

Anhang

A.1	Eigenschaften und Hersteller der verwendeten Carbon Blacks	166
A.2	Ergebnisse der Xenon-Diffusion	167
A.3	Ergebnisse der Xenon-Adsorption	168
A.4	Begriffe und Abkürzungen	169

A.1 Eigenschaften und Hersteller der verwendeten Carbon Blacks

Tab. A.1-1 Spezifische Eigenschaften der Carbon Blacks (aus Produktdatenblätter der Hersteller ^[6-8,13,14])

Carbon Black	Abk.	σ_s /m ² ·g ⁻¹	PG /nm	ρ_{SD} /g·dm ⁻³ Pulver / Perlen	DBP /cm ³ ·(100g) ⁻¹	pH- Wert	C- Gehalt /%	Spez. Kapazität /F·g ⁻¹	Hersteller	Typ	Verwendung/ Eigenschaften
Graphit	G	< 1	>1000	-	-	-	-	-	-	Graphit	-
N 550	N5	30	40-48	- / 345	121	7	99,0	-	Degussa	Furnace-Ruß	Halbaktiv-Ruß
N 330	N3	83	26-30	- / 370	102	7	99,0	-	Degussa	Furnace-Ruß	Halbaktiv-Ruß
Vulcan PF	VPF	140	19	190 / -	116	8,5	99,0	-	Cabot	Furnace-Ruß	UV-Schutz Leitfähig
Vulcan P	VP	140	19	- / 330	118	8,5	99,0	-	Cabot	Furnace-Ruß	UV-Schutz Leitfähig
Corax L	CL	150	23	200 / -	114	9,5	98,5	22	Degussa	Furnace-Ruß	Leitfähig
Vulcan XC-72R	VXC	254	30	100 / -	185	5,0	98,5	-	Cabot	Furnace-Ruß	Leitfähig
Corax L6	CL6	265	18	120 / -	120	9,5	98,5	43	Degussa	Furnace-Ruß	Leitfähig
Monarch 1300	M13	560	13	260 / -	100	7,0	98,0	99	Cabot	Furnace-Ruß	-
Ensaco 23	E23	640	-	-	-	-	-	80	MMM Carbon	-	Leitfähig
Ensaco 350	E35	804	-	-	-	-	-	115	MMM Carbon	-	Leitfähig Granulat
Kettenblack	KB	950	-	110 / -	55	-	-	150	AKZO	-	Leitfähig
Printex XE2	PX2	1000	30-35	- / 140	385	8,0	98,0	154	Degussa	Gas-Ruß	Besonders leitfähig
Conductex 40-220	CON	1075	-	-	-	-	-	168	Columbian Chemicals	-	Leitfähig
Ensaco 52	E52	1100	-	-	-	-	-	175	MMM Carbon	-	Leitfähig
Black Pearls 2000	BP	1475	12	150 / -	330	8,6	98,0	240	Cabot	Furnace-Ruß	Leitfähig

A.2 Ergebnisse der Xenon-Diffusion

Tab. A.2-1 Experimentelle Ergebnisse der PFG-NMR-Messungen an intra- und extraporösem (freiem) Xenon in Carbon Black.

Probe	p_{Xe} /bar	δ_G /ms	Δ /ms	D / $10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$	\pm Fehler in D / $10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$	$\langle r^2 \rangle$ / 10^{-9} m^2	$(\langle r^2 \rangle)^{1/2}$ / 10^{-6} m
Black Pearls 2000	10,9	0,3	4	10,80	0,76	0,259	16,10
Black Pearls 2000	10,9	0,3	10	8,62	0,31	0,517	22,74
Black Pearls 2000	10,9	0,3	16	8,12	0,19	0,780	27,92
Black Pearls 2000	10,9	0,3	30	8,00	0,44	1,440	37,95
Black Pearls 2000	10,9	0,3	50	6,10	0,61	1,830	42,78
Black Pearls 2000	10,9	0,3	100	4,73	0,75	2,838	53,27
Black Pearls 2000	10,9	0,3	200	3,27	0,70	3,924	62,64
Black Pearls 2000	10,9	0,4	4	9,28	0,79	0,223	14,92
Black Pearls 2000 (frei)	10,9	0,4	4	66,10	3,80	1,586	39,83
Black Pearls 2000	1,9	0,3	50	10,71	0,54	3,213	56,68
Black Pearls 2000	3,1	0,3	50	10,41	0,50	3,123	55,88
Black Pearls 2000	5,5	0,3	50	8,82	0,25	2,646	51,44
Black Pearls 2000	7,4	0,3	50	9,33	0,38	2,799	52,91
Black Pearls 2000	8,1	0,3	50	6,36	0,42	1,908	43,68
Black Pearls 2000	17,7	0,3	50	5,56	0,25	1,668	40,84
Black Pearls 2000 (frei)	17,7	0,3	50	18,80	4,45	5,640	75,10
Ketjen Black	12,6	0,3	10	10,20	0,70	0,612	24,74
Printex XE2 (frei)	23,8	0,3	10	22,82	1,94	1,368	36,99
Printex XE2 (frei)	23,8	0,3	30	21,53	0,37	3,870	62,21
Vulcan PF	14,0	0,3	10	28,34	0,90	1,698	41,21
Vulcan PF	20,6	0,3	50	17,81	3,53	5,340	73,08
Vulcan PF (frei)	20,6	0,3	50	17,02	1,61	5,100	71,41
Xenongas (pur)	21,2	0,2	30	25,80	1,71	4,644	68,15

A.3 Ergebnisse der Xenon-Adsorption

Tab. A.3-1 Experimentelle Ergebnisse Vulcan PF (140 m²/g).

p_{Xe} /bar	δ_f /ppm	δ_{p1} /ppm	δ_{p2} /ppm	a_M /10 ⁻³ mol·g ⁻¹	a_S /10 ⁻⁶ mol·m ⁻²	θ
0,8	0,44	30,6	-	0,0056	0,0400	0,004
0,9	0,50	47,3	-	0,0061	0,0436	0,004
1,3	0,70	56,5	-	0,0842	0,6017	0,061
2,7	1,48	64,9	-	0,1695	1,2110	0,122
3,3	1,80	67,8	123,9	0,3447	2,4624	0,249
4,3	2,35	73,1	158,5	0,9107	6,5051	0,657
4,6	2,48	73,5	157,6	0,8407	6,0048	0,606
4,9	2,63	71,2	170,5	1,1869	8,4778	0,856
7,0	3,79	73,4	143,3	0,7087	6,2301	0,511
9,2	5,00	72,8	184,7	1,6809	12,0065	1,212
20,6	10,84	66,3	203,7	3,0148	21,5340	2,174

Tab. A.3-2 Experimentelle Ergebnisse Printex XE2 (1000 m²/g).

p_{Xe} /bar	δ_f /ppm	δ_a /ppm	a_M /10 ⁻³ mol·g ⁻¹	a_S /10 ⁻⁶ mol·m ⁻²	θ
0,6	0,30	48,6	0,3261	0,3261	0,033
0,9	0,50	50,4	0,6532	0,6532	0,066
2,5	1,33	73,3	3,2588	3,2588	0,329
5,2	2,79	71,6	5,8787	5,8787	0,593
5,4	2,92	89,4	4,9401	4,9401	0,498
10,7	5,83	97,0	8,2813	8,2813	0,835
13,5	7,29	98,9	8,1089	8,1089	0,818
23,4	12,65	101,4	9,8301	9,8301	0,992
24,4	13,17	100,1	9,9339	9,9339	1,002

Tab. A.3-3 Experimentelle Ergebnisse Black Pearls (1475 m²/g).

p_{Xe} /bar	δ_f /ppm	δ_a /ppm	a_M /10 ⁻³ mol·g ⁻¹	a_S /10 ⁻⁶ mol·m ⁻²	θ
0,9	0,50	46,3	0,4007	0,2716	0,027
1,2	0,67	51,6	3,8936	0,2640	0,266
1,4	0,77	63,0	1,2145	0,8234	0,083
1,5	0,83	65,5	1,5027	1,0188	0,103
1,9	1,05	72,0	2,0162	1,3669	0,138
2,7	1,49	78,5	2,6809	1,8176	0,183
3,1	1,71	84,9	3,3036	2,2400	0,226
5,5	3,04	107,1	6,2029	4,2053	0,424
7,4	4,10	117,4	7,9495	5,3895	0,544
8,2	4,53	123,6	9,6719	6,5572	0,661
15,8	8,72	130,9	9,2152	6,9476	0,630
17,7	9,78	132,3	11,6430	7,8936	0,796

A.4 Begriffe und Abkürzungen

Begriff/ Abkürzung:	Erklärung:
A	Mittlere molare Arbeit der Adsorption
<i>Adsorbat</i>	auf einer Oberfläche adsorbierter gasförmiger, flüssiger oder fester Stoff
<i>Adsorbent</i>	Feststoff, auf dem Adsorption stattfindet
<i>Adsorptiv</i>	Stoff in der Gasphase, der adsorbiert werden kann
a_M	massenspezifische Adsorbatmenge
a_S	oberflächenspezifische Adsorbatmenge
a_0	maximale spezifische Adsorbatmenge
a^{max}	theoretische maximale, spezifische Adsorbatmenge
α	Tortuosität
B_0	Stärke des externen Magnetfeldes
BET	B runnauer, E mmet und T eller
β	Ähnlichkeitskoeffizient in der Dubinin-Theorie
CSA	C hemical S hift A nisotropy
CTAB	C etyl t rimethyl- a mmonium b romid
d	Durchmesser bzw. Schichtabstand
D, D_p, D_f	Diffusionskoeffizient (des intraporösen (p), des freien (f) Xenons)
D_{eff}	effektiver Diffusionskoeffizient
DA	D ubinin - A stakhov
DBP	D ibutyl p hthalat
DS	D ubinin - S töckli
\bar{D}	Tensor der dipolaren Kopplung
δ_0	Grenzwert der Chemische Verschiebung
δ_A	Chemische Verschiebung des adsorbierten Xenons
δ_p	Chemische Verschiebung des intraporösen Xenons
δ_f	Chemische Verschiebung des extraporösen bzw. freien Xenons
δ_G	Gradientenpulslänge
Δ	Diffusionszeit
$\Delta\delta$	$\delta_p - \delta_f$
$\Delta v_{1/2}$	Halbwertsbreite
\bar{e}	Einheitsvektor
E	Energie
E^*	Energiebetrag im Minimum der Lennard-Jones-Potentialkurve
E_a	Adsorptionsenergie
E_s	Energie zwischen zwei unendlich ausgedehnten Schichten
E_{sph}	Energie in einer sphärischen Pore
ESR	E lektron S pin R esonance
ε	Porosität
η	Viskosität
FID	F ree I nduction D ecay
Φ	Verhältnis von Volumen zu Oberfläche V/S
G	Gradientenfeldstärke
γ	Gyromagnetisches Verhältnis
h	Plancksche Konstante: $6,62618 \cdot 10^{-34}$ J·s
\hbar	$= h/(2\pi)$
\hat{H}	Hamilton-Operator
Hz	Hertz
I	Spinquantenzahl
\bar{I}	Spin-Operator
J	Joule
\bar{J}	Tensor der skalaren Kopplung

K_L	Langmuir-Konstante
k_B	Boltzmann-Konstante: $1,38066 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
k_H	Henry-Konstante
χ	Suszeptibilität
L	Avogadro-Konstante: $6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
m_{CB}	Masse Carbon Black
μ	Chemisches Potential
μ_s^*	Chemisches Standardpotential
μ^*	Chemisches Standardpotential unter Normbedingungen
μ_r	magnetische Permeabilität
$\vec{\mu}$	magnetisches Moment
N, N_a, N_f	Anzahl der Xenonatome im adsorbierten (a) bzw. freien (f) Zustand
NMR	N uclear M agnetic R esonance
NS	N umber of S cans
ν	Resonanzfrequenz
ν_s	Stoßfrequenz
ω_0	Lamor-Frequenz
p, p_{Xe}	Druck, Xe -Druck
PFG	P ulsed F ield G radient
PG	mittlere Partikelgröße, Partikeldurchmesser
p_k	kritischer Druck
p_s	Sättigungsdampfdruck
$\sqrt{\langle r^2 \rangle}$	mittlere zurückgelegte freie Weglänge
r_0	minimaler Abstand zwischen Adsorbat- und Adsorbentmolekül (= Summe der jeweiligen Van-der-Waals-Radien)
R_G	Gaskonstante: $8,31441 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
r_h	hydrodynamischer Radius
r_m	Belegungsradius des Meniskus
R_p, R_{sph}, R_{zyl}	Radius einer P ore, Radius einer sph ärischen bzw. zyl indrischen Pore
R_s	halber Abstand zwischen zwei Schichten
ρ_{CB}	Dichte der Carbon Black Primärpartikel
ρ_{SD}	Stampfdichte
r_{Xe}	Van-der-Waals-Radius des Xenons
S	Oberfläche
S_{molek}	von einem Adsorbatmolekül belegte Adsorbentoberfläche
S_{geom}	geometrische Oberfläche
σ_{Disp}	Dispersionsgrad
σ_s	Spezifische Oberfläche aus BET-Messungen
$\sigma_{Theoret.}$	Theoretische spezifische Oberfläche
$\vec{\sigma}$	Abschirmungstensor
$\sigma_{ }$	Komponente des Abschirmungstensors parallel zum Magnetfeld
σ_{\perp}	Komponente des Abschirmungstensors parallel zum Magnetfeld
T	Temperatur
T_k	Kritische Temperatur
T_b	Siedetemperatur
T_1	Spin-Gitter-Relaxationszeit
T_2^*	Spin-Spin-Relaxationszeit
T_2	Spin-Spin-Relaxationszeit bei zusätzlichen Relaxationseffekten
τ	Evolutionszeit im NMR-Experiment
τ_c	Korrelationszeit
τ_e	Austauschzeit
θ	Belegungsgrad
TD	T ime D omaine
V, V_f, V_p	Volumen, freies Volumen, Porenvolumen
\bar{V}_L	Mittleres molare Volumen einer Flüssigkeit
x_p, x_f	Molenbruch der intra- (p) und extrapörischen (f) Xenonatome
z	Abstand des Adsorbatmoleküls von der Adsorbentoberfläche