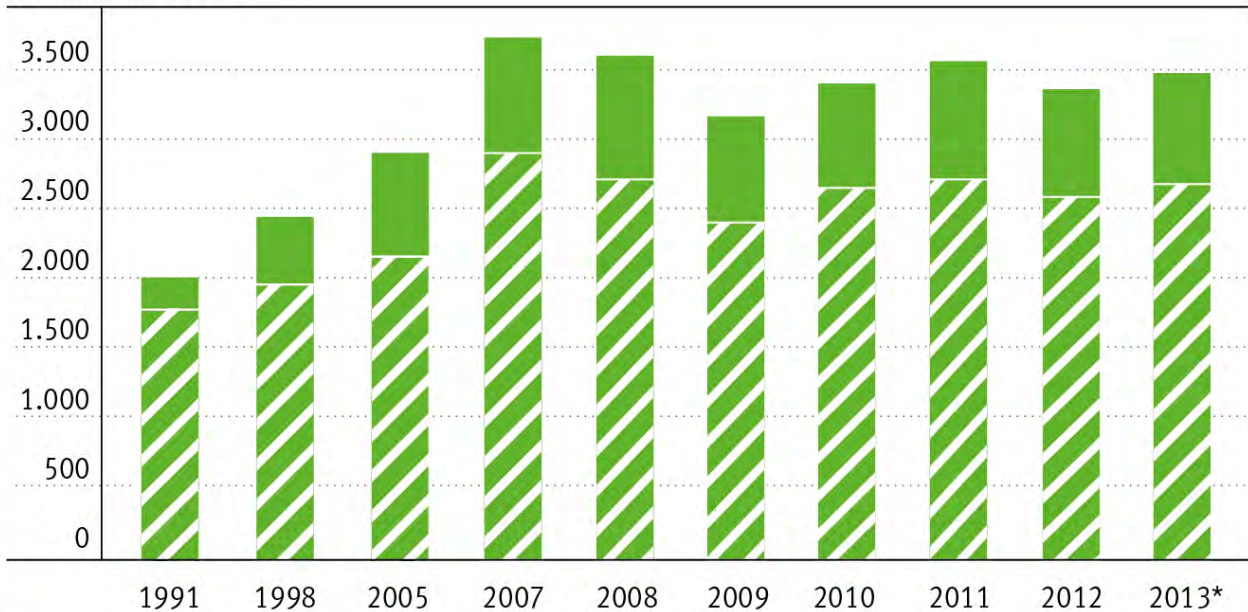
Mehr Wissen: Kurzfilm Naturfaserverbunde

<http://biowerkstoffe.fnr.de/bioverbundwerkstoffe/kurzfilm-naturfaserverbund>



ENTWICKLUNG STOFFLICHER EINSATZMENGEN  
NACHWACHSENDER ROHSTOFFE IN DEUTSCHLAND

Angaben in 1.000 t



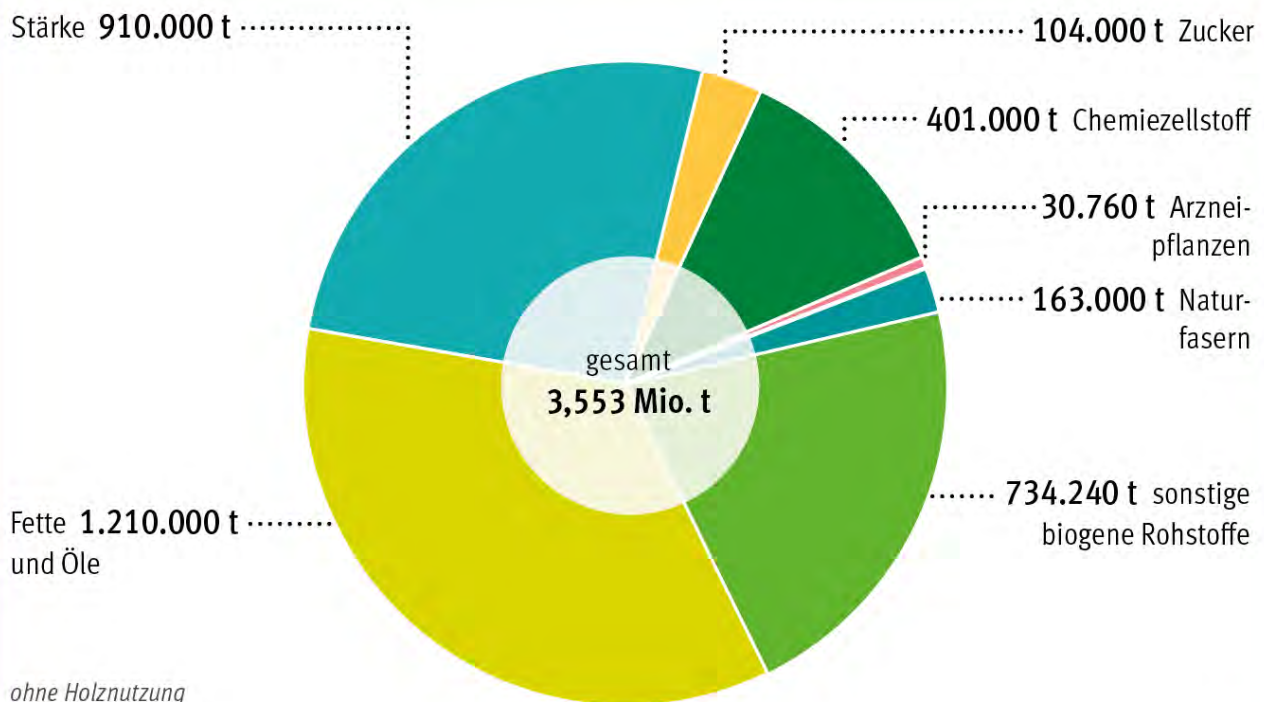
■ Gesamtnutzung      ▨ Anteil chemische Industrie      \* vorläufige Schätzung

ohne Holznutzung

Quelle: FNR, BMEL (Oktober 2014)

© FNR 2014

STOFFLICHE EINSATZMENGEN NACHWACHSENDER ROHSTOFFE  
IN DEUTSCHLAND 2011



ohne Holznutzung

Quelle: FNR, BMEL (Oktober 2013)

© FNR 2013

baustoffe.fnr.de

# BAUEN UND WOHNEN MIT NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN

## HOLZ ALS BAUMATERIAL

- ist ein Hochleistungswerkstoff,
- wächst nach,
- ist nachhaltig, wirtschaftlich und modern,
- schont Klima und Ressourcen,
- hat Tradition und ist zugleich modern,
- ist wertbeständig und behaglich,
- vereint geringes Gewicht, hohe Festigkeit und gute Wärmedämmung.
- Der Holzhaus-Anteil macht bereits rund 16 % der Neubauten in Deutschland aus.

## DÄMMSTOFFE AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN

- bestehen aus Cellulose, Flachs, Hanf, Hobelspänen, Holzfasern, Kork, Schafwolle, Schilfrohr, Strohballen, See- oder Wiesengras,
- bestechen durch hohe bautechnische Qualität mit besonders günstigen Eigenschaften im sommerlichen Wärmeschutz,
- helfen beim Energiesparen und bieten ein angenehmes Wohnklima,
- ersetzen Erzeugnisse aus fossilen und mineralischen Ressourcen.

## ALTBAUSANIERUNG MIT NACHWACHSEN- DEN ROHSTOFFEN

- verbessert den Dämmstandard und spart Heizenergie,
- steigert Komfort und Behaglichkeit,
- unterstützt die dem Bestand entsprechende Baustoffauswahl.

## BÖDEN AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN

- bestehen aus Holz, Kork, Teppich oder antistatisch wirkendem Linoleum,
- kommen ohne überflüssige oder bedenkliche Zusätze aus,
- sind modern, langlebig und pflegeleicht.

## NATURFARBEN, ÖLE UND WACHSE AUS NACHWACH- SENDEN ROHSTOFFEN

- sind umweltfreundlich und wirtschaftlich,
- lassen sich gut verarbeiten,
- sind in der Rohstoffgewinnung und Entsorgung unproblematisch.

Gefördert durch:



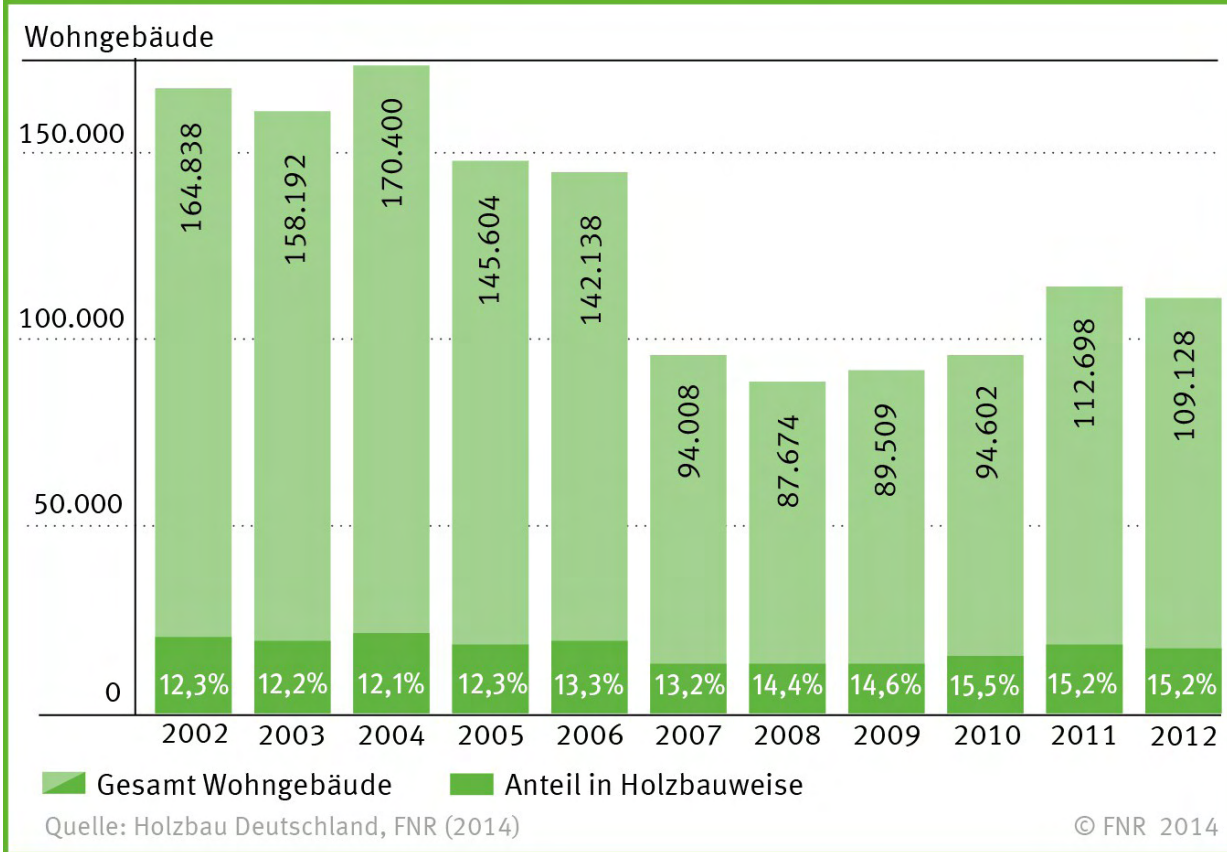
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



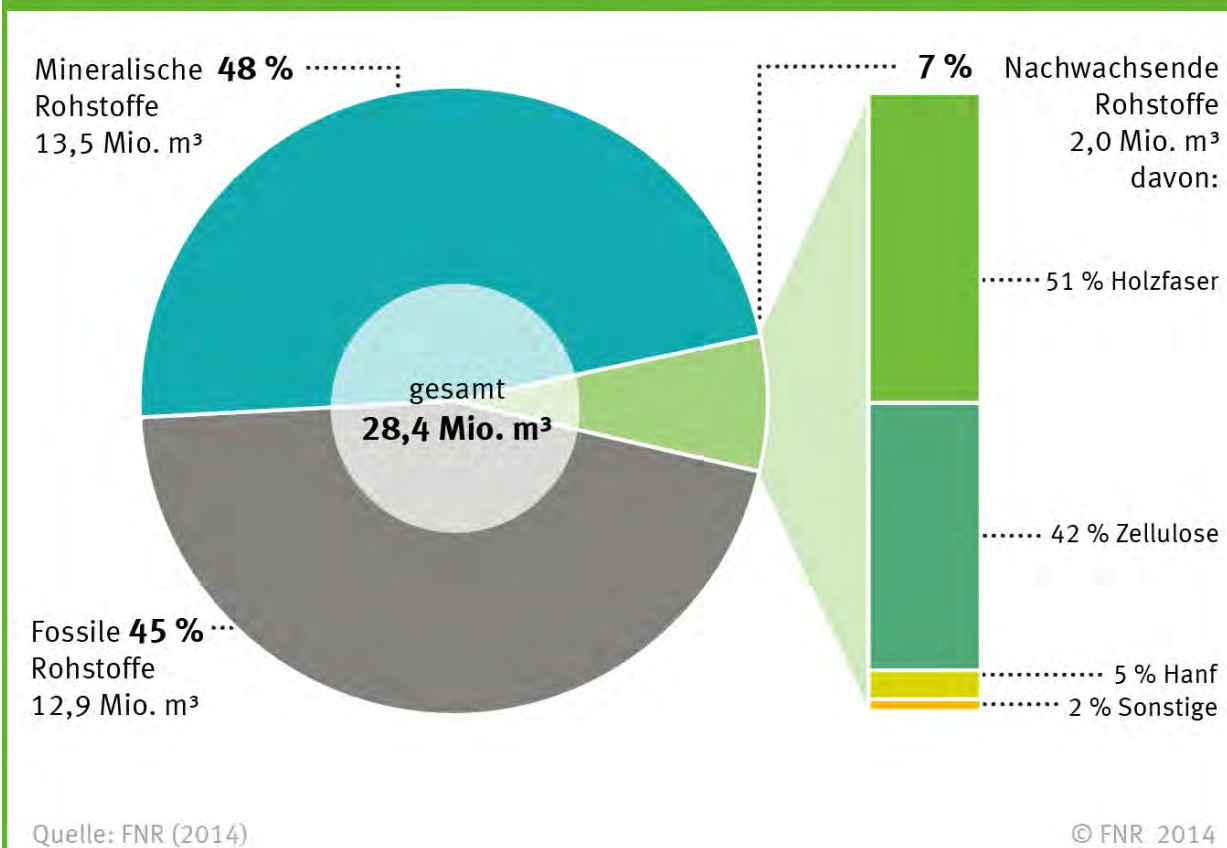
Mehr Informationen unter  
[baustoffe.fnr.de](http://baustoffe.fnr.de)

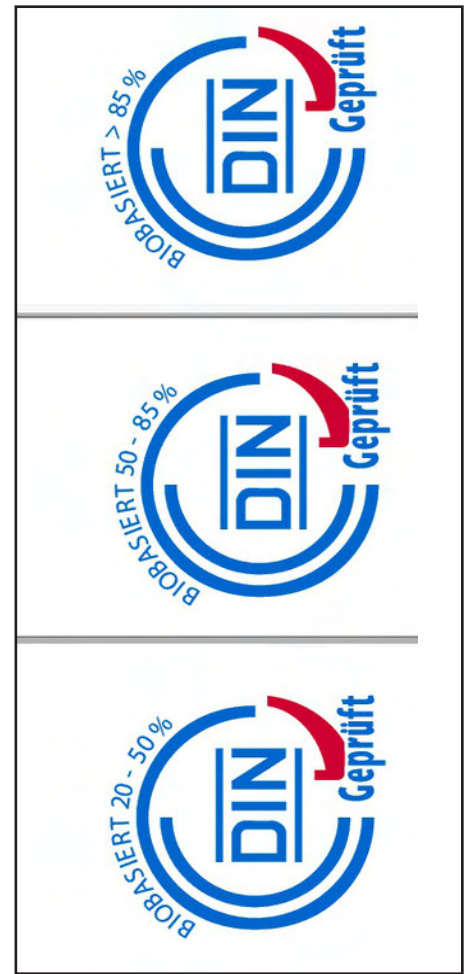
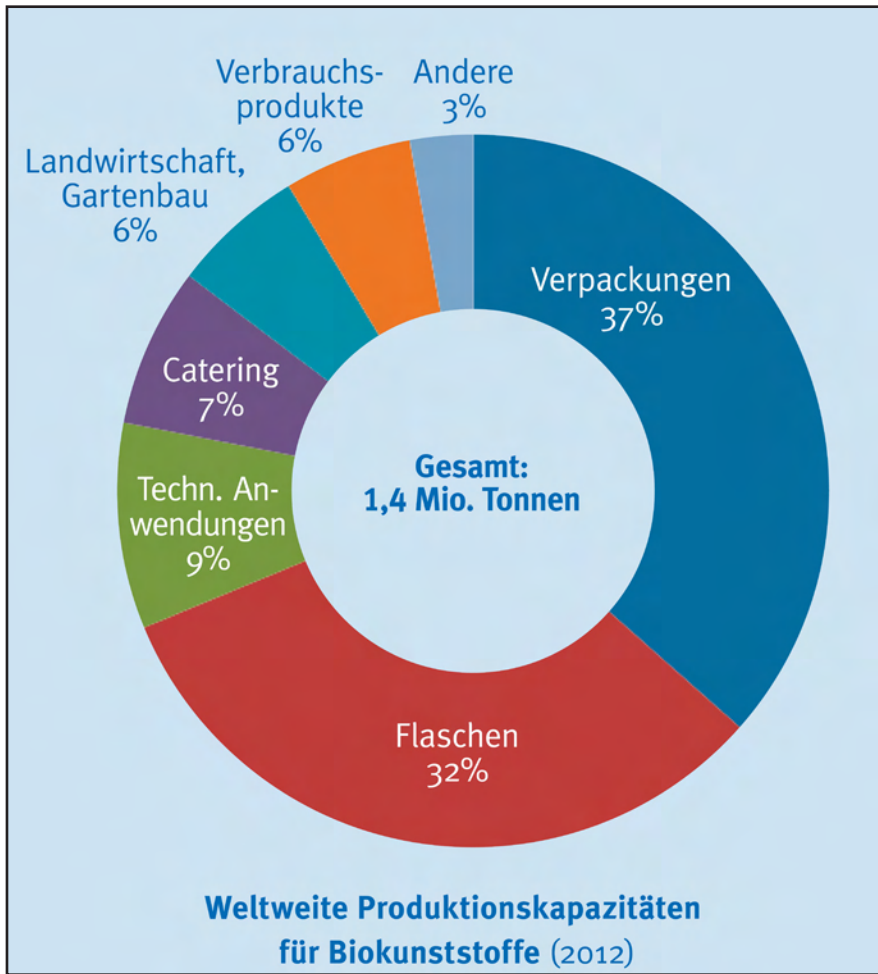
Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e.V. (FNR)  
OT Gülzow • Hofplatz 1 • 18276 Gülzow-Prüzen • info@fnr.de • www.fnr.de  
Stand: 2014

## ANTEIL HOLZBAUWEISE AN GENEHMIGTEN WOHNGEBÄUDEN

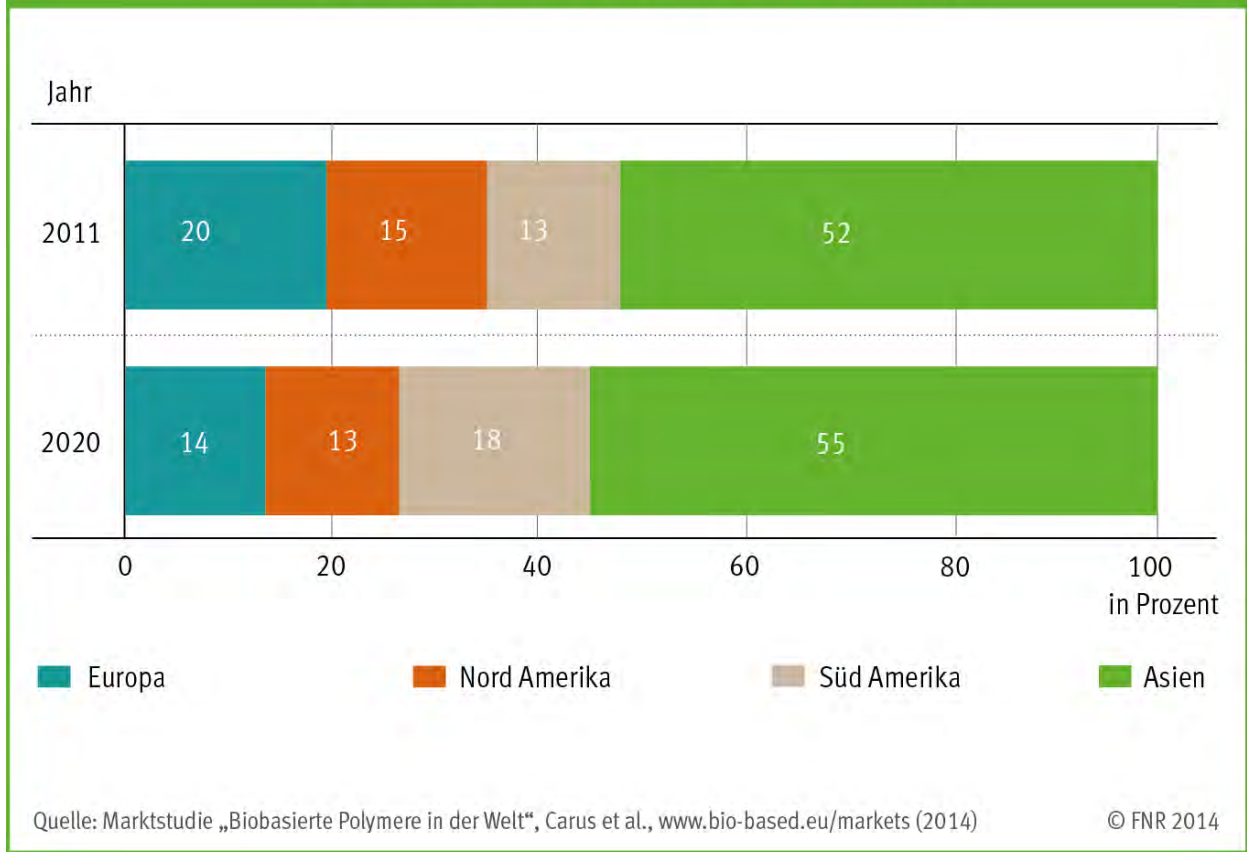


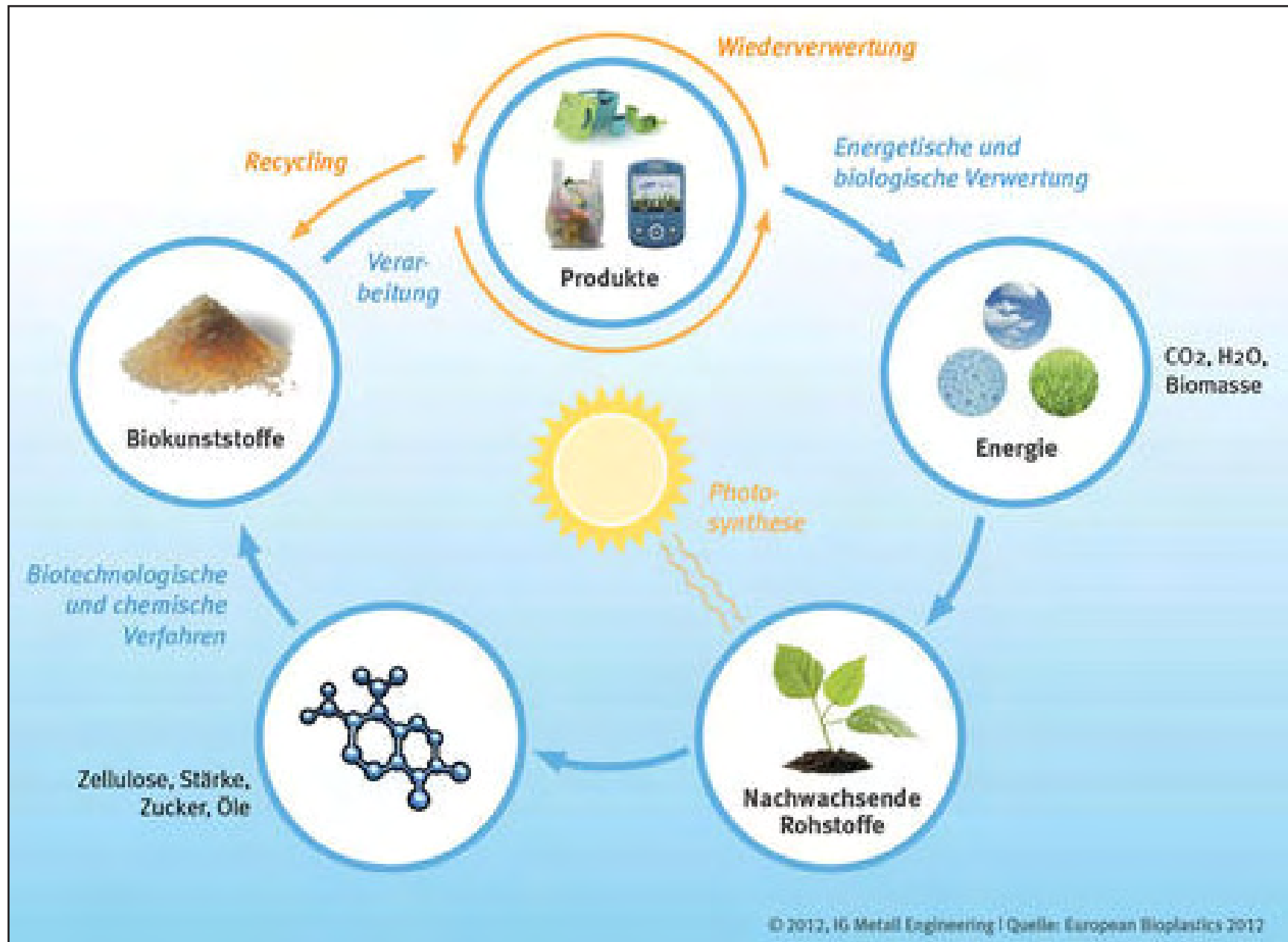
## GESAMTMARKT DÄMMSTOFFE IN DEUTSCHLAND 2011

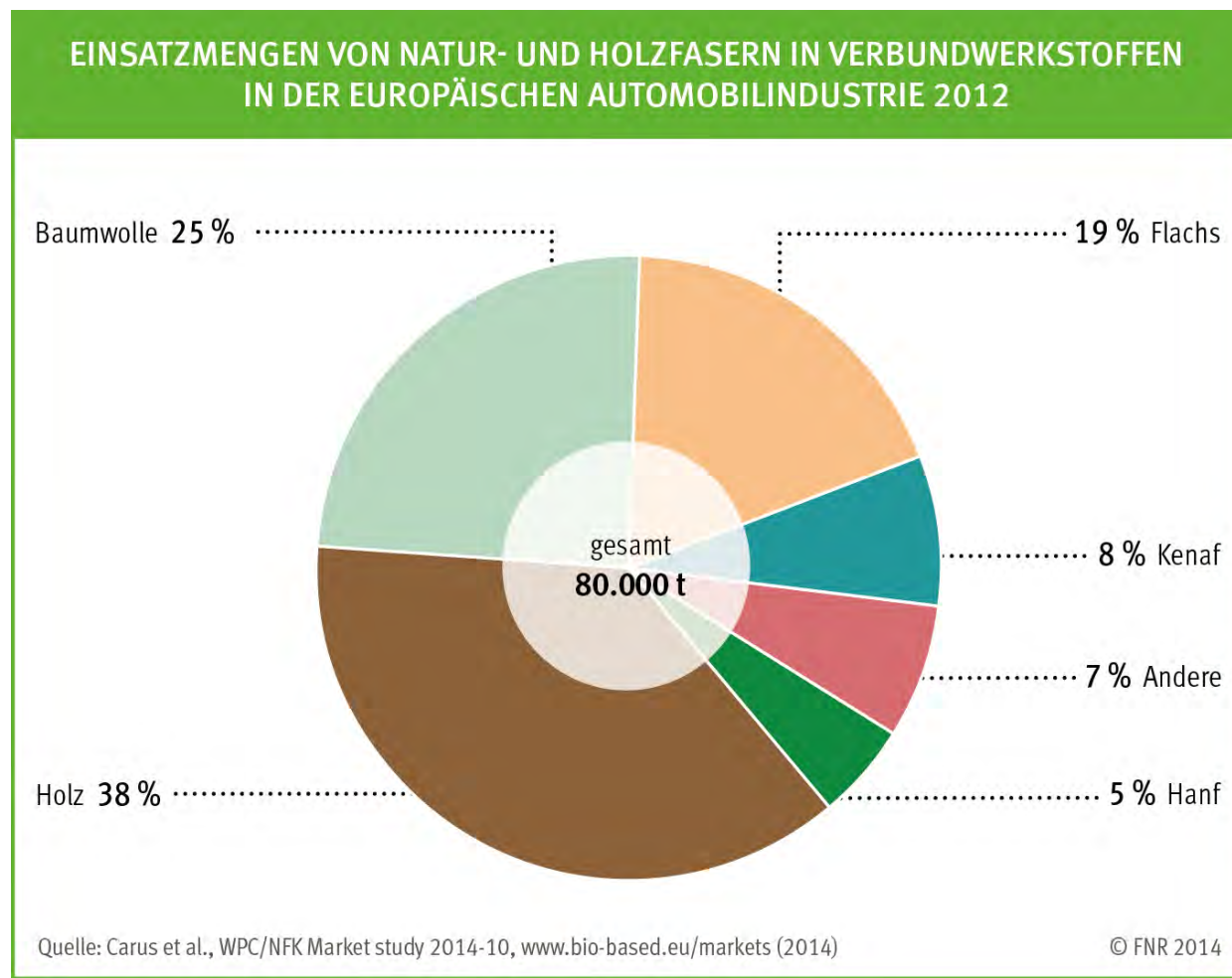
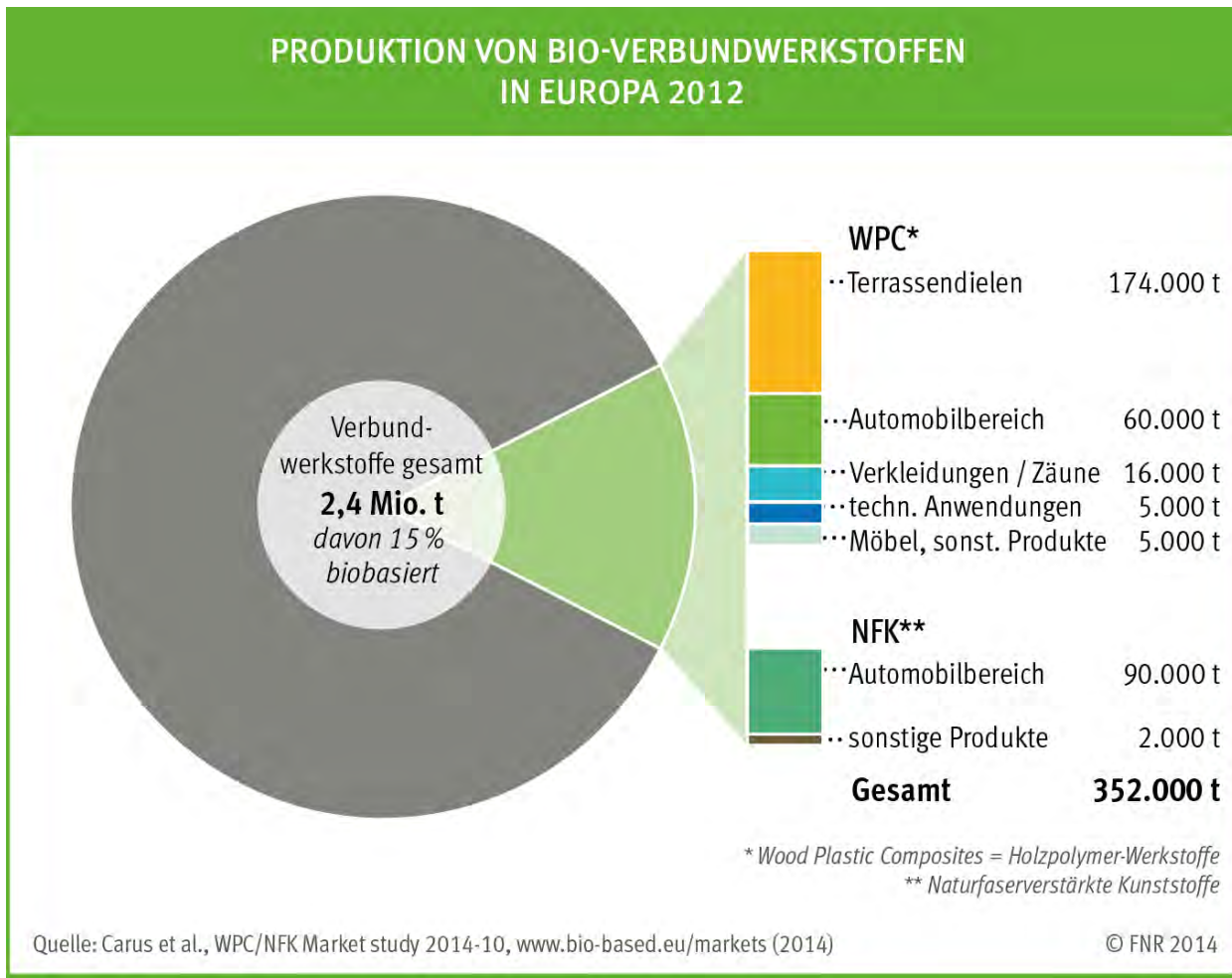




**ENTWICKLUNG DER PRODUKTIONSKAPAZITÄTEN BIOBASIERTER POLYMERE IN DEN VERSCHIEDENEN GLOBALEN MÄRKTEN**







Ölpflanzen

Stärke-,  
Zuckerpflanzen

Faserpflanzen

Eiweißpflanzen

Färberpflanzen

Arzneipflanzen



Raps  
Sonnenblume\*  
Öllein  
Mohn  
Leindotter  
Krambe

Kartoffel  
Weizen\*  
Mais  
Zuckerrübe

Faserlein  
Hanf\*  
Fasernessel

Ackerbohne  
Eiweißerbse  
Lupine\*

Färberwaid  
Färberwau  
Färberknöterich  
Kanadische Goldrute  
Krapp  
Färberhundskamille\*

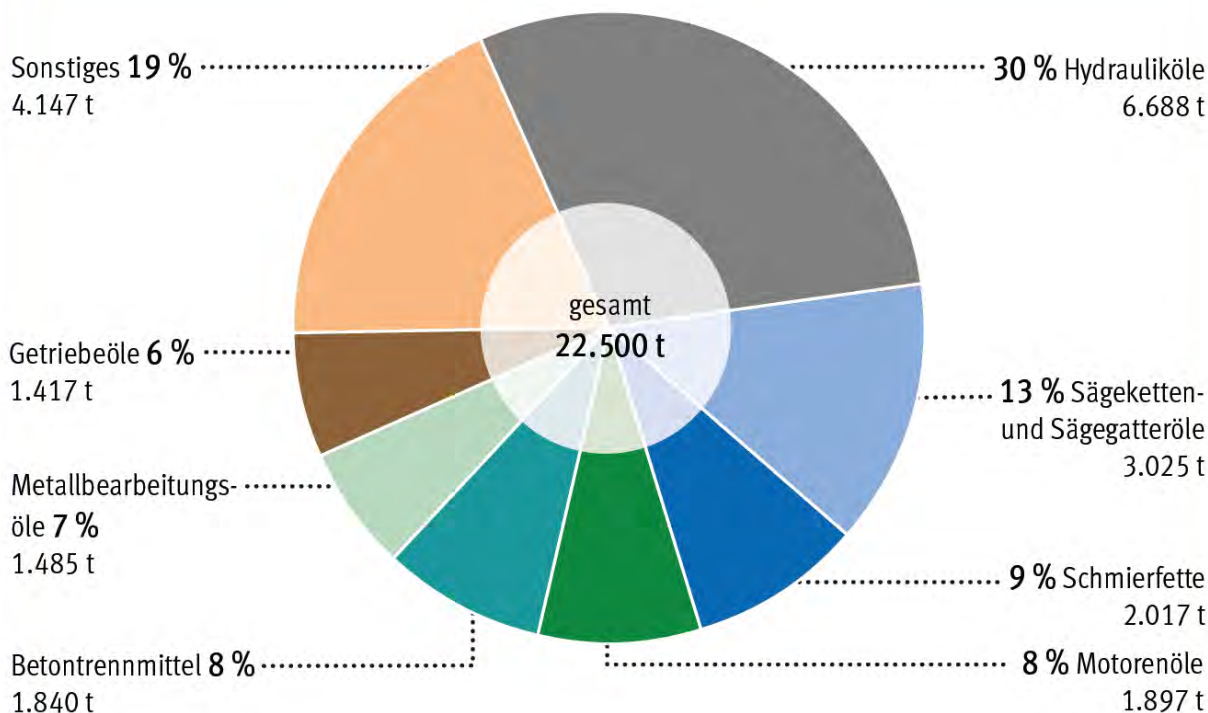
Mariendistel  
Echte Kamille  
Johanniskraut  
Baldrian\*

Fotos (von links nach rechts):  
iStockphoto.com/Dean Turner  
iStockphoto.com/Elena Elisseeva  
iStockphoto.com/Tatyana Ogryzko  
iStockphoto.com/Arpad Benedek  
iStockphoto.com/Willi Schmitz  
iStockphoto.com/dirkr

\* Diese Pflanze zeigt das Foto.



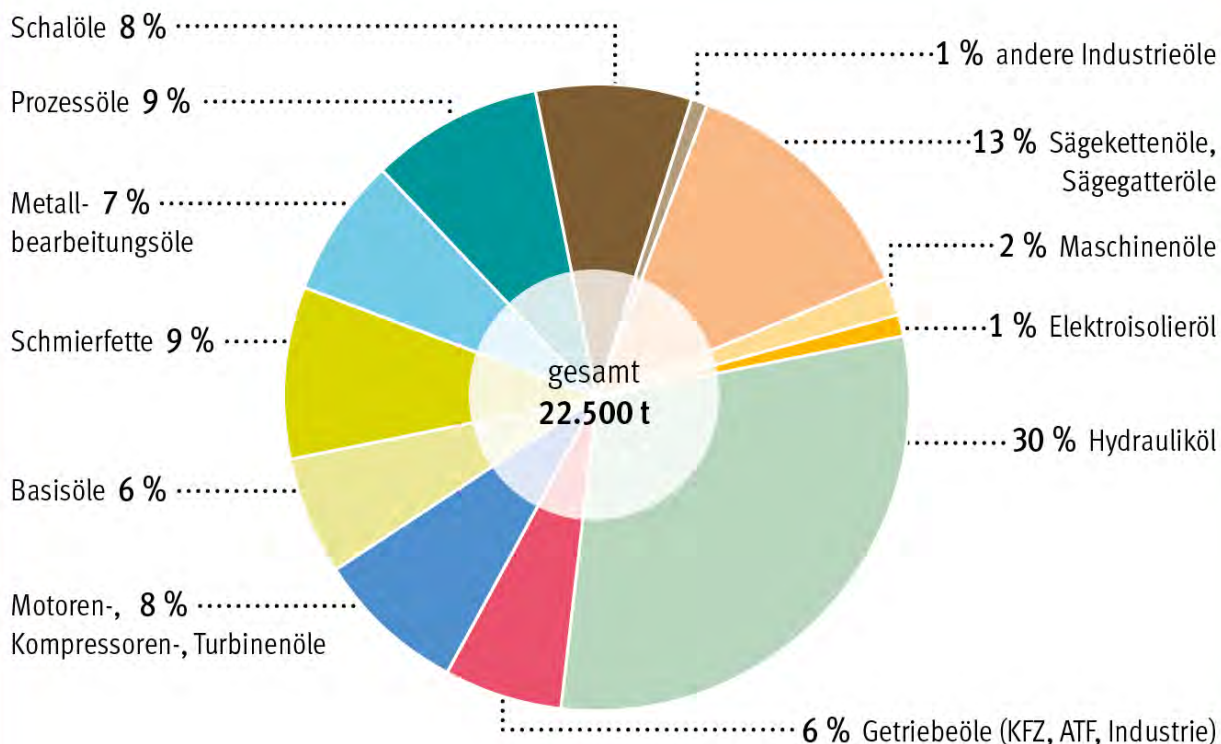
EINSATZMENGEN VON PFLANZENÖLEN UND FETTEN  
 IM DEUTSCHEN SCHMIERSTOFFMARKT 2011



Quelle: MEO (2014)

© FNR 2014

GESAMTMENGE VON EINGESETZTEN PFLANZENÖLEN UND FETTEN  
 IM SCHMIERSTOFFMARKT IN DEUTSCHLAND 2011



Quelle: MEO (2014)

© FNR 2014