

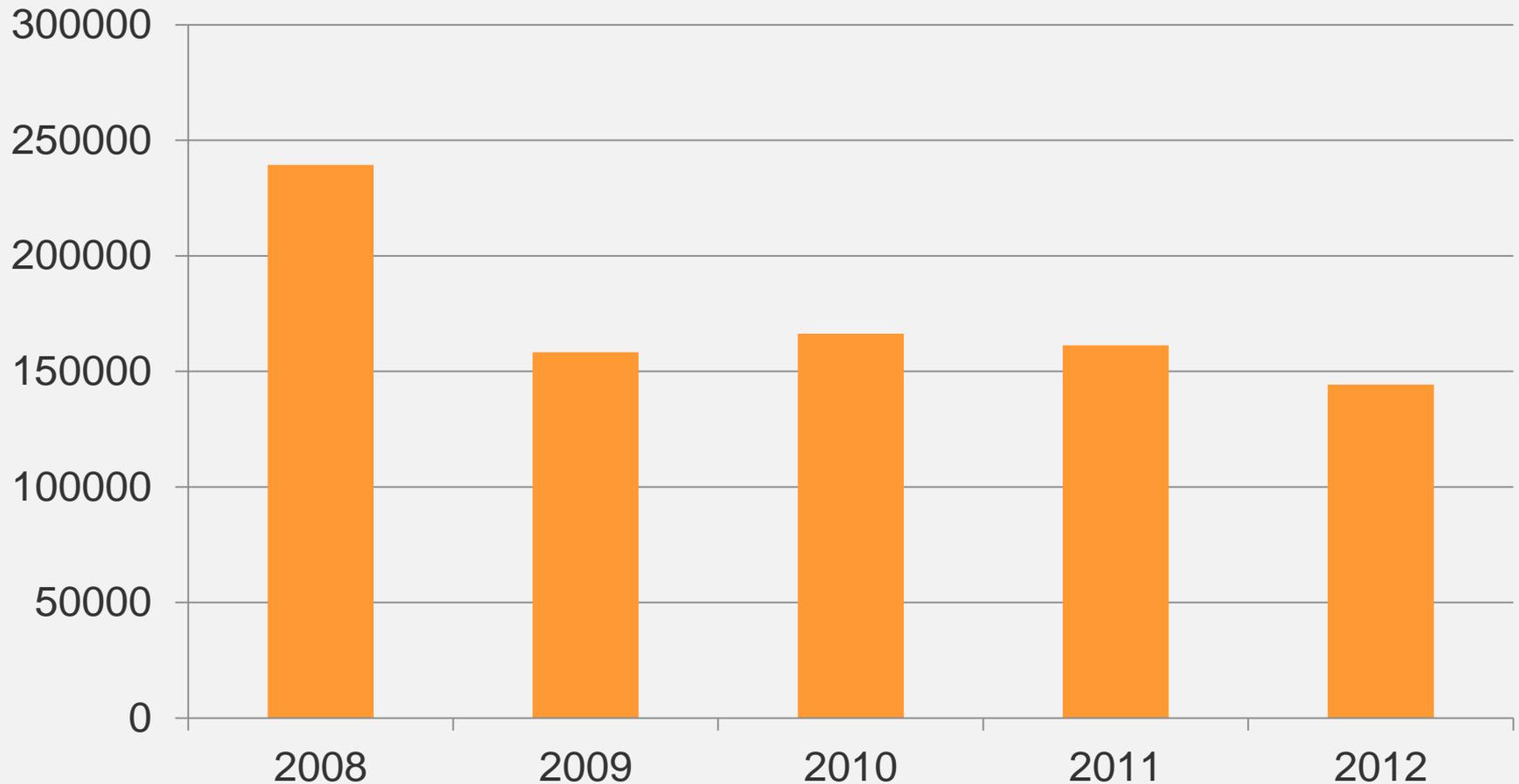
# Modifizierte Hölzer für den Garten im Überblick

## 19. Pillnitzer Galabautag



## Import von Tropenhölzern nach Deutschland in t

Quelle: <http://de.statistica.com>

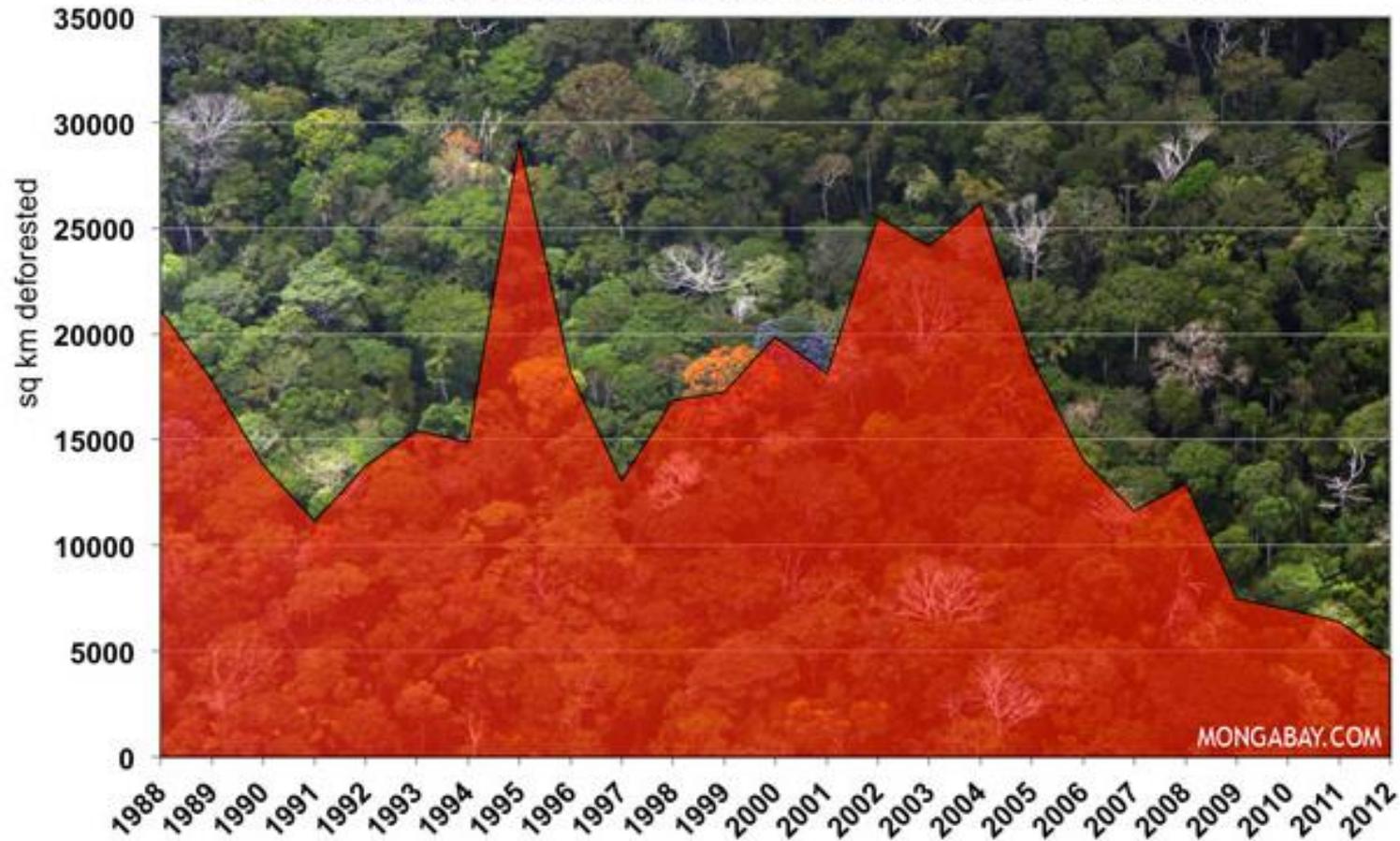




| Verwendungsbereiche von tropischem<br>Schnittholz |           |
|---|-----------|
| Bau   | 20 – 25 % |
| Außenbereich/ Garten                              | 60 – 70 % |
| Inneneinrichtung/ Möbel                           | 5 – 10 %  |
| anderes   | 1 – 5 %   |

Quelle: Probos, 2013

## Deforestation in the Brazilian Amazon, 1988-2012

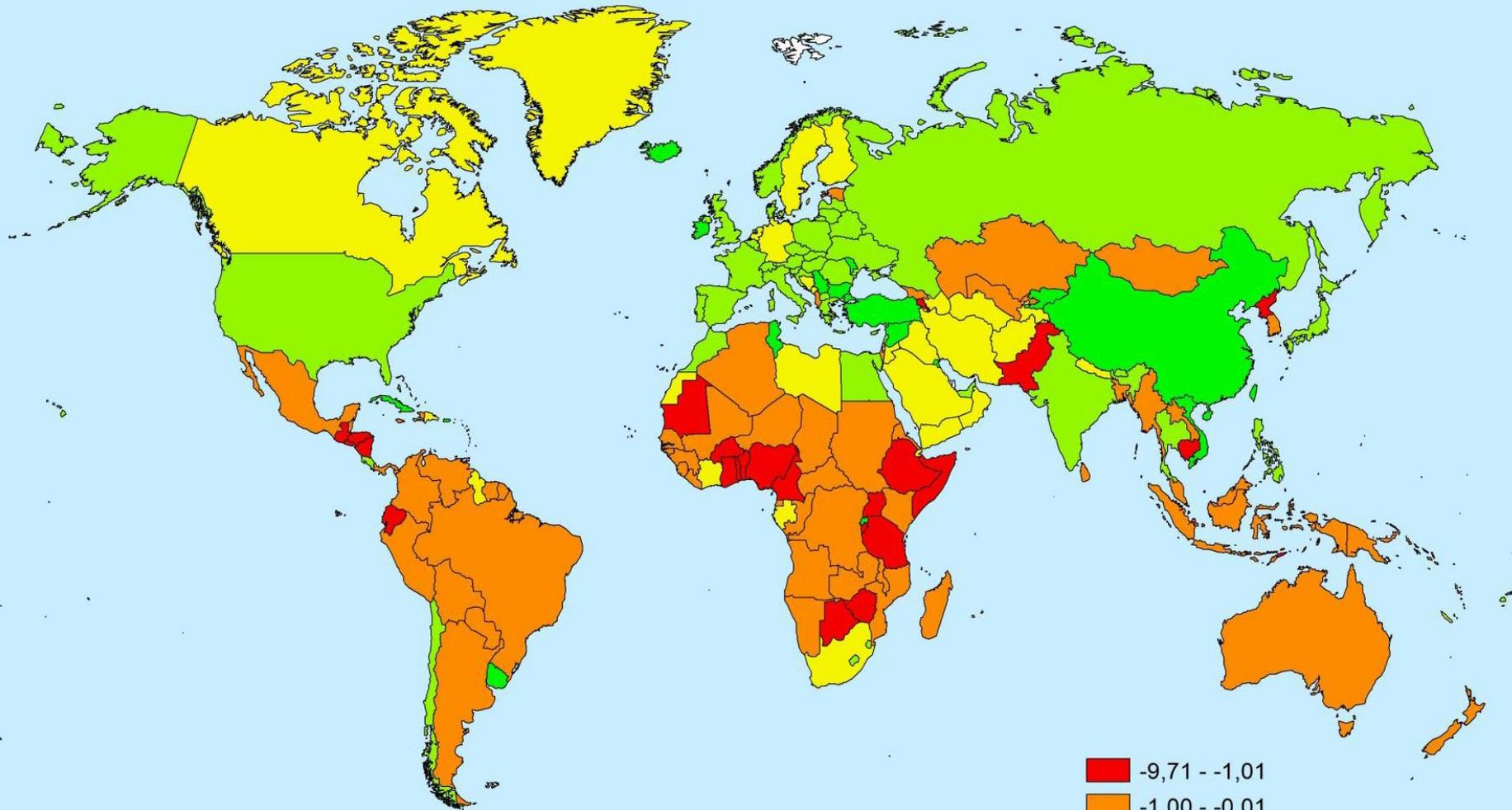


... zum Vergleich: Landesfläche Sachsen 18.420 km<sup>2</sup>

# Globale Entwicklung der Waldfläche 2005 – 2010

(durchschnittliche Veränderungsrate/Jahr)

Quelle: Holger Weimar, 2014



Quellen:  
Food and Agriculture Organization of the United Nations: Global Forest Resources Assessment 2010 (FRA2010)  
ESRI Data & Maps

© 2014 - Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie  
GIS & Kartographie: Johanna Schliemann

Deutschland:

Holzvorrat: 3,7 Mrd. m<sup>3</sup> (höchster Vorrat in der EU)

Waldzuwachs: ~122 Mio m<sup>3</sup>

Einschlag: ~ 76 Mio m<sup>3</sup>

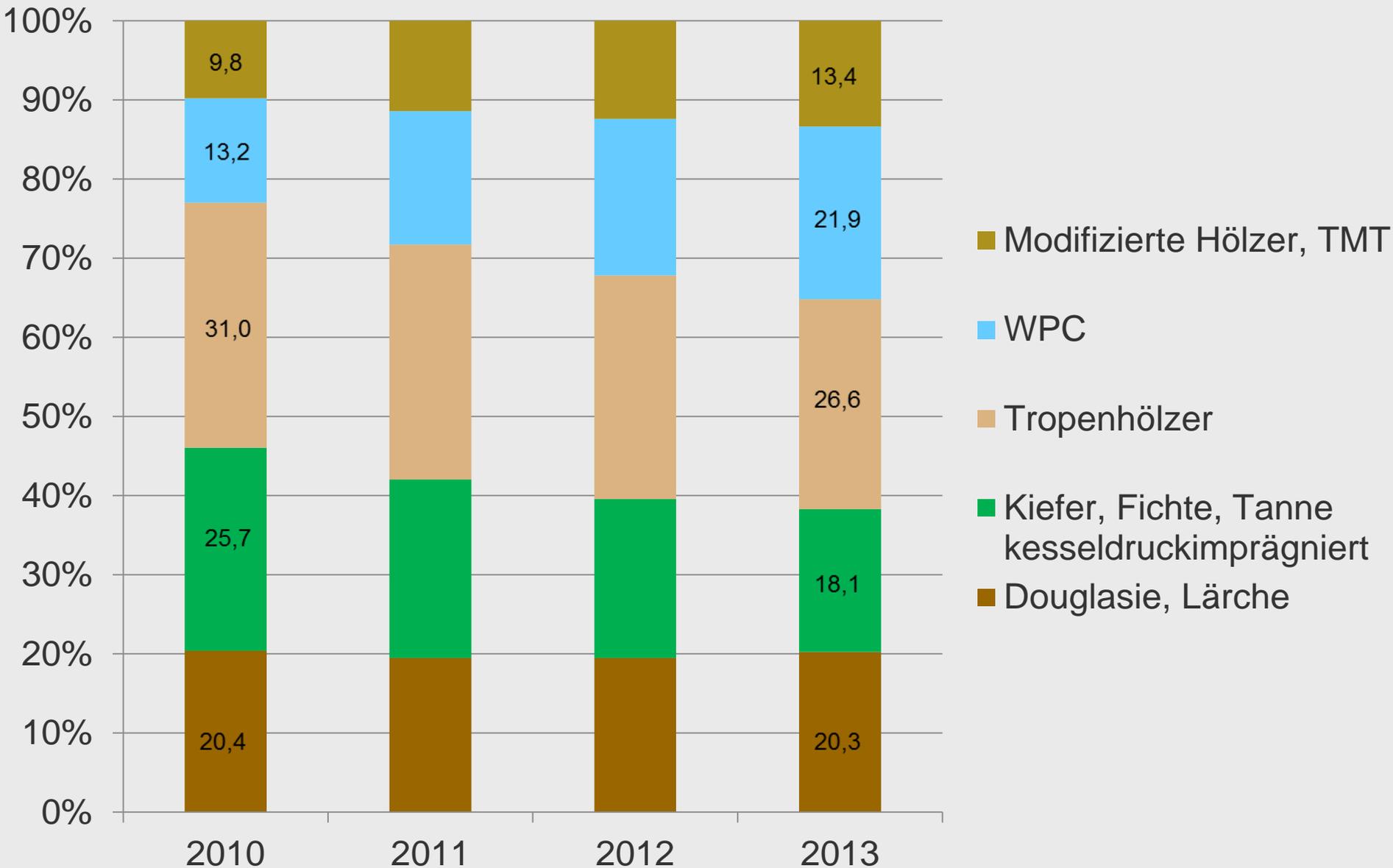
Realzuwachs: ~ 16 Mio m<sup>3</sup>

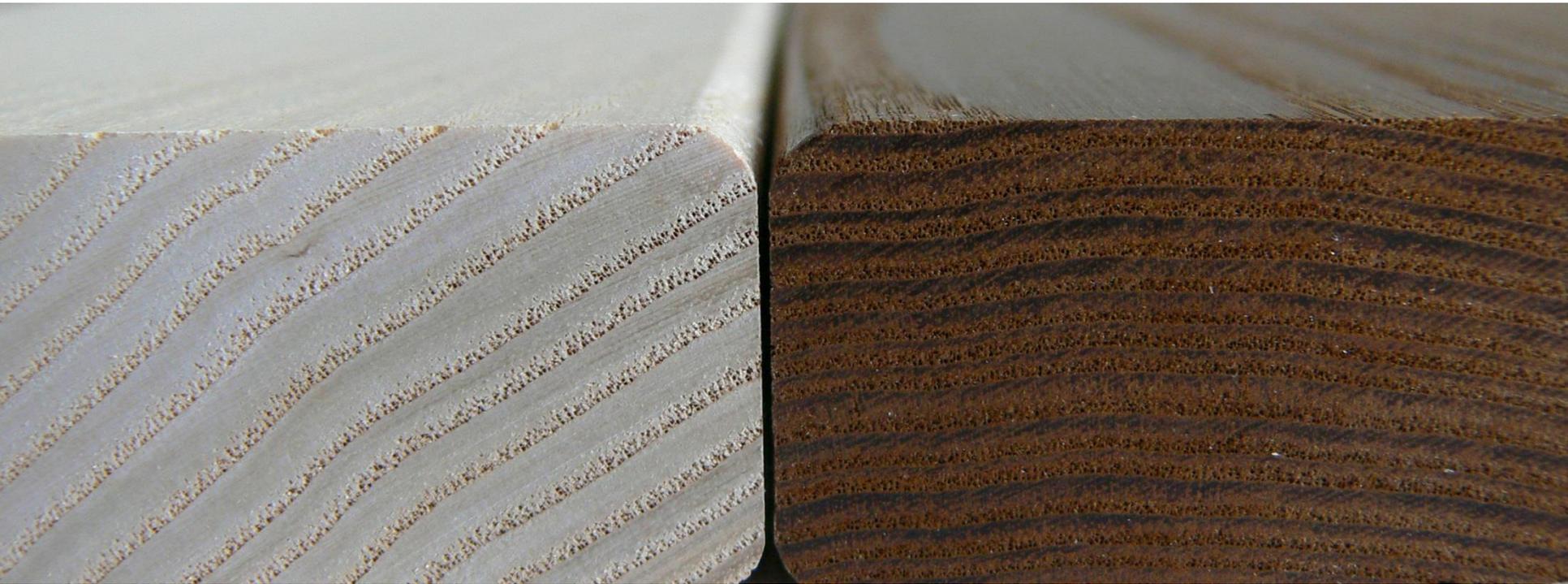
Quelle: [www.bundeswaldinventur.de](http://www.bundeswaldinventur.de)



| Dauerhaftigkeitsklassen von Holz |  |  |
|----------------------------------|--|--|
| Klasse                           | Dauerhaftigkeit unter unseren Klimabedingungen | Holzarten (Beispiele)                      |
| 1                                | über 25 Jahre                                  | Teak (orig.), Cumaru, Ipe, Robinie         |
| 2                                | 15 – 25 Jahre                                  | Bangkirai, Western Red Cedar, europ. Eiche |
| 3                                | 10 – 15 Jahre                                  | Douglasie, Lärche                          |
| 4                                | 5 – 10 Jahre                                   | Fichte, Tanne,                             |
| 5                                | unter 5 Jahren                                 | Buche, Esche,                              |

# Marktanteile verschiedener Hölzer und holzähnlicher Produkte für Terrassenbeläge in Deutschland (nach Scheiding, 2014)

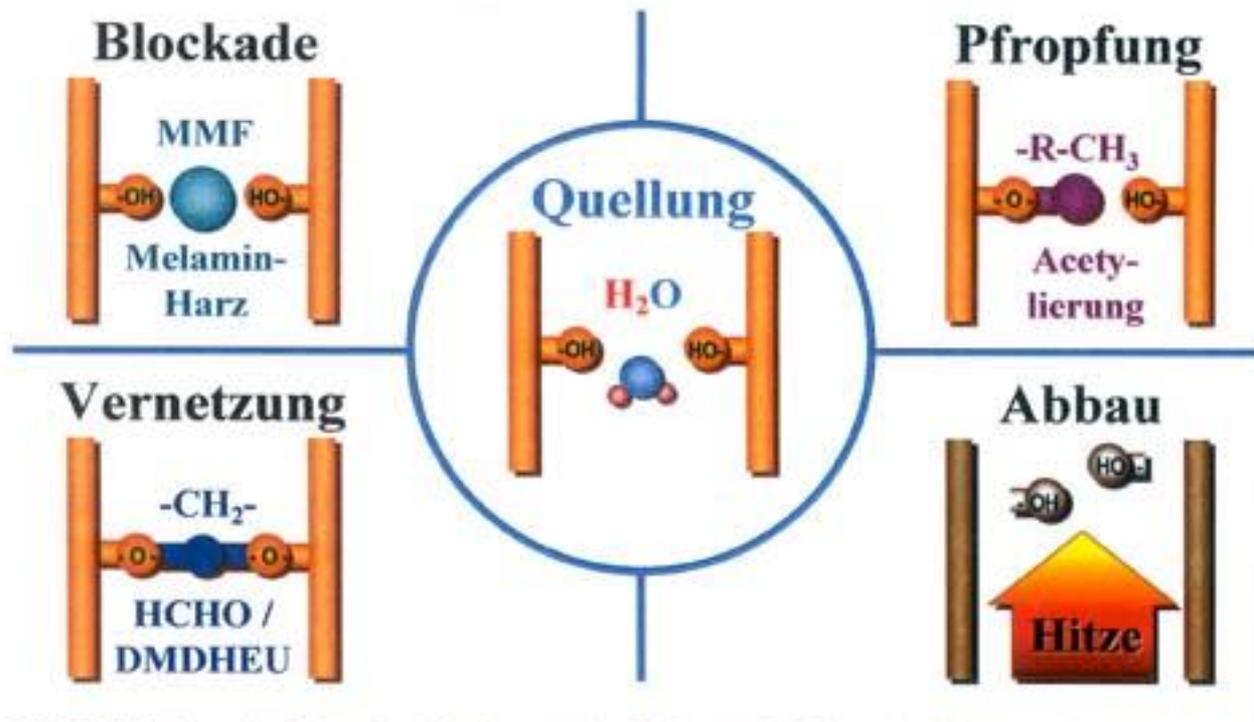




**Holzmodifizierung:**  
Durchgehende Veränderung des Holzes im Sinne einer Holzver-  
gütung zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit gegen Pilzbefall sowie  
zur Verbesserung der Dimensionsstabilität und des Stehvermö-  
gens. (Holz-Lexikon, DRW-Verlag 2008)

## Verfahren

- Thermische Modifizierung
- Einlagerung von Wachsen
- Chemische Modifizierung
  - Acetylierung
  - Furfurylalkohol-Imprägnierung



Varianten der Holzmodifikation (Technologiezentrum Holzwirtschaft Lemgo)



## Prozess der Thermischen Modifizierung

Trocknen bei ca. 100 Grad Celsius , Dauer ca. 20 Stunden  
Ergebnis: Holzfeuchte von fast 0 %

Thermische Modifizierung bei ca. 160 - 230 Grad Celsius ,  
Dauer ca. 2 – 6 Stunden  
Ergebnis: Abbau von Hemizellulosen, Verdampfen von In-  
haltsstoffen, Reduzierung von Hydroxyl-Gruppen

Abkühlen und ab ca. 90 Grad Celsius Befeuchten, Dauer  
ca. 20 Stunden  
Ergebnis: Gleichgewichtsfeuchte von 4 – 7 %

## Veränderungen bei thermisch modifizierten Hölzern gegenüber naturbelassenem Holz

- erhöhte Beständigkeit gegenüber holzerstörenden Pilzen und Insekten
- Verbesserung der Dimensionsstabilität
- geringere Gleichgewichtsfeuchte
- geringere Wasseraufnahme
- dunklere Färbung
- Abnahme der Festigkeit, insbesondere der Stossbiegefestigkeit, Sprödigkeit nimmt zu
- Verringerung der Schraubenauszugsfestigkeit

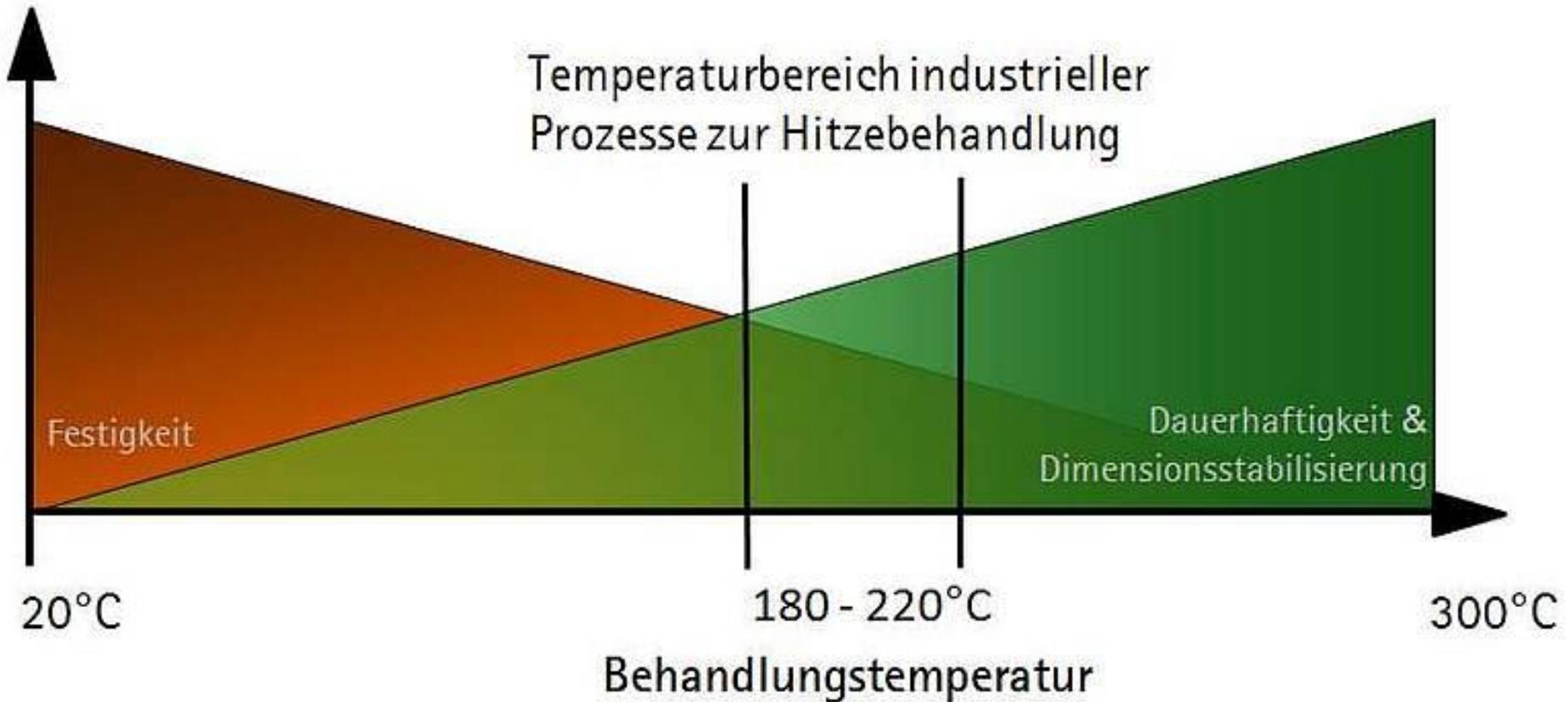
## Praktisch unverändert oder nur wenig verändert bleiben

- das Vergrauen des Holzes durch Licht
- die Anfälligkeit gegenüber holzverfärbenden Pilzen

| Gebrauchsklassen für Vollholz |   |   |
|-------------------------------|---|---|
| 2                             | Gelegentlich feucht (>20 %),<br>mittlere rel. Luftfeuchte >85 %, zeitweise Wasserkondensation | Holz unter Dach, nicht der Bewitterung ausgesetzt, gelegentliche Befeuchtung durch hohe Umgebungfeuchte           |
| 3.1.                          | Gelegentlich feucht (>20 %),<br>Anreicherung von Wasser im Holz nicht zu erwarten             | Holz nicht unter Dach, mit Bewitterung, ohne Erd- und Wasserkontakt, schnelle Rücktrocknung                       |
| 3.2.                          | Gelegentlich feucht (>20 %),<br>Anreicherung von Wasser im Holz zu erwarten                   | Holz nicht unter Dach, mit Bewitterung, ohne Erd- und Wasserkontakt, keine schnelle Rücktrocknung                 |
| 4                             | Vorwiegend bis ständig feucht   | Holz in Kontakt mit Erde oder Süßwasser, bei mäßiger bis starker Beanspruchung überwiegend bis ständig befeuchtet |

| Gebrauchsklassen und Dauerhaftigkeitsklassen |                         |               |   |   |
|--|-------------------------|---------------|---|---|
| Gebrauchs-<br>klasse                         | Dauerhaftigkeitsklassen |               |   |   |
|  | 1                       | 2             | 3 | 4 |
|  | TMT Laubholz            |               |   |   |
|  |                         | TMT Nadelholz |   |   |
| 2  | +                       | +             | + | - |
| 3.1.   | +                       | +             | + | - |
| 3.2.   | +                       | +             |   | - |
| 4  | +                       | -             | - | - |

# Festigkeitsverringering vs. Dauerhaftigkeitserhöhung & Dimensionsstabilisierung



Auftretende Probleme bei TMT beim Einsatz als Terrassendielen und vorbeugende Maßnahmen bei der Verarbeitung und der Montage (Flade, 2014)

### Auftretende Probleme

- Rissbildung
- Abschieferungen
- Brüchigkeit (vereinzelt bis zum Bauteilversagen)

### Gegensteuerung

- Vermeidung ungünstiger Profile (Riffelung, breite Nuten)
- unbedingt Vorbohren
- breite Dielen (> 145 mm) vermeiden
- kleinere Auflagerabstände oder größere Brettdicken im Vergleich zu nichtbehandeltem Holz wählen

## Hersteller von Thermoholz

- Firstwood GmbH, Premnitz,  
(z. Z. nur Verkauf von Lagerbeständen)
- Bad Essener Sägewerk GmbH (ehemals Hagensiecker)
- timura Holzmanufaktur Rottleberode (Harz)
- Holzbodenwerk Krottenthaler GmbH Co. KG  
Michelsneukirchen, Bayrischer Wald
- Thermoholz Austria GmbH (Mirako), Österreich
- International ThermoWood Association, ca. 10 Hersteller  
in Finnland, Schweden und der Türkei
- ThermoWood (Stark AG), Schweiz

Produktionsvolumen in Europa 2013 (nach Scheiding, 2014):  
280.000 m<sup>3</sup>, davon 128.000 m<sup>3</sup> Int. ThermoWood Ass.

## Preisvergleich

(Preise nach Re-elko Holz GmbH & Co. KG, Hofheim)  
für 30 m<sup>2</sup>, Dauerhaftigkeitsklasse 1, Oberfläche glatt

| Holzart               | Dimension      | EUR/m <sup>2</sup> | EUR gesamt |
|-----------------------|----------------|--------------------|------------|
| Thermo-Esche          | 20 mm x 145 mm | 80,26              | 2.407,80   |
| Thermo-Buche          | 25 mm x 130 mm | 82,86              | 2.485,80   |
| Thermo-Eiche          | 25 mm x 130 mm | 109,28             | 3.278,40   |
| Robinie, keilgezinkt  | 23 mm x 118 mm | 73,68              | 2.210,40   |
| accoya®, ungeölt      | 25 mm x 145 mm | 115,09             | 3.452,70   |
| Kebony®, Radiata Pine | 22 mm x 142 mm | 101,39             | 3.041,70   |

# Holzmodifizierung durch Einlagerung von Wachs

Volltränkung mit Wachs (Dauerholz AG, Hamburg und Dabel)

Relativ frisches Kiefernholz wird in Druckkessel eingebracht und der Kessel mit flüssigem Wachs (Paraffin?) gefüllt

Erhitzung auf über 100 Celsius,  
Wasser entweicht aus dem Holz, Zellen füllen sich mit Wachs,  
Holztränkung bis in den Kern, Dauer ca. 96 Stunden

Abkühlung und Konditionierung zur Herstellung der Gleichgewichtsfeuchte

## Veränderungen bei Dauerholz-Kiefer gegenüber naturbelassener Kiefer

- erhöhte Beständigkeit gegenüber holzzerstörenden Pilzen und Insekten (15 Jahre Garantie)
- Verbesserung der Dimensionsstabilität
- geringere Gleichgewichtsfeuchte
- geringere Wasseraufnahme
- etwas dunklere Färbung, Herstellung 8 verschiedener Farbtöne durch Holzöl
- Verbesserung der Festigkeit, insbesondere der Stossbiegefestigkeit
- Erhöhung der Schraubenauszugsfestigkeit

Praktisch unverändert oder nur wenig verändert bleiben

- das Vergrauen des Holzes durch Licht
- die Anfälligkeit gegenüber holzverfärbenden Pilzen (?)

Hersteller: Titan Wood, Niederlande (Lizenzinhaber)

Unbehandeltes Holz, Montereykiefer, Pinus radiata (Herkunft Neuseeland)

Imprägnierung mit Essigsäureanhydrid im Reaktor bei Erhitzung auf ca. 120 Celsius, Dauer ca. 96 Stunden

Nachvakuum zur Entfernung von freiem Essigsäureanhydrid und freier Essigsäure aus dem Holz

Nachbehandlung mit Wasser oder Wasserdampf zur Entfernung restlicher Spuren an freiem Essigsäureanhydrid und freier Essigsäure aus dem Holz, danach Trocknung



## Veränderungen bei accoya®-Holz gegenüber naturbelassener Monterey-Kiefer

- erhöhte Beständigkeit gegenüber holzerstörenden Pilzen und Insekten (25 Jahre Garantie bei Erd- und Süßwasserkontakt, 50 Jahre Garantie ohne Erdkontakt)
- sehr gute Dimensionsstabilität (Quellen und Schwinden um 75 % reduziert)
- geringere Gleichgewichtsfeuchte
- geringere Wasseraufnahme
- moderate Verbesserung der Festigkeit
- bei Verarbeitung leichter Essiggeruch möglich

## Praktisch unverändert oder nur wenig verändert bleiben

- die Holzfarbe
- das Vergrauen des Holzes durch Licht



Vertrieb für Titan-Wood in Deutschland:  
Enno Roggemann GmbH & Co. KG, Bremen  
Neuer Hersteller in Deutschland:  
Solvay Acetow GmbH, Freiburg

Partner in der Nähe:

- Die Kaditzianer, Dresden und Leipzig
- Einkaufs- und Vertriebsgenossenschaft Ostsächsischer Meisterbetriebe des Holzhandwerks e. G., Neugersdorf
- Enno Roggemann, Landsberg-Niemberg

## Preisvergleich

(Katalogpreise der Fa. Die Kaditzianer, Dresden)

für 30 m<sup>2</sup>, Dauerhaftigkeitsklasse 1, Oberfläche glatt

| Holzart                               | Dimension      | EUR/lfd. m | EUR gesamt |
|---------------------------------------|----------------|------------|------------|
| Ipe, KD                               | 21 mm x 142 mm | 16,95      | 3.581,54   |
| Thermo-Esche, geölt                   | 25 mm x 130 mm | 16,95      | 3.915,45   |
| accoya®, La Bella<br>Comfort, dunkel, | 25 mm x 142 mm | 21,95      | 4.638,04   |

Fazit: accoya® ist gegenüber hochwertigem Tropenholz  
um ca. 30 % teurer.

# Holzmodifizierung durch Imprägnierung mit Furfurylalkohol



Hersteller: Kebony Norge AS, Norwegen, seit 2009

Unbehandeltes Holz: Nord. Kiefer, Ahorn, Monterey-Kiefer (Pinus radiata) und Sumpf-Kiefer (Southern Yellow Pine)

Imprägnierung mit einem Furfurylalkohol-Wasser-Gemisch in einem Autoklaven über mehrere Stunden bei Umgebungstemperatur und erhöhtem Druck, Furfurylalkohol: Nebenprodukt aus der Verarbeitung von Zuckerrohr oder Maiskolben

Hochtemperatur- oder Vakuumtrocknung

Aushärtung

## Veränderungen bei Kebony-Holz gegenüber naturbelassenem Holz

- erhöhte Beständigkeit gegenüber holzerstörenden Pilzen und Insekten (30 Jahre Garantie)
- sehr gute Dimensionsstabilität (Quellen und Schwinden um 50 % reduziert)
- dunklere Holzfarbe
- geringere Gleichgewichtsfeuchte
- geringere Wasseraufnahme
- Verbesserung der Festigkeit und der Härte

Praktisch unverändert oder nur wenig verändert bleibt

- das Vergrauen des Holzes durch Licht, bekommt silberne Patina wie Teakholz

## Preisvergleich (Standardpreise nach Holzhandel-Deutschland.de) für 30 m<sup>2</sup>, Dauerhaftigkeitsklasse 1, Oberfläche glatt

| Holzart               | Dimension      | EUR/lfd. m | EUR gesamt |
|-----------------------|----------------|------------|------------|
| Garapa, KD            | 21 mm x 145 mm | 7,85       | 1.624,95   |
| Cumaru, KD, FSC       | 21 mm x 145 mm | 9,45       | 1.956,15   |
| Ipe, AD               | 21 mm x 145 mm | 19,39      | 4.013,73   |
| Kebony®, Radiata Pine | 22 mm x 142 mm | 15,70      | 3.328,40   |

## Preisvergleich

(Angebot der Fa. Wöhlk Holzbaustoffe Dresden)

für 30 m<sup>2</sup>, Dauerhaftigkeitsklasse 1, Oberfläche glatt

| Holzart                | Dimension      | EUR/lfd. m | EUR gesamt |
|------------------------|----------------|------------|------------|
| Cumaru, KD, Prime      | 25 mm x 145 mm | 10,29      | 2.130,00   |
| Ipe, KD                | 21 mm x 145 mm | 14,37      | 2.974,59   |
| Dauerholz, keilgezinkt | 25 mm x 145 mm | 11,01      | 2.279,07   |
| Kebony®, Radiata Pine  | 22 mm x 142 mm | 17,91      | 3.796,92   |

Fazit: Kebony® ist gegenüber gebräuchlichen Tropenhölzern um 70 – 100 % teurer.

## Preisvergleich

| Holzart                | EUR/m <sup>2</sup> | Dauerhaftig-<br>keit,<br>Garantie | Jährliche<br>Abschreibung<br>(EUR/m <sup>2</sup> ) |
|------------------------|--------------------|-----------------------------------|--|
| Garapa, KD             | 54,17              | 25                                | 2,17   |
| Cumaru, KD, Prime      | 65,20 – 71,00      | 25                                | 2,61 – 2,84  |
| Ipe, KD                | 99,15 – 133,79     | 30                                | 3,31 – 4,46  |
| Thermo-Esche           | 80,26 – 130,50     | 25                                | 2,00 – 5,22  |
| Dauerholz, keilgezinkt | 75,97              | 15                                | 5,06   |
| Kebony®, Radiata Pine  | 101,39 – 126,56    | 30                                | 3,38 – 4,22  |
| accoya®, ungeölt       | 115,09 – 153,65    | 50                                | 2,30 – 3,07  |

## Verarbeitungshinweise für modifiziertes Holz

- modifiziertes Holz nicht mit normalem Holz kombinieren
- scharfe Werkzeuge benutzen
- Schraubenlöcher unbedingt vorbohren bzw. selbstbohrende Schrauben benutzen
- Nichtrostende Schrauben und sonstige Verbindungselemente benutzen (mindestens V2A)
- z. T. feinere Sägespäne (TMT), Staubmaske benutzen
- Sägespäne von DAUERHOLZ erhöhen auf glatten Böden z. T. die Rutschgefahr
- DAUERHOLZ lässt sich praktisch nicht schleifen und kann nur mit einem speziellen, vom Hersteller angebotenen Öl beschichtet werden (UV-Schutz)
- Zur Herstellung von Klebeverbindungen unbedingt Hinweise der Hersteller beachten

# Modifiziertes Holz im Vergleich

|                            | Thermoholz  | Dauerholz   | accoya®           | kebony®   |
|----------------------------|---|---|-------------------|---|
| Farbe                      | dunkel,<br>vergraut   | hell,<br>vergraut   | hell,<br>vergraut | dunkel,<br>vergraut   |
| (Biege-)Festigkeit         |  |  | =                 |  |
| Härte                      | mittel  | sehr gut  | gut               | sehr gut  |
| Maßhaltigkeit              | gut   | sehr gut  | sehr gut          | gut   |
| Dauerhaftigkeit            | gut   | gut   | sehr gut          | sehr gut  |
| Schraubenauszugs-<br>kraft | verringert  | erhöht  | =                 | erhöht  |
| Verbindungselemente        | Edelstahl   | Edelstahl   | Edelstahl         | Edelstahl   |
| Beschichtung               | Öl und<br>Lasur   | spezielles<br>Öl  | möglich           | möglich   |
| Qualität                   | differenziert   | gleich  | gleich            | gleich  |
| umweltfreundlich           | ja  | ja  | ja                | ja  |
| Entsorgung                 | problemlos  | problemlos  | problemlos        | problemlos  |

Meine Kollegen und ich bedanken uns  
für Ihre Aufmerksamkeit.

Wir würden uns freuen, Sie zum  
**20. GaLaBau-Tag am 05. März 2016**  
wieder in Pillnitz begrüßen zu dürfen.

