

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] Amin, A.; "Developing of long life multilayer polyethylene films for agricultural purposes", gefunden unter <http://www.idrc.ca/library/document/052258>
- [2] Dilara, P.A., Briassoulis, D., *J. agric. Engng Res.* (2000) **76**, p. 309-321
- [3] Briassoulis, D., Waaijenberg, D., *J. agric. Engng Res.* (1997) **67**, p.81-96
- [4] Bild entnommen aus „Stabilization of Polyolefins, Part 3: LDPE, L-LDPE and EVA Films“, CIBA-GEIGY Publ. No. 28474/1/e
- [5] Bild entnommen aus "Lichtschutzmittel für Lacke", Valet, A., 1996 Vincentz Verlag
- [6] FOCUS-Artikel "Die Fabrik Eden" von A. Fink und J. Steinert, Heft Nr.4, 21. Januar 2002
- [7] Desriac, Ph., *Plasticulture* (1991) **89**, p. 9-16
- [8] Barahona, J.F., Gomez-Vasques, J-M., *Plasticulture* (1985) **65**, p. 3-10
- [9] Shorter, J. H. et.al., *Nature* (1995) **377**, p. 717-719
- [10] Saechtling, *Kunststoff-Taschenbuch*, 26. Ausgabe, 1995 Carl Hanser Verlag München, S. 709 Chemikalienbeständigkeit
- [11] Kikkawa, K., *Polymer Degradation and Stability* (1987) **18**, p. 237-245
- [12] Gugumus, F., *Makromol. Chem., Macromol. Symp.* **27** (1989), p. 25-84
- [13] DIN 50035 „Begriffe auf dem Gebiet der Alterung von Materialien“, Teil 1 „Grundbegriffe“, Ausgabe: 1989-03
- [14] Gächter/Müller, *Kunststoff-Additive*, 3. Ausgabe, Carl Hanser Verlag, 1990
- [15] Saechtling, H.J., *Kunststoff-Taschenbuch*, 26. Ausgabe, Carl Hanser Verlag, 1995
- [16] Leonidopoulos, G., *Polymer Testing* **19** (2000), 801-812
- [17] Briassoulis, D.; Waaijenberg, D., *J. agric. Engng Res.* (1997) **67**, p.81-96
- [18] Bolland, J. L. and Gee, G., *Trans. Faraday Soc.*, **42** (1946), p. 236
- [19] Gugumus, F., "Influence of Stabilization Mechanisms and Environment on Optimization of UV Stability", Tagungsbeitrag, S. 94-120
- [20] Rabek, J.F., "Photodegradation of Polymers", Springer Verlag 1996, ISBN 3-540-60716-1, S. 83
- [21] Trozzolo, A.M.; Winslow, F.H., *Macromolecules* **1** (1968), p. 98
- [22] Zweifel, H., *Plastic Additive Handbook*, 5th ed., Carl Hanser Verlag, München 2001
- [23] Pongratz, S., „Alterung von Kunststoffen während der Verarbeitung und im Gebrauch“, Dissertation, Lehrstuhl für Kunststofftechnik, Erlangen, 2000
- [24] Russel, G.A., *J. Am. Chem. Soc.* **79** (1957), p. 3871
- [25] Billingham, N.C., O'Keefe, Eion S., Then, E.T.H., *Polymeric Materials Sci. & Eng.* **58** (1988), 431-435

- 
- [26] Affolter, S., „Thermische Einsatzgrenzen von Kunststoffen in Verarbeitung und Anwendung“, Springer-VDI-Verlag, 2000, ISBN 3-9806286-9-8
- [27] Ehrenstein, G.W., Polymer-Werkstoffe, Carl Hanser Verlag, München, 1999
- [28] Gächter/Müller, Kunststoff-Additive, Kapitel 3, S. 138, 3. Ausgabe, Carl Hanser Verlag, 1990
- [29] Ranby, B., Rabek, J.F. ; Photodegradation, Photooxidation and Photostabilisation of Polymers, Wiley London 1975
- [30] Hamid et al. Weathering degradation of polyethylene. In: Handbook of Polymer Degradation, p. 219-259, Marcel Dekker, New York (1992)
- [31] Akin, O., Grefkes, H., Laurs, H., Tagungsband, 21. GUS-Jahrestagung, 1992
- [32] von Elsner, B. (1997), ITG, University of Hannover, private communication
- [33] Khan, J.H., Hamid, S. H., *Polymer Degradation and Stability* **48** (1995), p. 137-142
- [34] Gächter, R., Müller, H., Taschenbuch der Kunststoff-Additive, 2. Kapitel, S. 110, 3.Aufl., Carl Hanser Verlag, 1990
- [35] Gächter, R., Müller, H., Taschenbuch der Kunststoff-Additive, Kapitel 3, 3.Aufl., Carl Hanser Verlag, 1990
- [36] Pauquet, J.-R., *Kunststoffe* **86** (1996), 940-946
- [37] Mallegol, J., Carlsson, D.J., *Polymer Degradation and Stability* **73** (2001), S. 269-280
- [38] Zweifel, H., in: „Polymer Durability“. Clough, R.L., Gillen, K.T. and Billingham, N.C. (Eds.), Advances in Chemistry Series No. 249, (1996) ACS, Washington
- [39] Zweifel, H., *Stabilization of Polymeric Materials* (1997) Springer, Heidelberg
- [40] Pospisil, J., Nespurek, S. und Zweifel, H., *Polymer Degradation and Stability* **54** (1996), S.7
- [41] Pospisil, J., Nespurek, S. und Zweifel, H., *Polymer Degradation and Stability* **54** (1996), S.15
- [42] Vulic, I., Vitarelli, G., Zenner, J., *Polymer Degradation and Stability* **78** (2002), 27-34
- [43] Klemschuk, P.P. and Horng, P.-L., *Polymer Degradation and Stability* **34** (1991), p.333
- [44] Bauer, I., Habicher, W.D., Rautenberg, C. & Al-Malaika, S., *Polymer Degradation and Stability* **48** (1995), S. 432
- [45] Gächter/Müller, Kunststoff-Additive, 3. Ausgabe, Carl Hanser Verlag, 1990
- [46] Todesco, R., in „Thermische Einsatzgrenzen von Kunststoffen in Verarbeitung und Anwendung“, Herausgeber: G. Ehrenstein und S. Pongratz, Springer VDI Verlag, 2000
- [47] Bild entnommen aus Valet, A., „Lichtschutzmittel für Lacke“, Vincentz Verlag, Hannover, 1996
- [48] Pickett, J.E., Moore, J.E., „Photostability of UV screeners in polymers and coatings“, in: RL Clough, NC Billingham, KT Gillen, eds. Polymer Durability : Degradation, Stabilization and Lifetime Prediction. ACS Adv. Chem. Ser. 249. Washington DC: American Chemical Society, 1995, pp 287-301
- [49] N. Lelli et. al., „Breakthrough Stabilization and Functionalization Solutions for Polyolefin Films“, CIBA Specialty Chemicals Inc. 1999

- [50] Pospisil, J., *Adv. Polym. Sci.* **124** (1995), pp. 87
- [51] Gugumus, F., *Polymer Degradation and Stability* **40** (1993), p. 167-215
- [52] Shlyapintokh, V., Ivanov, V.B., in *Developments in Polymer Stabilisation- 5*. Scott, G. (Ed.), (1982) Applied Science Publishers, Barking, Chapter 3, pp.41-70
- [53] Gugumus, F., *Polymer Degradation and Stability* **40** (1993), p. 167-215
- [54] Kiryushkin, S., Shlyapnikov, Y., *Polym. Sci. USSR* **23** (1981), p.617-620
- [55] Zweifel, H., *Plastic Additive Handbook*, 5th ed., Carl Hanser Verlag, München 2001
- [56] Valet, A., "Lichtschutzmittel für Lacke", Vincentz Verlag, Hannover, 1996
- [57] Haider, N., Karlsson, S., *Polymer Degradation and Stability* **74** (2001), p. 103-112
- [58] Gugumus, F., *Polymer Degradation and Stability* **40** (1993), p. 167-215
- [59] Gugumus, F., *Polymer Degradation and Stability* **44** (1994), p. 299-322
- [60] Pan, J., Cui, S., *Polymer Degradation and Stability* **40** (1993), p. 375
- [61] Kurumada, T., *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*; **23** (1985), pp. 2747
- [62] Gugumus, F., in "Handbook of Polymer Degradation" Chapter 2, p. 68, 2<sup>nd</sup> Edition, Marcel Decker 2000
- [63] Chmela, S., Carlsson, D.J., *Polymer Degradation and Stability* **26** (1989), p. 185
- [64] Carlsson, D.J., Yang, C., *J. Appl. Polym. Sci.* **33** (1987), p. 875
- [65] Valet, A., *Farbe + Lack* **96** (1990), S. 689
- [66] Bechthold, K., Hess, E., Ligner, G., *Farbe + Lack* **99** (1993), S. 25
- [67] Henninger, F., Pedrazetti, E., *Plasticulture* **80** (1988), p. 5
- [68] Der Schmelzindex gibt an, wie viel Gramm eines aufgeheizten thermoplastischen Produktes in 10 Minuten unter der Wirkung einer festgelegten Kraft durch eine genormte Düse extrudiert werden, DIN ISO 1133 Kunststoffe; Bestimmung des Schmelzindex (MFR) und des Volumen-Fließindex (MVR) von Thermoplasten, 1993
- [69] M. Häberlein, „Kautschuk- und Kunststoff-Technology“-Skript 1998, FH Frankfurt am Main
- [70] Saechtling, *Kunststoff-Taschenbuch*, 27. Ausg., S.395, Hanser, München 1998
- [71] W. R. Rodgers; G.D. Garner und G.D. Cheever, *Journal of Coatings Technology*, 877 (1998) **70**, S. 83
- [72] G. T. Wollff, et. al., *J. Air Waste Manage. Assoc.* **40** (1990), 1638
- [73] Schulz, U., Trubiroha, P., Schernau, U. und Baumgart, H., "The effects of acid rain on the appearance of automotive paint systems studied outdoors and in a new artificial weathering test", *Progress in Organic Coatings* **40** (2000), S.151–165
- [74] nach M. Zäh, „Natürliches und künstliches Bewittern polymerer Werkstoffe“, 2002, Seminar der Technischen Akademie Wuppertal e.V.
- [75] Norm DIN EN ISO 4892-3: 1999 „Kunststoffe-Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten Teil 3: UV-Leuchtstofflampen“

- [76] nach M. Zäh, „Natürliches und künstliches Bewittern polymerer Werkstoffe“, 2002, Seminar der Technischen Akademie Wuppertal e.V.
- [77] V. Wachtendorf, K. Jansen, U. Schulz & G. Tjandraatmadja; "Combining Artificial Weathering with Chemiluminescence for Lifetime Predictions of Polymeric Materials" paper 239; 9th International Conference on Durability of Building Materials & Components, 9dbmc; 17-20 March 2002; Brisbane, Australia, Conf. Proceedings ISBN 0-643-06828-7
- [78] Dissertation V. Wachtendorf, „Untersuchung thermooxidativer Veränderungen an Polymeren durch Chemilumineszenz“, 1. Aufl., Köster Verlag, 1997, ISBN 3-89574-241-4
- [79] Norm DIN 53 504 : 1994-5 „Prüfung von Kautschuk und Elastomeren, Bestimmung von Reißfestigkeit, Zugfestigkeit, Reißdehnung und Spannungswerten im Zugversuch“
- [80] M. Kaci et.al., *J.M.S.- Pure Appl. Chem.*, **A36(2)**, pp. 253-274 (1999)
- [81] „Grundlagen der Farbmessung“, Anwendungsbericht Nr. 10 d, Internet-Ausgabe, Dr. Bruno Lange GmbH, Berlin
- [82] „Farbmesstechnik für die graphische Industrie“, Techkom GmbH, 2001
- [83] Abbildung entnommen aus dem Vorlesungsskript „Werkstoffe im Bauwesen I, Kunststoffe“ von Dipl.-Ing. Frauke Beckert, Universität Stuttgart, Institut für Werkstoffe im Bauwesen
- [84] Dilara, P.A., Briassoulis, D., *J. agric. Engng. Res.* (2000) **76**, p. 309-321
- [85] Henninger, F.; Pedrazetti, E., *Plasticulture* **80** (1988), p. 5-24
- [86] Amin et.al., *Journal of Polymer Engineering*, Vol. **14**, No.4 (1995)
- [87] H. Beerbaum, „Ermittlung strukturbezogener bruchmechanischer Werkstoffkenngrößen an Polyethylen-Werkstoffen“, Dissertation 1999
- [88] Bild entnommen aus dem Firmenprospekt „Polyethylen – Produkte und Eigenschaften“ der Firma Basell Polyolefins
- [89] aus METTLER TOLEDO, „Applikationssammlung Thermische Analyse – Thermoplaste“
- [90] L. Pheulpin, „*Untersuchung des Memory-Effektes von Polyethylen*“, METTLER Toledo Usercom Nr. 6, Dezember 1997
- [91] G. Kämpf, „Industrielle Methoden der Kunststoff-Charakterisierung“, 1. Aufl. – München, Carl Hanser Verlag 1996, ISBN 3-446-17359-5
- [92] G. Zerbi et al., *Polymer* **30** (1989), p. 2324
- [93] J. Khan, H. Hamid, *Polymer Degradation and Stability* **48** (1995), p. 137-142
- [94] M. Liu, R. Horrocks, M. Hall, *Polymer Degradation and Stability* **49** (1995), p. 151-161
- [95] Rabek, F., in *Polymer Photodegradation: Mechanisms and experimental methods*, Chapman & Hall 1995, p.74, ISBN 0-412-58480-8
- [96] Gugumus, F., *Angew. Makromolek. Chem.* **182** (1990), p. 111
- [97] Gijsman, P., Hennekens, J., *Polym. Degrad. Stab.* **39** (1993), p. 225-233
- [98] Gugumus, F., *Polym. Degrad. Stab.* **65** (1999), p. 5-13

- [99] Gugumus, F., in *Mechanism of Polymer Degradation and Stability*. Elsevier Science, London, 1990, p.172
- [100] Lacoste, J., Carlsson, D.J., *Polym. Degrad. Stab.* **34** (1991), p. 309
- [101] M. Kaci et.al., *J.M.S.- Pure Appl. Chem.*, **A36(2)**, pp. 253-274 (1999)
- [102] Pagès, P. et al, *J. Appl. Polym. Sci.*, **60**, p. 153 (1996)
- [103] Wu, Q., *Polym. Degrad. Stab.* **68** (2000), p.97-102
- [104] Gugumus, F., *Polym. Degrad. Stab.* **65** (1999), p. 5-13
- [105] Sinturel, C. et al., *European Polymer Journal* **36** (2000), p. 1431-1443
- [106] Carlsson, D.J., Zhang, C., Wiles, D.M., *J. Appl. Polym. Sci.*, Vol. **33**, p. 875-884 (1987)
- [107] R. Setnescu et.al., *Polymer Degradation and Stability* **61** (1998), p. 109-117
- [108] D. Fischer, H. Eysel, *Journal of Applied Polymer Science* **52** (1994), p. 545-548
- [109] M. Sowa et. al, *Journal of Molecular Structure* **379** (1996), p. 77-85
- [110] M. Vitali, *Polymer Testing*, **20**, (2001), p.741-748
- [111] M. Kaci et.al., *J.M.S.- Pure Appl. Chem.*, **A36(2)**, pp. 253-274 (1999)
- [112] P. Gjisman, J. Hennekens and D. Tummers, *Polymer Degradation & Stability* **39** (1993), p.225
- [113] Q. Wu et.al., *Polymer Degradation & Stability* **68** (2000), p.101
- [114] G. Kämpf, *Industrielle Methoden der Kunststoff-Charakterisierung*, 1. Aufl., München, Hanser, 1996
- [115] Kaci, M., *Macromol. Symp.* **127**, (1998), p. 123-130
- [116] Kaci, M., *Macromol. Symp.* **127** (1998), p. 126
- [117] Pickett, J., „Performance of UV Absorbers in Plastics and Coatings“,5th Chapter in Handbook of Polymer Degradation, Marcel Dekker Verlag 2000
- [118] Mendenhall, D., *Angew. Chem.* **102** (1990), 380-391
- [119] Dissertation Wachtendorf, V.,  
„Untersuchung thermooxidativer Veränderungen an Polymeren durch Chemilumineszenz“ (1997),  
Verlag Dr. Köster, ISBN 3-89574-241-4
- [120] George, G.A.: Egglestone, G.T.; Riddell, S.Z.: 'Chemiluminescence Studies of the Degradation and Stabilization of Polymers'. *Polymer Engineering and Science*, **23** (1983), S.412-418
- [121] Russell, G.A., *Journal of the American Chemical Society*, **79** (1957), S.3871-3877
- [122] L. Reich, S. S. Stivala, *Makromol. Chem.*, **103** (1967), p.74
- [123] E.M.I. Quinga, G.D .Mendenhall, *J. Am. Chem. Soc.*, **105** (1983), p.6520
- [124] C. Kröhnke, „Chemilumineszenz als industrielle Prüfmethode zur Bestimmung der Effektivität von Antioxidantien in Polyolefinen – Grundlegende Erwägungen und Aspekte vielseitiger Anwendbarkeit“, ATLAS Material Testing Solutions, 2000

- [125] Wachtendorf, V., Krüger, S., Lehrgang Lacktechnologie 2002, „Charakterisierung durch thermoanalytische Verfahren“, BAM, Berlin
- [126] Bortolus, P. et al., *Macromolecules* **19** (1986), p. 2916-2922
- [127] R. Broska, J. Rychly, *Polymer Degradation and Stability* **72** (2001), p. 271-278
- [128] Rabek, J.F., „Photodegradation of Polymers – Physical Characteristics and Applications“, Springer Verlag 1996, ISBN 3-540-60716-1
- [129] Hellerich/Harsch/Haenle, „Werkstoff-Führer Kunststoffe“, 7. Aufl. –München, Hanser Verlag 1996, S. 413

## 9 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen und Symbole

A	Absorptionsvermögen
$\alpha$	Kristallisationsgrad
Abb.	Abbildung
ADF	Acid Dew and Fog
ATR	Attenuated Total Reflection, abgeschwächte Totalreflexion
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung
BZP	Benzophenon-Derivat
BZT	Benzotriazol-Derivat
CCD	charge-coupled device (etwa: „Ladungsgebundenes Gerät“)
CL	Chemilumineszenz
$\text{cm}^{-1}$	Einheit der Wellenzahl
$c_p$	isobare spezifische Wärmekapazität
CIE	Commission Internationale de l’Eclairage
CP	Rückstreuelektronenbild
cps	counts per second
D	Diffusionskoeffizient
DIN	Deutsche Industrienorm
DSC	Differential Scanning Calorimetry, dynamische Differenzkalorimetrie
E	Elastizitätsmodul (Young-Modul)
$\varepsilon$	Lineare Dehnung [ $\varepsilon = (L-L_0)/L_0$ ] in %
$\varepsilon_R$	Reißdehnung in %
Einstein	1 Mol Lichtquanten
ESM	Elektronenstrahlmikrosonde
ESR	Elektronenspinresonanz
EVA	Ethylen/Vinylacetat-Copolymerisat
E	Extinktion
$\Delta E_{ab}^*$	Farbänderung
FTIR	Fouriertransformations-Infrarot-Spektroskopie
G	Gerätekonstante
$\Delta H$	Schmelzenthalpie (DSC)
HALS	Hindered Amine Light Stabiliser

---

IR	Infrarot
$I_{\max}$	Höhe des Emissionsmaximums
JAX	Jacksonville, Florida
k	Geschwindigkeitskonstante einer chemischen Reaktion
$\lambda$	Wellenlänge
L/D-Verhältnis	Verhältnis aus Schneckendurchmesser D und wirksamer Schneckenlänge L
M	Molmasse (phys. Einheit Masse/Stoffmenge, z.B. g/mol)
MFR	Schmelzindex (melt flow rate)
Mio.	Millionen
NMR	Nuclear Magnetic Resonance, Kernresonanzspektroskopie
PE-HD	Polyethylen hoher Dichte (high density)
PE-LD	Polyethylen niedriger Dichte (low density)
PE-LLD	lineares Polyethylen niedriger Dichte
	} nach EN ISO 1043-1:2001
PVC	Polyvinylchlorid
RT	Raumtemperatur
sf	säurefrei
$\sigma$	mechanische Spannung
SL	Sekundärelektronenbild
T	Temperatur
$T_g$	Glasübergangstemperatur
$T_m$	Schmelztemperatur
%T	Transmission in %
$t(I_{\text{Ind}})$	Induktionszeit
$t(I_{\text{max}})$	Zeit bis zum Erreichen des Emissionsmaximums
UV	Ultraviolett
v	Reaktionsgeschwindigkeit
VA	Vinylacetat
VIS	sichtbares Licht (visible)
WD/ED	wellenlängendispersiv/energiedispersiv