
Angewandte Polymerforschung für Getreideinhaltsstoffe

Waltraud Vorwerg und Sylvia Radosta



Fraunhofer Institut
Angewandte
Polymerforschung

Innovationsforum, 10. –11. Oktober 2006

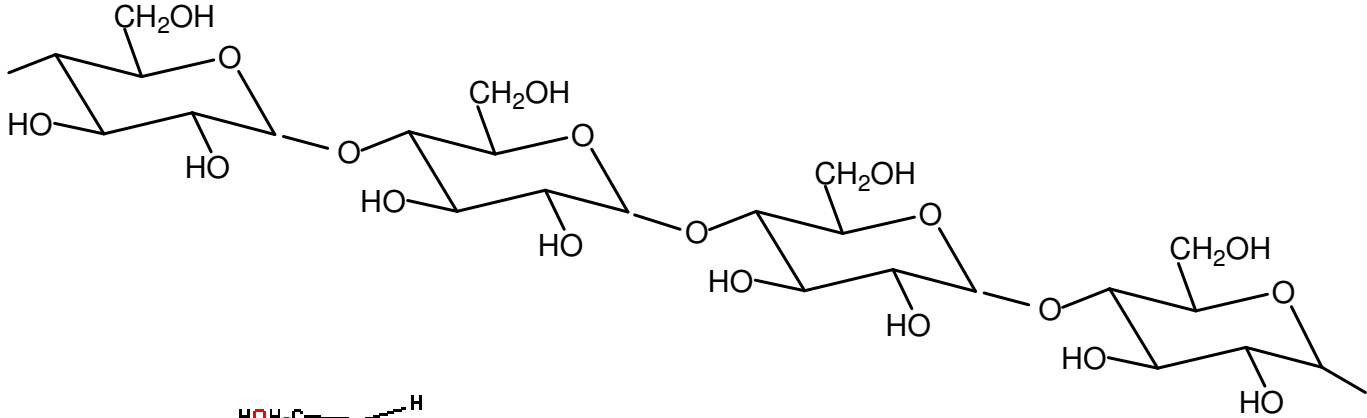
Gliederung

- Inhaltsstoffe des Getreidemehles
- Applikation von Stärkeprodukten
- Modifizierung der Stärke
- Stärkeether- und ester
- Modifizierung von Getreidemehl
- Ausblick für die Entwicklung neuer Produkte

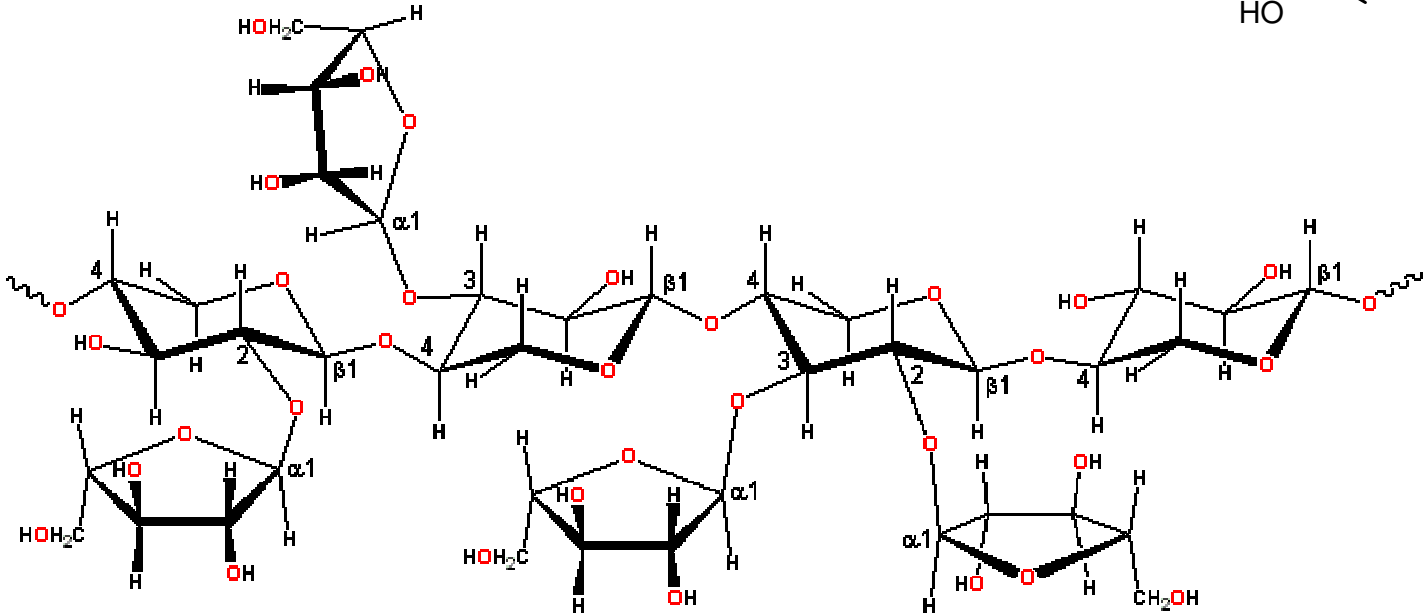


Inhaltsstoffe des Getreides

Stärke

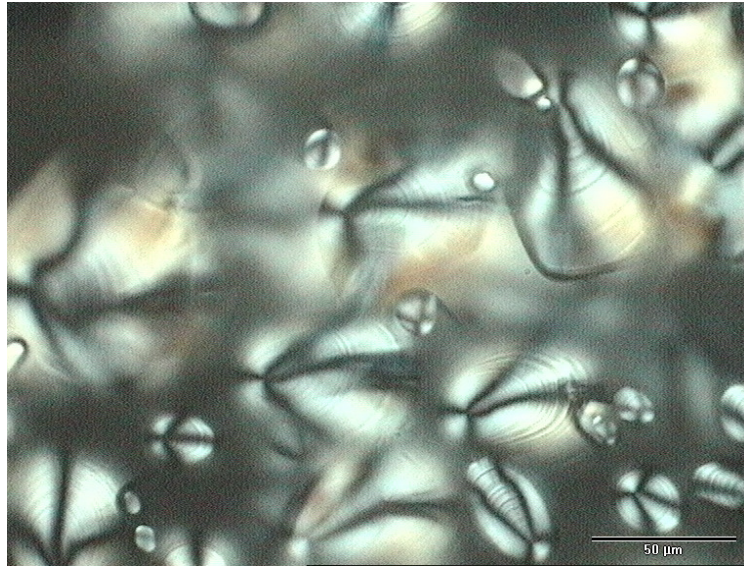


Hemicellulose

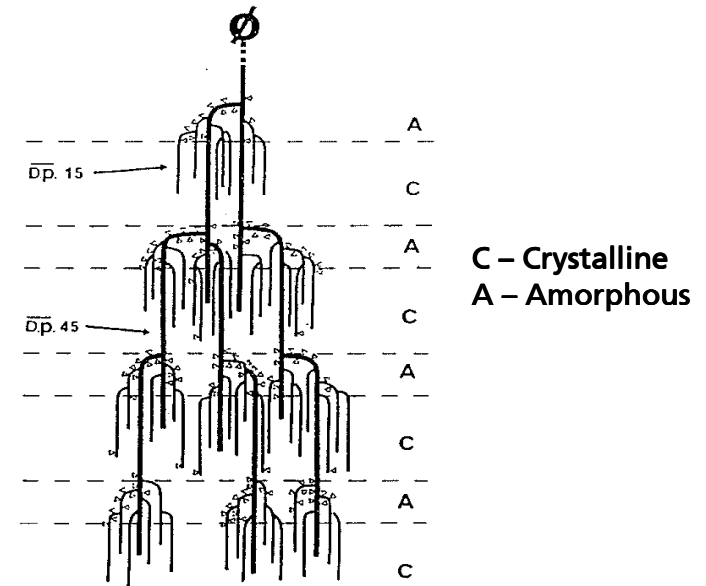


Inhaltsstoffe des Getreides

Stärke

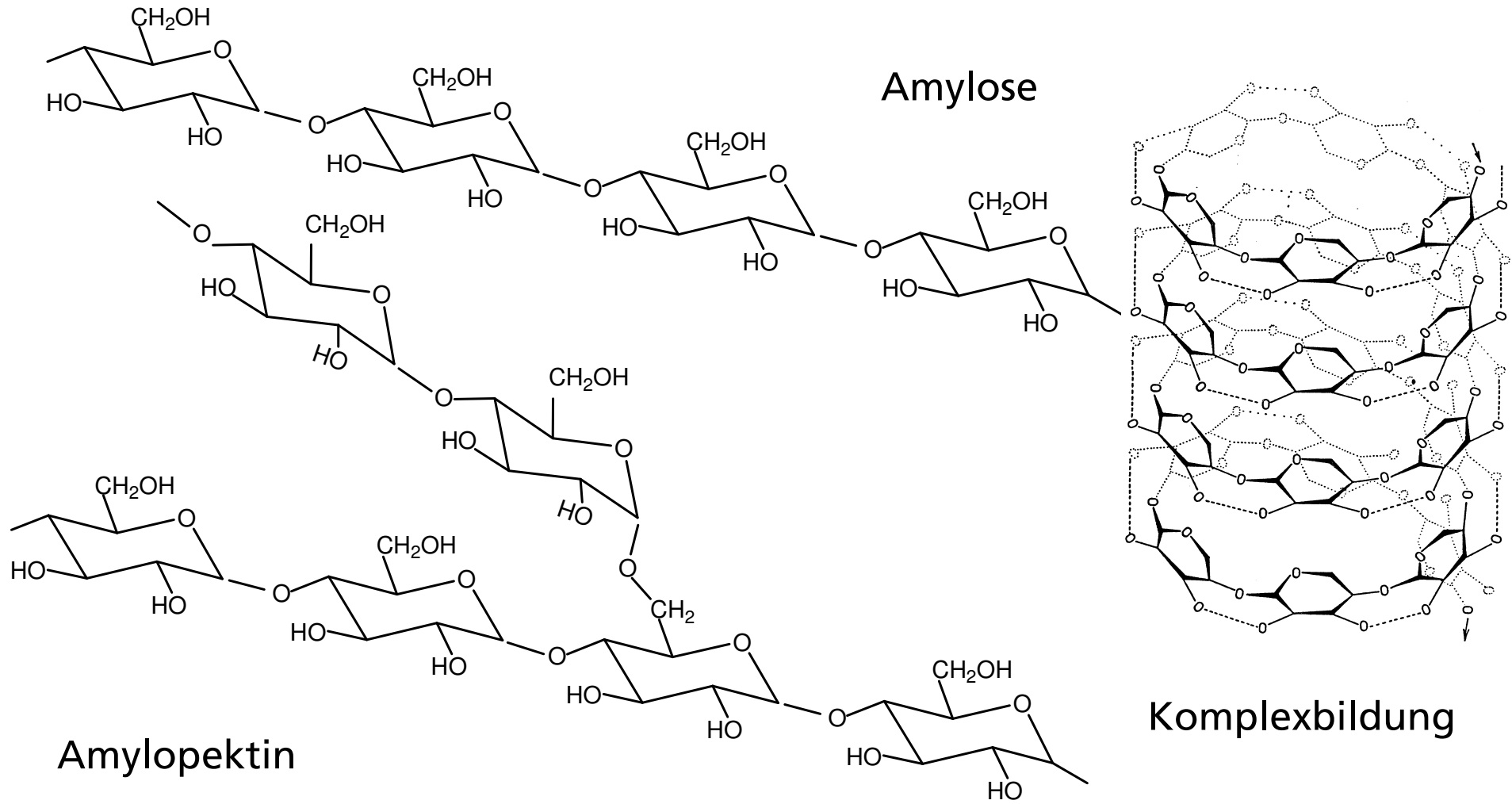


Korngröße 1-100 μm
laminarer Aufbau
teilkristallin



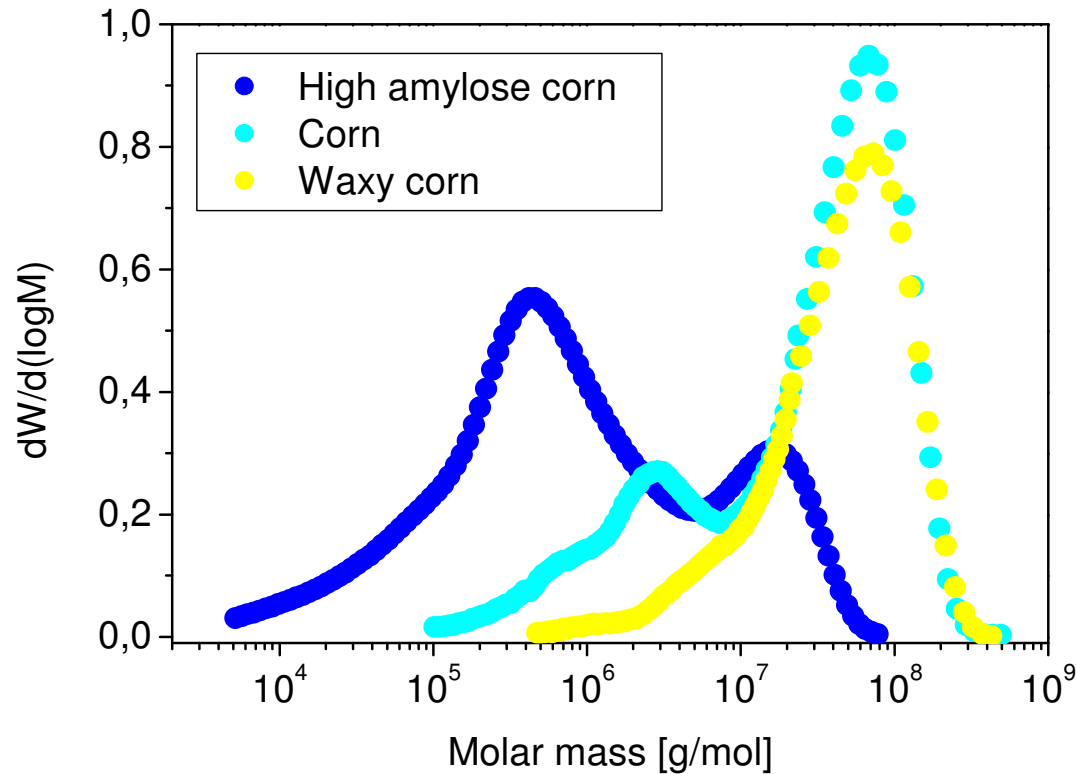
Amylopektin 200-400 nm
Verzweigungsgrad 4-6%

Inhaltsstoffe des Getreides



Inhaltsstoffe des Getreides

Molmassenverteilung unterschiedlicher Stärkearten



$\overline{M_w}$

Amylopektin = $10^7 - 10^9$ g·mol⁻¹

Stärke = $10^7 - 10^8$ g·mol⁻¹

Amylose = $10^5 - 10^6$ g·mol⁻¹

Inhaltsstoffe des Getreides

Protein

Properties of Gluten and Nongluten Proteins^a

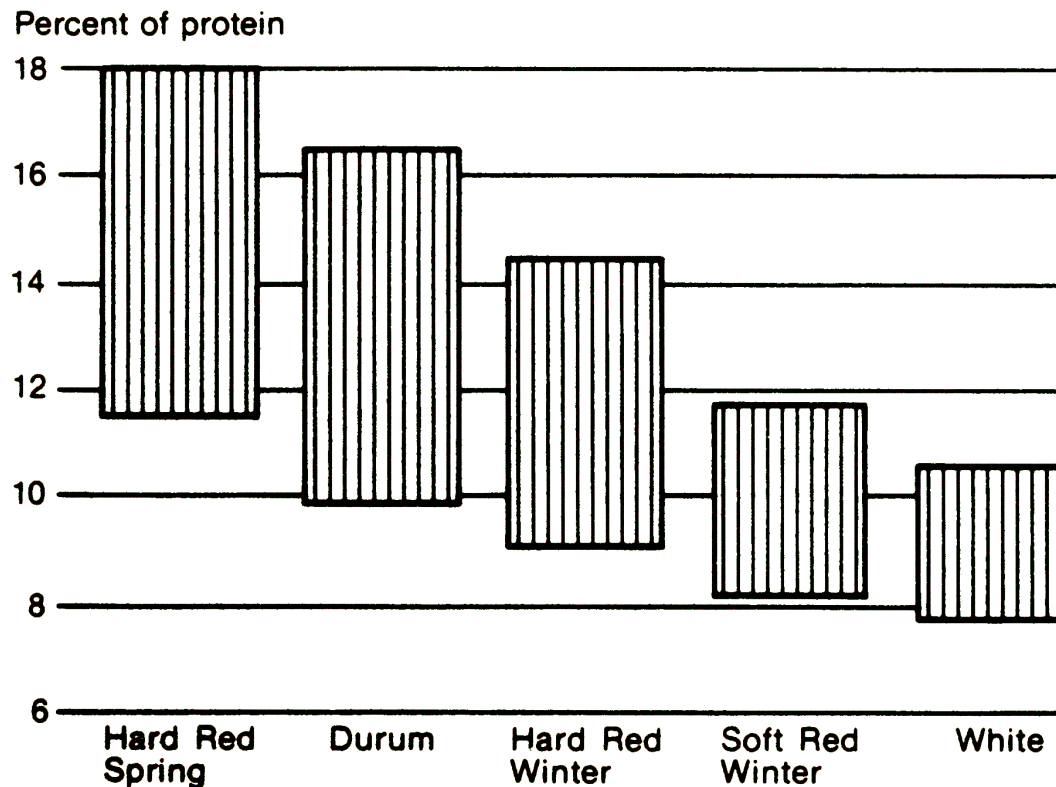
Property	Gluten Proteins	Nongluten Proteins
Amount in wheat flour	6–18%	0–2%
Chemical composition	High glutamic acid, mainly glutamine (to 40%) High proline (to 14%) Low lysine (to 1.5%)	Glutamic acid (to 12%) Proline (to 8%) Lysine (to 3%)
Solubility	Insoluble in neutral solutions, salts; soluble (partially) in acid, alkali, and urea; solubility increases with increasing temperature	Soluble in neutral solution; precipitated by heating
Physical properties	Responsible for viscoelasticity of dough and baking properties	Less important for dough properties or in baking

^aSource: MacRitchie (1984); used by permission.



Inhaltsstoffe des Getreides

Protein



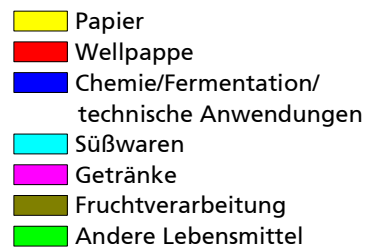
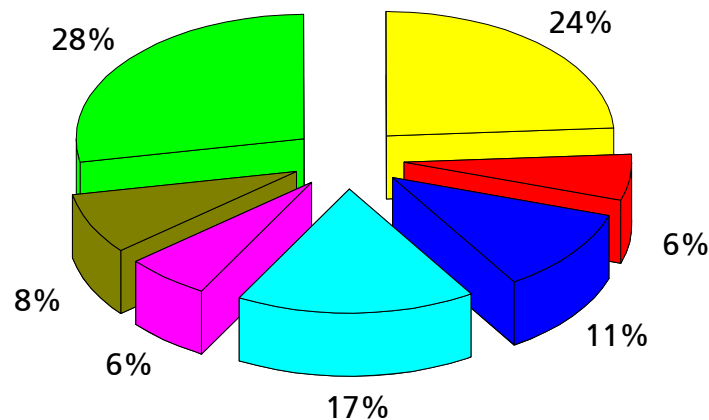
Flour Uses

- Used to blend with weaker wheats for bread flour
- Whole wheat bread, hearth breads
- Egg noodles (U.S.), macaroni, and other alimentary pastes
- White bakers' bread, bakers' rolls
- Waffles, muffins, quick yeast breads, all-purpose flour
- Noodles (Oriental) kitchen cakes and crackers, pie crust, doughnuts, and cookies, foam cakes, very rich layer cakes

Anwendungsfelder der Stärke in Deutschland

Stärke – Extraktion
57 Mio. t/a

Lebensmittel - 55%
Papier - 21%
Chem. Ind. - 18%



Technische Anwendungen

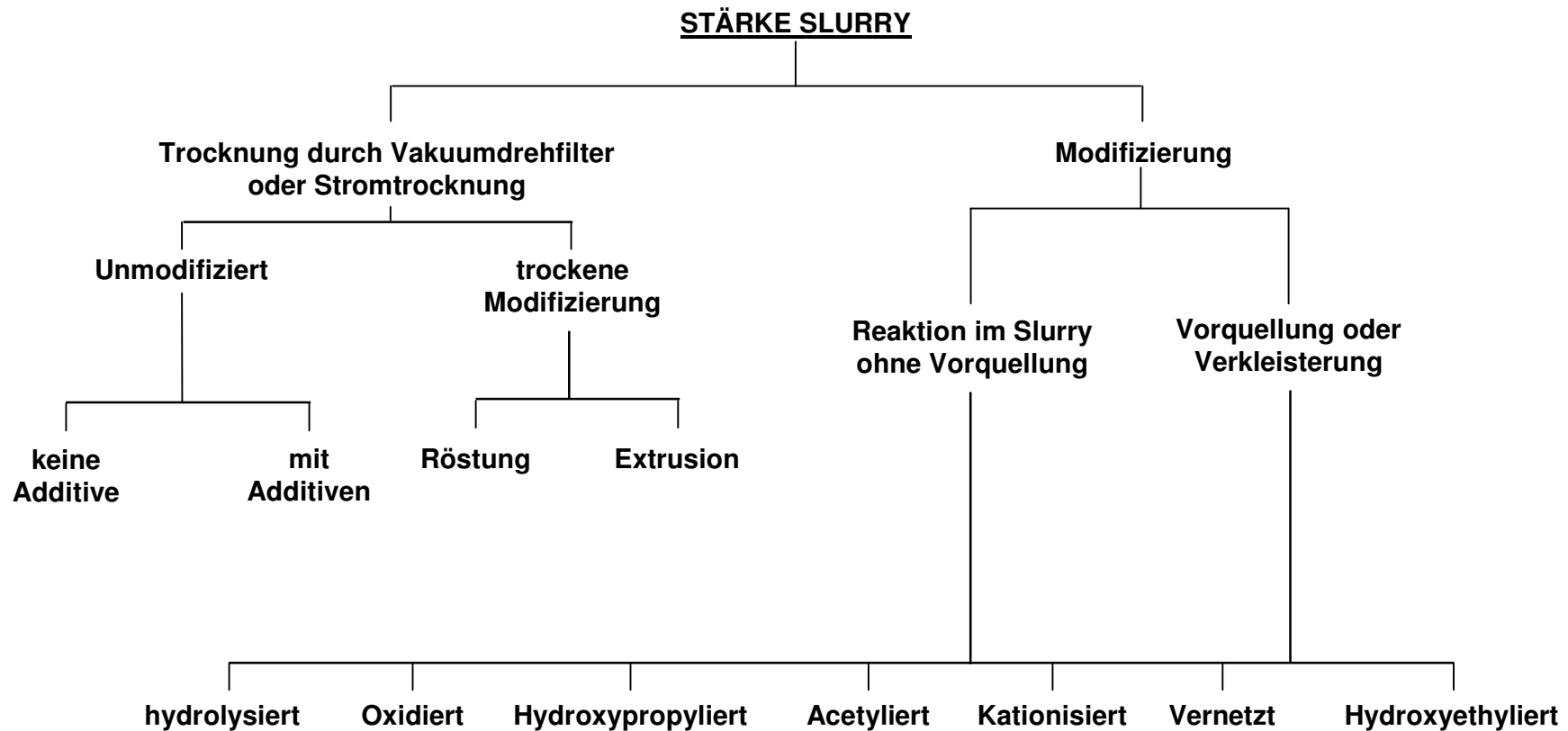
- Additiv in der Papierherstellung
- Komponente in Verpackungsmitteln
- Beschichtungsmittel
- Flockungsmittel
- Klebstoff
- Viskositätsregulator
- Dickungsmittel und Gelbildner
- Additiv für Baustoffe
- Kosmetik und Waschmittel

Innovationsforum, 10. –11. Oktober 2006

Seite 9

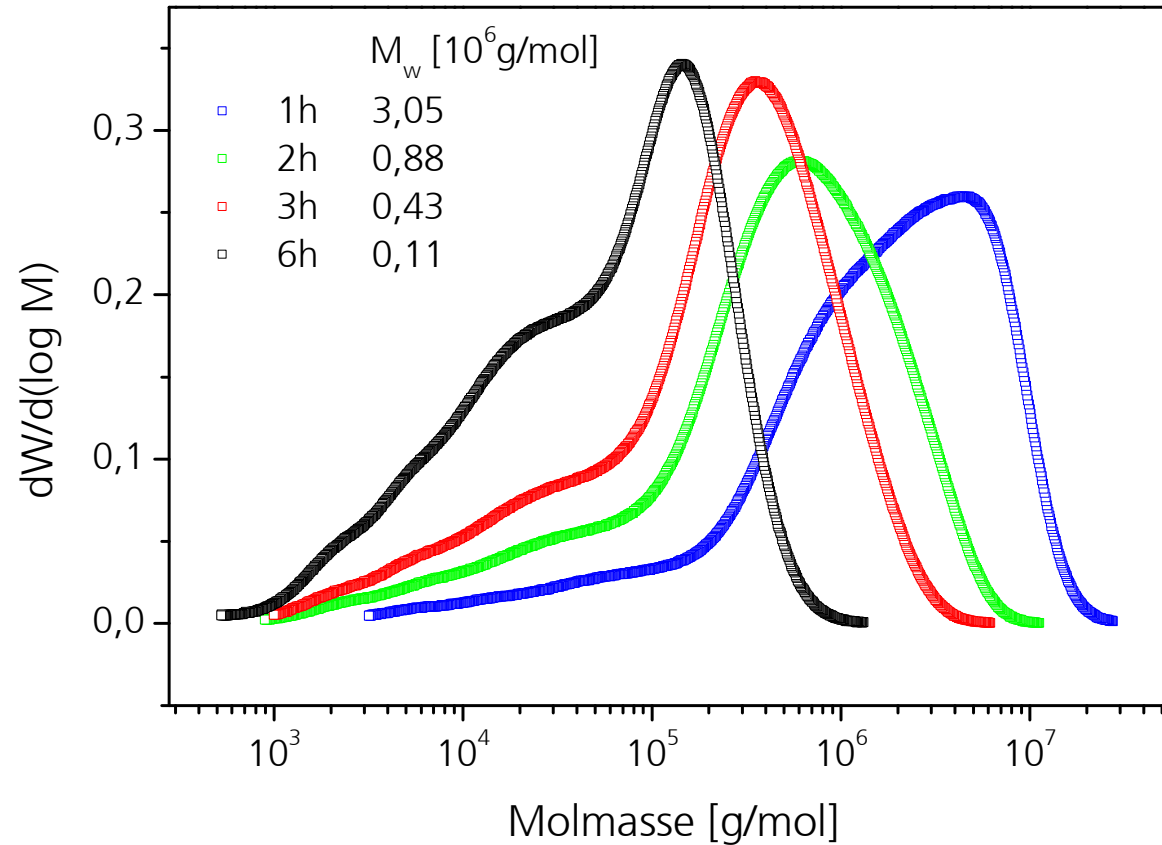


Modifizierung von Stärke



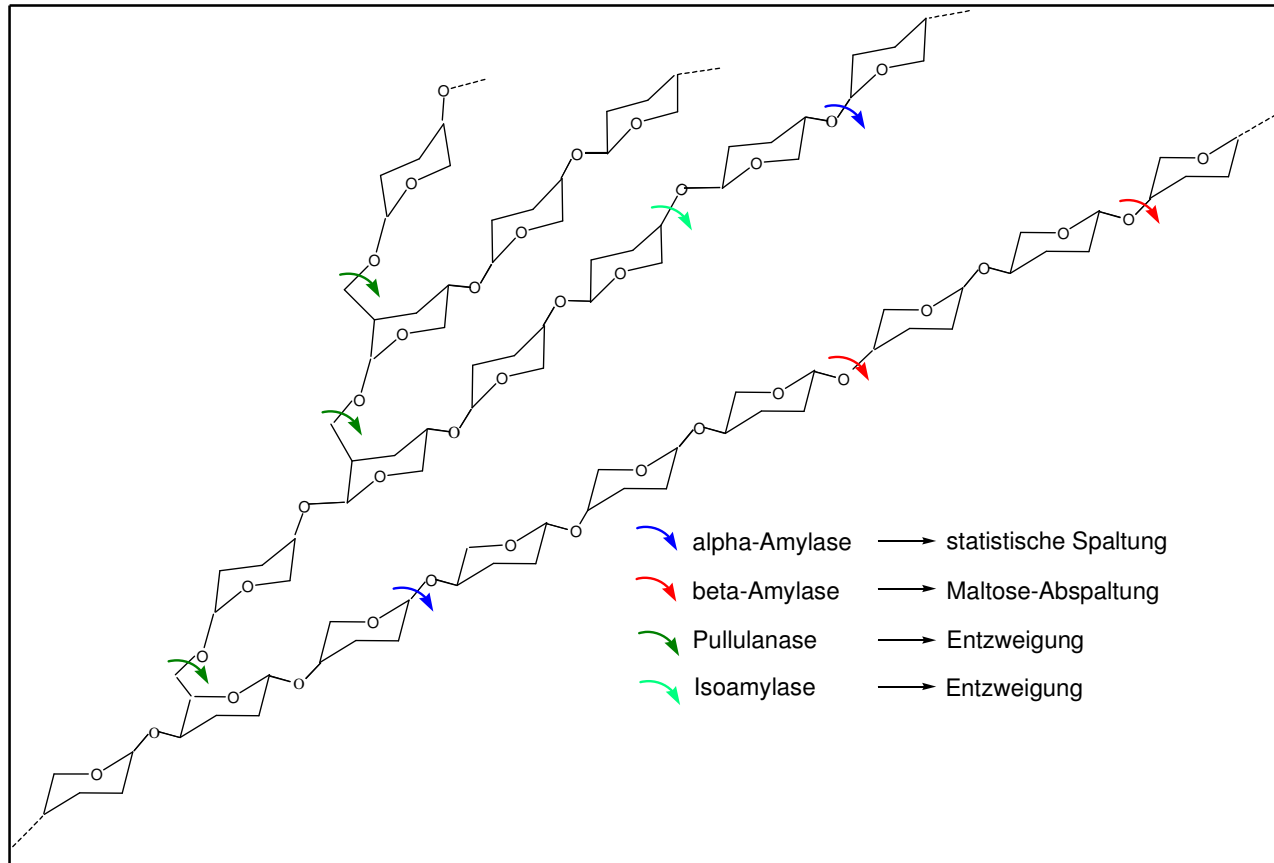
Optimierung der Molekülgröße

Molmassenverteilung säureabgebauter Stärke



Optimierung der Molekülgröße

Wirkprinzipien hydrolysierender Enzyme



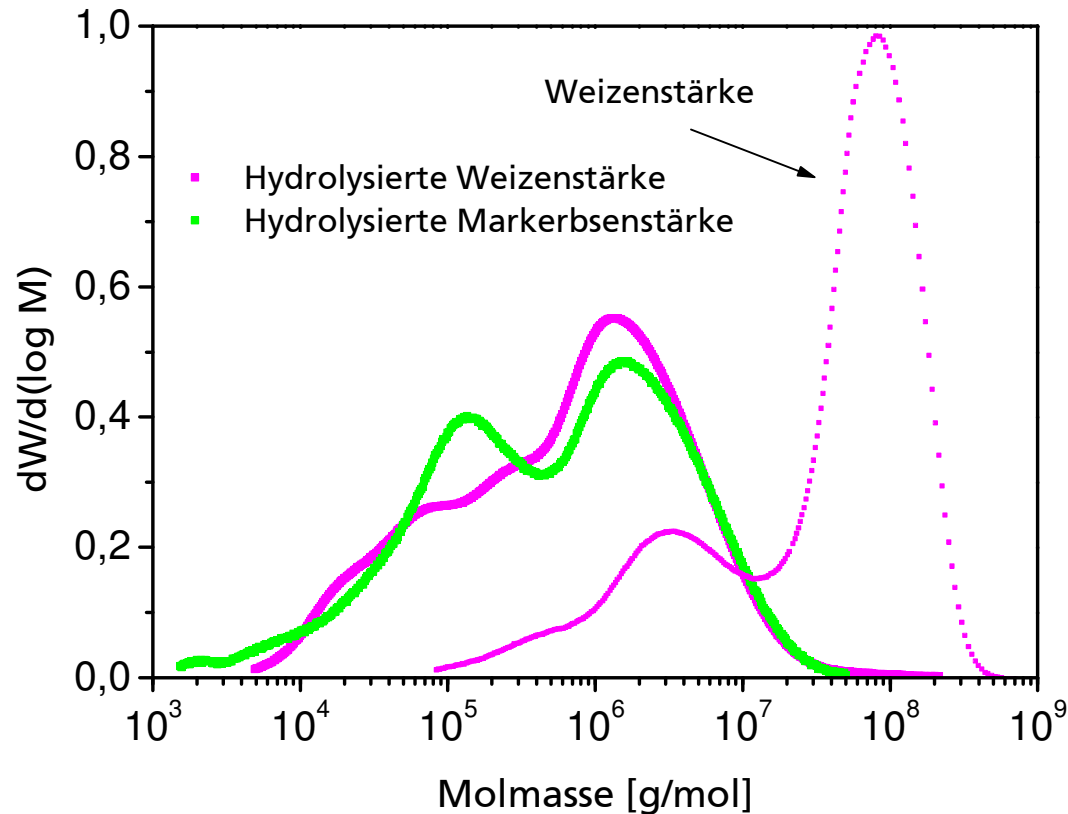
Innovationsforum, 10. –11. Oktober 2006

Seite 12



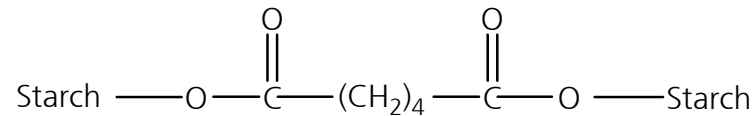
Optimierung der Molekülgröße

Hydrolyse von Stärke mit α -Amylase zu wasserlöslichen Produkten

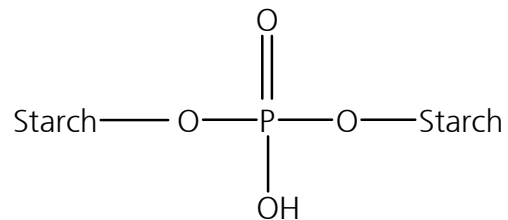


Vernetzung der Stärke

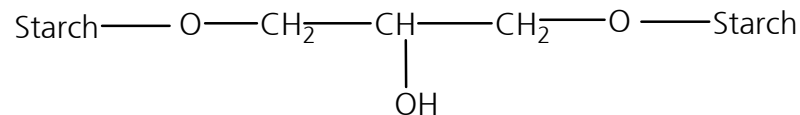
Adipinsäure



Distärke-Phosphat



Epichlorhydrin



Vernetzung von Quellstärke
oder Stärkeether
Konzentration des Vernetzers:
0,1 – 0,06%

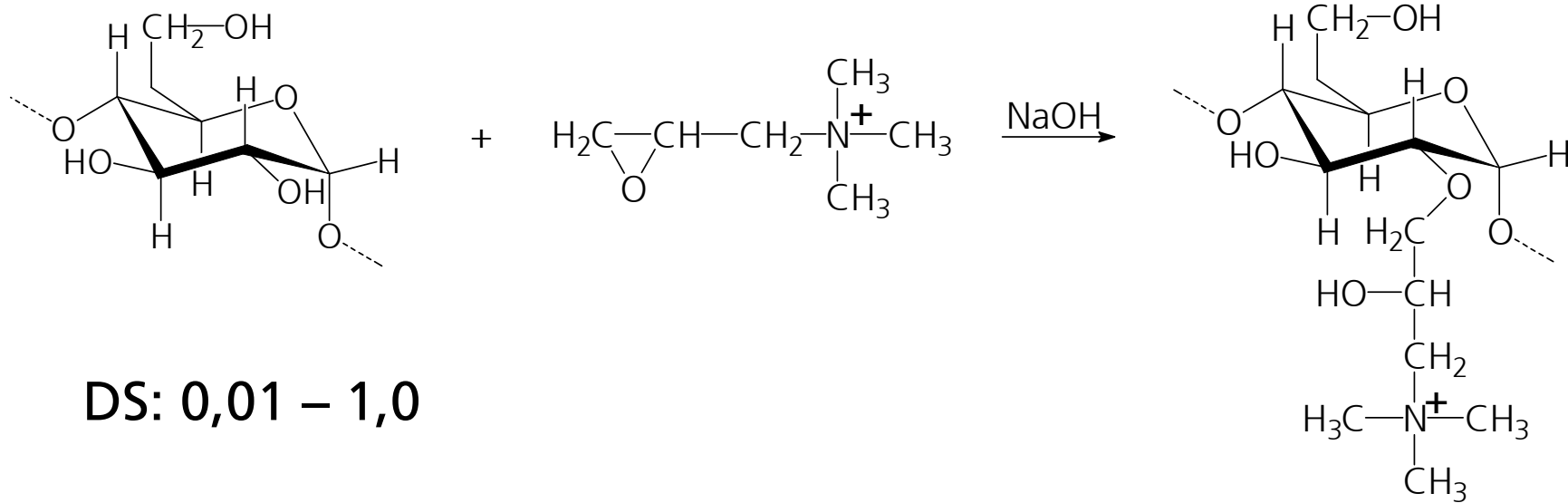
Funktionalität

- Dickungsmittel
- Viskositätsregulierung
- Desintegration von Granulaten



Stärkeether und -ester

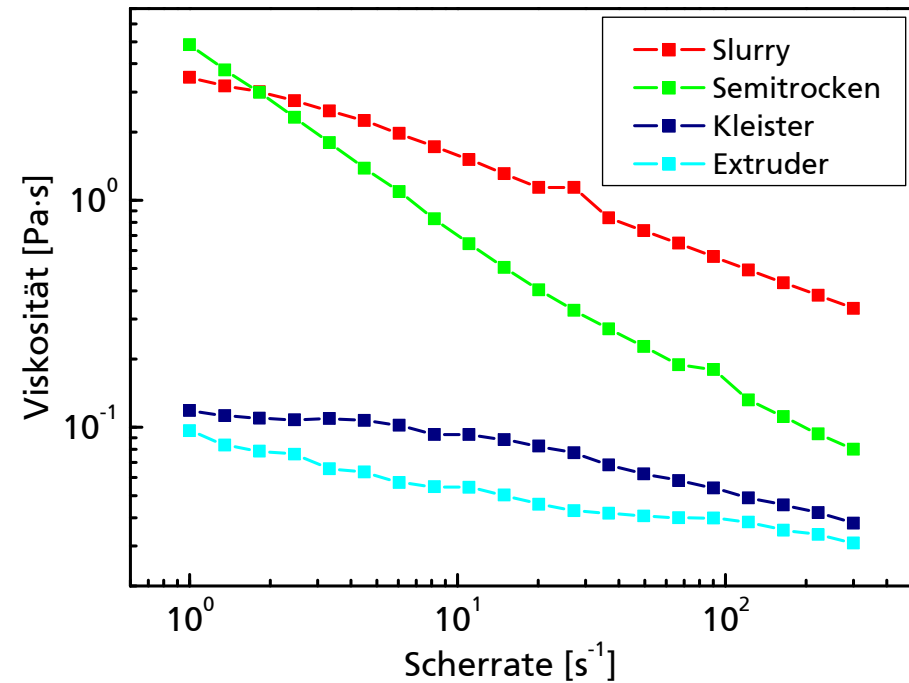
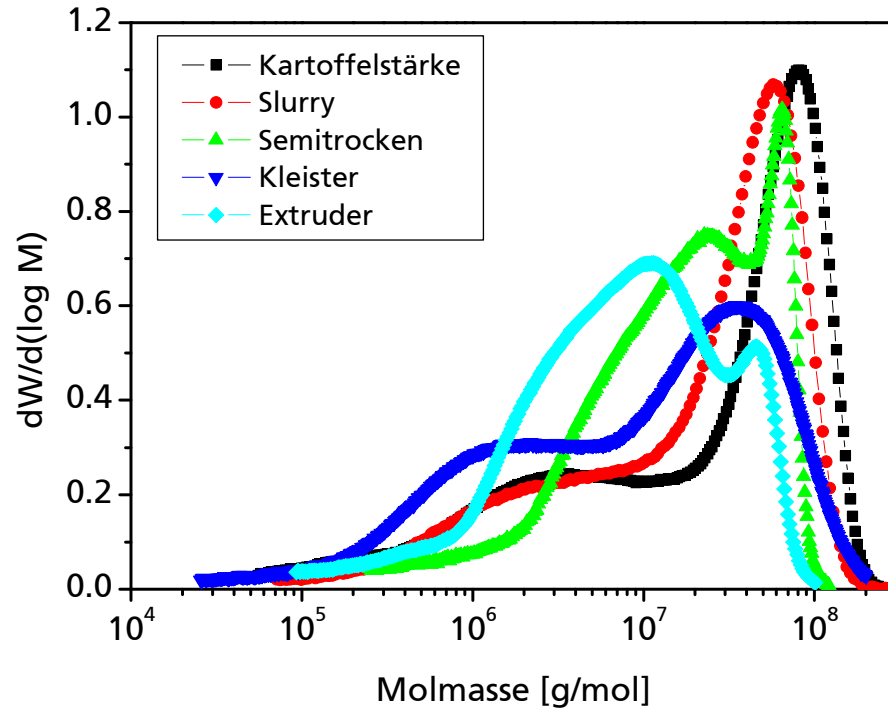
Kationische Stärke



Niedrigsubstituierte kationische Stärke wird hauptsächlich in der Papierherstellung angewendet. In der Kosmetikindustrie wird sie als eine Komponente für Haarshampoo und Haarpflegemittel empfohlen.

Stärkeether und -ester

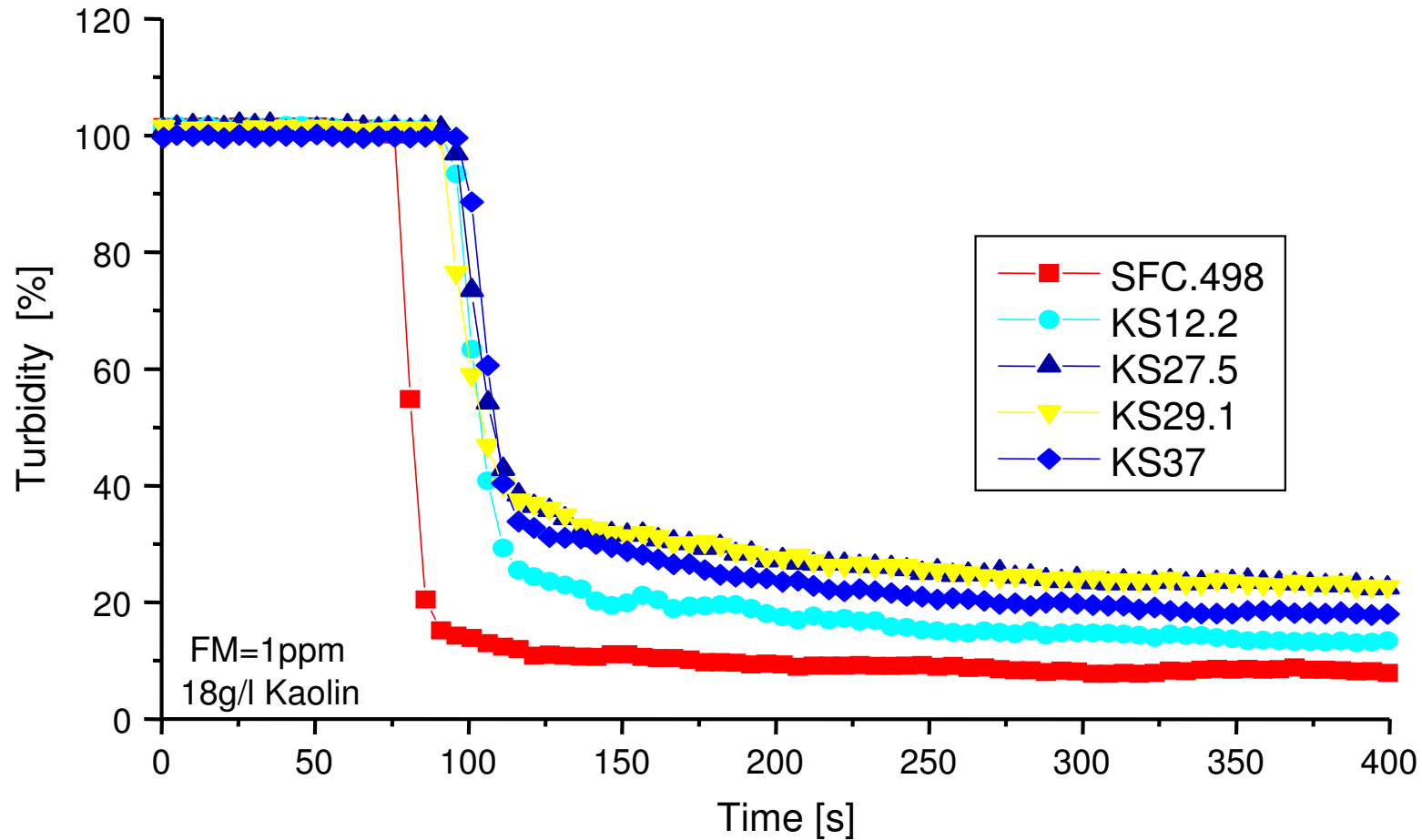
Kationische Stärke



Stärkeart, Verfahrensbedingungen und DS-Wert bestimmen
Endprodukteigenschaften

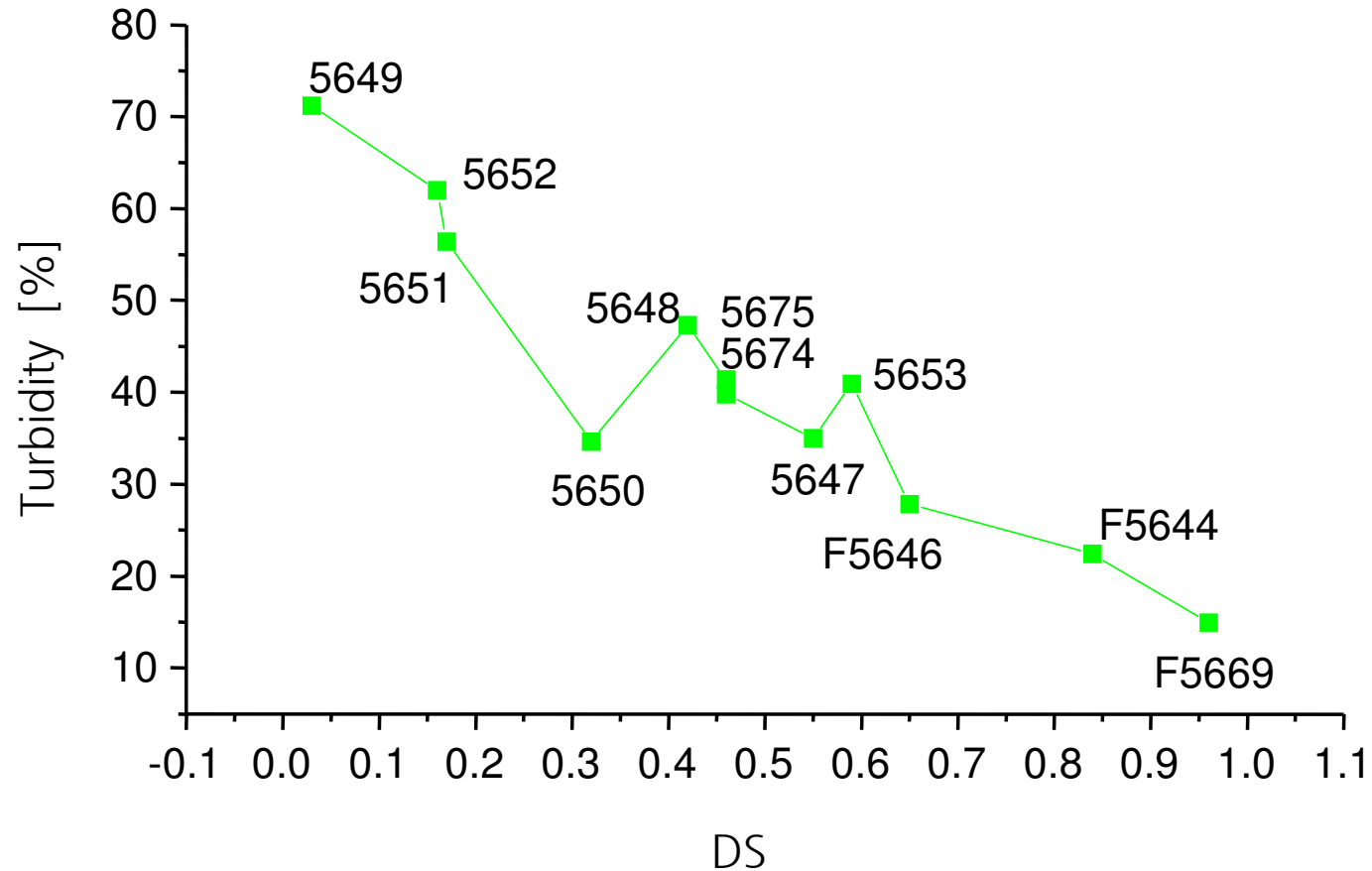
Stärkeether und -ester

Hochsubstituierte kationische Stärke; DS 0.3 – 1.5



Stärkeether und -ester

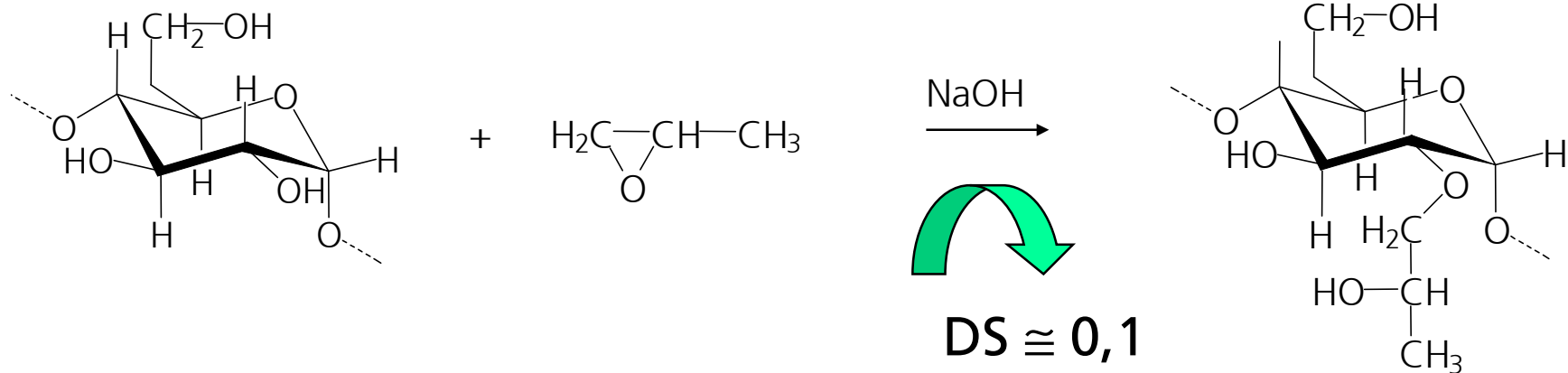
Hoch substituierte kationische Stärke; DS 0.3 – 1.5



Stärkeether und -ester

Hydroxypropylstärke

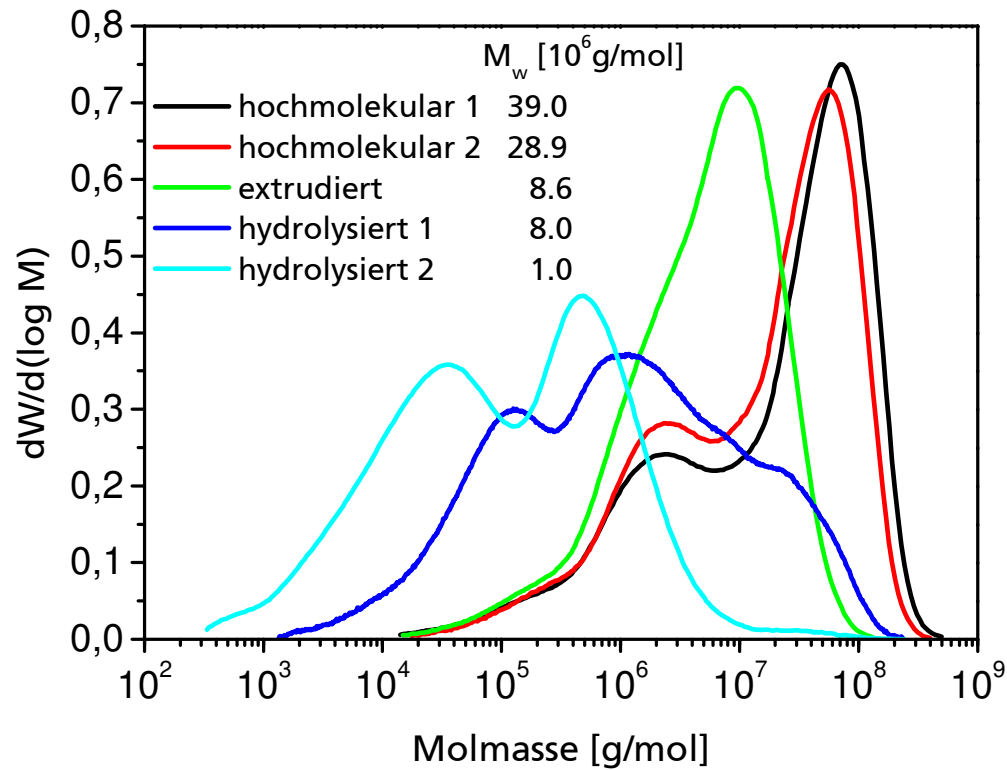
Neutraler Substituent, der Wasserlöslichkeit garantiert und Retrogradation der Stärke in wässriger Lösung verhindert.



Anwendung: Viskositätsregulator
Beschichtungsmittel
Filmbildner

Stärkeether und -ester

Hydroxypropylstärke



Kombination von Veretherung und molekularem Abbau

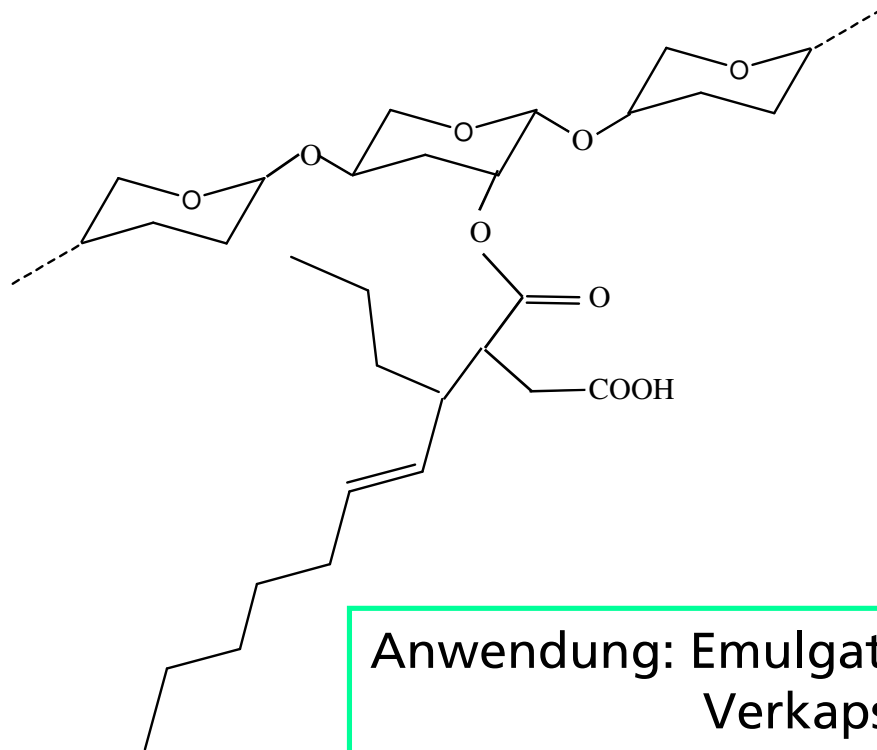
Innovationsforum, 10. -11. Oktober 2006

Seite 20

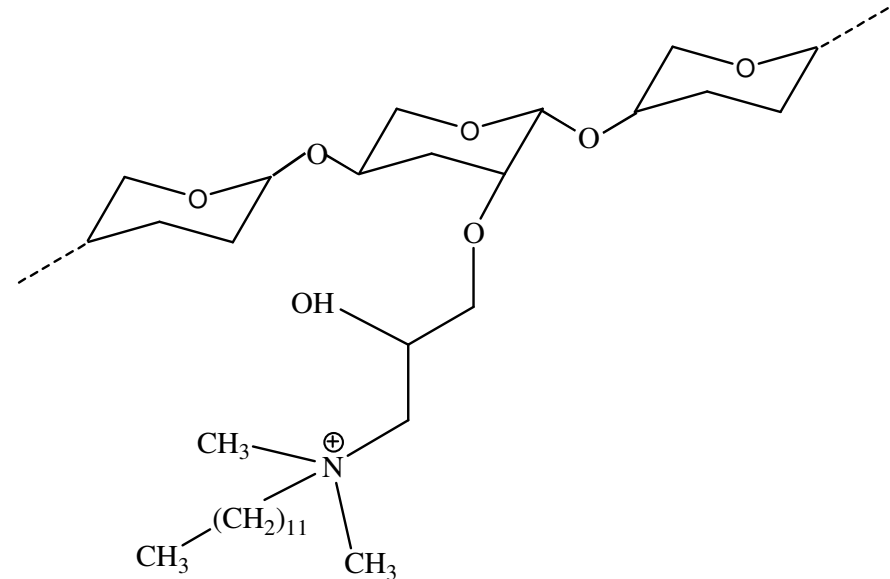


Stärkeether und -ester

Alkenylbernsteinsäureester



2-Hydroxypropyl-alkyl-dimethylammoniumstärke



Anwendung: Emulgator
Verkapselung von Ölen
Oberflächenleimung von Papier

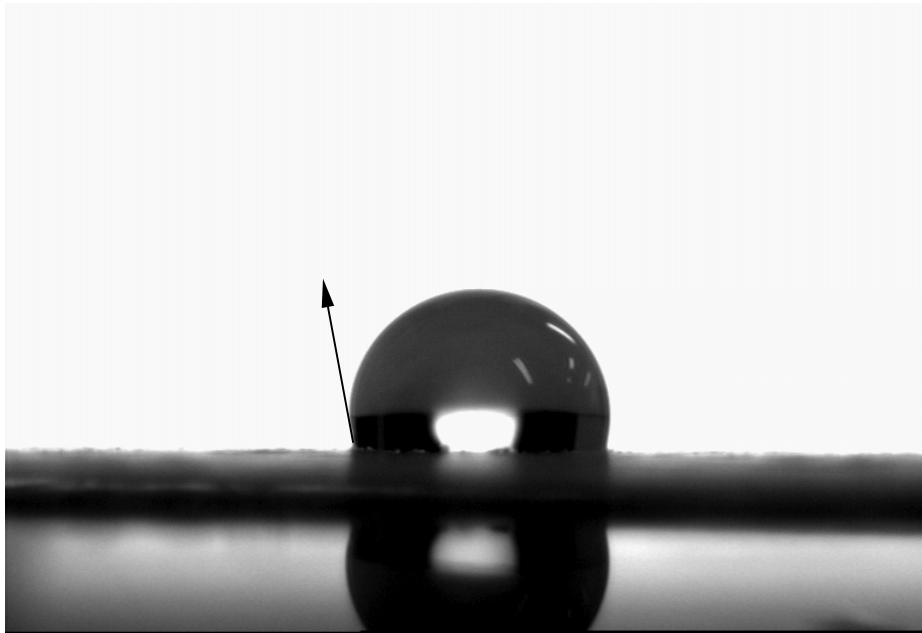
Innovationsforum, 10. -11. Oktober 2006

Seite 21



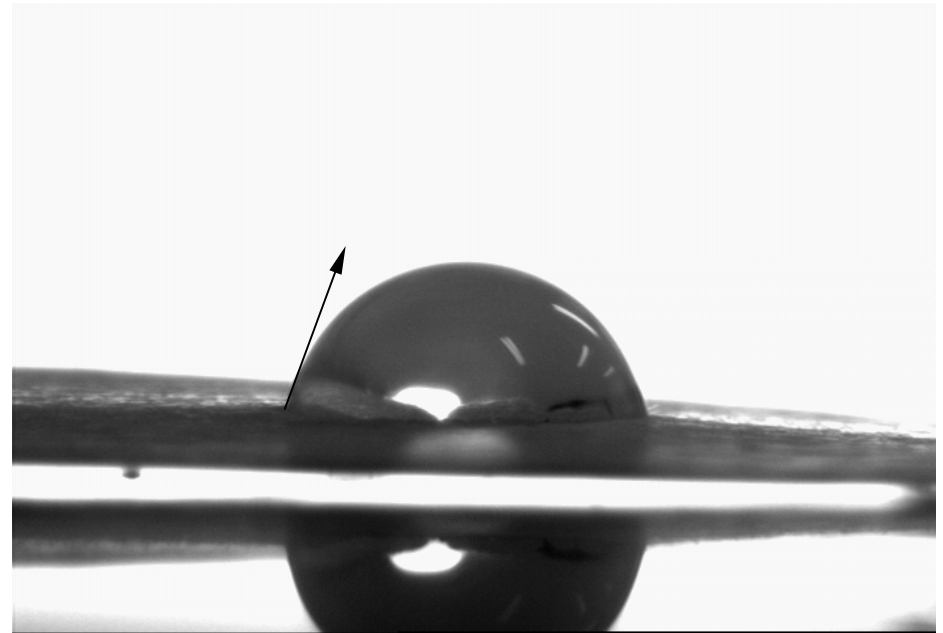
Stärkeether und -ester

Benetzungsverhalten: Kontaktwinkel



OSA-Stärke

CA: 105 °



Referenz

CA: 62 °

Innovationsforum, 10. -11. Oktober 2006

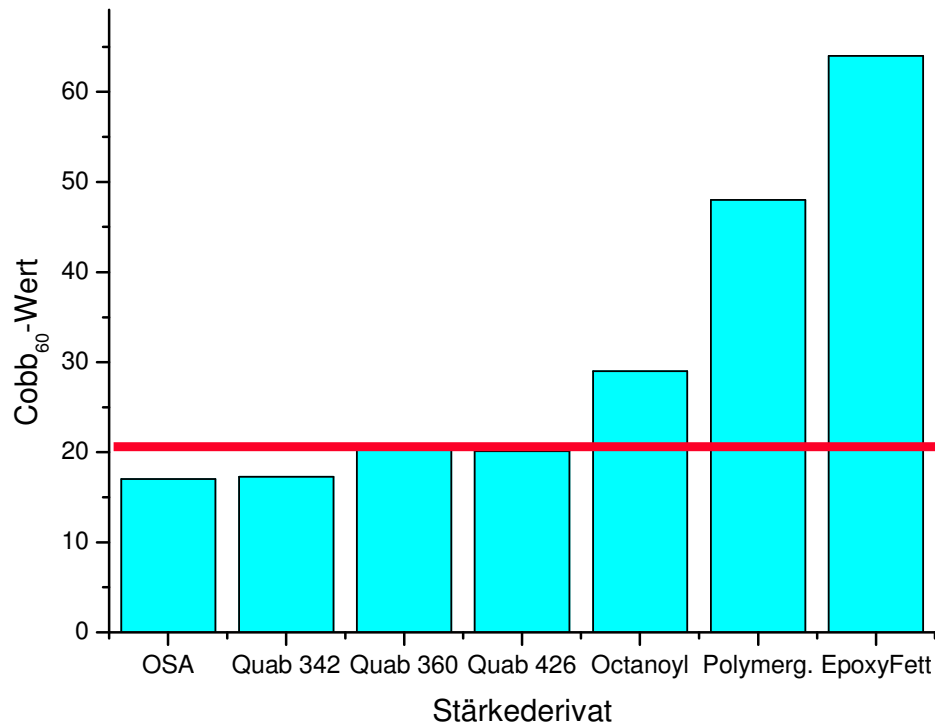
Seite 22



Fraunhofer Institut
Angewandte
Polymerforschung

Stärkeether und -ester

Vergleich der Cobb₆₀-Werte verschiedener Stärkederivate



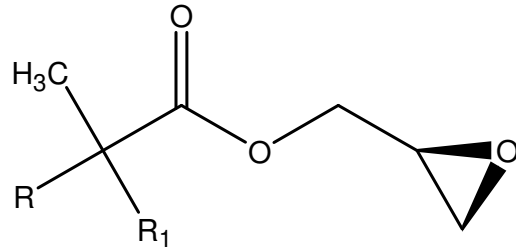
DS-Werte

OSA	0,07
Quab 342	0,03
Quab 360	0,02
Quab 426	0,02
Octanoyl	0,07
Polymergin	0,06
EpoxyFett	0,02

Stärkeether und -ester

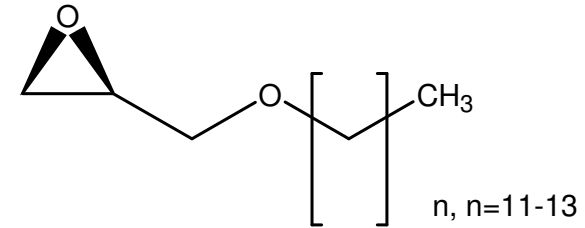
Epoxy-Reagenzien

Neodekansäure-glycidester

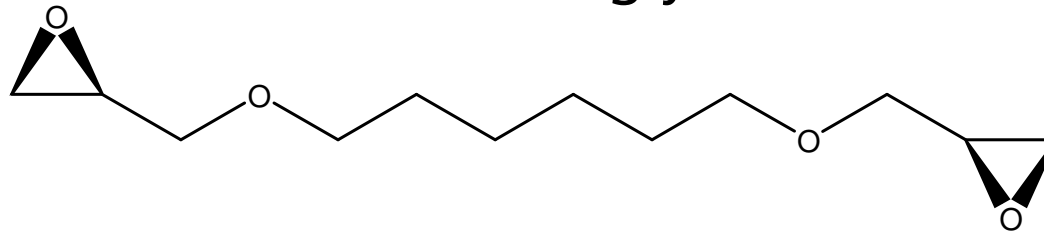


R, R1 = Methyl bis Hexyl, in Summe 7 C-Atome

C12-C14-Alkyl-glycidether



1,6-Hexandiol-diglycidether



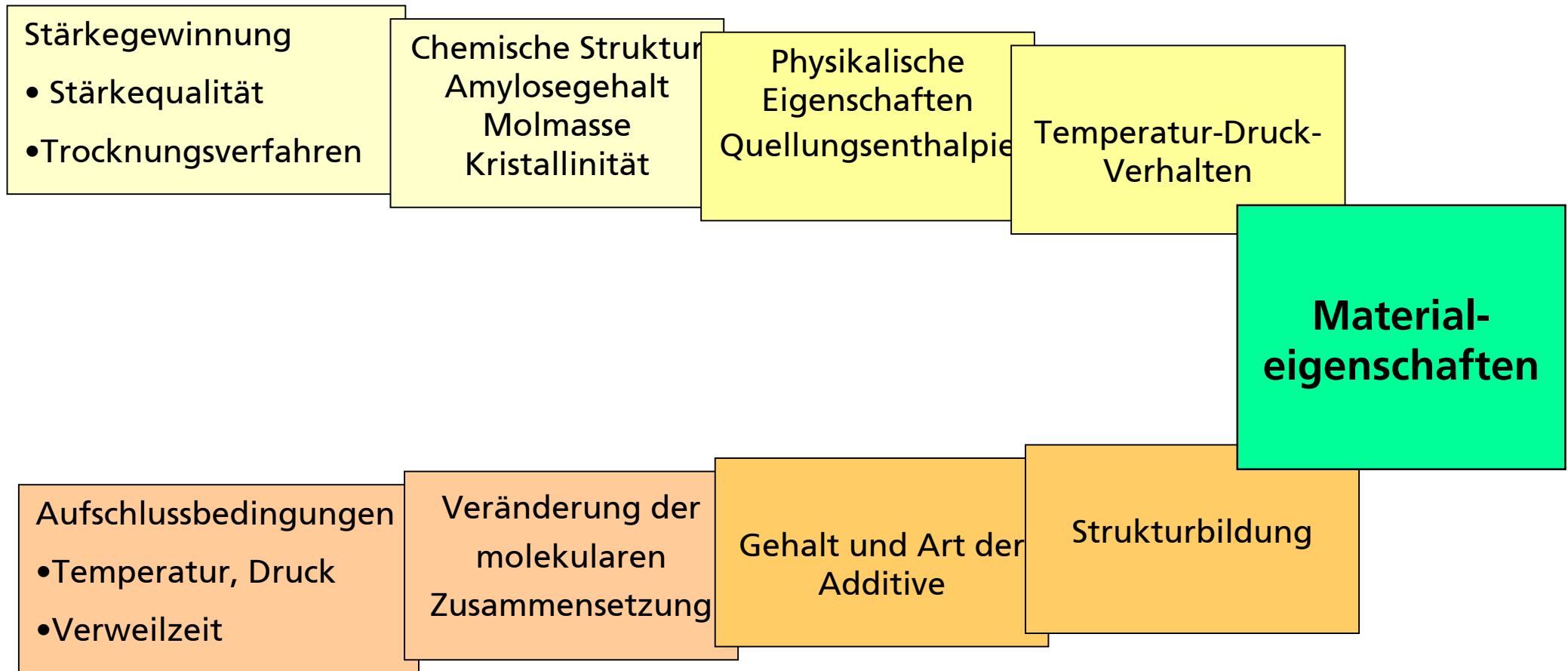
Innovationsforum, 10. -11. Oktober 2006

Seite 24



Stärke als Materialkomponente

Beziehung von physikalisch-chemischen Kenngrößen zur technologischen Verarbeitung

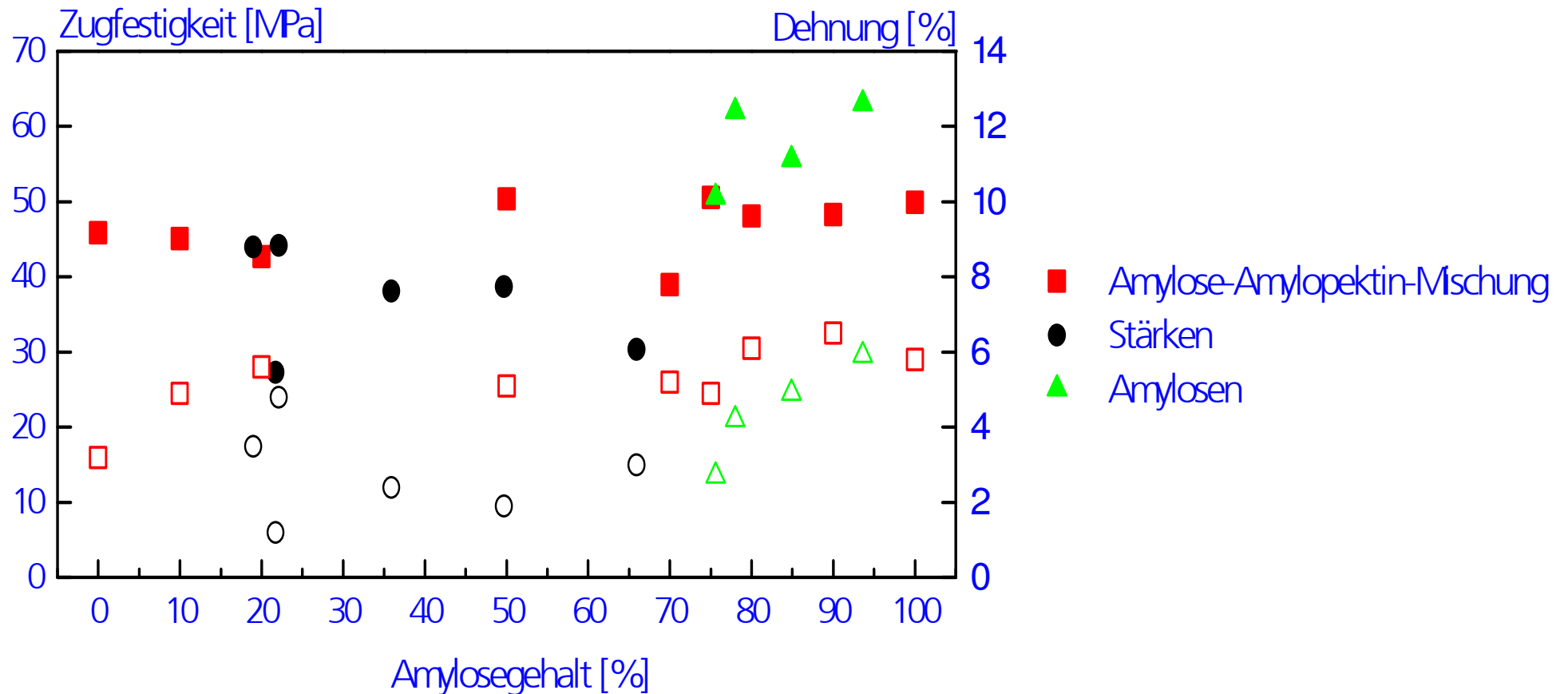


Innovationsforum, 10. -11. Oktober 2006

Seite 25

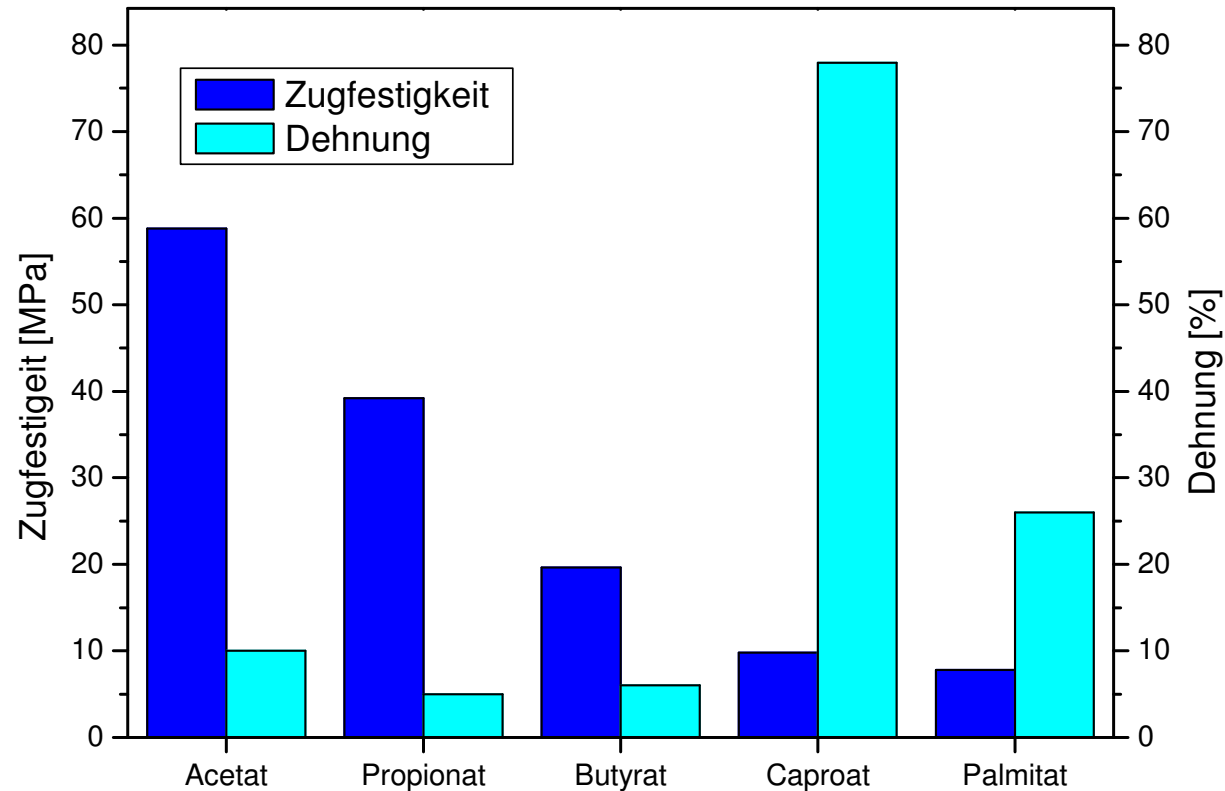


Eigenschaften von Stärkefilmen



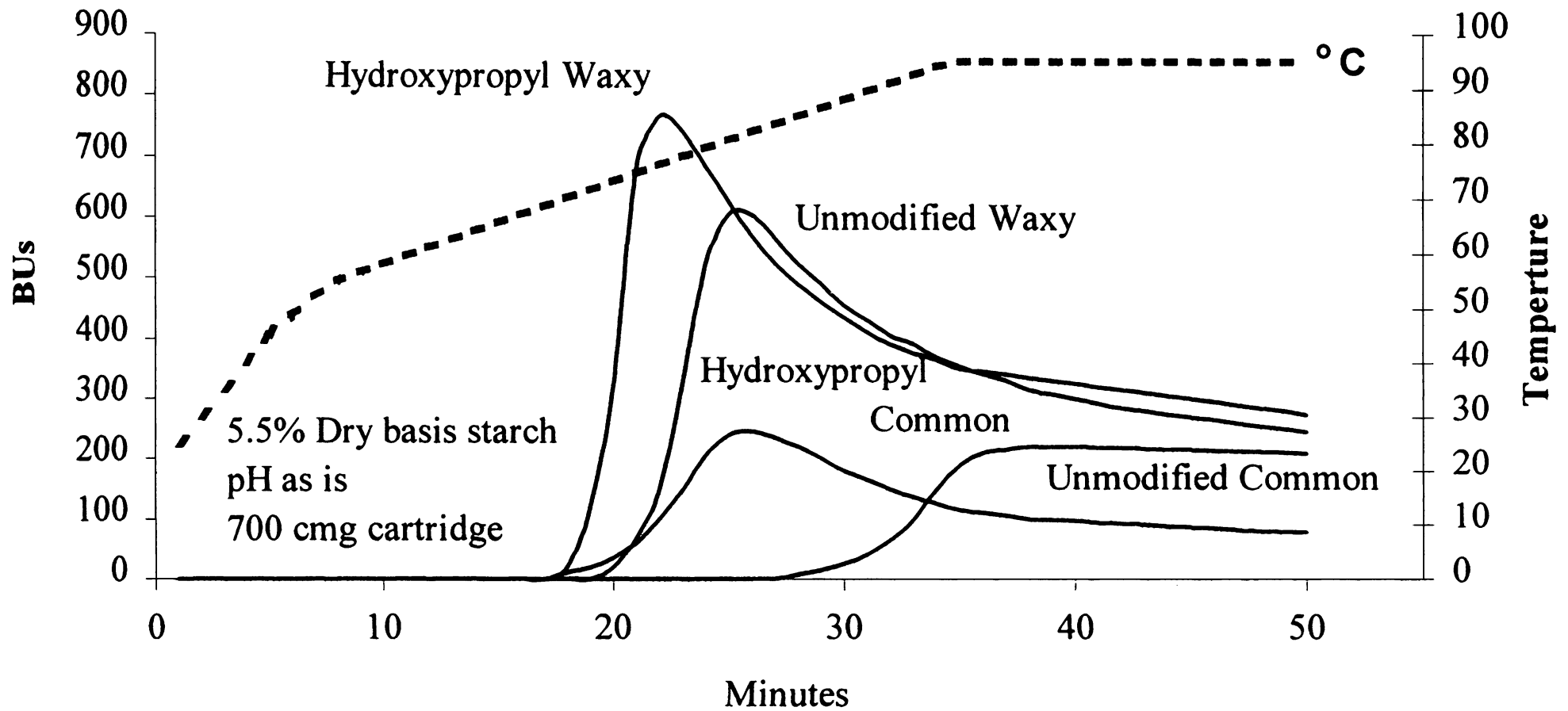
Stärkeester

Zugfestigkeit und Dehnbarkeit von Amyloseestern



Längerkettige Ester ergaben ein weicheres Material als die niedrigeren Ester (Wolff et al.).

Modifizierung von Getreidemehl



Modifizierung von Getreidemehl

Für die gezielte Einstellung gewünschter Eigenschaften sollten folgende Parameter berücksichtigt werden:

- Zusammensetzung des Getreidemehles
- Abbaukinetik von Säure- und Enzymhydrolyse
- Art der Funktionalisierung
 - anionisch, kationisch, hydrophob, amphiphil, amphoter
- Molmassenverteilung
- Substituenten-Verteilung
- Verfahrenstechnologie und Aufarbeitung
- Verträglichkeit mit Hydrokolloiden, Polymeren und niedermolekularen Additiven



AUSBLICK für die Entwicklung neuer Produkte auf Basis von Getreidemehl

- Additiv für Streichfarben, Baustoffe, Gipskartonplatten
Entwicklung von Hydrolyseprodukten durch biotechnologische Verfahren ((Kombination verschiedener Enzyme) und ggf. durch chemische Funktionalisierung von Mehlen mit hohem Proteingehalten
- Additiv für die Papierindustrie
Masseleimung von Rohpapier für die Wellpappenherstellung auf Basis von Mehlen mit hohem Pentosangehalt
- Kleber für Wellpappe durch partielle Hydrolyse von Mehl mit hohem Anteil an Gluten
- Verkapselung von Mikroorganismen auf Basis von Mehl mit hohem Gehalt an Hemicellulosen
- Dickungsmittel für kosmetische Produkte (Coemulgator)
- Materialentwicklung
Entwicklung von Formkörpern mit proteinarmeren hydrophobierten Mehlen (Schäume und Spritzgussteile, tiefziehbare Produkte)

