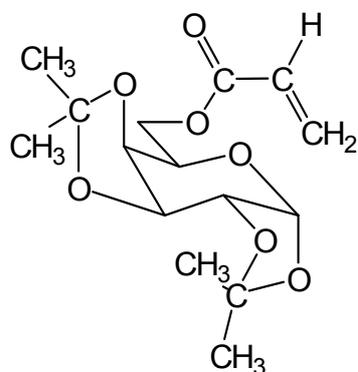


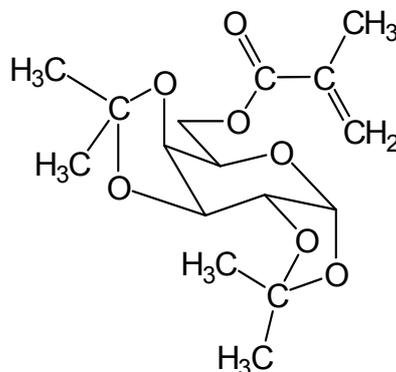
6-O-Acryloyl-1,2;4,5-di-O-isopropyliden- α -D-Galactose (6-ADP-Gal) (**40**)

6-O-Methacryloyl-1,2;4,5-di-O-isopropyliden- α -D-Galactose (6-MDP-Gal) (**48**)

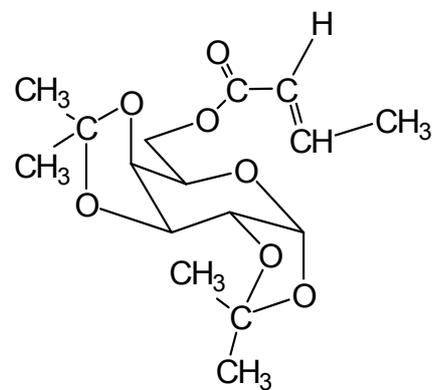
6-O-Crotonyl-1,2;4,5-di-O-isopropyliden- α -D-Galactose (6-CDP-Gal) (**49**)



6-ADP-Gal (**40**)



6-MDP-Gal (**48**)



6-CDP-Gal (**49**)

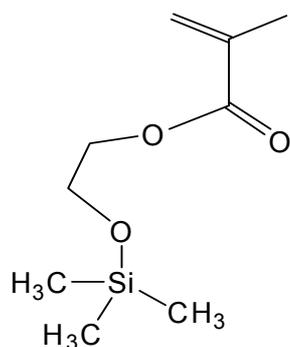
3.12 Herstellung und Untersuchung von Hydrogelen aus superhydrophilen und superhydrophoben Comonomeren

Wie bereits bei der Aufgabenstellung und in Kapitel 3.8 besprochen worden ist, kann es bei der Herstellung von Hydrogelen aus verschiedenen hydrophilen und hydrophoben Comonomeren auf Grund ihrer unterschiedlichen Lösungseigenschaften bei der Mischung zur Trübung oder auch Phasentrennung kommen. Deswegen müssen die Comonomere vor Beginn der Mischungen ein möglichst gleiches Löslichkeitsverhalten besitzen. Im Kapitel 3.8. sind verschiedene Möglichkeiten zur Umgehung dieses Problems und zur Synthese der hydrophoben polymerisationsfähigen Polyalkohole aus Monosacchariden eingeführt worden. Die weiteren Details zur Herstellung dieser Monomere werden im experimentellen Teil besprochen.

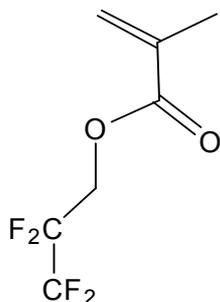
3.12.1 Copolymerisation

Zur Herstellung der gewünschten Polymerisate werden die unter Kap. 3.8. vorgestellten polymerisationsfähigen geschützten Zuckeralkohole (1-MDP-Fru, 3-MDP-Fru, 6-MDP-Gal, MDP-Ado und MDP-Xy), die analytisch rein zu erhalten sind, mit weiteren Comonomeren wie N-vinylpyrrolidon (NVP) (8), MAA (50), HEMA (5), 2-(Trimethylsilyloxy)ethylmethacrylat tm-Si-O-EMA (51), 2.2.3.3-Tetrafluor-propylmethacrylat TF-p-MA (52), Hexafluorpropylmethacrylat HF-ip-MA (53), 2.2.3.3.4.4-Heptafluorbutylmethacrylat HF-Bu-MA (54) und 3-Methacryloxypropyl-tris(trimethylsilyloxy)silan 3-MA-p-Ts-TSi (55) in ein prozentuales molares

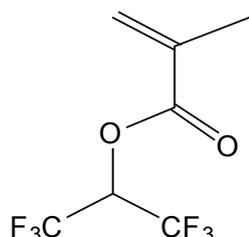
Verhältnis zueinander gesetzt (s. Tab. 43 - 45). Ethylenglykoldimethacrylat (EGDMA) wird in allen Fällen als Vernetzer eingesetzt. Für die Copolymerisate aus 3-Methacryloxypropyl-tris(trimethylsilyloxy)silan-Optomeren[®] 3-MA-p-Ts-TSi in Kapitel 3.16 wird 1,3-Bis-(3-methacryloxypropyl)tetrakis(trimethylsilyloxy)disiloxan DMA-p-Ts-TSi (56) als Vernetzer eingesetzt.



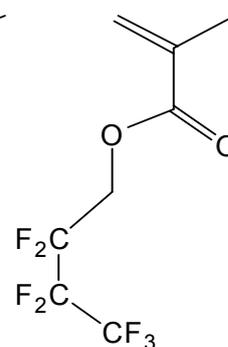
tm-Si-O-EMA (51)



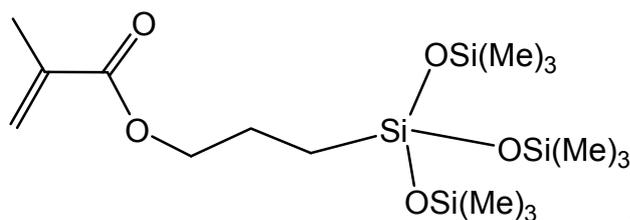
TF-p-MA (52)



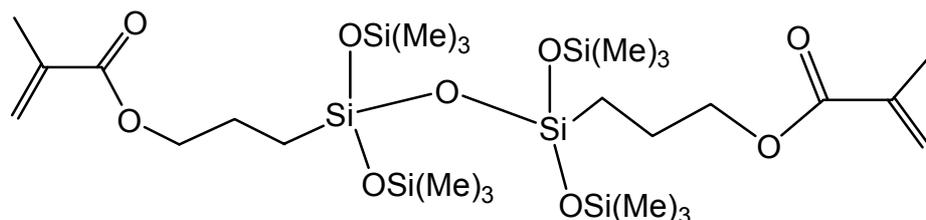
HF-ip-MA (53)



HF-Bu-MA (54)



3-MA-p-Ts-TSi (55)



DMA-p-Ts-TSi (56)

3.12.2 Polymerisationsansätze

Für jedes unterschiedliche Polymerisat wird insgesamt 11 g Copolymer berechnet. Da die Polymerisation radikalisch abläuft, werden pro Polymerisationsansatz 5,5 mg Azobisisobutyronitril (AIBN) als Initiator zugesetzt.

Die Lösungen mit den kristallinen Comonomeren werden so lange bei Raumtemperatur gerührt, bis sich eine homogene Lösung ergibt (unter Umständen ist eine Erwärmung bis etwa 40°C unterhalb der Starttemperatur des Initiators angebracht).

Die homogenen Comonomermischungen werden in 10 ml-Spritzen aufgezogen, die Spitzen der Spritzen heiß verschmolzen und der Stempel der Spritzen mit Plombendraht gesichert. Anschließend werden sie im Glycerinbad unter Wärmezufuhr in 10°C-Schritten bis 98°C erwärmt (s. Kap. 3.3). Immer tritt in den Spritzen eine Volumenkontraktion ein, die auf den Polymerisationsvorgang hinweist. Aus den erhaltenen Polymeren (Polymerrohlingen) werden die für die Untersuchungen benötigten Polymerfolien in Form von gleichmäßigen Scheiben gedreht.

3.12.2.1 Untersuchungen der Copolymere aus 1-MDP-Fru (45) / 3-MDP-Fru (36) mit NVP (8), HEMA (5), tm-Si-0-EMA (51), HF-Bu-MA (54), HF-ip-MA (53) und TF-p-MA (52)

Die unter Kapitel 3.8 beschriebenen und hergestellten Polymerisate werden auf ihre Eigenschaften, wie im Kapitel 3.4. ausführlich beschrieben, auf ihre Gewichtsabnahme durch Abspaltung der Schutzgruppen, extrahierbare Anteile, lineare Quellung, Wassergehalt, Wasseraufnahmevermögen und Sauerstoffpermeabilität untersucht. Der Wassergehalt der Hydrogele und ihre Eigenschaften, wie z. B. Sauerstoffpermeation, können erst nach der Überführung der Polymerisate in Hydrogele bestimmt werden. Die Untersuchungen werden an den in Kapitel 2 beschriebenen Polymerscheiben, die fast gleichmäßig in Form, Oberfläche und Durchmesser sind, durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden tabellarisch und in Form von Diagrammen in den folgenden Abschnitten beschrieben, dargestellt und interpretiert.

3.12.2.2 Hydrolyse der Schutzgruppen von Di-O-isopropyliden-geschützten Polyalkoholen

Zur Abspaltung der Schutzgruppen wird die Methode von Tanaka⁴⁾ angewendet. Zunächst werden die Scheiben ca. 30 Minuten bei Raumtemperatur in 50 %iger Ameisensäure und danach zwei Stunden bei 50°C in 6 N Salzsäure aufbewahrt. Das Verhalten der verschiedenen Polymerisate im sauren Milieu ist unterschiedlich. Diejenigen Polymerisate mit höherem Anteil an hydrophoben Copolymeren sind nicht ausreichend quellfreudig. Dadurch können deren Schutzgruppen nicht vollständig abgespalten werden. Theoretisch kann man die Gewichtsabnahme der hergestellten Polymerisate wie folgt berechnen:

Di-O-isopropyliden-geschützte Zucker-Methacrylate wiegen durchschnittlich 300 g / mol, z. B. MDP-Fru 328 g / mol und MDP-XY 300 g / mol. Der gesammte molare Schutzgruppen-

Anteil (104 g / mol) der geschützten Zucker-Methacrylate macht ca. ein Drittel der molaren Masse des geschützten Zuckers aus. Daraus lässt sich der theoretische prozentuale Anteil der Schutzgruppen des Zuckermethacrylats berechnen (z. B. $104 / 100 \cdot \text{mol \%}$ Zucker-Methacrylate). Der theoretischen Gewichtsabnahme entspricht fast der molare Anteil in Prozent. Für 10 bis 11 g eines Polymerisats mit 70 mol % geschützten Zuckeralkohol-Anteilen soll sich maximal 70 % Gewichtsabnahme nach der Hydrolyse durch Abspaltung der Schutzgruppen ergeben. Aber in der Praxis ist dies nicht möglich, denn die mitpolymerisierten hydrophoben Comonomer-Anteile steuern dagegen. Am besten lassen sich die Polymerisate aus den geschützten Zuckeralkoholen MDP-Fru, Xylit und Adonit mit tm-Si-O-EMA und Perfluoralkylmethacrylaten hydrolysieren (vergl. Kap. 3.12.1). Besonders schlecht hydrolysierbar sind die hergestellten Polymerisate aus dem Zuckeralkohol 6-MDP-Gal. Die Auswertung der Messwerte entspricht nicht den erwarteten Ergebnissen bezüglich des Einflusses der hydrophilen bzw. hydrophoben Comonomer-Anteile (vergl. die Untersuchungsergebnisse des Kap. 3.12 mit 3.13). In der Regel liegen die experimentell bestimmten Werte der Gewichtsabnahme 10 – 20 % unter den theoretisch erwarteten Werten.

3.12.2.3 Eigenschaften der Hydrogele aus 1-O-Methacryloyl- β -D-fructopyranose (1-MDP-Fru) (45), Heptafluorbutylmethacrylat (HF-Bu-MA) (54) und Hydroxyethylmethacrylat (HEMA) (5)

Die in Tabelle 19 zusammengestellten Polymere 8 - 14 beinhalten 20 mol % HEMA und in variabler Zusammensetzung 80 mol % 1-MDP-Fru und HF-Bu-MA. Die Werte für den Wassergehalt, die Abspaltung der Schutzgruppen der Polyalkohol-Anteile 1-MDP-Fru und die lineare Quellung steigen mit absinkenden HF-BU-MA- und ansteigenden 1-MDP-Fru-Anteilen an. Die wenigen extrahierbaren Anteile bezeichnen den guten Polymerisationsvorgang. Die Brechungsindices $n_D^{35^\circ}$ der Polymere 8 - 14 liegen zwischen den Indices des feuchten HEMAs (1,43) und des Tränenfilms (1,336). Die Kugeldruckhärte (vergl. Kap. 3.4.5) wird mit einem Auflagegewicht von 358 N, einem Kugeldurchmesser von $d = 5$ mm und einer Eindringtiefe zwischen $> 0,15$ mm und $< 0,35$ mm gemessen. Sie nimmt mit vermehrten Isopropyliden-Schutzgruppen zu. Die Sauerstoffpermeabilität nimmt mit steigendem Wassergehalt in Abhängigkeit von Polyalkohol-Anteilen (Fructose) entsprechend zu. Ab 40 mol % HF-Bu-MA-Anteilen steigt die O_2 -Permeabilität mit steigenden HF-BU-MA-Anteilen wieder an. Weitere Interpretationen und die Zusammenhänge siehe die nachfolgenden Diagramme 26 - 30.

Tabelle 19: Polymere aus 1-MDP-Fru, HF-Bu-MA und 20 mol % HEMA vernetzt mit 0,2 mol % EGDMA

Probe Nr.	1-MDP- Fru [mol %]	HF-Bu- MA [mol %]	HEMA [mol %]	extrahier- bare Anteile R [%]	H [%] hydra- tisiert	Schutz- gruppen- Abspaltung Gew.- Verlust [%]	H [%] hydro- lysiert	LE [%] hydro- lysiert	$P \cdot 10^{-11}$ $\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydrolysiert 35°C	$n_D^{35^\circ}$ hydrolysiert	Kugel- druck-härte [N / mm ²]
8	70	10	20	*	*	75,8	89,00	48,65	40,00	1,356	174,0
9	60	20	20	0,47	1,92	37,5	66,90	28,70	32,08	1,373	166,4
10	50	30	20	0,79	1,49	24	27,61	0,87	14,99	*	147,2
11	40	40	20	0,19	1,04	15	14,99	0,87	12,37	1,436	136,7
12	30	50	20	0,28	0,98	9,27	12,35	0,00	15,60	1,424	112,6
13	20	60	20	0,22	0,92	4,0	6,51	0,00	21,70	1,412	92,3
14	10	70	20	0,23	0,61	0,4	1,60	0,00	29,80	1,399	77,3

*Probe nicht messbar, da zerbrochen

3.12.2.3.1 Abspaltung von Schutzgruppen der Hydrogele aus 1-MDP-Fru (45), HF-Bu-MA (54) und HEMA (5)

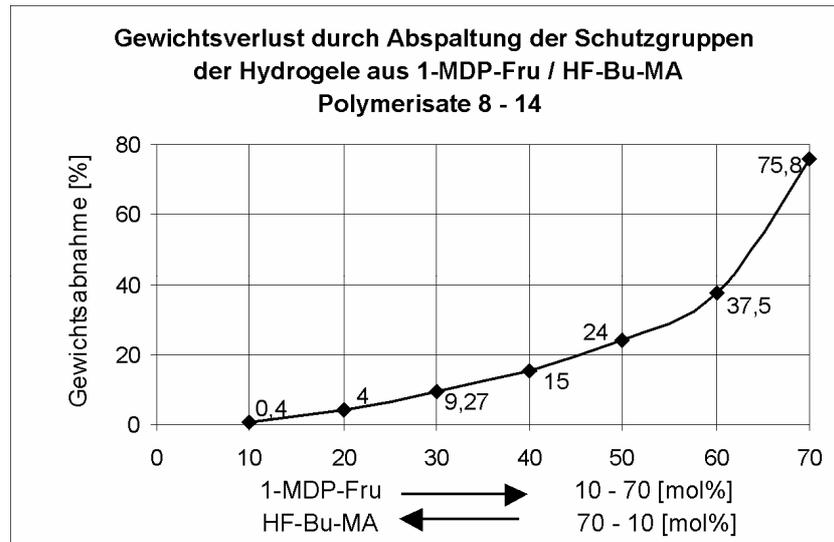


Diagramm 26

Der Gewichtsverlust nach der Hydrolyse der Isopropylidengruppen von 1-MDP-Fru der Hydrogele 8 - 14 nimmt mit steigendem Anteil der Schutzgruppen an der Fructose linear zu. Es könnte bei Hydrogel 8 zur Esterspaltung gekommen sein, da die Gewichtsabnahme dieses Hydrogels oberhalb des theoretischen Wertes (maximal 70 %) liegt.

3.12.2.3.2 Extrahierbare Anteile der Hydrogele aus 1-MDP-Fru (45), HF-Bu-MA (54) und HEMA (5)

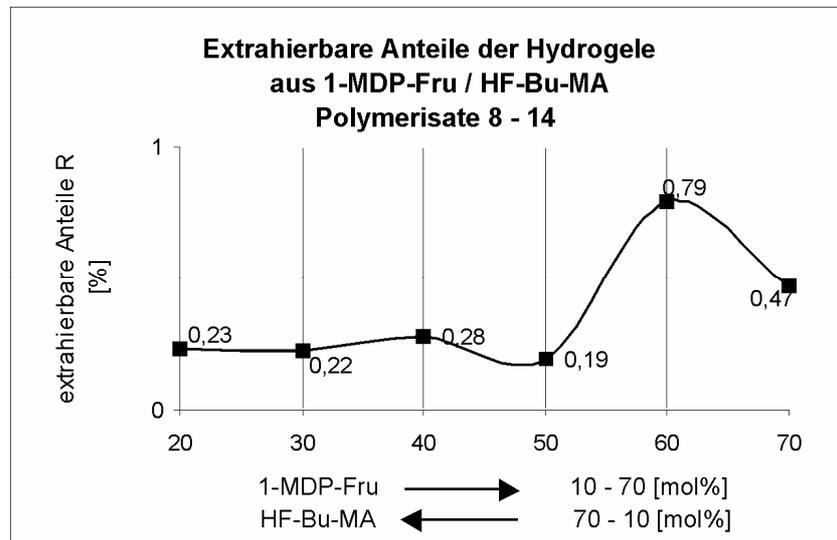


Diagramm 27

Die Menge der wasserlöslichen Anteile (extrahierbare Anteile) der Polymere 8 - 14 ist gering und zeigt das Ausmaß der Polymerisation an. Sie steigt mit erhöhten Fructose-Anteilen leicht an. Sie bleiben aber immer unterhalb der 1 %-Grenze.

3.12.2.3.3 Lineare Quellung der Hydrogele aus 1-MDP-Fru (45), HF-Bu-MA (54) und HEMA (5)

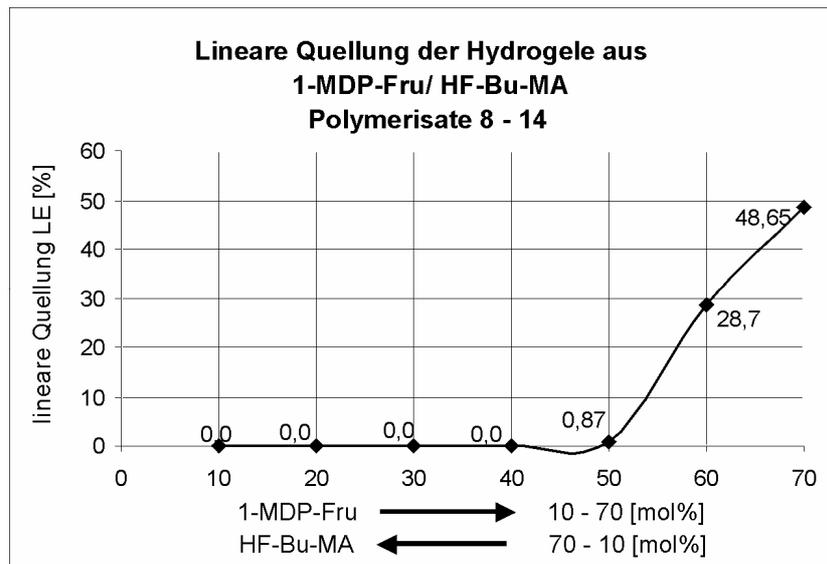


Diagramm 28

Die lineare Quellung der Polymere 8 - 14 steht in direktem Zusammenhang zu den 1-MDP-Fru-Anteilen und dem Wassergehalt (s. Tab. 19, Diagramm 29).

3.12.2.3.4 Wassergehalt der Hydrogele aus 1-MDP-Fru (45), HF-Bu-MA (54) und HEMA (5)

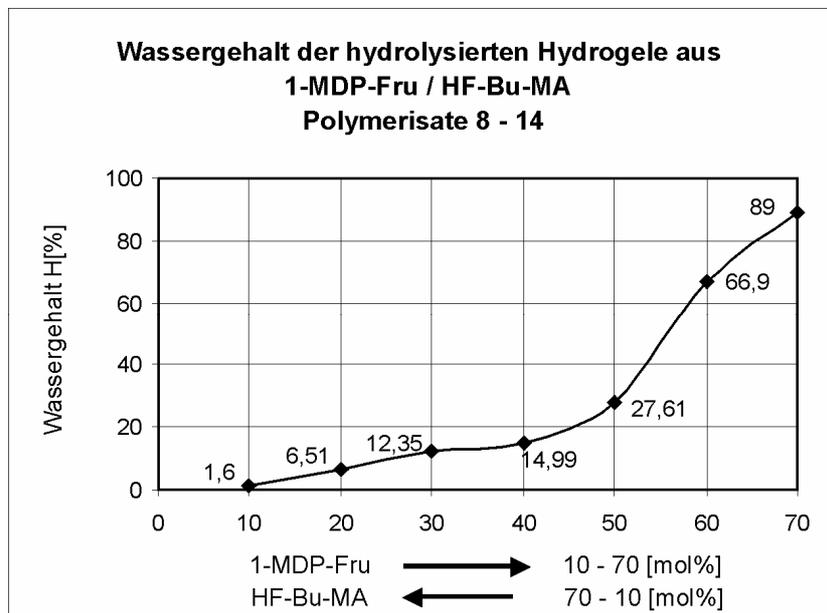


Diagramm 29

Im Diagramm 29 sind die Werte des Wassergehalts der hydrolysierten Polymere 8 - 14 dargestellt. Diese Polymere sind nach saurer Hydrolyse hydrophiler geworden und können viel mehr Wasser aufnehmen. Je höher ihre hydrophilen Anteile (1-MDP-Fru) sind, desto höher ist ihr Wassergehalt.

3.12.2.3.5 Sauerstoffpermeation der Hydrogele aus 1-MDP-Fru (45), HF-Bu-MA (54) und HEMA (5)

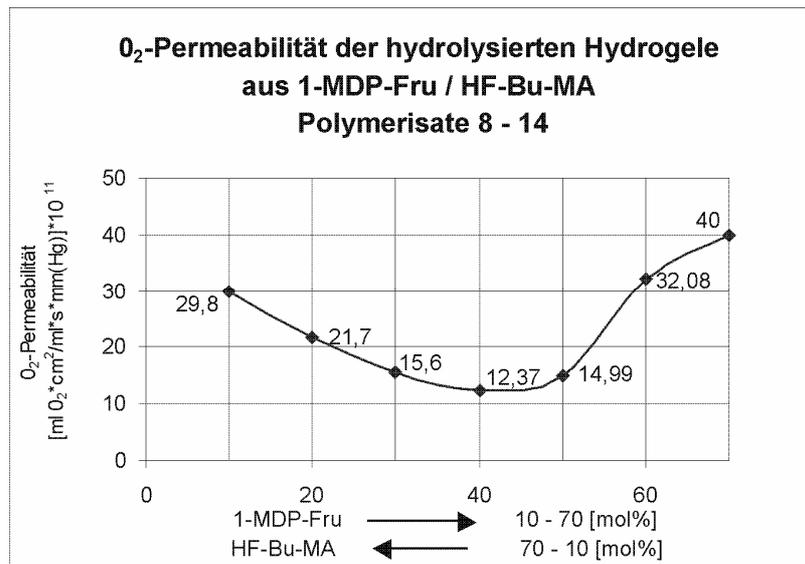


Diagramm 30

Aus den Sauerstoffpermeabilitätswerten der hydrolysierten Polymere 8 - 14 wird der direkte Zusammenhang der O₂-Permeabilität und des Wassergehalts (Diagramm 29) deutlich. Je höher der Wassergehalt ist, desto höher ist die O₂-Permeabilität. Der Einfluss von Heptafluorbutylmethacrylat (HF-Bu-MA) auf die Steigerung der O₂-Permeabilität ist zwischen 70 und 40 mol % besonders gut erkennbar. Bei den hydrolysierten Polymeren wirkt das HF-Bu-MA bei sinkenden Anteilen ab 40 mol % auf Grund der steigenden Zahl freier OH-Gruppen, die die steigenden Fructose-Anteile mit sich bringen, nicht mehr. Deswegen ist die Kurve der hydrolysierten Polymere parabelförmig. Der fallende Ast wird durch den Einfluß von sinkenden HF-Bu-MA-Mengen und der steigende Ast allein durch steigende hydrophile Anteile der Fructose verursacht.

3.12.2.4 Eigenschaften der Hydrogele aus 1-O-Methacryloyl-β-D-fructopyranose (1-MDP-Fru) (45) mit Tetrafluorpropylmethacrylat (TF-p-MA) (52) / Hexafluorisopropylmethacrylat (HF-ip-MA) (53) / Heptafluorbutylmethacrylat (HF-Bu-MA) (54) und 2-(Trimethylsilyloxy)ethylmethacrylat (tm-Si-O-EMA) (51)

Die in den folgenden Tabellen 20, 21 und 22 zusammengestellten Polymere 183 - 190 / 191 - 198 / 199 - 206 beinhalten 20 mol % tm-Si-O-EMA und 80 mol % 1-MDP-Fru und TF-p-MA / HF-ip-MA / HF-Bu-MA in variabler Zusammensetzung. Die Werte für den Wassergehalt, die Abspaltung der Schutzgruppen der Polyalkohol-Anteile 1-MDP-Fru und die lineare Quellung steigen mit absinkenden TF-p-MA- / HF-ip-MA- / HF-Bu-MA- und steigenden 1-MDP-Fru-Anteilen an. Die wenigen extrahierbaren Anteile bezeichnen den guten Polymerisationsvorgang. Die Brechungsindices $n_D^{35^\circ}$ der meisten dieser Polymere (s. Tab. 20 / 21 / 22) können auf Grund vermehrter Trübung nicht gemessen werden. Die

Kugeldruckhärte (vergl. Kap. 3.4.5) wird mit einem Auflagegewicht von 358 N, einem Kugeldurchmesser von $d = 5$ mm und einer Eindringtiefe zwischen $> 0,15$ mm und $< 0,35$ mm gemessen. Sie nimmt mit vermehrten Isopropyliden-Schutzgruppen zu. Die Sauerstoffpermeabilität nimmt mit steigendem Wassergehalt in Abhängigkeit von Polyalkohol-Anteilen (Fructose) entsprechend zu. Ab 40 mol % TF-p-MA- / HF-ip-MA- und 50 mol % HF-Bu-MA-Anteilen steigt die O_2 -Permeabilität unter dem Einfluß von Perfluoralkylmethacrylat wieder an. Weitere Interpretationen und die Zusammenhänge siehe die nachfolgenden Diagramme.

Tabelle 20: Polymere aus 1-MDP-Fru (45), TF-p-MA (52) und tm-Si-0-EMA (51) vernetzt mit 0,2 mol % EGDMA (1)

Probe Nr.	1-MDP-Fru [mol%]	TF-p-MA [mol%]	tm-Si-0-EMA [mol%]	extrahierbare Anteile R [%]	H [%] hydra- tisiert	Schutz- gruppen- Abspaltung Gew.- Verlust [%]	H [%] hydro- lysiert	LE [%] hydro- lysiert	$P \cdot 10^{-11}$ $\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydratisiert 35°C	$P \cdot 10^{-11}$ $\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydrolysiert 35°C	$n_D^{35^\circ}$ hydrolysiert	Kugel- druck- härte [N / mm ²]
183	70	10	20	0,63	2,14	15,23	51,79	2,36	7,56	69,36	T	202,9
184	60	20	20	0,52	1,90	7,07	9,49	0,00	10,78	6,05	T	209,3
185	50	30	20	0,75	1,04	11,51	7,88	0,00	5,82	36,03	T	187,8
186	40	40	20	0,67	0,99	5,61	6,86	0,00	4,13	25,65	T	174,1
187	30	50	20	0,64	0,87	4,22	8,16	0,00	43,33	49,76	T	152,6
188	20	60	20	0,39	0,98	4,38	8,56	0,00	13,63	87,92	T	130,9
189	10	70	20	0,98	0,80	3,17	7,41	0,00	24,90	76,75	T	105,8
190	0	80	20	0,78	1,24	7,63	7,09	1,58	5,00	21,80	T	125,5

Die saure Hydrolyse mit Ameisensäure wurde auf 1h verlängert; T = trüb

Tabelle 21: Polymere aus 1-MDP-Fru (45), HF-ip-MA (53) und 20 mol % tm-Si-0-EMA (51) vernetzt mit 0,2 mol % EGDMA (1)

Probe Nr.	1-MDP- Fru [mol %]	HF-ip- MA [mol %]	tm-Si-0- EMA [mol %]	extrahier- bare Anteile R [%]	H [%] hydra- tisiert	Schutz- gruppen- Abspaltung Gew.- Verlust [%]	H [%] hydro- lysiert	LE [%] hydro- lysiert	$P \cdot 10^{-11}$	$P \cdot 10^{-11}$	$n_D^{35^\circ}$ hydrolysiert	Kugel- druck- härte [N / mm ²]
									$\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydratisiert 35°C	$\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydrolysiert 35°C		
191	70	10	20	1,60	1,77	2,98	67,27	30,70	12,21	42,34	1,367	277,0
192	60	20	20	0,60	1,56	2,98	15,61	0,00	*	19,36	T	57,51
193	50	30	20	0,90	1,34	11,39	7,40	0,00	*	6,50	T	164,3
194	40	40	20	0,43	1,24	4,39	4,20	6,20	36,38	*	T	153,8
195	30	50	20	0,29	1,00	2,26	4,07	2,36	19,43	*	T	140,3
196	20	60	20	0,26	0,90	2,45	4,01	4,72	33,16	123,70	T	128,0
197	10	70	20	0,80	0,82	1,34	4,22	2,36	29,76	30,14	T	124,7
198	0	80	20	1,80	0,77	2,45	11,31	2,00	29,90	25,08	T	125,5

Die saure Hydrolyse mit Ameisensäure wurde auf 1h verlängert

*Probe wellig, schlechter Kontakt mit der Messelektrode; T = trüb

Tabelle 22: Polymere aus 1-MDP-Fru (45), HF-Bu-MA (54) und tm-Si-0-EMA (51) vernetzt mit 0,2 mol % EGDMA (1)

Probe Nr.	1-MDP- Fru [mol %]	HF-Bu- MA [mol %]	tm-Si-0- EMA [mol %]	extrahier- bare Anteile R [%]	H [%] hydra- tisiert	Schutz- gruppen- Abspaltung Gew.- Verlust [%]	H [%] hydro- lysiert	LE [%] hydro- lysiert	$P \cdot 10^{-11}$ $\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydratisiert 35°C	$P \cdot 10^{-11}$ $\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydrolysiert 35°C	$n_D^{35^\circ}$ hydrolysiert	Kugel- druck- härte [N / mm ²]
199	70	10	20	0,42	1,83	20,41	38,21	0,75	*	18,15	T	294,1
200	60	20	20	0,22	1,58	31,29	68,56	32,00	*	*	1,36	306,9
201	50	30	20	0,45	1,51	26,36	55,46	22,00	33,76	36,48	T	230,2
202	40	40	20	0,04	1,30	12,93	13,76	0,00	12,96	9,01	1,46	20,6,8
203	30	50	20	0,25	1,01	6,40	8,78	0,00	8,24	54,89	1,44	176,6
204	20	60	20	1,24	1,04	2,94	3,92	0,00	7,44	11,37	T	82,0
205	10	70	20	1,70	1,02	2,78	3,08	0,00	11,38	*	T	45,6
206	0,0	80	20	2,36	1,15	2,07	5,88	0,00	28,84	25,84	T	20,3

*Probe: Bruchstücke haben schlechten Kontakt mit der Messelektrode; T = trüb

3.12.2.4.1 Abspaltung von Schutzgruppen der Hydrogele aus 1-MDP-Fru (45) mit TF-p-MA (52) / HF-ip-MA (53) / HF-Bu-MA (54) und tm-Si-O-EMA (51)

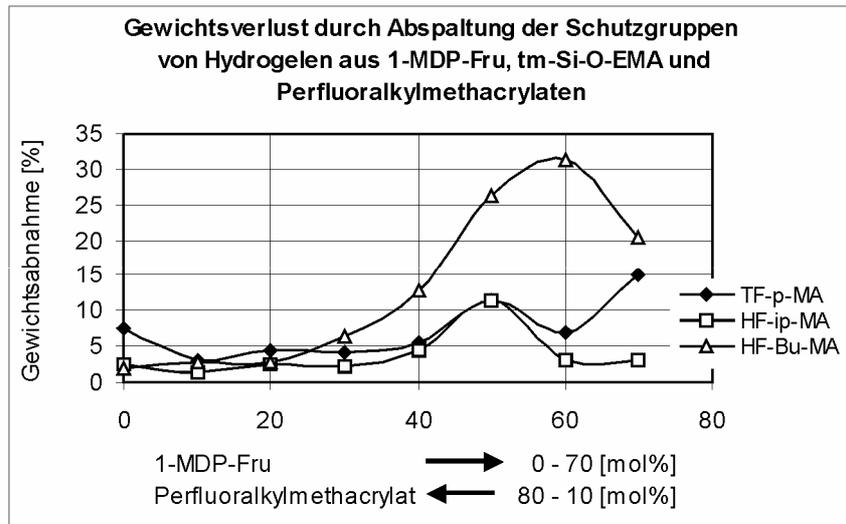


Diagramm 31

Der Gewichtsverlust nach der Hydrolyse der Isopropylidengruppen von 1-MDP-Fru der Polymere 183 - 190 / 191 - 198 / 199 - 206 nimmt mit steigendem Anteil der geschützten Fructose zu. Das Diagramm 31 zeigt den abweichenden linearen Verlauf der Hydrolyse der Polymer-Scheiben ab 60 mol % an Fructose-Anteilen. Bei diesen Polymeren ist die saure Hydrolyse nicht vollständig abgelaufen. Denn rechnerisch muss ein 70 mol %iger Ansatz von geschütztem Zucker maximal 70 Gew-% an abgespaltenen Schutzgruppen liefern (s. Kap. 3.10.2.2.). Am Besten ist die Abspaltung der Schutzgruppen bei Hydrogelen aus 1-MDP-Fru und HF-Bu-MA verlaufen.

3.12.2.4.2 Extrahierbare Anteile der Hydrogele aus 1-MDP-Fru (45) mit TF-p-MA (52) / HF-ip-MA (53) / HF-Bu-MA (54) und tm-Si-O-EMA (51)

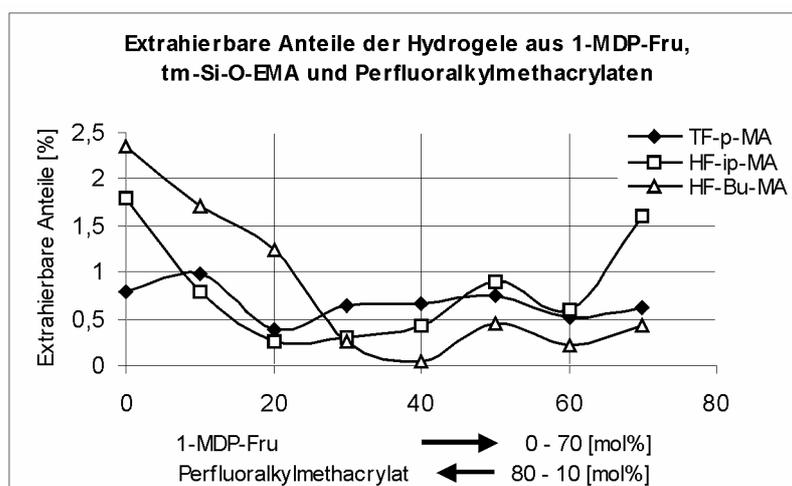


Diagramm 32

Die Menge der wasserlöslichen Anteile (extrahierbare Anteile) der Polymere aus 1-MDP-Fru 183 - 190 / 191 – 198 / 199 – 206 ist gering und zeigt das hohe Ausmaß der Polymerisation an. Sie bleibt trotz eines hohen Fructose-Anteils unterhalb von 3 %.

3.12.2.4.3 Lineare Quellung der Hydrogele aus 1-MDP-Fru (45), TF-p-MA (52) / HF-ip-MA (53) / HF-Bu-MA (54) und tm-Si-O-EMA (51)

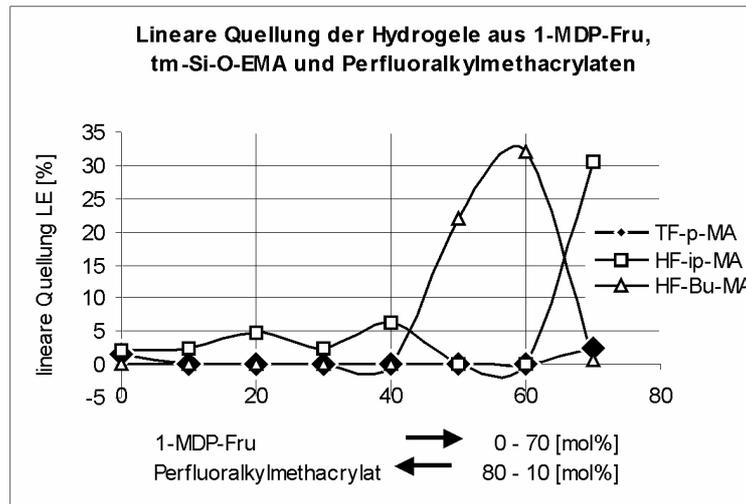


Diagramm 33

Die lineare Quellung der Polymere 183 - 190 / 191 – 198 / 199 – 206 steht in direktem Zusammenhang zu den 1-MDP-Fru-Anteilen und dem Wassergehalt (s. Tab. 20 - 21, Diagramm 31 und 34). Durch den starken Einfluss von TF-p-MA / HF-ip-MA / HF-Bu-MA und tm-Si-O-EMA und einer nicht vollständig abgelaufenen Hydrolyse ist keine gute lineare Quellung erreicht worden (s. Diagramm 33).

3.12.2.4.4 Wassergehalt der Hydrogele aus 1-MDP-Fru (45), TF-p-MA (54) / HF-ip-MA (53) / HF-Bu-MA (54) und tm-Si-O-EMA (51)

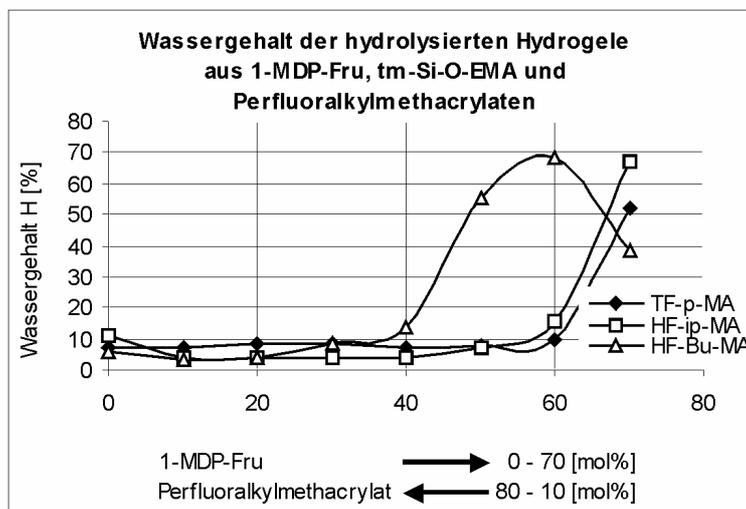


Diagramm 34

Im Diagramm 34 sind die Ergebnisse der hydrolysierten Polymere 183 - 190 / 191 – 198 / 199 – 206. einander gegenübergestellt. Obwohl die saure Hydrolyse in Ameisensäure auf Grund der schlechten Hydrolysierbarkeit dieser Polymere zusätzlich 30 min länger durchgeführt wird, können die Polymere 199 – 206 erst ab 50 mol % 1-MDP-Fru und die Polymere 183 - 190 / 191 – 198 erst ab 60 mol % 1-MDP-Fru hydrolysiert werden. Denn die Abspaltung der Schutzgruppen ist auch bei diesen Polymeren nicht vollständig abgelaufen

3.12.2.4.5 Sauerstoffpermeation der Hydrogele aus 1-MDP-Fru (45), TF-p-MA (52) / HF-ip-MA (53) / HF-Bu-MA (54) und tm-Si-O-EMA (51)

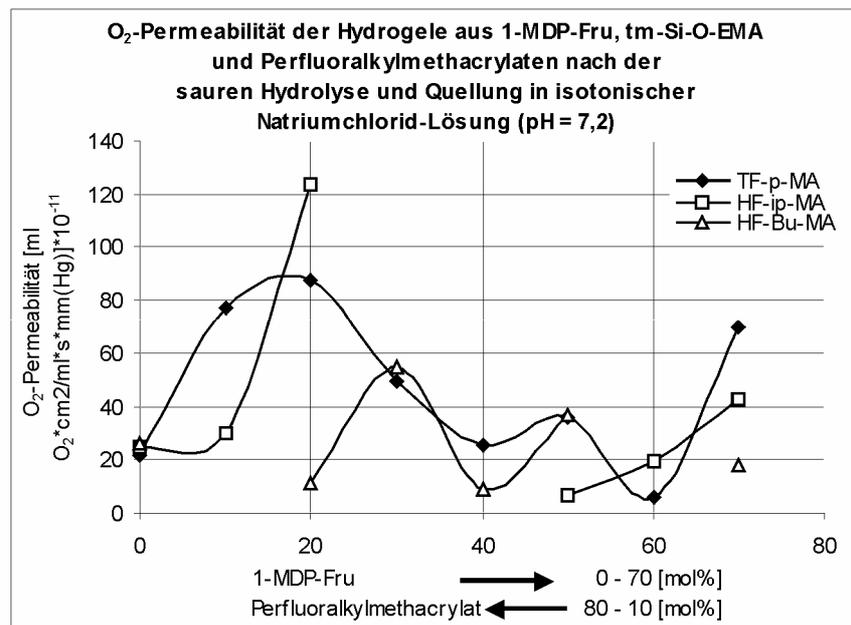


Diagramm 35

Aus dem Vergleich der Sauerstoffpermeabilitätswerte der hydrolysierten Polymere 183 - 190 / 191 – 198 / 199 – 206 kann der direkte Zusammenhang zwischen O₂-Permeabilität und Wassergehalt (Diagramm 34 und 35) nicht deutlich erkannt werden. Der Einfluss der Perfluoralkylmethacrylate TF-p-MA / HF-ip-MA / HF-Bu-MA und tm-Si-O-EMA auf die Steigerung der O₂-Permeabilität ist nicht erkennbar. Das Problem liegt einerseits darin begründet, dass diese Polymere nicht vollständig hydrolysiert worden sind, andererseits an der Unmöglichkeit einer korrekten Messung einiger wellenförmiger Proben, die keinen Kontakt mit der Elektrode erlauben.

3.12.2.5 Eigenschaften der Hydrogele aus 3-O-Methacryloyl- β -D-fructopyranose (3-MDP-Fru) (36) mit N-Vinylpyrrolin-2-on (NVP) (8) und Heptafluorbutylmethacrylat (HF-Bu-MA) (54)

Die in Tabelle 23 zusammengestellten Polymere 15 - 20 beinhalten 20 mol % NVP an Stelle des bisher benutzten HEMAs und in variabler Zusammensetzung 80 mol % 3-MDP-Fru und HF-Bu-MA. Die Werte für den Wassergehalt, die Abspaltung der Schutzgruppen der Polyalkohol-Anteile an 3-MDP-Fru und die lineare Quellung steigen mit sinkenden HF-Bu-MA und ansteigenden 3-MDP-Fru-Anteilen an. Die geringen extrahierbaren Anteile bezeichnen den guten Polymerisationsvorgang. Die Brechungsindices $n_D^{35^\circ}$ der Polymere 15 - 20 liegen zwischen den Indices des feuchten HEMAs (1,43) und des Tränenfilms (1,336). Die Kugeldruckhärte (vergl. Kap. 3.4.5) wird mit einem Auflagegewicht von 358 N, einem Kugeldurchmesser von $d = 5$ mm und einer Eindringtiefe zwischen $> 0,15$ mm und $< 0,35$ mm gemessen. Sie nimmt mit vermehrten Isopropyliden-Schutzgruppen zu. Die Sauerstoffpermeabilität nimmt mit steigendem Wassergehalt in Abhängigkeit von Polyalkohol-Anteilen (Fructose) entsprechend zu. Ab einem HF-Bu-MA-Anteil von 50 mol % steigt die O_2 -Permeabilität unter dem Einfluss von HF-Bu-MA wieder an. Weitere Interpretationen und die Zusammenhänge siehe die nachfolgenden Diagramme.

Tabelle 23 Polymere aus 3-MDP-Fru, HF-Bu-MA und 20 mol % NVP vernetzt mit 0,2 mol % EGDMA

Probe Nr.	3-MDP- Fru [mol%]	HF-Bu- MA [mol%]	NVP [mol%]	extrahier- bare Anteile R [%]	H [%] hydra- tisiert	Schutz- gruppen- Abspaltung Gew.- Verlust [%]	H [%] hydro- lysiert	LE [%] hydro- lysiert	$P \cdot 10^{-11}$ $\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydratisiert 35°C	$P \cdot 10^{-11}$ $\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydrolysiert 35°C	$n_D^{35^\circ}$ hydrolysiert	Kugel- druck- härte [N / mm ²]
15	60	20	20	1,35	2,39	42,00	67,46	21,43	*	26,09	1,399	159,5
16	50	30	20	0,40	1,50	33,00	52,48	12,20	6,12	21,32	1,382	153,1
17	40	40	20	0,58	1,42	23,30	30,88	4,20	8,17	11,11	1,403	147,2
18	30	50	20	0,63	1,40	7,00	9,96	1,26	12,31	12,57	1,423	127,6
19	20	60	20	1,04	1,20	3,00	5,06	0,84	18,51	18,05	1,413	112,6
20	10	70	20	0,91	1,58	1,30	6,18	0,85	24,67	27,53	1,404	100,7

*Probe nicht messbar, da zerbrochen (spröde)

3.12.2.5.1 Eigenschaften von Hydrogelen aus 3-O-Acryloyl- β -D-fructopyranose (3-ADP-Fru) (37) mit N-Vinylpyrrolin-2-on (NVP) (8) und Heptafluorbutylmethacrylat (HF-Bu-MA) (54)

Tabelle 24: Polymere aus 3-ADP-Fru; HF-Bu-MA und 20 mol % NVP vernetzt mit 0,2 mol % EGDMA(1)

Probe Nr.	3-ADP-Fru [mol%]	HF-Bu-MA [mol%]	NVP [mol%]	extrahierbare Anteile R [%]	H [%] hydra- tisiert	Gew. Verlust Schutz- gruppen Abspaltung [%]	H [%] hydro- lysiert	LE [%] hydro- lysiert	$P \cdot 10^{-11}$ $\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydratisiert 35°C	$P \cdot 10^{-11}$ $\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydrolysiert 35°C	$n_D^{35^\circ}$ hydrolysiert	Kugel- druck- härte [N / mm ²]
21	40	40	20	0,83	1,32	30,26	48,00	12,18	8,12	13,50	1,381	123,5
22	30	50	20	0,97	1,23	20,48	27,84	5,46	11,80	19,90	1,340	109,5
23	20	60	20	1,29	1,54	7,84	10,37	5,02	15,96	22,00	1,410	98,2

Durch Vergleich der Polymere aus 3-O-Acryloyl- β -D-fructopyranose 3-ADP-Fru mit denen aus 3-MDP-Fru (Tab. 23 und 24) soll untersucht werden, ob 3-ADP-Fru den Hydrogelen bessere Eigenschaften verleiht oder 3-MDP-Fru. Die zweite Frage ist, ob die Empfindlichkeit der Acrylate (Esterspaltung)⁶⁾ gegenüber Säuren und Basen durch den erhöhten Wassergehalt bestätigt werden kann. Die Polymere 21 - 23 beinhalten 20 mol % NVP und in variabler Zusammensetzung 80 mol % 3-ADP-Fru und HF-Bu-MA. Die Werte für den Wassergehalt, die Abspaltung der Schutzgruppen der Polyalkohol-Anteile 3-ADP-Fru und die lineare Quellung steigen mit absinkenden HF-BU-MA- und ansteigenden 3-ADP-Fru-Anteilen an. Aus dem Vergleich der Messergebnisse in den Tabellen 23 und 24 wird ersichtlich, dass die 3-ADP-Fru-Hydrogele einen höheren Wassergehalt besitzen als 3-MDP-Fru-Hydrogele (dieser deutet auf eine Esterspaltung bei den 3-ADP-Fru-Hydrogelen hin).

3.12.2.5.2 Abspaltung von Schutzgruppen der Hydrogele aus 3-MDP-Fru (36), HF-Bu-MA (54) und NVP (8)

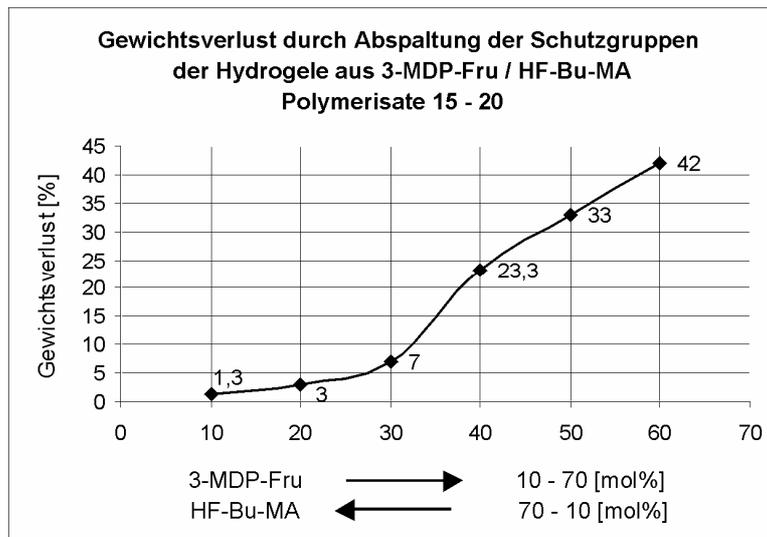


Diagramm 36

Der Gewichtsverlust nach der Hydrolyse der Isopropylidengruppen von 3-MDP-Fru der Polymere 15 - 20 nimmt mit steigendem Anteil der geschützten Fructose zu. Das Diagramm 36 zeigt den linearen Verlauf der hydrolysierten Polymerscheiben 15 - 20. Aus diesem Diagramm ist zu entnehmen, dass die Hydrolyse der Schutzgruppen proportional ihrer Konzentration im Polymer vollständig abgelaufen ist.

3.12.2.5.3 Extrahierbare Anteile der Hydrogele aus 3-MDP-Fru (36), HF-Bu-MA (54) und NVP (8)

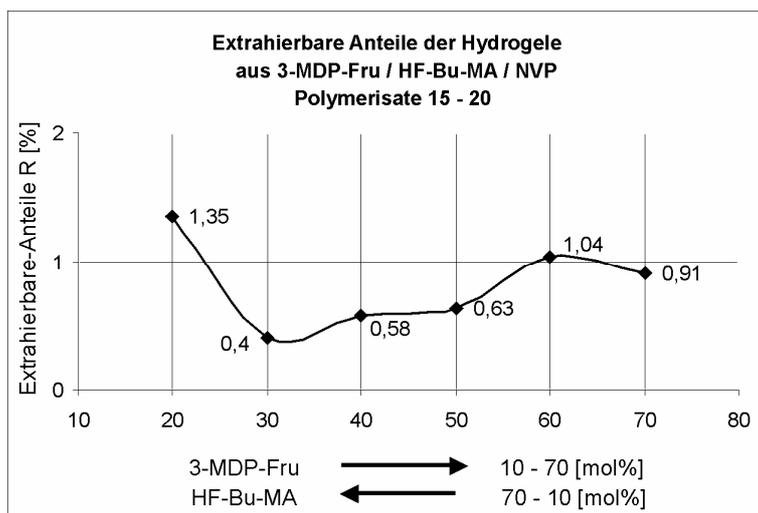


Diagramm 37

Die Menge der wasserlöslichen Anteile (extrahierbare Anteile) der Polymere 15 - 20 ist gering und zeigt das hohe Ausmaß der Polymerisation an. Sie bleibt trotz erhöhter Fructose-Anteile unterhalb von 2 %.

3.12.2.5.4 Lineare Quellung der Hydrogele aus 3-MDP-Fru (36), HF-Bu-MA (54) und NVP (8)

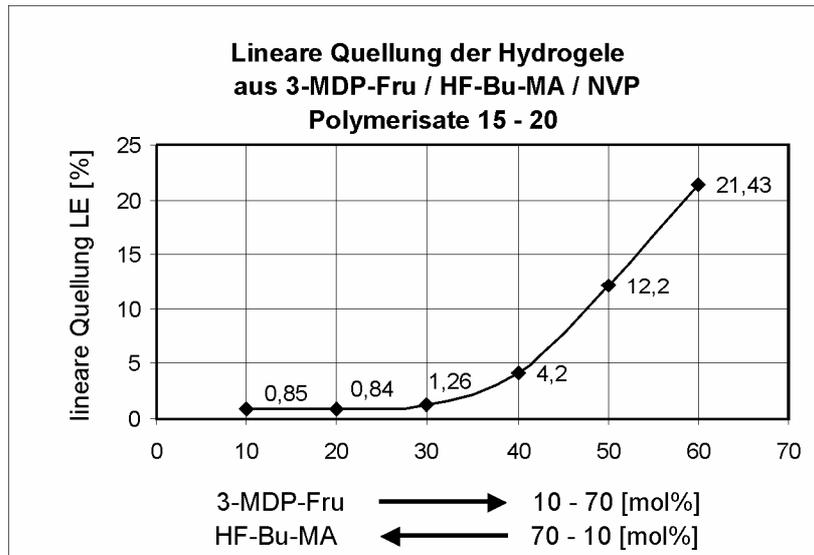


Diagramm 38

Die lineare Quellung der Polymere 15 - 20 steht in direktem Zusammenhang zu den 3-MDP-Fru-Anteilen und dem Wassergehalt (s. Tab. 24; Diagramm 39).

3.12.2.5.5 Wassergehalt der Hydrogele aus 3-MDP-Fru (36), HF-Bu-MA (54) und NVP (8)

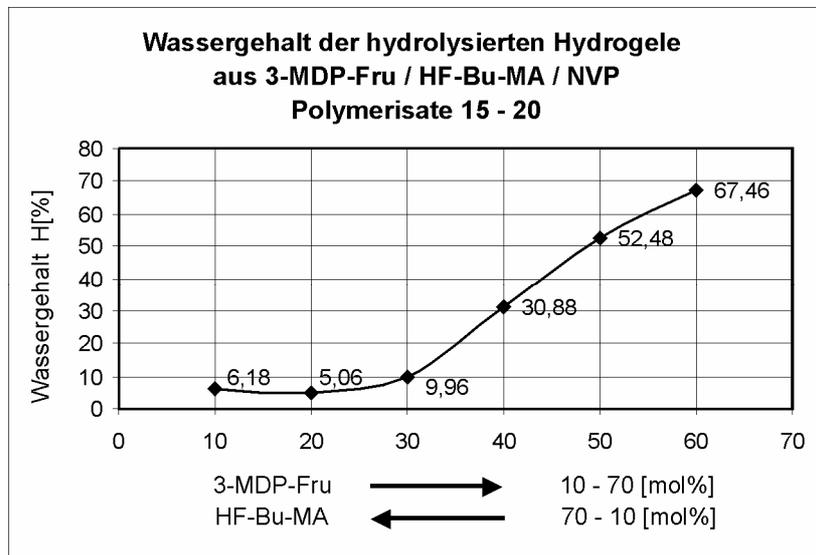


Diagramm 39

Der Wassergehalt der hydrolysierten Polymere 15 - 20 (s. Tabelle 24) steigt wie erwartet mit Zunahme der Zucker-Anteile an. Die Werte liegen im Vergleich zu denjenigen der Polymere mit HEMA etwas höher. Dieser Effekt zeigt den zusätzlichen Einfluß des stärker hydrophilen N-Vinylpyrrolidons.

3.12.2.5.6 Sauerstoffpermeabilität der Hydrogele aus 3-MDP-Fru (36), HF-Bu-MA (54) und NVP (8)

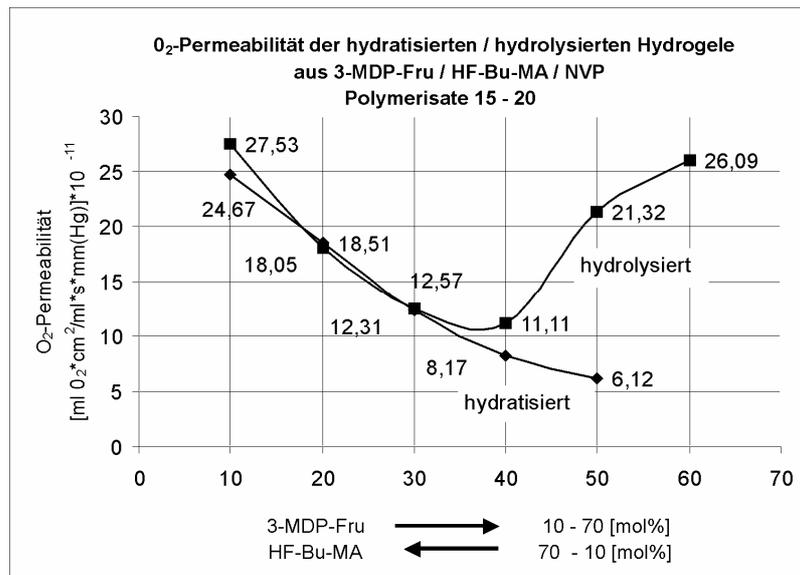


Diagramm 40

Der Vergleich der Sauerstoffpermeabilitätswerte der hydrolysierten und der hydratisierten Polymere 15 - 20 zeigt den direkten Zusammenhang zwischen der O₂-Permeabilität und dem Wassergehalt des Hydrogels. Je höher der Wassergehalt ist, desto höher wird die O₂-Permeabilität sein. Der Einfluss von Heptafluorbutylmethacrylat HF-Bu-MA auf die Steigerung der O₂-Permeabilität kommt ab 40 mol % bis 70 mol % gut zur Geltung (s. Diagramm 40). Die untere Kurve zeigt die Ergebnisse der hydratisierten Polymere. Auf Grund der noch vorhandenen Schutzgruppen von 3-MDP-Fru bleiben diese Polymere weiter hydrophob. Deswegen gibt es keine steigende Tendenz der O₂-Permeabilitätswerte.

3.12.2.6 Eigenschaften der Hydrogele aus 3-O-Methacryloyl- β -D-fructopyranose (3-MDP-Fru) (36) mit Tetrafluorpropylmethacrylat (TF-p-MA) (52) / Hexafluorisopropylmethacrylat (HF-ip-MA) (53) / Heptafluorbutylmethacrylat (HF-Bu-MA) (54) und 2-(Trimethylsilyloxy)ethylmethacrylat (tm-Si-O-EMA) (51)

Die in den folgenden Tabellen 25, 26 und 27 zusammengestellten Polymere 167 - 174 / 215 – 222 / 207 – 214 beinhalten 20 mol % tm-Si-O-EMA und 80 mol % 3-MDP-Fru sowie TF-p-MA / HF-ip-MA / HF-Bu-MA in variabler Zusammensetzung. Die Werte für den Wassergehalt, die Abspaltung der Schutzgruppen der Polyalkohol-Anteile 3-MDP-Fru und die lineare Quellung steigen für hydrolysierte Proben mit absinkenden TF-p-MA- / HF-ip-MA- / HF-Bu-MA- und ansteigenden 3-MDP-Fru-Anteilen an. Die geringen extrahierbaren Anteile bezeichnen den guten Polymerisationsvorgang. Die Brechungsindices $n_D^{35^\circ}$ einiger Polymere können auf Grund vermehrter Trübung nicht gemessen werden. Die Kugeldruckhärte (vergl. Kap. 3.4.5.) wird mit einem Auflagegewicht von 358 N, einem Kugeldurchmesser von $d = 5$ mm und einer Eindringtiefe zwischen $> 0,15$ mm und $< 0,35$ mm gemessen. Sie nimmt mit vermehrten Isopropyliden-Schutzgruppen zu. Die Sauerstoffpermeabilität nimmt mit steigendem Wassergehalt in Abhängigkeit von Polyalkohol-Anteilen (3-MDP-Fru) entsprechend zu. Der Einfluss von TF-p-MA / HF-ip-MA / HF-Bu-MA zur Steigerung der O_2 -Permeabilität ist bei den Polymeren mit 60 und 80 mol %igen Anteilen an diesen perfluorierten Methacrylaten sehr schlecht erkennbar. Weitere Interpretationen und die Zusammenhänge siehe die nachfolgenden Diagramme.

Tabelle 25: Polymere aus 3-MDP-Fru; TF-p-MA und 20 mol % tm-Si-0-EMA vernetzt mit 0,2 mol % EGDMA

Probe Nr.	3-MDP- Fru [mol %]	TF-p- MA [mol %]	tm-Si-0- EMA [mol %]	extrahier- bare Anteile R [%]	H [%] hydra- tisiert	Schutz- gruppen- Abspaltung Gew.- Verlust [%]	H [%] hydro- lysiert	LE [%] hydro- lysiert	$P \cdot 10^{-11}$	$P \cdot 10^{-11}$	$n_D^{35^\circ}$ hydrolysiert	Kugel- druck- härte [N / mm ²]
									$\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydratisiert 35°C	$\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydrolysiert 35°C		
167	70	10	20	0,52	1,49	63,37	97,25	156,31	5,92	58,31	1,336	314,8
168	60	20	20	0,28	1,36	50,14	94,88	132,28	6,37	66,10	1,338	160,9
169	50	30	20	0,45	1,45	43,33	88,15	85,04	7,45	74,79	1,344	161,9
170	40	40	20	0,27	1,38	33,88	73,57	31,5	7,89	58,31	1,353	166,5
171	30	50	20	0,74	1,33	11,25	10,67	0,00	6,80	58,75	T	203,9
172	20	60	20	0,36	1,25	5,67	9,99	0,00	7,20	8,02	T	133,5
173	10	70	20	0,64	1,29	4,77	2,75	0,00	6,95	179,50	T	109,6
174	0	80	20	0,78	1,24	7,63	7,09	0,0	5,00	21,80	T	125,5

Die saure Hydrolyse mit Ameisensäure wurde auf 1h verlängert; T = trüb

Tabelle 26: Polymere aus 3-MDP-Fru, HF-ip-MA und 20 mol % tm-Si-0-EMA vernetzt mit 0,2 mol % EGDMA

Probe Nr.	3-MDP- Fru [mol%]	HF-ip- MA [mol%]	tm-Si-0- EMA [mol%]	extrahier- bare Anteile R [%]	H [%] hydra- tisiert	Schutz- gruppen- Abspaltung Gew.- Verlust [%]	H [%] hydro- lysiert	LE [%] hydro- lysiert	$P \cdot 10^{-11}$	$P \cdot 10^{-11}$	$n_D^{35^\circ}$ hydrolysiert	Kugel- druck- härte [N / mm ²]
									$\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydratisiert 35°C	$\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydrolysiert 35°C		
215	70	10	20	1,20	1,51	62,04	94,30	122,97	14,77	66,81	1,339	169,3
216	60	20	20	1,22	0,48	49,18	66,98	31,15	11,93	48,69	1,360	161,6
217	50	30	20	1,36	1,03	57,27	89,31	57,27	8,49	65,80	1,345	171,8
218	40	40	20	1,15	0,84	50,00	85,90	51,24	35,64	59,74	1,355	166,5
219	30	50	20	0,53	0,70	45,56	63,65	15,75	16,02	31,48	1,378	149,0
220	20	60	20	0,61	0,59	7,51	5,59	0,78	27,24	27,98	*	131,2
221	10	70	20	0,31	0,53	1,57	6,03	2,70	41,81	31,17	*	122,1
222	0	80	20	1,80	0,77	2,45	11,31	2,0	29,90	25,08	*	136,8

*Probe nicht messbar, da trüb

Tabelle 27: Polymere aus 3-MDP-Fru, HF-Bu-MA und 20 mol % tm-Si-0-EMA vernetzt mit 0,2 mol % EGDMA

Probe Nr.	3-MDP- Fru [mol %]	HF-Bu- MA [mol%]	tm-Si-0- EMA [mol%]	extrahier- bare Anteile R [%]	H [%] hydra- tisiert	Schutz- gruppen- Abspaltung Gew.- Verlust [%]	H [%] hydro- lysiert	LE [%] hydro- lysiert	$P \cdot 10^{-11}$	$P \cdot 10^{-11}$	$n_D^{35^\circ}$ hydrolysiert	Kugel- druckhärte [N / mm ²]
									$\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydratisiert 35°C	$\left[\frac{\text{ml}(\text{O}_2) \cdot \text{cm}^2}{\text{ml} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}(\text{Hg})} \right]$ hydrolysiert 35°C		
207	70	10	20	0,73	1,69	58,31	94,30	156,30	14,38	82,95	1,338	216,3
208	60	20	20	0,48	1,40	51,72	87,79	72,13	7,07	52,28	1,349	216,1
209	50	30	20	0,09	1,23	44,64	74,33	32,28	6,31	55,38	1,361	216,3
210	40	40	20	1,98	1,08	37,20	60,18	21,25	10,65	35,59	1,376	194,9
211	30	50	20	0,51	1,02	29,07	36,19	5,50	40,32	16,08	1,397	164,2
212	20	60	20	0,83	0,97	10,63	8,24	1,57	41,17	10,02	1,420	83,97
213	10	70	20	0,32	0,60	7,69	6,73	6,29	11,06	12,62	T	56,61
214	0	80	20	2,36	1,15	2,07	5,88	0,0	28,84	25,84	T	20,30

T = trüb

3.12.2.7 Abspaltung von Schutzgruppen der Hydrogele aus 3-MDP-Fru (36) mit TF-p-MA (52) / HF-ip-MA (53) / HF-Bu-MA (54) und tm-Si-O-EMA (51)

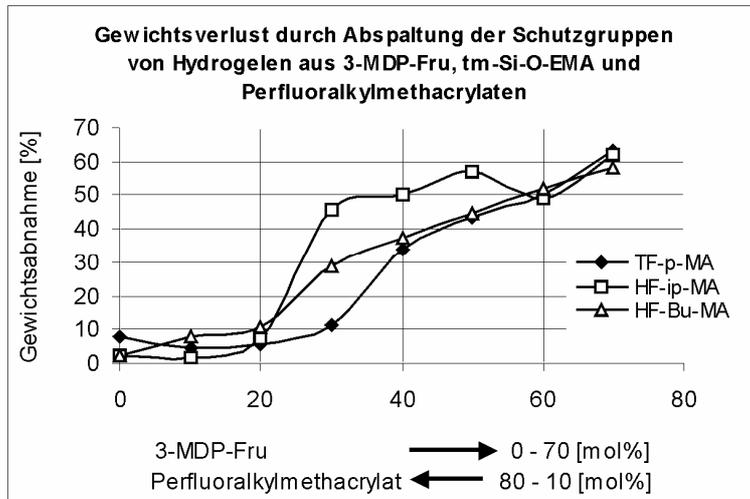


Diagramm 41

Der Gewichtsverlust nach der Hydrolyse der Isopropylidengruppen von 3-MDP-Fru der Polymere 167 - 174 / 215 – 222 / 207 – 214 nimmt mit steigendem Anteil des geschützten 3-MDP-Fru zu. Die Messwerte zeigen im Vergleich zu den Hydrogelen aus 1-MDP-Fru (s. Diagramm 32) eine bessere Hydrolysierbarkeit der Polymere aus 3-MDP-Fru und TF-p-MA / HF-ip-MA / HF-Bu-MA an. Dabei wird nicht ausgeschlossen, dass Trimethylsilyl-Schutzgruppen des tm-Si-O-EMA mit abgespalten worden sind.

3.12.2.7.1 Extrahierbare Anteile der Hydrogele aus 3-MDP-Fru (36) mit TF-p-MA (52) / HF-ip-MA (53) / HF-Bu-MA (54) und tm-Si-O-EMA (51)

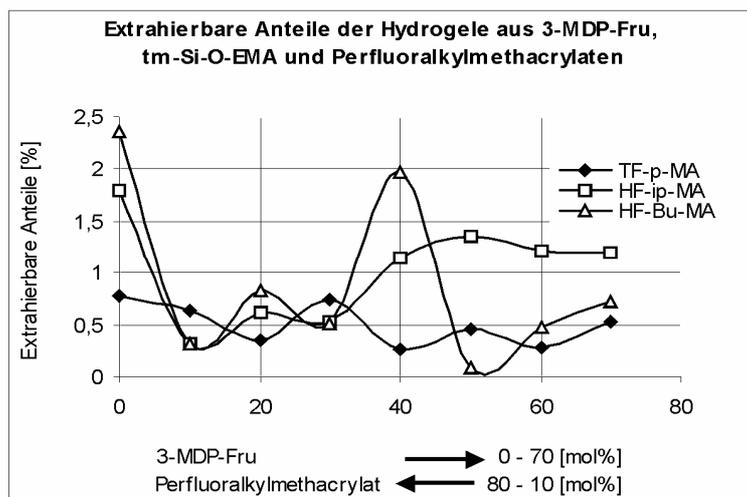


Diagramm 42

Die Menge der wasserlöslichen Anteile (extrahierbare Anteile) der Polymere 167 - 174 / 215 – 222 / 207 – 214 ist gering und zeigt das Ausmaß der Polymerisation an. Sie bleibt trotz erhöhter Fructose- und Perfluoralkylmethacrylat-Anteile unterhalb von 2,5 %.

3.12.2.7.2 Lineare Quellung der Hydrogele aus 3-MDP-Fru (36) mit TF-p-MA (52) / HF-ip-MA (53) / HF-Bu-MA (54) und tm-Si-O-EMA (51)

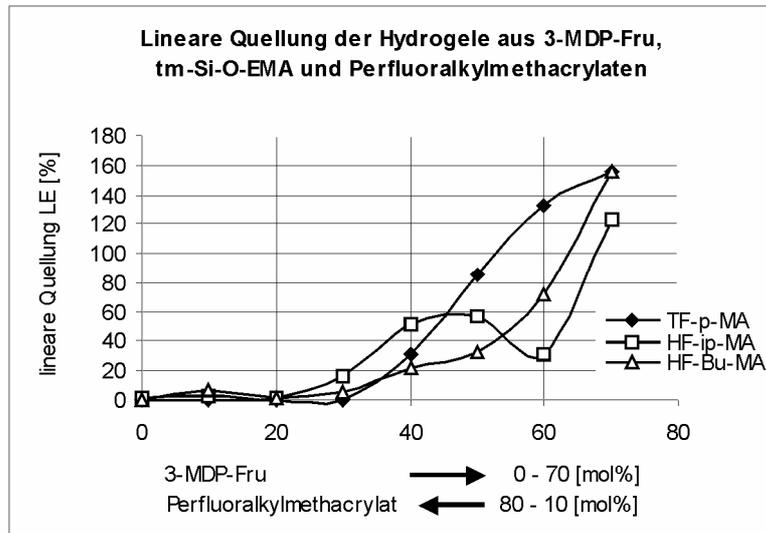


Diagramm 43

Die lineare Quellung der Polymere 167 - 174 / 215 - 222 / 207 - 214 steht in direktem Zusammenhang zu den 3-MDP-Fru-Anteilen und dem Wassergehalt (s. Tab. 25 - 26, Diagramm 44). Die lineare Quellung beginnt erst ab 30 mol % 3-MDP-Fru.

3.12.2.7.3 Wassergehalt der Hydrogele aus 3-MDP-Fru (36) mit TF-p-MA (52) / HF-ip-MA (53) / HF-Bu-MA (54) und tm-Si-O-EMA (51)

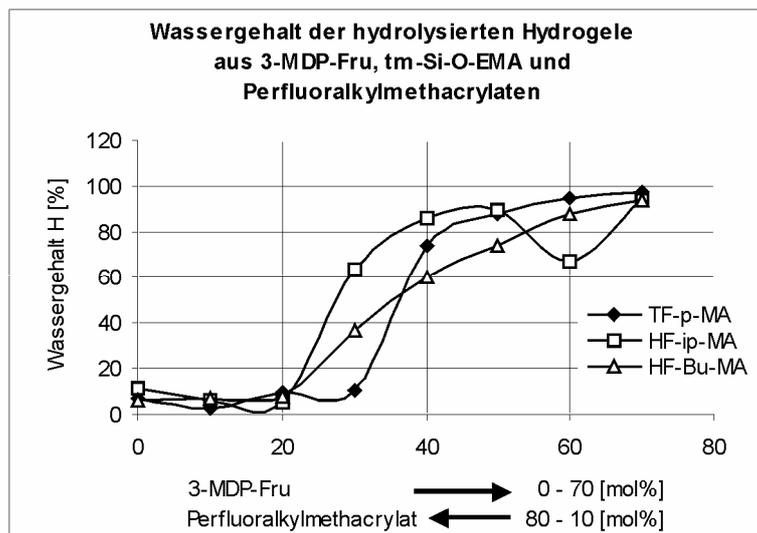


Diagramm 44

Im Diagramm 44 sind die Messergebnisse bezüglich des Wassergehalts der hydrolysierten Polymere 167 - 174 / 215 - 222 / 207 - 214 einander gegenübergestellt. Diese Polymere sind nach saurer Hydrolyse hydrophiler und können im Gegensatz zu den gleichartigen nicht hydrolysierten Polymeren (s. Tab. 25 - 27) viel mehr Wasser aufnehmen. Je höher ihre hydrophilen Anteile (3-MDP-Fru) sind, umso höher wird der Wassergehalt sein.

3.12.2.7.4 Sauerstoffpermeabilität der Hydrogele aus 3-MDP-Fru (36) mit TF-p-MA (52) / HF-ip-MA (53) / HF-Bu-MA (54) und tm-Si-0-EMA (51)

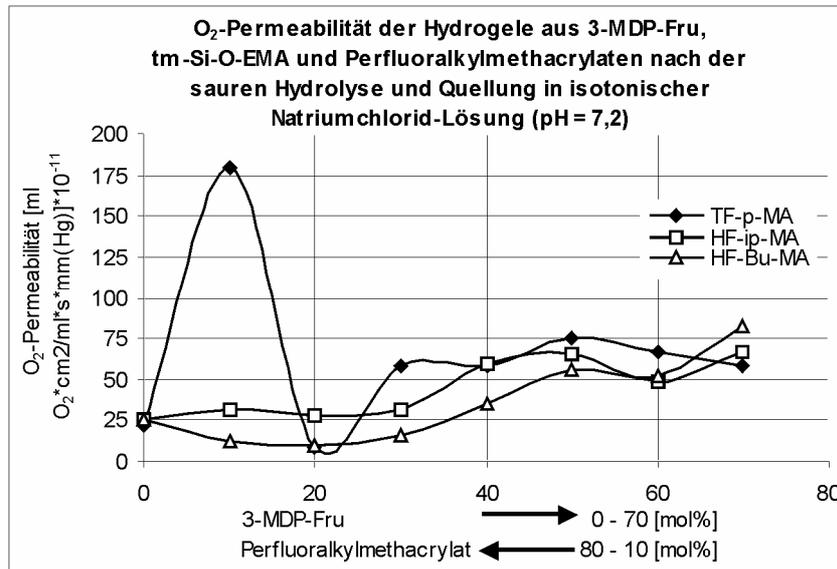


Diagramm 45

Der Vergleich der O₂-Permeabilitätswerte der hydrolysierten Polymere 167 - 174 / 215 – 222 / 207 – 214 zeigt, dass die hydrolysierten Polymere sehr viel höhere O₂-Permeabilitätswerte besitzen als hydratisierte gleichartige Polymere (s. Tab. 25 – 26). Die Ursache liegt im direkten Zusammenhang zwischen der O₂-Permeabilität und dem Wassergehalt der Hydrogele. Je höher der Wassergehalt (s. Diagramm 44) ist, desto höher wird die O₂-Permeabilität sein. Der Einfluss des Perfluoralkylmethacrylats (TF-p-MA / HF-ip-MA / HF-Bu-MA) auf die Steigerung der O₂-Permeabilität kommt bei diesen Polymeren auf Grund der geringen Hydrolyse dieser Hydrogele (mit 80, 70 und 60 mol % der Perfluoralkylmethacrylate) nicht gut zur Erscheinung. Der sprunghafte Anstieg des O₂-Permeabilitätswerts des Polymers 173 ist mit großer Sicherheit auf einen Messfehler zurückzuführen. Im Durchschnitt besitzen Hydrogele dieser Reihe eine sehr gute O₂-Permeabilität.

3.13 Untersuchungen der Hydrogele aus 6-MDP-Gal (48) mit HEMA (5), tm-Si-0-EMA (51), TF-p-MA (52), HF-ip-MA (53) und HF-Bu-MA (54)

Die Hydrolyse von Hydrogelen aus Galactose mit einigen o. g. Comonomeren ist unter normalen Bedingungen (15 min in 50 %iger Ameisensäure und 30 min in 20 %iger Salzsäure) nicht möglich gewesen. Auf Grund des zu niedrigen Wassergehalts und der linearen Quellung der Polymere aus HEMA, 6-MDP-Gal und EGDMA, (TF-p-MA s. Tab. 29, HF-ip-MA s. Tab. 30 und HF-Bu-MA s. Tab. 31) wurde die saure Hydrolyse abweichend von den üblichen Bedingungen durchgeführt: 30 min in 50 %iger Ameisensäure und 60 min in