

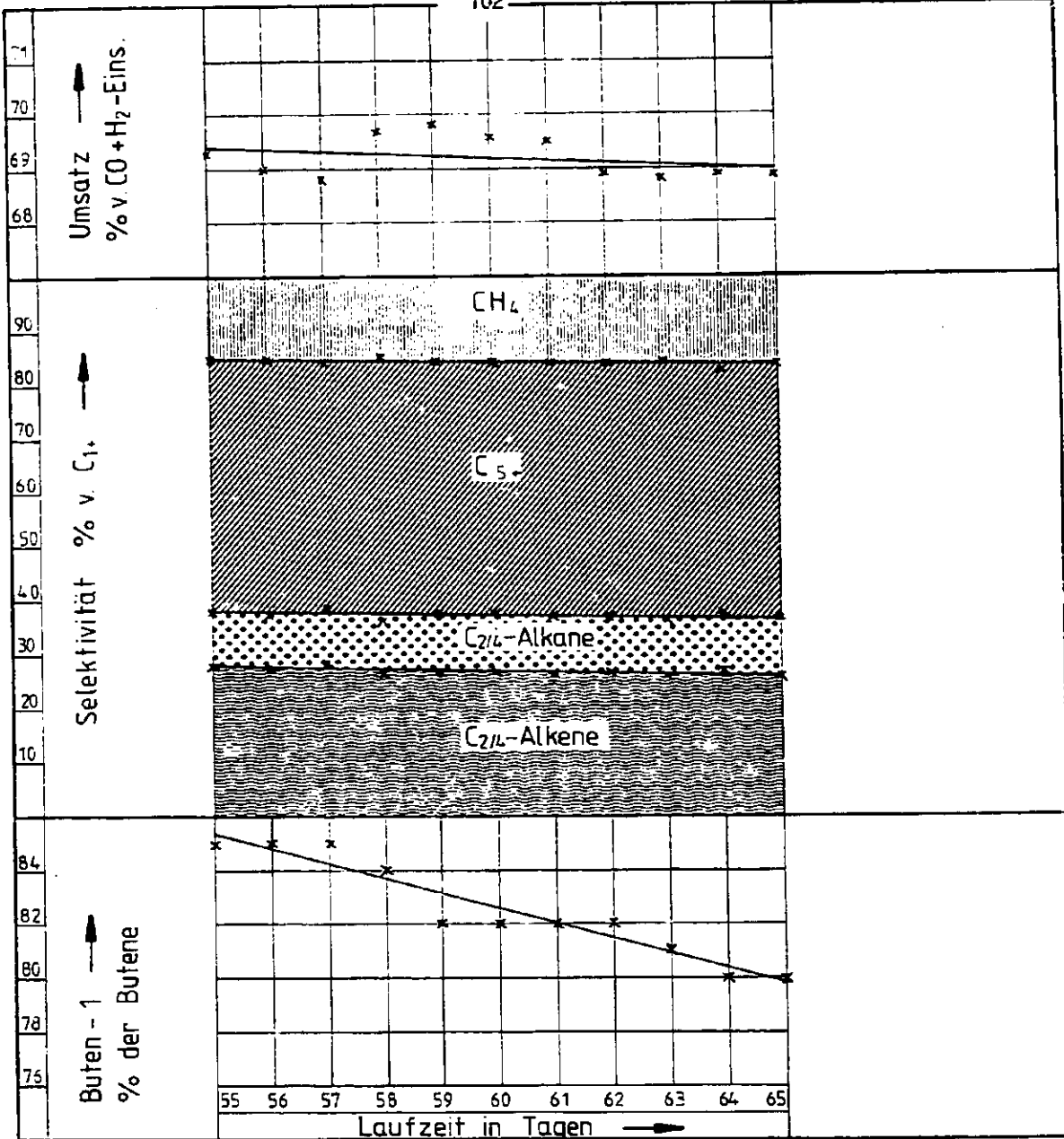
Kat. Nr. 157 Mn/Fe = 89/11; 2,2 % K₂O
 Vers.Nr. 123
 11 bar 340 °C
 CO/H₂ = 0,6
 Raumgeschwindigkeit 170 h⁻¹

Abb. 5.27: Mn-Fe-Katalysatoren Standfestigkeit

Tab. 5.20: Mn/Fe-Katalysatoren, Standfestigkeit
 Kat. Nr. 190, Mn/Fe = 89/11, 1,6 % K₂O

KAT. NR.	REAKTIONSDRUCK TEMP. °C	REAKTIONSDRUCK BAR	FE-GAS	CO/H ₂	CO/H ₂ R-GAS	UMS.	CD	H ₂ CO*H ₂	GASUMSATZ % VOM EINSATZ	OLEFIN - GEHALTE	DER FRAKTIONEN	ALPHA- ANTEIL	ISD- ANTEIL	FRAKTION C ₂ /4	OLEFINE GEHALT AN C ₂ /4				
190	122,55	11	350	41	0,61	0,09	1,02	93,4	54,9	69,3	69,2	76,4	76,1	73,9	85,3	2,9	30,8	39,7	39,5
190	122,56	11	350	42	0,61	0,09	1,03	93,1	54,5	69,0	69,3	76,3	75,9	73,9	84,9	2,9	30,9	39,6	39,5
190	122,57	11	350	41	0,61	0,09	1,03	93,0	54,3	60,8	69,3	76,2	75,8	73,8	84,7	2,9	30,9	39,6	39,5
190	122,59	11	350	44	0,61	0,09	0,98	93,3	55,9	69,7	68,7	75,8	75,3	73,3	84,3	2,9	30,9	39,6	39,5
190	122,59	11	350	44	0,60	0,09	0,96	93,1	56,2	69,6	67,0	74,8	74,0	72,0	81,9	3,0	30,6	39,8	39,6
190	122,61	11	350	44	0,60	0,09	0,96	93,1	56,0	69,5	67,0	74,5	73,9	71,9	81,9	3,0	30,6	39,8	39,6
190	122,61	11	350	44	0,60	0,09	0,97	93,0	55,8	69,5	66,6	74,2	73,5	71,5	81,9	3,0	30,6	40,0	39,5
190	122,62	11	350	45	0,60	0,09	0,99	92,7	55,0	68,9	66,6	74,3	73,6	71,6	81,8	3,0	30,3	40,0	39,8
190	122,63	12	350	44	0,60	0,09	1,00	92,9	54,6	68,8	66,0	74,1	73,4	71,3	81,2	3,0	30,1	40,0	39,4
190	122,63	11	350	44	0,59	0,09	0,97	92,9	54,9	68,9	67,7	73,4	72,7	70,4	80,0	3,0	29,6	40,3	39,2
190	122,65	11	350	44	0,59	0,09	0,97	92,9	55,1	68,9	65,0	74,3	73,7	71,2	80,2	2,8	29,0	40,4	39,6

KAT. NR.	REAKTIONSDRUCK TEMP. °C	REAKTIONSDRUCK BAR	FE-GAS	CO/H ₂	CO/H ₂ R-GAS	UMS.	CD	H ₂ CO*H ₂	GASUMSATZ % VOM EINSATZ	OLEFIN - GEHALTE	DER FRAKTIONEN	ALPHA- ANTEIL	ISD- ANTEIL	FRAKTION C ₂ /4	OLEFINE GEHALT AN C ₂ /4				
190	122,55	11	350	41	0,61	0,09	1,02	93,4	54,9	69,3	69,2	76,4	76,1	73,9	85,3	2,9	30,8	39,7	39,5
190	122,56	11	350	42	0,61	0,09	1,03	93,1	54,5	69,0	69,3	76,3	75,9	73,9	84,9	2,9	30,9	39,6	39,5
190	122,57	11	350	41	0,61	0,09	1,03	93,0	54,3	60,8	69,3	76,2	75,8	73,8	84,7	2,9	30,9	39,6	39,5
190	122,59	11	350	44	0,61	0,09	0,98	93,3	55,9	69,7	68,7	75,8	75,3	73,3	84,3	2,9	30,9	39,6	39,5
190	122,59	11	350	44	0,60	0,09	0,96	93,1	56,2	69,6	67,0	74,8	74,0	72,0	81,9	3,0	30,6	39,8	39,6
190	122,61	11	350	44	0,60	0,09	0,96	93,1	56,0	69,5	67,0	74,5	73,9	71,9	81,9	3,0	30,6	39,8	39,6
190	122,61	11	350	44	0,60	0,09	0,97	93,0	55,8	69,5	66,6	74,2	73,5	71,5	81,9	3,0	30,6	40,0	39,5
190	122,62	11	350	45	0,60	0,09	0,99	92,7	55,0	68,9	66,6	74,3	73,6	71,6	81,8	3,0	30,3	40,0	39,8
190	122,63	12	350	44	0,60	0,09	1,00	92,9	54,6	68,8	66,0	74,1	73,4	71,3	81,2	3,0	30,1	40,0	39,4
190	122,63	11	350	44	0,59	0,09	0,97	92,9	54,9	68,9	67,7	73,4	72,7	70,4	80,0	3,0	29,6	40,3	39,2
190	122,65	11	350	44	0,59	0,09	0,97	92,9	55,1	68,9	65,0	74,3	73,7	71,2	80,2	2,8	29,0	40,4	39,6



Kat. Nr. 190 Mn/Fe = 89/11; 1,6 % K₂O
 Vers.Nr. 122
 11 bar 350 °C
 CO/H₂ = 0,60
 Raumgeschwindigkeit 44 h⁻¹

Abb. 5.28: Mn/Fe-Katalysatoren Standfestigkeit

5.2.12.2 Standfestigkeit bei kohlenoxidreichen Gasen

Beim Versuch Nr. 121 wurde der Katalysator Nr. 158 eingesetzt. Er enthielt Mn und Fe im Verhältnis 89/11, 2 % K_2O und 2 % Silber. Hierbei wurden die Bedingungen vom 17. bis zum 27. Fahrtag nicht geändert. Bei einem Druck von 11 bar, einer Temperatur von 340 °C und einer Raumgeschwindigkeit von 90 h^{-1} wies das Frischgas ein CO/H_2 -Verhältnis von 1,0 auf. Die erzielten Umsätze und Paletten können der Tab. 5.21 und der Abb. 5.29 entnommen werden. Der Umsatz stieg anfangs von 72 auf 78 % und fiel dann langsam auf 76 % ab.

In der Produktpalette war während der Fahrperiode eine geringfügige Verkürzung der Kettenlänge zu beobachten. Der C_{5+} -Anteil ging von 50 auf 55 % zurück. Die $C_{2/4}$ -Olefinselektivität stieg als Folge dieser Verkürzung um etwa 1 % an, obwohl die Olefingehalte dieser Fraktionen sich verminderten. Der Buten-1-Gehalt sank von 91 auf 88 %.

Beim Versuch Nr. 120 wurde der Katalysator Nr. 193 erprobt, der ein Mn/Fe-Verhältnis von 90/10 und einen Kaliumgehalt von 2 % aufwies. Konstante Bedingungen herrschten vom 26. bis zum 34. Fahrtag. Der Druck betrug 11 bar, die Temperatur 290 °C, die Raumgeschwindigkeit ca. 140 h^{-1} und das CO/H_2 -Verhältnis 1,26. Das Synthesegas war sehr kohlenoxidreich.

Die Ergebnisse zeigen die Tab. 5.22 und die Abb. 5.30. Während des Untersuchungszeitraumes steigt der Umsatz zunächst um 10 % an, um danach etwa 5 % abzufallen. Die Produktpalette wird wiederum etwas kurzkettiger. Auch die $C_{2/4}$ -Olefinselektivität steigt an. Der Olefingehalt der Fraktion ist unverändert. Auch die Endständigkeit der Doppelbindungen in den Butenen nimmt um einige Prozent zu.

Die Versuche zeigen, daß trotz extremer Bedingungen die Standfestigkeit der Katalysatoren im Untersuchungszeitraum gut war.

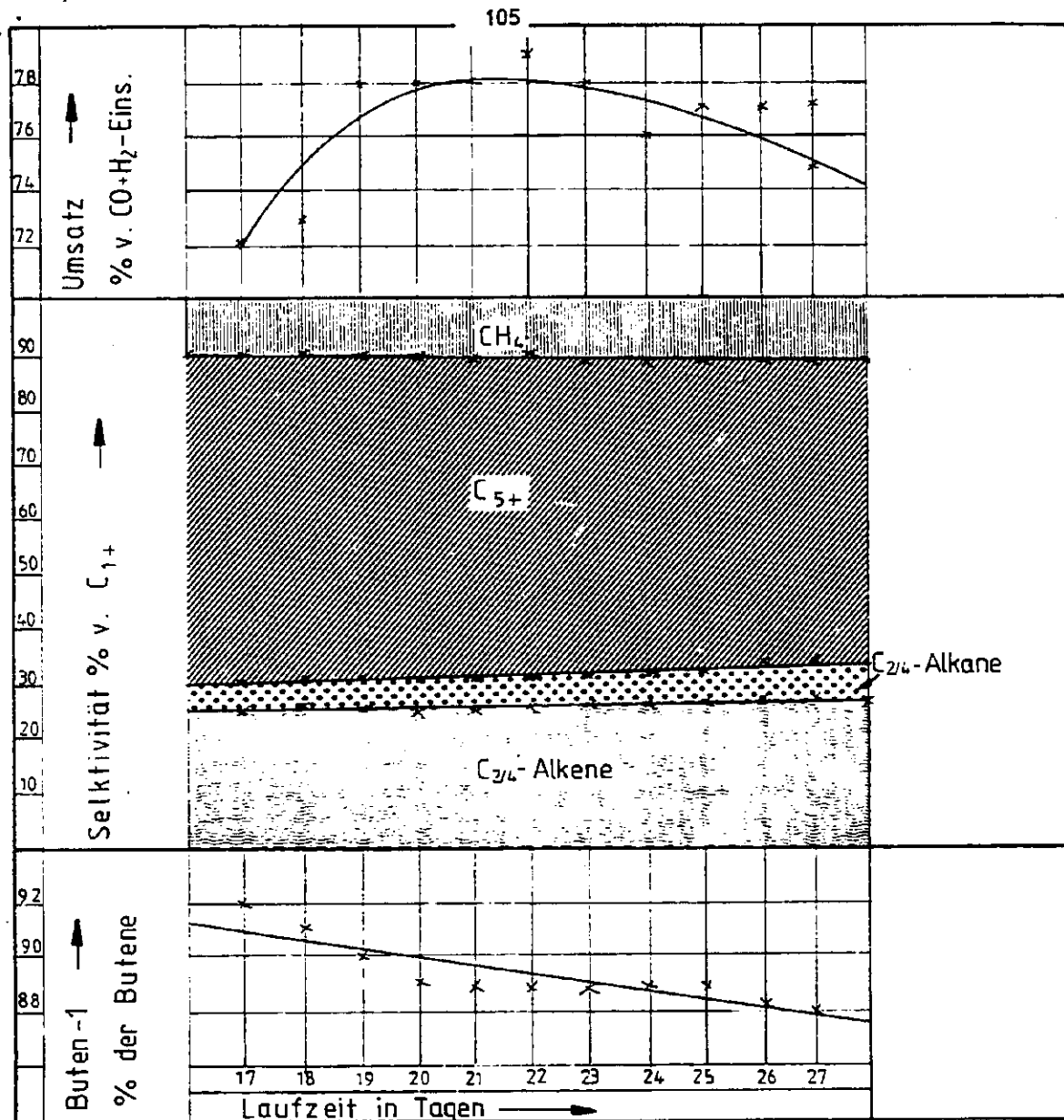
Tab. 5.21: Mn/Fe-Katalysatoren, Standfestigkeit

Kat. Nr. 158, Mn/Fe = 89/11, 2 % Ag, 2 % K₂O

REAKTIONSBEDINGUNGEN									
KAT. NR.	VERS. NR.	DRUCK BAR	TEMP. GRD.C	TEMP. F	CG	CO/H ₂ F-GAS	CO/H ₂ R-GAS	CO/H ₂ UMS.	% VOM EINSATZ
158	121.17	11	340		93	1.01	0.35	1.42	85.3
158	121.18	11	340		90	1.01	0.31	1.43	86.8
158	121.19	11	340		91	1.01	0.24	1.38	91.3
158	121.20	11	340		94	1.01	0.23	1.38	91.6
158	121.21	11	340		94	1.01	0.23	1.36	91.8
158	121.22	11	340		95	1.01	0.22	1.38	92.1
158	121.23	11	340		89	1.02	0.25	1.39	90.8
158	121.24	11	340		89	1.02	0.26	1.42	89.7
158	121.25	11	340		90	1.02	0.27	1.40	90.0
158	121.26	11	340		89	1.02	0.26	1.42	90.2
158	121.27	11	340		89	1.02	0.28	1.46	89.2

SELEKTIVITÄT									
KAT. NR.	VERS. NR.	DRUCK BAR	TEMP. GRD.C	TEMP. F	CG	CO/H ₂ F-GAS	CO/H ₂ R-GAS	CO/H ₂ UMS.	% VON C ₁ + C ₂ + C ₃ + C ₄ + C ₅
158	121.17	11	340		93	1.01	0.35	1.42	85.3
158	121.18	11	340		90	1.01	0.31	1.43	86.8
158	121.19	11	340		91	1.01	0.24	1.38	91.3
158	121.20	11	340		94	1.01	0.23	1.38	91.6
158	121.21	11	340		94	1.01	0.23	1.36	91.8
158	121.22	11	340		95	1.01	0.22	1.38	92.1
158	121.23	11	340		89	1.02	0.25	1.39	90.8
158	121.24	11	340		89	1.02	0.26	1.42	89.7
158	121.25	11	340		90	1.02	0.27	1.40	90.0
158	121.26	11	340		89	1.02	0.26	1.42	90.2
158	121.27	11	340		89	1.02	0.28	1.46	89.2

ZUSAMMENSETZUNG DES FT-PRODUKTES									
KAT. NR.	VERS. NR.	DRUCK BAR	TEMP. GRD.C	TEMP. F	CG	CO/H ₂ F-GAS	CO/H ₂ R-GAS	CO/H ₂ UMS.	% VON C ₁ + C ₂ + C ₃ + C ₄ + C ₅
158	121.17	11	340		93	1.01	0.35	1.42	85.3
158	121.18	11	340		90	1.01	0.31	1.43	86.8
158	121.19	11	340		91	1.01	0.24	1.38	91.3
158	121.20	11	340		94	1.01	0.23	1.38	91.6
158	121.21	11	340		94	1.01	0.23	1.36	91.8
158	121.22	11	340		95	1.01	0.22	1.38	92.1
158	121.23	11	340		89	1.02	0.25	1.39	90.8
158	121.24	11	340		89	1.02	0.26	1.42	89.7
158	121.25	11	340		90	1.02	0.27	1.40	90.0
158	121.26	11	340		89	1.02	0.26	1.42	90.2
158	121.27	11	340		89	1.02	0.28	1.46	89.2



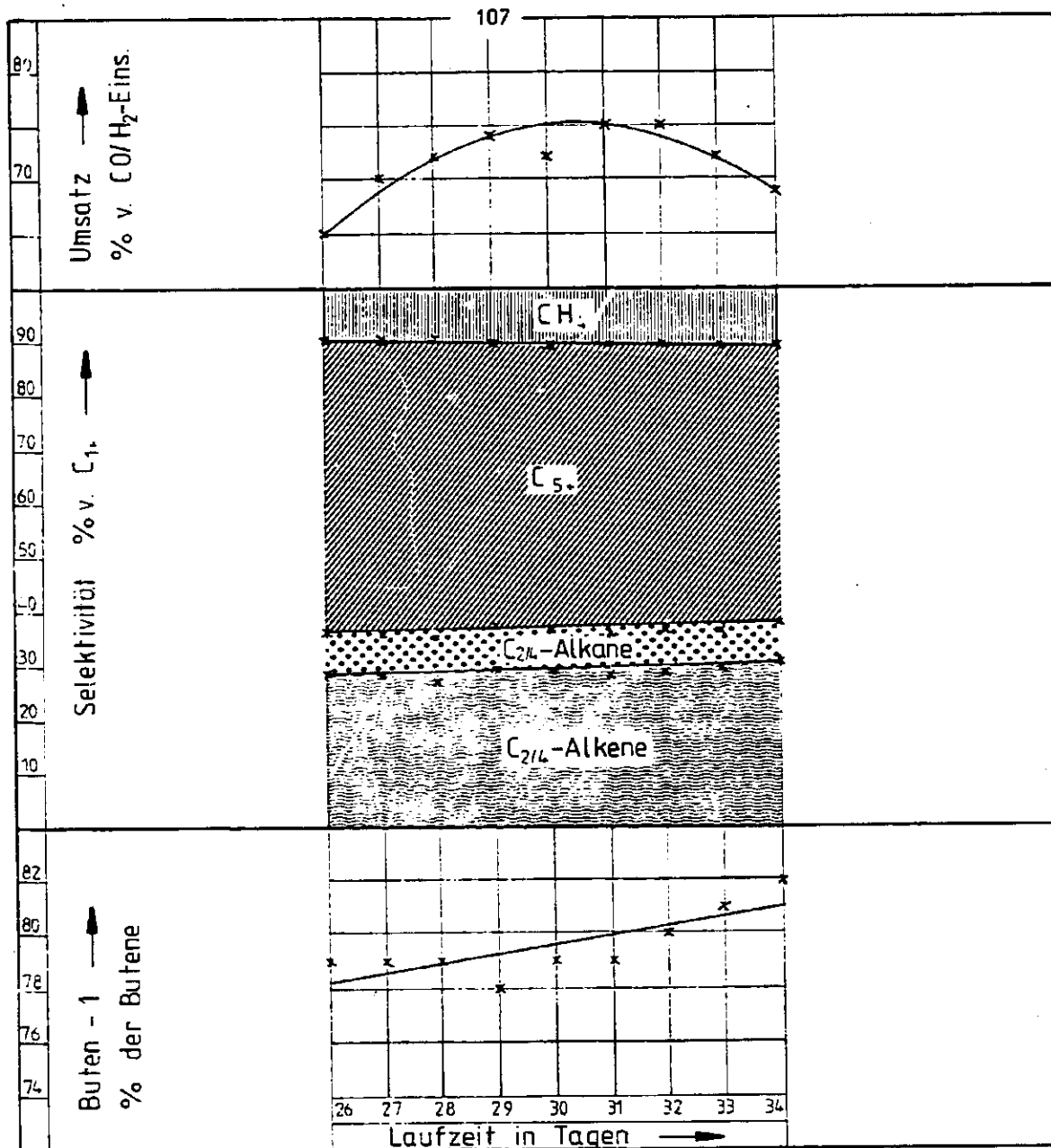
Kat. Nr. 158 Mn/Fe = 89/11; 2 % Ag; 2 % K₂O
 Vers.Nr. 121
 11 bar 340 °C
 CO/H₂ = 1,01
 Raumgeschwindigkeit 90 h⁻¹

Abb. 5.29: Mn/Fe-Katalysatoren Standfestigkeit

Tab. 5.22: Mn/Fe-Katalysatoren, Standfestigkeit
 Kat. Nr. 193, Mn/Fe = 90/10, 2 % K₂O

REAKTIONSBEDINGUNGEN		GASUMSATZ		DLEFIN - GEHALTE		C4 - FRAKTION		C2/4 - GLEFINE											
KAT. NR.	VERS. DRUCK TEMP. BAR	CO/H2	H-GAS	CO/H2	H-GAS	DER FRAKTIONEN	ALPHA-ISC-	GEHALT AN	GEHALT AN										
NR.	GRD.C	1/H	F-GAS	CO	H2	C2	C3	C4	C2/4										
			UMS.	UMS.	UMS.	ANTEIL ANTEIL	ANTEIL ANTEIL	C2H4	C3H6										
								C4H8	C6H6										
193	120.26	11	290	123	1.26	0.78	1.57	71.9	55.9	64.7	56.5	87.0	89.9	79.3	79.2	1.1	19.9	45.7	34.6
193	120.27	11	290	155	1.26	0.67	1.59	78.3	60.1	70.1	56.9	87.1	90.0	79.4	79.2	1.1	20.4	45.7	33.5
193	120.28	11	290	150	1.26	0.63	1.61	80.1	61.2	71.6	56.1	87.0	89.9	79.1	78.9	1.1	20.2	46.1	33.7
193	120.29	11	290	154	1.26	0.58	1.59	82.9	63.9	74.3	56.9	88.8	89.9	78.7	78.4	1.2	19.6	46.5	33.5
193	120.30	11	290	152	1.26	0.62	1.61	80.8	61.6	72.1	56.4	87.1	90.1	79.3	78.5	1.1	20.2	46.0	33.0
193	120.31	11	290	128	1.26	0.56	1.57	83.3	64.1	74.6	55.3	87.2	90.0	79.0	78.8	1.1	19.7	46.4	33.5
193	120.32	11	290	145	1.26	0.57	1.58	83.1	64.0	74.5	56.3	87.2	89.9	78.2	78.7	1.1	20.1	46.2	33.7
193	120.33	11	290	132	1.26	0.62	1.59	80.3	61.4	71.8	59.4	87.8	90.4	80.5	80.9	1.1	21.1	45.4	33.5
193	120.34	11	290	134	1.26	0.65	1.62	77.9	58.7	69.2	61.3	88.3	90.6	81.2	81.6	1.1	21.7	44.9	33.4

REAKTIONSBEDINGUNGEN		SELEKTIVITÄT		ZUSAMMENSETZUNG DES FI-PRODUKTES																
KAT. NR.	VERS. DRUCK TEMP. BAR	CO/H2	F-GAS	C2/4-	JLEF.	C1	C2	C3	C4	C5+	CH4	C2H4	C2H6	C3H6	C3H8	C4H8	C4H10	C5+	C2/4-	
NR.	GRD.C	1/H	F-GAS	JLEF.	C1	C2	C3	C4	C5+	CH4	C2H4	C2H6	C3H6	C3H8	C4H8	C4H10	C5+	C2/4-		
193	120.26	11	290	123	1.26	28.6	10.0	10.1	15.0	11.0	53.9	11.2	5.4	4.6	12.8	2.0	9.7	1.1	53.0	36.9
193	120.27	11	290	155	1.26	28.5	10.0	10.2	14.5	10.7	54.1	11.2	5.7	4.6	12.8	2.0	9.4	1.1	53.2	39.7
193	120.28	11	290	157	1.26	28.0	9.8	10.1	14.8	10.5	54.8	11.0	5.5	4.6	12.6	2.0	9.2	1.1	53.9	39.9
193	120.29	11	290	154	1.26	29.4	10.1	10.5	15.7	11.1	52.6	11.3	5.4	5.0	13.4	2.1	9.7	1.1	51.7	43.4
193	120.30	11	290	152	1.26	29.3	10.3	10.5	15.5	11.0	52.7	11.5	5.8	4.8	13.2	2.1	9.7	1.1	51.8	42.1
193	120.31	11	290	128	1.26	28.5	10.2	10.2	15.2	10.7	53.7	11.4	5.5	4.8	13.0	2.0	9.5	1.1	52.8	42.4
193	120.32	11	290	145	1.26	28.5	10.4	10.3	15.3	10.5	53.1	11.7	5.7	4.7	13.1	2.0	9.6	1.1	52.1	42.9
193	120.33	11	290	132	1.26	29.5	10.4	10.5	15.2	10.9	52.9	11.7	6.1	4.5	13.1	1.5	9.7	1.1	52.0	42.1
193	120.34	11	290	134	1.26	31.0	10.8	11.0	15.8	11.4	51.0	12.1	6.6	4.4	13.6	1.9	10.1	1.1	50.1	42.7



Kat. Nr. 193 Mn/Fe = 90/10; 2 % K₂O
 Vers.Nr. 120
 11 bar 290 °C
 CO/H₂ = 1,26
 Raumgeschwindigkeit 140 h⁻¹

Abb. 5.30: Mn/Fe-Katalysatoren Standfestigkeit

5.2.13 Maximale $C_{2/4}$ -Olefinselektivitäten

Die Versuchsläufe mit Mn/Fe-Katalysatoren haben gezeigt, daß die erreichte $C_{2/4}$ -Olefinselektivität von der Zusammensetzung des Katalysators und von der Wahl der Reaktionsbedingungen abhängig ist. Die besten Ergebnisse erreichen wir mit den sehr manganreichen Katalysatoren Nr. 59 und 66. Mit ihnen erzielte Ergebnisse sind in Tab. 5.23 zusammengefaßt und in Abb. 5.31 grafisch dargestellt.

Beim Versuch Nr. 25 ist bei konstantem Druck und konstanter Temperatur das CO/H_2 -Verhältnis variiert. Eine Erhöhung des CO-Gehaltes steigert den Umsatz. Bei einem CO/H_2 -Verhältnis von 1,3 werden 87 % Umsatz erreicht. Die höchste $C_{2/4}$ -Olefinselektivität - 40 % v. C_{1+} - wird mit wasserstoffreichem Gas - $CO/H_2 = 0,64$ - erhalten. Die höchsten $C_{2/4}$ -Olefinausbeuten - 77 g/Nm³ vom eingesetzten CO und H_2 - werden jedoch auf Grund des höheren Umsatzes mit CO-reichem Gas erreicht.

Beim Versuch Nr. 28 sind einmal die Ergebnisse bei unterschiedlichen Temperaturen und zum anderen bei unterschiedlichen CO/H_2 -Verhältnissen dargestellt. Die $C_{2/4}$ -Olefinselektivität fällt mit steigender Temperatur. Die höchste Selektivität mit 47 % vom C_{1+} wird bei 300 °C und einem CO/H_2 -Verhältnis von 1,08 erreicht, die höchste $C_{2/4}$ -Olefinausbeute jedoch mit 64 g pro Nm³ eingesetztem CO und H_2 - auf Grund des höheren Umsatzes - bei 320 °C und einem CO/H_2 -Verhältnis von 1,33.

Die mit diesen Katalysatoren mögliche maximale $C_{2/4}$ -Olefinselektivität dürfte bei etwa 50 % vom C_{1+} liegen.

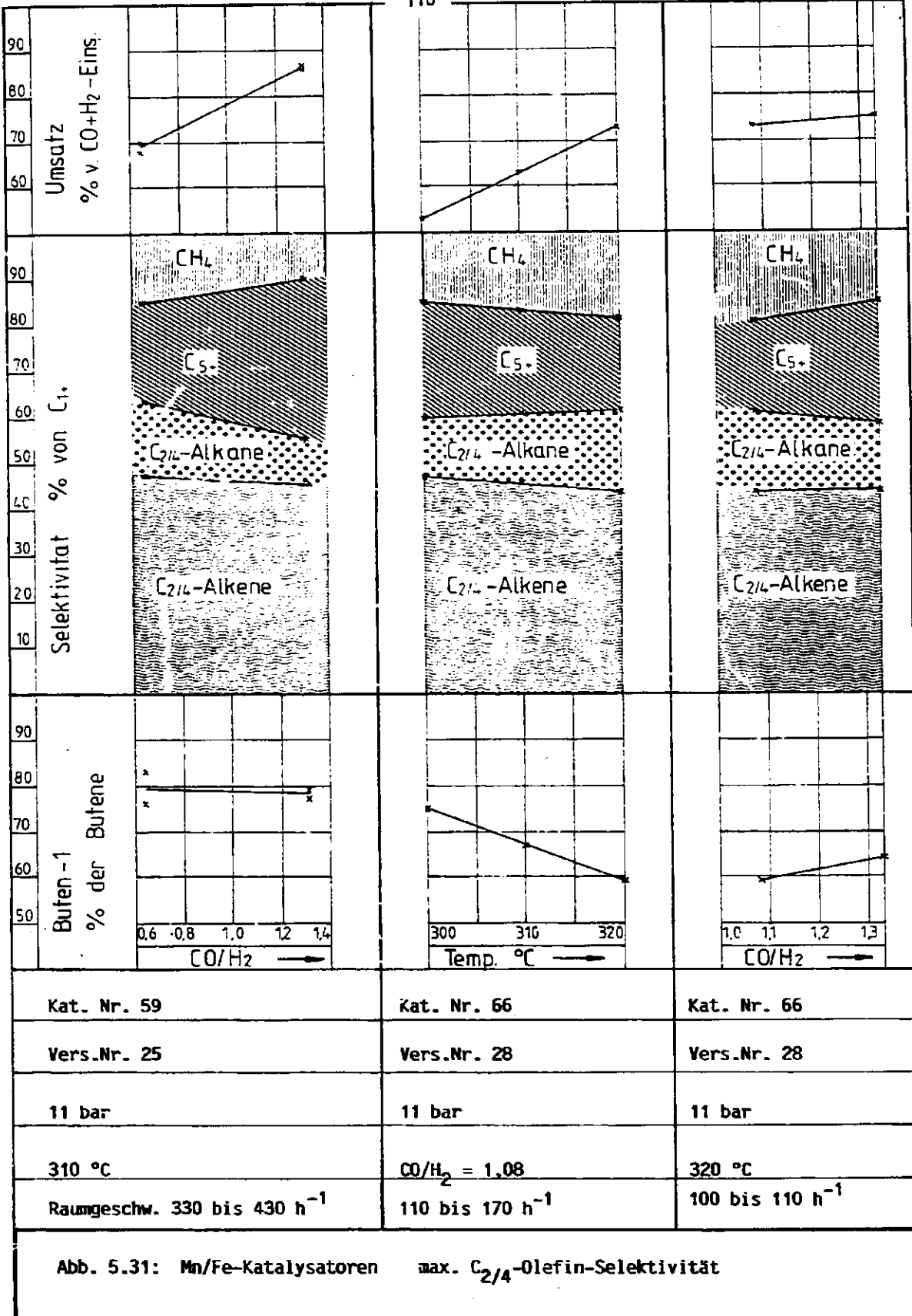


Abb. 5.31: Mn/Fe-Katalysatoren max. C_{2/4}-Olefin-Selektivität

6 Ergebnisse mit FT-Zeolith-Mischkatalysatoren

Die Zeolithe wurden uns von der Firma Union Carbide Corporation (UCC) zur Verfügung gestellt. Die unterschiedlichen Zeolith-Typen sind durch Buchstaben gekennzeichnet.

Die ersten Mischkatalysatoren sind von uns, die späteren von UCC hergestellt worden. Bei der Eigenherstellung wurden die Zeolithe in der Metallsalzlösung suspendiert und die Metallhydroxide durch alkalische Fällung darauf niedergeschlagen. Fällung, Filtration, Wäsche, Formung und Trocknung erfolgten analog zu den bei den Mn/Fe-Katalysatoren beschriebenen Verfahren.

Die Katalysatoren wurden vor der Synthese im Reaktor durch Reduktion in die aktive Form überführt, wobei zunächst Kohlenoxid und danach Wasserstoff oder auch nur Wasserstoff, als Reduktionsmittel benutzt wurden. Getestet wurden Katalysatoren mit 15 unterschiedlichen Zeolithtypen. Nach ihrer syntheseaktiven Komponente lassen sich die Katalysatoren unterteilen in Eisen-, Mangan/Eisen- und Kobalt-Zeolith-Mischkatalysatoren. Die mit ihnen erhaltenen Ergebnisse wurden anschließend angegeben und diskutiert.

Alle Versuchsläufe wurden in Festbettreaktoren durchgeführt.

6.1 Katalysatoren mit Eisen als syntheseaktiver Komponente

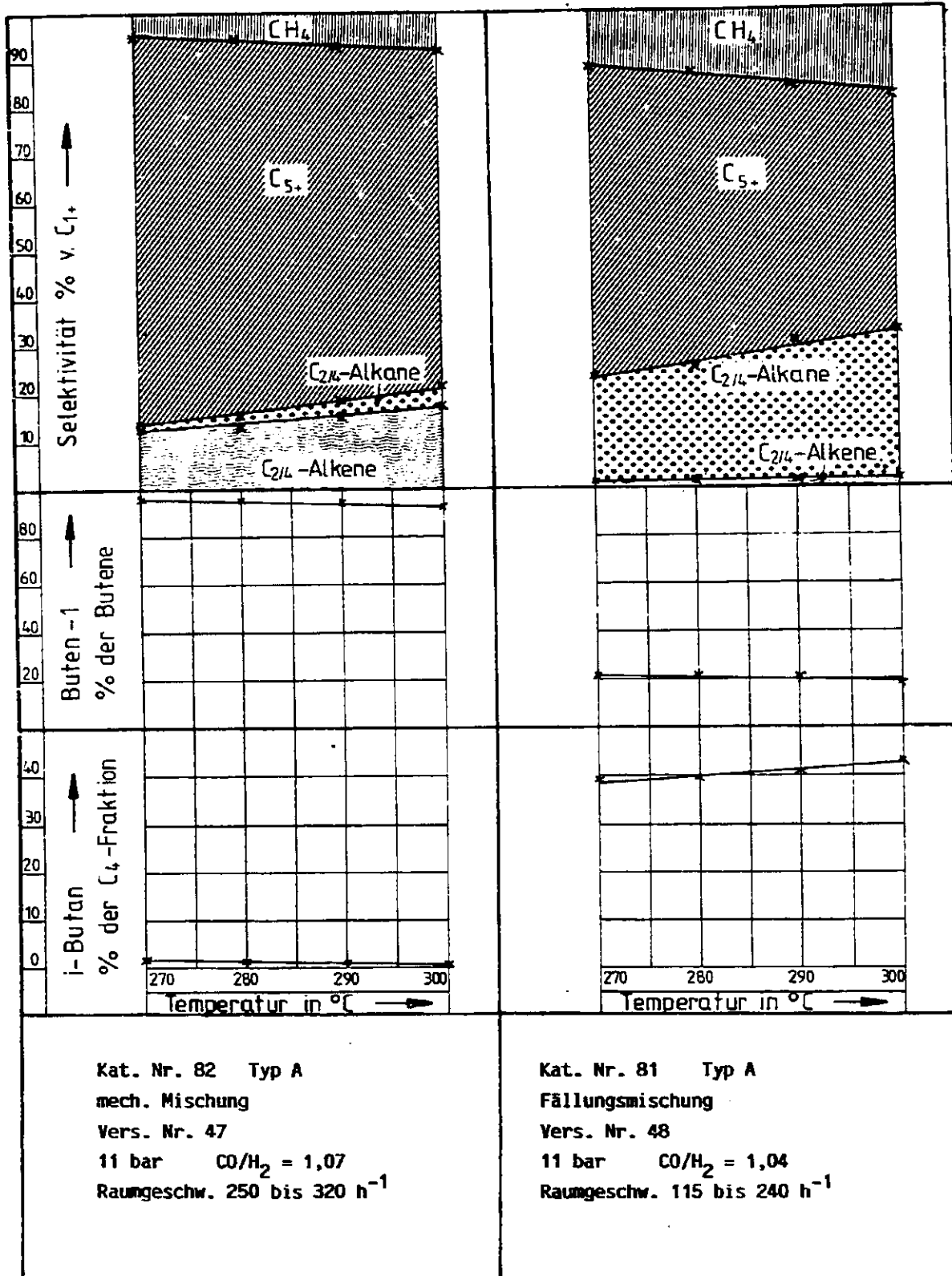
In den untersuchten Katalysatoren war Eisen mit acht unterschiedlichen Zeolithtypen kombiniert worden. Die teilweise alkalisierten Katalysatoren wurden zum Teil von uns, zum Teil von UCC hergestellt.

6.1.1 Eisen-Katalysatoren mit dem Zeolithtyp A

Die beiden Katalysatoren wurden in unserem Labor hergestellt. Beim Katalysator Nr. 82 ist das Eisenhydroxid erst nach der Fällung mit dem Zeolithen vermischt worden. Beim Katalysator Nr. 81 erfolgte die Hydroxidfällung - wie bei allen anderen Zeolithkatalysatoren der Eigenherstellung - in Gegenwart der Zeolithe.

Die Ergebnisse zeigt die Tab. 6.1 mit der gleichen Datenanordnung, wie sie bei den Mn/Fe-Katalysatoren in Kapitel 5.2.1.1 beschrieben wurde. Die wichtigsten Meßgrößen sind in der Abb. 6.1 graphisch dargestellt. Diese und die folgenden Abbildungen unterscheiden sich von denen für die Mn/Fe-Katalysatoren. Gemeinsam ist die Darstellung der Selektivität und des Buten-1-Anteils. In den Abbildungen für die Zeolith-Katalysatoren ist zusätzlich der Isobutananteil dargestellt, der sehr unterschiedlich sein kann. Dafür ist auf die graphische Darstellung des Umsatzes verzichtet worden.

Beim Versuch Nr. 47 kam der erst nach der Fällung gemischte Katalysator Nr. 82 zum Einsatz, beim Versuch Nr. 48 der direkt bei der Fällung gemischte Katalysator Nr. 81. Bei den Versuchen waren Druck und CO/H_2 -Verhältnis etwa gleich. Die Temperatur wurde jeweils von 270 bis 300 °C erhöht. Die erhaltenen Ergebnisse sind recht unterschiedlich. Beim Versuch Nr. 47 ist gegenüber dem Versuch Nr. 48 die resultierende Produktpalette wesentlich langkettiger, methanärmer und olefinreicher. Die Doppelbindung in den Butenen ist endständiger, die Kettenverzweigung in der C_4 -Fraktion wesentlich geringer. Die beim Versuch Nr. 47 erhaltenen Paletten unterscheiden sich offensichtlich wenig von denen zeolithfreier Katalysatoren. Durch die gröbere Vermischung beider Phasen scheint hier der Zeolith kaum zur Wirkung gekommen zu sein. Ganz anders das Bild beim Versuch Nr. 48. Der Methangehalt ist erhöht, die Olefine sind weitgehend durch Hydrierung in Paraffinen überführt worden. Die C_2 -Fraktion enthält nur noch 1 %, die C_3 -Fraktion 6 % und die C_4 -Fraktion 9 - 10 % Olefine. Nur noch 20 % der Butene besitzen endständige Doppelbindungen. Der Isobutangehalt ist auf 40 % angewachsen.



Kat. Nr. 82 Typ A
 mech. Mischung
 Vers. Nr. 47
 11 bar CO/H₂ = 1,07
 Raumeschw. 250 bis 320 h⁻¹

Kat. Nr. 81 Typ A
 Fällungsmischung
 Vers. Nr. 48
 11 bar CO/H₂ = 1,04
 Raumeschw. 115 bis 240 h⁻¹

Abb. 6.1: Eisen-Zeolith-Mischkatalysatoren Zeolith-Typ A

6.1.2 Eisen-Katalysatoren mit den Zeolithtypen B und D

Auch die Katalysatoren Nr. 83 (Typ B) und Nr. 85 (Typ D) entstammen unserer Eigenproduktion. Der Katalysator Nr. 83 wurde im Versuch Nr. 49 und der Katalysator Nr. 85 im Versuch Nr. 51 erprobt. Bei beiden Versuchen betrug der Druck 11 bar, das CO/H₂-Verhältnis im Frischgas 1,06. Beim Versuch Nr. 49 war die Raumgeschwindigkeit höher und der Umsatz niedriger. Untersucht wurde der Temperaturbereich von 270 bis 300 °C. Die Ergebnisse sind der Tab. 6.2 und der Abb. 6.2 zu entnehmen.

Mit dem Zeolithtyp B werden kurzkettigere Produktpaletten gebildet. Die Olefingehalte der C₂ bis C₄-Fraktionen sind bei den Katalysatoren etwa gleich und wesentlich höher als beim Typ A (Vers. Nr. 48). Gegenüber zeolithfreien Katalysatoren ist die Endständigkeit der Olefindoppelbindungen wesentlich vermindert. Sie ist beim Typ B mit ca. 40 % Buten-1-Anteil etwas höher als beim Typ D mit 35 %.

Im Gegensatz zum Typ A ist bei diesen beiden Typen die Kettenverzweigung kaum erhöht. Sie liegt in beiden Fällen nur bei knapp 2 %.

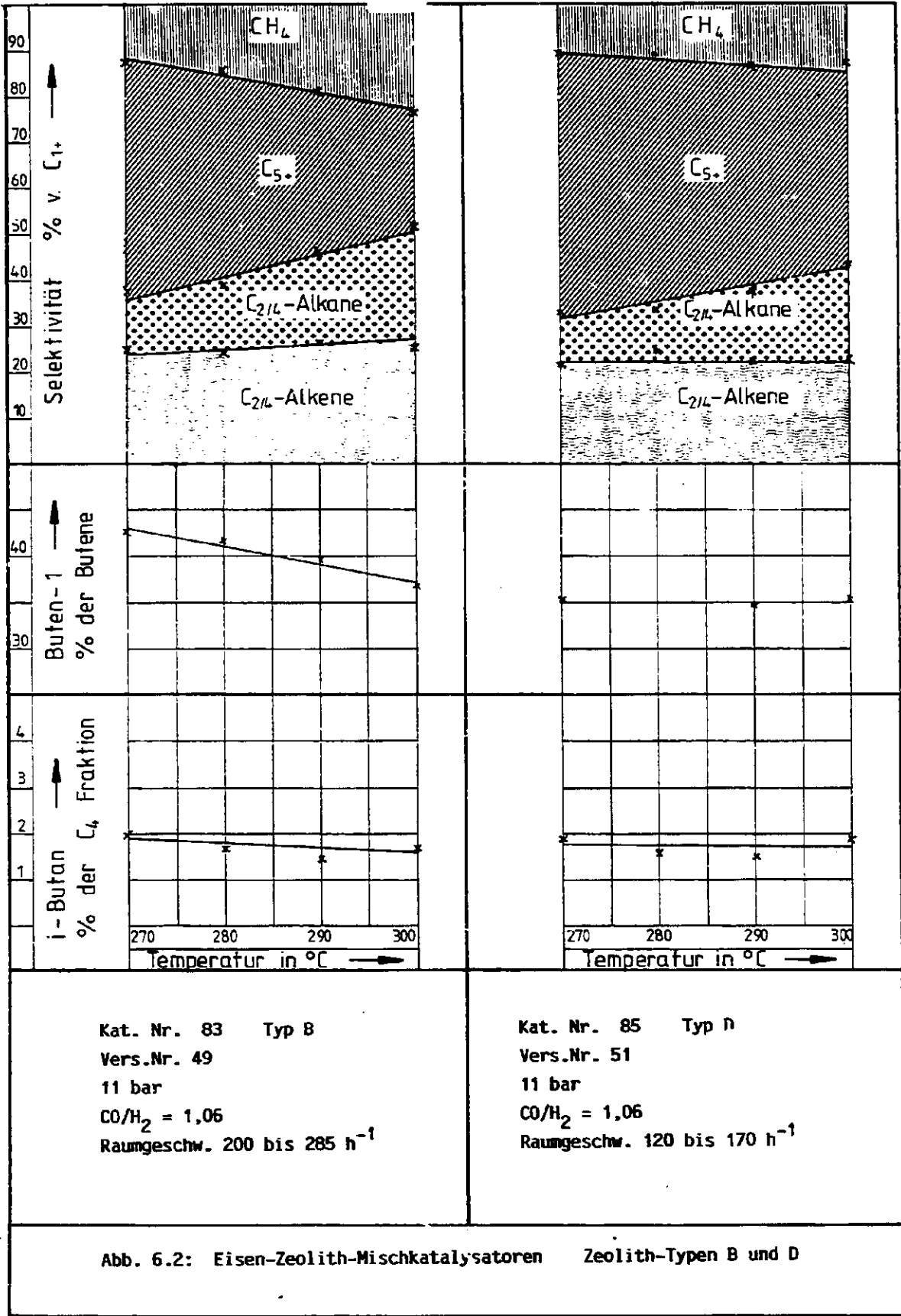


Abb. 6.2: Eisen-Zeolith-Mischkatalysatoren Zeolith-Typen B und D

6.1.3 Eisen-Katalysator mit dem Zeolithtyp C

Der im Versuch Nr. 50 untersuchte Katalysator Nr. 84 wurde ebenfalls von uns hergestellt. Die Ergebnisse zeigen die Tab. 6.3 und die Abb. 6.3. Der Druck betrug 11 bar, die Raumgeschwindigkeit lag zwischen 180 und 230 h⁻¹. Untersucht wurde zum einen bei einem CO/H₂-Verhältnis von 1.05 im Frischgas die resultierende Produktpalette bei Temperaturen zwischen 270 und 300 °C, zum anderen der Einfluß unterschiedlicher CO/H₂-Verhältnisse bei 300 °C.

Mit steigender Temperatur wird die Palette erheblich kurz-kettiger, der Olefingehalt - insbesondere der der C₂-Fraktion - vermindert sich. Trotz zunehmender C_{2/4}-Selektivität wächst zwischen 290 und 300 °C die C_{2/4}-Olefinselektivität nicht mehr an. Der Buten-1-Anteil fällt von 60 auf 50 %. Der Isobutangehalt ist mit 1 bis 2 % gering.

Mit ansteigendem CO-Gehalt im Frischgas wird erwartungsgemäß die Produktpalette langkettiger. Die C_{2/4}-Selektivität geht zurück, der Olefingehalt steigt. Die C_{2/4}-Olefinselektivität ist leicht rückläufig. Die Endständigkeit der Olefindoppelbindungen in den Butenen nimmt zu. Die Kettenverzweigung ist im untersuchten Bereich unabhängig von der Frischgaszusammensetzung und liegt zwischen 1 und 2 %.

