

The background of the slide is a dark blue gradient that transitions into a green gradient towards the center. Overlaid on this background is a grid of 18 spheres arranged in 3 rows and 6 columns. The spheres have a 3D effect with highlights and shadows. The color of the spheres follows the background gradient, starting as dark blue on the left and becoming a vibrant green in the center, then fading back to dark blue on the right. The word 'Klebstoffe' is written in a white, sans-serif font across the middle of the grid.

Klebstoffe

Kleben als Fügeverfahren

- **Fügen:** 4 Hauptgruppe der Fertigungsverfahren (DIN 8580)
- langfristiges Verbinden oder sonstigen Zusammenbringen mehrerer Werkstücke geometrisch bestimmter fester Form oder von ebensolchen Werkstücken mit formlosem Stoff.

9 verschiedene Gruppen (DIN 8593):

Zusammen- setzen	Füllen	An- und Einpressen
Fügen durch Urformen	Fügen durch Umformen	Schweißen
Löten	Kleben	Textiles Fügen

Definition Kleben

- Herstellung einer festen Verbindung zweier Teile durch einen synthetischen Werkstoff (Klebstoff), der durch physikalisches Abbinden oder chemische Reaktion verfestigt wird (Aushärten) und die Teile infolge der Oberflächenhaftung (Adhäsion) sowie der zwischenmolekularen Kräfte (Kohäsion) miteinander verbindet.

Definition Klebstoff

DIN 16920

- Klebstoff ist ein nicht metallischer Werkstoff, der Körper durch Oberflächenhaftung und innere Festigkeit (Adhäsion und Kohäsion) verbinden kann, ohne dass sich das Gefüge der Körper wesentlich ändert

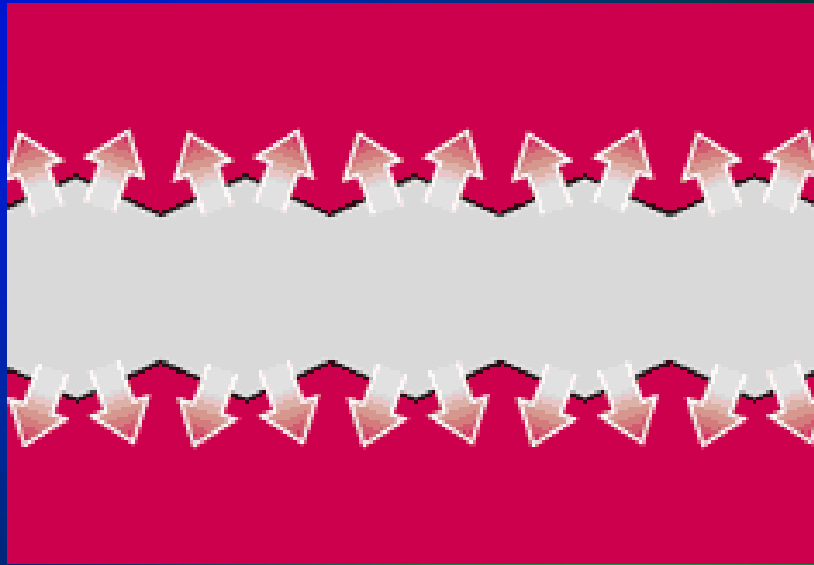
Naturwissenschaftliche Grundlagen

Klebstoff härtet durch Trocknung, chemische oder physikalische Reaktion aus und hält dadurch die Materialien zusammen.

Zwei Faktoren beeinflussen die Haltbarkeit einer Verklebung:

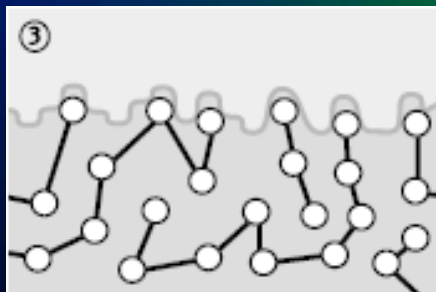
- **Adhäsion** (Oberflächenhaftung)
- **Kohäsion** (innere Festigkeit)

Adhäsion



- Lat. (adhaerere) „anhaften“
- Kräfte, die an Berührungsflächen von Klebstoff und Werkstoff deren Zusammenhalt bewirken

Adhäsion



- **Physikalische Adhäsion:**
durch Ausbildung von Dipolen
- **Chemische Adhäsion:**
chemische Bindung
- **Mechanische Adhäsion:**
mechanische Verankerung in
raue Oberflächen

Adhäsion

- Geringer Abstand zwischen Klebstoff- und Werkstoffoberfläche notwendig zum Wirken der Kräfte
 - ➔ muss sich der Oberflächen anpassen können
 - ➔ intensive Benetzung der Oberfläche durch den Klebstoff Voraussetzung gute Klebung
 - ➔ Klebstoffe in flüssiger Form

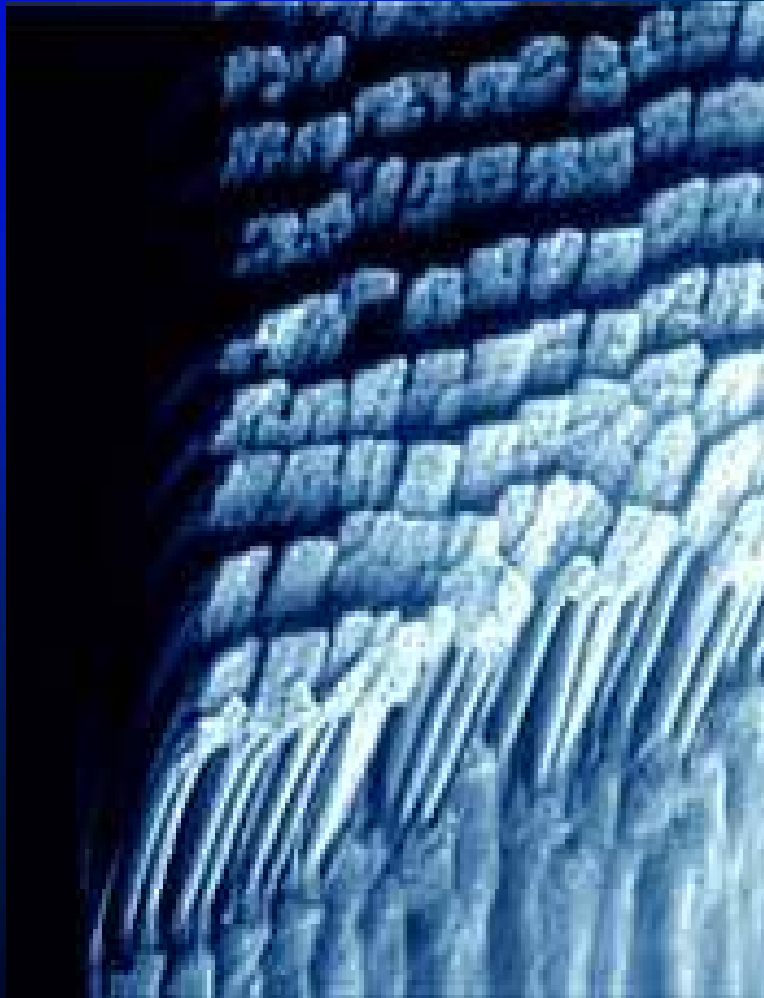
Adhäsion in der Natur



**Warum Geckos
an der Decke
Kleben?**



Adhäsion in der Natur



Setae

- Härchen aus Keratin
- 1/10 der Dicke eines menschl. Haars
- Ca. 5000/mm²

Adhäsion in der Natur



Spatulae

- Enden der Setae
- Mehrere 100/Setae
- Spatelförmig
- 200-500 Nanometer

Adhäsion in der Natur

A REPTILIAN GRIP

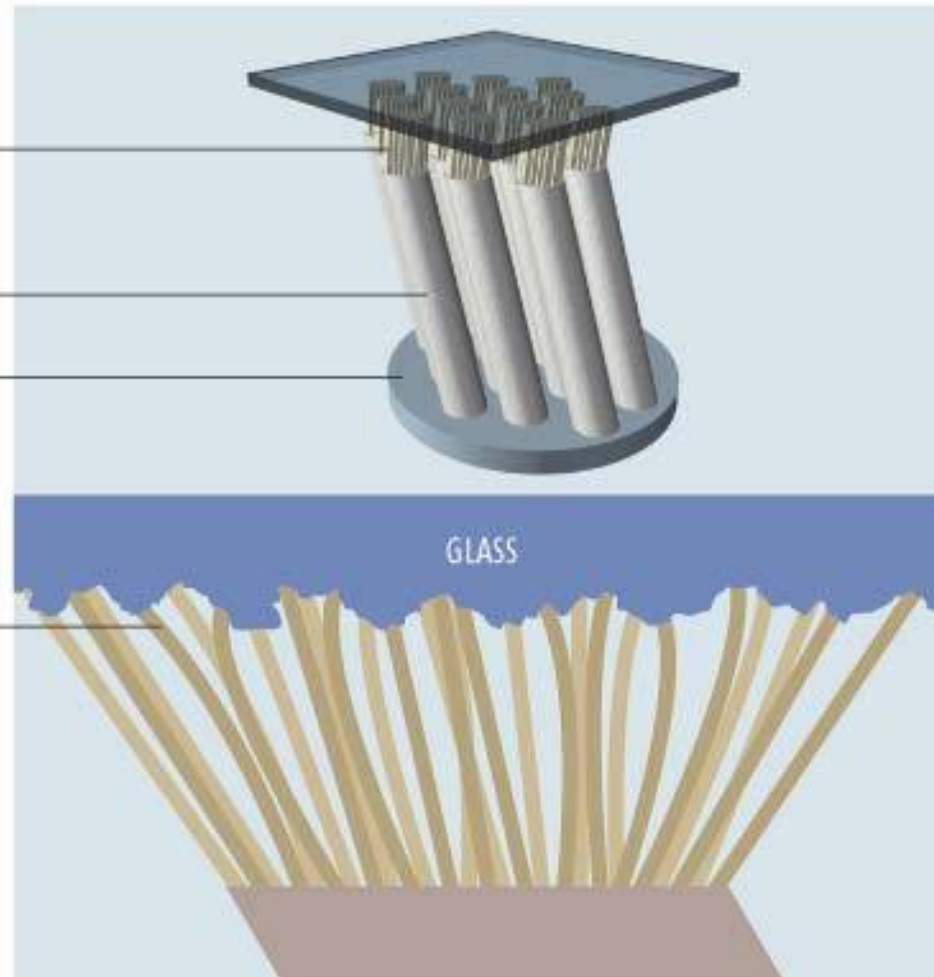
How engineers have mimicked the fine hairs on a gecko's foot

Nanohairs grown on top of microhairs are just hundreds of nanometres wide

Microhairs

Polymer substrate on which microhairs are grown

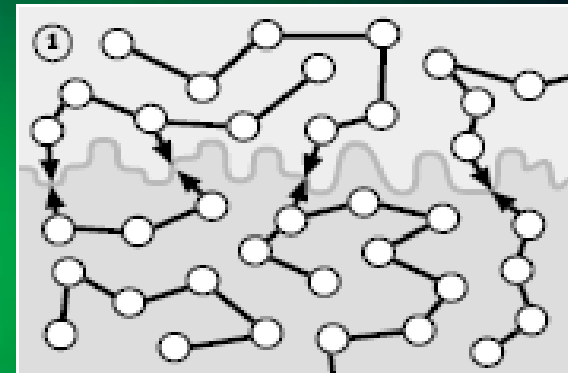
The polymer nanohairs conform to the shape of, say, a granular glass surface. Attractive forces between the nanohair ends and the granular faces keep them stuck fast



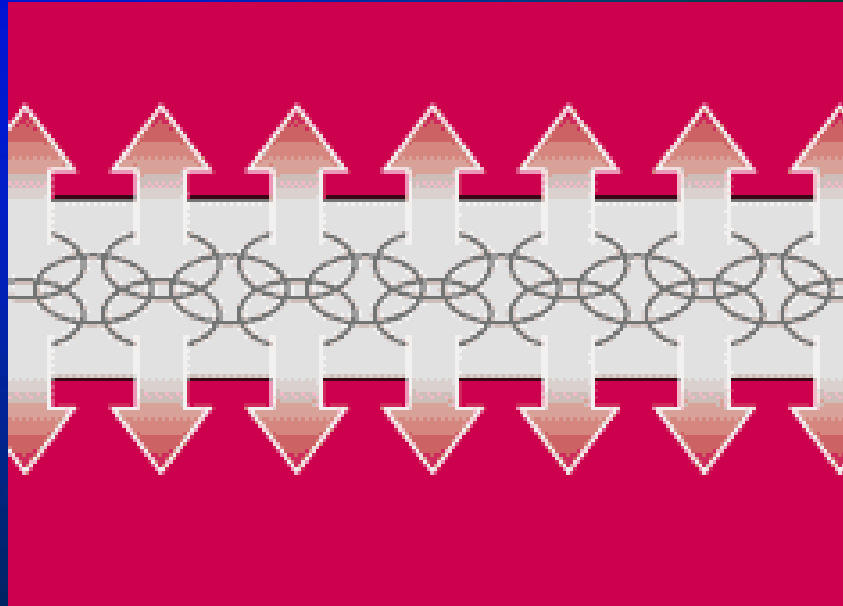
Ahäsion in der Natur

Gecko:

- Klebt mit Hilfe von Van-der-Waals-Bindungen
- Würden einem Gegengewicht eines Wassereimers standhalten



Kohäsion



- Lat. (cohaerere) „zusammenhängen“
- Bindungskräfte, die die innere Festigkeit von Klebstoffen bewirken

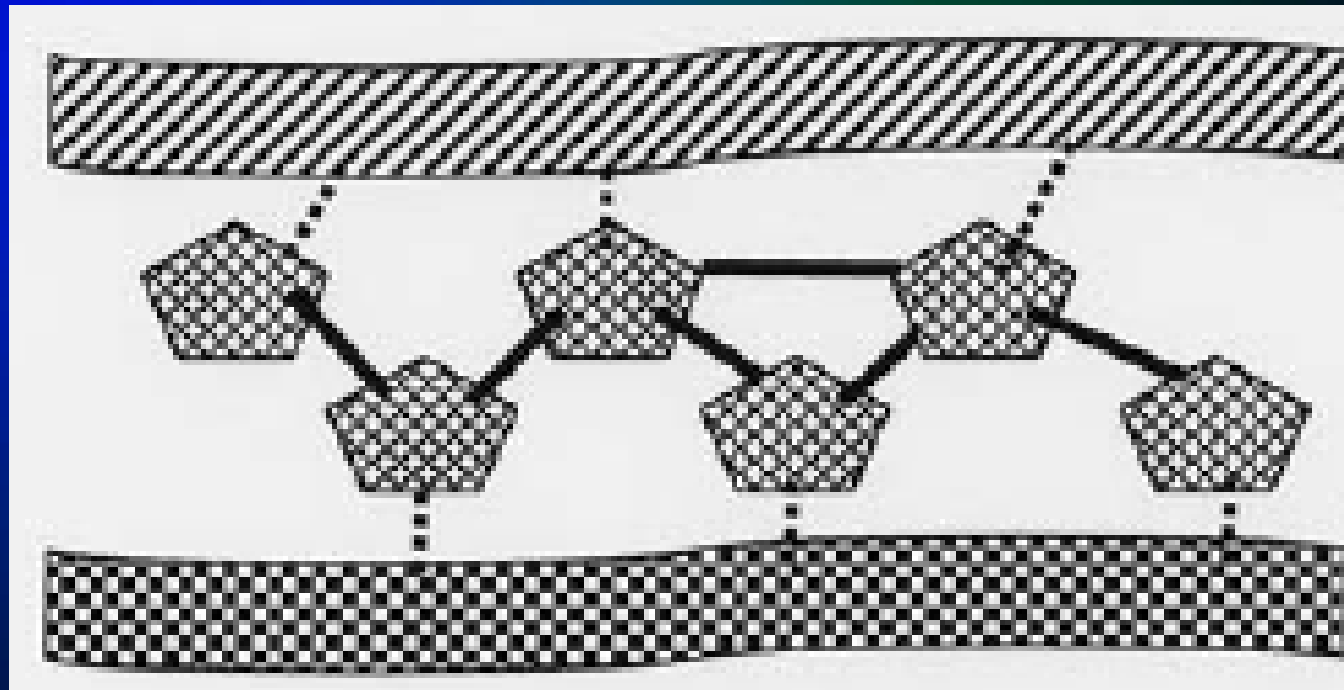
Kohäsion

Zusammenhangskräfte zwischen den Molekülen eines Stoffes und innerhalb der Moleküle

durch folgende Wechselwirkungen bestimmt:

- **Mechanische Verschlaufung**
- **Chemischen Bindungen**
- **Physikalische Bindung**
(Ionenbindung und zwischenmolekulare Kräfte benachbarter Atome oder Moleküle; van-der-Waals-Wechselwirkung, Dispersionswechselwirkung, Wasserstoffbrückenbindung)

Adhäsion + Kohäsion



Historische Entwicklung

Aufbau von Klebstoffe

Grundstoff / eigentl. Klebstoff	Lösungs- oder Dispersionsmittel	Zusatzstoffe
natürliche u. synthetische Polymere	Schnellverdunstende organische Lösungsmittel	
Erklärung: <ul style="list-style-type: none"> • Makromoleküle haben gute Klebeigenschaften wegen guter Adhäsion u. Kohäsion 	Einteilung d. Klebstoffe: <u>Lösungsmittelhaltige:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Mit Alkohol, Aceton, Benzin (Schnelle Härtung) <u>Lösungsmittelfreie:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Mit Wasser (Langsame Härtung, da Verdunstet langsamer als andere Lösungsmittel) - Papierwellung + umweltschonender 	Funktion: <ul style="list-style-type: none"> - Farbgebung - Alterungsschutz - Konservierungsmittel (bei natürlichen Klebstoffen wie Stärkeklebstoff) - Entschäumungsmittel

Bindemittel (Polymere)

Natürliche Bindemittel für Klebstoffe

Naturharze	<ul style="list-style-type: none">• Balsame (Terpentin)• Kolophonium (Wurzelharz)• Fossile Harze (Dammer, Kopal, Bernstein)
Kohlenhydrate	<ul style="list-style-type: none">• Stärke• Dextrin• Zucker
Proteine	<ul style="list-style-type: none">• Albumin• Gelatin
Kautschuk	<ul style="list-style-type: none">• Latex• Getrocknete Gummimilch (Smoked sheets)• Crepe (gefällte Latex)
Wachse / andere Naturstoffe	<ul style="list-style-type: none">• Bienenwachs• Schellack• Gummiarabicum

Bindemittel (Polymere)

Natürliche Bindemittel für Klebstoffe

Methylcellulose Polyvinylalkohol Polyvinylpyrrolidon	<ul style="list-style-type: none"> • Tapetenkleister • Papierkleber • Klebestift
Polystyrol Polyvinylchlorid Polyacrylate Polymethacrylate Polyvinylacetate PVAc/Polyethylen Nitrocellulose	<ul style="list-style-type: none"> • Modellbaukleber • Plastikkleber • Plastikkleber, Haftkleber • Plastikkleber, Haftkleber • Alleskleber, Holzleim • Schmelzkleber • Modellbaukleber
Polychloroprene Kautschuke Polyurethane	<ul style="list-style-type: none"> • Kontaktkleber • Kontaktkleber, Haftkleber • Kontaktkleber, Reaktionskleber
Methaacrylate Cyanacrylate Diacrylsäureester Epoxidharze Polyester	<ul style="list-style-type: none"> • Modellbaukleber • Sekundenkleber • Schraubensicherungen • Metallkleber • Metallkleber, Gießharze
Wachse / andere Naturstoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Bienenwachs • Schellack • Gummiarabicum

Klebstoffarten (nach Art des Abbindens)

Reaktionsklebstoffe

Chemisch reagierende:

- chem. Bausteine werden im richtigen Verhältnis in die Klebefuge eingebracht
- Verfestigung erfolgt durch chem. Reaktion

Physikal. abbindende:

- Heißschmelzklebstoffe
- Verfestigen durch Temperaturabnahme

Physikal. abbindende

- Klebstoffpolymere schon im Klebstoff enthalten
 - Lösungen
 - Dispersionen
- Verfestigung erfolgt über entweichen des Lösungsmittels

Reaktionsklebstoffe

Zwei-Komponenten Kleber

- Aus 2 getrennten Bestandteilen (Harz und Härter)
- Durch Mischen startet chem. Reaktion zum Klebstoffpolymer
- Muss während Tropfzeit verarbeitet werden
- Nach Einbringen in Klebefuge folgt Abbindzeit
- Festigkeit und Abbindzeit positiv durch höhere Temperaturen beeinflussbar

Reaktionsklebstoffe

Ein-Komponentenkleber

- Gebrauchsfertige Klebmasse
- In die Klebefuge eingebracht, härtet er durch Veränderung der Umgebungsbedingungen
 - Temperaturerhöhung
 - Zutritt von Luftfeuchtigkeit
 - Entzug von Sauerstoff
 - Kontakt mit Substratoberfläche
 - Licht

Zwei-Komponentenkleber

- **Methylmethacrylat-Klebstoffe**
 - Methylester (Monomer) + Peroxid (Radikal) + Beschleuniger
 - Beide Komponenten kommen durch Zusammenfügen der Flächen in Kontakt
 - ➔ Polymerisation

Anwendung: Verklebung von Metallen

Zwei-Komponentenkleber

- **Anaerob härtende Klebstoffe**

- Wie Methylmethacrylat
- Hier Härtereaktion nur unter Sauerstoffausschluss

Anwendung: wenn aus konstruktionstechnischen Gründen Klebefuge von Umgebungsluft abgeschlossen wird: Schraubensicherung oder Wellen- u. Flanschverklebung

Zwei-Komponentenkleber

- **Phenol-Formaldehydharz-Klebstoffe**
 - Phenol + Formaldehyd
 - Wird als Lösung oder Pulver in die Klebefuge gebracht
 - Härteraktion wird durch Temperaturerhöhung auf ca. 160-180°C hervorgerufen
 - Nebenprodukt: Gas
 - Gute Temperaturbeständigkeit

Anwendung: temperaturbelastete Metallverklebungen, Reibbeläge, bei d. Fertigung von Kupplungen und Bremsbelägen

Zwei-Komponentenkleber

- **Silicone**

- Prä-Polymere + Härter

- ➔ Vernetzung zu hochmolekularen Polymer

Anwendung: meist als Dichtstoffe z.B. als Sanitärsilikon

Zwei-Komponentenkleber

- **Epoxidharz-Klebstoff**

- Harz + Härter
- Härtung zum stabilem Duroplasten
- Temperaturerhöhung führt zu höherer Festigkeit
- Sehr hohe Kohäsion

Anwendung: im Fahrzeug- und Flugzeugbau

Reaktionsklebstoffe

Ein-Komponentenkleber

- Gebrauchsfertige Klebmasse
- In die Klebefuge eingebracht, härtet er durch Veränderung der Umgebungsbedingungen
 - Temperaturerhöhung
 - Zutritt von Luftfeuchtigkeit
 - Entzug von Sauerstoff
 - Kontakt mit Substratoberfläche
 - Licht

Ein-Komponentenkleber

- **Cyanacrylat-Klebstoffe**
(Sekundenkleber)

- Komponenten werden im Klebstoff durch Cyanacrylsäure vor dem Zusammengehen geschützt
- Härtung erfolgt durch Reaktion mit der Luftfeuchtigkeit
→ neutralisiert Säure → Polymerisation
- Nicht feuchtigkeits- oder temperaturstabil
- Haltbarkeit sehr eingeschränkt (2-3 Tage)

Anwendung: in der Medizin zum Wundschluss,
für kleine Flächen

Ein-Komponentenkleber

- **Strahlenhärtende Klebstoffe**
 - Radikalische Polymerisation durch Bestrahlung mit UV-Licht
 - Genaue Abstimmung der Wellenlängen auf den eingesetzten Klebstoff
 - Min. ein Fügeteil muss transparent sein

Ein-Komponentenkleber

- **Silicone**

- Prä-Polymere + Luftfeuchtigkeit
➔ Vernetzung zu hochmolekularen Polymer

Anwendung: meist als Dichtstoffe z.B. als Sanitärsilikon

Klebstoffarten (nach Art des Abbindens)

Reaktionsklebstoffe

Chemisch reagierende:

- chem. Bausteine werden im richtigen Verhältnis in die Klebefuge eingebracht
- Verfestigung erfolgt durch chem. Reaktion

Physikal. abbindende:

- Heißschmelzklebstoffe
- Verfestigen durch Temperaturabnahme

Physikal. abbindende

- Klebstoffpolymere schon im Klebstoff enthalten
 - Lösungen
 - Dispersionen
- Verfestigung erfolgt über entweichen des Lösungs- bzw. Dispersionsmittels

Pysikal. abbindend Klebstoffe

- **Kontaktklebstoffe**

- Harze und synthetische Kautschuke in Lösungsmittel
- Verklebung von undurchlässigen Materialien möglich
- Pressdruck wichtiger als Pressdauer
- Bleibt elastisch

Anwendung: Holz, Metall, Leder, Kunststoffe, Gummi (Schuhsohlen), Schaumstoffe

Pysikal. abbindend Klebstoffe

- **Dispersionsklebstoffe**

- Feinste Verteilung von Kunstharzen im Wasser
- Keine Lösung
- Wasser als Transportmittel
- Füge Teile müssen Wasser aufnehmen und verdunsten lassen können → Abbinden des Kunstharzes
- Beim Abbinden Kohäsion gering
→ Schraubzwingen

Anwendung: Verleimen von Holz

Pysikal. abbindend Klebstoffe

- **Leime**

- In Wasser enthaltene tierische (Casein, Glutin), pflanzliche (Stärke, Dextrin) oder synthetische Klebstoffe
- Härten durch Verdunsten des Dispersionsmittels oder durch Gelieren

Pysikal. abbindend Klebstoffe

- **Haftklebstoffe**

- Viskose Lösungen oder Dispersionen von Kautschuk, Polyacrylaten, Polyvinylethern
- Große Adhäsionskräfte u. kleine Kohäsionskräfte
- Viskosität bleibt bestehen
- Mehrmals lösbar

Anwendung: Heftpflaster, Klebeband, Aufkleber

Pysikal. abbindend Klebstoffe

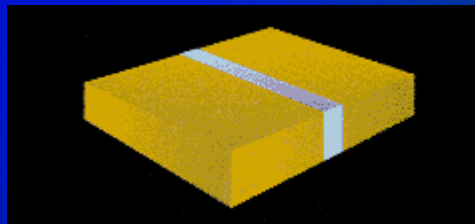
- **Platisolklebstoffe**

- Dispersion von Kunststoffpulver, bes. PVC in Weichmacher + Stabilisatoren
- Gelieren bei Temp. von 140-200°C zu kautschukähnlichen Masse
- Zugabe von Haftvermittler z.B. Carbonsäure → Klebstoff

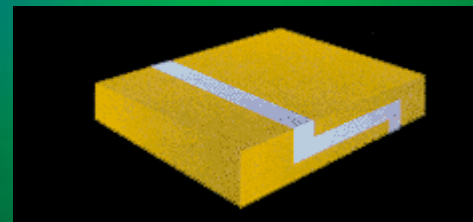
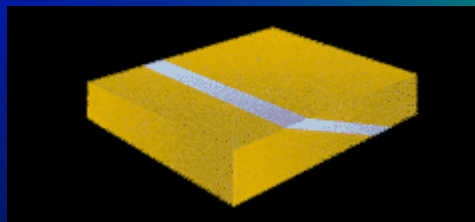
Formgebung der Klebenaht

- Bei hohen Ansprüchen an die Klebung
 - nur auf Scherung und Zug beanspruchen
- Belastbarkeit gegen Biege- und Schälbeanspruchung ist grundsätzlich geringer

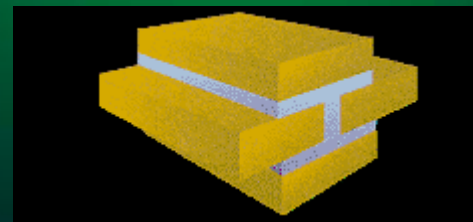
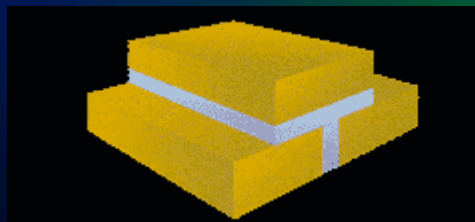
Formgebung der Klebnaht



Stumpfer Stoß
Schlecht !

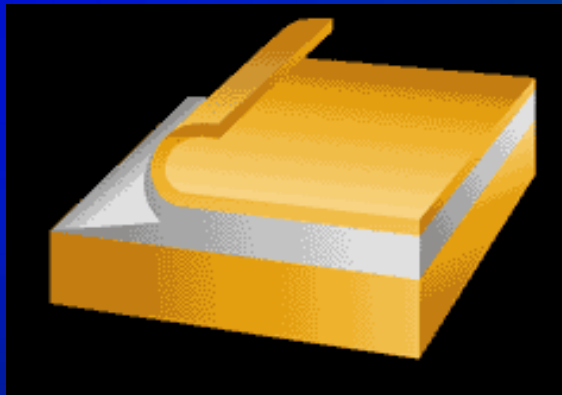


Schäftung
Besser !

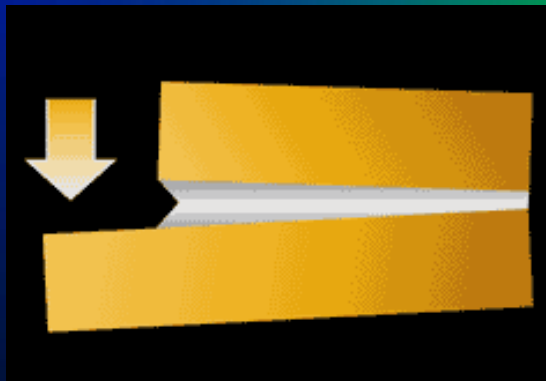


Laschung
Gut !

Formgebung der Klebnaht



**Abschälen
sehr schlecht !**




**Spaltbeanspruchung
ganz schlecht !**

Formgebung der Klebenaht

Je größer das
Überlappungsverhältnis desto
besser die Haltbarkeit !!!



Lesebeispiel:

Papier auf Kork = 

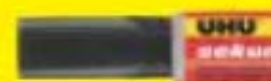
1 = UHU Alleskleber
oder

2 = UHU Alleskleber
Kraft

		Holz				Kunststoffe					harte Materialien			flexible Materialien			Papier		
		Holz-Furniere	Balsaholz	Holz*, Sperrholz, Spanplatten	Kork	Rusopal®, Bakelite®, Duroplast	Weich-Schaum (Schaumgummi, -stoff)	Hart-Schaum (Styropor®)	Weich-Kunststoffe (Weich-PVC)	Hart-Kunststoffe (PVC, ABS, Polystyrol)	Metall	Stein, Beton, Keramik	Glas, Porzellan	Gummi	Leder	Textil, Filz	Fotos	Pappe, Karton	Papier
Papier	Papier	1/4	1/8	1/5	1/2	1/2	2/16	10/16	2	2/3	1/2	1/2	1/2	2/1	1/4	1/4	16/5	1/5	5/4
	Pappe, Karton	1/4	1/8	2/7	2/3	2/3	2/16	10/16	2	9	2/3	2/1	1/2	2/3	1/4	1/4	16/5	1/5	
	Fotos	10/15	10/15	10/15	10/15	10/15	15/15	10/15	15/15	10/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	10/15		
flexible Materialien	Textil, Filz	2/1	2/1	2/1	2/16	2/3	2/3	10/16	2/14	2/3	3/3	3/2	2/1	3/3	2/3	2/3			
	Leder	2/3	1/3	2/3	2/3	2/3	2/3	10/16	2/3	2/3	2/3	3/12	1/12	2/3	2/3				
	Gummi	3/11	12/3	3/11	3/3	3/11	3/3	15/16	2/2	3/11	11/6	3/12	11/2	3/11					
harte Materialien	Glas, Porzellan	2/3	12/1	6/1	2/3	15/3	2/3	10/3	2/9	2/9	6/11	6/6							
	Stein, Beton, Keramik	3/2	3/2	3/6	3/2	3/2	2/3	10/16	2/2	3/2	6/6	6/6							
	Metall	2/3	6/12	6/3	3/2	6/11	2/3	10/16	2/9	11/9	6/6								
Kunststoffe	Hart-Kunststoffe (PVC, ABS, Polystyrol)	2/9	9/12	3/2	3/2	3/11	2/3	10/16	2/9	9/13									
	Weich-Kunststoffe (Weich-PVC)	2/14	2/12	2/14	2/2	11/2	2/2	10/2											
	Hart-Schaum (Styropor®)	10/7	10/7	10/7	10/7	10/16	10/16	10/16											
	Weich-Schaum (Schaumgummi, -stoff)	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3												
	Rusopal®, Bakelite®, Duroplast	3/14	3/14	3/14	3/2	2/11													
	Kork	7/2	7/12	2/16	2/3														
	Holz*, Sperrholz.	7/7	7/7	7/7															

13

11



11



11



12



12



2

UHU® Klebstoffe für jedes Material



An diesem Symbol erkennen Sie die Baumgruppenfreien Produkte von UHU

Leserbeispiel:
Papier auf Kork = $\frac{1}{2}$

1 = UHU Alleskleber oder
2 = UHU Alleskleber Kraft

	Holz	Kunststoffe	harte Materialien	flexible Materialien	Papier
Holz					
Holz-Furniere	1				
Bohlenholz	1				
Holz*, Sperrholz, Spanplatten	2				
Kork	1				
Kunststoffe					
Risaplast®, Bakelite®, Duroplast	1	2			
Weich-Schaum (Schaumgummi, -stoff)	2	10			
Hart-Schaum (Styropor®)	2	16			
Weich-Kunststoffe (Weich-PVC)	2	2			
Hart-Kunststoffe (PVC, ABS, Polystyrol)	2	3			
harte Materialien					
Metal			1		
Stein, Beton, Keramik			2		
Glas, Acrylglas			2		
Carbon			2		
Leder			1		
Textil, Filz			1		
flexible Materialien					
Folien				16	
Pappe, Karton				5	
Papier				4	



Im Falle eines Falles – UHU
Interaktive UHU-Klebeberatung und Produktinformation im Internet: www.uhu.de