

21 Chemie der Oberflächenveredlung 2

21.1 Anforderungen an Streichfarben

21.1.1 Produkt-relevante Eigenschaften

Mit einem guten Strich möchte man bestimmte Eigenschaften des Papiers erreichen, die schon im vorangegangenen Abschnitt besprochen wurden. Man will einerseits ein besonders vorteilhaftes Aussehen des Produkts, andererseits eine optimale Verarbeitbarkeit erreichen.

Wichtige Verarbeitungseigenschaften des gestrichenen Papiers sind z.B.:

- Glätte und Papierglanz, diese hängen neben der Rezeptur u.a. ab von
 - Rohpapierqualität
 - Strichgüte
 - Kalandrierung
- Druckglanz, dieser wird beeinflusst von
 - Strichglätte und Benetzbarkeit (Oberflächenenergie)
 - Tintenaufnahme (Porenstruktur und Oberflächenenergie (Hydrophilie))
- Oberflächenfestigkeit
 - RupffestigkeitDafür sind vor allem verantwortlich
 - Bindereffektivität
 - Porenstruktur des Strichs
 - Rohpapier-Porosität
 - Strichpenetration

- Blisterfestigkeit (geringe Neigung zur Blasenbildung)

Beim Trocknen des feuchten, gestrichenen Papiers muss das Wasser verdampfen und der Dampf durch den Strich entweichen können. Wenn mehr Dampf entsteht als zur gleichen Zeit entweichen kann, bilden sich an der Unterseite der Strichschicht Blasen, die den Strich aufwölben. Wenn sie platzen entstehen Löcher im Strich.

Die Neigung zur Blasenbildung hängt ab von

- Restfeuchte
- Strichdicke
- Porosität

Die Streichfarbenrezeptur muss alle Komponenten enthalten, die dem Strich diese Eigenschaften verleihen. Diese Komponenten sind Rohstoffe und Additive, wobei die Pigmente und Binder den Rohstoffen zuzuordnen sind.

21.2 Verarbeitungseigenschaften von Streichfarben

Aber eine gute Rezeptur muss mehr können, als einen Strich guter Qualität (gute Produkteigenschaften) zu produzieren. Sie muss vor allem auch garantieren, dass die Streichfarbe gut aufzubringen ist (gute prozesstechnische Eigenschaften). Viele spezielle Additive dienen diesem Zweck (in diesem Sinn handelt es sich um Prozesschemikalien).

Wichtige Verarbeitungseigenschaften von Streichfarben sind

- Gute Pumpfähigkeit (niedrige Low-Shear-Viskosität¹)

¹ die meisten Streichfarben sind stark strukturviskos, d.h. sie sind bei schwacher Scherung (low-shear) ziemlich zähflüssig und werden erst beim starken Scheren (high shear) dünnflüssig

- Gute Entlüftbarkeit, kein Schäumen (Viskosität, Oberflächenspannung)
- Gutes Laufverhalten beim Auftragen (angepasste Viskosität)
- Gutes Laufverhalten beim Abrakeln (Niedrige High-Shear-Viskosität)
- Hohe Wasserretention, damit die Farbe unter dem Rakel flüssig bleibt
- Nur geringe Bindermigration, damit genügend Binder und Cobinder im Strich und an der Grenzfläche zum Rohpapier bleibt
- Gutes Filmspaltverhalten (wenig Zerstäubung („misting“))
- Ausreichende Lagerstabilität der Mischung

21.3 Bindersysteme

Die Bindemittel (Binder) haben die Aufgabe, die einzelnen Pigmentteilchen miteinander zu verbinden. An der Grenzfläche zum Rohpapier müssen die Strichpartikel noch an die Fasern des Rohpapiers gebunden werden. Während in früheren Zeiten vor allem pflanzliche und tierische Leime als Bindemittel für die Strichpigmente benutzt wurden, spielen heute Kunststoffbinder (Latexbinder) die wichtigste Rolle.

21.3.1 Latexbinder

Kunststoff-Binder werden in Form von sehr fein in Wasser dispergierten Klebstoffteilchen in den Handel gebracht. Solche milchigen Dispersionen nennt man „Latex“. (nicht zu verwechseln mit der identischen Bezeichnung Latex für Gummihäute, die im Hygienebereich Anwendung finden).

Im Unterschied zu Polymerlösungen haben Polymerdispersionen auch bei hohen Feststoff-Konzentrationen keine sehr hohe **Viskosität**. Dies ist ein entscheidender Vorteil, weil man so eine streichfähige Farbe mit sehr hohem Feststoffgehalt (also mit wenig Wasser, das anschließend beim Trocknen entfernt werden muss) herstellen kann. Eine Suspension von Polymerteilchen hat deswegen keine hohe Viskosität, weil die Makromoleküle in den Teilchen dicht gepackt sind und ein vergleichsweise kleines Volumen einnehmen. So ist eine Aufschlammung von Stärkekörner sehr leicht zu rühren. Kocht man eine solche Suspension auf, dann platzen die Körner und die Makromoleküle quel-

len daraus hervor. Sie bilden lockere Knäuel, die ein sehr großes Volumen beanspruchen. Die entstehende Stärkelösung ist hoch viskos (siehe Abbildung 1).

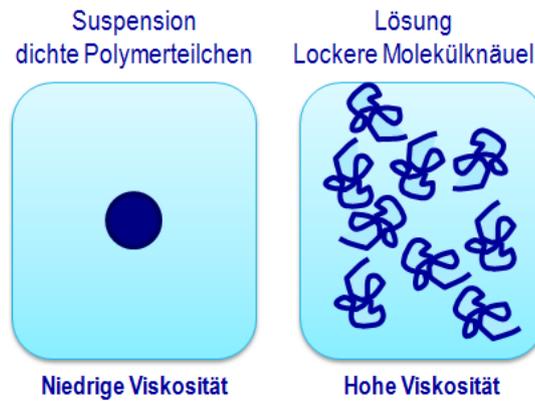
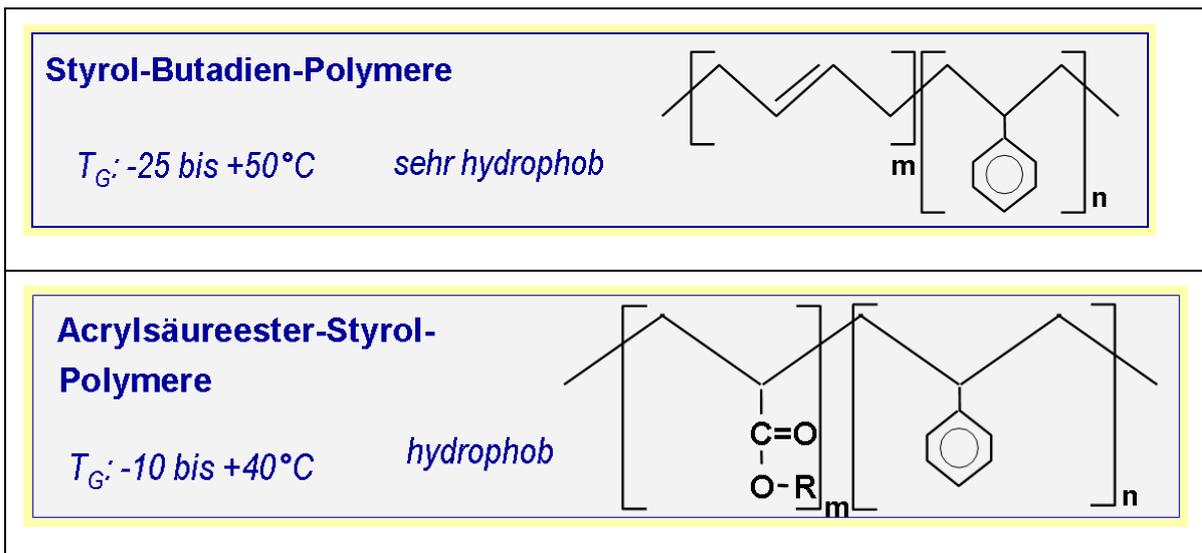


Abbildung 1: Zur Viskosität einer Suspension bzw. einer Lösung eines Polymeren

Bei den Binderlatices handelt es sich allerdings um überwiegend hydrophobe Polymere, die sich auch beim Erhitzen nicht in Wasser lösen, sondern nur besonders weich und fließfähig werden und einen Film zwischen den Feststoffteilchen des Striches bilden.

21.3.1.1 Chemischer Aufbau von Kunststoffdispersionen

Geeignet sind kautschukartig weiche, klebende Polymere deren wichtigste Vertreter in Abbildung 2 gezeigt werden:



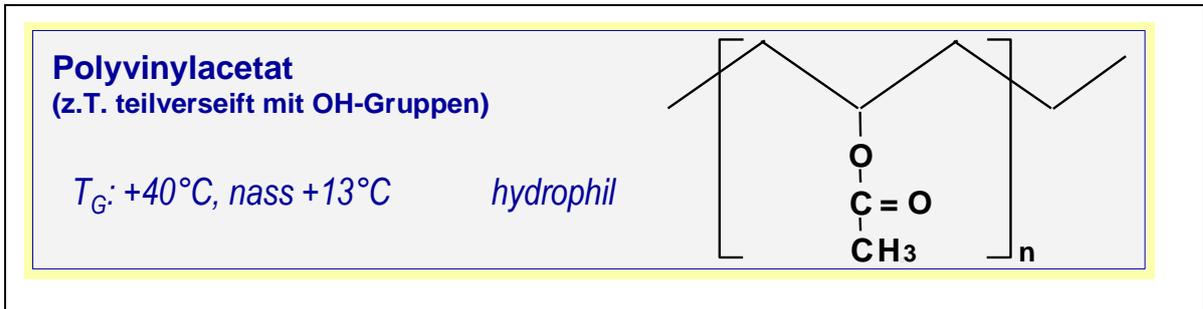
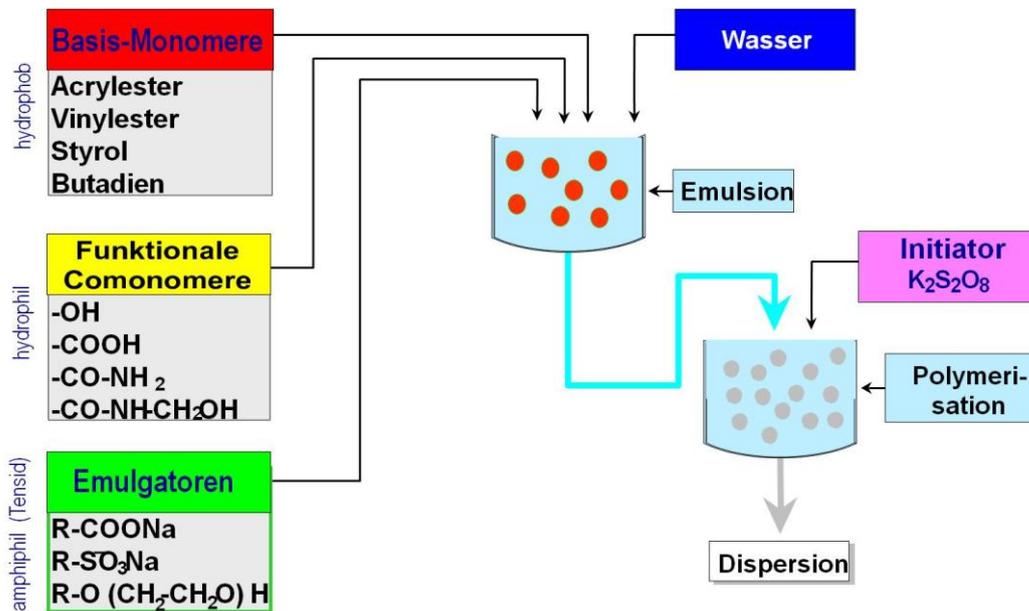


Abbildung 2: Chemische Struktur der wichtigsten Kunststoffbinder (Latex-Binder)

T_G bedeutet „Glastemperatur“. Diese gibt die Temperatur an, bei der das Polymere weich-plastisch wird. Darunter ist es glasig-spröde. Je weiter die Verarbeitungstemperatur oberhalb der Glastemperatur liegt, desto weicher ist im Allgemeinen das Polymere.

Die Binder werden durch radikalische Polymerisation von Monomeren vom Typ $\text{CH}_2=\text{CHR}$ gewonnen. Diese nicht mit Wasser mischbaren Monomeren werden mit Hilfe von Tensiden und Schutzkolloiden fein in Wasser dispergiert, in Gegenwart einer Radikale bildenden Verbindung („Initiator“) erhitzt, wobei sie innerhalb der Tröpfchen polymerisieren.

Abbildung 3 zeigt das Schema des technischen Prozesses zur Herstellung von Latex-Bindern.



(ZM-HV 1998)

Abbildung 3: Emulsions-Polymerisation von Latexbindern

Diese Binder werden direkt in Form der erhaltenen, lagerstabilen Latices geliefert. Diese enthalten weiche aufgrund des Herstellungsprozesses streng kugelige Teilchen von einer Größe im μm -Bereich (Abbildung 4):

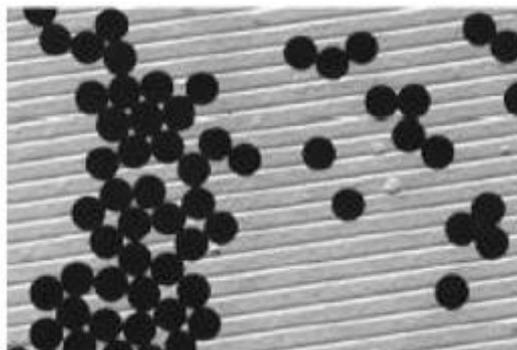


Abbildung 4: Elektronenmikroskopische Aufnahme von Latexteilchen (Quelle: *Pulp&Papermaking Science*)

Dass die Binder in Form eines Latex verarbeitet werden ist kein Zufall, weil dies die günstigste Handelsform ist.

Besonderheiten eines Latex:

- Gebrauchsfertig (braucht nicht aufgelöst zu werden)
- Hoher Feststoffgehalt
- Geringe Viskosität (im Gegensatz zu Polymerlösungen geringes hydrodynamisches Volumen der Teilchen) (siehe Abbildung 1)

Seine Anwendungseigenschaften hängen insbesondere ab von:

- Polymerzusammensetzung
- Glasatemperatur (T_G) ~ Erweichungs- bzw. Filmbildungstemperatur
- Verfilmungs-Temperatur
- Feststoffgehalt
- pH
- Teilchengröße
- Hydrophilie – Hydrophobie -Verhältnis
- Teilchenladung

Besonderheiten verschiedener Latex-Typen

- ◆ Styrol-Butadien (S/B)-Latices
 - Hohes Bindevermögen
 - Gute rheologische Eigenschaften von Farben mit hohem Feststoffgehalt
 - Hoher Strich- und Druckglanz
- ◆ Styrol-Acrylat (S/A)-Latices
 - Gute rheologische Eigenschaften von Farben mit hohem Feststoffgehalt
 - Hoher Strich- und Druckglanz
 - Bessere Lichtstabilität der Striche als bei S/B

◆ Polyvinylacetat (PVAc) -Latices

- Gute Faserabdeckung
- Trotzdem porösere Striche
- Geringere Blisterneigung
- Besonders geeignet für dicke Substrate (Karton)

Unter den Latices ist PVAc tendenziell am hydrophilsten. Dadurch lässt es sich leichter dispergieren. Für die Wiederverwendung von so gestrichenem Ausschuss ist das aber eher ein Nachteil. PVAc bildet beim Aufschlagen des Papiers sehr kleine klebrige Teilchen („Mikrostickys“), die nur sehr schwierig mechanisch abgetrennt werden können. Aufgrund ihrer Klebrigkeit können sie bei der anschließenden Papierherstellung Ablagerungen bilden, die in der Regel noch Pigment eingeschlossen haben. Solche Ablagerungen nennt man „white pitch“ (weißes Harzpech).

21.3.2 Cobinder

Die Latex-Binder haben an sich hervorragende Bindungseigenschaften. Allerdings sind sie zwangsläufig hydrophob (ansonsten könnten sie nicht nach dem Emulsionspolymerisationsverfahren hergestellt werden), daher werden sog. hydrophile Cobinder eingesetzt, die die Bindung zwischen Fasern und Pigmenten verbessern. Cobinder können H-Brücken zwischen den Fasern des Basispapiers und den Pigmentteilchen, teilweise auch zu weniger hydrophoben Bereichen der Latex-Binder ausbilden. Dadurch wird der Strich besser an das Rohpapier gebunden.

Die Cobinder haben auch noch einen Einfluss auf die Rheologie der Streichfarbe, auf deren Wasserretention und auf die Struktur des Strichs. Als hydrophile polymere können sie die Trockenfestigkeit des Basispapiers erhöhen. Niedermolekulare Cobinder, wie z.B. abgebaute Stärke, haben eine geringere Bindekraft, können dafür leichter in das Basispapier penetrieren. Dann kann es allerdings vorkommen, dass die Grenzschicht an Cobinder verarmt, wodurch die Strichfixierung leidet.

Bei den als Cobinder eingesetzten Substanzen handelt es sich durchwegs um überwiegend hydrophile, wasserlösliche Polymere mit relativ hoher Molmasse

Chemie von Cobindern einer Streichfarbe

- Natürliche Polymere
 - Proteine
 - Casein (mehr oder weniger modifiziertes Milcheiweiß)
 - Soyaprotein
 - Polysaccharide
 - Stärke
 - Alginat (Polysaccharide aus Algen)
 - Modifizierte Stärke
 - Modifizierte Cellulose
(Carboxymethyl- und Hydroxethyl-Cellulose)
- Synthetische Polymere
 - Polyvinylalkohol (PVAI)
 - Teilverseiftes Polyvinylacetat (PVAI/Ac)
 - Copolymere von Acrylsäureestern (Acrylate)

Cobinder werden in deutlich geringerer Konzentration eingesetzt als die Binder. Als lösliche Polymere erhöhen sie die Viskosität der Streichfarbe stark, daher kann man keine hohen Mengen davon einsetzen. Die Viskosität solcher Polymerlösungen sinkt allerdings wieder bei starker Scherung (Strukturviskosität). Die Wirkung im Strich macht sich als Verfestigung bemerkbar, die Cobinder machen den Strich daher in der Regel sperriger und weniger elastisch.

Insgesamt überwiegen Stärke und Stärkederivate, wie auch Abbildung 5 zu entnehmen ist, die den Verbrauch an Streichereibindemitteln grob aufgliedert.

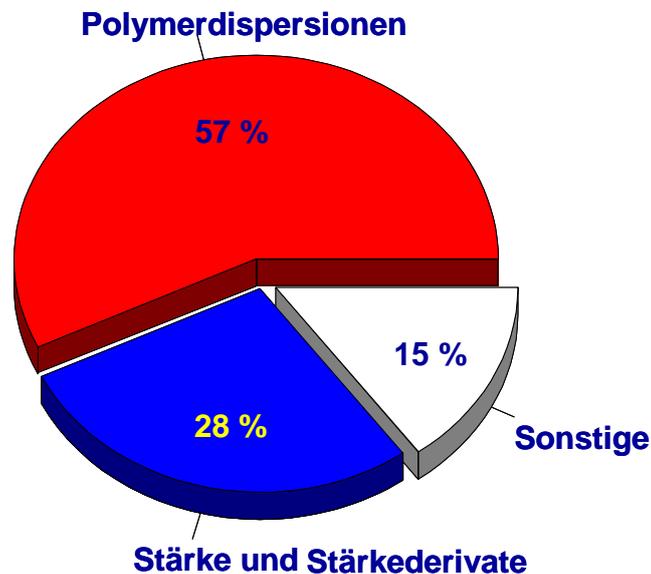
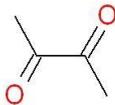


Abbildung 5: Anteile an Streichereibindemitteln

21.4 Weitere Additive in Streichfarben

In kleineren Mengen werden auch noch verschiedene Additive zur Verbesserung der Strichqualität (z.B. Nassfestmittel zur Erhöhung der Wischwasserbeständigkeit) oder der Verarbeitbarkeit und Stabilität (z.B. Konservierungsmittel und Entschäumer) eingesetzt. Zu dieser Gruppe von speziellen Streichfarbenadditiven gehören u.a.:

- Nassfestmittel (vernetzen die Polysaccharide)
 - Melamin- und Harnstoff-Formaldehyd-Harze
- Glyoxal O=C(C=O)C=O
- pH-Regler (Puffersubstanzen)
- Farb- und Nuancierungsstoffe
 - Optische Aufheller
- Konservierungsmittel
- Entschäumer und Entlüfter

- Silikone
- Langkettige Alkylderivate
- Gleitmittel
 - Stearate (Salze der Stearinsäure $C_{16}H_{31}COOH$, einer Fettsäure)
 - Wachsemulsionen
 - Polyglykol
- Leitfähigkeitsmittel
 - Organische und anorganische Salze

21.4.3 Viskositätskontrolle

Eine Schlüsselrolle für die Verarbeitbarkeit einer Streichfarbe spielen die rheologischen Eigenschaften, deren einfachste die Viskosität ist.

21.4.3.1 Grundlagen der Viskosität

Unter der Viskosität versteht man den Widerstand, den ein flüssiges Medium einer Scherdeformation entgegenbringt. Abbildung 6 zeigt schematisch, was bei der Scherung einer Flüssigkeit geschieht. Wirkt die Schubkraft F_x tangential auf ein Flüssigkeitsvolumen ein, gleiten einzelne Flüssigkeitsschichten aneinander ab. Das Geschwindigkeitsprofil, das sich zwischen den Gleitschichten ausbildet, hängt von den rheologischen Eigenschaften der Flüssigkeit ab. Im einfachsten Fall nimmt bei einer ebenen Deformation die Gleitgeschwindigkeit linear ab, man spricht dann von einer *Newton* schen Flüssigkeit. Die Abnahme der Geschwindigkeit $\frac{\partial v_x}{\partial y}$ nennt man „Geschwindigkeitsgefälle“ oder „Scherrate“ (Symbol: \mathbf{D} , Einheit s^{-1}). Die Viskosität η ergibt sich aus dem Verhältnis der angelegten Schubspannung τ und der Scherrate. Diese einfachen Zusammenhänge sind ebenfalls in Abbildung 6 angegeben.

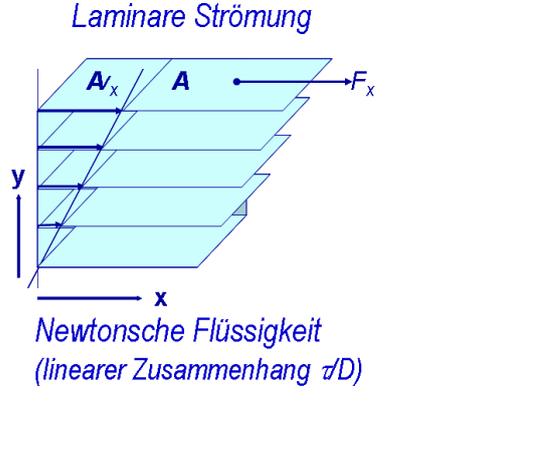
<p><i>Laminare Strömung</i></p>  <p><i>Newtonsche Flüssigkeit (linearer Zusammenhang τ/D)</i></p>	<table border="0"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Geschwindigkeitsgefälle</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Deformationsgeschwindigkeit</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Scherrate</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">$d(v_x)/dy = d\alpha / dt = D = F / (A \cdot \eta)$</td> </tr> <tr> <td colspan="3">α = Deformationswinkel</td> </tr> <tr> <td colspan="3">D = Geschwindigkeitsgefälle (Einheit 1/s)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">$\tau = F / A$</td> </tr> <tr> <td colspan="3">τ = Schubspannung (Einheit: Pa)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">$\eta = \tau / D$ für Newton-Flüssigkeiten</td> </tr> <tr> <td colspan="3">η = Viskosität (Einheit Pa s)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">$\eta = \frac{\partial \tau}{\partial D}$ für Nicht-Newton-Flüssigkeiten</td> </tr> </table>	Geschwindigkeitsgefälle	Deformationsgeschwindigkeit	Scherrate	$d(v_x)/dy = d\alpha / dt = D = F / (A \cdot \eta)$			α = Deformationswinkel			D = Geschwindigkeitsgefälle (Einheit 1/s)			$\tau = F / A$			τ = Schubspannung (Einheit: Pa)			$\eta = \tau / D$ für Newton-Flüssigkeiten			η = Viskosität (Einheit Pa s)			$\eta = \frac{\partial \tau}{\partial D}$ für Nicht-Newton-Flüssigkeiten		
Geschwindigkeitsgefälle	Deformationsgeschwindigkeit	Scherrate																										
$d(v_x)/dy = d\alpha / dt = D = F / (A \cdot \eta)$																												
α = Deformationswinkel																												
D = Geschwindigkeitsgefälle (Einheit 1/s)																												
$\tau = F / A$																												
τ = Schubspannung (Einheit: Pa)																												
$\eta = \tau / D$ für Newton-Flüssigkeiten																												
η = Viskosität (Einheit Pa s)																												
$\eta = \frac{\partial \tau}{\partial D}$ für Nicht-Newton-Flüssigkeiten																												

Abbildung 6: Illustration der Scherdeformation an einer Newton'schen Flüssigkeit

Die Viskosität einer Streichfarbe soll einerseits nicht zu niedrig sein, damit sie beim Auftrag nicht sofort wegfließt, andererseits darf sie auch nicht zu hoch sein, damit bei der Egalisierung der Farbe nicht zu große Kräfte auftreten.

21.4.3.2 Messung der Viskosität

Die Viskosität wird bestimmt, indem man die Flüssigkeit unter einer definierten Schubbelastung zum Fließen bringt und die sich einstellende Fließgeschwindigkeit bestimmt, oder eine bestimmte Fließgeschwindigkeit vorgibt und die dazu notwendige Kraft misst. Die entsprechenden Geräte sind entweder Kapillar- oder Rotationsviskosimeter.

21.4.3.2.1 Kapillarviskosimeter

Das Fließen in einer Kapillare bzw. einem dünnen Rohr kann durch das Hagen-Poiseuillesche Gesetz (Abbildung 7) beschrieben werden:

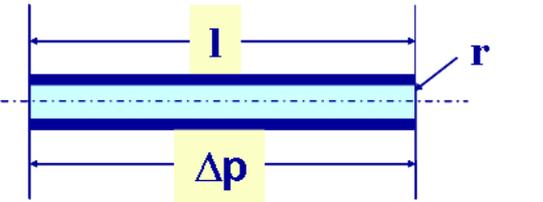
	<p><i>Poiseuillesches Gesetz</i> $Q = \frac{V}{t} = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8 \eta l}$</p>
---	---

Abbildung 7: Besonderheiten einer Rohr- bzw. Kapillarströmung

Danach ist die Durchflussgeschwindigkeit (Volumen pro Zeit) der angelegten Druckdifferenz proportional und der Viskosität indirekt proportional.

Im Rohr stellt sich bei einer *Newton* schen Flüssigkeit ein parabolisches Strömungsprofil (siehe Abbildung 8) ein, was zur Folge hat, dass die Scherung an der Wandung den höchsten Wert erreicht.

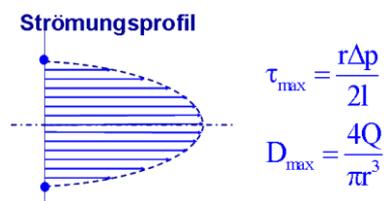


Abbildung 8: Strömungsprofil einer Newtonschen Flüssigkeit in einem Rohr

Abbildung 9 zeigt zwei Typen von gängigen Kapillarviskosimetern, wobei das Ubbelohde Viskosimeter vor allem für verdünnte Lösungen von Polymeren, das H

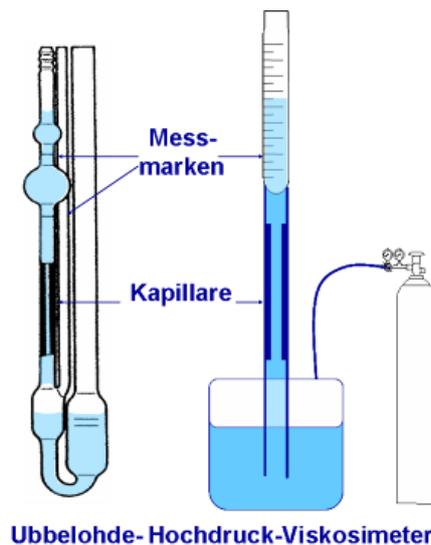


Abbildung 9: Verschiedene Ausführungen von Kapillarviskosimetern

21.4.3.2.2 Rotationsviskosimeter

In einem Rotationsviskosimeter dreht sich ein Drehkörper in der Probe. Das dazu benötigte Drehmoment M ist der Viskosität η der Probe und der Drehgeschwindigkeit ω proportional:

$$\tau \propto M \quad D \propto \omega \quad \eta \propto \frac{M}{\omega}$$

Abbildung 10 zeigt die gebräuchlichsten Typen von solchen Messgeräten, wobei bei jedem Typ der Verlauf der Scherrate im Scherspalt angegeben ist. Das Kegel-Platte-System hat den Vorteil, dass die Scherrate über den ganzen Scherspalt konstant ist.

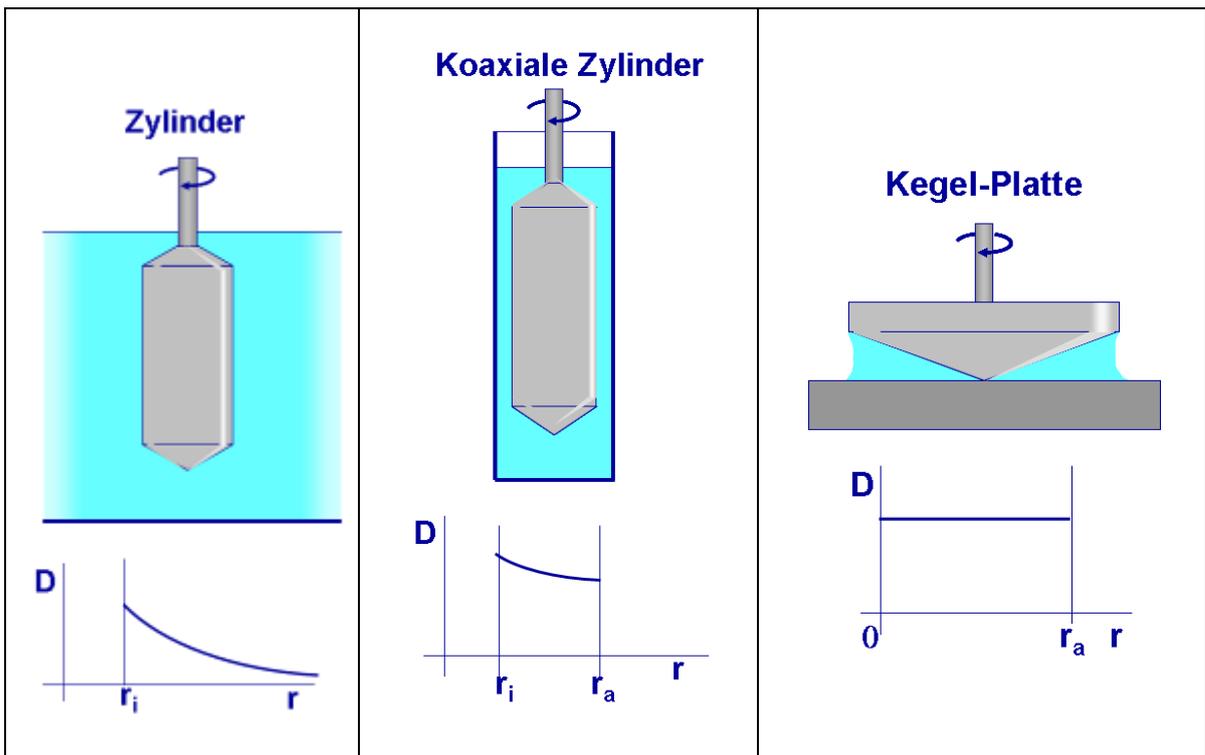


Abbildung 10: Verschiedene Typen von Rotationsviskosimetern

Gemessen wird das Drehmoment M bei bestimmter, vorgegebener Rotationsgeschwindigkeit ω . Durch Veränderung der Geschwindigkeit kann auch die Scherabhängigkeit der Viskosität ermittelt werden, wobei allerdings keine so hohen Scherraten wie beim Hochdruckviskosimeter erreicht werden können.

21.4.3.3 Besondere Viskositätseffekte

In der Praxis spielen auch die Zeit- und die Scherabhängigkeit der Viskosität eine wichtige Rolle. Diese Effekte werden in Abbildung 11 schematisch dargestellt.

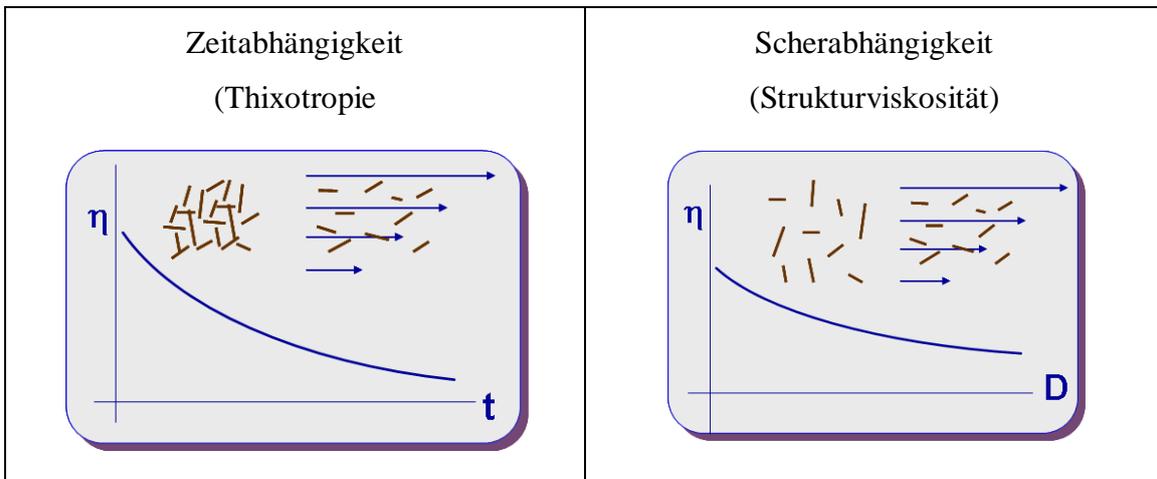


Abbildung 11: Zeit- und Scherabhängigkeit der Viskosität (t =Zeit der Scherung bei konstanter Scherrate; D : Scherrate)

Unter der *Zeitabhängigkeit* versteht man die Änderung der Viskosität bei länger andauernder konstanter Scherung. Dies spiegelt den Auf- oder Abbau sperriger Strukturen in der Probe. Sinkt die Viskosität mit der Zeit ab, spricht man von **Thixotropie**, steigt sie an, von **Rheopexie**.

Die Ursachen sind allgemein der Auf- und Abbau von Überstrukturen, wobei die Arten der Stabilisierung (Schutzkolloide etc.), hydrophobe Wechselwirkungen, Ausbildung von H-Brücken, sowie elektrische Ladungen eine Rolle spielen können.

Fast immer beobachtet man eine *Scherabhängigkeit* (Abhängigkeit der Viskosität von der Scherintensität, wobei aber bei konstanter Scherung die Viskosität konstant bleibt). Sinkt die Viskosität mit steigender Scherrate, spricht man von **Strukturviskosität**, steigt sie an von **Dilatanz**.

Die Ursachen der Strukturviskosität können in einer Strömungsorientierung anisotroper Teilchen, oder einer Lösung von Verhängungen und Verschlaufungen der Molekülketten in einem Polymernetzwerk liegen. Dilatanz deutet andererseits auf die scherabhängige Ausbildung sperriger Strukturen hin.

Die Scherabhängigkeit wird durch eine Fließkurve charakterisiert, in der die Abhängigkeit der im Rheometer erzielten Scherrate von der angelegten Schubspannung betrachtet

wird. Abbildung 12 zeigt verschiedene Typen von Fließkurven, die jeweils ein bestimmtes rheologisches Verhalten beschreiben.

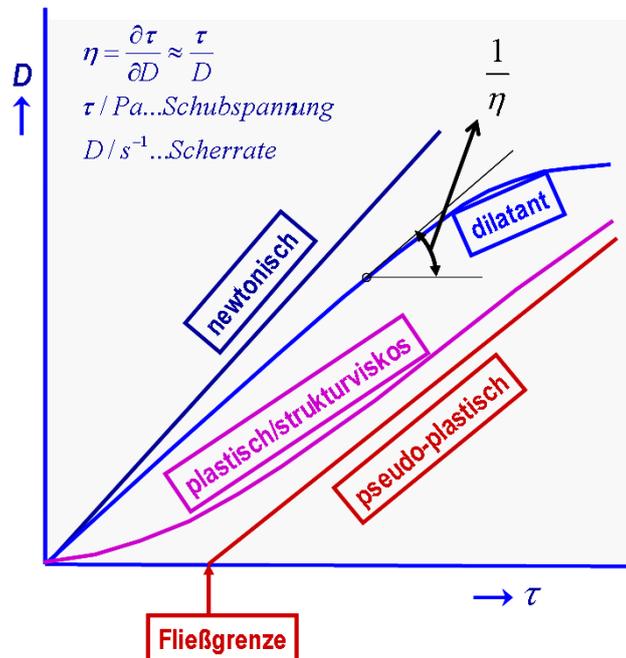


Abbildung 12: Verschieden Formen von Fließkurven

Existiert neben der Scher- auch eine Zeitabhängigkeit gibt sich das dadurch zu erkennen, dass man unterschiedliche Fließkurven findet, je nachdem, ob man bei der Messung von einer langsamen Scherung ausgeht und schrittweise die Scherrate steigert („aufsteigende Messung“), oder ob man zuerst stark schert und dann schrittweise bei niedrigeren Scherraten misst („absteigende Messung“). Ist die Probe thixotrop, ist die Probe beim Herunterfahren der Scherung jeweils weniger viskos als sie beim Heraufahren. Daher findet man nach einem Zyklus von schneller werdender Scherung und anschließend langsamer werdendem Scheren einen Fließkurvenverlauf, wie er in Abbildung 13 dargestellt wird. Die zwischen den beiden Fließkurvenästen eingeschlossene Fläche gibt ein Maß für die Thixotropie der Probe an.

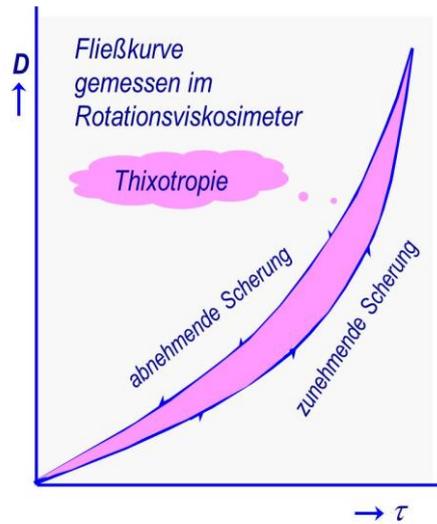


Abbildung 13: Messung der Thixotropie durch auf- und absteigende Messung der Fließkurve

Wegen der starken Scherabhängigkeit der Viskosität von Streichfarben kann man deren Einfluss bei einem bestimmten Verarbeitungsschritt nur beurteilen, wenn man die bei diesem Prozessschritt auftretenden Scherraten berücksichtigt.

Abbildung 14 zeigt bei welchen Vorgängen welche Scherraten wirken und welche Viskosimeter-Typen in den entsprechenden Scherbereichen arbeiten.

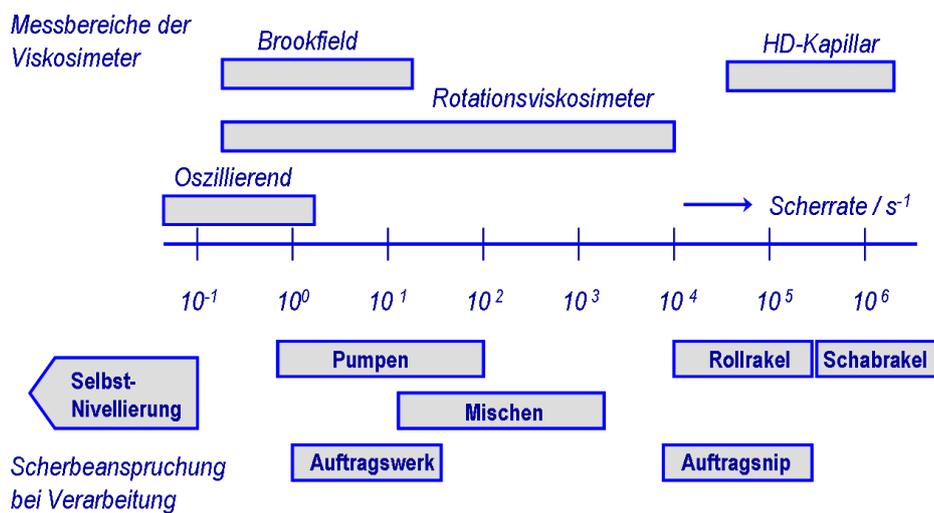


Abbildung 14: Scherbereiche bei Verarbeitung und Messung

Wie wichtig das rheologische Verhalten der Streichfarbe ist, erkennt man, wenn man die Fließverhältnisse beim Rakelstrich betrachtet (siehe Abbildung 15). Während beim Auftrag die Farbe nur mäßig geschert wird, erfährt sie vor dem Passieren der Rakel eine starke Beschleunigung und Einengung. Dadurch entsteht unter der Rakel eine sehr hohe Scherrate. Dies stellt hohe Anforderungen an die Fließfähigkeit der Streichfarbe, weil gleichzeitig durch den ausgeübten Anpressdruck Wasser aus der Farbe in das Rohpapier gepresst wird und sich der Feststoffgehalt des Strichs und damit die Viskosität erhöht. Tritt dabei noch Dilatanz auf, kann dies zum Blockieren (Schock), zur Bildung starker Steifen und eventuell sogar zum Abreißen der Bahn führen.

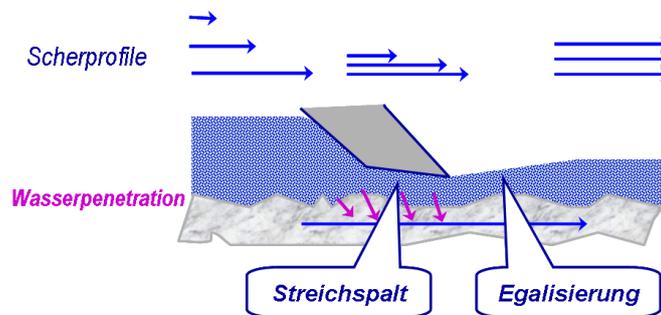


Abbildung 15: Fließverhältnisse beim Rakelstrich

Im Streichspalt herrscht also eine hohe Scherrate und hier ist eine niedrige Viskosität erwünscht. Der hohe Anpressdruck verstärkt die Entwässerung, die nicht zu intensiv werden sollte. Also sollte die Farbe auch ein hohes Wasser-Rückhaltevermögen aufweisen.

In der Egalisierungszone nach dem Rakelspalt beruhigt sich die Farbe langsam, was einer sehr niedrigen Scherdeformation gleichkommt. Dabei steigt die Viskosität in der Regel stark an. Dies soll nicht zu langsam aber auch nicht zu schnell gehen. Der Film muss nach dem Rakeldurchgang noch fließfähig genug sein, dass die Oberfläche verfließen kann und innere Spannungen ausgeglichen werden. Anschließend muss sich der Film aber schnell verfestigen, bevor die Bahn in die Trocknung läuft.

21.4.4 Viskositätsregler

Die Viskosität kann durch verschiedene Zusätze beeinflusst werden:

- Viskositätserniedrigung
 - Harnstoff (bricht Wasserstoffbrücken)
 - Dicyandiamid (ähnlich wie Harnstoff)
 - Polyethylenglykol (inneres Gleitmittel)
- Viskositätserhöhung
 - Stärke und deren Derivate
 - Nativ
 - Oxidiert
 - Kationisch
 - Cyanoethyliert
 - Hydroxyethyliert
 - Alginate (bestimmte Polysaccharide)
 - Hochmolekulares CMC
 - Acrylsäureester (teilveresterte Polyacrylsäure)
 - Polyvinylalkohol

21.4.5 Wasserrückhaltevermögen

Wie schon oben besprochen, spielt das Wasserrückhaltevermögen der Streichfarbe eine wichtige Rolle, insbesondere beim Rakelstrich. In Abbildung 16 wird gezeigt, dass sich bei der Entwässerung an der Oberfläche des Rohpapiers bald eine immobilisierte Schicht bildet, insbesondere bei plättchenförmigen Pigmenten (z.B. Kaolin). Diese Schicht wirkt sich stark behindernd auf die Entwässerungsgeschwindigkeit aus.

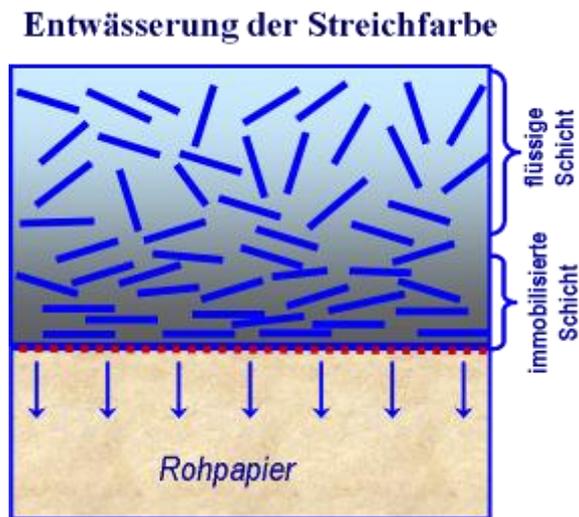


Abbildung 16: Entwässerung einer Streichfarbe beim Streichauftrag

Die Entwässerungsgeschwindigkeit korreliert häufig mit der rheologischen Fließgrenze weil die beiden Phänomene auf ähnlichen Mechanismen beruhen.

Das Wasser-Rückhaltevermögen wird u.a. durch folgende Parameter beeinflusst:

- Struktur des Filterkuchens
 - Plättchenförmige Teilchen → dichter als kompakte
 - Gleichmäßige Struktur der Filterlage besser als geflockte (offenporig)
- Viskosität der Wasserphase
- Hohe Viskosität günstig (gelöste Polymere insbesondere Stärke)
- Hydrophilie der Strichkomponenten
- Ionische Gruppen (z.B. Carboxylgruppen) erhöhen die Hydrophilie

21.4.6 Nass-Wischfestigkeit

Eine besondere Gebrauchseigenschaft von Strichen ist die Nass-Wischfestigkeit, die vor allem beim Verdrucken mit dem Offset-Verfahren eine Rolle spielt.

Um eine verbesserte Nass-Wischfestigkeit des Strichs zu erreichen, werden auch Nass-fest-Additive in Streichrezepturen eingesetzt.

Diese besitzen reaktive Gruppen die mit funktionellen Gruppen der Cobinder unter Ausbildung kovalenter Bindungen reagieren können. Dies kann zu einer verminderten Hydrophilie der Cobinder sowie zur Vernetzung führen.

Folgende Typen von Nassfest-Additiven finden Verwendung:

- Melamin-Formaldehyd-Harze
- Melamin-Harnstoff-Harze
- Glyoxal
- Ammonium zirconium carbonat

Letzteres reagiert mit $-OH$ und $-COOH$ -Gruppen der Cobinder (Abbildung 17):

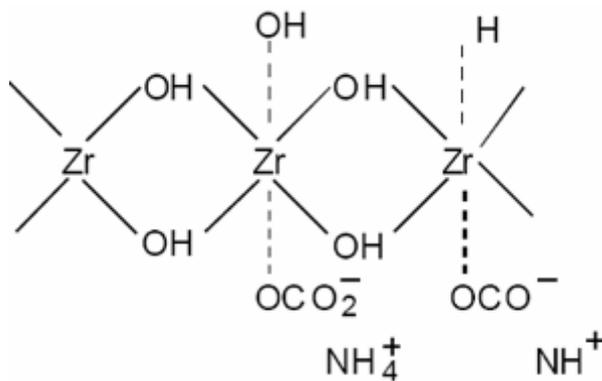


Abbildung 17: Koordinationskomplexe des Zirkoniumcarbonats mit OH - und $COOH$ -Gruppen

21.5 Zusammenfassung der Effekte der Binderkomponenten

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Wirkung der verschiedenen Binderkomponenten in einer Streichfarbe:

Tabelle 1: Zusammenfassung der Wirkung der Binderkomponenten in Streichfarben

Latex	Niedrige Viskosität Eher newtonisch	Kaum Beitrag zu WRV	Carboxylierung Low shear Viskosität ↗	High shear Viskosität ↗	Teilchengröße Low shear Viskosität ↗ Highshear Viskosität ↘	
Stärke	Erhöht Low und High shear Viskosität	Erhöht WRV	Ionische Stärken Viskosität ↗	Molmasse ↗ Viskosität ↗		
Polyvinylalkohol	Erhöht Low und High shear Viskosität	Erhöht WRV	Hydrolysegrad ↗ Viskosität ↗	Molmasse ↗ Viskosität ↗	Mit Kaolin → Dilatanz	
Protein	Erhöht Low und High shear Viskosität	Erhöht WRV	Modifizierung Viskosität ↘	Molmasse ↗ Viskosität ↗	Mit Kaolin → Dilatanz	