

# Leistung – Anforderung – Beschränkung - Quo vadis Klebstoffentwicklung?

35. TKB-Fachtagung 2019

Frank Gahlmann

Für eine Vorschau auf die künftige Entwicklung von Verlegewerkstoffen ist es sinnvoll, mehrere Teilaspekte zu betrachten, die sich mitunter gegenseitig beeinflussen.

Neben den rein technischen Eigenschaften von Grundierungen, Spachtelmassen und Bodenbelags- und Parkettklebstoffen müssen die Auswirkungen auf Verarbeiter, Verbraucher und Umwelt bedacht werden.

Ein Rückblick auf die Entwicklung der letzten ca. 100 Jahre lässt erkennen, dass diese Teilaspekte schon immer eine Rolle spielten, allerdings veränderte sich ihre Bedeutung unterschiedlich über die Zeit.

Während jahrzehntelang technische Notwendigkeiten und Machbarkeiten das Design der Produkte bestimmten, wurde der Arbeitsschutz in den 1990er Jahren zu einer stark mitbestimmenden Komponente. Ab Mitte der neunziger Jahre wurden daneben Fragen des Verbraucher- und Umweltschutzes immer stärker beachtet. Heutige Produktentwicklungen können zwar von unterschiedlichen Treibern ausgelöst und beschleunigt sein, aber alle vorgenannten Teilaspekte müssen mit berücksichtigt werden.

Es gibt noch zahlreiche Vorstellungen und Wünsche, wie die Leistungsfähigkeit und Anwendungsbandbreite der Verlegewerkstoffe optimiert bzw. ausgedehnt werden kann. Zu einigen Punkten liegen Lösungsansätze auf der Hand, bei anderen lohnt der Blick auf verwandte chemische Technologien oder Anwendungsfelder. Einige Innovationen werden aber nur durch einen weiten Blick über den Tellerrand realisierbar sein.

Mehr als diese technischen Details werden die globalen Fragestellungen der Ressourcenverknappung, der Schadstoffemissionen, der Klimaerwärmung, der globalisierten Warenströme, der Energiegewinnung und der Armutsverteilung sich auch auf den kleinen Bereich der Bodenbelags- und Parkettarbeiten auswirken.

Beginnend bei der Herstellung von Chemie-Rohstoffen über die Formulierung und Produktion der Verlegewerkstoffe, deren Einsatzweisen bis zum Ende der Nutzung von Fußböden werden Fragen der Energieeffizienz, der Energiegewinnung, der Stoffströme und des Recyclings signifikant an Bedeutung gewinnen (müssen). Dieses in einem höheren Maß als es im Alltagsleben (Mobilität, Energieeinsparung, Müllreduktion) ohnehin zunehmend relevant wird, da der Bausektor ein Kernbereich bei Nachhaltigkeitsbetrachtungen ist und sein muss. Das bedingt die Aufgabe, die heute dominierenden Verlegewerkstoffe hinsichtlich unterschiedlichster Parameter zu optimieren. Es müssen vor allem ganzheitliche Lösungen erarbeitet werden, die die zu installierenden (und irgendwann wieder zu deinstallierenden und zu verwertenden) Bodenbeläge mit einschließt. Dieses lässt insbesondere auch die Option offen, dass sich Bodenbelagsarbeiten signifikant verändern und gänzlich andere als die heute dominierenden Verlegewerkstoffgruppen erfordern.

Die Veränderungsprozesse werden langfristig anhalten und mitunter auch sprunghaft erfolgen. Innovationen werden dabei aus der Chemie, aus der Bautechnik und Entwicklung von Bodenbelägen / Bodengestaltungen kommen und neue Optionen und Herausforderungen für Verlegewerkstoffe bedeuten.

Aus den kontinuierlich wachsenden Kenntnissen zur Toxikologie von Chemikalien und den daraus zeitversetzt resultierenden chemikalienrechtlichen und regulatorischen Anforderungen erwachsen daneben Herausforderungen und Beschränkungen bei der Entwicklung von Verlegewerkstoffen, deren Berücksichtigung ggf. sogar auf Kosten der technischen Leistungsfähigkeit erfolgen muss.

Es ist davon auszugehen, dass sich die Dynamik, mit der sich Verlegewerkstoffe insbesondere in den letzten ca. 25 Jahren entwickelt haben, noch verstärken wird, katalysiert durch die o.g. unterschiedlichen Einflußfaktoren.

## (Korrespondierende) Teilaspekte der Entwicklung von Verlegewerkstoffen

### Technische Eigenschaften:

- Verarbeitungseigenschaften
- Funktionserfüllung

### Arbeitsschutz:

- Chemie:  
Akute Toxizität  
(Kennzeichnung)
- Ergonomie

### Verbraucherschutz:

- Emissionen

### Umweltschutz / Nachhaltigkeit:

- Energie
- Recycling
- Emissionen

| Zeit             | PG    | Entwicklung  | T | A | M | U |
|------------------|-------|--|---|---|---|---|
| Beginn 20. Jhdt. | PKL   | Klebung von Parkett auf Betondecken  | ■ |   |   |   |
| 1900 - 1939      | PKL   | Heißasphalt, Steinkohlenteerpech-Lösungen, (Bitumen-/Steinkohlenteerpech-Emulsionen) | ■ |   |   |   |
| 1908             | (SPM) | Erstes Aufkommen der Maurerkrätze  |   | ■ |   |   |
| Vor 1930         | Lack  | Natürlich trocknende Öle / Tierische Wachse  | ■ |   |   |   |
| 1930er           | Lack  | Natürliche Öle mit Trocknungsbeschleuniger (Floor Sealer)                            | ■ |   |   |   |
| 1940             |       | Steinholzestriche  |   |   |   |   |

| Zeit          | PG    | Entwicklung  | T | A | M | U |
|---------------|-------|--|---|---|---|---|
| 1944          | (PKL) | Aufnahme der Produktion von Mosaik-Parkett<br>(Marktanteil in Europa: 60%) |   |   |   |   |
| 1939-1950     | (SPM) | Zusammenhang zwischen Maurerkrätze und Chromat im Zement erkannt.          |   | ↓ |   |   |
| Ende 1940er   | Lack  | Öl-Kunstharz-Siegel  |   |   |   |   |
| Anfang 1950er | SPM   | Aufkommen von ZE und PVC<br>Handspachtelung mit Gipsmasse                  |   |   |   |   |
| Anfang 1950er | PKL   | Lösemittel-Naturharzklebstoffe   |   |   |   |   |
| Anfang 1950er | PKL   | Dispersionsklebstoffe (Methanol-/Toluol-haltig)                            |   |   |   |   |

| Zeit      | PG   | Entwicklung  | T | A | M | U |
|-----------|------|--|---|---|---|---|
| 1953      | Lack | Natürliche Öle mit Trocknungsbeschleuniger und säurehärtender Harnstoffharzlösung (Schwedische Versiegelung) |   |   |   |   |
| 1950er    | BBKL | Neoprene-Klebstoffe für PVC und Linoleum   |   |   |   |   |
| 1950er    | BBKL | Lösemittel-Kunstharz-Klebstoffe für Linoleum   |   | ↑ |   |   |
| 1950er    | Lack | DD-Lacke   |   | ↓ |   |   |
| 1955-1960 | SPM  | Selbstverlaufende Gipsmassen (Kasein)<br>Aufkommen der zementären SPM  |   | ↓ |   |   |
| 1960er    | BBKL | Einführung Einseit-Bodenbelagsklebstoffe - LM-haltig (MeOH, Toluol)  |   | ↑ |   |   |

| Zeit         | PG    | Entwicklung  | T | A | M | U |
|--------------|-------|--|---|---|---|---|
| Ende 1960er  | PKL   | Lösemittel-Kunstharz-Parkettklebstoffe (Methanol)      | ↓ | ↓ |   | ↓ |
| 1960er       | SPM   | Zementäre selbstverlaufende SPM                        | ↓ | ↓ |   |   |
| 1970         | Lack  | SH-Lacke: Reduzierter LM-Gehalt: geruchsarm            |   | ↑ | ↑ |   |
| 1971         | (SPM) | Untersuchung zu Cr(VI)-Reduzierung ( $\text{FeSO}_4$ ) |   | ↑ |   |   |
| Mitte 1970er | Lack  | Beginn der Entwicklung von Wasserlacken                | ↑ | ↑ |   | ↑ |
| 1979         | Lack  | Erster Wasserlack in Deutschland                       | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |

| Zeit        | PG   | Entwicklung   | T | A | M | U |
|-------------|------|---|---|---|---|---|
| 1975-1980   | SPM  | Schwundarme und schnell belegbare zementäre SPM (Ettringit)                                       | ■ |   |   |   |
| 1980er      | BBKL | Weiterentwicklung Disp-BBKL mit geringem LM-Anteil (<10% Aromaten / Alkohole)                     | ■ | ↑ |   |   |
| 1983-1989   | SPM  | Chromat-Reduzierung in Skandinavien (max. 2 ppm wasserlösliches Chromat)                          |   | ↑ |   |   |
| 1984        | Lack | 2 Komponenten-Wasserlack (Abriebbeständigkeit)  | ■ |   |   |   |
| Ende 1980er | BBKL | Lösemittelfreie BBKL – Hochsieder-haltig  | ■ | ↑ |   |   |
| 1989        |      | Gründung von Gisbau: Informationen zu Gefahrstoffen am Bau / Leichte Orientierung für Verarbeiter |   | ↑ |   |   |

| Zeit      | PG    | Entwicklung  | T | A | M | U |
|-----------|-------|--|---|---|---|---|
| 1991      | (SPM) | Diskussion um Chromat-Reduzierung in D   |   | ↑ |   |   |
| 1991-1997 |       | Arbeitsplatzmessungen Gisbau zur LM-Exposition   |   | ↑ |   |   |
| 1992-1993 | PKL   | 2 K-PUR-Parkettklebstoffe  |   | ↑ | ↑ | ↑ |
| 1993      | Lack  | <u>TRGS 617</u> : LM-basierte Systeme sollen durch Wasserlacke mit <15% LM ersetzt werden. |   | ↑ | ↑ | ↑ |
| 1993      |       | Einführung des Giscode-Systems   |   | ↑ |   |   |
| 1993      | SPM   | <u>TRGS 613</u> : Chromatarmer Zemente / Zubereitungen: Cr(VI) < 2 ppm festgeschrieben.    |   | ↑ |   |   |

| Zeit   | PG   | Entwicklung  | T | A | M | U |
|--------|------|--|---|---|---|---|
| 1993   | BBKL | LM-freie BBKL sind Stand der Technik<br>Entwicklung von VOC-freien Produkten                           | █ | ↑ | ↑ | ↑ |
| 1994   | PKL  | 1 K-PUR-Parkettklebstoffe - hartelastisch  | █ | ↑ | ↑ | ↑ |
| 1990er | SPM  | Wiedereinführung von CaSO <sub>4</sub> -SPM in West-D<br>⇒ Keine Belastung durch Alkalität und Chromat | █ | ↑ |   |   |
| 1995   | Lack | Anteil der Wasserlacke in D > 50%  |   | ↑ | ↑ |   |
| 1995   | Lack | Renaissance der Öl- und Wachssysteme:<br>Stark LM-haltig / high solid / LM-frei                        | █ |   |   |   |
| 1996   | PKL  | Weichelastische Disp-Holzplaster-Klebstoffe:<br>Ersatz für stark LM-haltige und Bitumen-/Teerpech-KL   | █ | ↑ |   |   |

| Zeit | PG   | Entwicklung   | T | A | M | U |
|------|------|---|---|---|---|---|
| 1996 | PKL  | Pulver-Parkettklebstoffe: Quellungsarme Disp-PKL<br>Alternative zu stark LM-haltigen PKL              | █ | ↑ |   |   |
| 1997 |      | Gründung der GEV  |   |   | ↑ |   |
| 1998 | SPM  | Branchen-Regelung „Chromatarme Zemente“:<br>Maßnahmen zur generellen Cr(VI)-Reduktion                 |   | ↑ |   |   |
| 1998 |      | TRGS 610: Dispersions-Produkte als Alternative zu stark‘<br>LM-haltigen Klebstoffen und Grundierungen |   | ↑ | ↑ |   |
| 1999 | Lack | 2 K-PUR-Wasserlacke haben wegen guter technischer<br>Eigenschaften einen hohen Marktanteil            | █ | ↑ |   |   |
| 1999 | PKL  | Weichelastische, z.T. Monomer-arme 1 K-PUR-PKL  | █ | ↑ |   |   |



Quelle: [5]



Quelle: [2]

| Zeit          | PG   | Entwicklung  | T | A | M | U |
|---------------|------|--|---|---|---|---|
| Ab 1997       | SPM  | Eimicode für SPM:<br>Kontrolle insbesondere von Aldehyd-Emissionen       |   |   | ↑ |   |
| 2000          | PKL  | SMP-Parkettklebstoffe:<br>Primäre Alternative zu LM-PKL                  | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| 2000er        | BBKL | EC1(R)-BBKL sind Stand der Technik                                       | ↑ |   | ↑ |   |
| 2005          | SPM  | RL 79/769 (EWG):<br>Nicht-chromatarmer Zemente EU-weit verboten          |   | ↑ |   |   |
| 2009          | Lack | GEV führt den Eimicode für Parkett-Oberflächen-<br>behandlungsmittel ein | ↑ |   | ↑ |   |
| 2008-<br>2010 | SPM  | Untersuchungen zu staubarmen Trockenmörteln.<br>TRGS 559:2010-02         | ↑ | ↑ |   |   |



Quelle: [5]



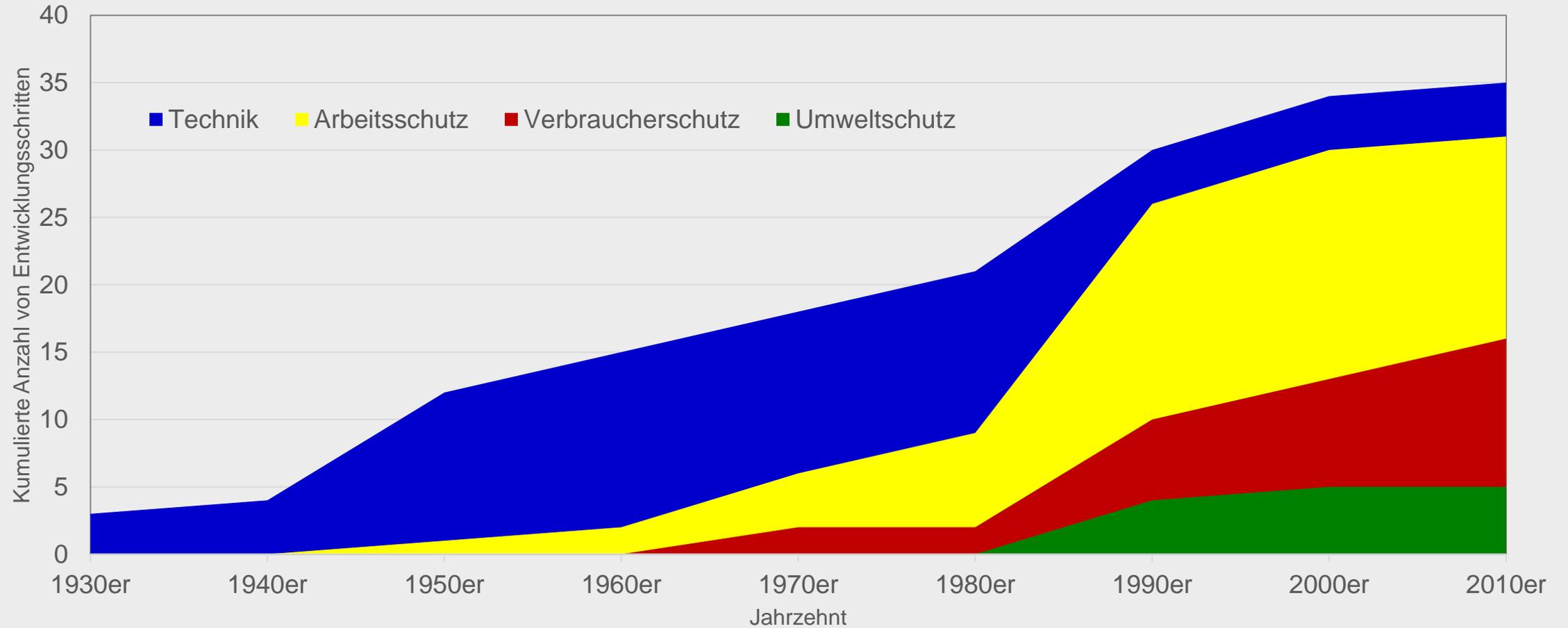
Quelle: [2]



Quelle: [6]

| Zeit      | PG          | Entwicklung   | T | A | M | U |
|-----------|-------------|---|---|---|---|---|
| 2008-2010 | PKL         | Untersuchungen zur Verarbeiter-Gefährdung durch SMP- und PUR-PKL  |   | ↑ |   |   |
| 2010      |             | TRGS 610: PUR- und SMP-Produkte anerkannt als Ersatzstoffe für stark lösemittelhaltige Grundierungen und Klebstoffe |   | ↑ | ↑ |   |
| 2011      | PKL<br>Lack | Bauaufsichtliche Zulassungspflicht für Parkettoberflächenbehandlungsmittel und Parkettklebstoffe                    |   |   | ↑ |   |
| 2012      | BBKL        | Bauaufsichtliche Zulassungspflicht für Bodenbelagsklebstoffe  |   |   | ↑ |   |
| 2013      | PKL         | ISO 17178: Klassifizierung von PKL (Mechanik)   |   |   |   |   |

Historie verschiedener Teilaspekte der Entwicklung von Verlegewerkstoffen



## **Leistung:**

**Technische Eigenschaften**

## **Anforderungen:**

**Arbeitsschutz**

## **Anforderungen:**

**Umweltschutz (Verbraucherschutz)**

## **Beschränkungen:**

**Zulassungen / Chemikalienrecht**

## Geschwindigkeit

### Minimierung der Bauzeiten

#### Flüssige Systeme: Optimierung der Kinetik

- Chemisch härtende Klebstoffe und Grundierungen mit komplexer Kinetik  
(multiple cure-Systeme)
- ✓ Schnellspachtelmassen (mineralisch / organisch)

#### Trockene Systeme

- ✓ Trockenklebstoffe
- nivellierende Unterlagsbahnen
- folienartige, selbstklebende Dampfbremsen etc.
- hot melts



## Universalität

### „Ein Produkt für alles“

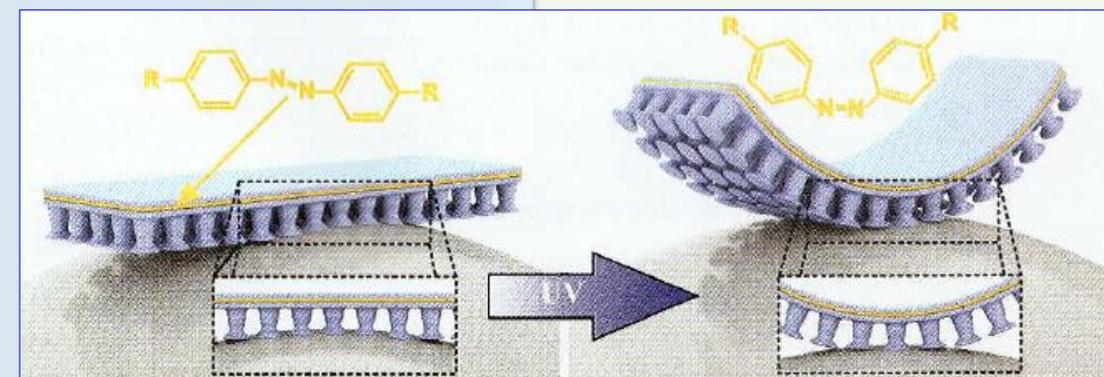
- Anwendungsbereich:
  - Universelle Eignung für Beläge: Kombination gegenläufiger Parameter
    - z.B.: Bodenbelagsklebstoffe mit Fadenzug, temporärer Nachklebrigkeit und hoher Maßhaltigkeit
- Verlegebedingungen:
  - Leistung möglichst unabhängig von Raumklima und Untergrundeigenschaften
    - nur bedingt möglich (Naturgesetze); z.B. Reaktionsharzgrundierungen mit mehrstufiger Härtung



## Rückbaubarkeit

### Ausbau leicht gemacht

- Adhäsion:
  - Grundierungen / Klebstoffe / Unterlagen mit definierter (limitierter) Adhäsion i. Abh. v. der Belastung
- Kohäsion:
  - „Entklebung“ auf Knopfdruck (**debonding on demand**):
    - Magnetismus
    - Elektrische Leitfähigkeit
    - Thermisch
    - (Licht-induziert)
  - Zwischenschicht mit Sollbruchstelle



Quelle: [8]

## Mehrwert

### Was noch außer Ebenen und Kleben?

Informationen von / aus Verlegewerkstoffen:

- Grundierungen, die Verfilmungs- / Vernetzungsgrad anzeigen
- Wasserdampfdiffusionsbremsende Grundierungen, die Wasserdampfdiffusionsraten anzeigen
- Spachtelmassen, die Belegreife anzeigen
- Grundierungen / Klebstoffe, die Oberflächentemperaturen anzeigen



## Stehendes Arbeiten



### Das Beste für Meniskus und Bandscheibe

- ✓ Grundierungsrolle mit Teleskopstiel
- ✓ Transportwagen für Spachtelmassen
- ✓ Raketel und Stachelwalze mit Teleskopstiel
- ✓ Parkettklebstoff-Auftragsgerät
- ✓ Lackierrolle mit Teleskopstiel

→ Auftragsgerät für Bodenbelagsklebstoffe



Quelle: [2]

## Heben und Tragen

### Gewichtsreduktion und Tragekomfort

- ✓ Mineralische Spachtelmassen mit reduzierter Dichte
- ✓ Dispersionsgrundierungs-Konzentrate
- Bodenbelagsklebstoffe mit niedriger Dichte: Reduzierte Eimer-Gewichte
- Parkettklebstoffe mit niedriger Dichte: Reduzierte Eimer-Gewichte
- Spachtelmassenverpackungen mit Tragegriffen



Quelle: [1]

## Sensibilisierende Inhaltsstoffe

### Berücksichtigung des chronischen Hautkontakts

- ✓ Polyurethan-Klebstoffe und -Grundierungen sind Ersatzstoffe gemäß TRGS 610.
- Alternativen zu CIT- / MIT-haltigen Konservierungsmitteln
- EIS-Projekt: Vermeidung von stark sensibilisierenden EP-Formulierungen



Quelle: [3]

### EIS-Projekt

- Ranking von Stoffen in EP-Systemen nach deren Wirkungsstärke
  - Tendenziell: Aromatische EP > Reaktivverdünner >= Monomere Amine > Addukte / Polyaminoamide
  - Kreuzallergien
- EP-Formulierungen: Gemisch-Rechner: Berechnung des Gesamt-Sensibilisierungspotentials
  - Rechen-tool auf der Basis von Humandaten und in vitro-Daten
  - Verstärkende Wirkungen von Säuren, (Lösemitteln)

⇒ **Anpassung von EP-Formulierungen!**

|  |                     |          |
|--|---------------------|----------|
| Technische Regeln<br>für<br>Gefahrstoffe | Mineralischer Staub | TRGS 559 |
|--|---------------------|----------|



Quelle: [4]



Quelle: [5]

## Inhalation

### Dämpfe und Stäube am Bau



- ✓ Staubreduzierte SPM / Sack-Entleerungshilfen / Staubabsaugungen (TRGS 559)
  - ✓ Lösemittelfreie Klebstoffe und Grundierungen: GISCODE und TRGS 610
  - ✓ Sehr emissionsarme Grundierungen, Klebstoffe und Spachtelmassen (Emicode EC 1)
- **SMP-Klebstoffe und Grundierungen**

#### SMP-Produkte:

- Kondensationsharze: Bestimmungsgemäße Freisetzung von Alkoholen bei der Härtung!
  - Überwiegend wird mit Methanol freigesetzt:  
Akut Tox. Kat. 3: H301-H311-H331; STOT SE 1: H370; Entz. Fl. Kat. 2: H225
  - Bearbeitungsliste des AGS-UA III (14.11.2018):  
Reduktion des MAK-Wertes von MeOH: 270 mg/m<sup>3</sup> / 200 ppm → 130 mg/m<sup>3</sup> / 100 ppm
- ⇒ **Neue AGW-Messungen mit SMP-Klebstoffen und SMP-Grundierungen**
- ⇒ **Umstellung der Formulierungen auf andere Alkoxysilan-Gruppen**

„Wie eine sothane Conservation und Anbau des Holzes anzustellen, daß es eine continuiertliche beständige und nachhaltige Nutzung gebe, weiln es eine unentbehrliche Sache ist, ohne welche das Land in seinem Esse nicht bleiben mag.“

Hans Carl von Carlowitz: Silvicultura oeconomica, 1713

Quelle [9]

Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie: „**Der Weg in eine enkelgerechte Zukunft**“

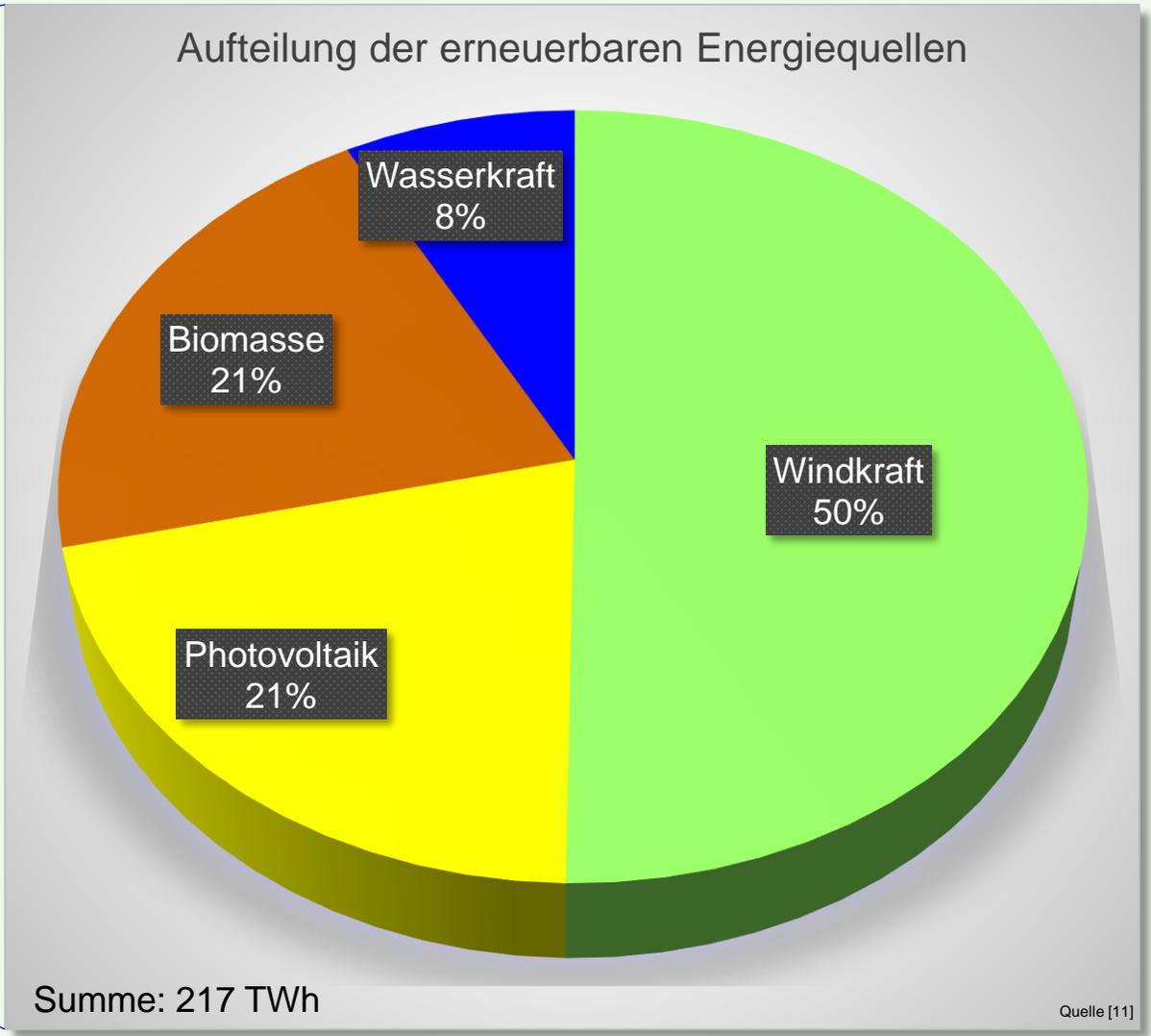
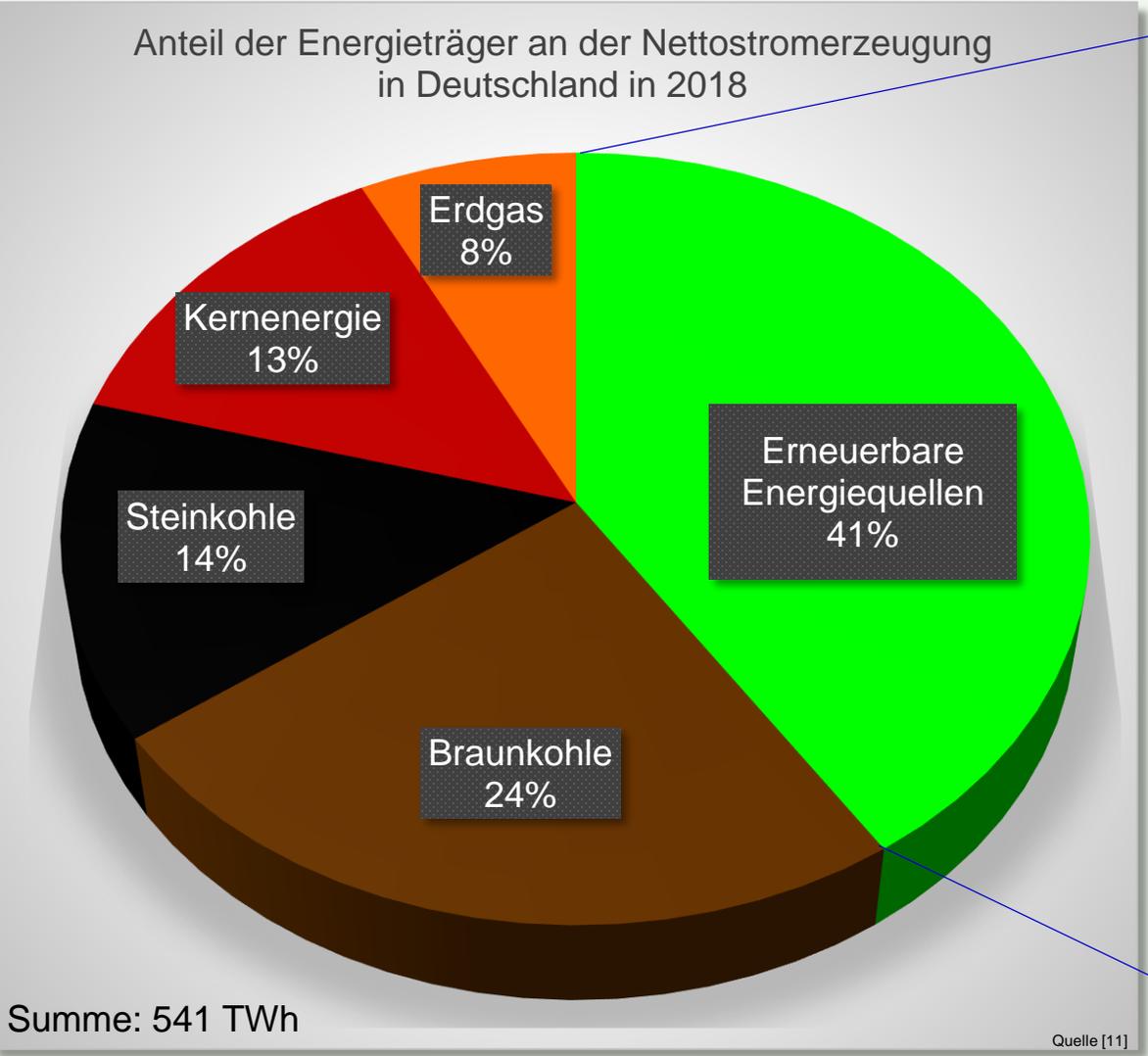
#### Ausgewählte Teilaspekte:

- Regenerative Energie
- Nachwachsende Rohstoffe
- Recycling
- Umweltproduktbewertungen

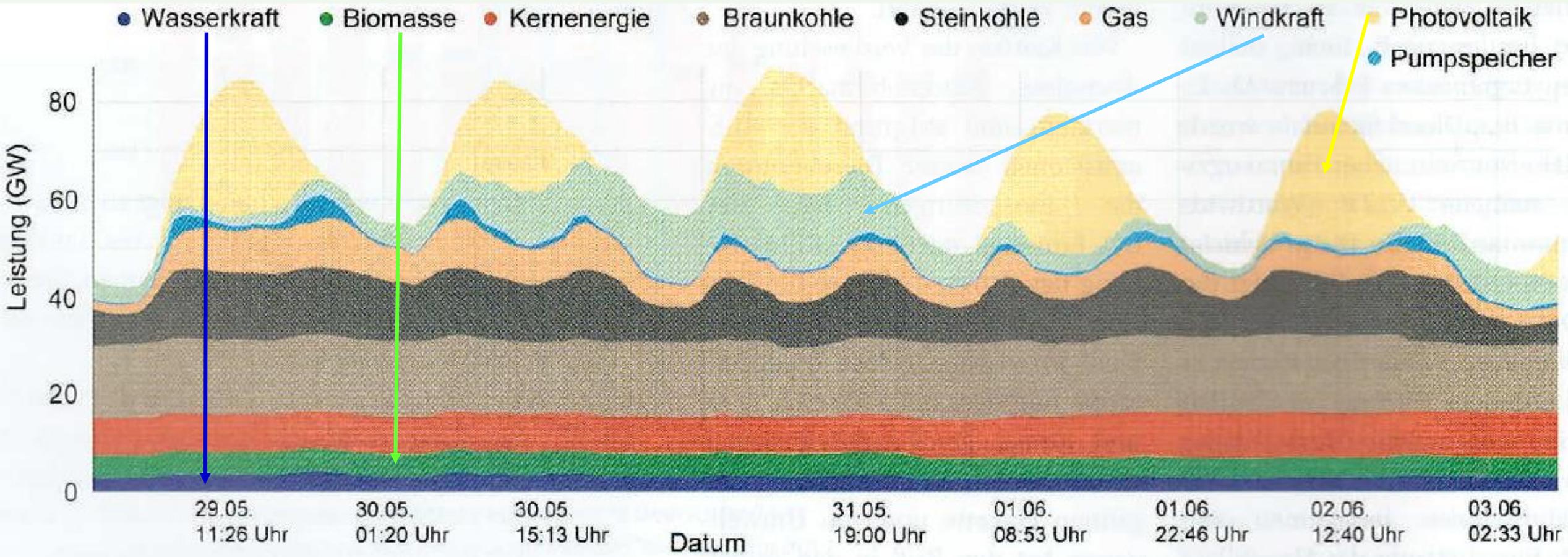


Quelle [10]

# Regenerative Energien: Aktueller Sachstand



**Regenerative Energien: Der Weg ist noch weit!**



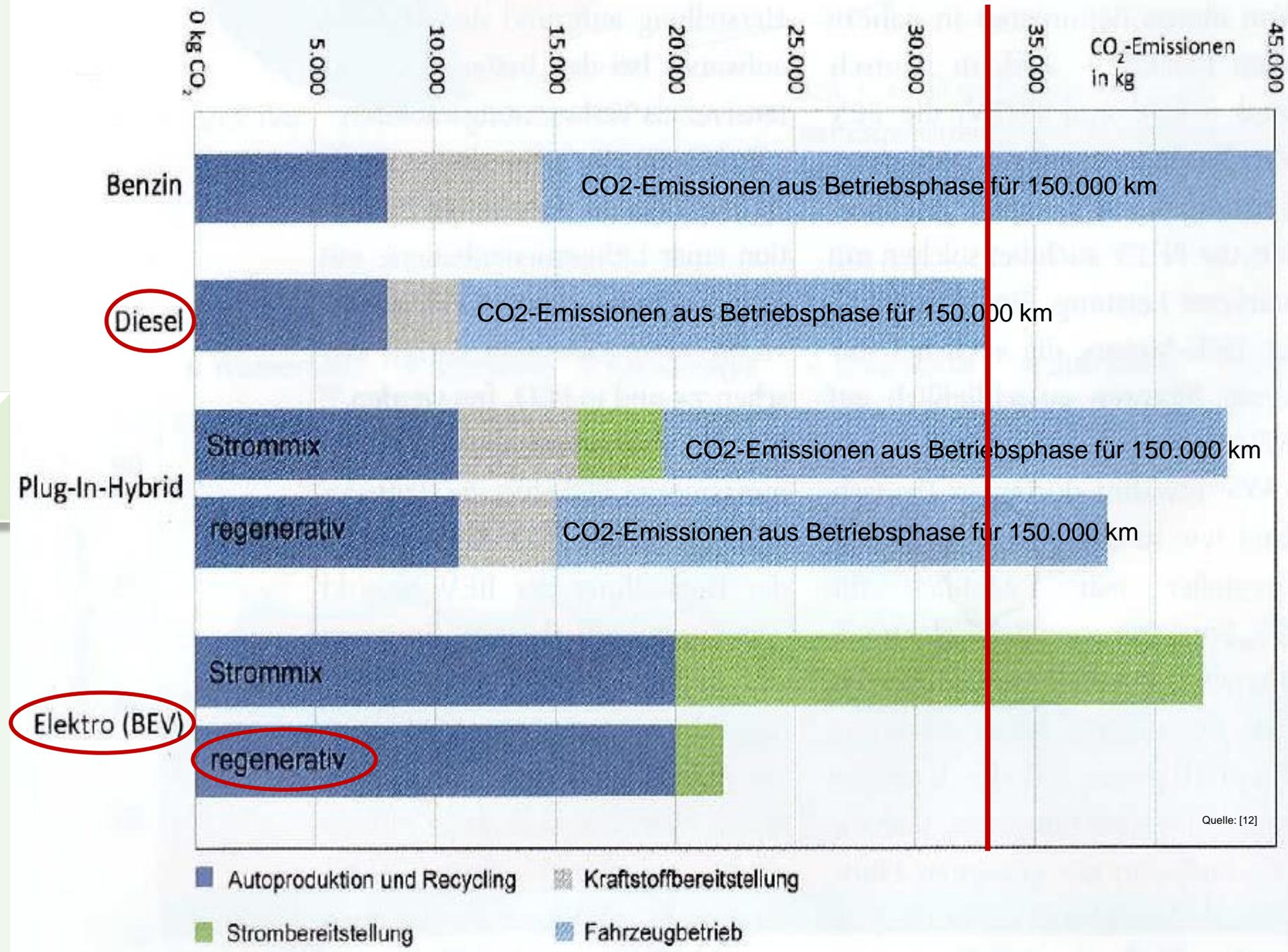
Netto-Stromerzeugung aus verschiedenen Energieträgern im Verlauf von 6 Tagen in 2017

Quelle: [11]

# Quo vadis?

- Anforderungen
- Umweltschutz
- Nachhaltigkeit

## Regenerative Energien: Vergleich: E-Autos



## Nachwachsende Rohstoffe:

- ✓ Ricinusöl(derivate): Polyole in 2 K-PUR-Produkte
- ✓ Kolophonium(derivate): Bodenbelagsklebstoffe
- ✓ Fettalkohol- / Fettsäure-basierte Polyole, Weichmacher und Additive
- ✓ Fettsäurebasierte Polyaminoamide
- ✓ Lignin-basierte PU-Dispersionen

## Natürliche Rohstoffe:

- ✓ Mineralische Füllstoffe: Calciumcarbonat, Kaolin, BaSO<sub>4</sub>, Talkum, Wollastonite etc.

## Regenerative Rohstoffe:

- Defossilierung: Chemie basierend auf CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> (Elektrolyse mittels Photovoltaik):  
Chemische Synthese-Bausteine / Kraftstoffe: OME (Oxymethylenether)

## Biotechnologisch produzierte Rohstoffe:

- ✓ Biotechnologisch produzierte Monomere (1,3-Propandiol, Bernsteinsäure, Itaconsäure)
- Biotenside (Biotransformation nachwachsender Rohstoffe) (Green chemistry)

## Rohstoff-Gewinnung:

- Kolophonium(derivate): Nachhaltigkeit der Kolophonium-Produktion in China fragwürdig
- Ricinusöl:
  - 74 % des globalen Verbrauchs stammt aus Indien.
  - Auswirkungen der indischen Landwirtschaftspolitik:
    - Verarmung / hohe Verschuldung der ländlichen Bevölkerung / Hohe Selbstmordrate Quelle: [21]
- Auto: Elektromobilität: Li-Ionen-Akkus:  $\text{LiCoO}_2$ ;  $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}$   
Anteil des Kongo an der globalen Kobalt-Produktion: >60 % (Plan 2026: >70 %) Quelle: [13]
- Geopolymere:  $\text{CO}_2$ -Ausstoß bei der Rohstoff-Synthese: 70% der Zement-Herstellung Quelle: [22]

## Recycling:

Voraussetzung: Sortenreine Trennung der Substrate → Voraussetzung: Lösbarkeit der Verbindung



- Klassische Verbindungstechniken:

Schrauben / Nageln / Nieten / Schweißen / Klemmen / Löten / Pressen / Schmelzen

**Lösung der Verbindung:** mechanisch / thermisch

- Klebstoffe: oftmals Problemlöser zur Verbindung unterschiedlicher Substrate

**Lösung der Verbindung:** wasserlöslich / Lösemittel / thermisch / (**debonding on demand**)

⇒ **Problem: Abtrennung der Klebstoffe von den Substraten!**

## Recycling:

→ **Wertstoff-Chemie:** Bsp.:  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ -Gewinnung aus Li-Ionen-Akkus (Mörtel-Systeme!)

→ **Zirkuläre Wirtschaft:** Ganzheitlicher Ansatz:

Design → ressourceneffiziente Verbundproduktion → regenerative Stoffe → Recycling

- RL 2009/125/EG: Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte (ECO-Design)

Bsp.: Anforderungen an die Demontierbarkeit elektronischer Bildschirme:

### **Klebstoffe behindern Reparatur und Recycling!**

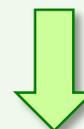
⇒ „Entkleben“ wird Teil der Anforderungen an ein Produkt und muss beim Design berücksichtigt werden.



## Verlegewerkstoffe:

Grundierungen / Spachtelmassen / Klebstoffe:

- Keine Perspektive, die Produkte selber zu recyceln
- Fokus auf leichte Ausbaubarkeit
- Primärziel:
  - Ablösung der Klebstoffe vom Substrat
  - Recycling von Holz, thermoplastischen Kunststoffbelägen, Kunststofffasern etc.



⇒ Nachhaltige Lösungen im Sinne der Kreislaufwirtschaft:

- müssen beim „Eco-Design“ des gesamten Bodenaufbaus beginnen
- und erfordern insbesondere die Kooperation zwischen Herstellern von Bodenbelägen und Verlegewerkstoffen!

## Umweltproduktdeklarationen (EPD):

✓ Für alle wichtigen Verlegewerkstoffe vorhanden.

- Berücksichtigte Stadien:

Rohstoffe → Rohstoff-Transport → Herstellung Verlegewerkstoff → Transport zur Baustelle  
→ Verarbeitung → Wiederverwendung / Rückgewinnung / Recycling

## Ökobilanzierungen:

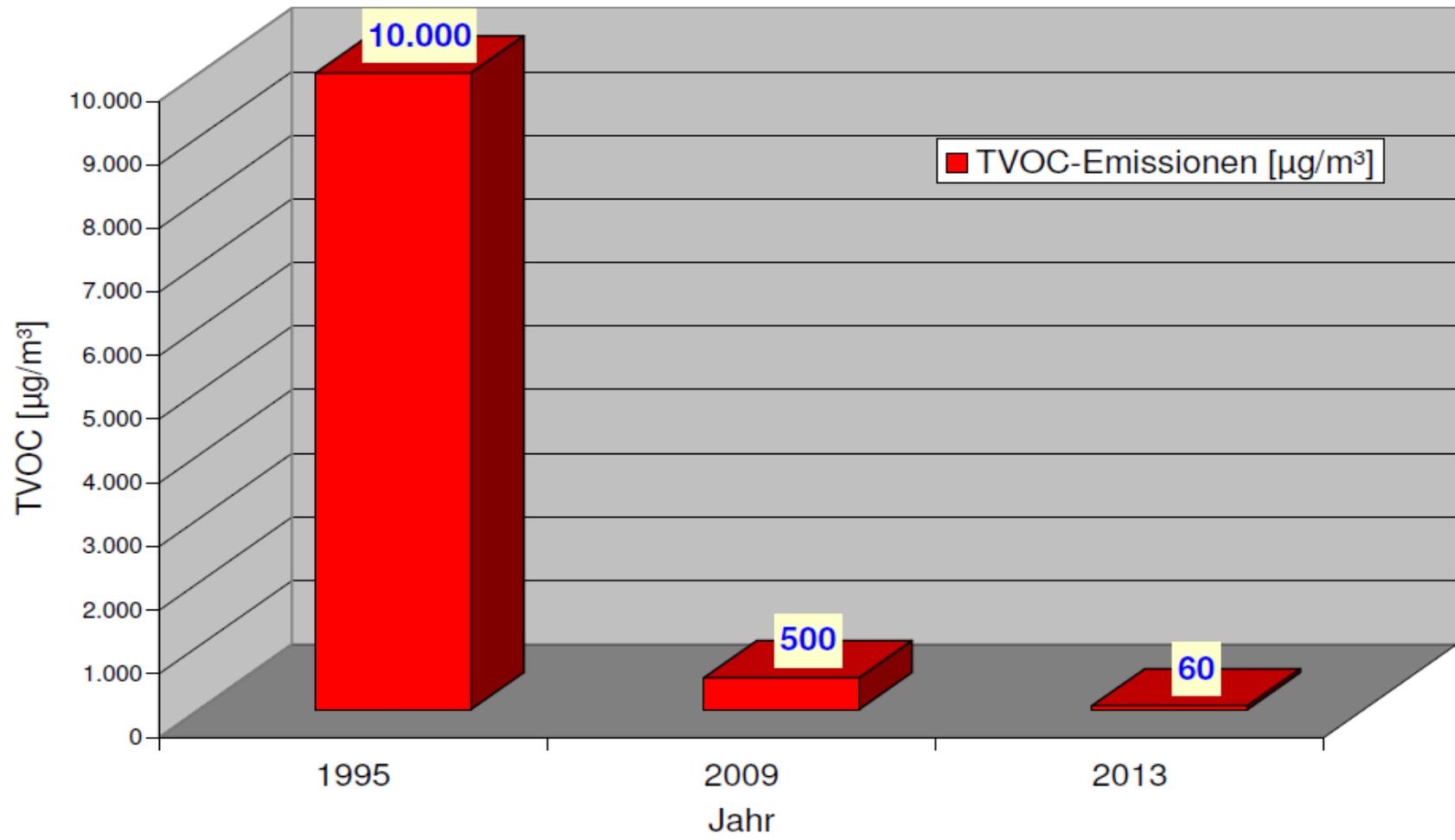
- Ecoscreen der Unis Frankfurt und Darmstadt
- ProBas-Datenbank des UBA
- Kommerzielle Ökodatenbanken
- Ökodaten der Großchemie

## (Bau)-Klebstoffe:

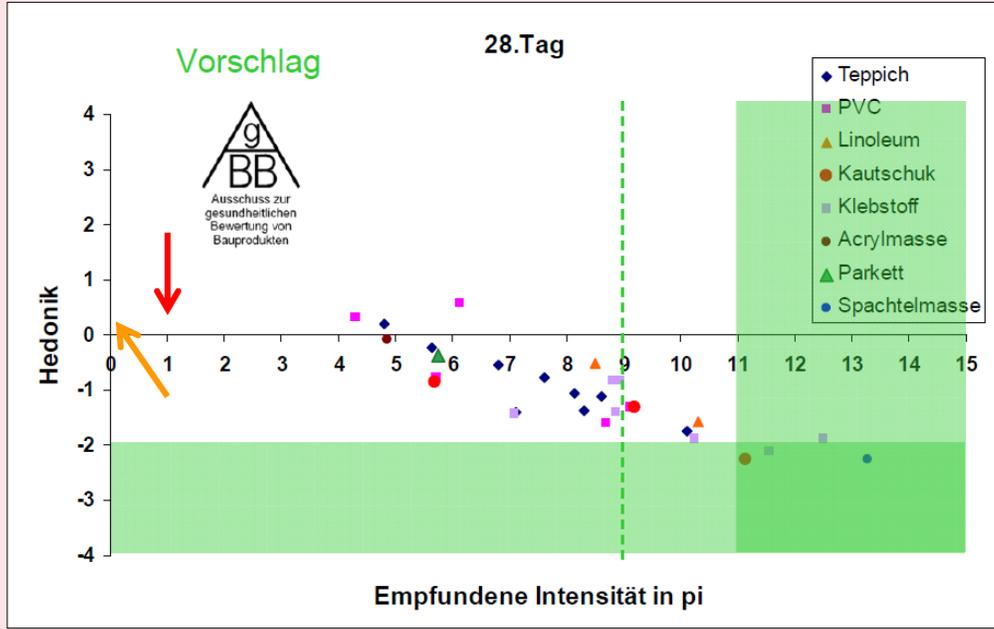
- Ermöglicher („Enabler“)
- Ökobilanzierung der ermöglichten Systemlösungen ist relevant!
- Bsp.: Energieeinsparung bei Gebäuden durch WDVS
- **Bsp.: Geklebtes Parkett: Langlebigkeit / Ansprechzeiten von FBH**

## Emissionen aus Verlegewerkstoffen

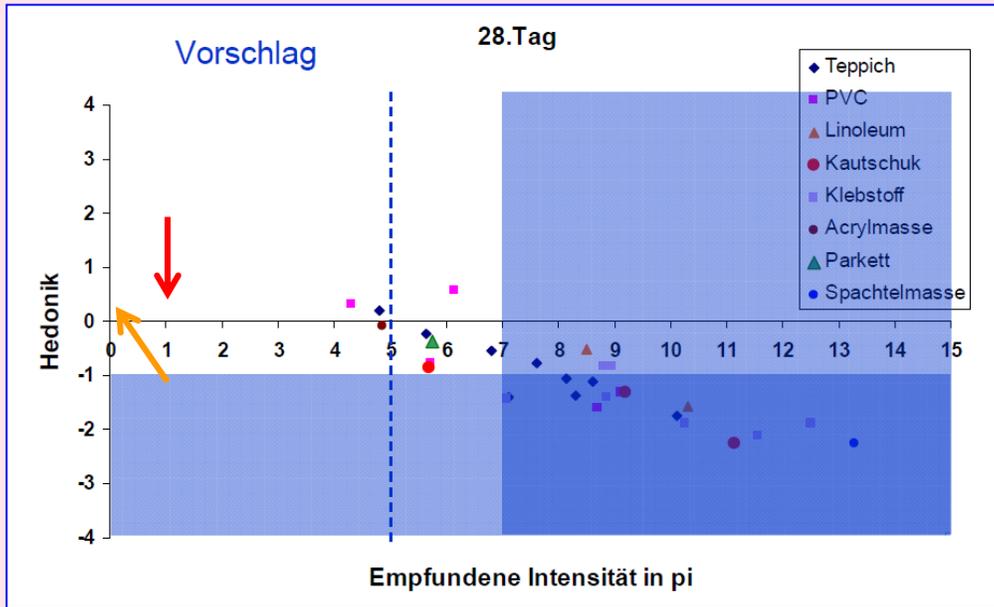
### Entwicklung der TVOC-Emissionen aus Bodenbelagsklebstoffen



**Geruchsprüfung**



Quelle: [19]



| Zeit | Intensität          | Hedonik             |
|------|---------------------|---------------------|
| 3 d  | 4,8<br>(2,9)        | 0,6<br>(1,1)        |
| 7 d  | 5,3<br>(2,4)        | -0,9<br>(1,2)       |
| 14 d | 2,5<br>(1,6)        | 0,0<br>(1,3)        |
| 28 d | <b>1,0</b><br>(0,9) | <b>0,1</b><br>(0,4) |

**Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten**  
AgBB – August 2018

**Aktualisierte NIK-Werte-Liste 2018 in Teil 3**

*Diese Fassung gilt ab dem Datum ihrer Bekanntmachung. Die hiermit ersetzte vorherige Fassung gilt ab diesem Datum noch ein Jahr weiter. Dies gilt auch für aktualisierte NIK-Werte-Listen. Alte und neue Fassungen sind jedoch jeweils in sich vollständig zu verwenden; sie dürfen nicht vermischt werden.*

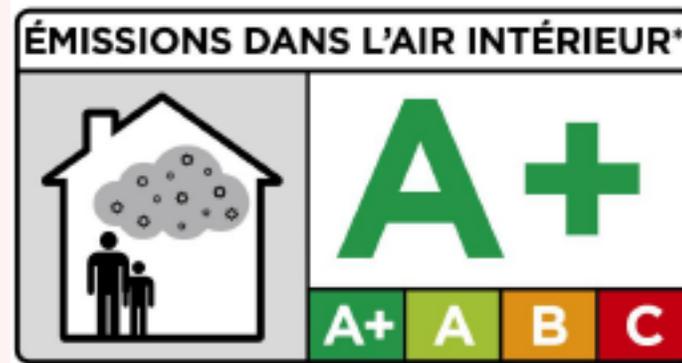
**Anforderungen an die Innenraumluftqualität in Gebäuden:  
Gesundheitliche Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VVOC, VOC und SVOC) aus Bauprodukten**



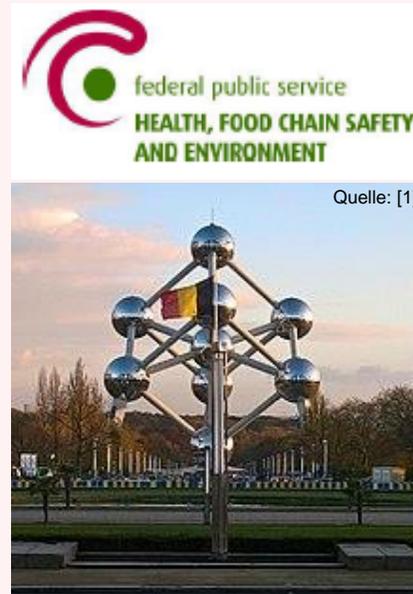
# Nationale Zulassungen und freiwillige Umweltsiegel



Quelle: [20]



Quelle: [3]



Quelle: [1]



Royal Decree establishing threshold levels for the emissions to the indoor environment from construction products

## MIT-Kennzeichnungsverschärfung



### 13. ATP der CLP:

- Gemische mit  $\geq 15$  ppm MIT: GHS07  ; H317 (Hautsensibilisierung)
- Inkrafttreten: Anfang 2020
- Alternativen noch nicht etabliert

⇒ Ggf. Gefahrstoff-Kennzeichnung von Dispersionsprodukten!

### Toxikologische Bewertung:

- Keine CMR-Stoffe, aber SVHC-Stoffe
- Stark atemtraktssensibilisierend (>0,1 Gew.-% Monomer-NCO)
- Keine differenzierte BK-Statistik



### Beschränkung nach Anhang XVII REACH

#### Ausnahmen:

- NCO-funktionelle Produkte mit <0,1% Monomer-Isocyanat
- Nachweislich anwendungssichere Produkt-Anwendungs-Kombinationen

Verarbeiter-Training (mehrstufig, je nach Gefährdungspotential)

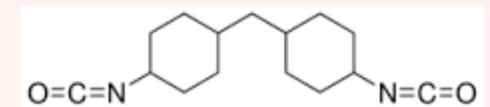
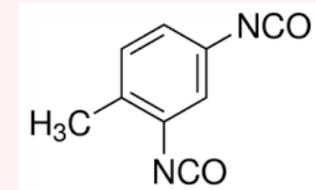
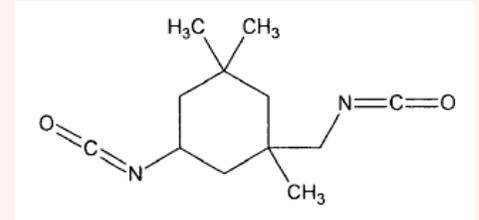
→ **Inkrafttreten: 2020 bis 2025 (?)**



A) Verwendung von Produkten anderer chemischer Basis

B) Umformulierung von Produkten

C) Erheblicher Aufwand für die Verarbeiterschulungen



## Rohstoffindustrie

Einsatz regenerativer Energien  
Defossilierung der Synthesewege  
Nachwachsende Rohstoffe  
Verbund-Stoffströme  
Wertstoff-Chemie  
Biotechnologische Produktion  
Rohstoff-Verfügbarkeit

## Verlegewerkstoffhersteller

Einsatz regenerativer Energien  
Verwendung nachwachsender /  
natürlicher / regenerativer Rohstoffe  
Ganzheitliche Eco-Design-Lösungen  
Mehrwert-Produkte  
Arbeitsschutz  
Komplexere Systemlösungen

## Handwerk

Umwelt- / Verbraucher- / Arbeitsschutz:  
Ganzheitliche Bewertung von  
Verlegewerkstoffen und Systemlösungen  
Umstellung auf neue Arbeitsweisen  
Kommunikation mit Auftraggebern  
Forderungen an die  
Verlegewerkstoffindustrie

## Herstellung

Primär-Energie: Sonne

Energieträger: H<sub>2</sub> / OME

Materialien:

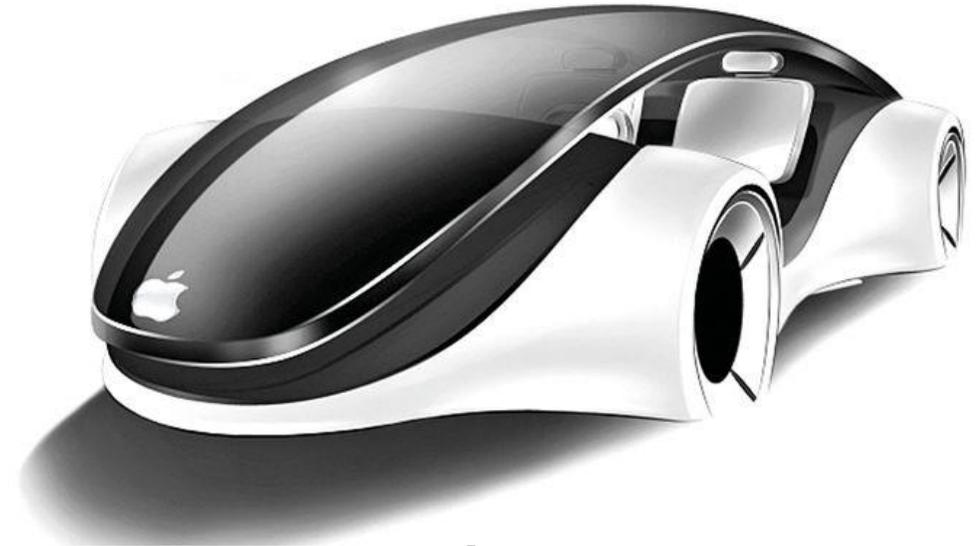
- Recyclingfähige / bioabbaubare Kunststoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe
- Recyclingfähiges Glas / Metalle

ECO-Design (100%-Recycling-fähig)

## Betrieb

Antrieb: Brennstoffzelle / BEV (100% regenerativ) / OME

Autonome Steuerung



Quelle: [3]



Quelle: [1]



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit