Wie nachhaltig können Epoxid-Systeme sein?

Ein Überblick mit der Vorstellung und Diskussion von Formulierungsbausteinen

02.02.2022 | **Dr. Georg Göttle** | SVLFC V-GAT 22-01

ipox® customized epoxy

Themenübersicht

Nachhaltig - Definition und Begriff

Verschiedene Arten von nachhaltigen Epoxid-Systemen

Epoxidfunktionelle Komponenten und Harze

Aminfunktionelle Komponenten und Härter

Epoxid-Systeme - Beispiele

Fazit

Nachhaltig – Definition und Begriff

Bedeutung - Google Treffer

- ipox chemicals: 4700
- SVLFC: 5700
- Epoxid: 1,5 Mio.
- Nachhaltigkeit: 16,7 Mio.

- epoxy: 108 Mio.
- sustainability: 4,03 Mrd.
- USA: 6,37 Mrd.

Nachhaltig – Definition und Begriff

Ursprung - Heute

- Erste Verwendung 1713 von Hans Carl von Carlowitz
  im Sinn einer langfristiger Umgang mit einer Ressource (Holz)
- Dt. Nachhaltigkeitsstrategie: „Der Weg in eine enkelgerechte Zukunft."
- 2015: UN Nachhaltigkeitsziele

Nachhaltig – Definition und Begriff

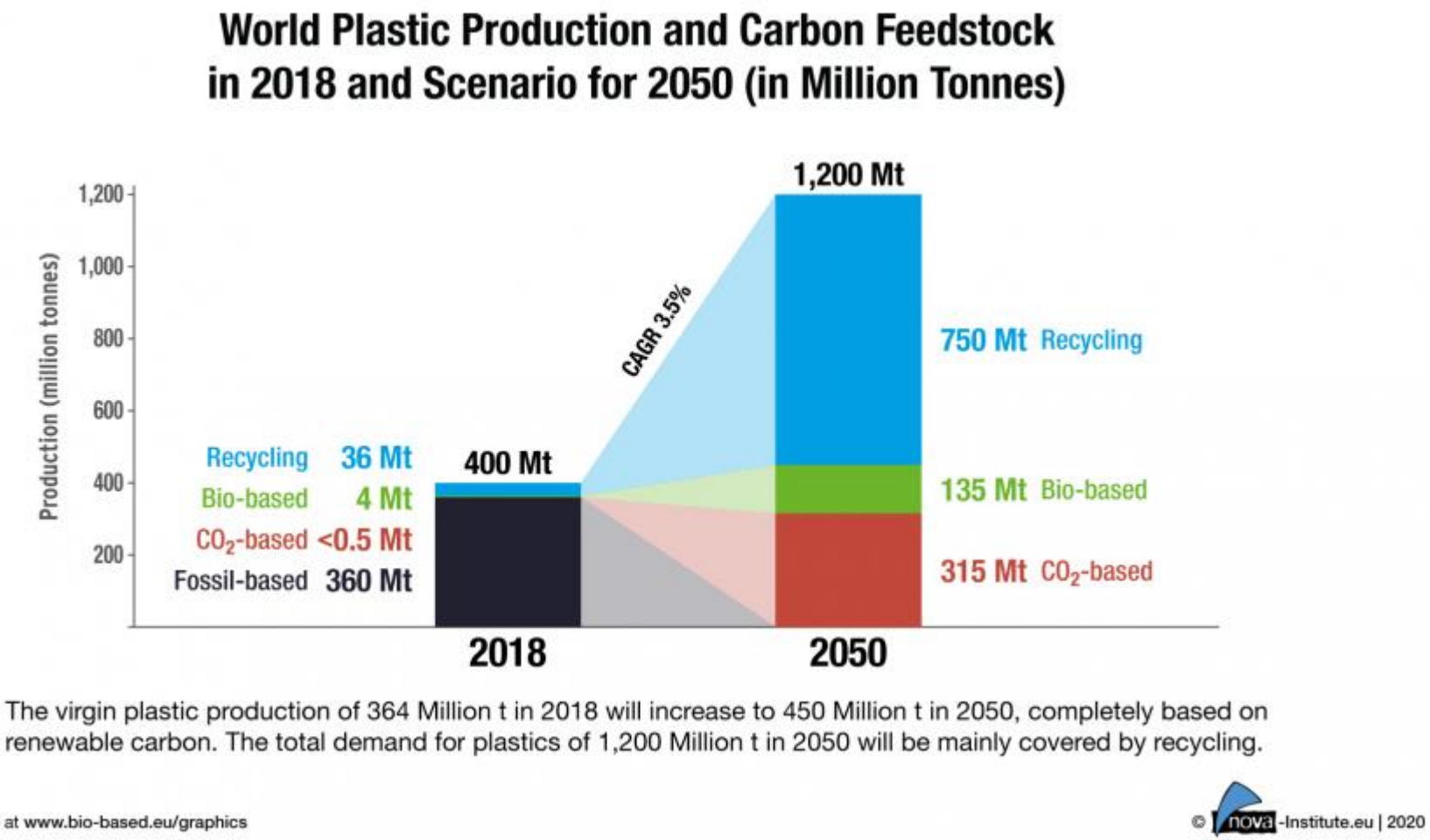
Nachhaltig – Definition und Begriff

Nachhaltig – Definition und Begriff

Erneuerbarer Kohlenstoff

CO_2

Der Kohlenstoff in Kunststoffen

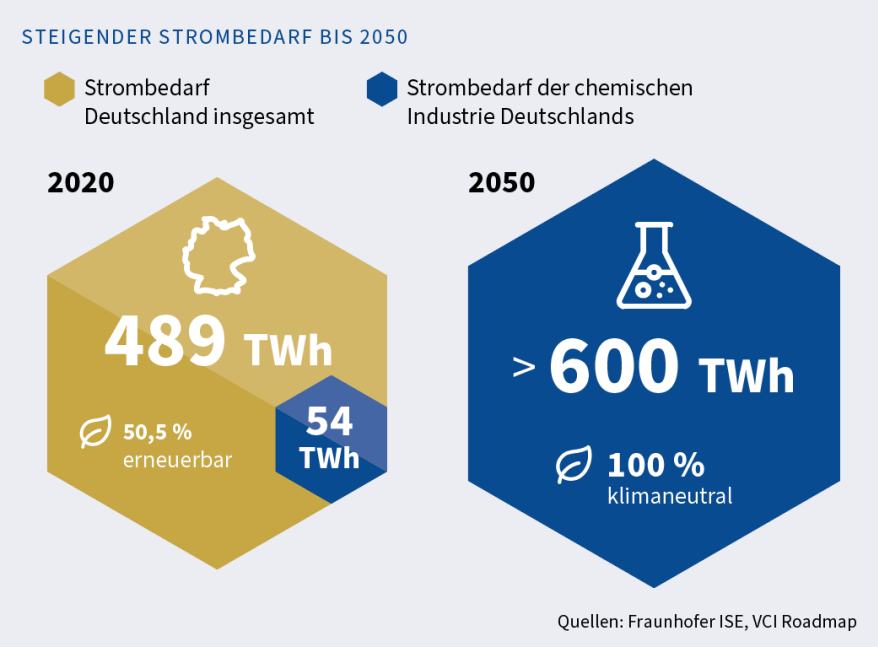


Erneuerbare Energien

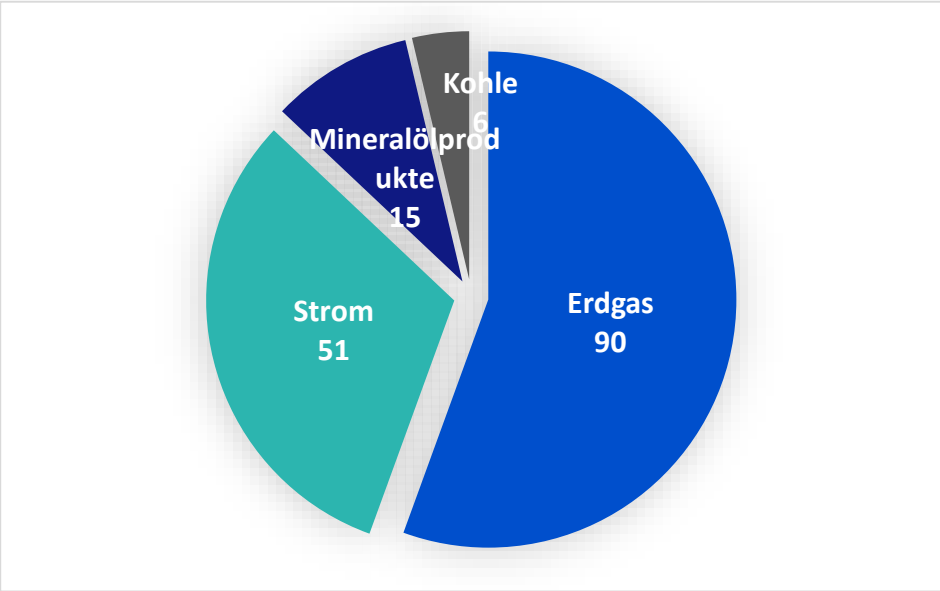
Die Chemie auf dem Weg zur CO2-Neutralität.

Chemische Industrie – Strombedarf in D

- 2019 54 TWh
- 2050 628 TWh (Prognose 2019, VCI)
  Erheblicher Teil zur Herstellung von Wasserstoff



Energieverbrauch der Chemie- u Pharmaindustrie 2020



Quelle: Destatis, VCI

ohne stofflichen Einsatz

Nachhaltige Epoxid Systeme

Kalt härtend oder zumindest kalt anhärtende 2 K-EP-Systeme

- VOC- und emissionsfreie EP-Systeme
- Wasseremulgierbare EP-Systeme
- Epoxid Systeme mit erneuerbarem Kohlenstoff

VOC- und emissionsfreie EP-Systeme

Neue Generation Härter

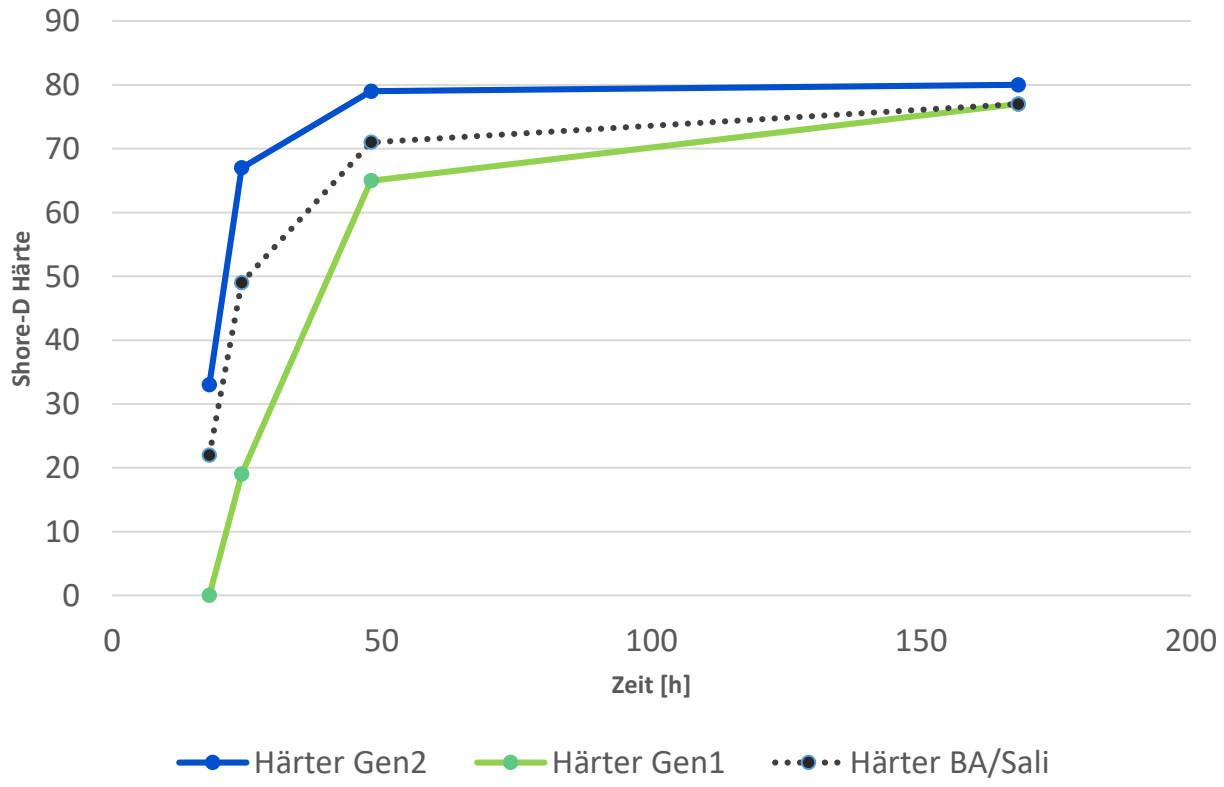
	Härter Gen1	Härter Gen2	Härter Benzylalkohol, Salicylsäure
Viskosität [25°C, P/K] *	380 – 420 mPa·s	150 – 300 mPa·s	275 – 375 mPa·s
H-Äquivalent	83 g/Äquiv.	85 g/Äquiv.	93 g/Äquiv.
Mischungsverhältnis**	50 g/100g Harz	50 g/100g Harz	50 g/100g monofunkt. f Harz
Topfzeit**	55 min	40 min	25 min
VOC	0 %	0 %	40-50 %
GHS 08	ja	nein	ja

* Anton Paar MCR72 Platte-Kegel Rheometer
** difunktionell verdünntes Harz, EEW 170
*** 100g, 23°C, difunktionell verdünntes Harz, GELNORM GELTIMER_TC

VOC- und emissionsfreie EP-Systeme

Neue Generation Härter

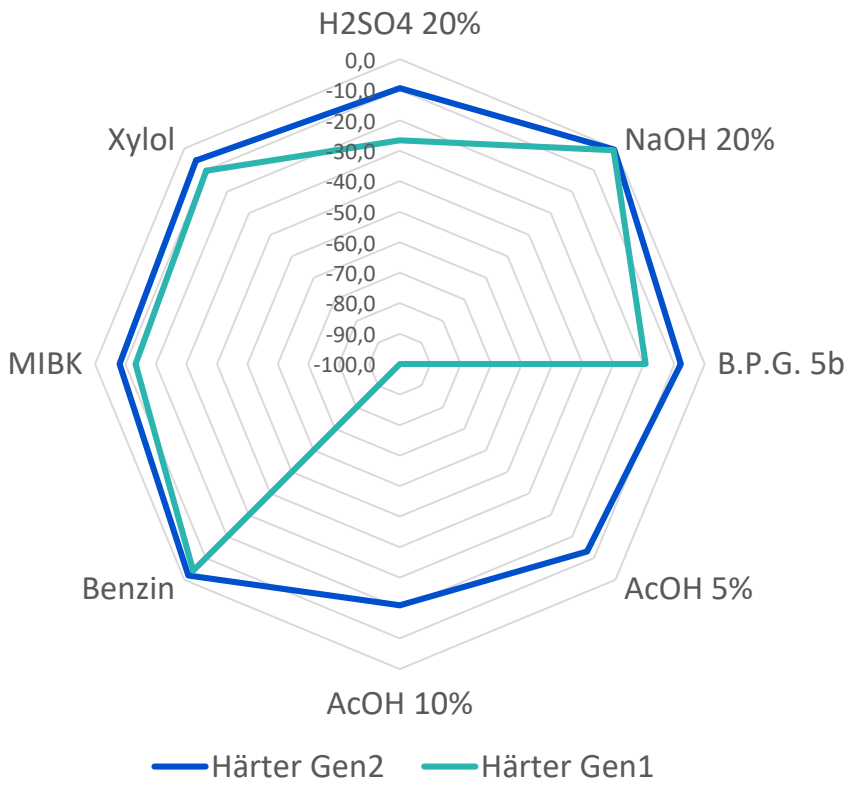
- Härteentwicklung (Shore D, 13 °C, 80 % rel. Feuchte)

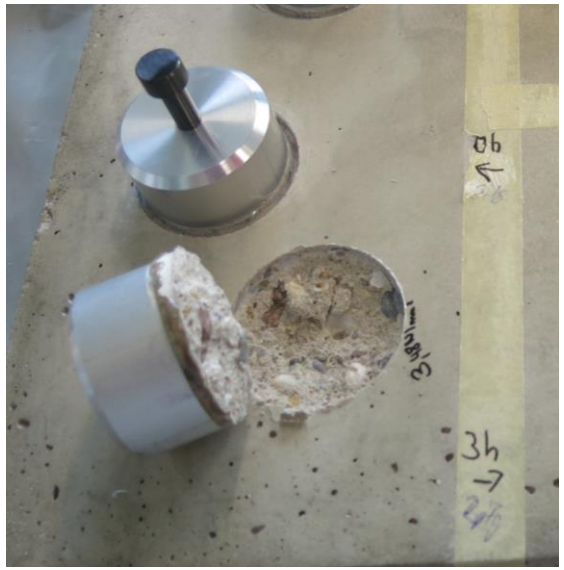


VOC- und emissionsfreie EP-Systeme

Neue Generation Härter

- Chemikalienbeständigkeit (Abnahme Shore D, 7d)





Wasseremulgierbare EP-Systeme

Rollbeschichtungen, Selbstverlaufende Beschichtungen, Korrossionsschutz

	Härter 1	Härter 2	Härter 3
Viskosität [25°C, P/K] *	11 – 21 kPa·s	15 – 25 kPa·s	5 – 10 kPa·s
H-Äquivalent	210 g/Äquiv.	200 g/Äquiv.	300 g/Äquiv.
Mischungsverhältnis**	50 g/100g EP	104 g/100g EP	150 g/100g EP
Verarbeitungsdauer	1-2 h	2 h	2 h
VOC	0 %	0 %	0 %
Nur polymere Amine = sehr geruchsarm	-	ja	ja
Rollbeschichtung glänzend o matt	glänzend	glänzend	matt
Selbstverlaufende Beschichtung bis 5 mm	-	-	matt

* Anton Paar MCR72 Platte-Kegel Rheometer
** monofunktionell verdünntes Harz, EEW 190

Wasseremulgierbare EP-Systeme

Rollbeschichtungen, Selbstverlaufende Beschichtungen, Korrossionsschutz

- VOC frei
- Emissionsfreie Systeme möglich (EC1+, AgBB, "Emissions dans l'air intérieur" class A+, ...)
- Geringer Eigengeruch
- Geringe Vergilbungstendenzen
- Matte bis glänzende Formulierungen möglich
- EIN Bindemittel für Dick- und Dünnbeschichtungen
- Härtung auch bei tiefen Temperaturen
- Exzellente Haftung auf allen mineralischen Substraten
- Gute Chemikalienbeständigkeit
- Wasserdampfdiffusionsoffene Beschichtungen

Epoxid Systeme mit erneuerbarem C

Verschiedene Formulierungsbausteine

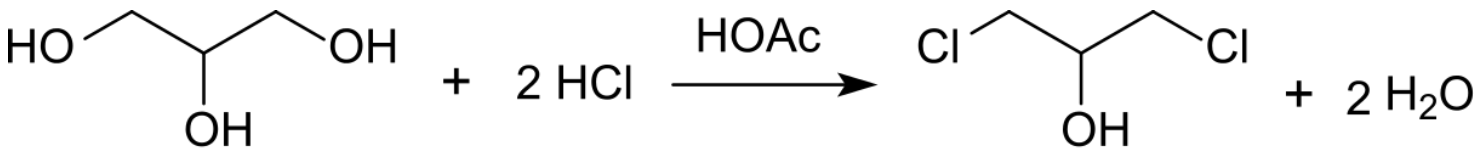
- Epoxide - Glycidether
  - Aromatische Glycidether: BADGE, BFDGE, ...
  - Cycloaliphatische Glycidether HBPA-DGE, ...
  - Aliphatische Glycidether C_{12}-C_{14}-GE, HDD-GE, BD-DGE, TMP-pGE, ...

- Amine und Aminformulierungen
  - Polyaminoamide
  - CNSL-Formulierungen

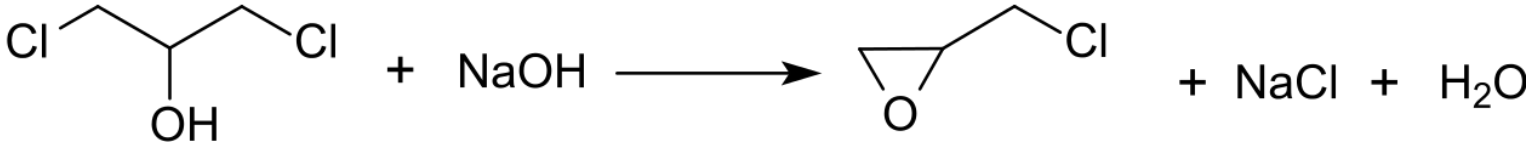
Epoxide: Glycidether

Woher kommt der erneuerbarem Kohlenstoff?

- Epichlorhydrin – GTE Prozess:



Glycerin



ECH

https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:GTE-Prozess.svg

Exkurs: Massenbilanz

Wie funktioniert der Biomassenbilanz-Ansatz

Quelle: https://www.basf.com/global/de/who-we-are/sustainability/we-drive-sustainable-solutions/circular-economy/mass-balance-approach/biomass-balance/biomass-balance.html

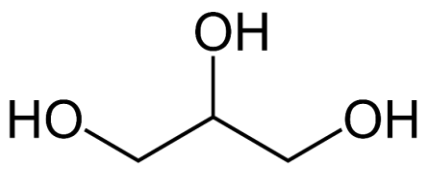
Epoxide: Glycidether

Woher kommt der erneuerbarem Kohlenstoff?

- Native Alkohole, z.B.:

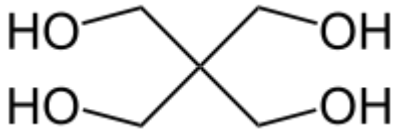
$$H_3C-(CH_2)_n-CH_2-OH$$

C_{12}-C_{14}-Fettalkohol

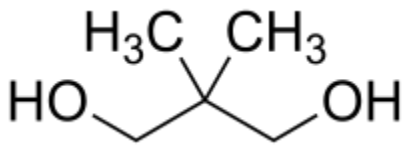


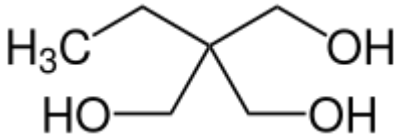
Glycerin

- Bio Acetaldeyd + Bio methanol → Penta



- Propylene + Bio methanol → Neopentyldiglycol TMP





Strukturformeln: https://de.m.wikipedia.org/wiki

Glycidether: X % nachwachsender C

hier: ECH aus GTE-Prozess

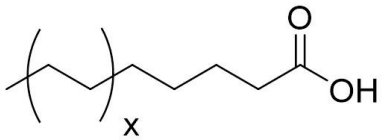
	Polyol % nachwachsend		Glycidether % nachwachsend (ca.)
Glycerin-pGE	Glycerin	100	**100**
pGlycerin-pGE	pGlycerin-(3)	100	**100**
Pentaeritrol-pGE	Pentaeritrol	50 - 100	**80 - 100**
Butandiol-dGE	Butandiol	100	**100**
TMP-pGE	Trimethylolpropan	50	**65**
C_{12}-C_{14} Fettalkohol-GE	**C_{12}-C_{14}** Fettalkohol	100	**100**
Neopentyl-dGE	Neopentylglycol	40	**80**
HBPA-dGE	HBPA	0	**30**

Amine: Modifizierungsmittel

Woher kommt der nachwachsende Kohlenstoff?

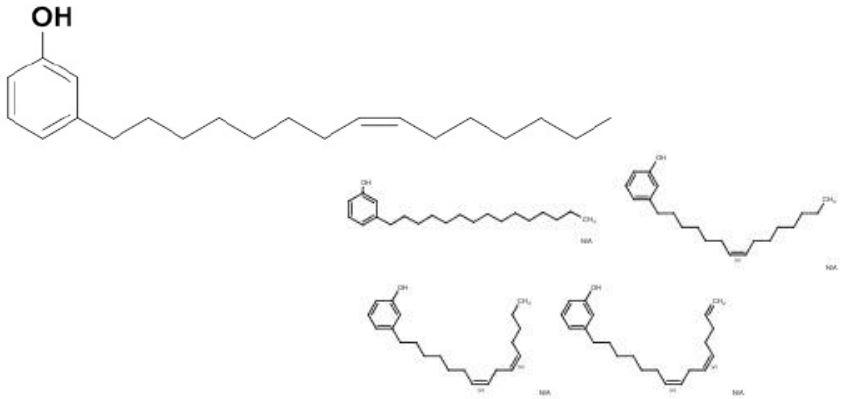
- Native Alkohole, z.B.:

  C_{12}-C_{14}-Fettalkohol, Leinöl
  Fettsäuren, C_{18}-ungesättigt, dimerisiert, Reaktionsprodukte mit Tallöl-Fettsäuren



where x = 1 to 6

  Cashew-Schalenöl



  …

Strukturformeln: https://de.m.wikipedia.org/wiki

System 1: 60% erneuerbarer Kohlenstoff

Grundierung, VOC frei, kein GHS 08, sehr gute Frühwasserbeständigkeit

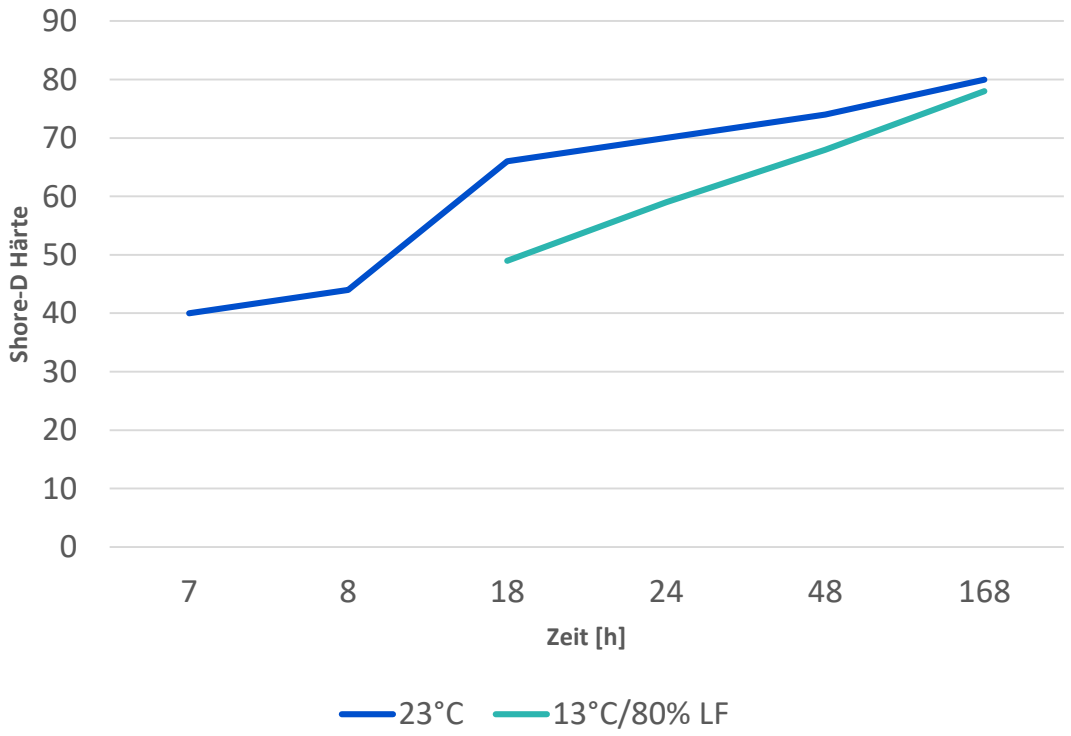
	Harz (DGEBA/Gly-pGE)	Härter	System
Viskosität [25°C, P/K] *	ca. 820 mPa·s	ca. 240 mPa·s	ca. 510 mPa·s
E/H-Äquivalent	163 g/Äquiv.	112 g/Äquiv.	
Mischungsverhältnis			100 : 60
Topfzeit**			ca. 20 min
Haftung auf feuchtem UG			Bruch im Beton > 3 N/mm2
erneuerbarer Kohlenstoff	64 %	52 %	60 %

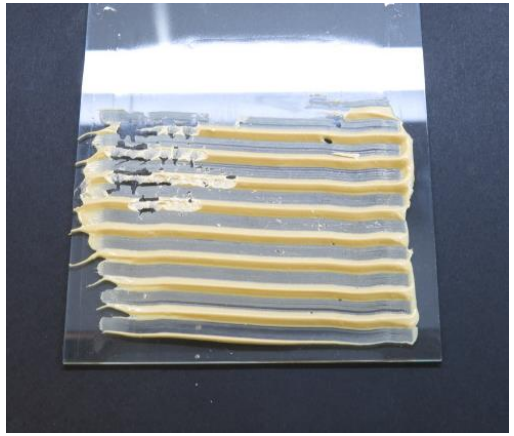
* Anton Paar MCR72 Platte-Kegel Rheometer
** 100g, 23°C, GELNORM GELTIMER_TC

System 1: 60% erneuerbarer Kohlenstoff

Grundierung, VOC frei, kein GHS 08, sehr gute Frühwasserbeständigkeit

- Härteentwicklung (Shore D)





System 2: 43% erneuerbarer Kohlenstoff

Beschichtung, VOC frei, kein GHS 08

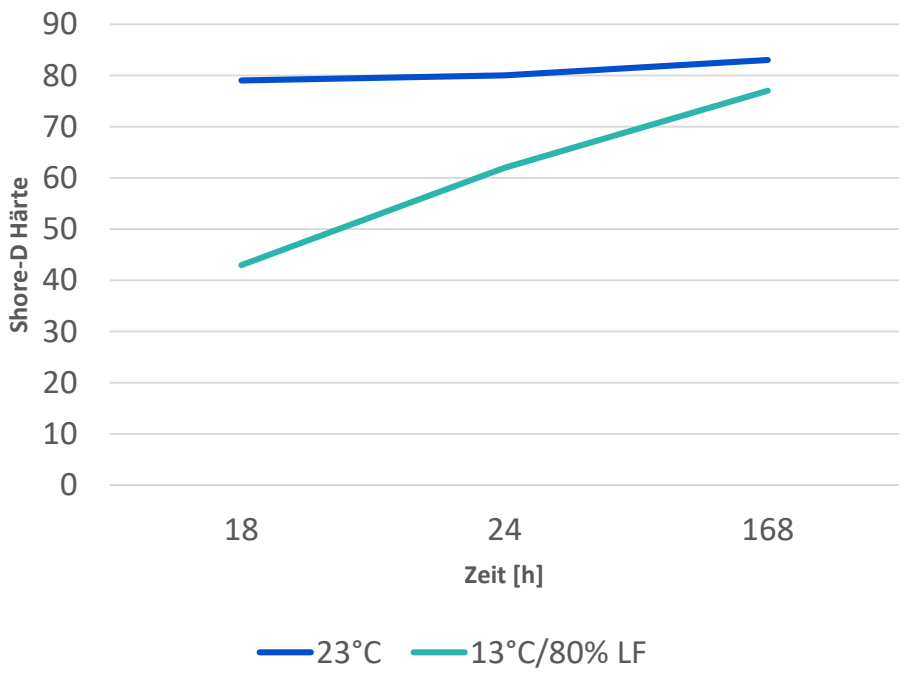
	Harz (DGEBA/Gly-pGE)	Härter Gen2	System
Viskosität [25°C, P/K] *	ca. 820 mPa·s	150 – 300 mPa·s	ca. 630 mPa·s
E/H-Äquivalent	163 g/Äquiv.	85 g/Äquiv.	
Mischungsverhältnis			100 : 50
Topfzeit**			ca. 30 min
erneuerbarer Kohlenstoff	64 %	0 %	43 %

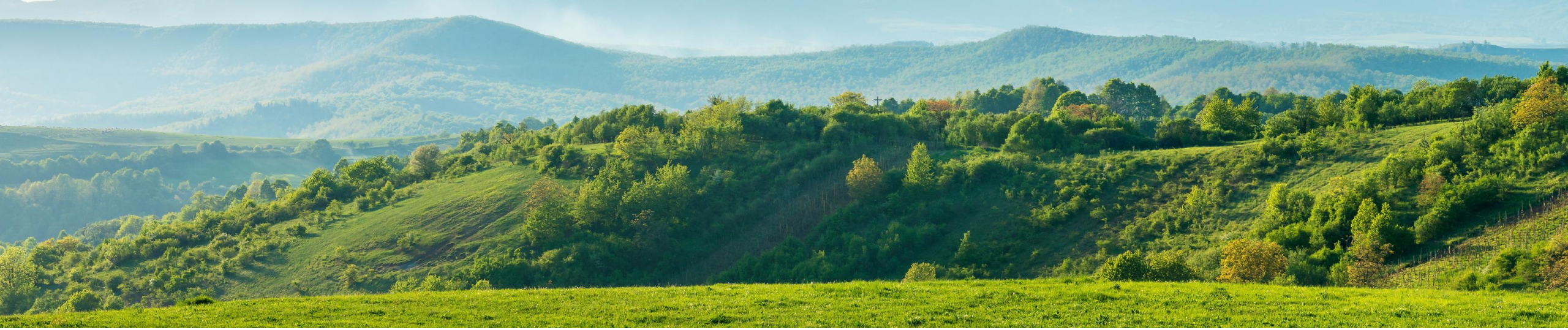
* Anton Paar MCR72 Platte-Kegel Rheometer
** 100g, 23°C, GELNORM GELTIMER_TC

System 2: 43% erneuerbarer Kohlenstoff

Beschichtung, VOC frei, kein GHS 08

- Härteentwicklung (Shore D)

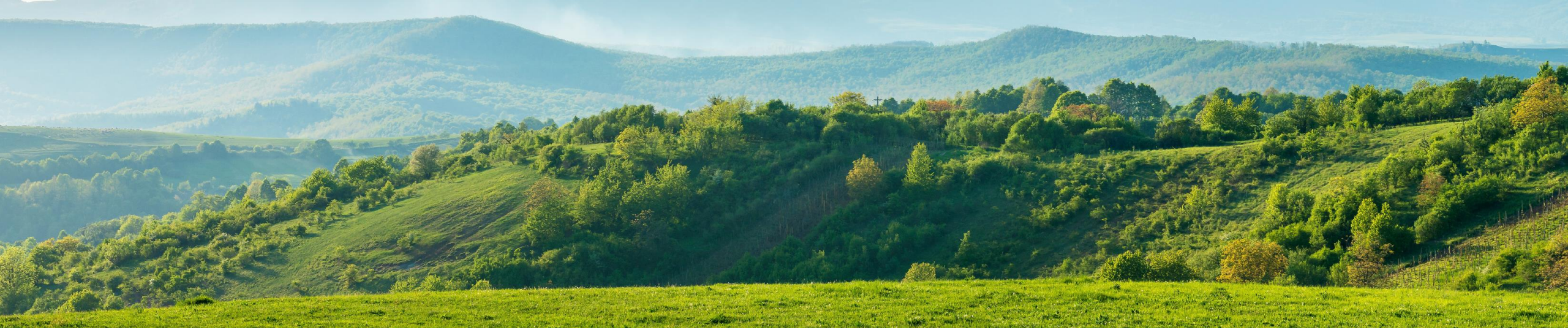




Fazit

Wie nachhaltig können Epoxid Systeme sein?

- Basierend auf der Langlebigkeit und der Schutzfunktion gibt es EP-Systeme die jetzt schon nachhaltige Produkte sind.
- Durch die Verwendung von EP-Bausteinen aus nachwachsenden Rohstoffen kann die CO_2-Bilanz verbessert werden.



Ausblick

Wie nachhaltig können Epoxid Systeme sein?

- Verwendung von erneuerbarem Kohlenstoff (insbesondere der Einbau von CO_2) wird weiter ausgebaut werden.
- Verstärkter Einsatz von erneuerbaren Energien in der Produktion.
- Wir befinden uns auf dem Weg zum klimaneutralen Epoxidsystem – einem wesentlichen Baustein für Nachhaltigkeit.

Vielen Dank.

Ich freue mich auf ihre Fragen und Diskussionsbeiträge.
Gerne auch an: g.goettle@ipox-chemicals.com

ipox® customized epoxy

ipox chemicals GmbH
Ludwig-Bölkow-Straße 1
88471 Laupheim

ipox chemicals Kft.
Helsinki út 114
1238 Budapest

www.ipox-chemicals.com
mail@ipox-chemicals.com