

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 (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 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) 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 (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 Entwicklung von VOC-freien Produkten	█	↑	↑	↑
1994	PKL	1 K-PUR-Parkettklebstoffe - hartelastisch	█	↑	↑	↑
1990er	SPM	Wiedereinführung von CaSO ₄ -SPM in West-D ⇒ Keine Belastung durch Alkalität und Chromat	█	↑		
1995	Lack	Anteil der Wasserlacke in D > 50%		↑	↑	
1995	Lack	Renaissance der Öl- und Wachssysteme: Stark LM-haltig / high solid / LM-frei	█			
1996	PKL	Weichelastische Disp-Holzplaster-Klebstoffe: Ersatz für stark LM-haltige und Bitumen-/Teerpech-KL	█	↑		

Zeit	PG	Entwicklung	T	A	M	U
1996	PKL	Pulver-Parkettklebstoffe: Quellungsarme Disp-PKL Alternative zu stark LM-haltigen PKL	█	↑		
1997		Gründung der GEV			↑	
1998	SPM	Branchen-Regelung „Chromatarme Zemente“: Maßnahmen zur generellen Cr(VI)-Reduktion		↑		
1998		TRGS 610: Dispersions-Produkte als Alternative zu stark‘ LM-haltigen Klebstoffen und Grundierungen		↑	↑	
1999	Lack	2 K-PUR-Wasserlacke haben wegen guter technischer 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	Emicode für SPM: Kontrolle insbesondere von Aldehyd-Emissionen			↑	
2000	PKL	SMP-Parkettklebstoffe: Primäre Alternative zu LM-PKL	↑	↑	↑	↑
2000er	BBKL	EC1(R)-BBKL sind Stand der Technik	↑		↑	
2005	SPM	RL 79/769 (EWG): Nicht-chromatarmer Zemente EU-weit verboten		↑		
2009	Lack	GEV führt den Emicode für Parkett-Oberflächen- behandlungsmittel ein	↑		↑	
2008- 2010	SPM	Untersuchungen zu staubarmen Trockenmörteln. TRGS 559:2010-02	↑	↑		



Quelle: [5]



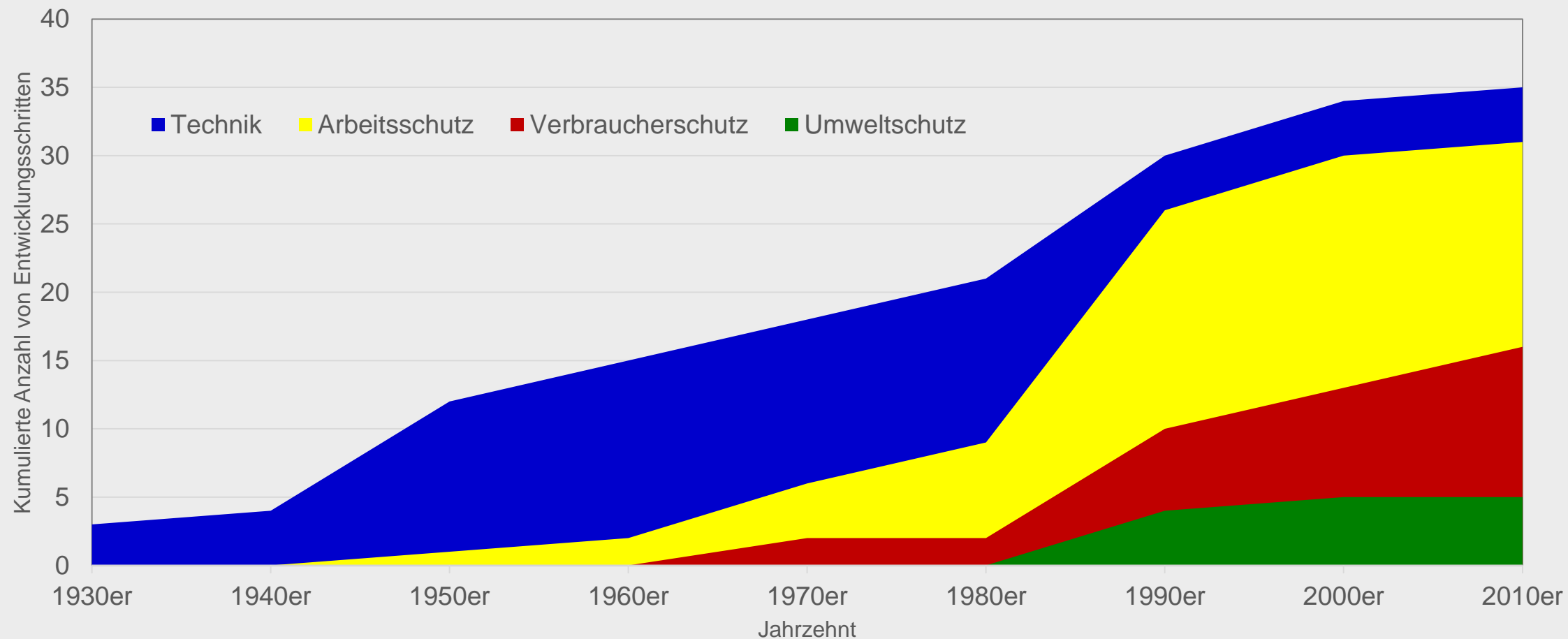
Quelle: [2]



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 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“

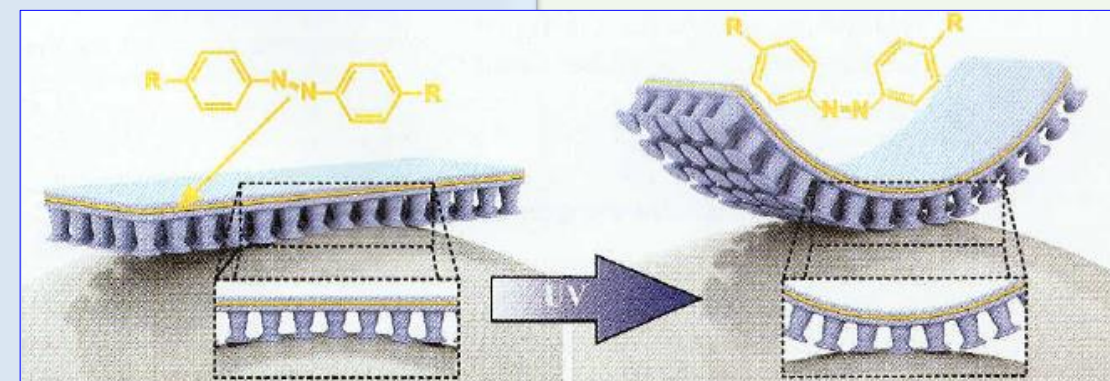
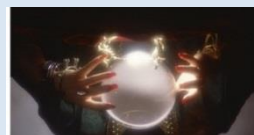
- Anwendungsbereich:
 - Universelle Eignung für Beläge: Kombination gegenläufiger Parameter
 - z.B.: Bodenbelagsklebstoffe mit Fadenzug, temporärer Nachklebrigkeit und hoher Maßhaltigkeit
- Verlegebedingungen:
 - Leistung möglichst unabhängig von Raumklima und Untergrundeigenschaften
 - nur bedingt möglich (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 Ebnen 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
- ✓ Raket 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 \geq 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 für 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/m³ / 200 ppm → 130 mg/m³ / 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:

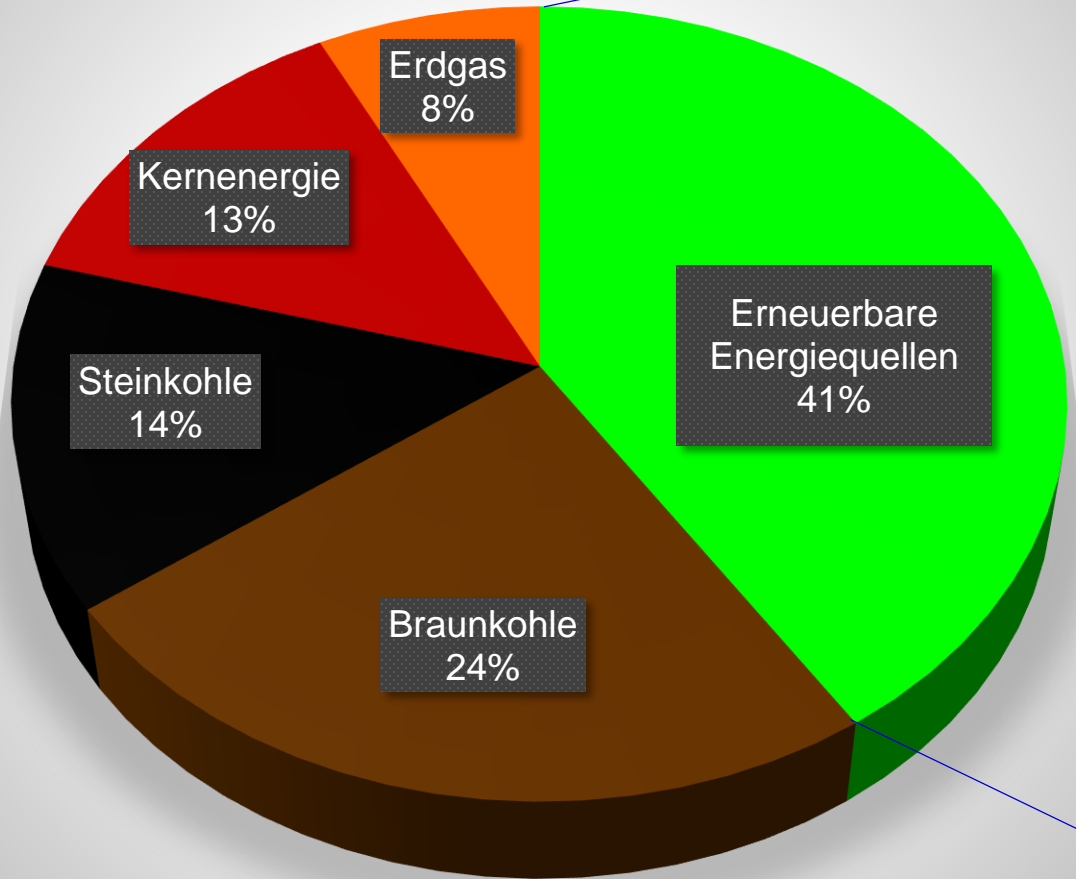
- Regenerative Energie
- Nachwachsende Rohstoffe
- Recycling
- Umweltproduktbewertungen



Quelle [10]

Regenerative Energien: Aktueller Sachstand

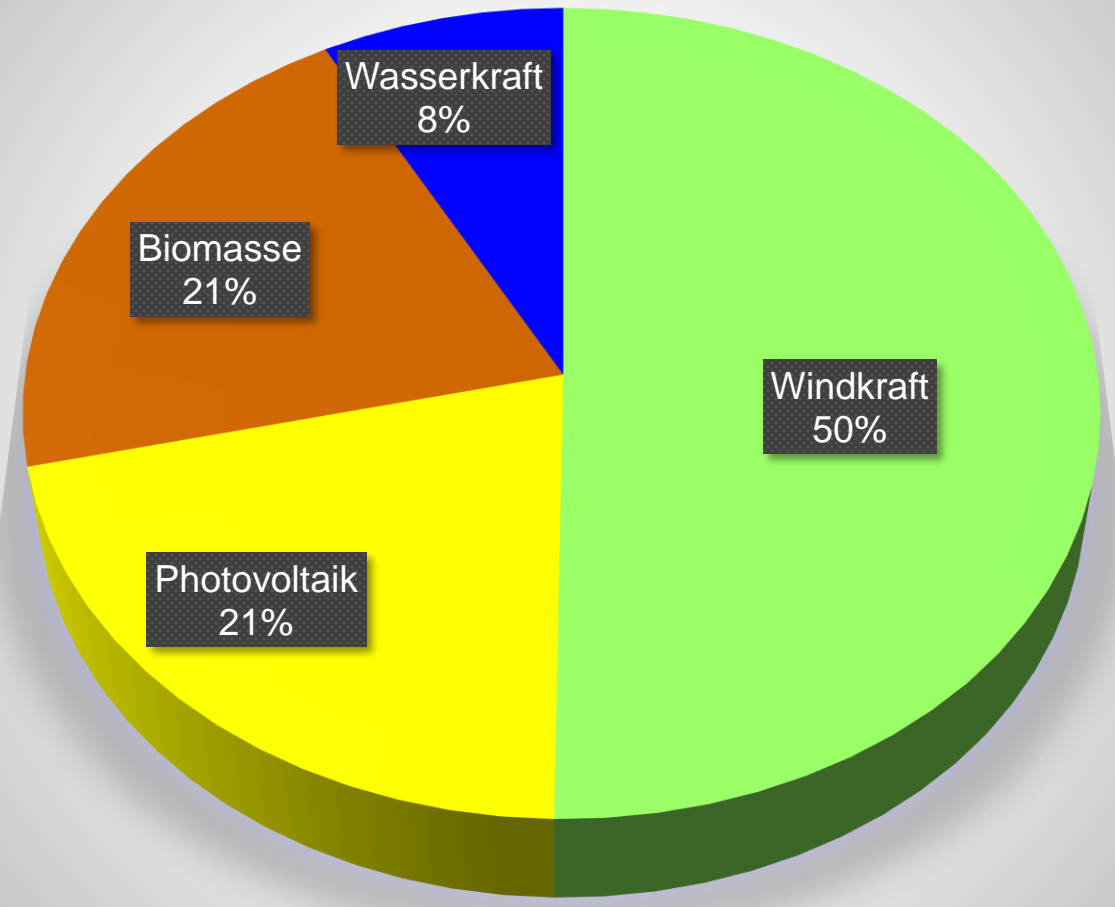
Anteil der Energieträger an der Nettostromerzeugung in Deutschland in 2018



Summe: 541 TWh

Quelle [11]

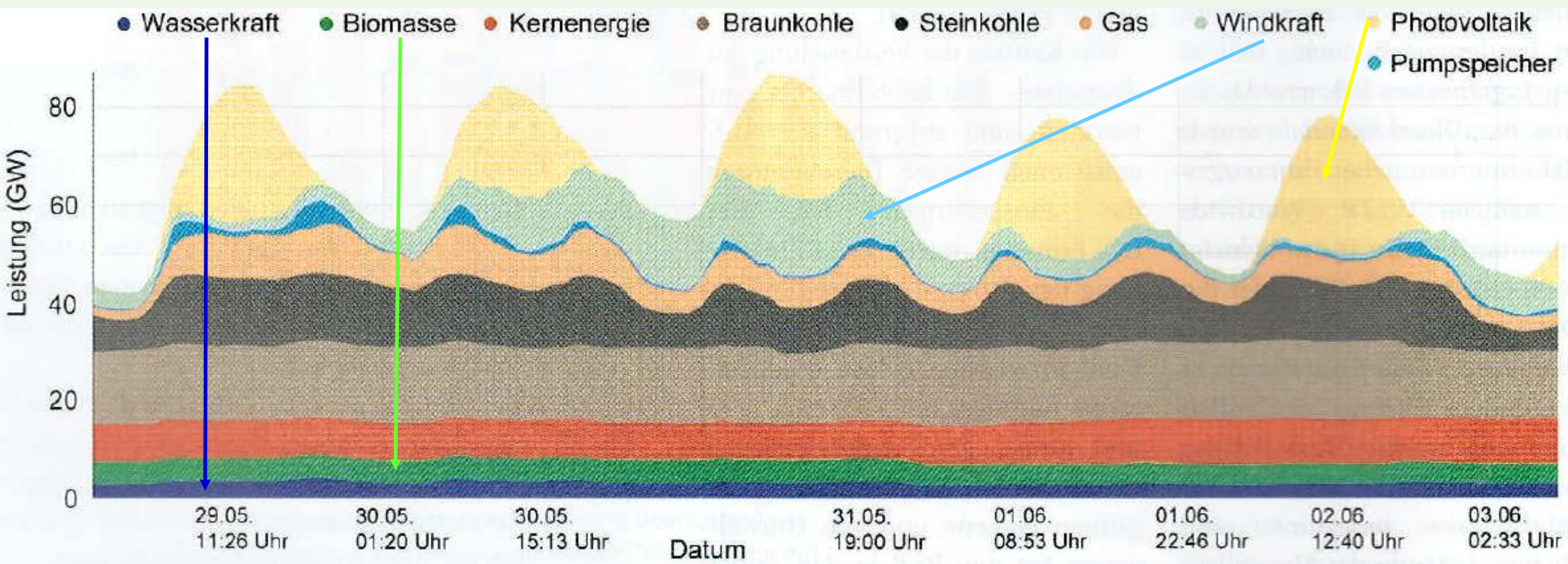
Aufteilung der erneuerbaren Energiequellen



Summe: 217 TWh

Quelle [11]

Regenerative Energien: Der Weg ist noch weit!



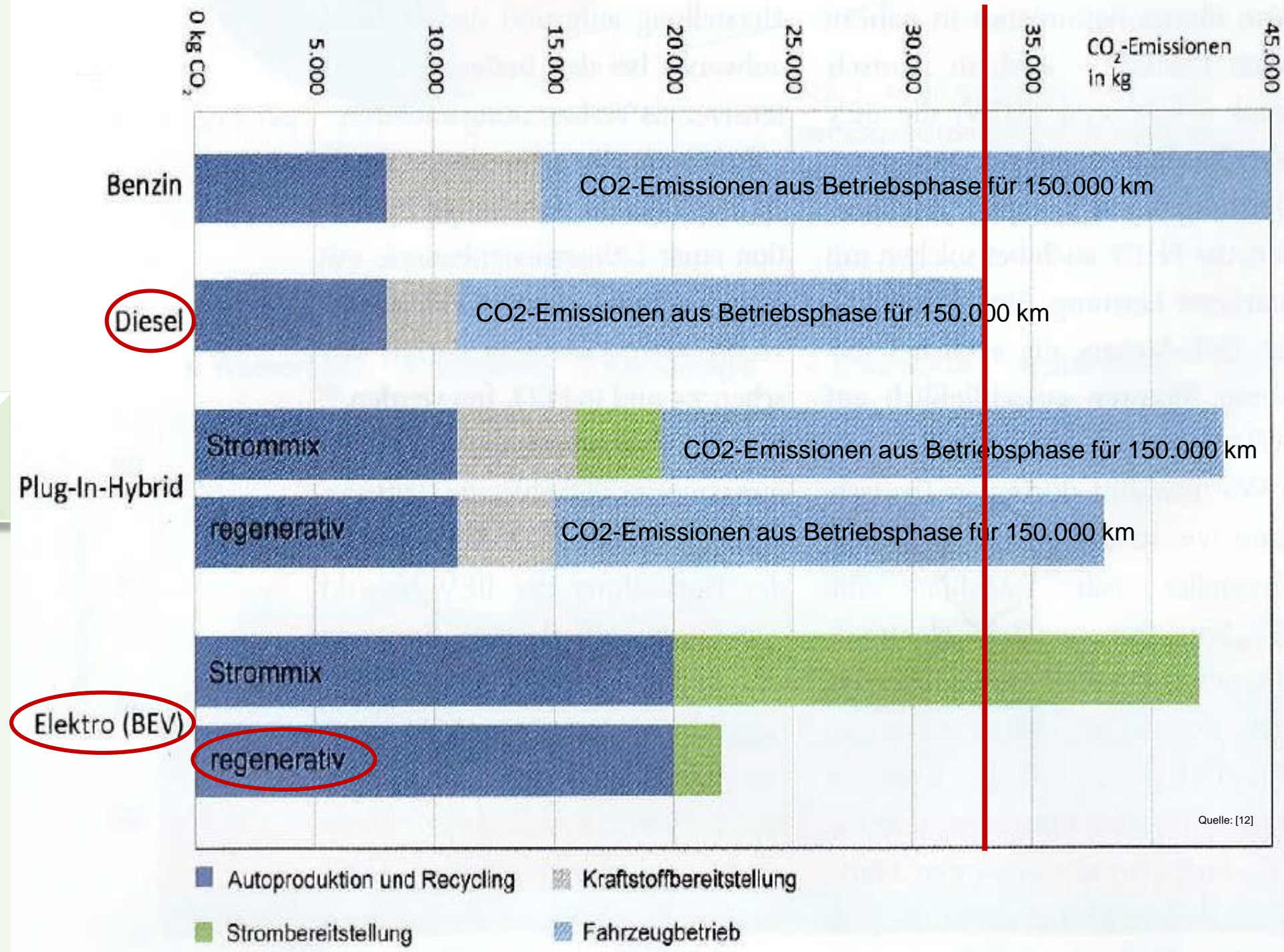
Netto-Stromerzeugung aus verschiedenen Energieträgern im Verlauf von 6 Tagen in 2017

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, BaSO₄, Talkum, Wollastonite etc.

Regenerative Rohstoffe:

- Defossilierung: Chemie basierend auf CO₂ + H₂ (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: 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: 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.: Li_2CO_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:

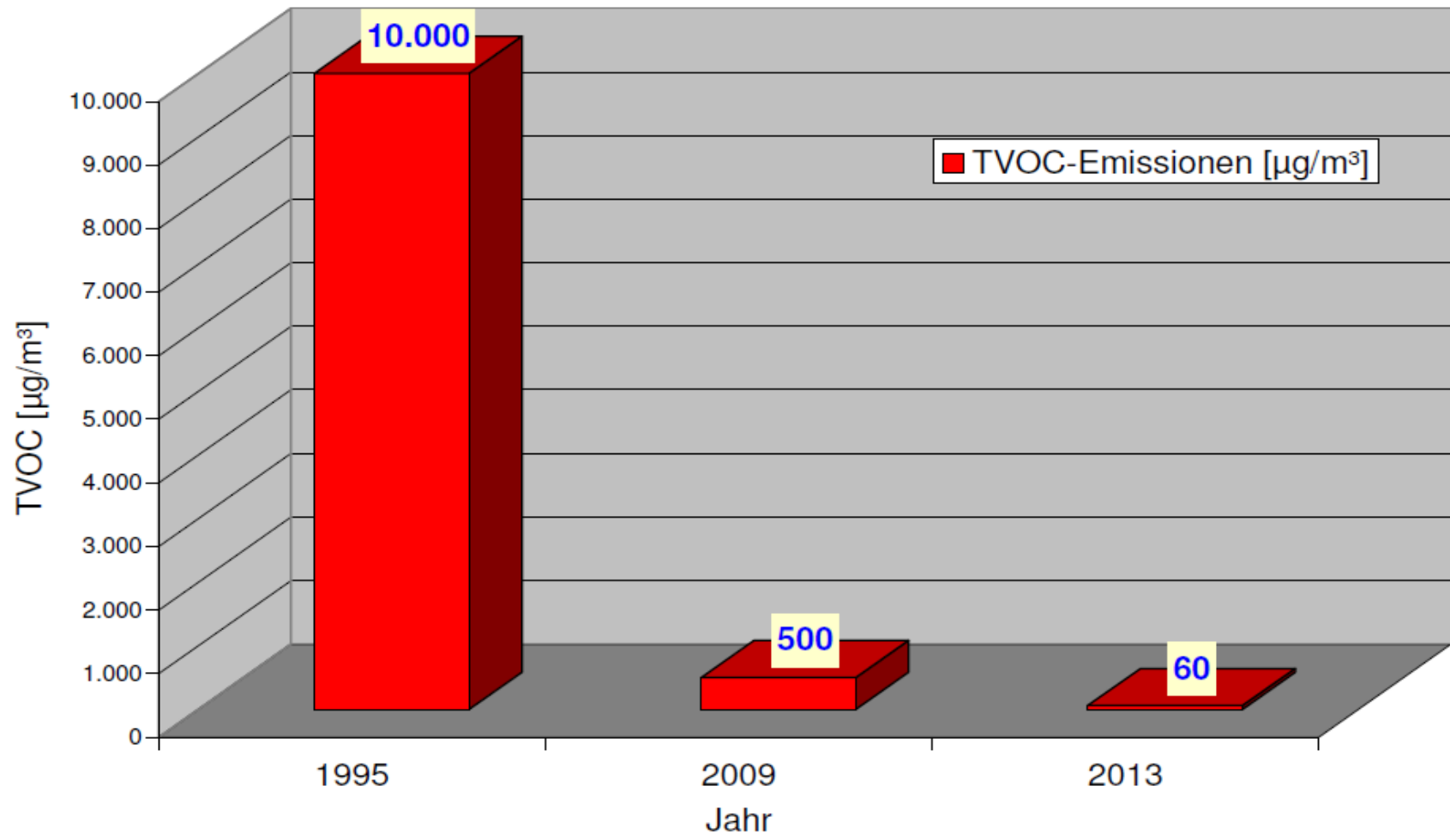
- Ecoscreen der Unis Frankfurt und Darmstadt
- ProBas-Datenbank des UBA
- Kommerzielle Ökodatenbanken
- Ökodaten der Großchemie

(Bau)-Klebstoffe:

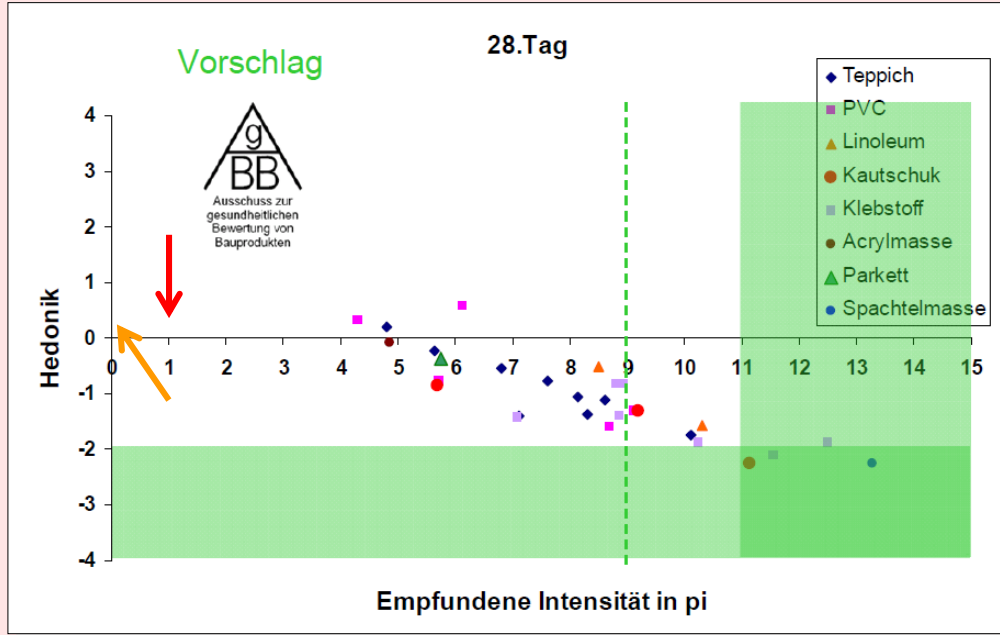
- Ermöglicher („Enabler“)
- Ökobilanzierung der ermöglichten Systemlösungen ist relevant!
- Bsp.: Energieeinsparung bei Gebäuden durch WDVS
- **Bsp.: Geklebtes Parkett: Langlebigkeit / Ansprechzeiten von FBH**

Emissionen aus Verlegewerkstoffen

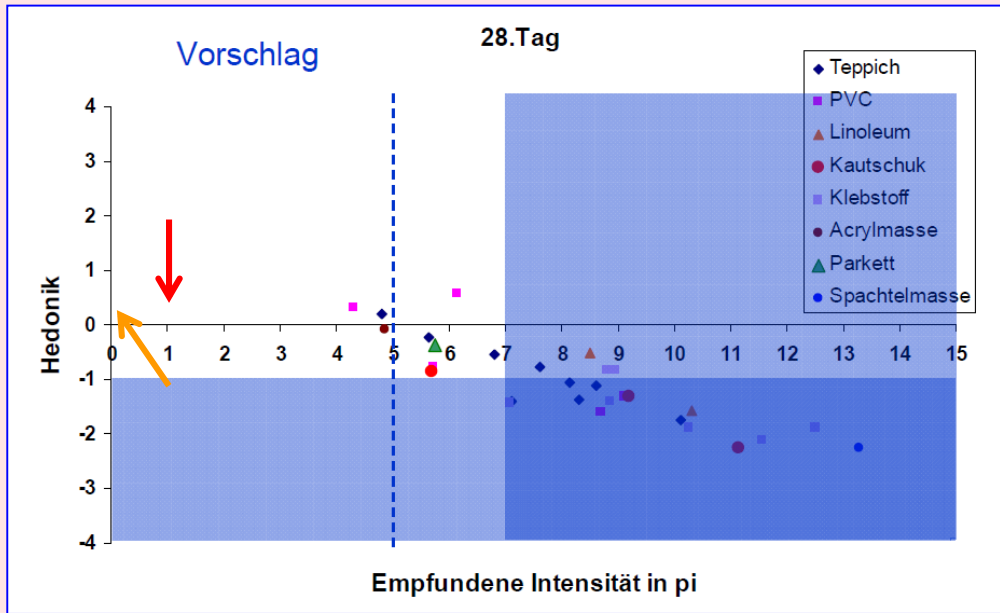
Entwicklung der TVOC-Emissionen aus Bodenbelagsklebstoffen



Geruchsprüfung



Quelle: [19]




Zeit	Intensität	Hedonik
3 d	4,8 (2,9)	0,6 (1,1)
7 d	5,3 (2,4)	-0,9 (1,2)
14 d	2,5 (1,6)	0,0 (1,3)
28 d	1,0 (0,9)	0,1 (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.

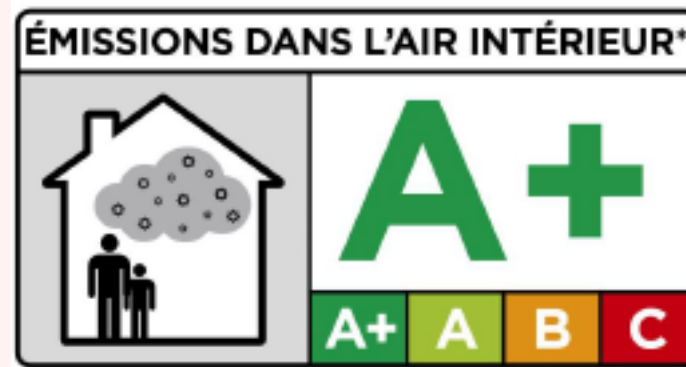
**Anforderungen an die Innenraumluftqualität in Gebäuden:
Gesundheitliche Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VVOC, VOC und SVOC) aus Bauprodukten**



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



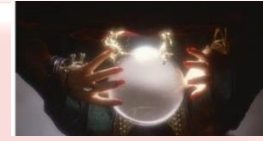
13. ATP der CLP:

- Gemische mit ≥ 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)

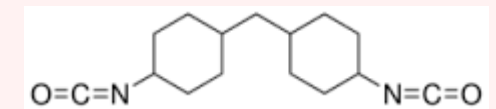
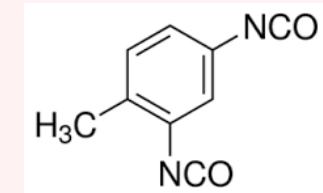
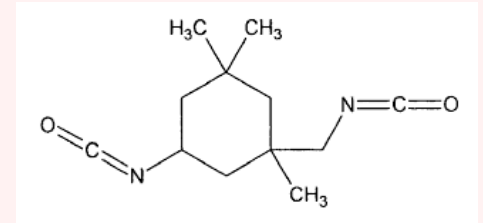
→ **Inkrafttreten: 2020 bis 2025 (?)**



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: H₂ / OME

Materialien:

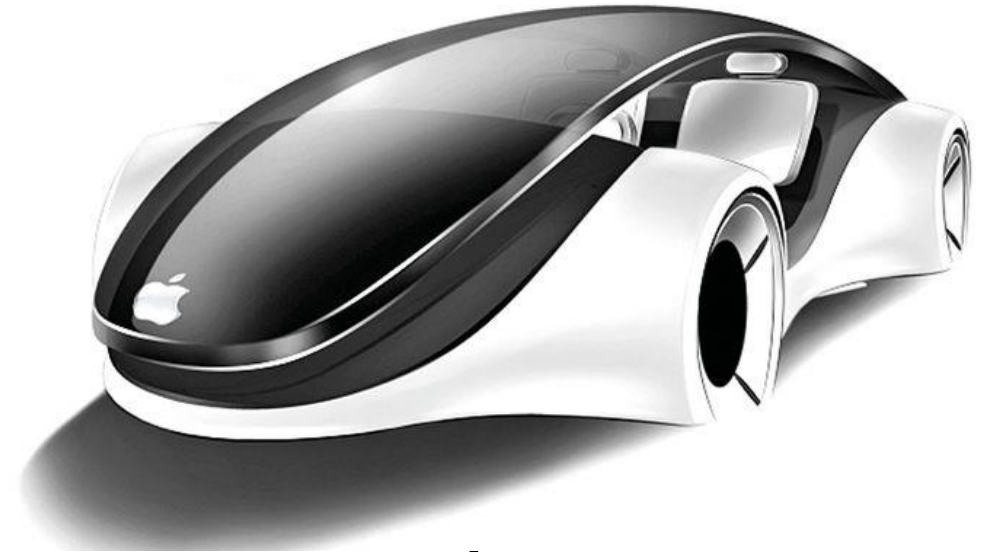
- Recyclingfähige / bioabbaubare Kunststoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe
- Recyclingfähiges Glas / Metalle

ECO-Design (100%-Recycling-fähig)

Betrieb

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

Autonome Steuerung



Quelle: [3]



Quelle: [1]



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit