

Literaturverzeichnis

Zur Meßtheorie und Meßinformationstechnik

- [1] Acta IMEKO VI: "Theory of Measurement Systems". Preprints der WGMA in der KdT, Berlin 1973, Section 1
- [2] BALL, G. A.: „Korrelationsmeßgeräte“. VEB Verlag Technik Berlin 1968
- [3] BARTELS, E.: „Beitrag zur praktischen Systemanalyse mit Korrelationsverfahren“. Dissertation an der T. H. Hannover 1966
- [4] BEAUCHAMPS, K. C.: "The use of walsh functions in the computer processing of discrete data". Acta IMEKO VI Section 1, Referat B 110
- [5] FADDEN, I. A.: "The correlation function of a sine wave plus noise after extreme clippings". Trans IRE, IT (June 1956), Seite 82—83
- [6] FINKELSTEIN, L.: "The importance of measurement science". Acta IMEKO VI Suppl. Referat A-1
- [7] FRITZSCHE, G.: „Theoretische Grundlagen der Nachrichtentechnik“. VEB Verlag Technik, Berlin 1972
- [8] HUHNE, D.: „Die Ermittlung der Dynamik schneller elektrischer Thermometer mit Hilfe der Korrelationsanalyse“. Acta IMEKO 1973, Vol. III, B-715
- [9] KRAUS, M., und E. G. WOSCHNI: „Meßinformationssysteme, Kennfunktionen Güte-Kriterien, Optimierung“. Verlag Technik, Berlin 1975
- [9a] KROGMANN, U.: „Das Kalman-Filter, zusammenfassende Darstellung und Diskussion der Filtergleichungen“. Internationale Elektronische Rundschau **28** (1974), H. 3, S. 45—49 und H. 4, S. 71—75
- [10] LANGE, F. H.: „Korrelationselektronik“, 2. Auflage. VEB Verlag Technik, Berlin 1962, engl. "Correlation Techniques", Iliffe Books, London 1967 (erweiterte Auflage)
- [11] MESCH, F.: „Systematische Übersicht zur Anwendung von Korrelationsverfahren in der Meßtechnik“. Vortrag beim Aussprachetag „Korrelationsmethoden in der Meßtechnik“, veranstaltet von der VDI/VDE-Ges. Meß- und Regelungstechnik am 16./17. 2. 76 in Frankfurt/M.
- [12] MICHELSEN, K. F.: „Ein Verfahren zur digitalen Messung von statistischen Momenten und Korrelationsfunktionen“. Dissertation an der Universität Rostock 1972
- [13] MOFFAT, R. J.: "The measurement chain and validation of experimental measurements". Acta IMEKO VI, Section 1, Referat B 103
- [14] PETERSON, W. W.: "Error-Correcting-Codes", Verlag John Wiley, New York und London 1961
- [14a] SCHMELMOVSKY, K. H.: „Physikalische Modelle der Signaltechnik“. Aus „Mathema-

- tische Modellbildung in Natur-Wissenschaft und Technik“. Akademie-Verlag, Berlin 1976, S. 103—118
- [15] STEIN, P.: “Environment-response combinations in measuring system components and the role of statistics”. Acta IMEKO VI, Section 1, Referat B 120
- [15 a] STRATONOWITSCH, P. L.: „Anwendung der Theorie der Markow-Prozesse für die optimale Signal-Filterung“ (russ.). Radiotechnik und Elektronik 1960, Nr. 11, S. 1751 bis 1763
- [16] VELTMAN, B. P. TH.: “Linear Correlation Functions With Polarity Correlators”. Paper to be presented at the NATO-Advanced Study Institute on Signal Processing with Emphasis on Underwater Acoustics, August 1968. Twente Institute of Technology, Enschede, The Netherlands
- [17] VELTMAN, B. P. TH.: “The Correlator as an integrated part of a measuring instrument”. Acta IMEKO IV (1967, vol. II, p. 275—283)
- [18] VELTMAN, B. P. TH.: “Hardware Implementation of Correlation Measurements”. Vortrag auf dem Aussprachetag „Korrelationsmethoden in der Meßtechnik“, veranstaltet von der VDI/VDE-Ges. für Meß- und Regelungstechnik am 16./17. 2. 1976
- [19] WOLFF, W., und H. GURGEL: „Statistische Verfahren zur Geräuschanalyse“, Dissertation an der Universität Rostock 1972
- [20] WOSCHNI, E. G.: „Meßdynamik“. S. Hirzel-Verlag, Leipzig 1964
- [21] WOSCHNI, E. G.: „Meßgrößen-Verarbeitung“. S. Hirzel-Verlag, Leipzig 1969
- [22] WOSCHNI, E. G.: „Informationstechnik“. VEB Verlag Technik, Berlin 1973
- [22 a] WRZESINSKY, R.: „Wiener- und Kalman-Filter und ihre Bedeutung für die Nachrichtentechnik“. Archiv für el. Uebertragung 27 (1973), H. 2, S. 79—87

Zur Signal- und System-Theorie

- [23] AISINOW, M. M. (Аизинов, М. М.): Изданные вопросы теории сигналов и теории цепей. Изд. Связь, Москва 1971
- [24] BERG, L.: „Operatorenrechnung“ I: Algebr. Methoden, II: Funktionentheoretische Methoden, Deutscher Verlag der Wissenschaften, Bln. 1974
- [25] BÖSSWETTER, C.: „Signalanalyse und -Synthese mit Walshfunktionen“. Frequenz 25 (1971), H. 1, S. 9—14; H. 2, S. 37—46
- [26] BÖSSWETTER, C.: „Erzeugung von Walshfunktionen“. Nachr. techn. Zeitschr. 23 (1970), S. 201—207
- [27] DOLEŽAL, V.: “Dynamics of linear systems”. Academia, Prag 1967
- [28] FINE, N. J.: “On the Walsh-Functions”. Trans-Am-Math. Soc. Bd. 65 (1949), S. 372 bis 414
- [29] FRANKS, L. E.: “Signal Theory”. Prentice-Hall, Englewood 1969
- [30] FRITZSCHE, G.: „Systeme, Felder, Wellen“. VEB Verlag Technik, Berlin 1975
- [31] HAAR, A.: „Zur Theorie der orthogonalen Funktionen“. Mathematische Annalen Bd. 69 (1910), S. 331—371
- [32] HARMUTH, H. F.: “Transmission of Information by Orthogonal Functions”. Springer Verlag, Berlin 1972
- [33] KÄMMERER, W.: „Einführung in mathem. Methoden der Kybernetik“, Akademie-Verlag, Berlin 1971

- [34] KLAUS, G.: „Wörterbuch der Kybernetik“. Dietz Verlag, Berlin 1968
- [35] KLEIN, W.: „Mehrpole-Theorie“. Akademie-Verlag, Berlin 1975
- [35 a] KLEIN, W.: „Finite Systemtheorie“. B. G. Teubner, Stuttgart 1976
- [36] KÜPFMÜLLER, K.: „Systemtheorie der el. Nachrichtentechnik“. Verlag S. Hirzel, Stuttgart 1952
- [37] LANGE, F.H.: „Signale und Systeme“. Bd. I: Spektrale Darstellung, Bd. II: Gesteuerte elektronische Systeme“, Bd. III: s. [62]
- [38] PESCHEL, M. u. G. WUNSCH,: „Methoden und Prinzipien der Systemtheorie“. VEB Verlag Technik, Berlin 1972
- [39] PICHLER, F.: „Mathematische Systemtheorie“. Verlag Walter de Gruyter, Berlin 1975
- [40] PICHLER, F.: „Zur Theorie verallgem. Faltungs-Systeme — dyadische Faltungs-Systeme und Walshfunktionen“, „Elektr. Informationsverarbeitung und Kybernetik“, VEB Verlag Technik, Berlin 1974
- [41] RADEMACHER, F.: „Einige Sätze über Reihen von allgemein orthogonalen Funktionen“. Mathematische Annalen, Bd. 87 (1922), S. 112—138
- [42] REINISCH, K.: „Kybernetische Grundlagen und Beschreibung kontinuierlicher Systeme der automatischen Steuerung“. VEB Verlag Technik, Berlin 1974
- [43] SCHÜSSLER, H. W.: „Digitale Systeme zur Signalverarbeitung“. Springer-Verlag, Berlin 1973
- [44] SCHIRMAN, J. D.: „Signal-Entscheidung und Signal-Kompression“. Verlag sowjet. Radio, Moskau 1974 (russ.)
- [44 a] STÜRZ, CIMANDER: „Automaten“. Theorie und Anwendung in der digitalen Schaltungstechnik. VEB Verlag Technik, Berlin 1972
- [45] WAGMAN, J. L.: „Strukturierte Signale und das Unbestimmtheit-Prinzip der Funkortung“. Verlag Sowjet. Radio, Moskau 1974 (russ.)
- [46] WALSH, J. L.: „A closed set of normal orthogonal functions“. Amer. J. Mathem. Bd. 45 (1923), S. 5—24
- [47] WUNSCH, G.: „Systemtheorie der Informationstechnik“. Akadem. Verlagsgesellsch. Geest u. Portig, Leipzig 1971
- [48] WUNSCH, G.: „System-Theorie“. Akadem. Verlags-Ges. Geest u. Portig, Leipzig 1975
- [49] WUNSCH, G.: „System-Analyse“. Bd. I: Lineare Systeme. VEB Verlag Technik, Berlin 1972
- [50] ZADEH, A. L., u. CH. DESOER: „Linear System Theory“. Mc. Graw Hill, New York 1965

Zur Wahrscheinlichkeitstheorie, Informationstheorie und Stochastik

- [51] ACKERMANN, W. G.: „Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung“. S. Hirzel Verlag, Leipzig 1955
- [52] BARTLETT, M. S.: „Stochastic Processes“. Cambridge University Press 1956
- [52 a] CHARKEWITSCH, A. A. (Харкевич, А. А.): „Борьба с помехами“. Изд. Наука, Москва 1965. (dt. Übersetzung: Der Kampf gegen Störungen. Oldenbourg-Verlag München 1968)
- [53] FEY, P.: „Informationstheorie“. Akademie-Verlag, Berlin 1963

- [54] FISZ, M.: „Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathem. Statistik“. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1958
- [55] GILOI, W.: „Simulation und Analyse stochast. Vorgänge“. R. Oldenbourg-Verlag, München 1966
- [56] GRINTEN, P. M. E. M., VAN DER: „Stochastische Prozesse in der Meß- und Regelungstechnik“. R. Oldenbourg-Verlag, München 1965
- [57] JAGLOM, A. M.: „Einführung in die Theorie stationärer Zufallsfunktionen“. Akademie-Verlag, Berlin 1959
- [58] JAGLOM, A. M. und I. M.: „Wahrscheinlichkeit und Information“. Deutscher Verlag d. Wissenschaften, Berlin 1965
- [59] KEMPE, V.: „Analyse stochastischer Systeme“. WTB Nr. 137. Akademie-Verlag, Berlin 1976
- [60] KEMPE, V.: „Theorie stochastischer Systeme“. WTB Nr. 136. Akademie-Verlag, Berlin 1974
- [61] KUGLER, J.: „Beitrag zur Erfassung nichtstationärer stochastischer Prozesse“. Dissertation an der T. H. Magdeburg 1976
- [62] LANGE, F. H.: „Signale und Systeme, Band 3: Regellose Vorgänge“. VEB Verlag Technik, Berlin 1973
- [63] LANGE, F. H.: „Korrelationselektronik“. VEB Verlag Technik, Berlin 1962, 2. Auflage
- [63a] LANGE, F. H.: „Signaltheorie und Störfestigkeit“. Nachrichtentechnik/Elektronik 27 (1977), H. 9, S. 371—372
- [64] LONGO, G.: „Quantitative-qualitative measure of information“. Internat. Centre of mechan. sciences (Sommerkurs in Udine). Springer-Verlag 1972
- [65] MÜLLER, P. H.: „Wahrscheinlichkeits-Rechnung und mathem. Statistik-Lexikon der Stochastik“. Akademie-Verlag, Berlin 1975. „Tafeln der mathem. Statistik“. VEB Fachbuch-Verlag, Leipzig 1973
- [66] NEIDHARDT, P.: „Informationstheorie und automatische Informationsverarbeitung“. VEB Verlag Technik, Berlin 1964
- [67] PETERS, J.: „Einführung in die allgemeine Informationstheorie“. Springer-Verlag, Berlin 1967
- [68] PHILIPPOW, E.: „Taschenbuch Elektrotechnik“ Band 3, Nachrichtentechnik. 1. Spezielle Theorien der Nachrichtentechnik“. VEB Verlag Technik, Berlin 1969
- [69] PUGATSCHEV, W. S. (Пугачев, В. С.): „Теория случайных функций“. Наука Москва 1962
- [70] ROSANOW, J. A.: „Stochastische Prozesse“ Akademie-Verlag, Berlin 1975
- [71] ROSANOW, J. A.: „Wahrscheinlichkeitstheorie“. WTB Nr. 68. Akademie-Verlag, Berlin 1972
- [72] SCHADACH, D. J.: „Biomathematik“. WTB Nr. 83. Akademie-Verlag, Berlin 1971
- [73] SCHLITT, H.: „Systemtheorie für regellose Vorgänge“. Springer-Verlag, Berlin 1966
- [74] SCHULZ, G.: „Informationstheorie mit Bewertung“. Wiss. Zeitschrift d. Humboldt Univer. Berlin XX (1971), S. 175—183
- [75] SHANNON, CL.: „A mathematical theory of communication“. Bell System Techn. Journ. 27 (1948), H. 7, S. 398ff.

- [76] STEMPPELL, D.: „Programmierte Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung“. Verlag die Wirtschaft, 4. Aufl., Berlin 1972
- [77] TAKACS, L.: „Stochastische Prozesse“. R. Oldenbourg-Verl., München 1966
- [78] TEMBROCK: „Biokommunikation“. Akademie-Verlag, Berlin 1971
- [79] WUNSCH, G.: „Systemanalyse“, Band 2. Statistische Systemanalyse. VEB Verlag Technik, Berlin 1973
- [80] ZEMANEK, H.: „Elementare Informations-Theorie“. Oldenbourg-Verlag, Wien u. München 1959
- [81] ZECHA, M.: Energiespektrum und Auflösungs-Vermögen von Ortungs-Signalen. Nachrichtentechnik/Elektronik 27 (1977), H. 10, S. 407—410

Symbolverzeichnis

Vorbemerkung: Die benutzten Formelzeichen sind weitgehend der gängigen Fachliteratur angepaßt. Die daraus sich ergebenden Mehrdeutigkeiten werden durch den Begleittext geklärt.

a	Binärsignal	\mathcal{F}_{-1}	inverse FOURIER-Transformation
a_i	Koeffizient einer nicht-linearen Kennlinie	F	Informationsfluß in bit/s
$A(X)$	Polynom-Kodewort	$g(t)$	Impulsreaktion, Gewichtsfunktion eines lin. Systems
A	Systemmatrix der Zustandsbeschreibung	$G(j\omega)$	Frequenzgang eines lin. Systems
b	Binärsignal	$G(X)$	Basispolynom
$B(X)$	Polynom-Kodewort	h_{ij}	Koeffizient der H-Matrix
B	Steuermatrix der Zustandsbeschreibung	H	Informationsentropie in bit/Symbol
B	Bandbreite	$H(X)$	Generatorpolynom
c	Binärsignal	i, I	elektr. Strom in A
C	Beobachtungs-Matrix der Zustandsbeschreibung	I	Entscheidungsgehalt, Kodierungsaufwand eines Symbols
$C(X)$	Polynom-Kodewort	$I(X)$	Informationswort-Polynom
C	Kapazität in F	$J_i(\Delta\varphi)$	BESSEL-Funktion i -ter Ordnung des Arguments $\Delta\varphi$
c	Lichtgeschwindigkeit		
D	Durchgangsmatrix der Zustandsbeschreibung		
E	Erwartungswert, statist. Mittelwert im Ensemble		
f	Frequenz	\mathcal{L}	LAPLACE-Transformation
f_a, f_0	Grenzfrequenz	\mathcal{L}_{-1}	inverse LAPLACE-Transformation
$f(t)$	Zeitfunktion		
$F(s)$	Bildfunktion	ld	dyadischer Logarithmus (= lb)
\mathcal{F}	FOURIER-Transformation		

L	Binärsignal (auch 1)	u, U	elektr. Spannung
m	Modulationsgrad bei AM	v_i, V_i	Bewertungskoeffiz. von LONGO
M_i	Moment i -ter Ordnung	V	Symbolfluß in Symbolen/s
$M(p)$	Zählerpolynom	v	Objekt-Geschwindigkeit
$M_{n,k}$	Matrix in n Reihen und k Spalten	wal	WALSH-Funktion
n	skalärer Faktor	W	WALSH-Matrix
N	Anzahl von Meßereignissen	w_i	Bewertungskoeffizient von SCHULZ
$N(p)$	Nenner-Polynom	$x(t)$	Zeitfunktion einer Prozeß-Realisierung
Op{ }	Operator	$\overline{x(t)}$	Mittelwert von x im Zeitbereich
$p = \sigma + j\omega$	komplexe Frequenz	\hat{x}	statistischer Mittelwert von x
$p(x)$	Wahrscheinlichkeitsverteilungsdichte	$x_e(t)$	Eingangssignal
$P(x_i)$	Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses x_i	$x_a(t)$	Ausgangssignal
$P(X/Y)$	bedingte Wahrscheinlichkeit von X beim Auftreten von Y	\hat{X}	Scheitelwert
P_{ges}	Gesamtleistung	X	Polynom-Unbekannte
P_{st}	Störleistung	z	binäres Ausgangssignal eines log. Bauelements
P_n	Nutzleistung	\oplus	Addition modulo 2
q	Stellenzahl eines binären Kodewortes	$\delta(t)$	DIRAC-Impuls
Q_{inf}	Informationsmenge in bit	Δf	Bandbreite
$r(t)$	Störrauschen	$\Delta\varphi$	Phasenhub
R	Wirkwiderstand in Ohm	$\Delta\Omega$	Frequenzhub bei FM
$s_i(x) = \frac{\sin x}{x}$	Spaltfunktion	Δt	Abtast-Zeitintervall
sp	Matrix-Spalte	η	Wirkungsgrad, Einheitswurzel
$S(f)$	Leistungs-Spektrum	φ_0	Phasenwinkel
$S(X)$	Sendewort-Polynom	$\varphi_n(t)$	Standardsignal für Signalanalyse
t	Zeitvariable	$\varrho(\tau)$	normierte Korrel. Funktion
T	Zeitintervall, Impulsdauer	σ	Streuung, Charakter einer Gruppe
u_i	Nützlichkeitskoeff. von LONGO		

$\sigma = \operatorname{Re}(p) =$	Dämpfungskonstante	Ω	Hochfrequenz, Trägerfrequenz
τ	Zeitverzögerung, Zeitdifferenz	χ	Charakter einer dyadischen Gruppe
$\omega = 2\pi f$	Kreisfrequenz (auch abgekürzt als Frequenz im Text bezeichnet)	$\chi(\tau, \Delta\Omega)$	AMBIGUITY-Funktion
ω	Niederfrequenz	$\Psi(\tau)$	Korrelationsfunktion
		$\psi_n(t)$	LAGUERRE-Funktion

Bemerkung zur Begriffs-Definition (nach G. Fritzsche): Es werden die *Kenngrößen* aus den Meßwerten abgeleitet. Hierbei sind die *Kennwerte* als Funktionale und die *Kennfunktionen* (als parameterabhängige Kennwerte) zu unterscheiden.

Sachwortverzeichnis

- Abtast-Theorem 73
- Addition modulo 43
- A/D-Wandler 79
- Ambiguity-Funktion 128
- Amplituden-Begrenzung 142 ff.
- Amplituden-Diskretisierung 80
- Amplituden-Modulation 62 ff.
- Amplituden-Verteilung 87
- Analoge Systeme (Klassifiz.) 39
- Analyse von Systemen 5 ff.
- Angepaßte Filter 166
- Aspekt (informat.) 2
 - (algebraische) 13
- Autokorrelationsfunktion 116 ff.
- Average-Verfahren 152

- Bandbreite-Bedarf 81
- BARKER-Code 130
- Basis-Polynom 49
- Bayer-Formel 12
- Bit 13
- Black-box 23
- Breitband-Signale 124
- Breitband-Spektrum 119

- Cepstrum-Analyse 134
- Charaktere 100

- Differenzier-Glied 28
- Diskretisierung 73 ff.
- Dyadische Gruppe 98

- Einzel-Analyse 84
- Erwartungswerte 10 ff.

- Faltung (diskret) 50
- Faltungen-Integral 24
- Faltungsprodukt 25, 36
- Fehlerkorrektur-Codes 176
- FOURIER-Analyse 90
- Frequenz-Beschreibung 26
- Frequenzgang 26
- Frequenzmodulation 66, 157
- Funktionstransformation 32

- GAUSS-Prozeß 87
- Geschwindigkeitsmessung 127 ff.
- Gewichtsfunktion 24 ff.

- HAAR-Funktions-Analyse 105
- HAMMING-Abstand 98, 174
- Hilfs-Signal-Verfahren 143
- Hochpaßfilterung 28

- Impuls-Kompression 167
- Informations-Entropie 16
- Informations-Fluß 14 ff.
- Informations-Gehalt 15 ff.
- Informations-Reduktion 4
- Informations-Verarbeitung durch Meßstrecken 54, 58
- Informations-Polynom 49
- Informations-Wort 49
- Informations-Verarbeitung 22, 57
- Informationsverarbeitende Systeme 21, 54
- Instationäre Prozesse 108
- Integrator 27

- Kenngrößen-Bildung 82
- Kenngrößen (prozeßrelevante) 55

- Klassifizierung von meßwertverarbeit.
 Systemen 53
 Kodierungs-Aufwand 15, 17
 Kodierungs-Redundanz 174
 Kohärenz-Selektion 165
 Komponentenerlegung 90
 Korrelations-Analyse 113ff.
 Korrelations-Analyse (Klassifizierung) 129,
 133
 Korrelations-Peilung 126
 Korrelations-Verfahren (Störfestigkeit) 160

 LAGUERRE-Funktionen 105
 Laufzeit-Selektion 163
 Leistungs-Spektrum 91, 119, 135
 Lineare Systeme 23, 36, 119
 logische Bauelemente 46ff.

 Matrizen-Multiplikation 45, 176
 Mehrfach-Verbund-Analyse 138ff.
 Meßgeräte-Klassifikation 57
 Meßinformations-Theorie 3
 Meßdynamik, Meßstatik, Meßstochastik 3
 Meßkette (Aufgaben) 58
 Meßstrecke 3, 55, 58
 Meßtechnik 7
 Mittelwerte 83ff.
 Modellbildung 4, 6
 Multiplikator 38

 Nachlauf-Filter 123
 Normalverteilung 87
 Nulldurchgang-Analyse 144
 Nulldurchgang-Verteilung 123
 Nullphasenwinkel-Modulation 70

 Operatorenrechnung 31
 Optimierung 5
 Orthogonale Funktionen 92

 Parameter-Abschätzung 59
 Phasenhub 67
 Polaritätskorrelator 121, 143
 Polynom-Multiplikation 48, 181
 Prozeß-Analyse 1, 59
 Prozeß-Identifikation 55
 Prozeß-Kenngrößen 85
 Prozeß-Kontrolle 55
 Prozeß-Wandlung 140, 145
 Puls-Code-Modulation 72
 Puls-Dauer-Modulation 67, 142
 Puls-Phasen-Modulation 67

 Quefrency 135

 Randbedingungen 57
 Rauschzahl 154

 Schaltalgebra 42
 Segmente 93
 Seitenband-Bedarf 69
 Seitenfrequenzen 65ff.
 Selbstinformation 18
 Sende-Polynom 49
 Sequenz-Begriff 97
 Signal 1
 Signal-Entdeckung 59
 Sprachlaute 127
 Stochast. Prozeß 1
 Störabstand, Störpegel 152
 Störfreiung 149
 Störeinflüsse 60, 147
 Superpositions-Gesetz 32
 Symbol, Symbolfluß 13ff.
 Synthese 5ff., 25

 Tiefpaß 27

 Verbund-Analyse 84, 112
 Verbundsystem 35ff., 112, 122
 Verbund-Wahrscheinlichkeit 11, 120
 Vierergruppe 99

 Wahrscheinlichkeit 8, 12
 Wahrscheinlichkeitsdichte 10
 WALSH-Analyse, WALSH-Funktionen 90ff.
 WIENER-CHINTSCHIN-Theorem 118

 Zeitdiskretisierung 73
 Zufallsgröße, -prozeß 8
 Zustandsgleichungen 30, 73