

**BAM** Bundesanstalt  
für Materialforschung  
und -prüfung, Berlin

## Forschungsbericht 175

### Lösung der HRR-Feld-Gleichungen der elastisch-plastischen Bruchmechanik

von W. Brocks, D. Klingbeil und J. Olschewski

unter Mitarbeit von S. Franz, M. Groenendijk, D. Neberg und A. Overbeck



Berlin 1990

## Aufgaben der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung ist als Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministers für Wirtschaft das technisch-wissenschaftliche Staatsinstitut der Bundesrepublik Deutschland für Werkstoffwissenschaften, Materialprüfung und Chemische Sicherheitstechnik. Dieser Komplex stellt in allen Industrieländern einen technologischen Schlüsselbereich dar, da Materialien als Konstruktions- und Funktionswerkstoffe die Grundlage der gesamten Technik bilden. Die Materialforschung, die zuverlässige, normgerechte und neutrale Prüfung sowie die sicherheitstechnische Beurteilung von Werkstoffen, Bauteilen und Konstruktionen sind wesentliche Voraussetzungen für eine leistungs- und wettbewerbsfähige Wirtschaft im Hinblick auf die Anforderungen an Qualität und Zuverlässigkeit technischer Produkte, Umweltschutzanforderungen und die Notwendigkeit der sparsamen Verwendung von Rohstoffen und Energie.

Die Ursprünge der BAM reichen bis in das Jahr 1870 zurück, in dem durch Erlaß des damaligen Preußischen Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten die Gründung einer Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt bei der Gewerbeakademie beschlossen wurde. 1895 erfolgte die Angliederung der im Jahre 1875 eingerichteten Prüfungsstation für Baumaterialien als neue Abteilung der Versuchsanstalt. Im Jahre 1904 kam es darüber hinaus zur Zusammenlegung mit der 1877 errichteten Chemisch-Technischen Versuchsanstalt zum Königlichen Materialprüfungsamt. Dessen erster Direktor, Adolf Martens (1850—1914), trat u. a. als Entdecker des nach ihm benannten Martensit-Gefüges von Stahl und als Mitbegründer sowie Vorsitzender (1896—1913) des „Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik“ hervor. Das Königliche Materialprüfungsamt, das im Jahre 1907 eine selbständige Behörde geworden war, wurde nach dem Ersten Weltkrieg dem Preußischen Ministerium für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung unterstellt. Es bestand als Staatliches Materialprüfungsamt (MPA) — bei ständiger Erweiterung seiner Aufgabenbereiche und Angliederung anderer Institutionen, wie z. B. der Reichs-Röntgenstelle — bis 1945.

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde dem MPA die im Jahre 1889 errichtete Chemisch-Technische Reichsanstalt (CTR) angeschlossen. Diese vereinigten Institutionen erhielten im Jahre 1954 den Status einer Bundesanstalt im Geschäftsbereich des Bundesministers für Wirtschaft, die seit 1956 den Namen „Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM)“ trägt und ab 1. 1. 1987 „Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)“ heißt.

Die Aufgaben der BAM wurden durch einen Erlaß des Bundesministers für Wirtschaft vom 1. September 1964 letztmalig festgelegt. Danach hat die Bundesanstalt die Aufgabe, Werkstoff- und Materialforschung entsprechend ihrer Zweckbestimmung zu betreiben und die Materialprüfung sowie die Chemische Sicherheitstechnik stetig weiter zu entwickeln. Die Ergebnisse ihrer und fremder wissenschaftlicher Arbeiten hat die Bundesanstalt zu sammeln, zu ordnen und der Allgemeinheit zugänglich und nutzbar zu machen. Für das Land Berlin hat die Bundesanstalt die Aufgaben eines staatlichen Materialprüfungsamtes. Auf Antrag steht die BAM Industriefirmen, Wirtschaftsverbänden, Verbrauchereinrichtungen sowie privaten Antragstellern zur Verfügung. Außerdem berät sie Bundesministerien und unterstützt Verwaltungsbehörden sowie Gerichte. Mit Institutionen ähnlicher Zielsetzung des In- und Auslandes, insbesondere den nationalen Schwesterinstituten, arbeitet die BAM eng zusammen. Daneben ist sie in die technische Zusammenarbeit mit verschiedenen Entwicklungsländern eingebunden. Die Mitarbeiter der Bundesanstalt wirken in zahlrei-

chen Fachgremien, gesetzgebenden Körperschaften und normensetzenden Institutionen an der Aufstellung von technischen Regeln und Sicherheitsbestimmungen mit und vertreten die Bundesrepublik Deutschland in internationalen und supranationalen Einrichtungen.

Aufgrund des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe, des Gesetzes über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, des Waffengesetzes sowie einer Reihe weiterer gesetzlicher Regelungen und Verordnungen hat die Bundesanstalt den Status einer Bundesoberbehörde. Damit erhalten die in diesem Zusammenhang erteilten Zulassungen, Richtlinien und Auflagen bundesweit gesetzlichen Charakter. Im Rahmen der genannten Gesetze obliegen der BAM u. a. die Prüfung von Stoffen und Konstruktionen für die Zulassung explosionsgefährlicher Stoffe und Sprengzubehör, die Zulassung der Bauart von Verpackungen und die Genehmigung der Beförderung von gefährlichen Gütern ohne Schutzbehälter. Ferner läßt die Bundesanstalt Raketenmunition und Geschosse mit pyrotechnischer Wirkung im zivilen Bereich zu und prüft die Vielzahl weiterer Produkte und Gegenstände im öffentlichen Interesse.

Mit nahezu 1.200 Mitarbeitern, darunter etwa 300 Wissenschaftlern unterschiedlicher naturwissenschaftlicher und technischer Fachrichtungen, befaßt sich die BAM in mehr als 100 Laboratorien damit, die chemischen, physikalischen und technologischen Eigenschaften von Werkstoffen zu bestimmen und Zusammenhänge zwischen Stoffkennwerten und Materialverhalten beim praktischen Einsatz aufzuklären. Dadurch werden Rohstoffe und Werte erhalten, Schäden vermindert und Unfälle verhütet. Das Arbeitsgebiet schließt alle technischen Materialien ein: Metalle, anorganische nichtmetallische Stoffe, insbesondere Baustoffe und keramische Werkstoffe, organische Stoffe wie Kautschuk, Kunststoffe, Textilien, Leder, Papier, Holz, aber auch Verbundwerkstoffe, technische Fluide und Gase sowie feste, flüssige und gasförmige explosionsfähige Stoffe. Für die Untersuchung von Materialien unter den verschiedensten Beanspruchungen, z. B. mechanischer, thermischer, tribologischer, chemischer, korrosiver oder biologischer Art, werden unterschiedlichste Meß-, Prüf- und Analysetechniken einschließlich zerstörungsfreier Prüfverfahren und Computertechniken eingesetzt. Durch Forschung und Entwicklung, Prüfung und Untersuchung sowie Beratung und Information dient die BAM dem Ziel, die Leistungsfähigkeit der Wirtschaft zu fördern, die technisch-wissenschaftlichen Erkenntnisse zu erweitern sowie die Lebensbedingungen zu sichern und zu verbessern.

Die Arbeitsergebnisse der BAM werden — soweit sie nicht vertraulicher Natur sind — in eigenen Publikationsreihen veröffentlicht:

- den „BAM-ZULASSUNGEN“, die jährlich mit 4 Ausgaben erscheinen und in denen die amtlichen Zulassungen der BAM veröffentlicht werden;
- dem Jahresbericht, der die Arbeitsschwerpunkte und die wichtigsten Erträge des jeweils vorausgegangenen Jahres ausführlich dokumentiert;
- den Forschungsberichten, die in unregelmäßiger Folge die Resultate wichtiger BAM-Forschungsvorhaben präsentieren.

Für weitere Information steht gerne BAM — 7.1 „Information und Öffentlichkeitsarbeit“, Tel.: 030 / 8104 7100, zur Verfügung.

ISSN 0938-5553  
ISBN 3-89429-022-6

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

# **Forschungsbericht 175**

## **Lösung der HRR-Feld-Gleichungen der elastisch-plastischen Bruchmechanik**

von W. Brocks, D. Klingbeil und J. Olschewski

unter Mitarbeit von S. Franz, M. Groenendijk, D. Neberg und A. Overbeck

Berlin 1990

112 Seiten, 10 Abbildungen, 1 Tabelle, Anhang

Herausgegeben von der  
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)  
Unter den Eichen 87, 1000 Berlin 45  
Telefon (030) 8104-1      Telex 183 261 bamb d  
Telefax (030) 8 112 029      Teletex 2 627-308 372=bamb

Copyright © 1990 by Wirtschaftsverlag NW  
Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven

Verlag und Vertrieb:  
Wirtschaftsverlag NW  
Verlag für neue Wissenschaft GmbH  
Postfach 10 11 10, 2850 Bremerhaven 1  
Telefon (0471) 46093-95

## Zusammenfassung

Die Differentialgleichungen des ebenen asymptotischen Spannungs- und Verzerrungsfeldes an einem Riß in potenzverfestigendem Material unter Modus-I-Belastung werden mit Hilfe der "Deformationstheorie" der Plastizität entsprechend der Theorie von HUTCHINSON, RICE & ROSENGREN hergeleitet und numerisch gelöst. Der vorliegende Bericht stellt die zugrunde liegende Theorie nachvollziehbar dar und beschreibt den numerischen Lösungsalgorithmus nach dem Mehrziel-Schießverfahren. Die Winkelfunktionen des Spannungs- und Verzerrungsfeldes werden graphisch und in zahlreichen Tabellen für verschiedene Verfestigungsexponenten, sowohl für den ebenen Verzerrungszustand als auch fr den ebenen Spannungszustand, dokumentiert.

## Summary

The differential equations of the plane asymptotic stress and strain field at a crack in a power law hardening material are derived by means of the deformation theory of plasticity according to the theory of HUTCHINSON, RICE & ROSENGREN and solved numerically. The report presents the underlying theory in a comprehensible way and describes the algorithm of a multiple shooting method which has been used for the numerical solution. The angular functions of the stress and strain field are documented in diagrams and a large number of tables for varying values of the hardening exponent and for both plane strain and plane stress.

## Schlagworte

Bruchmechanik - asymptotisches Rispitzenfeld - Modus I - tabellierte HRR-Lösungen - Deformationstheorie der Plastizität - ebener Verzerrungszustand - ebener Spannungszustand - Mehrziel-Schießverfahren



## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	7
2.	Die HRR-Feld-Gleichungen	9
2.1	Überblick	9
2.2	Materialgesetz	9
2.3	Gleichgewichtsbedingungen	11
2.4	Kompatibilitätsbedingungen	12
2.5	Singuläre Rißspitzenfelder	14
2.6	Das J-Integral als Rißspitzenintensität	18
2.7	Rißspitzenöffnung	22
3.	Numerische Lösung des Randwertproblems	24
4.	Ergebnisse	30
4.1	Diagramme	30
4.2	Tabellen	38
5.	Zusammenfassung	39
6.	Literatur	40
7.	Anhang	43
7.1	FORTRAN-Programm zur Lösung des Randwertproblems	43
7.2	Winkelfunktionen der HRR-Singularität	53
7.2.1	Ebener Verzerrungszustand	53
7.2.2	Ebener Spannungszustand	81





## 1. Einleitung

Die wohl wichtigste Aufgabe eines Ingenieurs in Entwicklung, Konstruktion und Produktion ist es, die Sicherheit und Zuverlässigkeit der seiner Verantwortung unterliegenden Maschinen, technischen Anlagen und Bauten zu realisieren und zu bewerten. Das umfaßt sowohl die zuverlässige Erfüllung einer technischen Funktion als auch der Ausschluß von Gefährdungen des Menschen und seiner Umwelt. Zwei zentrale Teilaspekte dieses allgemeinen Sicherheitskonzeptes sind die Tragsicherheit (Haltbarkeit) und die Funktionssicherheit (Gebrauchstauglichkeit). Ersteres meint die Sicherheit von Maschinen und Bauwerken gegen Versagen durch Gewalt- oder Ermüdungsbruch, unzulässige Verformungen oder Instabilität, letzteres die Sicherheit und Zuverlässigkeit, mit der eine technische Funktion erfüllt und gefährliche oder unerwünschte Betriebszustände vermieden werden.

Die Bewertbarkeit realer oder zum Zwecke einer Sicherheitsanalyse angenommener Versagensvorgänge erfordert die Kenntnis der den Versagensprozeß charakterisierenden Beanspruchungsgrößen, der werkstoffbedingten Beanspruchbarkeiten und eines Versagenskriteriums, das Beanspruchung und Beanspruchbarkeit in Relation setzt. Neben den klassischen Beanspruchungshypothesen der Elastizitäts- und Plastizitätstheorie haben bruchmechanische Versagenskonzepte zunehmend an sicherheitstechnischer Bedeutung gewonnen [1]. Hierbei werden die lokalen mechanischen Beanspruchungen in der Umgebung von Fehlerstellen in Bauteilen und Komponenten analysiert. Derartige Fehler sind herstellungs- oder betriebsbedingte Stellen hoher Spannungskonzentration, wie scharfe Kerben oder Risse, Einschlüsse oder Mikro-Hohlräume, Gefügeinhomogenitäten usw.

Die Berechnung von Spannungs- und Verzerrungszuständen an Kerben und Rissen bei elastischem oder elastisch-plastischem Materialverhalten ist naturgemäß mit hohem mathematischen Aufwand verbunden. Bahnbrechende Arbeit auf diesem Gebiet hat NEUBER [2] mit seiner "Kerbspannungslehre" geleistet, die bereits 1937 in erster Auflage erschien. Das Problem von Spannungssingularitäten in elastischen Materialien an Rissen, also Fehlerstellen mit "unendlich kleinem" Kerbradius, fand erst in den fünfziger Jahren durch die Arbeiten von WILLIAMS [3] und insbesondere von IRWIN [4, 5] Eingang in die Ingenieurwissenschaft, obwohl seine mathematische Lösung bereits mehr als ein Jahrzehnt zuvor von WESTERGAARD [6] und SNEDDON [7] bereitgestellt worden war. IRWINs Verdienst war es, mit dem "Spannungsintensitätskonzept" der linear elastischen Bruchmechanik (LEBM) eine ingenieurmäßig einfach handhabbare Theorie des Sprödbbruchversagens aufgestellt und außerdem den Zusammenhang zum wesentlich älteren energetischen Bruchkonzept von GRIFFITH [8] aufgezeigt zu haben. Nach IRWIN läßt sich das Spannungsfeld in der Umgebung der Rißspitze asymptotisch für  $r \rightarrow 0$  in der Form

$$\sigma_{ij}(r, \theta) = \sum_{m=I}^{III} \frac{1}{\sqrt{2\pi r}} K_m f_{ij}^m(\theta) \quad (1)$$

darstellen, wobei  $K_I$ ,  $K_{II}$ ,  $K_{III}$  die von der Bauteilgeometrie und der äußeren Belastung abhängigen "Spannungsintensitätsfaktoren" für die drei Rißöffnungsarten (Moden) I, II und III sind und  $f_{ij}^I(\theta)$ ,  $f_{ij}^{II}(\theta)$ ,  $f_{ij}^{III}(\theta)$  geometrie- und belastungsunabhängige, dimensionslose Winkelfunktionen als Lösungen des linearen Randwertproblems darstellen. Eine Energiebilanz für die rißbehaftete elastische Struktur liefert den Zusammenhang zwischen den das lokale Spannungsfeld beschreibenden Intensitätsfaktoren und der globalen "Energiefreisetzungsrate" oder dem "J-Integral"

$$J = \frac{1}{E'} \left[ K_I^2 + K_{II}^2 \right] + \frac{1}{2G} K_{III}^2 \quad (2)$$

Diese Zusammenführung des energetischen Konzepts mit dem Spannungsintensitätskonzept begründet die Gleichwertigkeit der Größen  $K$  und  $J$  als den Bruchvorgang beschreibende Beanspruchungsgrößen in der LEBM. Eine vergleichbar konsistente Theorie des Bruchversagens für elastisch-plastisches Materialverhalten wurde erst 1968 durch die Arbeiten von RICE [9], HUTCHINSON [10, 11]

und RICE & ROSENGREN [12] geliefert. Die nach den Initialen der Autoren benannte "HRR"-Feld-Theorie wird seither in der elastisch-plastischen Bruchmechanik (EPBM) häufig zur Bewertung von Spannungszuständen an der Rißspitze herangezogen und begründet die Bedeutung des J-Integrals als lokaler Beanspruchungsparameter, vgl. z. B. McMEEKING [13] und SHIH & GERMAN [14]. Darauf aufbauend haben KUMAR, GERMAN & SHIH [15] den sog. Engineering Approach begründet und entsprechend dem Handbuch der Spannungsintensitätsfaktoren der LEBM von TADA, PARIS & IRWIN [16] ein Handbuch zur Ermittlung des J-Integrals in der EPBM für eine Anzahl von Proben- und Bauteilgeometrien mit Rissen zusammengestellt.

Das mit Hilfe der Deformationstheorie der Plastizität für potenzförmig verfestigendes Material formulierte Randwertproblem des HRR-Feldes ist verständlicherweise wesentlich komplizierter als das der LEBM. Es führt auf eine nichtlineare Differentialgleichung vierter Ordnung, die nicht mehr analytisch lösbar ist. Trotz der grundlegenden Bedeutung der HRR-Gleichungen und ihrer häufigen Zitierung in der bruchmechanischen Fachliteratur existieren kaum Hinweise, wie eine numerische Lösung des Randwertproblems durchgeführt werden kann, geschweige denn, daß diese Lösungen in geeigneter Form für den Ingenieur vorliegen würden. Zwar hat SHIH [17] Tabellen der HRR-Feldgrößen aufgestellt, jedoch sind diese lediglich als Forschungsbericht einer Universität in den USA erschienen und damit für den deutschen Benutzer praktisch nicht verfügbar. Der vorliegende Forschungsbericht will diese Lücke schließen, indem er sowohl die zugrunde liegende Theorie nachvollziehbar darstellt (Abschnitt 2) als auch den numerischen Lösungsalgorithmus beschreibt (Abschnitt 3 und Anhang 1) und schließlich die Ergebnisse dokumentiert (Abschnitt 4 und Anhang 2).

## 2. Die HRR-Feld-Gleichungen

### 2.1 Überblick

In der elastisch-plastischen Bruchmechanik sind zur Lösung des GRIFFITH-Problems bei elastisch-plastischem Materialverhalten, d. h. der unter Mode I-Belastung stehenden Scheibe mit Riß, zwei Wege aufgezeigt worden, die allerdings eine Idealisierung des realen Materialverhaltens notwendig machten. Eine Lösungsweg beruht auf der Anwendung der Fließlinientheorie [18] und führt unter der Voraussetzung **starr-idealplastischen** Materialverhaltens zu einer Spannungsverteilung in der Umgebung der Rißspitze von der Form des PRANDTL-Feldes [19]. Der zweite Lösungsweg basiert auf der sog. HRR-Theorie, wie sie von HUTCHINSON [10, 11] und RICE & ROSENGREN [12] entwickelt wurde. Die in dieser Theorie verwendeten Voraussetzungen ermöglichen es, asymptotische Lösungen des Randwertproblems anzugeben, die analog der asymptotischen Darstellung (1) der Lösung des elastischen Randwertproblems von SNEDDON [7] und WILLIAMS [3] das Rißspitzen-Nahfeld bestimmen.

Die Voraussetzungen der HRR-Theorie sind im einzelnen:

- ebene Formulierung als ebener Verzerrungszustand bzw. ebener Spannungszustand,
- kleine Deformationen,
- hyperelastisches Materialverhalten (RAMBERG-OSGOOD-Formulierung),
- Mode I-Belastung,
- asymptotische Entwicklung der Lösung unter Vernachlässigung linearer Terme gegenüber den nichtlinearen.

Die ebene Formulierung gestattet es, lediglich Grenzfälle der realen dreidimensionalen Rißsituation zu betrachten. Eine Beschränkung auf kleine Deformationen verhindert die Erfassung von Einflüssen auf das Rißspitzenfeld, die sich aus einer Ausrundung der Rißspitze (crack tip blunting) ergeben. Mit der Approximation des elastisch-plastischen Materialverhaltens durch hyperelastisches, d. h. nichtlinear-elastisches, Materialverhalten wird die Anwendung auf monotone Belastungsvorgänge beschränkt, d. h. Spannungsumlagerungen, wie sie bei einem Rißfortschritt auftreten, können nicht erfaßt werden. Die Verwendung eines finiten hyperelastischen Stoffgesetzes, d. h. die Anwendung der Deformationstheorie der Plastizität auf das Rißproblem, gestattet es, das J-Integral [9] als den Intensitätsparameter des Rißspitzenfeldes zu benutzen, in ähnlicher Weise wie den K-Faktor im linear-elastischen Fall. Eine möglichst einfache Beschreibung des Verfestigungsverhaltens liegt in der Potenzgesetz-Darstellung der Spannung-Dehnung-Kurve nach RAMBERG & OSGOOD [20] war.

Von der Vielzahl von Arbeiten, in denen diese Voraussetzungen modifiziert wurden, seien nur einige erwähnt. So z. B. die Arbeit von AMAZIGO & HUTCHINSON [21], in der Werkstoffe mit linearer Verfestigung betrachtet werden. Mode II-Probleme wurden u. a. von SHIH [40] untersucht. Zum Problem des fortschreitenden Risses sei auf CASTAÑEDA [22] verwiesen. Der Einfluß großer Deformationen (crack tip blunting) ist von McMEEKING & RICE [23] analysiert worden. Schließlich sei noch angemerkt, daß mit der Potenzgesetz-Beschreibung des Materialverhaltens auch die Klasse der geschwindigkeits-abhängigen Werkstoffe vom NORTON-Typ, s. dazu RIEDEL & RICE [24], erfaßt wurden.

### 2.2 Materialgesetz

Das durch die Spannung-Dehnung-Kurve des einachsigen Zugversuches charakterisierte Materialverhalten wird in Anlehnung an RAMBERG & OSGOOD [20] durch einen Potenzansatz

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\sigma_0} + \alpha \left[ \frac{\sigma}{\sigma_0} \right]^n \quad (3)$$

approximiert. Die Normierungsfaktoren  $\varepsilon_0$  und  $\sigma_0$  werden zweckmäßigerweise durch die im Zugversuch ermittelte Fließgrenze  $R_{eL}$  und die dazugehörige Dehnung, d. h.

$$\sigma_0 = R_{eL} \quad , \quad \varepsilon_0 = R_{eL}/E \quad , \quad (4)$$

festgelegt. Bei vorgegebenen  $E$ ,  $R_{eL}$  und  $\alpha$  ist das Verfestigungsverhalten allein durch den Exponenten  $n$  bestimmt, der in den Grenzfällen  $n = 1$  linear-elastisches Verhalten und für  $n \rightarrow \infty$  idealplastisches Verhalten beschreibt, siehe dazu auch Bild 2.1.

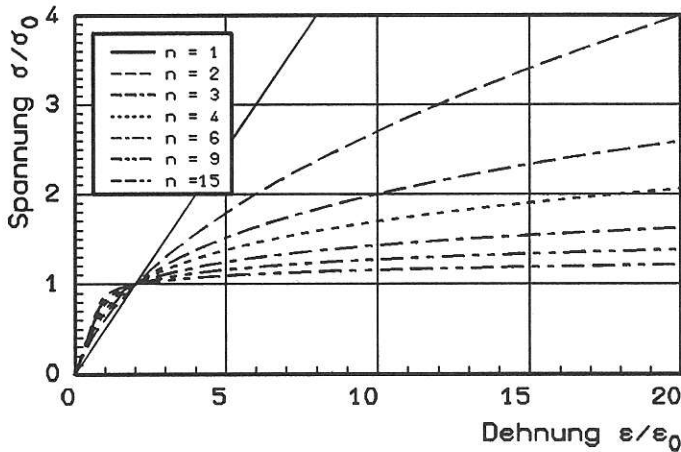


Bild 2.1:  
Verfestigungskurven nach  
RAMBERG-OSGOOD ( $\alpha = 1$ )

Eine dreidimensional verallgemeinerte Form des Ansatzes (3) lautet

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1+\nu}{E} \sigma'_{ij} + \frac{1-2\nu}{3E} \sigma_{kk} \delta_{ij} + \frac{3}{2} \alpha \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \frac{\sigma'_{ij}}{E} \quad (5)$$

Hierin ist

$$\sigma'_{ij} = \sigma_{ij} - \frac{1}{3} \sigma_{kk} \delta_{ij} \quad (6)$$

der Spannungsdeviator und

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{3}{2} \sigma'_{ij} \sigma'_{ij}} \quad (7)$$

die von MISESSche Vergleichsspannung.

Für die HRR-Theorie werden die für den ebenen Spannungszustand (ESZ) bzw. ebenen Verzerungszustand (EVZ) gültigen Formen gesucht

- ESZ:  $\sigma_{zz} = 0$  ,  $\sigma_{rz} = 0$  ,  $\sigma_{\theta z} = 0$

$$\varepsilon_{rr} = \frac{1}{E} (\sigma_{rr} - \nu \sigma_{\theta\theta}) + \alpha \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \frac{1}{E} \left[ \sigma_{rr} - \frac{1}{2} \sigma_{\theta\theta} \right]$$

$$\varepsilon_{\theta\theta} = \frac{1}{E} (\sigma_{\theta\theta} - \nu \sigma_{rr}) + \alpha \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \frac{1}{E} \left[ \sigma_{\theta\theta} - \frac{1}{2} \sigma_{rr} \right]$$

$$\varepsilon_{r\theta} = \frac{1+\nu}{E} \sigma_{r\theta} + \frac{3}{2} \alpha \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \frac{\sigma_{r\theta}}{E} \quad (8)$$

- EVZ:  $\varepsilon_{zz} = 0$  ,  $\varepsilon_{rz} = 0$  ,  $\varepsilon_{\theta z} = 0$

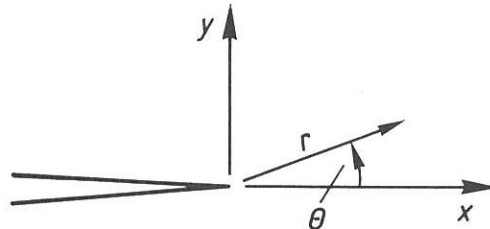
$$\varepsilon_{rr} = \frac{1}{E} [\sigma_{rr} - \nu(\sigma_{\theta\theta} + \sigma_{zz})] + \alpha \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \frac{1}{E} \left[ \sigma_{rr} - \frac{1}{2} (\sigma_{\theta\theta} + \sigma_{zz}) \right]$$

$$\varepsilon_{\theta\theta} = \frac{1}{E} [\sigma_{\theta\theta} - \nu(\sigma_{rr} + \sigma_{zz})] + \alpha \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \frac{1}{E} \left[ \sigma_{\theta\theta} - \frac{1}{2} (\sigma_{rr} + \sigma_{zz}) \right]$$

$$\varepsilon_{r\theta} = \frac{1+\nu}{E} \sigma_{r\theta} + \frac{3}{2} \alpha \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \frac{\sigma_{r\theta}}{E}$$

$$\sigma_{zz} = \frac{\nu + \frac{\alpha}{2} \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1}}{1 + \alpha \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1}} (\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta}) = \kappa (\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta}) \quad (9)$$

In den Darstellungen (8) und (9) ist auf ein Polarkoordinatensystem  $(r, \theta)$  bezug genommen, mit dem im folgenden die Rißspitzenumgebung beschrieben wird.



Die in den Materialgleichungsdarstellungen (8) und (9) benutzte Vergleichsspannung berechnet sich zu

- ESZ:

$$\sigma_v^2 = \sigma_{rr}^2 - \sigma_{rr} \sigma_{\theta\theta} + \sigma_{\theta\theta}^2 + 3\sigma_{r\theta}^2, \quad (10)$$

- EVZ:

$$\sigma_v^2 = \sigma_{rr}^2 + \sigma_{\theta\theta}^2 + \sigma_{zz}^2 - \sigma_{rr} \sigma_{\theta\theta} - (\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta}) \sigma_{zz} + 3\sigma_{r\theta}^2. \quad (11)$$

Bei Vernachlässigung linearer Terme in (9)<sub>4</sub>, d. h.

$$\sigma_{zz} = \frac{1}{2} (\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta}), \quad (12)$$

ergibt sich

$$\sigma_v^2 = \frac{3}{4} (\sigma_{rr} - \sigma_{\theta\theta})^2 + 3\sigma_{r\theta}^2. \quad (13)$$

### 2.3 Gleichgewichtsbedingungen

Im ebenen Fall wird das Gleichgewicht durch die zwei Gleichungen

$$\frac{\partial \sigma_{rr}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{r\theta}}{\partial \theta} + \frac{1}{r} (\sigma_{rr} - \sigma_{\theta\theta}) = 0$$

$$\frac{\partial \sigma_{r\theta}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{\theta\theta}}{\partial \theta} + 2 \frac{\sigma_{r\theta}}{r} = 0 \quad (14)$$

gefordert. Mit der Einführung einer AIRYSchen Spannungsfunktion  $\phi(r, \theta)$  gemäß

$$\sigma_{rr} = \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial \theta^2} \stackrel{1)}{=} \frac{1}{r} \phi' + \frac{1}{r^2} \ddot{\phi},$$

1) Hierbei ist die folgende abkürzende Schreibweise verwendet worden:

$$\frac{\partial}{\partial r} ( ) = ( )', \quad \frac{\partial}{\partial \theta} ( ) = ( )''.$$

$$\sigma_{r\theta} = -\frac{\partial}{\partial r} \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial \theta} \right] = -\left[ \frac{1}{r} \dot{\phi} \right]',$$

$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2} = \phi'' \quad (15)$$

lassen sich die Gleichgewichtsbedingungen (14) identisch befriedigen.

Die Bestimmungsgleichungen für  $\phi(r, \theta)$  liefern die

## 2.4 Kompatibilitätsbedingungen

des ebenen Zustands

$$\frac{1}{r} (r \varepsilon_{\theta\theta})'' + \frac{1}{r^2} \ddot{\varepsilon}_{rr} - \frac{1}{r} \varepsilon_{rr}' - \frac{2}{r^2} (r \dot{\varepsilon}_{r\theta})' = 0 . \quad (16)$$

Dazu müssen zunächst die Verzerrungen in (16) mit Hilfe der Stoffgesetze (8) bzw. (9) zugunsten der Spannungen eliminiert werden. Ersetzt man die Spannungen anschließend unter Verwendung von (15) durch  $\phi$ , so ergeben sich die folgenden nichtlinearen partiellen Differentialgleichungen für  $\phi(r, \theta)$ :

- ESZ:

$$\begin{aligned} & \Delta \Delta \phi + \\ & + \alpha \left\{ \frac{1}{r} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \left[ r \phi'' - \frac{1}{2} (\phi' + \frac{1}{r} \ddot{\phi}) \right] \right]'' + \right. \\ & + \frac{3}{r^2} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} r \left[ \frac{1}{r} \dot{\phi} \right]' \right]' + \\ & + \frac{1}{r} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \left[ \frac{1}{2} \phi'' - \frac{1}{r} \phi' - \frac{1}{r^2} \ddot{\phi} \right] \right]' + \\ & \left. + \frac{1}{r^2} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \left[ \frac{1}{r} \phi' + \frac{1}{r^2} \ddot{\phi} - \frac{1}{2} \phi'' \right] \right]'' \right\} \\ & = 0 , \quad (17) \end{aligned}$$

- EVZ:

$$\begin{aligned} & \Delta \Delta \phi + \frac{\nu}{r} \left[ \kappa \left[ r \phi'' + \phi' + \frac{1}{r} \ddot{\phi} \right] \right]'' - \\ & - \frac{\nu}{r^2} \left[ \kappa \left[ \frac{1}{r} \phi' + \frac{1}{r^2} \ddot{\phi} + \phi'' \right] \right]'' + \frac{\nu}{r} \left[ \kappa \left[ \frac{1}{r} \phi' + \frac{1}{r^2} \ddot{\phi} + \phi'' \right] \right]' + \\ & + \alpha \left\{ \frac{1}{r} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \left[ \left(1 - \frac{\kappa}{2}\right) r \phi'' - \frac{1}{2} (1 + \kappa) (\phi' + \frac{1}{r} \ddot{\phi}) \right] \right] \right\}'' + \\ & + \frac{1}{r^2} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \left[ \left(1 - \frac{\kappa}{2}\right) \left(\frac{1}{r} \phi' + \frac{1}{r^2} \ddot{\phi}\right) - \frac{1}{2} (1 + \kappa) \phi'' \right] \right]'' + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& - \frac{1}{r} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \left[ \left(1 - \frac{\kappa}{2}\right) \left(\frac{1}{r} \phi' + \frac{1}{r^2} \ddot{\phi}\right) - \frac{1}{2} (1 + \kappa) \phi'' \right] \right]' + \\
& + \frac{3}{r^2} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} r \left[ \frac{1}{r} \dot{\phi} \right]' \right]'
\end{aligned}$$

$$= 0 \quad (18)$$

Interessiert man sich speziell für das Reißspitzennahfeld, so ist die Annahme berechtigt, die in den Spannungen linearen Verzerrungsanteile gegenüber den nichtlinearen Anteilen zu vernachlässigen, so daß aus (17) und (18)

- ESZ:

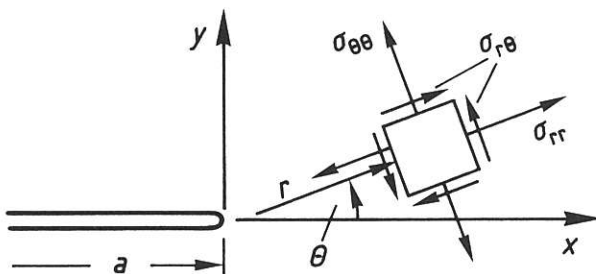
$$\begin{aligned}
& \frac{1}{r} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \left[ r \phi'' - \frac{1}{2} \left(\phi' + \frac{1}{r} \ddot{\phi}\right) \right] \right]'' + \\
& + \frac{3}{r^2} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} r \left[ \frac{1}{r} \dot{\phi} \right]' \right]'' + \\
& + \frac{1}{r} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \left[ \frac{1}{2} \phi'' - \frac{1}{r} \phi' - \frac{1}{r^2} \ddot{\phi} \right] \right]' + \\
& + \frac{1}{r^2} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \left[ \frac{1}{r} \phi' + \frac{1}{r^2} \ddot{\phi} - \frac{1}{2} \phi'' \right] \right]'' = 0, \quad (19)
\end{aligned}$$

- EVZ:  $\kappa = \frac{1}{2}$ , gemäß (12)

$$\begin{aligned}
& \frac{1}{r^2} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \left[ \frac{1}{r} \phi' + \frac{1}{r^2} \ddot{\phi} - \phi'' \right] \right]'' - \\
& - \frac{1}{r} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \left[ \phi' + \frac{1}{r} \ddot{\phi} - r \phi'' \right] \right]'' - \\
& - \frac{1}{r} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \left[ \frac{1}{r} \phi' + \frac{1}{r^2} \ddot{\phi} - \phi'' \right] \right]' + \\
& + \frac{4}{r^2} \left[ \left[ \frac{\sigma_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} r \left[ \frac{1}{r} \dot{\phi} \right]' \right]'' = 0 \quad (20)
\end{aligned}$$

folgt.

Der spannungsfreie Reißrand ( $\sigma_{\theta\theta} = 0, \sigma_{r\theta} = 0$ )



ist mit Hilfe von (15), durch die in  $\phi$  formulierten Randbedingungen,

$$\begin{aligned}\phi(0 \leq r \leq a, \theta = \pm\pi) &= 0, \\ \dot{\phi}(0 \leq r \leq a, \theta = \pm\pi) &= 0,\end{aligned}\tag{21}$$

zu realisieren.

Die äußere Berandung der Scheibe, auf der die Belastung aufgeprägt wird, ist für die Untersuchung des Rißspitzengeschehens ohne Belang, solange nicht dadurch die der vorausgesetzten Mode I-Beanspruchung innewohnende Symmetrie gestört wird.

## 2.5 Singuläre Rißspitzenfelder

Im Hinblick auf eine asymptotische Lösung der DGLen (19) bzw. (20) wird ein Ansatz der Form

$$\phi(r, \theta) = K_{\sigma} r^s \tilde{\phi}(\theta)\tag{22}$$

gemacht. Dabei wird verlangt, daß (22) die Randbedingung (21) erfüllt und für  $r \rightarrow \infty$  zu abklingenden Spannungs- und Verzerrungsfeldern führt. Eine Separation der Variablen, wie in (22) vorgenommen, ist durch die Struktur der DGLen (19) bzw. (20) möglich. Die Potenz in  $r$ , d. h. der Exponent  $s$ , stellt nur den dominierenden singulären Term einer allgemeineren Potenzreihenentwicklung in  $r$  dar.

Eine Abschätzung des aus der homogenen Randwertaufgabe (21) mit (19) bzw. (20) resultierenden Eigenwertes  $s$  kann mit Hilfe der Spannungen vorgenommen werden. Dazu wird (22) in (15) eingesetzt:

$$\begin{aligned}\sigma_{rr} &= K_{\sigma} r^{s-2} (s \ddot{\tilde{\phi}} + \tilde{\phi}''') = K_{\sigma} r^{s-2} \tilde{\sigma}_{rr}(\theta), \\ \sigma_{r\theta} &= K_{\sigma} r^{s-2} (1-s) \dot{\tilde{\phi}} = K_{\sigma} r^{s-2} \tilde{\sigma}_{r\theta}(\theta), \\ \sigma_{\theta\theta} &= K_{\sigma} r^{s-2} s(s-1) \tilde{\phi} = K_{\sigma} r^{s-2} \tilde{\sigma}_{\theta\theta}(\theta).\end{aligned}\tag{23}$$

Auch die Vergleichsspannung hat die gleiche Struktur

- ESZ:

$$\begin{aligned}\sigma_v &= K_{\sigma} r^{s-2} (\tilde{\sigma}_{rr}^2 - \tilde{\sigma}_{rr} \tilde{\sigma}_{\theta\theta} + \tilde{\sigma}_{\theta\theta}^2 + 3\tilde{\sigma}_{r\theta}^2)^{1/2} \\ &= K_{\sigma} r^{s-2} \tilde{\sigma}_v(\theta),\end{aligned}\tag{24}$$

- EVZ: gemäß (13)

$$\begin{aligned}\sigma_v &= K_{\sigma} r^{s-2} \left[ \frac{3}{4} (\tilde{\sigma}_{rr} - \tilde{\sigma}_{\theta\theta})^2 + 3\tilde{\sigma}_{r\theta}^2 \right]^{1/2} \\ &= K_{\sigma} r^{s-2} \tilde{\sigma}_v(\theta),\end{aligned}\tag{25}$$

die allgemein

$$\sigma_{ij} = K_{\sigma} r^{s-2} \tilde{\sigma}_{ij}(\theta)\tag{26}$$

mit einem nur von  $\theta$  abhängigen Anteil  $\tilde{\sigma}_{ij}$  geschrieben werden kann.

Damit der Ansatz (22) das singuläre Rißspitzengeschehen beschreibt, muß sicherlich  $s < 2$  sein. Andererseits sollte die Verzerrungsenergie  $w$ , die in einer die Rißspitze enthaltenen Kreisscheibe mit Radius  $r_0 > 0$  gespeichert ist, endlich sein. Dies impliziert (s. dazu auch [11])



$$\sigma_{ij} \varepsilon_{ij} \sim \frac{\tilde{w}(\theta)}{r}, \quad (27)$$

woraus unter Anwendung von (5) und (7) die Abschätzung

$$\frac{2n}{n+1} \leq s < 2 \quad (28)$$

abgeleitet werden kann.

Mit dem Separationsansatz (22) ist darüber hinaus das durch die partiellen DGLen (19) bzw. (20) formulierte Problem auf die Lösung von gewöhnlichen DGLen für den nur noch von der Koordinate  $\theta$  abhängigen Anteil  $\tilde{\sigma}(\theta)$  der AIRYschen Spannungsfunktion  $\phi(r, \theta)$  reduziert worden:

- ESZ:

$$\begin{aligned} & \left[ n(s-2) - \frac{d^2}{d\theta^2} \right] \left[ \left[ \frac{\tilde{\sigma}_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \left[ s(s-3) \tilde{\phi} - 2 \ddot{\tilde{\phi}} \right] \right] + \\ & + \left[ n(s-2) + 1 \right] n(s-2) (s(2s-3) \tilde{\phi} - \ddot{\tilde{\phi}}) \left[ \frac{\tilde{\sigma}_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} + \\ & + 6(n(s-2) + 1)(s-1) \left[ \left[ \frac{\tilde{\sigma}_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \dot{\tilde{\phi}} \right] \\ & = 0 \end{aligned} \quad (29)$$

- EVZ:

$$\begin{aligned} & \left[ \left[ \frac{\tilde{\sigma}_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} (\ddot{\tilde{\phi}} - s(s-2) \tilde{\phi}) \right]'' - \\ & - n(s-2)(n(s-2) + 2) \left[ \frac{\tilde{\sigma}_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} (\ddot{\tilde{\phi}} - s(s-2) \tilde{\phi}) + \\ & + 4(s-1)(n(s-2) + 1) \left[ \left[ \frac{\tilde{\sigma}_v}{\sigma_o} \right]^{n-1} \dot{\tilde{\phi}} \right]' \\ & = 0 \end{aligned} \quad (30)$$

Die Randbedingungen (21) lassen sich auf  $\tilde{\phi}(\theta)$  übertragen

$$\begin{aligned} \tilde{\phi}(\theta = \pm\pi) &= 0, \\ \dot{\tilde{\phi}}(\theta = \pm\pi) &= 0, \end{aligned} \quad (31)$$

die unter Ausnutzung der Symmetrie der Mode I-Belastung auch wie folgt formuliert werden können

$$\begin{aligned} \tilde{\phi}(\theta = \pi) &= 0, \\ \dot{\tilde{\phi}}(\theta = \pi) &= 0, \\ \dot{\tilde{\phi}}(\theta = 0) &= 0, \\ \ddot{\tilde{\phi}}(\theta = 0) &= 0. \end{aligned} \quad (32)$$

In den nichtlinearen DGLen (29) und (30) kann ein gemeinsamer Faktor

$$\left[ \frac{\tilde{\sigma}_v}{\sigma_o} \right]^{n-1}$$

abgespalten werden. Nach der höchsten Ableitung aufgelöst, ergibt sich:

- ESZ:

$$\begin{aligned} & \left[ 2 \tilde{\sigma}_v^2 + \frac{n+1}{2} (s(3-s) \ddot{\tilde{\phi}} + 2\ddot{\tilde{\phi}}^2) \right] \overset{\dots}{\tilde{\phi}} = \\ & = (s(s-3) \ddot{\tilde{\phi}} - 2 \ddot{\tilde{\phi}}) \left[ \frac{(n-1)(n-3)}{4} \frac{(\tilde{\sigma}_v^2)' (\tilde{\sigma}_v^2)'}{\tilde{\sigma}_v^2} + \right. \\ & \quad + \frac{n-1}{2} \left[ 2 \overset{\dots}{\tilde{\phi}}^2 + (s(3-s) + 6(1-s)^2) \overset{\cdot}{\tilde{\phi}} \overset{\dots}{\tilde{\phi}} + \right. \\ & \quad \quad + 2s(3-s) \overset{\cdot}{\tilde{\phi}} \overset{\cdot}{\tilde{\phi}} + 6(1-s)^2 \overset{\cdot}{\tilde{\phi}}^2 + \\ & \quad \quad \left. \left. + 2s^2(s^2 - 3s + 3) (\overset{\cdot}{\tilde{\phi}} \overset{\cdot}{\tilde{\phi}} + \overset{\cdot}{\tilde{\phi}}^2) \right] \right] - \\ & - (\tilde{\sigma}_v^2)' \left[ 3(n(s-2) + 1)(s-1)(n-1) \overset{\cdot}{\tilde{\phi}} + \right. \\ & \quad \left. + (n-1)(2 \overset{\cdot}{\tilde{\phi}} - s(s-3) \overset{\cdot}{\tilde{\phi}}) \right] - \\ & - (\tilde{\sigma}_v^2) \left[ n(s-2)(s(s-3) \ddot{\tilde{\phi}} - 2\ddot{\tilde{\phi}}) - s(s-3) \overset{\cdot}{\tilde{\phi}} + \right. \\ & \quad + (n(s-2) + 1)n(s-2)(s(2s-3) \overset{\cdot}{\tilde{\phi}} - \overset{\cdot}{\tilde{\phi}}) + \\ & \quad \left. + 6(n(s-2) + 1)(s-1) \overset{\cdot}{\tilde{\phi}} \right] \end{aligned} \tag{33}$$

- EVZ:

$$\begin{aligned} & \left[ \tilde{\sigma}_v^2 + \frac{3}{4} (n-1) (\overset{\cdot}{\tilde{\phi}} + s(2-s) \ddot{\tilde{\phi}})^2 \right] \overset{\dots}{\tilde{\phi}} = \\ & = - \frac{(n-1)(n-3)}{4} (\overset{\cdot}{\tilde{\phi}} + s(2-s) \ddot{\tilde{\phi}}) \frac{(\tilde{\sigma}_v^2)' (\tilde{\sigma}_v^2)'}{\tilde{\sigma}_v^2} - \\ & - (\tilde{\sigma}_v^2)' \frac{n-1}{2} \left[ 2 \overset{\cdot}{\tilde{\phi}} + \left[ 2s(2-s) - 4(s-1)(1-n(2-s)) \right] \overset{\cdot}{\tilde{\phi}} \right] \\ & - \tilde{\sigma}_v^2 \left[ \left[ s(2-s) + 4(s-1)(1-n(2-s)) \right] \overset{\cdot}{\tilde{\phi}} + \right. \\ & \quad \left. + n(2-s)(2-n(2-s)) (\overset{\cdot}{\tilde{\phi}} + s(2-s) \ddot{\tilde{\phi}}) \right] - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& - \frac{n-1}{2} \left[ \ddot{\tilde{\phi}} + s(2-s) \tilde{\phi} \right] \left[ \frac{3}{2} \left[ \ddot{\tilde{\phi}} + s(2-s) \tilde{\phi} \right]^2 + \right. \\
& \quad \left. + 6(s-1)^2 (\dot{\tilde{\phi}}^2 + \dot{\tilde{\phi}} \ddot{\tilde{\phi}}) + \right. \\
& \quad \left. + \frac{3}{2} \left[ s(2-s) \tilde{\phi} + \ddot{\tilde{\phi}} \right] s(2-s) \ddot{\tilde{\phi}} \right] \quad (34)
\end{aligned}$$

Die in den DGLen (33) und (34) einzusetzenden Ausdrücke für die Vergleichsspannung  $\tilde{\sigma}_v(\theta)$  bzw. deren Ableitung lauten:

- ESZ:

$$\begin{aligned}
\tilde{\sigma}_v^2 &= s^2 (s^2 - 3s + 3) \tilde{\phi}^2 + 3(1-s)^2 \dot{\tilde{\phi}}^2 + \\
& \quad + s(3-s) \tilde{\phi} \ddot{\tilde{\phi}} + \ddot{\tilde{\phi}}^2 \quad (35)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
(\tilde{\sigma}_v^2)' &= 2s^2 (s^2 - 3s + 3) \tilde{\phi} \dot{\tilde{\phi}} + 6(1-s)^2 \dot{\tilde{\phi}} \ddot{\tilde{\phi}} + \\
& \quad + s(3-s) \dot{\tilde{\phi}} \ddot{\tilde{\phi}} + s(3-s) \tilde{\phi} \ddot{\tilde{\phi}} + 2\dot{\tilde{\phi}} \ddot{\tilde{\phi}} \quad (36)
\end{aligned}$$

- EVZ:

$$\tilde{\sigma}_v^2 = \frac{3}{4} \left[ s(2-s) \tilde{\phi} + \ddot{\tilde{\phi}} \right]^2 + 3(1-s)^2 \dot{\tilde{\phi}}^2 \quad (37)$$

$$\begin{aligned}
(\tilde{\sigma}_v^2)' &= \frac{3}{2} \left[ s(2-s) \tilde{\phi} + \ddot{\tilde{\phi}} \right] \left[ s(2-s) \dot{\tilde{\phi}} + \ddot{\tilde{\phi}} \right] + \\
& \quad + 6(1-s)^2 \dot{\tilde{\phi}} \ddot{\tilde{\phi}} \quad (38)
\end{aligned}$$

Zur Lösung der DGLen (33) und (34), die linear in der höchsten Ableitung sind, ist es zweckmäßig, die DGLen 4-ter Ordnung jeweils in ein System von vier DGLen 1-ter Ordnung umzuwandeln. Darauf wird in Kapitel 3 näher eingegangen. Hier sei nur noch festgehalten, daß die DGLen (33) und (34) homogen in  $\tilde{\phi}$  sind, d. h. mit  $\tilde{\phi}$  ist auch  $\lambda \tilde{\phi}$  eine Lösung. Dies kann ausgenutzt werden, um die Lösung geeignet zu normieren.

Ist  $s$  und  $\tilde{\phi}(\theta)$  für vorgegebenes  $n$  bekannt, so ist das rißspitzennahe Spannungsfeld bis auf den Intensitätsparameter  $K_\sigma$  bestimmt

$$\sigma_{ij}(r, \theta) = K_\sigma r^{s-2} \tilde{\sigma}_{ij}(\theta) \quad (39)$$

Das zugehörige Verzerrungsfeld berechnet sich daraus unter Verwendung von (5) zu<sup>1)</sup>

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{ij}(r, \theta) &= \frac{3}{2} \alpha \varepsilon_o \left[ \frac{K_\sigma}{\sigma_o} \right]^n r^{n(s-2)} \tilde{\sigma}_v^{n-1}(\theta) \tilde{\sigma}_{ij}'(\theta) \\
&= \alpha \varepsilon_o \left[ \frac{K_\sigma}{\sigma_o} \right]^n r^{n(s-2)} \tilde{\varepsilon}_{ij}(\theta) \quad (40)
\end{aligned}$$

Nach HUTCHINSON [9] läßt sich der Eigenwert  $s$ , berechnet aus dem durch (32) und (33) bzw. (34) definierten homogenen Randwertproblem, bis auf einen Fehler von 0,1 % durch

1) Hier ist  $\varepsilon_o = \frac{\sigma_o}{E}$  benutzt worden.

$$s = \frac{2n + 1}{n + 1} \quad (41)$$

ausdrücken. Damit folgt für die r-Abhängigkeit der Rißspitzenfelder

$$\sigma_{ij}(r, \theta) = K_{\sigma} r^{-\frac{1}{n+1}} \tilde{\sigma}_{ij}(\theta) \quad (42)$$

bzw.

$$\begin{aligned} \varepsilon_{ij}(r, \theta) &= \frac{3}{2} \alpha \varepsilon_0 \left[ \frac{K_{\sigma}}{\sigma_0} \right]^n r^{-\frac{n}{n+1}} \tilde{\sigma}_v^{n-1}(\theta) \tilde{\sigma}_{ij}'(\theta) \\ &= \alpha \varepsilon_0 \left[ \frac{K_{\sigma}}{\sigma_0} \right]^n r^{-\frac{n}{n+1}} \tilde{\varepsilon}_{ij}(\theta) \end{aligned} \quad (43)$$

Für  $n = 1$  haben die Spannungen die bekannte  $1/\sqrt{r}$ -Singularität der linear-elastischen Bruchmechanik.

## 2.6 Das J-Integral als Rißspitzenintensität

In den Darstellungen der Rißspitzenfelder (39), (40) bzw. (42), (43) blieb der Intensitätsparameter  $K_{\sigma}$  noch unbestimmt; er muß durch die am Außenrand wirkende Belastung festgelegt werden. Dies ist insofern keine leichte Aufgabe, als die Nahfeldlösung, z. B. (42), mit der Fernfeldlösung der ungestörten Scheibe  $\sigma_{yy} = \sigma_{\infty}$  verknüpft werden müßte.

Einfacher wird es, wenn man sich dazu des J-Integrals [8]

$$J = \int_{\Gamma} \left[ w dy - \sigma_{ij} n_j \frac{\partial u_i}{\partial x} ds \right] \quad (44)$$

bedient. Wählt man einen Integrationspfad  $\Gamma$  hinreichend nah um die Rißspitze herum, d. h. in einem Gebiet, in dem das Spannungs- und Verzerrungsfeld durch (39) bzw. (40) beschrieben wird, so läßt sich J durch  $K_{\sigma}$  und  $\tilde{\phi}(\theta)$  ausdrücken. Andererseits läßt sich J selbst unter Ausnutzung der Wegunabhängigkeit bei hyperelastischem Materialverhalten durch einen Pfad im Fernfeld bestimmen.

In Rißspitzennähe berechnet sich die spezifische Formänderungsenergie unter Verwendung von (39) und (40) zu

$$\begin{aligned} w(r, \theta) &= \int \sigma_{ij} d\varepsilon_{ij} \\ &= \alpha \frac{n}{n+1} \sigma_0 \varepsilon_0 \left[ \frac{K_{\sigma}}{\sigma_0} \right]^{n+1} r^{(s-2)(n+1)} \tilde{\sigma}_v^{n+1}(\theta) \end{aligned} \quad (45)$$

Der zweite Term des J-Integrals (44) entspricht dem folgenden Ausdruck:

$$\begin{aligned} \sigma_{ij} n_j \frac{\partial u_i}{\partial x} &= \cos\theta \left[ \sigma_{rr} \frac{\partial u_r}{\partial r} + \sigma_{r\theta} \frac{\partial u_{\theta}}{\partial r} \right] + \\ &+ \sin\theta \left[ \sigma_{rr} \left[ \frac{u_{\theta}}{r} - \frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \theta} \right] - \sigma_{r\theta} \left[ \frac{u_r}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_{\theta}}{\partial \theta} \right] \right] \end{aligned} \quad (46)$$

Die Rißspitzenfelder der Verschiebungen lassen sich aus der Integration der Verschiebungs-Verzerrungsrelationen gewinnen

$$\begin{aligned} \varepsilon_{rr} &= \frac{\partial u_r}{\partial r} \\ &= \alpha \varepsilon_o \left[ \frac{K_\sigma}{\sigma_o} \right]^n r^{n(s-2)} \tilde{\sigma}_v^{n-1}(\theta) \begin{cases} \tilde{\sigma}_{rr} - \frac{1}{2} \tilde{\sigma}_{\theta\theta} & \text{(ESZ)} \\ \frac{3}{4} (\tilde{\sigma}_{rr} - \tilde{\sigma}_{\theta\theta}) & \text{(EVZ)} \end{cases} \end{aligned} \quad (47)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\theta\theta} &= \frac{1}{r} \frac{\partial u_\theta}{\partial \theta} + \frac{u_r}{r} \\ &= \alpha \varepsilon_o \left[ \frac{K_\sigma}{\sigma_o} \right]^n r^{n(s-2)} \tilde{\sigma}_v^{n-1}(\theta) \begin{cases} \tilde{\sigma}_{\theta\theta} - \frac{1}{2} \tilde{\sigma}_{rr} & \text{(ESZ)} \\ \frac{3}{4} (\tilde{\sigma}_{\theta\theta} - \tilde{\sigma}_{rr}) & \text{(EVZ)} \end{cases} \end{aligned} \quad (48)$$

d. h.

$$u_r(r, \theta) = \alpha \varepsilon_o \left[ \frac{K_\sigma}{\sigma_o} \right]^n r^{n(s-2)+1} \tilde{u}_r(\theta) \quad (49)$$

$$\begin{aligned} \dot{u}_\theta(r, \theta) &= \frac{\partial u_\theta}{\partial \theta} = r \varepsilon_{\theta\theta} - u_r \\ &= \alpha \varepsilon_o \left[ \frac{K_\sigma}{\sigma_o} \right]^n r^{n(s-2)+1} \dot{\tilde{u}}_\theta(\theta) . \end{aligned} \quad (50)$$

Der nur von  $\theta$  abhängige Anteil der Rißspitzen-Verschiebungsfelder  $\tilde{u}_r(\theta)$  und  $\dot{\tilde{u}}_\theta(\theta)$  berechnet sich mit (23), (47) und (48) zu

$$\tilde{u}_r(\theta) = \frac{\tilde{\sigma}_v^{n-1}(\theta)}{n(s-2)+1} \begin{cases} \ddot{\tilde{\phi}} + \frac{1}{2} s(3-s) \tilde{\phi} & \text{(ESZ)} \\ \frac{3}{4} (\ddot{\tilde{\phi}} + s(2-s) \tilde{\phi}) & \text{(EVZ)} \end{cases} \quad (51)$$

und

$$\begin{aligned} \dot{\tilde{u}}_\theta(\theta) &= \tilde{\sigma}_v^{n-1}(\theta) \begin{cases} s(s-\frac{3}{2}) \ddot{\tilde{\phi}} - \frac{1}{2} \ddot{\tilde{\phi}} & \text{(ESZ)} \\ -\frac{3}{4} (\ddot{\tilde{\phi}} + s(2-s) \tilde{\phi}) & \text{(EVZ)} \end{cases} \\ &\quad - \frac{\tilde{\sigma}_v^{n-1}(\theta)}{n(s-2)+1} \begin{cases} \ddot{\tilde{\phi}} + \frac{1}{2} s(3-s) \tilde{\phi} & \text{(ESZ)} \\ \frac{3}{4} (\ddot{\tilde{\phi}} + s(2-s) \tilde{\phi}) & \text{(EVZ)} \end{cases} . \end{aligned} \quad (52)$$

Zur Ableitung des Zusammenhanges zwischen  $K_\sigma$  und  $J$  wird das Integral (44) für einen speziellen Integrationspfad ausgewertet. Zweckmäßig ist dafür ein Kreispfad mit  $r = r_o > 0$  um die Rißspitze.

Dabei wird  $r_o$  so gewählt, daß der Pfad durch das von den Reißspitzenfeldern (39) und (40) dominierte Gebiet läuft. Unter Verwendung der Beziehungen (45) bis (52) findet man für  $J$  die Darstellung

$$J = \alpha \sigma_o \varepsilon_o \left[ \frac{K_\sigma}{\sigma_o} \right]^{n+1} r_o^{(s-2)(n+1)+1} I_n, \quad (53)$$

in der  $I_n$  die hier allein über  $\theta$  durchzuführende Integration widerspiegelt

$$I_n = \int_{-\pi}^{\pi} \left[ \frac{n}{n+1} \tilde{\sigma}_v^{n+1}(\theta) \cos\theta - \cos\theta \left[ n(s-2) + 1 \right] \left[ \tilde{\sigma}_{rr}(\theta) \tilde{u}_r(\theta) + \tilde{\sigma}_{r\theta}(\theta) \tilde{u}_\theta(\theta) \right] - \sin\theta \left[ \tilde{\sigma}_{rr}(\theta) (\tilde{u}_\theta(\theta) - \dot{\tilde{u}}_r(\theta)) - \tilde{\sigma}_{r\theta}(\theta) (\tilde{u}_r(\theta) + \dot{\tilde{u}}_\theta(\theta)) \right] \right] d\theta. \quad (54)$$

Die Funktionen  $\tilde{u}_r$ ,  $\tilde{u}_\theta$  bzw.  $\dot{\tilde{u}}_r$  und  $\dot{\tilde{u}}_\theta$  sind gemäß (51) bzw. (52) entsprechend dem jeweiligen Zustand, ESZ oder EVZ, auszuwählen. Im Bild 4.7a ist die Abhängigkeit des Integralwertes  $I_n$  vom Materialparameter  $n$  sowie vom ebenen Zustand dargestellt.

In der von diesem Integrationspfad berandeten Kreisscheibe (Radius  $r = r_o$ ) ist als Formänderungsenergie

$$\begin{aligned} W &= \int_0^{r_o} \int_{-\pi}^{\pi} w(r, \theta) r dr d\theta \\ &= \alpha \sigma_o \varepsilon_o \left[ \frac{K_\sigma}{\sigma_o} \right]^{n+1} \frac{r_o^{(s-2)(n+1)+2}}{(s-2)(n+1)+2} \frac{n}{n+1} \int_{-\pi}^{\pi} \tilde{\sigma}_v^{(n+1)}(\theta) d\theta \quad (55) \\ &= \frac{1}{(s-2)(n+1)+2} \frac{S_n}{I_n} \frac{J}{r_o} \end{aligned}$$

gespeichert. Hierbei ist (45) und (53) eingeflossen und darüber hinaus mit  $S_n$ , das Integral

$$S_n = \frac{n}{n+1} \int_{-\pi}^{\pi} \tilde{\sigma}_v^{(n+1)}(\theta) d\theta \quad (56)$$

definiert worden, dessen Abhängigkeit vom Materialwert  $n$  und dem Verformungszustand in Bild 4.7b dargestellt ist.

Benutzt man jetzt die HUTCHINSONSche Näherung [9] für den Eigenwert  $s$ , d. h.

$$s = \frac{2n+1}{n+1}, \quad (41)$$

so ist der Zusammenhang zwischen der Rißspitzenintensität  $K_{\sigma}$  und dem J-Integral durch

$$K_{\sigma} = \sigma_o \left[ \frac{J}{\alpha \sigma_o \varepsilon_o l_n} \right]^{\frac{1}{n+1}} \quad (57)$$

gegeben. Für die Formänderungsenergie einer Kreisscheibe mit Radius  $r_o$  folgt aus (55) der Ausdruck

$$W = \frac{S_n}{l_n} \frac{J}{r_o} \quad , \quad (58)$$

während die spezifische Formänderungsenergie in Rißspitzennähe durch

$$w(r, \theta) = \frac{n}{n+1} \frac{\tilde{\sigma}_v(\theta)^{n+1}}{l_n} \frac{J}{r} \quad (59)$$

bestimmt ist.

Die singulären Rißspitzenfelder der Spannungen (39) bzw. (42), der Verzerrungen (40) bzw. (43) sowie der Verschiebungen mit  $J$  gemäß (57) als Rißspitzenintensität besitzen die Darstellung:

- Spannungen:

$$\begin{aligned} \sigma_{rr}(r, \theta) &= \sigma_o \left[ \frac{1}{\alpha \sigma_o \varepsilon_o l_n} \right]^{\frac{1}{n+1}} \left[ \frac{J}{r} \right]^{\frac{1}{n+1}} \tilde{\sigma}_{rr}(\theta) \quad , \\ \sigma_{\theta\theta}(r, \theta) &= \sigma_o \left[ \frac{1}{\alpha \sigma_o \varepsilon_o l_n} \right]^{\frac{1}{n+1}} \left[ \frac{J}{r} \right]^{\frac{1}{n+1}} \tilde{\sigma}_{\theta\theta}(\theta) \quad , \\ \sigma_{r\theta}(r, \theta) &= \sigma_o \left[ \frac{1}{\alpha \sigma_o \varepsilon_o l_n} \right]^{\frac{1}{n+1}} \left[ \frac{J}{r} \right]^{\frac{1}{n+1}} \tilde{\sigma}_{r\theta}(\theta) \quad , \end{aligned} \quad (60)$$

- Verzerrungen:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{rr}(r, \theta) &= \alpha \varepsilon_o \left[ \frac{1}{\alpha \sigma_o \varepsilon_o l_n} \right]^{\frac{n}{n+1}} \left[ \frac{J}{r} \right]^{\frac{n}{n+1}} \tilde{\varepsilon}_{rr}(\theta) \quad , \\ \varepsilon_{\theta\theta}(r, \theta) &= \alpha \varepsilon_o \left[ \frac{1}{\alpha \sigma_o \varepsilon_o l_n} \right]^{\frac{n}{n+1}} \left[ \frac{J}{r} \right]^{\frac{n}{n+1}} \tilde{\varepsilon}_{\theta\theta}(\theta) \quad , \\ \varepsilon_{r\theta}(r, \theta) &= \alpha \varepsilon_o \left[ \frac{1}{\alpha \sigma_o \varepsilon_o l_n} \right]^{\frac{n}{n+1}} \left[ \frac{J}{r} \right]^{\frac{n}{n+1}} \tilde{\varepsilon}_{r\theta}(\theta) \quad , \end{aligned} \quad (61)$$

- Verschiebungen:

$$u_r(r, \theta) = \alpha \varepsilon_0 \left[ \frac{J}{\alpha \sigma_0 \varepsilon_0 l_n} \right]^{\frac{n}{n+1}} r^{\frac{1}{n+1}} \tilde{u}_r(\theta) ,$$

$$u_\theta(r, \theta) = \alpha \varepsilon_0 \left[ \frac{J}{\alpha \sigma_0 \varepsilon_0 l_n} \right]^{\frac{n}{n+1}} r^{\frac{1}{n+1}} \tilde{u}_\theta(\theta) . \quad (62)$$

Die HRR-Feld-Gleichungen (60), (61) und (62) haben die Eigenschaft, daß daraus abgeleitete Kenngrößen, die als Quotient definiert sind, wie z. B. die Mehrachsigkeit des Spannungszustandes

$$\kappa = \frac{\sigma_m(r, \theta)}{\sigma_v(r, \theta)} = \frac{\tilde{\sigma}_m(\theta)}{\tilde{\sigma}_v(\theta)} = \kappa(\theta) , \quad (63)$$

auf einem Strahl  $\theta = \text{konst.}$  ihren Wert nicht ändern.

## 2.7 Rißspitzenöffnung

Die HRR-Verschiebungsfelder (62) bzw. die auf die kartesischen Koordinatenachsen umgerechneten Komponenten

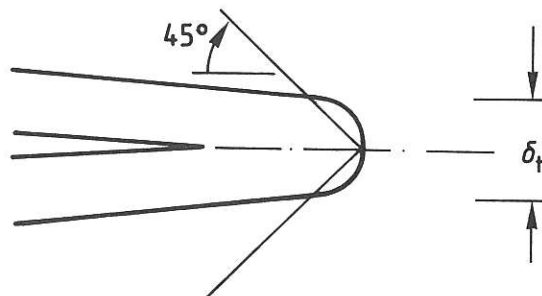
$$u_x = u_r \cos\theta - u_\theta \sin\theta$$

$$= \alpha \varepsilon_0 \left[ \frac{J}{\alpha \sigma_0 \varepsilon_0 l_n} \right]^{\frac{n}{n+1}} r^{\frac{1}{n+1}} \tilde{u}_x(\theta) ,$$

$$u_y = u_r \sin\theta + u_\theta \cos\theta$$

$$= \alpha \varepsilon_0 \left[ \frac{J}{\alpha \sigma_0 \varepsilon_0 l_n} \right]^{\frac{n}{n+1}} r^{\frac{1}{n+1}} \tilde{u}_y(\theta) , \quad (64)$$

bieten die Möglichkeit einer einfacher Definition der Rißspitzenöffnung  $\delta_t$ . Folgt man einem Vorschlag in [25], in dem die Rißspitzenöffnung  $\delta_t$  durch den Schnittpunkt der 45°-Sekanten mit dem deformierten Riß definiert wird, so läßt sich ein linearer Zusammenhang zwischen  $J$  und  $\delta_t$  ableiten.



Die Rißöffnung wird durch  $u_y(x, 0)$  bzw.  $u_y(r, \theta = \pm\pi)$  beschrieben. Der Schnittpunkt der 45°-Sekanten mit der deformierten Rißoberfläche ist der Ort  $r = r_t$ , für den der Zusammenhang

$$r_t - u_x(r_t, \pi) = u_y(r_t, \pi) \quad (65)$$



gilt. Definiert man die Rißspitzenöffnung  $\delta_t$  als

$$\delta_t = 2 u_y (r_t, \pi) , \quad (66)$$

dann läßt sich die in (64)<sub>2</sub> auftretende Potenz in  $r$  mittels (65), d. h. durch

$$r_t^{\frac{1}{n+1}} = (\alpha \varepsilon_o)^{\frac{1}{n}} \left[ \frac{J}{\alpha \sigma_o \varepsilon_o l_n} \right]^{\frac{1}{n+1}} (\tilde{u}_x + \tilde{u}_y)^{\frac{1}{n}} , \quad (67)$$

eliminieren. Einsetzen von (67) in (64) und (66) liefert den linearen Zusammenhang

$$\delta_t = d_n \frac{J}{\sigma_o} . \quad (68)$$

Dabei ist als Abkürzung

$$d_n = 2 (\alpha \varepsilon_o)^{\frac{1}{n}} \frac{1}{l_n} (\tilde{u}_x + \tilde{u}_y)^{\frac{1}{n}} \tilde{u}_y \quad (69)$$

gesetzt worden. Im Bild 4.7c ist die Größe

$$D_n = (\alpha \varepsilon_o)^{-\frac{1}{n}} d_n = \frac{2}{l_n} (\tilde{u}_x + \tilde{u}_y)^{\frac{1}{n}} \tilde{u}_y \quad (70)$$

in Abhängigkeit von  $n$  und vom Verformungszustand geplottet worden.

### 3. Numerische Lösung des Randwertproblems

Die Differentialgleichungen für den nur noch von dem Winkel  $\theta$  abhängigen Teil der AIRYschen Spannungsfunktion  $\tilde{\phi}(\theta)$ , Gleichung (33) für den ESZ und Gleichung (34) für den EVZ, sind explizit, von vierter Ordnung, nichtlinear und homogen. Gesucht sind die Lösungen dieser Differentialgleichungen für  $\theta = 0$  bis  $\theta = \pi$  mit den Randwerten aus Gleichung (32).

Mit Hilfe der Lösung  $\tilde{\phi}(\theta)$  ist man in der Lage, durch die Gleichungen (60 ff.) die restlichen, mechanischen Größen des Problems zu bestimmen.

Die Lösung der Differentialgleichungen (33, 34) kann wegen der starken Nichtlinearität nur numerisch erfolgen. Dazu wird zunächst aus den Differentialgleichungen 4. Ordnung (33) oder (34) ein System 1. Ordnung mit vier Differentialgleichungen, denen eine fünfte Differentialgleichung für den Eigenwert  $s$  hinzugefügt wird, der in Gleichung (41) lediglich angenähert wurde. Dazu werden die Zuordnungen

$y_1 = \dot{\tilde{\phi}}_1$ ,  $y_2 = \ddot{\tilde{\phi}}$ ,  $y_3 = \dddot{\tilde{\phi}}$ ,  $y_4 = \overset{\cdot\cdot\cdot}{\tilde{\phi}}$  und  $y_5 = s$  getroffen, deren Ableitungen das Differentialgleichungssystem ergeben:

$$\begin{aligned} \dot{y}_1 &= \ddot{\tilde{\phi}} \\ \dot{y}_2 &= \ddot{\tilde{\phi}} = \dot{y}_1 \\ \dot{y}_3 &= \dddot{\tilde{\phi}} = \dot{y}_2 = \dot{y}_1 \\ \dot{y}_4 &= \overset{\cdot\cdot\cdot}{\tilde{\phi}} = \dot{y}_3 = \dot{y}_2 = \dot{y}_1 \\ \dot{y}_5 &= 0 \end{aligned} \quad (71)$$

Dabei muß beachtet werden, daß mit dieser Bezeichnungsweise der Eigenwert  $s$  in den Differentialgleichungen (33, 34) durch  $y_5$  zu ersetzen ist. Da der gesuchte Eigenwert  $y_5$  sich im Lösungsintervall nicht ändert, verschwindet seine Ableitung in dem Differentialgleichungssystem (71).

Auch die Randwerte (32) werden umgeschrieben:

$$\begin{aligned} y_2(0) &= 0 \\ y_4(0) &= 0 \\ y_1(\pi) &= 0 \\ y_3(\pi) &= 0 \\ y_3(0) &= -1. \end{aligned} \quad (72)$$

Hier wird ebenfalls eine fünfte Gleichung hinzugefügt, deren Randwert allerdings beliebig ist, da aufgrund der Homogenität des Problems neben  $\tilde{\phi}$  auch  $\lambda \tilde{\phi}$  eine Lösung ist. Die in den Gleichungen (60 ff.) erforderliche Normierung kann damit vorgenommen werden.

Allgemein lassen sich das Differentialgleichungssystem (71) sowie die erforderlichen (hier linearen) Randbedingungen (72) in der allgemeinen Form

$$\begin{aligned} \dot{\underline{y}} &= \underline{f}(\underline{x}, \underline{y}) \quad \text{mit} \quad \underline{x} \text{ aus } [a, b] \\ \text{und} \quad \underline{r} &= (\underline{y}(a), \underline{y}(b)) = \underline{0} \\ \text{mit} \quad \underline{y} &= (y_1, \dots, y_n)^T \quad \text{sowie} \quad \underline{r} = (r_1, \dots, r_n)^T \quad ^1) \end{aligned} \quad (73)$$

schreiben.

<sup>1)</sup> Für das obige Beispiel gilt:  $n = 5$ ,  $a = 0$ ,  $b = \pi$  und z. B.  $y_5 = y_3(0) + 1 = 0$ .

In der Praxis werden zur numerischen Lösung eines Randwertproblems (73) meist Differenzenverfahren oder Schießverfahren benutzt, wobei sich letztere in einfache Schießverfahren, bei denen das Lösungsintervall nicht unterteilt wird, und in Mehrfachschießverfahren, wo eine Unterteilung vorgenommen wird, aufteilen lassen.

Bei den Differenzenverfahren werden die auftretenden Ableitungen durch geeignete Differenzenquotienten ersetzt. Schwierigkeiten ergeben sich meist bei Differenzenquotienten höherer Ordnung zur Erfüllung der Randbedingungen, so daß hier Maßnahmen nötig sind, die einen gewissen Aufwand erfordern. Außerdem muß a priori an den Stellen des Intervalls eng geteilt werden, an denen sich die gesuchte Funktion stark ändert, was ohne Vorkenntnisse über deren Verlauf einige rechnerische Versuche erfordert. Das Differenzenverfahren liefert ein algebraisches Gleichungssystem, das bei einer engen Elementierung entsprechend groß wird, womit auch der Aufwand für dessen Lösung steigt.

Einfache Schießverfahren basieren auf der Schätzung der Werte am Intervallanfang, und es wird versucht, die Werte am Intervallende möglichst gut zu treffen. Im Intervall wird das entsprechende Anfangsproblem gelöst. Wenn die Lösung sich innerhalb des Intervalls sehr stark ändert, versagen die Anfangsproblemlöser, so daß es ratsam ist, das Intervall zu unterteilen, womit man zu den Mehrfachschießverfahren (auch Mehrzielverfahren oder multiple shooting method) gelangt. Dabei wird für jedes Teilintervall das Anfangswertproblem mit neuen Startwerten gelöst. Erfahrungsgemäß versagen Anfangswertproblemlöser über ein Teilintervall weniger häufig als bei einer Integration über das gesamte Intervall. Im allgemeinen ist auch keine feine Diskretisierung notwendig. Es kommt lediglich darauf an, das Lösungsintervall in hinreichend viele Teilintervalle aufzuteilen, daß der Anfangswertproblemlöser nicht versagt und mit einer akzeptablen Schrittzahl auskommt. Aus den genannten Gründen wird das Mehrfachschießverfahren zur Lösung der Differentialgleichungen (33, 34) verwendet und im folgenden kurz vorgestellt.

Wir folgen hier den Ausführungen von STOER & BULIRSCH [27]. Über die Lösung von Randwertproblemen gibt es auch neueste Untersuchungen [29]. Rechentechnisch erwies sich jedoch das bei STOER & BULIRSCH angegebene Verfahren als stabile Lösungsmöglichkeit, besonders bei großen RAMBERG-OSGOOD-Koeffizienten n.

Im Intervall  $[a,b]$  werden beliebige Stützstellen  $x_k$  mit  $a = x_1 < x_2 < \dots < x_{m-1} < x_m = b$  gewählt. Beginnend mit beliebigen Startwerten  $s_k = y(x_k)$  ist es das Ziel, die Werte  $s_k$  so zu bestimmen, daß die Funktion in Bild 4.1 stetig verläuft und die Randbedingungen erfüllt werden. Gesucht wird demnach eine stückweise zusammengesetzte, stetige Funktion  $y(x)$  mit den Eigenschaften

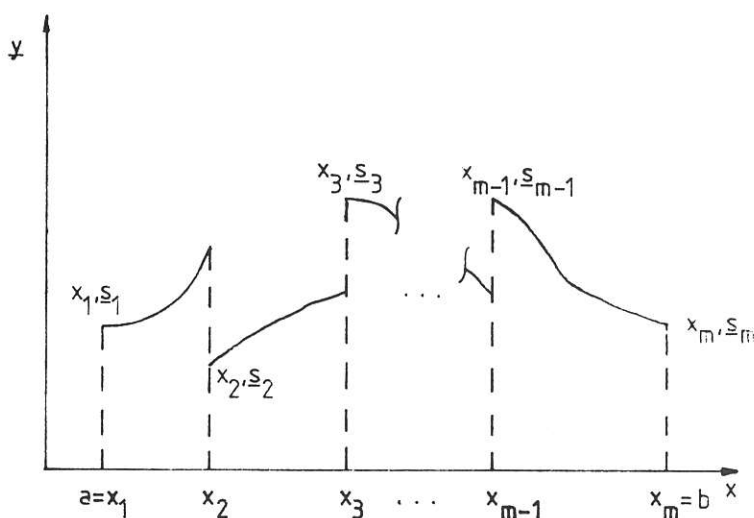


Bild 3.1

$$y(x) := y(x; x_k, s_k) \quad \text{mit} \quad x \text{ aus } [x_k, x_{k+1}] ,$$

$$k = 1, \dots, m-1 \quad (74)$$

und

$$y(b) := s_m ,$$

woraus m Bestimmungsgleichungen für die Vektoren  $\underline{s}_K$  folgen:

$$\begin{aligned} Y(x_{K+1}; x_K, \underline{s}_K) &= \underline{s}_{K+1} & ; & \quad K = 1, \dots, m-1 \\ r(\underline{s}_1, \underline{s}_m) &= \underline{0} \end{aligned} \quad (75)$$

Jeder Vektor  $\underline{s}_K$  enthält n Elemente. Ausgeschrieben folgt für die obigen Gleichungen

$$\underline{F}(\underline{s}) := \begin{bmatrix} F_1(\underline{s}_1, \underline{s}_2) \\ F_2(\underline{s}_2, \underline{s}_3) \\ \vdots \\ F_{m-1}(\underline{s}_{m-1}, \underline{s}_m) \\ F_m(\underline{s}_1, \underline{s}_m) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y(x_2; x_1, \underline{s}_1) - \underline{s}_2 \\ Y(x_3; x_2, \underline{s}_2) - \underline{s}_3 \\ \vdots \\ Y(x_m; x_{m-1}, \underline{s}_{m-1}) - \underline{s}_m \\ r(\underline{s}_1, \underline{s}_m) \end{bmatrix}, \quad (76)$$

wobei es sich um ein nichtlineares, algebraisches Gleichungssystem für die gesuchten Größen  $\underline{s}_K$  handelt, das mit Hilfe des Newtonverfahrens

$$\underline{s}^{(i+1)} = \underline{s}^{(i)} - \underline{DF}(\underline{s}^{(i)})^{-1} \underline{F}(\underline{s}^{(i)}) \quad (77)$$

iterativ gelöst wird. Der Vektor  $\underline{s}^{(i)}$  stellt die Lösung des i-ten Schrittes im Newtonverfahren dar und enthält durch seine Definition  $\underline{s}^{(i)} := (\underline{s}_1, \dots, \underline{s}_m)^T$  alle Vektoren  $\underline{s}_K, K = 1, \dots, m$ .

Die Funktionalmatrix im Newtonverfahren (77) hat durch die spezielle Form der Gleichungen (76) das Aussehen:

$$\underline{DF}(\underline{s}) = \begin{bmatrix} \underline{G}_1 & -\underline{E} & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & \underline{G}_2 & -\underline{E} & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & \cdot & \cdot & \cdot & \underline{G}_{m-1} & -\underline{E} \\ \underline{A} & \cdot & \cdot & \cdot & 0 & \underline{B} \end{bmatrix}. \quad (78)$$

Darin bedeuten

$$\underline{G}_K = \begin{bmatrix} \frac{\partial y_1}{\partial s_{K1}} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \frac{\partial y_1}{\partial s_{Kn}} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \frac{\partial y_n}{\partial s_{K1}} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \frac{\partial y_n}{\partial s_{Kn}} \end{bmatrix} \quad (79)$$

$$\underline{A} = \begin{bmatrix} \frac{\partial r_1}{\partial s_{11}} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \frac{\partial r_1}{\partial s_{1n}} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \frac{\partial r_n}{\partial s_{11}} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \frac{\partial r_n}{\partial s_{nn}} \end{bmatrix} \quad (80)$$

$$\underline{B} = \begin{bmatrix} \frac{\partial r_1}{\partial s_{m1}} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \frac{\partial r_1}{\partial s_{mn}} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \frac{\partial r_n}{\partial s_{m1}} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \frac{\partial r_n}{\partial s_{mn}} \end{bmatrix} \quad (81)$$

und  $\underline{E}$  die Einheitsmatrix.

Die auftretenden Ableitungen können entweder numerisch oder analytisch berechnet werden. Wegen der Komplexität der Differentialgleichungen (33, 34) ist eine analytische Berechnung, auch mit Hilfe symbolisch differenzierender Programme, kaum möglich. Die Ableitungen werden deshalb numerisch durch vorwärtsgenommene Differenzenquotienten gebildet:

$$\underline{G}_K : \frac{\partial y_i}{\partial s_{kj}} \approx \frac{y_i(x_{k+1}; x_k, \underline{s}_k + \Delta s_{kj}) - y_i(x_{k+1}; x_k, \underline{s}_k)}{\Delta s_{kj}} \quad ^2) \quad (82)$$

$$\underline{A} : \frac{\partial r_i}{\partial s_{ij}} \approx \frac{r_i(\underline{s}_1 + \Delta s_{ij}; \underline{s}_m) - r_i(\underline{s}_1, \underline{s}_m)}{\Delta s_{ij}} \quad ^2) \quad (83)$$

$$\underline{B} : \frac{\partial r_i}{\partial s_{mj}} \approx \frac{r_i(\underline{s}_1; \underline{s}_m + \Delta s_{mj}) - r_i(\underline{s}_1, \underline{s}_m)}{\Delta s_{mj}} \quad ^2) \quad (84)$$

Zur Aufstellung der Gleichungen (76) müssen (m-1) und zur Berechnung der Funktionalmatrix nach (79 - 81) (m-1)n Anfangswertprobleme gelöst werden. Dieser Aufwand ist beträchtlich und läßt sich nach [27] drastisch reduzieren, worauf hier aber nicht eingegangen wird.

Bei praktischen Rechnungen hat sich herausgestellt, daß das Newtonverfahren nicht immer konvergiert. Es wird deshalb ein gedämpftes Newtonverfahren benutzt, das darauf beruht, den Zuwachs der Lösungen pro Iterationsschritt bei Überschreitung gewisser Fehlertoleranzen zu begrenzen. Einzelheiten findet man in [28].

Die Konvergenz des Gesamtverfahrens ist davon abhängig, ob ESZ oder EVZ vorliegt, von der Größe des RAMBERG-OSGOOD-Koeffizienten  $n$ , der Anzahl der Intervallunterteilungen und Vorgabe geeigneter Startwerte. Als besonders problematisch hat sich dabei der ESZ herausgestellt, bei dem sich ins-

<sup>2)</sup> Die Zuwächse werden nur auf die Komponente  $s_{kj}$  addiert.

besondere  $\ddot{\phi}$  und  $\dddot{\phi}$  in der Nähe von  $\theta \approx 150^\circ$  stark ändern (Bild 3.2c,d). Zur Lösung der Probleme wurde deshalb folgende Rechenstrategie für den ESZ verwendet:

- Es wird auf  $\ddot{\phi}(0) = -0,7$  normiert.
- Das gesamte Intervall wird in vier gleich große Teilintervalle geteilt. Bei einer feineren Teilung liegen Intervallgrenzen bei  $\theta \approx 150^\circ$ , was zu numerischen Schwierigkeiten wegen der starken Änderungen von  $\ddot{\phi}$  und  $\dddot{\phi}$  führt.
- Bei  $n = 2$  können nahezu beliebige Startwerte angegeben werden. Das Verfahren konvergiert sehr gut.
- Die Lösungen für  $n = 2$  werden als Eingabe für  $n = 3$  usw. benutzt, bis das gewünschte  $n$ , hier  $n = 50$ , erreicht ist.
- Es können auch größere Inkremente als 1 zur Steigerung von  $n$  verwendet werden. Allerdings sollten die Sprünge nicht größer als 3 sein, da sonst die Rechenzeit stark ansteigt.
- Besonders eine schlechte Vorgabe von  $\dddot{\phi}$ , das bei allen mechanischen Berechnungen keine Rolle spielt, führt zu langen Rechenzeiten oder Divergenz des Verfahrens.
- Die so gewonnene Datenbasis für die Spannungsfunktion und deren Ableitungen wird gespeichert und kann für die Ausgabe mechanischer Größen verwendet werden.
- Beim EVZ ändern sich die Ableitungen nicht so stark. Das hat zur Folge, daß die o. g. Probleme nicht oder nur abgeschwächt auftreten.

Im Anhang ist ein Programm zur Lösung des ESZ angegeben. Es wurde das Programm RWP aus [28], das auf einem einfachen Schießverfahren basiert, auf ein Mehrfachschießverfahren erweitert. In [28] findet man auch alle hier nicht abgedruckten Unterprogramme.

In den Bildern 3.2a-d sind Ergebnisse mit Rechnungen des abgedruckten Programms dargestellt, die insbesondere die starken Änderungen der zweiten und dritten Ableitung der Spannungsfunktion  $\ddot{\phi}$  zeigen.

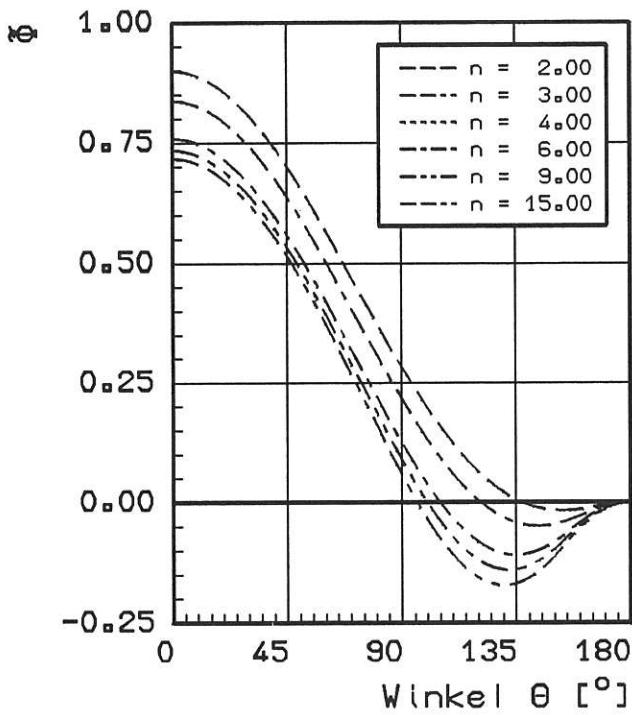


Bild 3.2a:

ESZ: Spannungsfunktion  $\Phi$

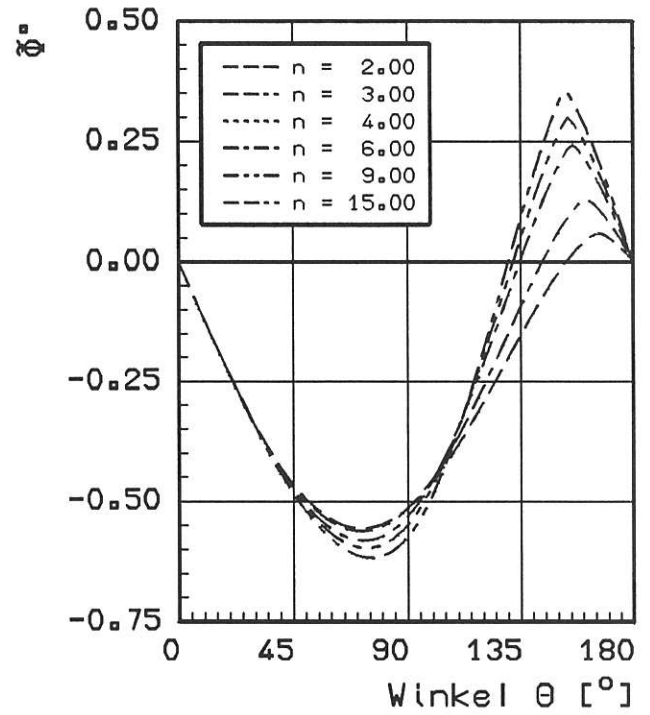


Bild 3.2b:

ESZ: 1. Ableitung der Spannungsfunktion  $\Phi$

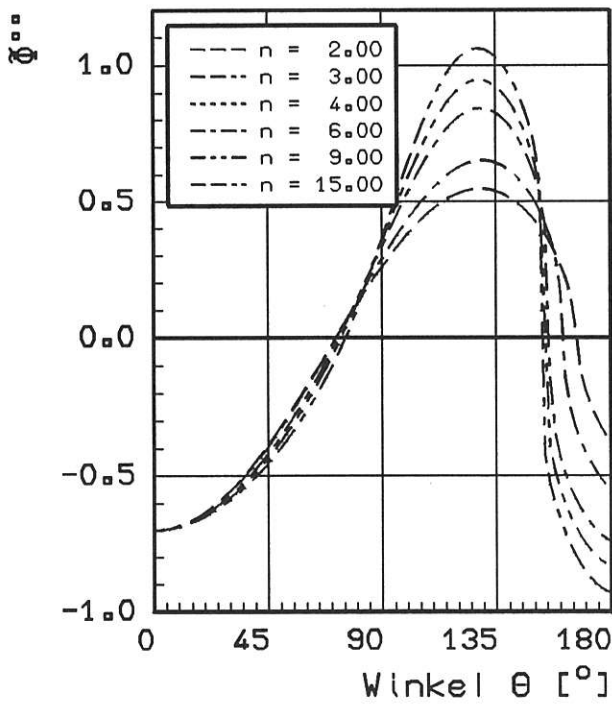


Bild 3.2c:

ESZ: 2. Ableitung der Spannungsfunktion  $\Phi$

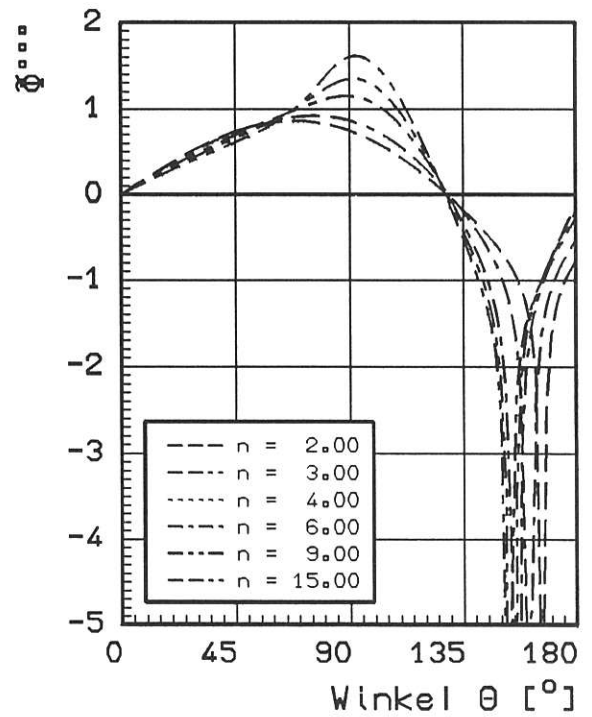


Bild 3.2d:

ESZ: 3. Ableitung der Spannungsfunktion  $\Phi$

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Diagramme

In den Bildern des vorliegenden Abschnittes werden die HRR-Winkelfunktionen für die Spannungen  $\sigma_{ij}(\theta)$  und die Verzerrungen  $\varepsilon_{ij}(\theta)$  jeweils in Polarkoordinaten und in kartesischen Koordinaten für den ebenen Verzerrungszustand (EVZ, plane strain) und den ebenen Spannungszustand (ESZ, plane stress) mit dem Verfestigungsexponenten  $n$  als Parameter aufgetragen.

Die Bilder 4.1a bis 4.1d zeigen die beiden Normalspannungskomponenten  $\sigma_{rr}$  und  $\sigma_{\theta\theta}$  sowie die Schubspannung  $\sigma_{r\theta}$  und die von MISESsche Vergleichsspannung  $\sigma_v$  für den EVZ. Die Komponente  $\sigma_{\theta\theta}$  hat unabhängig von  $n$  ihr Maximum bei  $\theta = 0^\circ$ , also im Ligament, und muß auf der freien Rißfläche verschwinden. Die Lage der Maxima von  $\sigma_{rr}$  und  $\sigma_{r\theta}$  hängt dagegen von  $n$  ab. Die größten Schubspannungen treten erwartungsgemäß um  $\theta = 90^\circ \pm 10^\circ$  auf, also senkrecht zum Ligament, während sie sowohl im Ligament aus Symmetriegründen (Modus I) als auch auf dem freien Rißufer verschwinden müssen. Das auf den Wert 1 normierte Maximum der Vergleichsspannung liegt - entsprechend der Schubspannungsverteilung - bei  $\theta = 90^\circ \div 100^\circ$ .

Durch Transformation der Spannungskomponenten auf kartesische Koordinaten mit Hilfe der bekannten Gleichungen

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{xx} &= \frac{1}{2} (\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta}) + \frac{1}{2} (\sigma_{rr} - \sigma_{\theta\theta}) \cos 2\theta - \sigma_{r\theta} \sin 2\theta, \\ \sigma_{yy} &= \frac{1}{2} (\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta}) - \frac{1}{2} (\sigma_{rr} - \sigma_{\theta\theta}) \cos 2\theta + \sigma_{r\theta} \sin 2\theta, \\ \sigma_{xy} &= \frac{1}{2} (\sigma_{rr} - \sigma_{\theta\theta}) \sin 2\theta + \sigma_{r\theta} \cos 2\theta \end{aligned} \right\} \quad (85)$$

erhält man die Darstellungen der Bilder 4.2a bis 4.2c für  $\sigma_{xx}$ ,  $\sigma_{yy}$  und  $\sigma_{xy}$ . Zusätzlich ist im Bild 4.2d der sogen. "Mehrachsigkeitsquotient"  $\sigma_h/\sigma_v$  dargestellt, mit

$$\sigma_h = 1/3 (\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta} + \sigma_{zz}) = 1/3 (\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta} + \sigma_{zz}) \quad (86)$$

als dem hydrostatischen Spannungsanteil. Die Maxima der Normalspannung  $\sigma_{yy}$  - also der Spannungskomponente in Rißöffnungsrichtung - liegen im Gegensatz zu  $\sigma_{\theta\theta}$  nicht im Ligament, und die Schubspannungen  $\sigma_{xy}$  wechseln in dieser Darstellung ihr Vorzeichen. Der Mehrachsigkeitsquotient hat sein Maximum im Ligament; dieses Maximum hängt stark vom Verfestigungsexponenten  $n$  ab (Bild 4.2d).

Die entsprechenden Verläufe für den ESZ sind in den Bildern 4.3a bis 4.3d und 4.4a bis 4.4d dargestellt. Die Normalkomponenten  $\sigma_{rr}$  (Bild 4.3a) und  $\sigma_{xx}$  (Bild 4.4a) zeigen ebenso wie die Schubspannung  $\sigma_{xy}$  ein deutlich auffälliges Verhalten, nämlich mit zunehmender Verfestigung immer steilere Nulldurchgänge in der Umgebung von  $\theta = 150^\circ \div 165^\circ$ , die die numerische Integration des Randwertproblems sehr erschwert haben. Abgesehen von den quantitativen Unterschieden zwischen EVZ und ESZ sind also auch die qualitativen Verläufe der Spannungen um die Rißspitze teilweise deutlich unterschiedlich. So werden  $\sigma_{rr}$  bzw.  $\sigma_{xx}$  nahe den freien Rißufern beim ESZ negativ, also Druckspannungen, und die größten Vergleichsspannungen treten nicht bei  $90^\circ$ , sondern zwischen  $30^\circ$  und  $50^\circ$  auf. Die höchste Mehrachsigkeit hängt nur wenig von der Verfestigung ab.

Bei den Verzerrungen sind nur die Polarkomponenten dargestellt. Die Bilder 4.5a bis 4.5d zeigen den Fall des EVZ, die Bilder 4.6a bis 4.6d den Fall des ESZ. Wegen der hohen Mehrachsigkeit im Ligament (Bild 4.2d) sind die Dehnungen im Ligament beim EVZ deutlicher kleiner als in der Umgebung von  $\theta = 120^\circ$ . Beim ESZ dagegen werden die Tangentialdehnungen  $\varepsilon_{\theta\theta}$  im Ligament maximal (Bild 4.6b). Die Maxima der Gleitungen (Bilder 4.5c und 4.6c) und der Vergleichsdehnung (Bilder 4.5d und 4.6d) fallen wegen des Stoffgesetzes mit denen der Schubspannungen (Bilder 4.1c und 4.3c) und der Vergleichsspannungen (Bilder 4.1d und 4.3d) zusammen.

Zur Berechnung des vollständigen HRR-Feldes  $\sigma_{ij}(r, \theta)$  und  $\varepsilon_{ij}(r, \theta)$  nach den Gln. (60) und (61) wird der Integralwert  $I_n(n)$  nach Gl. (54) benötigt; er ist im Bild 4.7a in Abhängigkeit der Verfestigung aufgetragen. Mit Hilfe der in Bild 4.7b dargestellten Konstanten  $S_n$  nach Gl. (56) kann mit Gl. (55) die



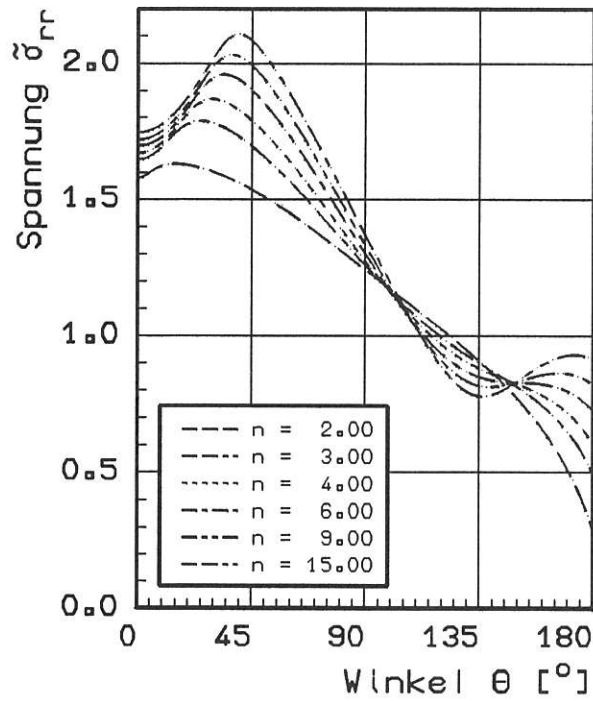


Bild 4.1a:

plane strain : Spannungen  $\tilde{\sigma}_{rr}$

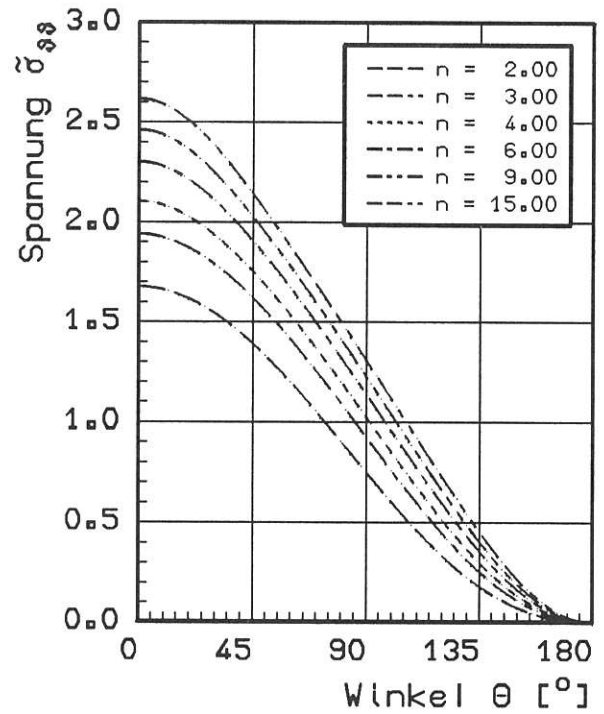


Bild 4.1b:

plane strain : Spannungen  $\tilde{\sigma}_{\theta\theta}$

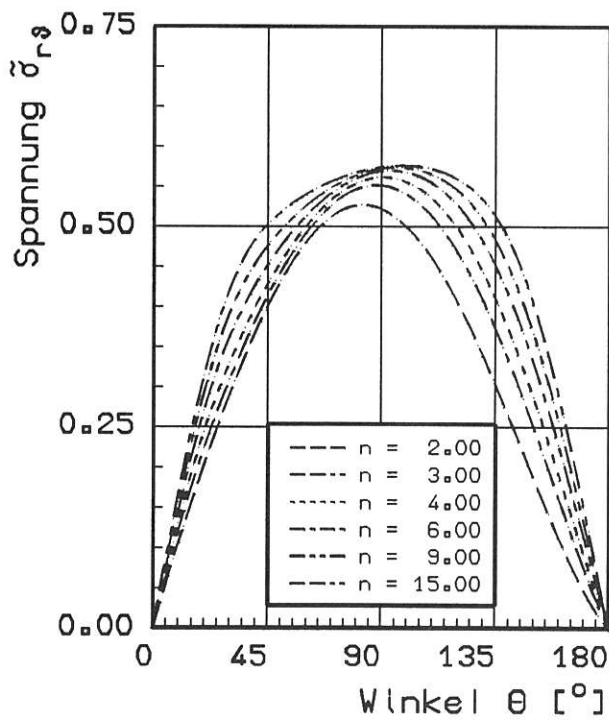


Bild 4.1c:

plane strain : Spannungen  $\tilde{\sigma}_{r\theta}$

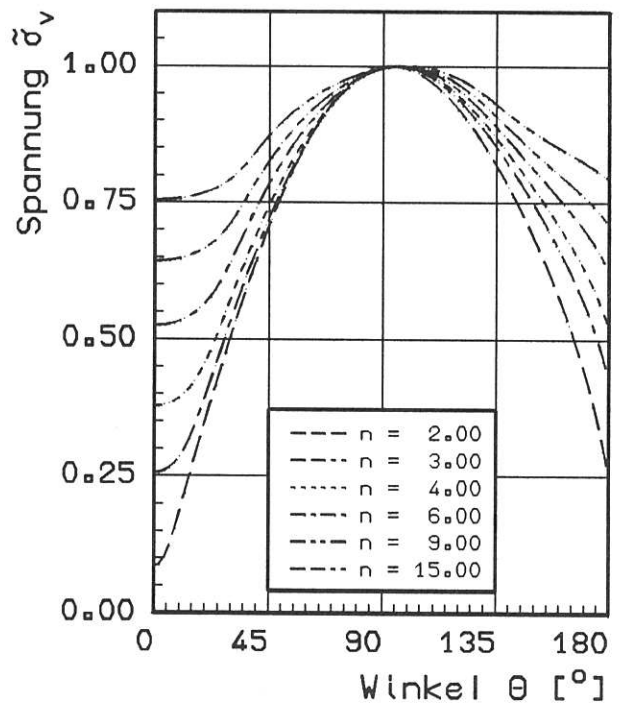


Bild 4.1d:

plane strain : Spannungen  $\tilde{\sigma}_v$

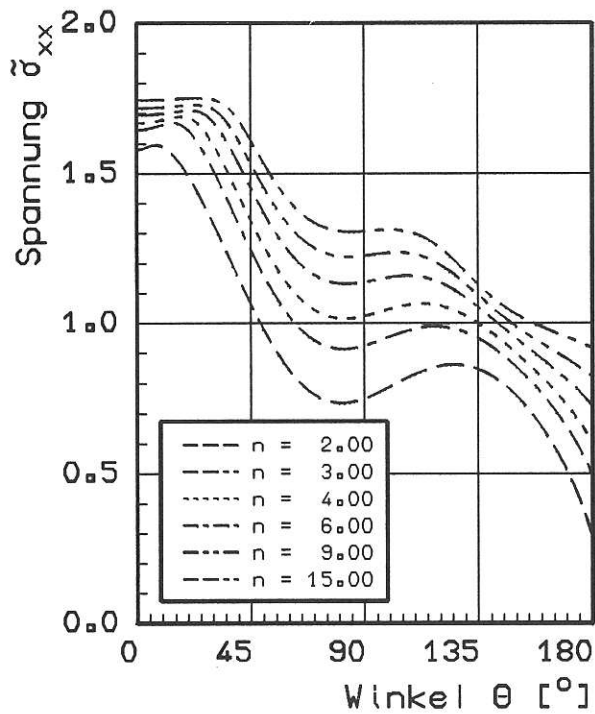


Bild 4.2a:

plane strain : Spannung  $\tilde{\sigma}_{xx}$

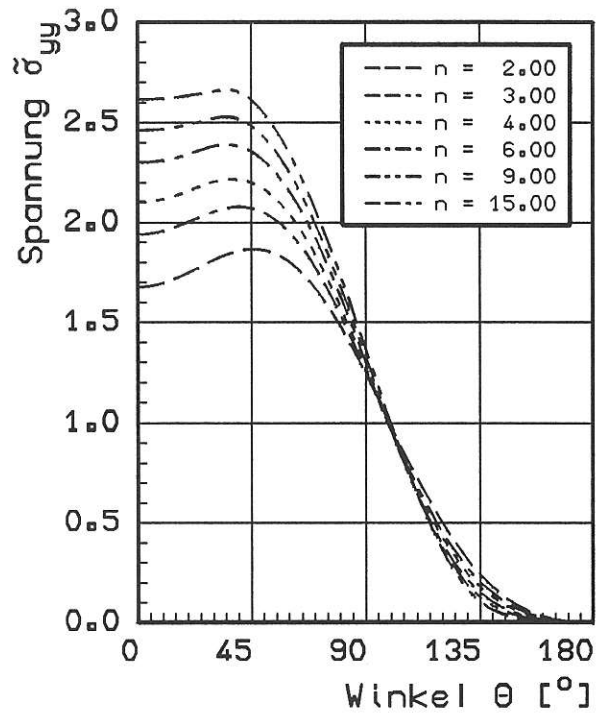


Bild 4.2b:

plane strain : Spannung  $\tilde{\sigma}_{yy}$

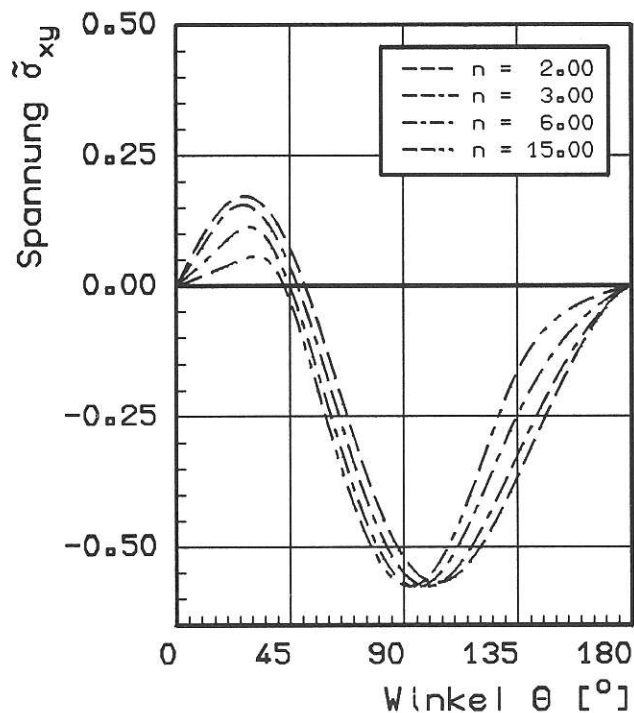


Bild 4.2c:

plane strain : Spannung  $\tilde{\sigma}_{xy}$

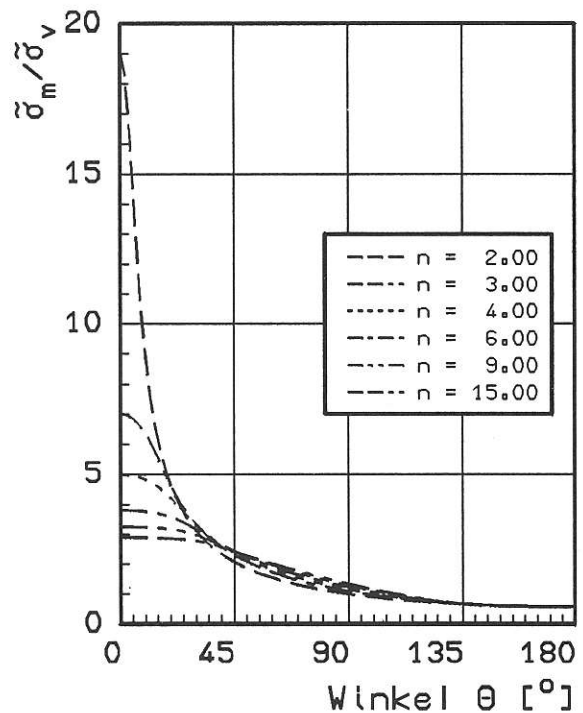
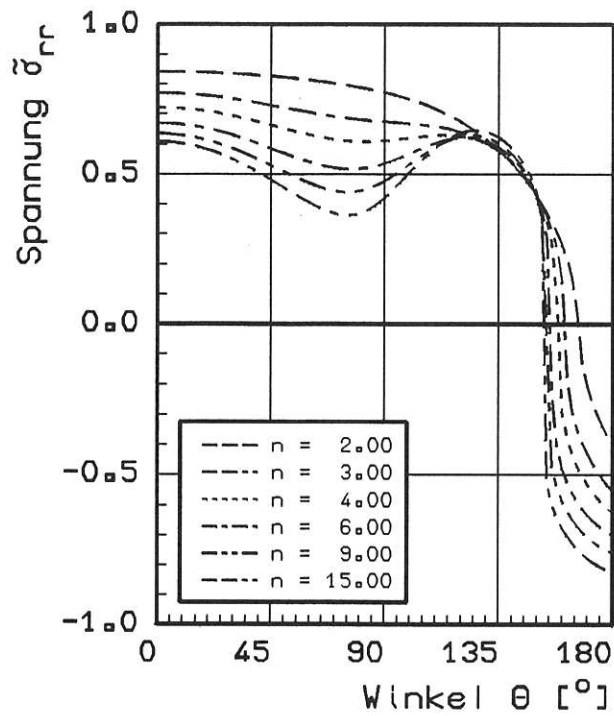


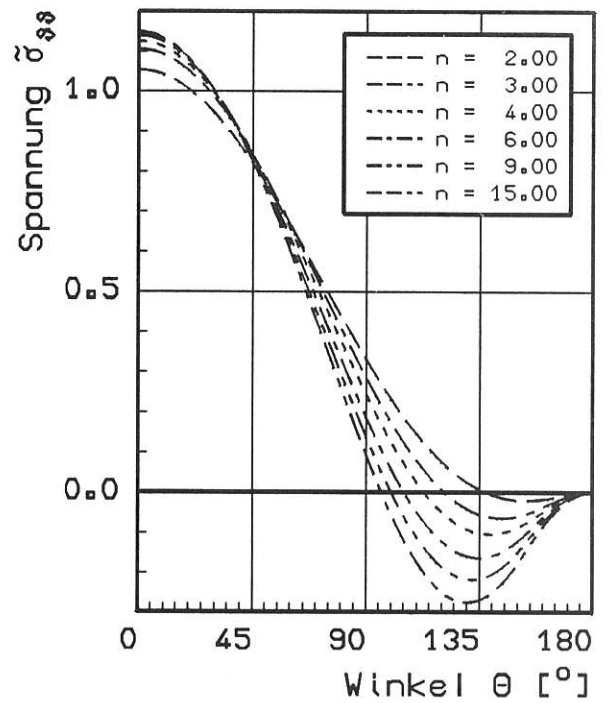
Bild 4.2d:

plane strain : Quotient  $\tilde{\sigma}_m/\tilde{\sigma}_v$



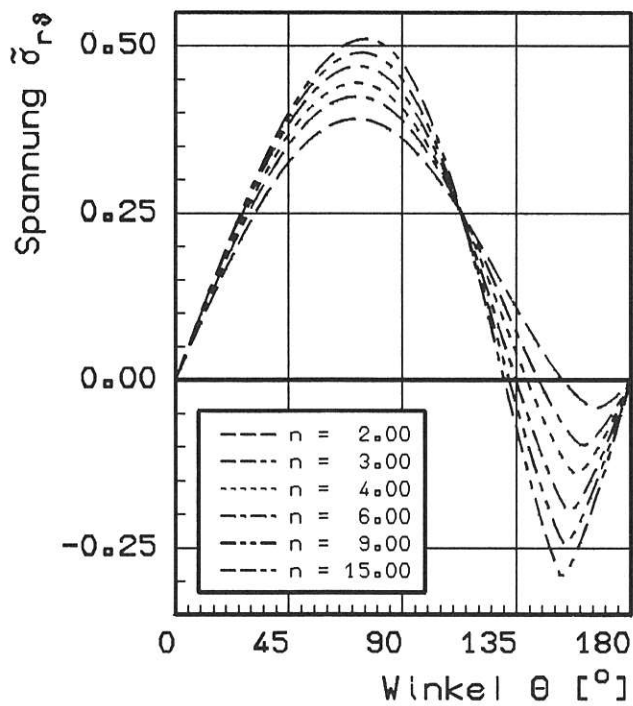
**Bild 4.3a:**

plane stress : Spannungen  $\tilde{\sigma}_{rr}$



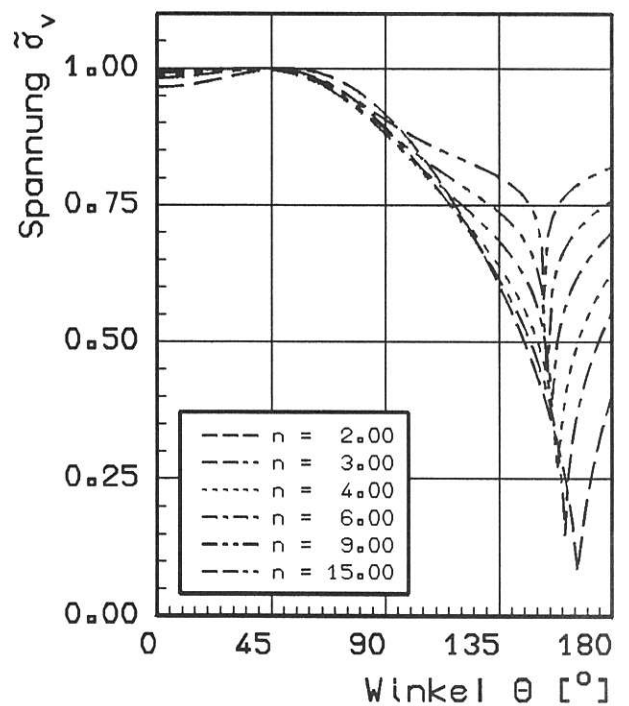
**Bild 4.3b:**

plane stress : Spannungen  $\tilde{\sigma}_{\theta\theta}$



**Bild 4.3c:**

plane stress : Spannungen  $\tilde{\sigma}_{r\theta}$



**Bild 4.3d:**

plane stress : Spannungen  $\tilde{\sigma}_v$

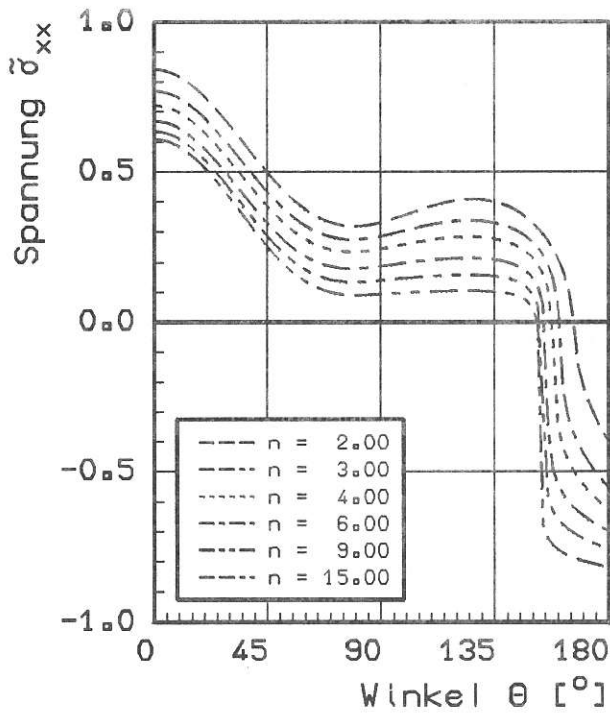


Bild 4.4a:

plane stress : Spannung  $\tilde{\sigma}_{xx}$

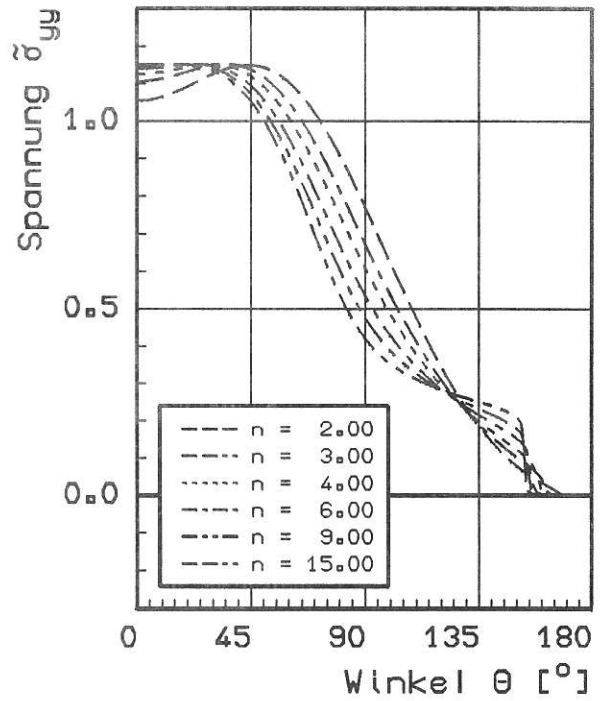


Bild 4.4b:

plane stress : Spannung  $\tilde{\sigma}_{yy}$

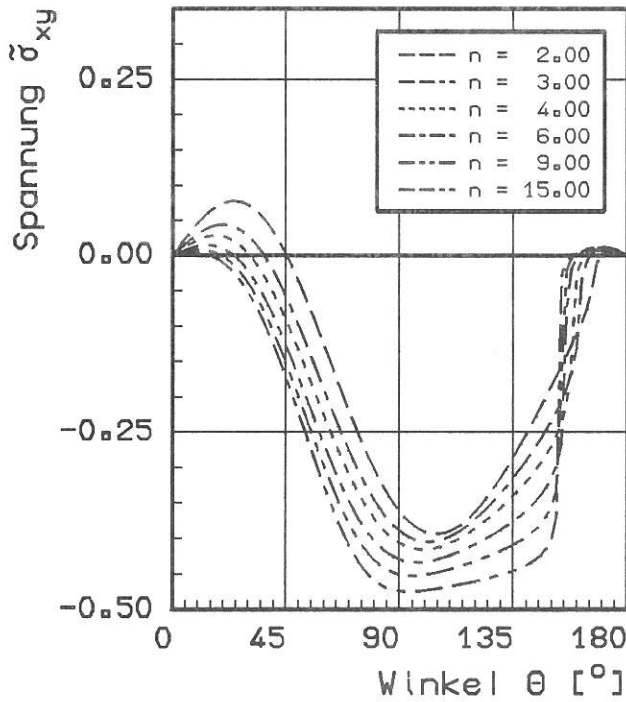


Bild 4.4c:

plane stress : Spannung  $\tilde{\sigma}_{xy}$

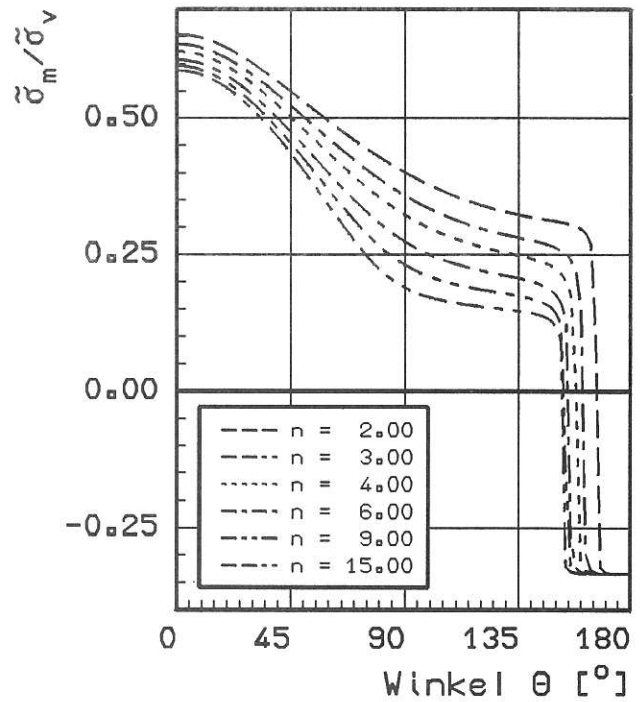


Bild 4.4d:

plane stress : Quotient  $\tilde{\sigma}_m/\tilde{\sigma}_v$

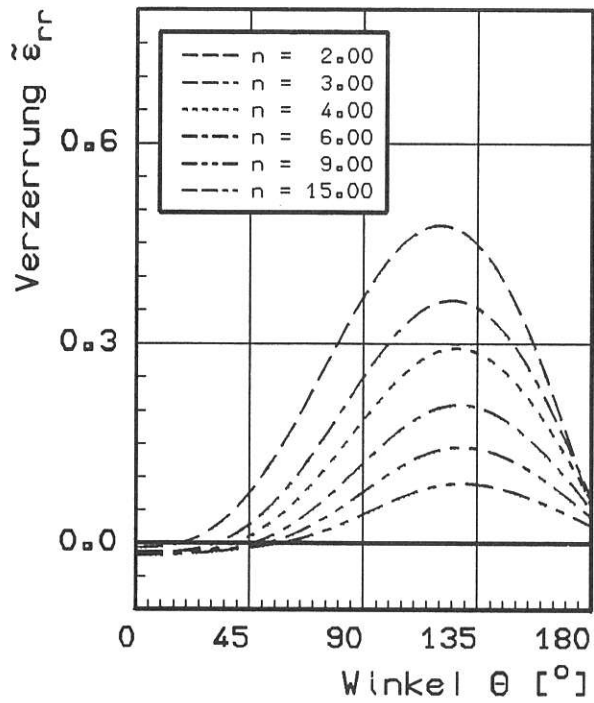


Bild 4.5a:

plane strain : Verzerrung  $\tilde{\epsilon}_{rr}$

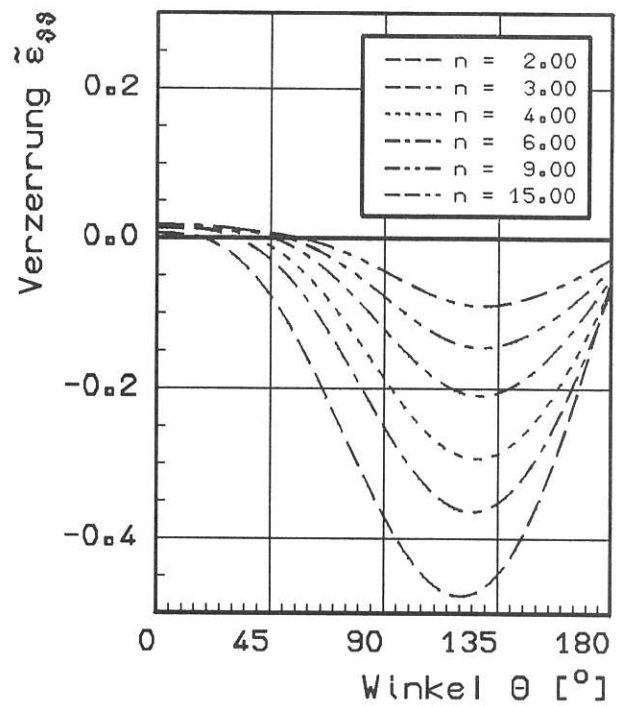


Bild 4.5b:

plane strain : Verzerrung  $\tilde{\epsilon}_{\theta\theta}$

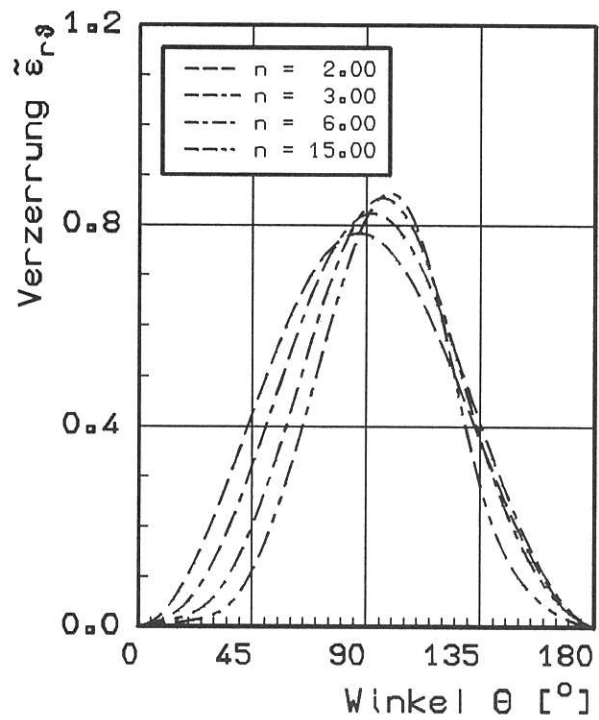


Bild 4.5c:

plane strain : Verzerrung  $\tilde{\epsilon}_{r\theta}$

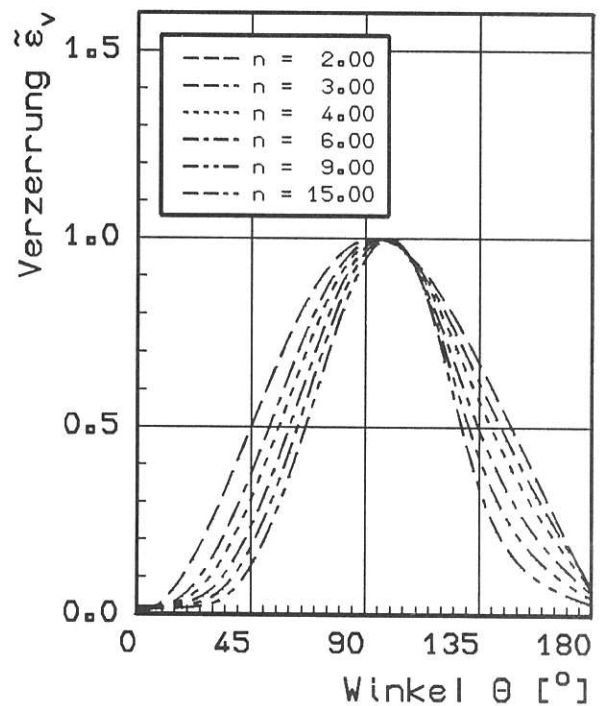


Bild 4.5d:

plane strain : Verzerrung  $\tilde{\epsilon}_v$

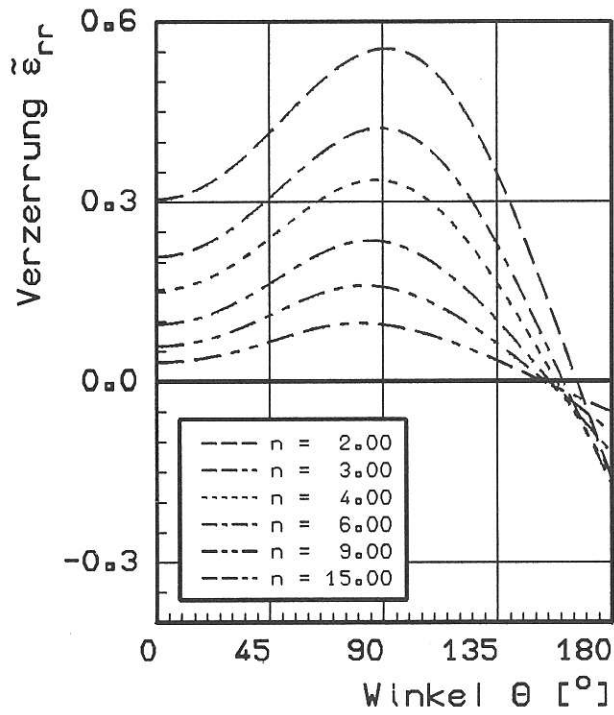


Bild 4.6a:

plane stress : Verzerrungen  $\tilde{\epsilon}_{rr}$

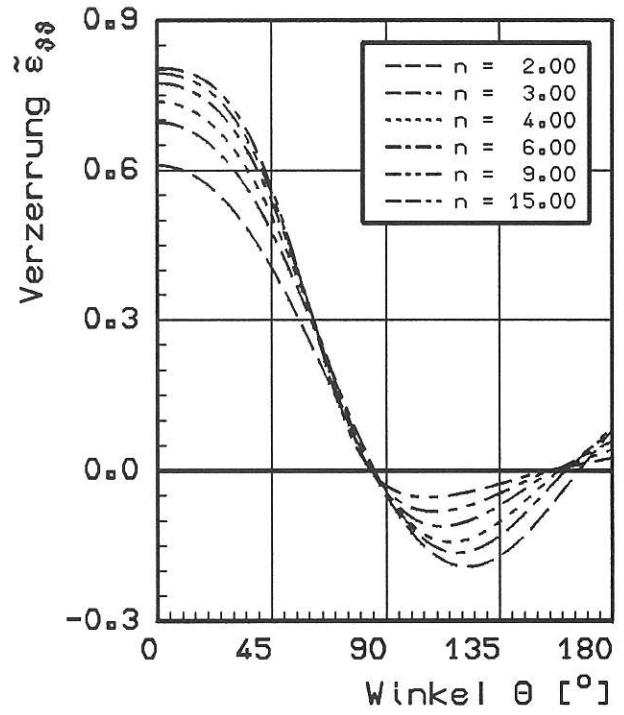


Bild 4.6b:

plane stress : Verzerrungen  $\tilde{\epsilon}_{\phi\phi}$

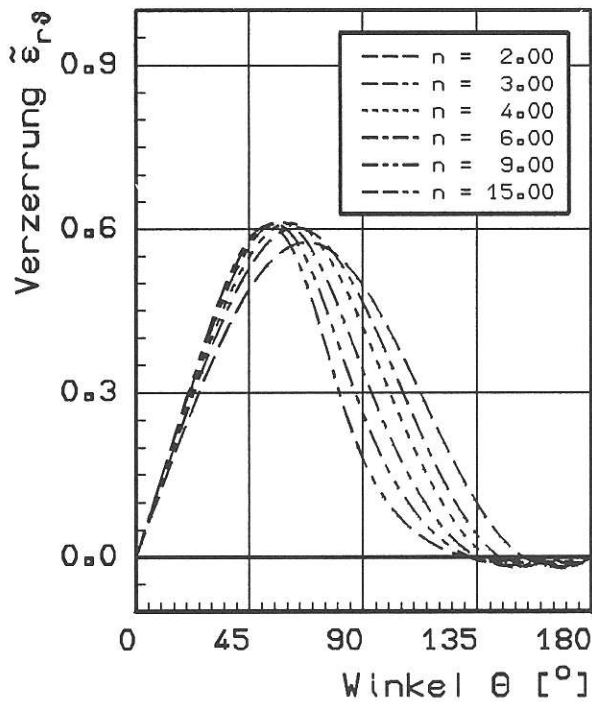


Bild 4.6c:

plane stress : Verzerrungen  $\tilde{\epsilon}_{r\phi}$

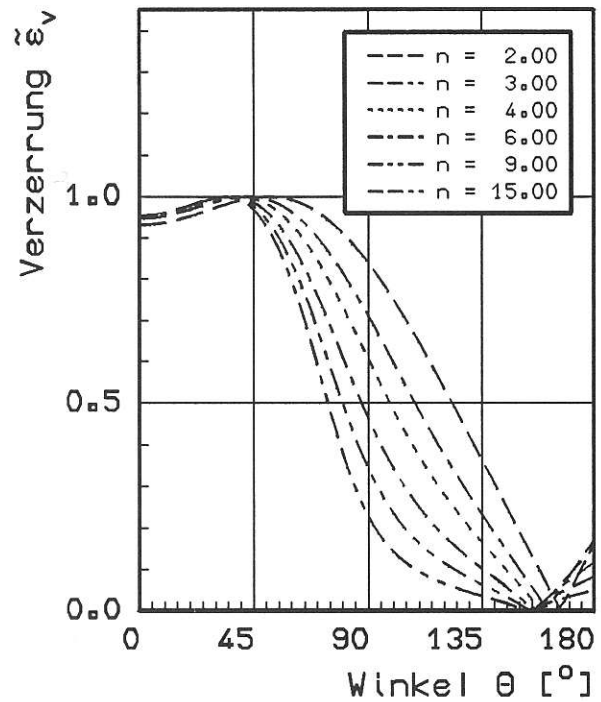


Bild 4.6d:

plane stress : Verzerrungen  $\tilde{\epsilon}_v$

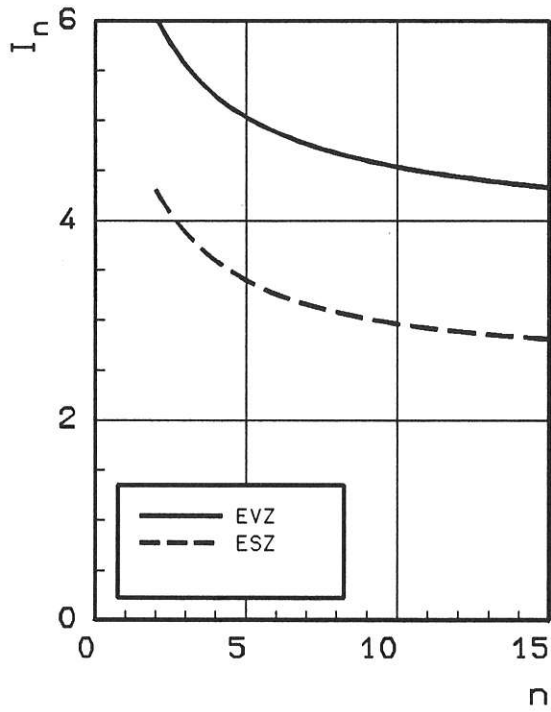


Bild 4.7a:

Integralwert  $I_n$

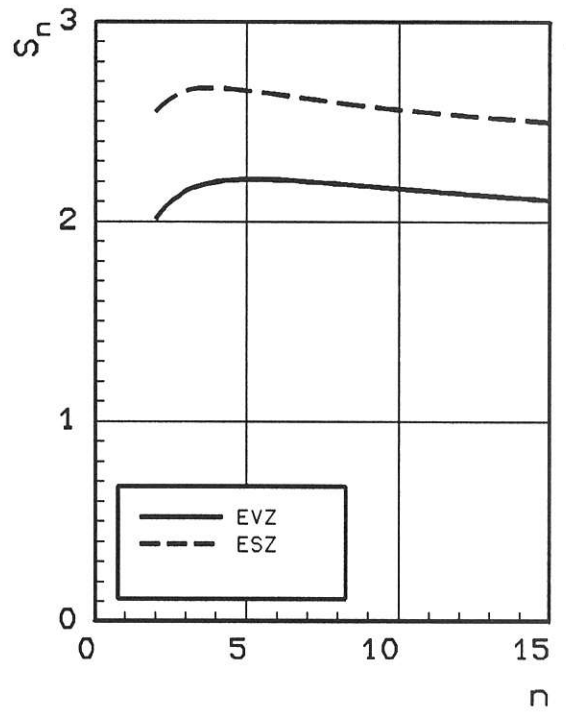


Bild 4.7b:

Integralwert  $S_n$

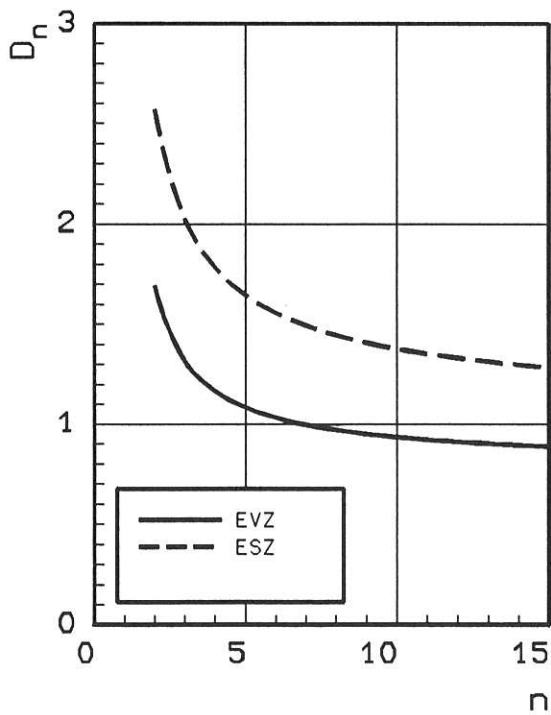


Bild 4.7c:

Integralwert  $D_n$

Verzerrungsenergie  $W$  in einem kreisförmigen Bereich vom Radius  $r_0$  berechnet werden. Und  $D_n$  nach Gl. (70) in Bild 4.7c stellt schließlich den von SHIH [24] hergeleiteten Zusammenhang, Gl. (68), zwischen  $J$  und der Rißspitzenöffnung  $\delta_t$  in der HRR-Theorie her.

#### 4.2 Tabellen

In der folgenden Tabelle sind die in den Bildern 4.7a,b,c dargestellten drei Konstanten der HRR-Singularität  $I_n$  nach Gl. (54),  $S_n$  nach Gl. (56) und  $D_n$  nach Gl. (70) für alle ganzzahligen Werte des Verfestigungsparameters von  $n = 2$  bis  $n = 15$  zusammengefaßt.

**Tabelle: Konstanten der HRR-Singularität**

n	EVZ			ESZ		
	$I_n$	$S_n$	$D_n$	$I_n$	$S_n$	$D_n$
2	6.04	2.02	1.69	4.30	2.55	2.57
3	5.56	2.15	1.32	3.88	2.65	2.02
4	5.24	2.20	1.16	3.59	2.67	1.78
5	5.03	2.21	1.08	3.40	2.65	1.65
6	4.88	2.21	1.03	3.26	2.63	1.56
7	4.76	2.20	1.00	3.16	2.61	1.49
8	4.67	2.19	0.97	3.08	2.59	1.44
9	4.60	2.17	0.95	3.01	2.58	1.41
10	4.53	2.16	0.93	2.96	2.56	1.38
11	4.48	2.15	0.92	2.92	2.54	1.35
12	4.43	2.14	0.91	2.89	2.53	1.33
13	4.39	2.13	0.90	2.86	2.52	1.31
14	4.36	2.12	0.89	2.83	2.51	1.30
15	4.33	2.11	0.88	2.81	2.50	1.28

Die HRR-Winkelfunktionen für Spannungen, Verzerrungen und Verschiebungen sind im Anhang 2 für verschiedene Verfestigungsparameter zwischen  $n = 2$  und  $n = 50$  alle  $2^\circ$  tabelliert. Auf die Tabellen für den EVZ folgen die des ESZ.



## 5. Zusammenfassung

Es wurde die Lösung des nichtlinearen homogenen Randwertproblems für die asymptotische Spannungs- und Verzerrungsverteilung in der Umgebung einer Rißspitze in hyperelastischem Material mit potenzförmigem Stoffgesetz unter Modus-I-Belastung, des sog. HRR-Feldes [9, 10, 11] beschrieben und die Ergebnisse graphisch und als Tabellen dargestellt. Die Bedeutung dieser HRR-Feld-Gleichungen liegt darin, daß sie unter angebbaren Bedingungen Näherungen für das Spannungs- und Verzerrungsfeld in elastisch-plastischem Werkstoff darstellen. Da in den HRR-Gleichungen das J-Integral als "Intensitätsparameter" auftritt, bedeutet (näherungsweise) Gültigkeit der HRR-Gleichungen zugleich immer, daß das reale Spannungs- und Verzerrungsfeld J-dominiert und damit J ein charakteristischer Beanspruchungsparameter für das Rißfeld ist. Untersuchungen der Bedingungen für "HRR-Dominanz", beispielsweise durch Vergleich von Finite-Elemente-Analysen mit den analytischen Lösungen, sind deshalb von großer praktischer Relevanz. Hierbei sind - entsprechend den Modellannahmen der HRR-Theorie - drei Problemkreise zu unterscheiden:

- inkrementelles Stoffgesetz als realere Abbildung des elastisch-plastischen Materialverhaltens im Gegensatz zur "Deformationstheorie",
- Einfluß großer Deformationen an der Rißspitze gegenüber der geometrisch linearen HRR-Theorie,
- Dreidimensionalität realer Strukturen im Gegensatz zum ebenen HRR-Feld.

In den grundlegenden Untersuchungen von McMEEKING [12], McMEEKING & PARIS [30], SHIH & GERMAN [13] und SHIH [31] an zwei-dimensionalen Modellen unter EVZ-Bedingungen im vollplastischen Zustand aber bei kleinen Deformationen wurde die von der HRR-Lösung dominierte Zone bei reiner Biegebeanspruchung zu

$$R = 0.07 (W - a) \quad (87)$$

und bei reiner Zugbeanspruchung zu

$$R = 0.01 (W - a) \quad (88)$$

mit  $(W - a)$  als Breite des ungerissenen Probenligamentes ermittelt. Die numerischen Untersuchungen von SHIH [31] bei kombinierter Biege- und Zugbelastung zeigen darüber hinaus, daß eine kleine Biegekomponente die von J dominierte Zone schnell bis zur Größe bei reiner Biegebeanspruchung, Gl. (87), anwachsen läßt.

Die FE-Rechnungen von McMEEKING [13] belegen weiterhin den linearen Zusammenhang zwischen der Rißspitzenöffnung  $\delta_t$  und J entsprechend der HRR-Theorie, Gl. (68). J und  $\delta_t$  stellen somit äquivalente Beanspruchungsparameter des Rißspitzenfeldes dar. Die Rißspitzenaufweitung liefert zugleich ein Maß für die Größe der Zone, in der der Einfluß großer Deformationen von Bedeutung ist und zu einem Abweichen der realen Spannungsverteilung vom singulären HRR-Feld führt. An der plastisch ausgerundeten Rißspitze bildet sich keine Singularität der Spannungen aus, sondern ein Spannungsmaximum wie vor Kerben. Die FE-Rechnungen von RICE & JOHNSON [32] und McMEEKING [33] zeigen, daß diese Zone etwa zwei- bis dreimal  $\delta_t$  groß ist; damit also eine J-dominierte Zone verbleibt, muß

$$R > 3 \delta_t \quad (89)$$

sein, und mit Gl. (68) ergeben sich mit  $d_n = 2$  als Größenbedingungen für biegebelastete Proben

$$W - a \geq 20 \frac{J}{\sigma_o} \quad (90)$$

und für zugbelastete Proben

$$W - a \geq 150 \frac{J}{\sigma_o} \quad (91)$$

Die Ergebnisse all dieser Untersuchungen haben Eingang gefunden in nationale und internationale Richtlinien zur Bestimmung gültiger Reißwiderstandskennwerte [34, 35, 36].

Einige neuere Arbeiten von BROCKS & OLSCHESKI [37], PARKS & WANG [38] und BROCKS & NOACK [39] behandeln das Problem der HRR-Dominanz bei realen drei-dimensionalen Strukturen und gekrümmten Reißgeometrien. Auch hier ist die Frage, ob das Spannungsfeld am Reiß J-dominiert ist, abhängig von der Art der Belastung und der Bauteilgeometrie. Wegen der größeren Vielfalt von Belastungssituationen und Bauteil- und Reißgeometrien, aber auch wegen der Komplexität drei-dimensionaler elastisch-plastischer FE-Rechnungen, liegen abschließende Aussagen noch nicht vor. Aufgrund seiner praktischen Relevanz für die Übertragbarkeit bruchmechanischer Kennwerte von Proben auf Bauteile ist das Problem der HRR-Dominanz noch immer aktueller Gegenstand der Forschung.

Der vorliegende Bericht beschränkt sich auf das Modus-I-Problem, also den Reiß im Zugspannungsfeld. Das Randwertproblem für "Mixed-Mode"-Belastung, also Normal- und Schubbeanspruchung, läßt sich unter Verzicht auf die Symmetriebedingungen Gl. (32) durch Rückgriff auf die Randbedingungen (31) aufstellen, während die DGl. (33) bzw. (34) für den ESZ bzw. den EVZ unverändert bleiben. Die numerische Lösung kann dann wieder mit dem im Abschnitt 3. beschriebenen Verfahren erfolgen. Das "Mixed-Mode"-Problem wurde zuerst von SHIH [40] gelöst, und es liegen vertafelte Lösungen für den ebenen Verzerrungszustand bei verschiedenen "Mischungsverhältnissen" zwischen Modus I und Modus II vor [41], die mit Hilfe eines Finite-Elemente-Verfahrens [42] ermittelt wurden.

## 6. Literatur

- [1] BLAUDEL, J. G.: Bauteilbewertung auf der Basis bruchmechanischer Versagenskonzepte. 21. Vortragsveranstaltung des DVM-Arbeitskreises Bruchvorgänge. Februar 1989. Bad Nauheim. Berlin: Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung, 1989
- [2] NEUBER, H.: Kerbspannungslehre. Berlin: Springer, 1985. 3. Aufl.
- [3] WILLIAMS, M. L.: On the stress distribution at the base of a stationary crack. J. Appl. Mech. 24 (1957), S. 109 - 114
- [4] IRWIN, G.: Analysis of stresses and strains near the end of a crack traversing a plate. J. Appl. Mech. (1957), S. 361 - 364
- [5] IRWIN, G.: Structural aspects of brittle fracture. Applied Materials Research 3 (1964), S. 65 - 80
- [6] WESTERGAARD, H. M.: Bearing pressures and cracks. J. Appl. Mech. 6 (1939), S. 49 - 53
- [7] SNEDDON, I. N.: The distribution of stress in the neighbourhood of a crack in an elastic solid. Proc. Roy. Soc. A187 (1946), S. 229 - 260
- [8] GRIFFITH, A. A.: The phenomenon of flow and rupture in solids. Phil. Trans. Roy. Soc. London A221 (1920), S. 163
- [9] RICE, J. R.: A path independent integral and the approximate analysis of strain concentration by notches and cracks. J. Appl. Mech. 35 (1968), S. 379 - 386
- [10] HUTCHINSON, J. W.: Singular behaviour at the end of a tensile crack in a hardening material. J. Mech. Phys. Solids 16 (1968), S. 13 - 31
- [11] HUTCHINSON, J. W.: Plastic stress and strain fields at a crack tip. J. Mech. Phys. Solids 16 (1968), S. 337 - 347

- [12] RICE, J. R. & ROSENGREN, G. F.: Plane strain deformation near a crack tip in a power law hardening material. *J. Mech. Phys. Solids* 16 (1968), S. 1 - 12
- [13] McMEEKING, R. M.: Path dependence of the J-integral and the role of J as a parameter characterizing the near tip field. ASTM STP 631. Philadelphia: American Society of Testing and Materials, 1977. S. 28 - 41
- [14] SHIH, C. F. & GERMAN, M. D.: Requirements for a one parameter characterization of crack tip fields by the HRR singularity. *Int. J. Fracture* 17 (1981), S. 27 - 43
- [15] KUMAR, V.; GERMAN, M. D. & SHIH, C. F.: An engineering approach for elastic-plastic fracture analysis. NP-1931. Research Project 1237-1. Palo Alto: Electric Power Research Institute, 1981
- [16] TADA, H.; PARIS, P. C. & IRWIN, G. R.: The stress analysis of cracks handbook. Pennsylvania: Del. Res. Corp., 1973
- [17] SHIH, C. F.: Tables of the Hutchinson-Rice-Rosengren singular field quantities. Report MRL E-147. Providence (RI): Brown University, Juni 1983
- [18] HILL, R.: The mathematical theory of plasticity. Oxford: Clarendon Press, 1950
- [19] PRANDTL, L.: Anwendungsbeispiele zu einem HENCKYschen Satz über das plastische Gleichgewicht. *ZAMM* 3 (1923), S. 401 - 406
- [20] RAMBERG, W. & OSGOOD, W. R.: Description of stress-strain curves by three parameters. NACA Technical Note No. 902 (1945)
- [21] AMAZIGO, J. C. & HUTCHINSON, J. W.: Crack-tip fields in steady crack-growth with linear strain-hardening. *J. Mech. Phys. Solids* 25 (1977), S. 81 - 97
- [22] CASTAÑEDA, P. P.: Asymptotic fields in steady crack growth with linear strain hardening. *J. Mech. Phys. Solids* 35 (1987), S. 227 - 268
- [23] McMEEKING, R. M. & RICE, J. R.: Finite-element formulations for problems of large elastic-plastic deformation. *Int. J. Solids. Struct.* 11 (1975), S. 601 - 616
- [24] RIEDEL, H. & RICE, J. R.: Tensile cracks in creeping solids. ASTM STP 700 (1980), S. 112 - 130
- [25] TRACEY, D. C.: Finite element solutions for crack tip behaviour in small-scale yielding. *Trans. ASME, Ser. H. J. Engng. Materials & Technol.* 98 (1976), S. 146 - 151
- [26] SHIH, C. F.: Relationship between the J-integral and the COD for stationary and extending cracks. *J. Mech. Phys. Solids* 29 (1981), S. 305 - 326
- [27] STOER, J., BULIRSCH, R.: Einführung in die Numerische Mathematik II. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 1973
- [28] ENGELN-MÜLLGES, G.: Formelsammlung zur Numerischen Mathematik mit Standard FORTRAN 77-Programmen. BI-Verlag, 1989
- [29] BADER, G.: Solution of Boundary Value Problems by Collocation Methods. Habilitationsschrift. Universität Heidelberg, 1988
- [30] McMEEKING, R. M. & PARKS, D. M.: On criteria for J-dominance of crack-tip fields in large scale yielding. *Elastic-Plastic Fracture*. ASTM STP 668. Philadelphia: American Society of Testing and Materials, 1979, S. 175 - 194

- [31] SHIH, C. F.: J-dominance under plane strain fully plastic conditions: the edge crack panel subject to combined tension and bending. *Int. J. Fracture* 29 (1985), S. 73 - 84
- [32] RICE, J. R. & JOHNSON, M. A.: The role of large crack tip geometry changes in plane strain fracture. *Elastic Behaviour of Solids* (Hrsg.: M. F. Kanninen, W. Adler, A. Rosenfield & R. Jaffe). New York: McGraw Hill, 1970
- [33] McMEEKING, R. M.: Finite deformation analysis of crack-tip opening in elastic-plastic materials and implication for fracture. *J. Mech. Phys. Solids* 25 (1977), S. 357 - 381
- [34] Standard Test Method for  $J_{IC}$ , a measure of fracture toughness. ASTM E 813. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, 1981
- [35] Ermittlung von Rißinitiierungswerten und Rißwiderstandskurven bei Anwendung des J-Integrals. DVM-Merkblatt 002. Berlin: Deutscher Verband für Materialprüfung, 1987
- [36] Recommendations for determining the fracture resistance of ductile materials. 1. Entwurf. European Group on Fracture, 1987
- [37] BROCKS, W. & OLSCHESKI, J.: On J-dominance of crack-tip fields in largely yielded 3D structures. *Int. J. Solids and Structures* 22 (1986), S. 693 - 708
- [38] PARKS, D. M. & WANG, Y. Y.: Elastic-plastic analysis of part-through surface cracks. In: *Analytical, Numerical, and Experimental Aspects of Three Dimensional Fracture Processes* (Hrsg. A. J. Rosakis, K. Ravi-Chandar & Y. Rajapakse). ASME AMD-Vol. 91 (1988). New York: ASME, S. 19 - 32
- [39] BROCKS, W. & NOACK, H.-D.: J-integral and stresses at an inner surface flaw in a pressure vessel. *Int. J. Pressure Vessel and Piping* 31 (1988), S. 187 - 203
- [40] SHIH, C. F.: Elastic-plastic analysis of combined mode crack problems. Doctor thesis. Cambridge (MA): Harvard University, 1973
- [41] SYMINGTON, M.; SHIH, C. F. & ORTIZ, M.: Tables of plane strain mixed-mode plastic crack tip fields. Report MRG/DMR-8714665/1. Providence (RI): Brown University, Oktober 1988
- [42] SYMINGTON, M.; ORTIZ, M. & SHIH, C. F.: A finite element method for the computation of asymptotic crack tip fields. Report MRG/DMR-8714665/1. Providence (RI): Brown University, Oktober 1988

## 7. Anhang

### 7.1 FORTRAN-Programm zur Lösung des Randwertproblems

```
PROGRAM HRR
C
C DAS HAUPTPROGRAMM HRR RUFT DIE UNTERPROGRAMME RWP, RESAWP
C UND OUT AUF.
C
C IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H,O-Z)
C
C VORGABE DER ANZAHL DER DGLN. N, DER SCHIESSPUNKTE NSH UND
C DER ZWISCHENPUNKTE M, AN DENEN DIE LOESUNG AUSGEDRUCKT WERDEN SOLL
C
C PARAMETER (N=5,NSH=5,M=91)
C COMMON/RAMOSG/AN
C DIMENSION SOLN(N,M),SOLNSH(N,NSH),YANF(N),XSH(NSH)
C EXTERNAL FCN,BC
C DATA IFMAX,ITMAX/300000,50/
C OPEN(6,FILE='OUT',STATUS='UNKNOWN')
C PI=4.D0*DATAN(1.D0)
C
C VORGABE DES RAMBERG-OSGOOD-KOEFFIZIENTEN AN, DER HUTCHINSON'SCHEN
C NAEHERUNG S, DER INTERVALLGRENZEN A UND B UND DER ANFANGSSCHRITT-
C WEITE H.
C
C AN=15.0D0
C S=(2.D0*AN+1.D0)/(AN+1.D0)
C A=0.0D0
C B=PI
C H=0.2D0
C
C BERECHNUNG DER STUETZSTELLEN FUER DAS SCHIESSVERFAHREN
C
C DX=(B-A)/(NSH-1)
C DO 100 I=1,NSH
C     XSH(I)=DX*(I-1)+A
100 CONTINUE
C
C VORGABE DER STARTWERTE AN DEN SCHIESSPUNKTEN FUER DIE SPANNUNGS-
C FUNKTION UND DEREN 1. BIS 3. ABLEITUNG. ALS BEISPIEL SIND HIER DIE
C WERTE FUER AN=14 AN DEN STELLEN 0, PI/4, PI/2, 3*PI/4 UND PI ANGE-
C GEBEN. DIESE WERTE KOENNEN FUER BESTIMMTE RAMBERG-OSGOOD-KOEFFI-
C ZIENTEN DEN BILDERN 3A-3D ENTNOMMEN WERDEN.
C GESUCHT IST DIE LOESUNG FUER AN=15.
C
C SOLNSH(1,1)= 0.719D0
C SOLNSH(1,2)= 0.516D+0
C SOLNSH(1,3)= 0.618D-1
C SOLNSH(1,4)=-0.164D0
C SOLNSH(1,5)= 0.000D0
C SOLNSH(2,1)= 0.000D0
C SOLNSH(2,2)=-0.483D0
C SOLNSH(2,3)=-0.570D0
C SOLNSH(2,4)= 0.851D-1
C SOLNSH(2,5)= 0.000D0
C SOLNSH(3,1)=-0.700D0
```

```

SOLNSH(3,2)=-0.450D0
SOLNSH(3,3)= 0.363D0
SOLNSH(3,4)= 0.102D+1
SOLNSH(3,5)=-0.917D0
SOLNSH(4,1)= 0.000D0
SOLNSH(4,2)= 0.616D0
SOLNSH(4,3)= 0.157D+1
SOLNSH(4,4)=-0.504D0
SOLNSH(4,5)=-0.127D+0
SOLNSH(5,1)=S
SOLNSH(5,2)=S
SOLNSH(5,3)=S
SOLNSH(5,4)=S
SOLNSH(5,5)=S

```

C  
C  
C

VORGABE DER FEHLERSCHRANKEN UND DRUCKSTEUERUNG

```

EPSAWP=1.0D-05
EPSRWP=1.0D-04
IPRINT = 1
KAUS = 6

```

C  
C  
C

LOESUNG DES RANDWERTPROBLEMS

```

1 CALL RWP (A,B,H,NSH,XSH,SOLNSH,N,FCN,BC,IPRINT,KAUS,EPSAWP,
          EPSRWP,IFMAX,ITMAX,ITER,IFEHL)

```

C  
C

IF (IFEHL .GT. 0) THEN

C  
C  
C

AUSGABE EINER ABRUCHMELDUNG GEMAESS IFEHL (0/1/2/3/4/5/6/7)

```

          GOTO (10,20,30,40,50,60,70),IFEHL
10 STOP ' FEHLER: MIND. EINE DER FEHLERSCHARANKEN IST ZU KLEIN!'
20 STOP 'FEHLER: B <= A'
30 STOP 'FEHLER: SCHRITTWEITE H <= 0'
40 STOP 'FEHLER: N>20 ODER N<=0'
50 STOP 'AWP MIT IFMAX FUNKTIONSAUSWERTUNGEN NICHT LOESBAR!'
60 STOP 'GEFORD. GENAUIGKEIT MIT ITMAX ITERAT. NICHT ERREICHBAR!'
70 STOP 'ABBRUCH, DA JAKOBI-MATRIX IM NEWTONVERFAHREN SINGULAER!'
ELSE

```

C  
C  
C

AUSGABE DER LOESUNG

C  
C

```

1 CALL RESAWP(N,A,B,H,FCN,NSH,XSH,SOLNSH,M,SOLN,YANF,IFMAX,
          EPSAWP,IFEHL)

```

```

DX = (B-A)/(M-1)
DO 110 I = 1 , M
    XP=A+(I-1)*DX

```

110

```

CONTINUE
CALL OUT(A,B,SOLN,N,M,KAUS)

```

```

ENDIF
END

```

```

1 SUBROUTINE RESAWP(N,A,B,H,DGL,NSH,XSH,SOLNSH,M,SOLN,YA,IFMAX,
          EPSAWP,IFEHL)

```

C  
C

DIESES PROGRAMM BERECHNET AN M AEQUIDISTENTEN ZWISCHENSTELLEN  
DIE LOESUNG SOLN(I,J). DAZU WIRD DAS PROGRAM A W P BENUTZT.  
AN DEN ZWISCHENSTELLEN WIRD DIE RECHNUNG UNTERBROCHEN UND DIE WERTE  
WERDEN IN DAS FELD SOLN GESCHRIEBEN.

```

C
IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H,O-Z)
DIMENSION XSH(NSH),SOLNSH(N,NSH),SOLN(N,M),YA(N)
EXTERNAL DGL
PI=4.D0*DATAN(1.D0)
FAK = 180./PI
OPEN(7,FILE='PHI_N4')
EPSABS = 0.5D0 * EPSAWP
EPSREL = EPSABS
DX=(B-A)/(M-1)
HK=MIN(H,0.5D0*DX)
ISH=1
DO 30 J = 1 , N
    YA(J)=SOLNSH(J,1)
    SOLN(J,1)=SOLNSH(J,1)
30 CONTINUE
XA = 0.D0
I = 1
WRITE(7,'(I5,6F12.5)') I,XA,(YA(J),J=1,N)
DO 10 I=1,M-1
    XA=A+(I-1)*DX
    XE=A+I*DX
    IF(XE.GT.XSH(ISH+1)) THEN
        ISH=ISH+1
        HK=MIN(H,0.5D0*DX)
        XA=XSH(ISH)
        DO 20 J = 1 , N
            YA(J)=SOLNSH(J,ISH)
20 CONTINUE
        END IF
        CALL AWP(XA,H,YA,N,DGL,XE,EPSABS,EPSREL,1,IFMAX,IFA,IFEHL)
        DO 40 J = 1 , N
            SOLN(J,I+1)=YA(J)
40 CONTINUE
        WRITE(7,'(I5,6F12.5)') I+1,XE*FAK,(YA(J),J=1 , N )
10 CONTINUE
RETURN
END
SUBROUTINE OUT(A,B,SOLN,N,M,KAUS)

```

```

C
C
C
NORMIERUNG UND AUSDRUCK DER SPANNUNGEN
C
IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H,O-Z)
DIMENSION SOLN(N,M)
PI=4.D0*DATAN(1.D0)
DX=(B-A)/(M-1)
S = SOLN(5,1)
C
C
C
BESTIMMUNG DES MAXIMUMS DER VERGLEICHSSPANNUNG
C
SV=SQRT(S**2*(S**2-3.D0*S+3.D0)*SOLN(1,1)**2
1 +3.D0*(1.D0-S)**2*SOLN(2,1)**2+S*(3.D0-S)*SOLN(1,1)*SOLN(3,1)
2 +SOLN(3,1)**2)
SVMAX = SV
DO 10 I=2,M
    SV=SQRT(S**2*(S**2-3.D0*S+3.D0)*SOLN(1,I)**2
1 +3.D0*(1.D0-S)**2*SOLN(2,I)**2+S*(3.D0-S)*SOLN(1,I)*SOLN(3,I)
2 +SOLN(3,I)**2)
    IF(SV.GT.SVMAX) SVMAX=SV
10 CONTINUE

```

```

ONEDSV=1.D0/SVMAX
C
C
C
AUSDRUCK DER SPANNUNGEN
WRITE(KAUS,'(A)')'1'
DO 20 I = 1 , M
  X=(I-1)*DX*180./PI
  STT=SOLN(1,I)*S*(S-1.D0)*ONEDSV
  SRT=SOLN(2,I)*(1.D0-S)*ONEDSV
  SRR=(SOLN(3,I)+S*SOLN(1,I))*ONEDSV
  SV=SQRT(S**2*(S**2-3.D0*S+3.D0)*SOLN(1,I)**2
1      +3.D0*(1.D0-S)**2*SOLN(2,I)**2+S*(3.D0-S)*SOLN(1,I)*SOLN(3,I)
2      +SOLN(3,I)**2)*ONEDSV
  WRITE(KAUS,'(5G15.5)') X,SV,SRR,STT,SRT
20 CONTINUE
RETURN
END
SUBROUTINE FCN(T,Y,N,DY)
C
C
C
DIFFERENTIALGLEICHUNGSSYSTEM
IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H,O-Z)
COMMON/RAMOSG/AN
DIMENSION Y(N),DY(N)
A0=AN*(Y(5)-2.)
A1=Y(5)*(Y(5)-3.)*Y(1)-2.*Y(3)
A2=A0*(A0+1.)*(Y(5)*Y(5)*Y(1)+Y(3))+A0*(A0+2.)*A1
A3=2.*Y(5)*Y(5)*(Y(5)*Y(5)-3.*Y(5)+3.)*(Y(2)*Y(2)+Y(1)*Y(3))
1  +2.*Y(4)*Y(4)+(6.-9.*Y(5)+5.*Y(5)*Y(5))*(Y(3)*Y(3)+Y(2)*Y(4))
2  +Y(5)*(3.-Y(5))*Y(2)*Y(4)
A4=2.*Y(5)*Y(5)*(Y(5)*Y(5)-3.*Y(5)+3.)*Y(1)*Y(2)+2.*Y(3)*Y(4)
1  +6.*(1.-Y(5))*(1.-Y(5))*Y(2)*Y(3)
2  +Y(5)*(3.-Y(5))*(Y(2)*Y(3)+Y(1)*Y(4))
A5=Y(5)*Y(5)*(Y(5)*Y(5)-3.*Y(5)+3.)*Y(1)*Y(1)+Y(3)*Y(3)
1  +Y(5)*(3.-Y(5))*Y(1)*Y(3)+3.*(1.-Y(5))*(1.-Y(5))*Y(2)*Y(2)
A6=(AN-1.)/2.*A1*(A3/A5+(AN-3.)/2.*A4*A4/A5/A5)
A7=(AN-1.)*A4/A5*(Y(5)*(Y(5)-3.)*Y(2)-2.*Y(4))+Y(5)*(Y(5)-3.)*Y(3)
A8=(AN-1.)/2.*A1*A1/A5+2.
A9=6.*(A0+1.)*(Y(5)-1.)*((AN-1)/2.*A4/A5*Y(2)+Y(3))+A2-A6-A7
DY(1)=Y(2)
DY(2)=Y(3)
DY(3)=Y(4)
DY(4)=-A9/A8
DY(5)=0.
RETURN
END
SUBROUTINE BC (YA,YB,N,R)
C
C
C
RANDBEDINGUNGEN
IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H,O-Z)
DIMENSION YA(N),YB(N),R(N)
R(1) = YA(2)
R(2) = YA(4)
R(3) = YA(3)+0.7D0
R(4) = YB(1)
R(5) = YB(2)
RETURN
END
DOUBLE PRECISION FUNCTION QNORM (X, N)

```



```

C
C   BERECHNUNG DER QUADRATISCHEN NORM DES FELDES X
C
C   IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H,O-Z)
C   DIMENSION X(N)
C   QNORM=0.0D0
C   DO 10 I=1,N
C       QNORM=QNORM+X(I)**2
10  CONTINUE
C   QNORM=DSQRT(QNORM)
C   RETURN
C   END
C   SUBROUTINE R W P (A, B, H, NSH, XSH, SOLN, N, DGL, RAND,
C   1                 IPRINT, KAUS, EPSAWP, EPSRWP, IFMAX,
C   2                 ITMAX, ITER, IFEHL)
C
C *****
C
C   DIESES PROGRAMM GEHT VON EINEM ALLGEMEINEN RANDWERTPROBLEM
C   IN SYSTEMFORM 1. ORDNUNG
C    $Y' = F(X,Y)$  ,  $A \leq X \leq B$  ,  $R(Y(A),Y(B)) = 0$ 
C   AUS UND BESTIMMT UEBER DAS MEHRZIELVERFAHREN (MULTIPLE
C   SHOOTING METHOD) DIE NAEHERUNG SOLN(N,NSH) EINER LOESUNG Y AN
C   DEN SCHIESSPUNKTEN XSH(NSH).
C   MIT DIESEN LOESUNGEN KANN MAN DIE LOESUNG DES GESAMTPROBLEMS
C   IM INTERVALL (A,B) UEBER EINEN ANFANGSWERTPROBLEMLOESER
C   (ETWA DAS UNTERPROGRAMM A W P ) NAEHERUNGSWEISE BESTIMMEN.
C   DAS NICHTLINEARE GLEICHUNGSSYSTEM, DAS BEIM SCHIESSVERFAHREN
C   AUFTRITT, WIRD MIT DEM GEDAEMPFTEN NEWTON-VERFAHREN GELOEST.
C   (FUER DIE VARIABLENTYPEN DER UEBERGABEPARAMETER GELTEN DIE
C   STANDARD-FORTRAN-KONVENTIONEN.)
C
C
C   EINGABEPARAMETER:
C   =====
C   A   - LINKE INTERVALLGRENZE
C   B   - RECHTE INTERVALLGRENZE; ES MUSS  $B > A$  SEIN
C   H   - ANGEMESSENE ANFANGSSCHRITTWEITE FUER DIE NAEHERUNGS-
C       WEISE LOESUNG EINES ZUGEORDNETEN ANFANGSWERTPROBLEMS
C       DES SCHIESSVERFAHRENS
C   NSH - ANZAHL DER SCHIESSPUNKTE (  $2 \leq NSH \leq 20$  )
C   XSH - FELD DER GROESSE (NSH)
C       LAGE DER SCHHIESSPUNKTE
C   SOLN - FELD DER GROESSE (N,NSH)
C       ENTHAELT SCHAEZTWERTE FUER DIE LOESUNGEN AN DEN
C       SCHIESSPUNKTEN
C   N   - ANZAHL DER DIFFERENTIALGLEICHUNGEN (  $1 \leq N \leq 20$  )
C   DGL - RECHTE SEITE DER DIFFERENTIALGLEICHUNG, DIE ALS
C       UNTERPROGRAMM DER FORM
C       S U B R O U T I N E   D G L (X, Y, N, F)
C       ( BEGINNEND MIT: REAL Y(N), F(N) ) ZUR VERFUEGUNG
C       GESTELLT SEIN MUSS, WOBEI F DER WERT DER RECHTEN
C       SEITE DER DIFFERENTIALGLEICHUNG AN DER STELLE (X,Y)
C       IST ( DGL MUSS IM RUFENDEN PROGRAMM IN EINER
C       EXTERNAL-ANWEISUNG AUFGEFUEHRT SEIN ! )
C   RAND - RANDBEDINGUNG, DIE ALS UNTERPROGRAMM DER FORM
C       S U B R O U T I N E   R A N D (YA, YB, N, R)
C       ( BEGINNEND MIT: REAL YA(N), YB(N), R(N) ) ZUR
C       VERFUEGUNG GESTELLT SEIN MUSS, WOBEI R DER WERT
C       R(YA,YB) IST ( RAND MUSS IM RUFENDEN PROGRAMM

```

```

C      IN EINER EXTERNAL-ANWEISUNG AUFGEFUEHRT SEIN ! )      *
C EPSAWP - GENAUIGKEITSSCHRANKE FUER DAS NAEHERUNGSWEISE LOESEN *
C      ZUGEORDNETER ANFANGSWERTPROBLEME DES SCHIESSVER-      *
C      FAHRENS                                              *
C EPSRWP - GENAUIGKEITSSCHRANKE FUER DIE QUADRATISCHE NORM   *
C      DES FEHLERVEKTORS IM NEWTONVERFAHREN                  *
C IFMAX  - OBERE SCHRANKE FUER DIE ANZAHL DER ZULAESSIGEN FUNK- *
C      TIONSAUSWERTUNGEN DER RECHTEN SEITE F DER DIFFE-    *
C      RENTIALGLEICHUNG BEI DER LOESUNG EINES ZUGEORDNETEN  *
C      ANFANGSWERTPROBLEMS                                  *
C ITMAX  - OBERE SCHRANKE FUER DIE ANZAHL DER NEWTON-ITERA-  *
C      TIONSSCHRITTE ZUR LOESUNG DES NICHTLINEAREN GLEI-   *
C      CHUNGSSYSTEMS, DAS BEIM SCHIESSVERFAHREN AUFTRITT  *
C IPRINT - PARAMETER ZUR STEUERUNG DER DRUCKAUSGABE DES PROGRAMMS *
C      IPRINT = 0 : KEINE DRUCKAUSGABE                      *
C      IPRINT = 1 : AUSDRUCKEN VON ZUSAETZLICHEN           *
C      INFORMATIONEN                                       *
C KAUS   - KANALNUMMER, AUF DIE DIE DRUCKAUSGABE ERFOLGEN SOLL *
C
C
C AUSGABEPARAMETER:      *
C =====              *
C SOLN  - FELD DER GROESSE (N,NSH)                        *
C      ENTHAELT DIE NAEHERUNGSWEISEN LOESUNGEN AN DEN    *
C      SCHIESSPUNKTEN                                     *
C ITER  - ANZAHL TATSAECHLICH BENOETIGTER NEWTON-ITERATIONEN *
C IFEHL - FEHLERPARAMETER:                                *
C      = 0: ALLES O.K.                                     *
C      = 1: MINDESTENS EINE DER FEHLERSCHRANKEN EPS...   *
C           ZU KLEIN (RELATIV ZUR RECHENGENAUIGKEIT)    *
C      = 2: B <= A (INNERHALB DER RECHENGENAUIGKEIT)    *
C      = 3: SCHRITTWEITE H <= 0                          *
C           (RELATIV ZUR RECHENGENAUIGKEIT)            *
C      = 4: N > 20 ODER N <= 0                           *
C      = 5: IFMAX FUNKTIONSAUSWERTUNGEN REICHEN NICHT ZUR *
C           NAEHERUNGSWEISEN LOESUNG EINES ZUGEORDNETEN AN- *
C           FANGSWERTPROBLEMS DES SCHIESSVERFAHRENS      *
C      = 6: ITER > ITMAX : DIE ANZAHL ZULAESSIGER NEWTON- *
C           ITERATIONSSCHRITTE REICHT NICHT AUS, EINEN GE- *
C           EIGNETEN WERT YANF INNERHALB DER GEFORDERTEN  *
C           GENAUIGKEIT ZU BESTIMMEN                      *
C      = 7: DIE JACOBI-MATRIX FUER DAS NEWTON-VERFAHREN IST *
C           SINGULAER; EIN NEWTON-ITERATIONSSCHRITT KANN  *
C           NICHT DURCHGEFUEHRT WERDEN                   *
C
C-----*
C
C BENOETIGTE UNTERPROGRAMME: AWP, FGAUSS, MASCH, QNORM    *
C
C *****
C
C AUTOR      : DIETMAR KLINGBEIL                          *
C DATUM      : 24.10.89                                    *
C QUELLCODE  : FORTRAN 77                                  *
C
C *****
C
C      IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H,O-Z)
C
C      NN:      MAX. ANZAHL DER DIFFERENTIALGLEICHUNGEN

```

```

C      NNSH: MAX. ANZAHL DER SHOOTINGPOINTS
C
C      PARAMETER (NN=20,NNSH=20,NM=NN*NNSH)
C      DIMENSION YANF(NN), SOLN(N,NSH), XSH(NSH),RDJ(NN),RD(NM)
C      DIMENSION AMAT(NM,NM),YK(NN),YAJ(NN),R(NM),RJ(NN),D(NM),SKAL(NM),
1      YA(NN),YB(NN)
C      INTEGER IPIVOT(NM)
C      EXTERNAL DGL
C
C      JMAX: MAXIMALER EXPONENT IM GEDAEMPFTEN NEWTONVERFAHREN
C
C      DATA JMAX /4/
C
C      EPSLON IST DIE MASCHINENGENAUIGKEIT DER BENUTZTEN ANLAGE
C      (DH. DIE KLEINSTE POSITIVE MASCHINENZAHL, DIE 1 + EPSLON > 1
C      ERFUELLT). EPS1 DIENST ALS INKREMENT FUER DEN NAEHERUNGSWEISEN
C      AUFBAU DER JACOBI-MATRIX DES NEWTON-VERFAHRENS, EPS2 DIENST BEI
C      ABFRAGEN AUF NULL
C
C      EPSLON = 1.0D0
10     EPSLON = 0.5D0 * EPSLON
C      IF (MASCH(1.0D0 + EPSLON) .EQ. 1) GOTO 10
C      EPSLON = 2.0D0 * EPSLON
C      EPS1 = DSQRT (EPSLON)
C      EPS2 = 100.0D0 * EPSLON
C
C      ERSTE PLAUSIBILITAETSKONTROLLE DER EINGABEPARAMETER
C
C      IF (EPSRWP .LT. EPS2) THEN
C          IFEHL = 1
C          R E T U R N
C      ENDIF
C
C      VORBESETZEN LOKALER GROESSEN
C
C      ITER = 0
C      EPSABS = 0.5D0 * EPSAWP
C      EPSREL = EPSABS
C
C      VORBESETZEN DER STARTWERTE SOLN(I,J) MIT KLEINEN ZAHLEN, FALLS DIE
C      STARTWERTE NULL SIND
C
C      DO 21 I=1,N
C          DO 22 J=1,NSH
C              IF(DABS(SOLN(I,J)).LT.EPS2) SOLN(I,J)=SOLN(I,J)+EPS1
22     CONTINUE
21     CONTINUE
C
C      SIND SCHON ITMAX NEWTON-ITERATIONEN DURCHGEFUEHRT WORDEN,
C      OHNE DAS DIE NORM DES GEDAEMPFTEN FEHLERVEKTORS RDNORM
C      KLEINER ALS EPSRWP IST : RUECKSPRUNG
C
C      50 CONTINUE
C      ITER = ITER + 1
C      IF (ITER .GT. ITMAX) THEN
C          IFEHL = 6
C          R E T U R N
C      ENDIF
C
C      AUFBAU DER TEILE G(K) DER JACOBIMATRIX

```

```

C
NGL = NSH * N
DO 330 I=1,NGL
  DO 340 J = 1 , NGL
    AMAT(I,J)=0.0D0
340  CONTINUE
330  CONTINUE
DO 110 ISH=1,NSH-1
  DO 230 I = 1, N
    YA(I) = SOLN(I,ISH)
230  CONTINUE
    XA=XSH(ISH)
    XE=XSH(ISH+1)
    HK=H
    CALL AWP(XA,HK,YA,N,DGL,XE,EPSABS,EPSREL,1,IFMAX,IFA,IFEHL)
    IF (IFEHL .NE. 0) R E T U R N
    DO 100 JACOBI = 1, N
      DO 120 I=1,N
        YAJ(I)=SOLN(I,ISH)
120  CONTINUE
        IF (DABS(YAJ(JACOBI)) .LT. EPS2) THEN
          YAJ(JACOBI) = YAJ(JACOBI) + EPS1
          DELTA = 1.0D0 / EPS1
        ELSE
          YAJ(JACOBI) = YAJ(JACOBI) * (1.0D0 + EPS1)
          DELTA = 1.0D0 / (EPS1 * YAJ(JACOBI))
        ENDIF
        XA = XSH ( ISH )
        XE = XSH ( ISH + 1 )
        HK = H
C
      CALL AWP(XA,HK,YAJ,N,DGL,XE,EPSABS,EPSREL,1,IFMAX,IFA,IFEHL)
C
      IF (IFEHL .NE. 0) R E T U R N
      ISP = ( ISH - 1 ) * N + JACOBI
      DO 90 K = 1, N
        IZ = ( ISH - 1 ) * N + K
        AMAT(IZ,ISP) = (YAJ(K) - YA(K)) * DELTA
90  CONTINUE
C
C  AUFBAU DER RECHTEN SEITE UND DER EINHEITSMATRIX
C
      IZ = ( ISH - 1 ) * N + JACOBI
      ISP = IZ + N
      AMAT(IZ,ISP) = -1.D0
      R(IZ) = SOLN(JACOBI,ISH+1) - YA(JACOBI)
100  CONTINUE
110  CONTINUE
C
C  AUFBAU DER MATRIZEN A UND B UND EINBAU IN DIE JACOBIMATRIX
C
DO 130 I = 1, N
  YA(I) = SOLN(I,1)
  YB(I) = SOLN(I,NSH)
130  CONTINUE
CALL RAND (YA, YB, N, RJ)
DO 140 I = 1, N
  DO 150 J = 1, N
    YA(J) = SOLN(J,1)
    YB(J) = SOLN(J,NSH)

```

```

150    CONTINUE
      IF (DABS(YA(I)) .LT. EPS2) THEN
        YA(I) = YA(I) + EPS1
        DELTA = 1.0D0 / EPS1
      ELSE
        YA(I) = YA(I) * (1.0D0 + EPS1)
        DELTA = 1.0D0 / (EPS1 * YA(I))
      ENDIF
      CALL RAND (YA, YB, N, RDJ)
      ISP = I
      DO 160 J = 1, N
        IZ = ( NSH - 1 ) * N + J
        AMAT(IZ,ISP) = ( RDJ(J) - RJ(J) ) * DELTA
160    CONTINUE
140    CONTINUE
      DO 180 I = 1, N
        DO 190 J = 1, N
          YA(J) = SOLN(J,1)
          YB(J) = SOLN(J,NSH)
190    CONTINUE
        IF (DABS(YB(I)) .LT. EPS2) THEN
          YB(I) = YB(I) + EPS1
          DELTA = 1.0D0 / EPS1
        ELSE
          YB(I) = YB(I) * (1.0D0 + EPS1)
          DELTA = 1.0D0 / (EPS1 * YB(I))
        ENDIF
        CALL RAND (YA, YB, N, RDJ)
        ISP = ( NSH-1 ) * N + I
        DO 200 J = 1, N
          IZ = ( NSH-1 ) * N + J
          AMAT(IZ,ISP) = ( RDJ(J) - RJ(J) ) * DELTA
200    CONTINUE
        R(ISP) = - RJ(I)
180    CONTINUE
      RNORM = QNORM (R,NGL)
C
C    LOESUNG DES GLEICHUNGSSYSTEMS
C
      CALL FGAUSS (NGL, AMAT, NM, R, D, MARKE, SKAL, IPIVOT)
C
C    IST DIE JACOBI-MATRIX SINGULAER : RUECKSPRUNG
C
      IF (MARKE .EQ. 0) THEN
        IFEHL = 7
        RETURN
      ENDIF
      JNEW = -1
400    CONTINUE
      JNEW = JNEW + 1
      FAK = 1.D0/2.D0 ** JNEW
      DO 420 ISH = 1, NSH-1
        DO 430 I = 1, N
          IAD = (ISH-1) * N + I
          YA(I) = SOLN(I,ISH) + D(IAD) * FAK
430    CONTINUE
          XA = XSH(ISH)
          XE = XSH(ISH+1)
          HK = H
          CALL AWP(XA, HK, YA, N, DGL, XE, EPSABS, EPSREL, 1, IFMAX, IFA, IFEHL)

```

```

        IF (IFEHL .NE. 0) R E T U R N
C
C   AUFBAU DER RECHTEN SEITE
C
        DO 450 I = 1 , N
            IZ = ( ISH - 1 ) * N + I
            RD(IZ) = SOLN(I,ISH+1) + D(IZ+N) * FAK - YA(I)
450    CONTINUE
420    CONTINUE
        DO 440 J = 1, N
            IAD = J
            YA(J) = SOLN(J,1) + D(IAD)*FAK
            IAD = (NSH-1)*N + J
            YB(J) = SOLN(J,NSH) + D(IAD)*FAK
440    CONTINUE
        CALL RAND (YA, YB, N, RJ)
        DO 460 I=1,N
            IZ = ( NSH - 1 ) * N + I
            RD(IZ) = - RJ(I)
460    CONTINUE
        RDNORM = QNORM (RD,NGL)
        IF(IPRINT.EQ.1) THEN
            WRITE(KAUS, '(3(/,1X,A,T30,1H:,I15),2(/,1X,A,T30,1H:,G15.5))')
1            'NEWTON-ITERATION',ITER,
2            'DAEMPfungSEXpONENT',JNEW,
3            'MAX. DAEMPfungSEXpONENT',JMAX,
4            'NORM GEDAEMPFT',RDNORM,
5            'NORM AUS NEWTONVERFAHREN',RNORM
        END IF
        IF(JNEW.GT.JMAX) THEN
            JNEW = 0
            GO TO 410
        END IF
C
C   ENTSCHIEDUNG, OB DIESER SCHRITT AKZEPTIERT WIRD
C   FALLS NEIN: ERHOEHUNG DES EXPONENTEN IM GEDAEMPTEN NEWTONVERFAHREN
C
        IF ( RDNORM .GE. RNORM ) GO TO 400
C
C   FALLS JA: ADDITION DER AENDERUNG AUF DIE LOESUNG UND AUSDRUCK
C
410    CONTINUE
        FAK = 1.D0/2.D0 ** JNEW
        IF ( IPRINT .EQ. 1 )
1    WRITE(KAUS, '(1X,/,1X,A,//)') 'LOESUNG IM AKTUELLEN NEWTON-SCHRITT'
        DO 300 J = 1, NSH
            DO 310 I = 1 , N
                IAD = (J-1)*N + I
                SOLN(I,J) = SOLN(I,J) + D(IAD) * FAK
310            CONTINUE
            IF ( IPRINT.EQ.1 ) WRITE(KAUS, '(I5,10E10.3)') J, (SOLN(I,J),I=1,N)
300    CONTINUE
        IF ( RDNORM .LE. EPSRWP ) R E T U R N
C
C   NAECHSTER NEWTONSCHRITT
C
        GOTO 50
        END

```

## 7.2 Winkelfunktionen der HRR-Singularität

### 7.2.1 Ebener Verzerrungszustand

Ebener Verzerrungszustand

$n = 2.00$

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.0850	1.5778	1.6760	0.0000	-0.0063	0.0063	0.0000	-0.0188	0.0000
2	0.0891	1.5821	1.6753	0.0217	-0.0062	0.0062	0.0029	-0.0187	0.0009
4	0.1020	1.5936	1.6734	0.0433	-0.0061	0.0061	0.0066	-0.0183	0.0017
6	0.1242	1.6072	1.6703	0.0644	-0.0059	0.0059	0.0120	-0.0176	0.0026
8	0.1531	1.6181	1.6659	0.0851	-0.0055	0.0055	0.0195	-0.0165	0.0034
10	0.1851	1.6251	1.6604	0.1054	-0.0049	0.0049	0.0293	-0.0147	0.0041
12	0.2182	1.6289	1.6537	0.1254	-0.0041	0.0041	0.0410	-0.0122	0.0047
14	0.2515	1.6304	1.6458	0.1450	-0.0029	0.0029	0.0547	-0.0087	0.0052
16	0.2848	1.6302	1.6368	0.1644	-0.0014	0.0014	0.0702	-0.0042	0.0055
18	0.3177	1.6286	1.6267	0.1834	0.0005	-0.0005	0.0874	0.0014	0.0056
20	0.3502	1.6260	1.6155	0.2021	0.0028	-0.0028	0.1062	0.0083	0.0054
22	0.3823	1.6224	1.6032	0.2205	0.0055	-0.0055	0.1265	0.0165	0.0048
24	0.4139	1.6179	1.5898	0.2385	0.0087	-0.0087	0.1481	0.0262	0.0038
26	0.4449	1.6128	1.5754	0.2562	0.0125	-0.0125	0.1710	0.0374	0.0023
28	0.4754	1.6070	1.5600	0.2735	0.0167	-0.0167	0.1950	0.0502	0.0003
30	0.5052	1.6005	1.5436	0.2903	0.0215	-0.0215	0.2200	0.0646	-0.0024
32	0.5345	1.5935	1.5263	0.3067	0.0269	-0.0269	0.2459	0.0808	-0.0057
34	0.5630	1.5859	1.5079	0.3227	0.0329	-0.0329	0.2725	0.0987	-0.0099
36	0.5908	1.5778	1.4887	0.3382	0.0395	-0.0395	0.2997	0.1184	-0.0150
38	0.6179	1.5692	1.4686	0.3532	0.0466	-0.0466	0.3274	0.1399	-0.0210
40	0.6443	1.5602	1.4476	0.3677	0.0544	-0.0544	0.3553	0.1631	-0.0280
42	0.6698	1.5507	1.4258	0.3816	0.0627	-0.0627	0.3834	0.1882	-0.0362
44	0.6945	1.5408	1.4032	0.3950	0.0717	-0.0717	0.4116	0.2150	-0.0455
46	0.7184	1.5305	1.3799	0.4079	0.0812	-0.0812	0.4395	0.2435	-0.0562
48	0.7414	1.5199	1.3558	0.4201	0.0912	-0.0912	0.4673	0.2737	-0.0682
50	0.7636	1.5089	1.3310	0.4318	0.1019	-0.1019	0.4946	0.3056	-0.0817
52	0.7848	1.4975	1.3056	0.4428	0.1130	-0.1130	0.5213	0.3389	-0.0967
54	0.8051	1.4858	1.2795	0.4532	0.1246	-0.1246	0.5474	0.3738	-0.1133
56	0.8245	1.4739	1.2528	0.4630	0.1367	-0.1367	0.5726	0.4101	-0.1315
58	0.8429	1.4617	1.2256	0.4721	0.1492	-0.1492	0.5969	0.4476	-0.1515
60	0.8603	1.4492	1.1979	0.4805	0.1621	-0.1621	0.6201	0.4863	-0.1732
62	0.8767	1.4364	1.1697	0.4883	0.1754	-0.1754	0.6421	0.5261	-0.1968
64	0.8921	1.4235	1.1411	0.4953	0.1889	-0.1889	0.6628	0.5668	-0.2222
66	0.9065	1.4103	1.1121	0.5017	0.2027	-0.2027	0.6822	0.6082	-0.2495
68	0.9199	1.3970	1.0828	0.5073	0.2168	-0.2168	0.7000	0.6504	-0.2788
70	0.9322	1.3835	1.0531	0.5123	0.2310	-0.2310	0.7163	0.6930	-0.3101
72	0.9436	1.3698	1.0232	0.5165	0.2453	-0.2453	0.7310	0.7359	-0.3433
74	0.9538	1.3560	0.9930	0.5199	0.2597	-0.2597	0.7439	0.7790	-0.3786
76	0.9631	1.3421	0.9627	0.5227	0.2740	-0.2740	0.7551	0.8221	-0.4158
78	0.9713	1.3280	0.9322	0.5247	0.2883	-0.2883	0.7644	0.8650	-0.4551
80	0.9784	1.3139	0.9017	0.5259	0.3025	-0.3025	0.7719	0.9076	-0.4963
82	0.9846	1.2997	0.8710	0.5265	0.3165	-0.3165	0.7775	0.9496	-0.5396
84	0.9896	1.2854	0.8404	0.5263	0.3303	-0.3303	0.7812	0.9910	-0.5847
86	0.9937	1.2711	0.8098	0.5253	0.3438	-0.3438	0.7830	1.0314	-0.6318
88	0.9968	1.2568	0.7793	0.5236	0.3569	-0.3569	0.7829	1.0708	-0.6807
90	0.9988	1.2424	0.7489	0.5212	0.3697	-0.3697	0.7809	1.1090	-0.7315

## Ebener Verzerrungszustand

n = 2.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.9999	1.2279	0.7187	0.5181	0.3819	-0.3819	0.7771	1.1458	-0.7839
94	1.0000	1.2135	0.6886	0.5143	0.3937	-0.3937	0.7714	1.1810	-0.8381
96	0.9991	1.1991	0.6588	0.5097	0.4048	-0.4048	0.7639	1.2144	-0.8938
98	0.9973	1.1846	0.6293	0.5045	0.4153	-0.4153	0.7546	1.2460	-0.9511
100	0.9946	1.1701	0.6002	0.4985	0.4252	-0.4252	0.7437	1.2755	-1.0098
102	0.9909	1.1557	0.5714	0.4919	0.4343	-0.4343	0.7311	1.3028	-1.0698
104	0.9864	1.1412	0.5429	0.4846	0.4426	-0.4426	0.7170	1.3277	-1.1310
106	0.9810	1.1267	0.5150	0.4767	0.4501	-0.4501	0.7014	1.3502	-1.1933
108	0.9747	1.1122	0.4875	0.4681	0.4567	-0.4567	0.6845	1.3701	-1.2566
110	0.9677	1.0977	0.4605	0.4590	0.4624	-0.4624	0.6662	1.3872	-1.3208
112	0.9598	1.0831	0.4341	0.4492	0.4672	-0.4672	0.6467	1.4016	-1.3857
114	0.9512	1.0685	0.4083	0.4389	0.4710	-0.4710	0.6262	1.4130	-1.4512
116	0.9418	1.0538	0.3830	0.4280	0.4738	-0.4738	0.6046	1.4214	-1.5172
118	0.9317	1.0391	0.3585	0.4166	0.4756	-0.4756	0.5822	1.4268	-1.5835
120	0.9209	1.0243	0.3346	0.4047	0.4763	-0.4763	0.5590	1.4290	-1.6500
122	0.9094	1.0093	0.3114	0.3923	0.4760	-0.4760	0.5351	1.4280	-1.7165
124	0.8972	0.9943	0.2889	0.3794	0.4746	-0.4746	0.5106	1.4238	-1.7829
126	0.8844	0.9790	0.2673	0.3662	0.4721	-0.4721	0.4858	1.4164	-1.8490
128	0.8710	0.9636	0.2464	0.3525	0.4685	-0.4685	0.4606	1.4056	-1.9146
130	0.8570	0.9479	0.2262	0.3385	0.4638	-0.4638	0.4352	1.3915	-1.9798
132	0.8424	0.9320	0.2070	0.3242	0.4581	-0.4581	0.4097	1.3742	-2.0441
134	0.8272	0.9158	0.1885	0.3096	0.4512	-0.4512	0.3842	1.3536	-2.1076
136	0.8115	0.8993	0.1709	0.2948	0.4433	-0.4433	0.3588	1.3298	-2.1701
138	0.7952	0.8823	0.1542	0.2797	0.4342	-0.4342	0.3336	1.3027	-2.2314
140	0.7784	0.8650	0.1384	0.2645	0.4242	-0.4242	0.3088	1.2725	-2.2913
142	0.7610	0.8472	0.1235	0.2491	0.4131	-0.4131	0.2844	1.2392	-2.3498
144	0.7430	0.8289	0.1094	0.2337	0.4010	-0.4010	0.2605	1.2029	-2.4066
146	0.7245	0.8101	0.0963	0.2182	0.3879	-0.3879	0.2371	1.1636	-2.4617
148	0.7055	0.7906	0.0840	0.2027	0.3738	-0.3738	0.2145	1.1215	-2.5149
150	0.6858	0.7704	0.0727	0.1873	0.3589	-0.3589	0.1927	1.0766	-2.5660
152	0.6655	0.7494	0.0622	0.1720	0.3430	-0.3430	0.1717	1.0290	-2.6150
154	0.6445	0.7276	0.0527	0.1568	0.3263	-0.3263	0.1516	0.9788	-2.6618
156	0.6229	0.7049	0.0440	0.1418	0.3088	-0.3088	0.1325	0.9263	-2.7061
158	0.6004	0.6812	0.0362	0.1271	0.2905	-0.2905	0.1144	0.8714	-2.7480
160	0.5771	0.6564	0.0292	0.1126	0.2715	-0.2715	0.0975	0.8144	-2.7872
162	0.5529	0.6303	0.0231	0.0986	0.2518	-0.2518	0.0817	0.7554	-2.8237
164	0.5276	0.6028	0.0177	0.0849	0.2315	-0.2315	0.0672	0.6945	-2.8575
166	0.5010	0.5736	0.0132	0.0718	0.2106	-0.2106	0.0539	0.6318	-2.8884
168	0.4731	0.5426	0.0094	0.0592	0.1892	-0.1892	0.0420	0.5676	-2.9163
170	0.4434	0.5095	0.0063	0.0472	0.1673	-0.1673	0.0314	0.5020	-2.9412
172	0.4116	0.4737	0.0039	0.0359	0.1451	-0.1451	0.0222	0.4352	-2.9630
174	0.3773	0.4347	0.0021	0.0254	0.1224	-0.1224	0.0144	0.3673	-2.9817
176	0.3395	0.3916	0.0009	0.0159	0.0995	-0.0995	0.0081	0.2985	-2.9972
178	0.2970	0.3428	0.0002	0.0073	0.0763	-0.0763	0.0033	0.2290	-3.0094
180	0.2473	0.2856	0.0000	0.0000	0.0530	-0.0530	0.0000	0.1589	-3.0185



## Ebener Verzerrungszustand

n = 3.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.2558	1.6455	1.9409	0.0000	-0.0145	0.0145	0.0000	-0.0580	0.0000
2	0.2569	1.6477	1.9402	0.0246	-0.0145	0.0145	0.0024	-0.0579	0.0025
4	0.2600	1.6542	1.9379	0.0491	-0.0144	0.0144	0.0050	-0.0575	0.0050
6	0.2655	1.6649	1.9342	0.0733	-0.0142	0.0142	0.0077	-0.0569	0.0075
8	0.2736	1.6795	1.9290	0.0969	-0.0140	0.0140	0.0109	-0.0561	0.0100
10	0.2850	1.6971	1.9224	0.1200	-0.0137	0.0137	0.0146	-0.0549	0.0124
12	0.3000	1.7168	1.9144	0.1422	-0.0133	0.0133	0.0192	-0.0533	0.0148
14	0.3189	1.7365	1.9050	0.1637	-0.0128	0.0128	0.0250	-0.0514	0.0171
16	0.3414	1.7545	1.8944	0.1843	-0.0122	0.0122	0.0322	-0.0489	0.0193
18	0.3669	1.7690	1.8825	0.2041	-0.0115	0.0115	0.0412	-0.0458	0.0213
20	0.3943	1.7794	1.8694	0.2231	-0.0105	0.0105	0.0520	-0.0420	0.0233
22	0.4226	1.7856	1.8553	0.2415	-0.0093	0.0093	0.0647	-0.0373	0.0250
24	0.4511	1.7881	1.8400	0.2592	-0.0079	0.0079	0.0791	-0.0316	0.0265
26	0.4796	1.7876	1.8236	0.2763	-0.0062	0.0062	0.0953	-0.0248	0.0277
28	0.5077	1.7844	1.8062	0.2929	-0.0042	0.0042	0.1132	-0.0168	0.0287
30	0.5352	1.7791	1.7878	0.3090	-0.0019	0.0019	0.1328	-0.0075	0.0292
32	0.5622	1.7719	1.7685	0.3246	0.0008	-0.0008	0.1539	0.0033	0.0293
34	0.5885	1.7631	1.7482	0.3397	0.0039	-0.0039	0.1764	0.0155	0.0289
36	0.6141	1.7530	1.7270	0.3543	0.0074	-0.0074	0.2004	0.0294	0.0279
38	0.6390	1.7417	1.7049	0.3684	0.0113	-0.0113	0.2256	0.0450	0.0263
40	0.6631	1.7292	1.6820	0.3821	0.0156	-0.0156	0.2521	0.0623	0.0240
42	0.6865	1.7158	1.6582	0.3953	0.0204	-0.0204	0.2795	0.0815	0.0208
44	0.7092	1.7016	1.6337	0.4080	0.0256	-0.0256	0.3079	0.1025	0.0168
46	0.7311	1.6866	1.6084	0.4203	0.0313	-0.0313	0.3369	0.1254	0.0119
48	0.7522	1.6708	1.5824	0.4320	0.0375	-0.0375	0.3666	0.1502	0.0058
50	0.7725	1.6544	1.5556	0.4433	0.0442	-0.0442	0.3968	0.1769	-0.0013
52	0.7920	1.6374	1.5282	0.4540	0.0514	-0.0514	0.4271	0.2055	-0.0096
54	0.8107	1.6199	1.5002	0.4642	0.0590	-0.0590	0.4576	0.2360	-0.0192
56	0.8285	1.6018	1.4715	0.4739	0.0671	-0.0671	0.4880	0.2684	-0.0302
58	0.8456	1.5833	1.4423	0.4831	0.0756	-0.0756	0.5181	0.3025	-0.0427
60	0.8617	1.5644	1.4125	0.4917	0.0846	-0.0846	0.5477	0.3384	-0.0567
62	0.8770	1.5452	1.3822	0.4998	0.0940	-0.0940	0.5766	0.3760	-0.0722
64	0.8915	1.5256	1.3515	0.5073	0.1038	-0.1038	0.6047	0.4151	-0.0895
66	0.9050	1.5057	1.3203	0.5142	0.1139	-0.1139	0.6318	0.4557	-0.1085
68	0.9177	1.4856	1.2887	0.5206	0.1244	-0.1244	0.6577	0.4976	-0.1293
70	0.9295	1.4653	1.2567	0.5264	0.1352	-0.1352	0.6822	0.5407	-0.1519
72	0.9404	1.4448	1.2243	0.5316	0.1462	-0.1462	0.7051	0.5849	-0.1765
74	0.9503	1.4242	1.1917	0.5362	0.1575	-0.1575	0.7264	0.6299	-0.2030
76	0.9594	1.4035	1.1588	0.5402	0.1689	-0.1689	0.7459	0.6756	-0.2315
78	0.9676	1.3828	1.1257	0.5436	0.1805	-0.1805	0.7634	0.7218	-0.2619
80	0.9748	1.3620	1.0925	0.5464	0.1921	-0.1921	0.7789	0.7684	-0.2945
82	0.9811	1.3412	1.0590	0.5486	0.2038	-0.2038	0.7921	0.8151	-0.3290
84	0.9865	1.3206	1.0254	0.5501	0.2154	-0.2154	0.8031	0.8617	-0.3656
86	0.9910	1.3000	0.9918	0.5510	0.2270	-0.2270	0.8118	0.9080	-0.4042
88	0.9946	1.2795	0.9581	0.5513	0.2385	-0.2385	0.8181	0.9538	-0.4448
90	0.9973	1.2592	0.9245	0.5509	0.2497	-0.2497	0.8219	0.9989	-0.4874

## Ebener Verzerrungszustand

n = 3.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.9991	1.2391	0.8908	0.5499	0.2607	-0.2607	0.8234	1.0430	-0.5320
94	1.0000	1.2193	0.8573	0.5482	0.2715	-0.2715	0.8223	1.0859	-0.5784
96	1.0000	1.1997	0.8239	0.5459	0.2819	-0.2819	0.8189	1.1274	-0.6267
98	0.9991	1.1804	0.7906	0.5429	0.2918	-0.2918	0.8130	1.1674	-0.6768
100	0.9974	1.1614	0.7575	0.5393	0.3014	-0.3014	0.8048	1.2055	-0.7286
102	0.9949	1.1428	0.7247	0.5350	0.3104	-0.3104	0.7944	1.2415	-0.7819
104	0.9915	1.1246	0.6922	0.5301	0.3188	-0.3188	0.7817	1.2754	-0.8369
106	0.9874	1.1068	0.6600	0.5245	0.3267	-0.3267	0.7669	1.3068	-0.8932
108	0.9824	1.0894	0.6281	0.5182	0.3339	-0.3339	0.7502	1.3356	-0.9509
110	0.9767	1.0725	0.5967	0.5113	0.3404	-0.3404	0.7316	1.3617	-1.0097
112	0.9703	1.0560	0.5657	0.5037	0.3462	-0.3462	0.7113	1.3849	-1.0697
114	0.9631	1.0400	0.5352	0.4955	0.3512	-0.3512	0.6894	1.4050	-1.1305
116	0.9553	1.0245	0.5052	0.4866	0.3555	-0.3555	0.6661	1.4219	-1.1922
118	0.9468	1.0095	0.4757	0.4771	0.3589	-0.3589	0.6416	1.4355	-1.2546
120	0.9378	0.9949	0.4469	0.4670	0.3614	-0.3614	0.6160	1.4457	-1.3174
122	0.9281	0.9808	0.4187	0.4562	0.3631	-0.3631	0.5894	1.4525	-1.3807
124	0.9179	0.9671	0.3912	0.4448	0.3639	-0.3639	0.5621	1.4557	-1.4441
126	0.9071	0.9539	0.3644	0.4329	0.3638	-0.3638	0.5343	1.4554	-1.5077
128	0.8959	0.9411	0.3383	0.4203	0.3628	-0.3628	0.5060	1.4514	-1.5711
130	0.8842	0.9286	0.3130	0.4072	0.3609	-0.3609	0.4775	1.4437	-1.6343
132	0.8720	0.9165	0.2886	0.3936	0.3581	-0.3581	0.4489	1.4325	-1.6970
134	0.8595	0.9046	0.2649	0.3794	0.3544	-0.3544	0.4204	1.4176	-1.7592
136	0.8465	0.8930	0.2422	0.3647	0.3498	-0.3498	0.3920	1.3991	-1.8207
138	0.8333	0.8815	0.2204	0.3496	0.3442	-0.3442	0.3641	1.3770	-1.8813
140	0.8196	0.8701	0.1995	0.3340	0.3379	-0.3379	0.3365	1.3514	-1.9408
142	0.8057	0.8587	0.1796	0.3179	0.3306	-0.3306	0.3096	1.3224	-1.9991
144	0.7914	0.8472	0.1607	0.3015	0.3225	-0.3225	0.2833	1.2900	-2.0561
146	0.7768	0.8357	0.1428	0.2848	0.3136	-0.3136	0.2578	1.2543	-2.1117
148	0.7619	0.8239	0.1259	0.2678	0.3039	-0.3039	0.2331	1.2155	-2.1656
150	0.7466	0.8117	0.1101	0.2505	0.2934	-0.2934	0.2094	1.1735	-2.2177
152	0.7311	0.7992	0.0953	0.2330	0.2822	-0.2822	0.1868	1.1286	-2.2679
154	0.7151	0.7862	0.0816	0.2153	0.2702	-0.2702	0.1651	1.0809	-2.3161
156	0.6987	0.7725	0.0690	0.1975	0.2576	-0.2576	0.1446	1.0304	-2.3522
158	0.6819	0.7581	0.0575	0.1797	0.2444	-0.2444	0.1253	0.9774	-2.4060
160	0.6646	0.7428	0.0470	0.1619	0.2305	-0.2305	0.1072	0.9220	-2.4475
162	0.6467	0.7266	0.0377	0.1441	0.2161	-0.2161	0.0904	0.8643	-2.4864
164	0.6281	0.7092	0.0294	0.1265	0.2011	-0.2011	0.0748	0.8045	-2.5229
166	0.6087	0.6904	0.0222	0.1090	0.1857	-0.1857	0.0606	0.7427	-2.5566
168	0.5883	0.6701	0.0161	0.0919	0.1698	-0.1698	0.0477	0.6791	-2.5877
170	0.5668	0.6480	0.0110	0.0751	0.1535	-0.1535	0.0362	0.6139	-2.6159
172	0.5438	0.6238	0.0069	0.0588	0.1368	-0.1368	0.0261	0.5473	-2.6412
174	0.5190	0.5969	0.0038	0.0430	0.1198	-0.1198	0.0174	0.4794	-2.6636
176	0.4919	0.5669	0.0017	0.0278	0.1026	-0.1026	0.0101	0.4103	-2.6830
178	0.4616	0.5328	0.0004	0.0134	0.0851	-0.0851	0.0043	0.3403	-2.6994
180	0.4270	0.4930	0.0000	0.0000	0.0674	-0.0674	0.0000	0.2696	-2.7127

## Ebener Verzerrungszustand

n = 4.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.3770	1.6688	2.1041	0.0000	-0.0175	0.0175	0.0000	-0.0875	0.0000
2	0.3776	1.6706	2.1033	0.0268	-0.0175	0.0175	0.0022	-0.0873	0.0037
4	0.3793	1.6760	2.1007	0.0535	-0.0174	0.0174	0.0044	-0.0869	0.0073
6	0.3824	1.6849	2.0966	0.0798	-0.0173	0.0173	0.0067	-0.0863	0.0109
8	0.3868	1.6973	2.0907	0.1057	-0.0171	0.0171	0.0092	-0.0854	0.0145
10	0.3928	1.7129	2.0833	0.1309	-0.0168	0.0168	0.0119	-0.0842	0.0181
12	0.4007	1.7315	2.0743	0.1554	-0.0165	0.0165	0.0150	-0.0827	0.0216
14	0.4108	1.7526	2.0638	0.1790	-0.0162	0.0162	0.0186	-0.0809	0.0250
16	0.4234	1.7753	2.0518	0.2016	-0.0157	0.0157	0.0229	-0.0787	0.0284
18	0.4388	1.7983	2.0385	0.2231	-0.0152	0.0152	0.0283	-0.0761	0.0316
20	0.4571	1.8201	2.0238	0.2435	-0.0146	0.0146	0.0349	-0.0730	0.0347
22	0.4780	1.8389	2.0079	0.2627	-0.0138	0.0138	0.0430	-0.0692	0.0377
24	0.5010	1.8534	1.9908	0.2810	-0.0130	0.0130	0.0530	-0.0648	0.0405
26	0.5252	1.8630	1.9726	0.2982	-0.0119	0.0119	0.0648	-0.0595	0.0431
28	0.5500	1.8679	1.9533	0.3147	-0.0107	0.0107	0.0785	-0.0533	0.0455
30	0.5748	1.8685	1.9331	0.3303	-0.0092	0.0092	0.0941	-0.0460	0.0476
32	0.5994	1.8655	1.9119	0.3453	-0.0075	0.0075	0.1115	-0.0375	0.0493
34	0.6234	1.8593	1.8897	0.3596	-0.0055	0.0055	0.1307	-0.0276	0.0507
36	0.6468	1.8506	1.8667	0.3734	-0.0033	0.0033	0.1516	-0.0164	0.0516
38	0.6696	1.8397	1.8428	0.3866	-0.0007	0.0007	0.1741	-0.0035	0.0520
40	0.6916	1.8269	1.8181	0.3993	0.0022	-0.0022	0.1981	0.0109	0.0519
42	0.7129	1.8125	1.7926	0.4115	0.0054	-0.0054	0.2237	0.0270	0.0511
44	0.7335	1.7968	1.7664	0.4232	0.0090	-0.0090	0.2505	0.0450	0.0496
46	0.7533	1.7799	1.7395	0.4345	0.0130	-0.0130	0.2786	0.0648	0.0473
48	0.7724	1.7619	1.7118	0.4452	0.0173	-0.0173	0.3078	0.0866	0.0442
50	0.7907	1.7430	1.6835	0.4556	0.0221	-0.0221	0.3379	0.1103	0.0400
52	0.8083	1.7232	1.6546	0.4654	0.0272	-0.0272	0.3687	0.1360	0.0349
54	0.8252	1.7027	1.6250	0.4748	0.0327	-0.0327	0.4002	0.1637	0.0286
56	0.8413	1.6816	1.5949	0.4838	0.0387	-0.0387	0.4321	0.1935	0.0211
58	0.8566	1.6598	1.5643	0.4923	0.0450	-0.0450	0.4641	0.2252	0.0124
60	0.8712	1.6375	1.5331	0.5003	0.0518	-0.0518	0.4962	0.2589	0.0022
62	0.8850	1.6147	1.5014	0.5078	0.0589	-0.0589	0.5281	0.2946	-0.0093
64	0.8981	1.5915	1.4693	0.5149	0.0664	-0.0664	0.5595	0.3321	-0.0225
66	0.9104	1.5680	1.4367	0.5215	0.0743	-0.0743	0.5903	0.3714	-0.0372
68	0.9219	1.5441	1.4037	0.5276	0.0825	-0.0825	0.6202	0.4124	-0.0536
70	0.9327	1.5200	1.3704	0.5333	0.0910	-0.0910	0.6490	0.4550	-0.0718
72	0.9427	1.4956	1.3368	0.5384	0.0998	-0.0998	0.6765	0.4990	-0.0917
74	0.9518	1.4711	1.3028	0.5431	0.1089	-0.1089	0.7025	0.5443	-0.1136
76	0.9602	1.4464	1.2685	0.5472	0.1181	-0.1181	0.7267	0.5907	-0.1373
78	0.9678	1.4217	1.2340	0.5508	0.1276	-0.1276	0.7491	0.6380	-0.1631
80	0.9746	1.3969	1.1993	0.5540	0.1372	-0.1372	0.7693	0.6861	-0.1908
82	0.9806	1.3722	1.1644	0.5565	0.1469	-0.1469	0.7872	0.7347	-0.2206
84	0.9858	1.3475	1.1294	0.5586	0.1567	-0.1567	0.8027	0.7836	-0.2524
86	0.9902	1.3229	1.0942	0.5601	0.1665	-0.1665	0.8157	0.8326	-0.2862
88	0.9938	1.2985	1.0590	0.5611	0.1763	-0.1763	0.8260	0.8814	-0.3221
90	0.9965	1.2743	1.0237	0.5615	0.1860	-0.1860	0.8336	0.9299	-0.3601

## Ebener Verzerrungszustand

n = 4.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.9985	1.2503	0.9884	0.5614	0.1955	-0.1955	0.8383	0.9776	-0.4000
94	0.9996	1.2267	0.9532	0.5607	0.2049	-0.2049	0.8402	1.0245	-0.4419
96	1.0000	1.2034	0.9180	0.5594	0.2140	-0.2140	0.8392	1.0702	-0.4858
98	0.9996	1.1805	0.8829	0.5576	0.2229	-0.2229	0.8353	1.1144	-0.5316
100	0.9983	1.1580	0.8479	0.5551	0.2314	-0.2314	0.8286	1.1570	-0.5792
102	0.9963	1.1361	0.8132	0.5521	0.2395	-0.2395	0.8191	1.1977	-0.6285
104	0.9936	1.1147	0.7786	0.5485	0.2472	-0.2472	0.8069	1.2362	-0.6795
106	0.9900	1.0939	0.7442	0.5442	0.2545	-0.2545	0.7921	1.2723	-0.7320
108	0.9858	1.0737	0.7102	0.5393	0.2612	-0.2612	0.7749	1.3059	-0.7860
110	0.9808	1.0543	0.6765	0.5338	0.2673	-0.2673	0.7554	1.3366	-0.8414
112	0.9751	1.0356	0.6431	0.5277	0.2729	-0.2729	0.7338	1.3643	-0.8980
114	0.9687	1.0176	0.6102	0.5209	0.2778	-0.2778	0.7102	1.3888	-0.9556
116	0.9617	1.0005	0.5777	0.5134	0.2820	-0.2820	0.6850	1.4100	-1.0143
118	0.9541	0.9841	0.5457	0.5053	0.2856	-0.2856	0.6582	1.4278	-1.0737
120	0.9458	0.9686	0.5142	0.4966	0.2884	-0.2884	0.6302	1.4419	-1.1338
122	0.9370	0.9540	0.4833	0.4871	0.2905	-0.2905	0.6012	1.4524	-1.1945
124	0.9277	0.9403	0.4530	0.4770	0.2918	-0.2918	0.5714	1.4591	-1.2555
126	0.9180	0.9274	0.4234	0.4662	0.2924	-0.2924	0.5410	1.4621	-1.3167
128	0.9077	0.9154	0.3944	0.4548	0.2922	-0.2922	0.5102	1.4611	-1.3779
130	0.8971	0.9041	0.3662	0.4426	0.2913	-0.2913	0.4794	1.4563	-1.4390
132	0.8861	0.8937	0.3388	0.4298	0.2895	-0.2895	0.4486	1.4477	-1.4998
134	0.8748	0.8839	0.3122	0.4164	0.2870	-0.2870	0.4181	1.4352	-1.5602
136	0.8632	0.8748	0.2865	0.4023	0.2838	-0.2838	0.3881	1.4190	-1.6200
138	0.8513	0.8663	0.2617	0.3875	0.2798	-0.2798	0.3587	1.3990	-1.6790
140	0.8392	0.8583	0.2378	0.3722	0.2751	-0.2751	0.3300	1.3753	-1.7372
142	0.8269	0.8507	0.2149	0.3562	0.2696	-0.2696	0.3021	1.3480	-1.7942
144	0.8144	0.8434	0.1931	0.3397	0.2635	-0.2635	0.2752	1.3173	-1.8500
146	0.8018	0.8362	0.1723	0.3226	0.2566	-0.2566	0.2494	1.2832	-1.9045
148	0.7889	0.8291	0.1525	0.3050	0.2492	-0.2492	0.2247	1.2458	-1.9575
150	0.7759	0.8220	0.1339	0.2870	0.2411	-0.2411	0.2011	1.2053	-2.0089
152	0.7627	0.8146	0.1165	0.2685	0.2323	-0.2323	0.1787	1.1617	-2.0584
154	0.7494	0.8070	0.1002	0.2496	0.2231	-0.2231	0.1576	1.1153	-2.1061
156	0.7358	0.7989	0.0851	0.2304	0.2132	-0.2132	0.1377	1.0661	-2.1518
158	0.7219	0.7902	0.0713	0.2110	0.2029	-0.2029	0.1191	1.0144	-2.1954
160	0.7078	0.7808	0.0586	0.1913	0.1920	-0.1920	0.1017	0.9602	-2.2368
162	0.6933	0.7706	0.0472	0.1715	0.1807	-0.1807	0.0857	0.9037	-2.2758
164	0.6783	0.7593	0.0371	0.1516	0.1690	-0.1690	0.0709	0.8451	-2.3125
166	0.6628	0.7468	0.0282	0.1317	0.1569	-0.1569	0.0575	0.7845	-2.3466
168	0.6466	0.7329	0.0205	0.1119	0.1444	-0.1444	0.0454	0.7221	-2.3782
170	0.6296	0.7173	0.0141	0.0922	0.1316	-0.1316	0.0345	0.6581	-2.4071
172	0.6115	0.6999	0.0089	0.0728	0.1185	-0.1185	0.0250	0.5926	-2.4333
174	0.5921	0.6802	0.0050	0.0538	0.1051	-0.1051	0.0167	0.5257	-2.4567
176	0.5710	0.6578	0.0022	0.0352	0.0916	-0.0916	0.0098	0.4578	-2.4773
178	0.5476	0.6319	0.0005	0.0172	0.0778	-0.0778	0.0042	0.3888	-2.4950
180	0.5210	0.6016	0.0000	0.0000	0.0638	-0.0638	0.0000	0.3191	-2.5099

## Ebener Verzerrungszustand

n = 5.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.4621	1.6836	2.2172	0.0000	-0.0183	0.0183	0.0000	-0.1095	0.0000
2	0.4625	1.6852	2.2163	0.0284	-0.0182	0.0182	0.0019	-0.1094	0.0045
4	0.4638	1.6901	2.2136	0.0566	-0.0182	0.0182	0.0039	-0.1090	0.0089
6	0.4659	1.6983	2.2090	0.0845	-0.0181	0.0181	0.0060	-0.1083	0.0133
8	0.4690	1.7097	2.2027	0.1120	-0.0179	0.0179	0.0081	-0.1074	0.0177
10	0.4732	1.7241	2.1947	0.1388	-0.0177	0.0177	0.0104	-0.1061	0.0221
12	0.4785	1.7416	2.1850	0.1649	-0.0174	0.0174	0.0130	-0.1046	0.0264
14	0.4853	1.7618	2.1736	0.1900	-0.0171	0.0171	0.0158	-0.1028	0.0306
16	0.4937	1.7843	2.1607	0.2141	-0.0168	0.0168	0.0191	-0.1006	0.0347
18	0.5040	1.8085	2.1463	0.2370	-0.0163	0.0163	0.0229	-0.0981	0.0388
20	0.5166	1.8335	2.1304	0.2587	-0.0159	0.0159	0.0276	-0.0951	0.0427
22	0.5315	1.8578	2.1132	0.2790	-0.0153	0.0153	0.0334	-0.0917	0.0465
24	0.5489	1.8798	2.0947	0.2981	-0.0146	0.0146	0.0406	-0.0877	0.0502
26	0.5683	1.8980	2.0750	0.3159	-0.0139	0.0139	0.0494	-0.0831	0.0537
28	0.5893	1.9111	2.0543	0.3326	-0.0129	0.0129	0.0602	-0.0777	0.0569
30	0.6111	1.9188	2.0325	0.3482	-0.0119	0.0119	0.0728	-0.0713	0.0600
32	0.6332	1.9213	2.0097	0.3629	-0.0107	0.0107	0.0875	-0.0640	0.0627
34	0.6552	1.9192	1.9861	0.3768	-0.0092	0.0092	0.1041	-0.0554	0.0652
36	0.6767	1.9132	1.9615	0.3899	-0.0076	0.0076	0.1226	-0.0456	0.0672
38	0.6976	1.9039	1.9362	0.4024	-0.0057	0.0057	0.1430	-0.0344	0.0689
40	0.7179	1.8920	1.9100	0.4144	-0.0036	0.0036	0.1650	-0.0216	0.0700
42	0.7374	1.8777	1.8831	0.4257	-0.0012	0.0012	0.1888	-0.0072	0.0706
44	0.7562	1.8616	1.8556	0.4366	0.0015	-0.0015	0.2142	0.0089	0.0706
46	0.7743	1.8439	1.8273	0.4470	0.0045	-0.0045	0.2410	0.0268	0.0699
48	0.7917	1.8247	1.7984	0.4569	0.0078	-0.0078	0.2692	0.0466	0.0684
50	0.8084	1.8044	1.7688	0.4664	0.0114	-0.0114	0.2987	0.0684	0.0660
52	0.8243	1.7830	1.7387	0.4754	0.0154	-0.0154	0.3293	0.0922	0.0628
54	0.8396	1.7608	1.7080	0.4840	0.0197	-0.0197	0.3608	0.1181	0.0585
56	0.8542	1.7377	1.6767	0.4922	0.0243	-0.0243	0.3930	0.1460	0.0531
58	0.8680	1.7139	1.6450	0.5000	0.0293	-0.0293	0.4258	0.1760	0.0466
60	0.8812	1.6894	1.6128	0.5073	0.0347	-0.0347	0.4590	0.2081	0.0388
62	0.8938	1.6645	1.5801	0.5143	0.0404	-0.0404	0.4922	0.2423	0.0296
64	0.9056	1.6390	1.5469	0.5208	0.0464	-0.0464	0.5254	0.2786	0.0190
66	0.9167	1.6131	1.5134	0.5269	0.0528	-0.0528	0.5583	0.3168	0.0069
68	0.9272	1.5868	1.4795	0.5326	0.0595	-0.0595	0.5905	0.3569	-0.0068
70	0.9370	1.5602	1.4452	0.5379	0.0665	-0.0665	0.6219	0.3988	-0.0222
72	0.9461	1.5334	1.4107	0.5428	0.0737	-0.0737	0.6522	0.4424	-0.0393
74	0.9545	1.5063	1.3758	0.5472	0.0813	-0.0813	0.6811	0.4875	-0.0583
76	0.9621	1.4791	1.3406	0.5512	0.0890	-0.0890	0.7085	0.5341	-0.0791
78	0.9691	1.4518	1.3053	0.5547	0.0970	-0.0970	0.7340	0.5818	-0.1018
80	0.9754	1.4244	1.2696	0.5578	0.1051	-0.1051	0.7575	0.6306	-0.1265
82	0.9810	1.3971	1.2339	0.5605	0.1134	-0.1134	0.7787	0.6801	-0.1532
84	0.9859	1.3697	1.1979	0.5627	0.1217	-0.1217	0.7974	0.7303	-0.1819
86	0.9900	1.3425	1.1619	0.5644	0.1301	-0.1301	0.8134	0.7808	-0.2126
88	0.9935	1.3154	1.1257	0.5657	0.1386	-0.1386	0.8266	0.8314	-0.2455
90	0.9962	1.2884	1.0895	0.5665	0.1470	-0.1470	0.8369	0.8818	-0.2804

## Ebener Verzerrungszustand

n = 5.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.9982	1.2618	1.0532	0.5668	0.1553	-0.1553	0.8440	0.9318	-0.3173
94	0.9995	1.2354	1.0169	0.5666	0.1635	-0.1635	0.8481	0.9811	-0.3562
96	1.0000	1.2095	0.9807	0.5659	0.1716	-0.1716	0.8489	1.0294	-0.3972
98	0.9998	1.1839	0.9445	0.5647	0.1794	-0.1794	0.8464	1.0765	-0.4401
100	0.9989	1.1588	0.9084	0.5630	0.1870	-0.1870	0.8408	1.1219	-0.4848
102	0.9973	1.1343	0.8725	0.5607	0.1943	-0.1943	0.8319	1.1656	-0.5314
104	0.9949	1.1104	0.8367	0.5579	0.2012	-0.2012	0.8200	1.2071	-0.5797
106	0.9919	1.0872	0.8011	0.5545	0.2077	-0.2077	0.8050	1.2462	-0.6297
108	0.9881	1.0647	0.7657	0.5505	0.2138	-0.2138	0.7873	1.2828	-0.6812
110	0.9837	1.0431	0.7306	0.5460	0.2194	-0.2194	0.7668	1.3164	-0.7342
112	0.9785	1.0223	0.6958	0.5409	0.2245	-0.2245	0.7439	1.3470	-0.7884
114	0.9728	1.0025	0.6614	0.5351	0.2291	-0.2291	0.7187	1.3744	-0.8438
116	0.9664	0.9837	0.6274	0.5287	0.2330	-0.2330	0.6916	1.3983	-0.9003
118	0.9593	0.9659	0.5938	0.5217	0.2364	-0.2364	0.6628	1.4185	-0.9577
120	0.9517	0.9493	0.5606	0.5140	0.2392	-0.2392	0.6325	1.4350	-1.0158
122	0.9436	0.9338	0.5280	0.5056	0.2413	-0.2413	0.6012	1.4477	-1.0745
124	0.9349	0.9195	0.4959	0.4965	0.2427	-0.2427	0.5690	1.4564	-1.1336
126	0.9258	0.9064	0.4645	0.4867	0.2435	-0.2435	0.5364	1.4612	-1.1931
128	0.9163	0.8945	0.4336	0.4762	0.2437	-0.2437	0.5035	1.4619	-1.2526
130	0.9064	0.8838	0.4035	0.4649	0.2431	-0.2431	0.4706	1.4586	-1.3121
132	0.8961	0.8743	0.3742	0.4529	0.2419	-0.2419	0.4381	1.4513	-1.3714
134	0.8856	0.8658	0.3456	0.4402	0.2400	-0.2400	0.4061	1.4400	-1.4302
136	0.8748	0.8584	0.3178	0.4267	0.2375	-0.2375	0.3749	1.4248	-1.4886
138	0.8639	0.8519	0.2910	0.4124	0.2343	-0.2343	0.3445	1.4058	-1.5462
140	0.8528	0.8462	0.2651	0.3974	0.2305	-0.2305	0.3153	1.3830	-1.6030
142	0.8415	0.8413	0.2401	0.3817	0.2261	-0.2261	0.2871	1.3566	-1.6588
144	0.8302	0.8369	0.2162	0.3653	0.2211	-0.2211	0.2602	1.3266	-1.7135
146	0.8187	0.8329	0.1934	0.3481	0.2155	-0.2155	0.2347	1.2933	-1.7668
148	0.8073	0.8293	0.1717	0.3303	0.2094	-0.2094	0.2104	1.2566	-1.8188
150	0.7957	0.8257	0.1511	0.3119	0.2028	-0.2028	0.1875	1.2169	-1.8691
152	0.7841	0.8222	0.1318	0.2928	0.1957	-0.1957	0.1660	1.1741	-1.9178
154	0.7724	0.8184	0.1137	0.2733	0.1881	-0.1881	0.1459	1.1286	-1.9647
156	0.7605	0.8143	0.0968	0.2532	0.1800	-0.1800	0.1271	1.0803	-2.0097
158	0.7486	0.8097	0.0813	0.2327	0.1716	-0.1716	0.1096	1.0294	-2.0527
160	0.7365	0.8045	0.0670	0.2118	0.1627	-0.1627	0.0934	0.9762	-2.0935
162	0.7241	0.7984	0.0542	0.1906	0.1535	-0.1535	0.0786	0.9207	-2.1322
164	0.7115	0.7913	0.0426	0.1691	0.1439	-0.1439	0.0650	0.8632	-2.1685
166	0.6984	0.7831	0.0325	0.1475	0.1339	-0.1339	0.0527	0.8037	-2.2025
168	0.6849	0.7735	0.0238	0.1259	0.1237	-0.1237	0.0415	0.7424	-2.2339
170	0.6708	0.7624	0.0164	0.1042	0.1133	-0.1133	0.0316	0.6796	-2.2629
172	0.6558	0.7494	0.0104	0.0827	0.1025	-0.1025	0.0229	0.6153	-2.2893
174	0.6399	0.7344	0.0058	0.0614	0.0916	-0.0916	0.0154	0.5497	-2.3130
176	0.6226	0.7169	0.0026	0.0404	0.0805	-0.0805	0.0091	0.4829	-2.3340
178	0.6035	0.6963	0.0006	0.0199	0.0692	-0.0692	0.0040	0.4152	-2.3523
180	0.5819	0.6719	0.0000	0.0000	0.0578	-0.0578	0.0000	0.3467	-2.3678

## Ebener Verzerrungszustand

n = 6.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.5249	1.6949	2.3010	0.0000	-0.0181	0.0181	0.0000	-0.1268	0.0000
2	0.5253	1.6965	2.3001	0.0296	-0.0181	0.0181	0.0018	-0.1267	0.0051
4	0.5262	1.7011	2.2972	0.0590	-0.0180	0.0180	0.0036	-0.1263	0.0101
6	0.5279	1.7089	2.2924	0.0881	-0.0179	0.0179	0.0054	-0.1256	0.0151
8	0.5303	1.7197	2.2858	0.1167	-0.0178	0.0178	0.0073	-0.1246	0.0201
10	0.5335	1.7335	2.2773	0.1447	-0.0176	0.0176	0.0094	-0.1234	0.0251
12	0.5376	1.7503	2.2671	0.1719	-0.0174	0.0174	0.0116	-0.1218	0.0300
14	0.5427	1.7697	2.2550	0.1982	-0.0171	0.0171	0.0140	-0.1199	0.0348
16	0.5490	1.7917	2.2414	0.2234	-0.0168	0.0168	0.0167	-0.1178	0.0395
18	0.5567	1.8158	2.2261	0.2474	-0.0165	0.0165	0.0199	-0.1152	0.0442
20	0.5661	1.8413	2.2093	0.2702	-0.0160	0.0160	0.0236	-0.1123	0.0487
22	0.5774	1.8676	2.1911	0.2915	-0.0156	0.0156	0.0281	-0.1090	0.0531
24	0.5908	1.8930	2.1716	0.3114	-0.0150	0.0150	0.0336	-0.1052	0.0574
26	0.6063	1.9162	2.1508	0.3298	-0.0144	0.0144	0.0405	-0.1009	0.0615
28	0.6237	1.9354	2.1288	0.3469	-0.0137	0.0137	0.0491	-0.0958	0.0654
30	0.6426	1.9493	2.1058	0.3627	-0.0129	0.0129	0.0596	-0.0900	0.0692
32	0.6623	1.9573	2.0818	0.3773	-0.0119	0.0119	0.0721	-0.0833	0.0726
34	0.6823	1.9596	2.0569	0.3909	-0.0108	0.0108	0.0867	-0.0756	0.0758
36	0.7021	1.9568	2.0312	0.4037	-0.0095	0.0095	0.1033	-0.0667	0.0786
38	0.7215	1.9497	2.0046	0.4157	-0.0081	0.0081	0.1219	-0.0564	0.0811
40	0.7403	1.9390	1.9773	0.4270	-0.0064	0.0064	0.1424	-0.0447	0.0831
42	0.7584	1.9253	1.9493	0.4377	-0.0045	0.0045	0.1647	-0.0315	0.0846
44	0.7758	1.9093	1.9206	0.4479	-0.0024	0.0024	0.1888	-0.0166	0.0856
46	0.7925	1.8912	1.8912	0.4575	0.0000	0.0000	0.2145	0.0000	0.0859
48	0.8085	1.8714	1.8613	0.4667	0.0026	-0.0026	0.2418	0.0185	0.0856
50	0.8238	1.8503	1.8307	0.4755	0.0056	-0.0056	0.2705	0.0389	0.0844
52	0.8384	1.8278	1.7996	0.4838	0.0088	-0.0088	0.3006	0.0613	0.0825
54	0.8523	1.8043	1.7680	0.4918	0.0123	-0.0123	0.3318	0.0858	0.0795
56	0.8656	1.7799	1.7359	0.4993	0.0161	-0.0161	0.3640	0.1124	0.0756
58	0.8783	1.7547	1.7033	0.5064	0.0202	-0.0202	0.3970	0.1412	0.0705
60	0.8903	1.7288	1.6702	0.5132	0.0246	-0.0246	0.4307	0.1721	0.0643
62	0.9017	1.7023	1.6367	0.5196	0.0293	-0.0293	0.4647	0.2052	0.0568
64	0.9125	1.6752	1.6029	0.5256	0.0343	-0.0343	0.4989	0.2404	0.0479
66	0.9227	1.6477	1.5686	0.5312	0.0397	-0.0397	0.5329	0.2777	0.0376
68	0.9322	1.6197	1.5340	0.5365	0.0453	-0.0453	0.5666	0.3170	0.0257
70	0.9412	1.5915	1.4991	0.5414	0.0512	-0.0512	0.5997	0.3583	0.0122
72	0.9495	1.5629	1.4638	0.5459	0.0573	-0.0573	0.6319	0.4014	-0.0029
74	0.9572	1.5341	1.4283	0.5501	0.0638	-0.0638	0.6629	0.4463	-0.0198
76	0.9642	1.5051	1.3925	0.5538	0.0704	-0.0704	0.6925	0.4927	-0.0385
78	0.9707	1.4760	1.3565	0.5572	0.0772	-0.0772	0.7203	0.5406	-0.0591
80	0.9765	1.4468	1.3203	0.5602	0.0842	-0.0842	0.7461	0.5897	-0.0817
82	0.9817	1.4175	1.2838	0.5628	0.0914	-0.0914	0.7697	0.6398	-0.1062
84	0.9862	1.3883	1.2473	0.5650	0.0987	-0.0987	0.7908	0.6908	-0.1327
86	0.9902	1.3591	1.2106	0.5668	0.1060	-0.1060	0.8092	0.7422	-0.1613
88	0.9934	1.3301	1.1738	0.5682	0.1134	-0.1134	0.8247	0.7940	-0.1920
90	0.9961	1.3013	1.1369	0.5692	0.1208	-0.1208	0.8371	0.8458	-0.2247

## Ebener Verzerrungszustand

n = 6.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.9980	1.2726	1.1000	0.5697	0.1282	-0.1282	0.8462	0.8973	-0.2594
94	0.9993	1.2443	1.0631	0.5698	0.1355	-0.1355	0.8519	0.9483	-0.2963
96	1.0000	1.2163	1.0261	0.5695	0.1426	-0.1426	0.8542	0.9984	-0.3351
98	1.0000	1.1888	0.9893	0.5687	0.1496	-0.1496	0.8530	1.0474	-0.3759
100	0.9993	1.1617	0.9524	0.5674	0.1564	-0.1564	0.8482	1.0949	-0.4187
102	0.9980	1.1352	0.9157	0.5656	0.1630	-0.1630	0.8399	1.1407	-0.4633
104	0.9960	1.1093	0.8791	0.5634	0.1692	-0.1692	0.8282	1.1844	-0.5096
106	0.9933	1.0841	0.8427	0.5606	0.1751	-0.1751	0.8131	1.2257	-0.5577
108	0.9899	1.0598	0.8064	0.5573	0.1806	-0.1806	0.7948	1.2645	-0.6074
110	0.9859	1.0363	0.7704	0.5535	0.1858	-0.1858	0.7735	1.3003	-0.6586
112	0.9813	1.0137	0.7347	0.5491	0.1904	-0.1904	0.7494	1.3330	-0.7111
114	0.9760	0.9922	0.6992	0.5441	0.1946	-0.1946	0.7228	1.3623	-0.7649
116	0.9701	0.9719	0.6641	0.5385	0.1983	-0.1983	0.6940	1.3881	-0.8197
118	0.9636	0.9528	0.6294	0.5323	0.2014	-0.2014	0.6633	1.4101	-0.8756
120	0.9565	0.9349	0.5951	0.5255	0.2040	-0.2040	0.6310	1.4282	-0.9322
122	0.9489	0.9185	0.5613	0.5179	0.2061	-0.2061	0.5976	1.4424	-0.9895
124	0.9408	0.9035	0.5280	0.5097	0.2075	-0.2075	0.5633	1.4525	-1.0472
126	0.9322	0.8899	0.4953	0.5007	0.2083	-0.2083	0.5286	1.4584	-1.1053
128	0.9232	0.8779	0.4631	0.4910	0.2086	-0.2086	0.4938	1.4601	-1.1635
130	0.9138	0.8674	0.4316	0.4805	0.2082	-0.2082	0.4593	1.4577	-1.2218
132	0.9041	0.8583	0.4008	0.4692	0.2073	-0.2073	0.4252	1.4511	-1.2798
134	0.8942	0.8507	0.3708	0.4571	0.2058	-0.2058	0.3920	1.4405	-1.3375
136	0.8841	0.8445	0.3416	0.4442	0.2037	-0.2037	0.3598	1.4259	-1.3947
138	0.8738	0.8395	0.3132	0.4304	0.2010	-0.2010	0.3289	1.4073	-1.4512
140	0.8634	0.8356	0.2858	0.4158	0.1979	-0.1979	0.2993	1.3850	-1.5069
142	0.8529	0.8328	0.2593	0.4004	0.1941	-0.1941	0.2711	1.3590	-1.5617
144	0.8424	0.8307	0.2339	0.3841	0.1899	-0.1899	0.2445	1.3294	-1.6153
146	0.8319	0.8293	0.2096	0.3670	0.1852	-0.1852	0.2194	1.2965	-1.6677
148	0.8214	0.8283	0.1863	0.3491	0.1800	-0.1800	0.1958	1.2603	-1.7187
150	0.8109	0.8276	0.1643	0.3305	0.1744	-0.1744	0.1738	1.2211	-1.7682
152	0.8004	0.8270	0.1435	0.3111	0.1684	-0.1684	0.1533	1.1788	-1.8161
154	0.7899	0.8263	0.1240	0.2910	0.1620	-0.1620	0.1342	1.1338	-1.8622
156	0.7794	0.8253	0.1058	0.2703	0.1552	-0.1552	0.1166	1.0862	-1.9065
158	0.7688	0.8238	0.0890	0.2490	0.1480	-0.1480	0.1003	1.0361	-1.9488
160	0.7581	0.8217	0.0735	0.2272	0.1405	-0.1405	0.0854	0.9836	-1.9891
162	0.7473	0.8188	0.0595	0.2050	0.1327	-0.1327	0.0717	0.9290	-2.0273
164	0.7363	0.8149	0.0469	0.1824	0.1246	-0.1246	0.0592	0.8724	-2.0632
166	0.7250	0.8098	0.0359	0.1596	0.1163	-0.1163	0.0479	0.8139	-2.0969
168	0.7133	0.8034	0.0263	0.1365	0.1077	-0.1077	0.0378	0.7536	-2.1281
170	0.7012	0.7955	0.0182	0.1133	0.0988	-0.0988	0.0288	0.6919	-2.1570
172	0.6885	0.7858	0.0116	0.0902	0.0898	-0.0898	0.0209	0.6286	-2.1833
174	0.6749	0.7741	0.0065	0.0672	0.0806	-0.0806	0.0141	0.5642	-2.2071
176	0.6602	0.7600	0.0029	0.0444	0.0712	-0.0712	0.0083	0.4986	-2.2283
178	0.6441	0.7431	0.0007	0.0219	0.0617	-0.0617	0.0036	0.4320	-2.2469
180	0.6260	0.7228	0.0000	0.0000	0.0521	-0.0521	0.0000	0.3647	-2.2628



## Ebener Verzerrungszustand

n = 7.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.5732	1.7040	2.3659	0.0000	-0.0176	0.0176	0.0000	-0.1409	0.0000
2	0.5735	1.7055	2.3649	0.0305	-0.0176	0.0176	0.0016	-0.1407	0.0055
4	0.5743	1.7101	2.3619	0.0609	-0.0175	0.0175	0.0033	-0.1403	0.0110
6	0.5756	1.7176	2.3570	0.0909	-0.0174	0.0174	0.0050	-0.1396	0.0165
8	0.5776	1.7281	2.3500	0.1204	-0.0173	0.0173	0.0067	-0.1386	0.0220
10	0.5802	1.7415	2.3412	0.1493	-0.0172	0.0172	0.0085	-0.1373	0.0274
12	0.5836	1.7577	2.3305	0.1774	-0.0170	0.0170	0.0105	-0.1357	0.0328
14	0.5877	1.7767	2.3180	0.2046	-0.0167	0.0167	0.0126	-0.1338	0.0381
16	0.5928	1.7981	2.3037	0.2307	-0.0165	0.0165	0.0150	-0.1316	0.0433
18	0.5990	1.8219	2.2878	0.2556	-0.0161	0.0161	0.0177	-0.1291	0.0484
20	0.6064	1.8475	2.2703	0.2791	-0.0158	0.0158	0.0208	-0.1262	0.0534
22	0.6154	1.8743	2.2513	0.3012	-0.0154	0.0154	0.0245	-0.1229	0.0583
24	0.6261	1.9013	2.2309	0.3217	-0.0149	0.0149	0.0291	-0.1192	0.0631
26	0.6388	1.9272	2.2092	0.3408	-0.0144	0.0144	0.0347	-0.1150	0.0677
28	0.6533	1.9503	2.1864	0.3583	-0.0138	0.0138	0.0418	-0.1102	0.0721
30	0.6696	1.9689	2.1624	0.3743	-0.0131	0.0131	0.0506	-0.1047	0.0763
32	0.6872	1.9816	2.1374	0.3890	-0.0123	0.0123	0.0614	-0.0984	0.0803
34	0.7053	1.9881	2.1115	0.4025	-0.0114	0.0114	0.0743	-0.0911	0.0840
36	0.7236	1.9886	2.0847	0.4150	-0.0104	0.0104	0.0894	-0.0828	0.0874
38	0.7417	1.9838	2.0572	0.4266	-0.0092	0.0092	0.1065	-0.0733	0.0905
40	0.7592	1.9746	2.0289	0.4375	-0.0078	0.0078	0.1257	-0.0624	0.0932
42	0.7761	1.9618	1.9999	0.4477	-0.0062	0.0062	0.1468	-0.0500	0.0954
44	0.7923	1.9460	1.9703	0.4573	-0.0045	0.0045	0.1697	-0.0360	0.0971
46	0.8079	1.9279	1.9401	0.4664	-0.0025	0.0025	0.1945	-0.0203	0.0982
48	0.8227	1.9077	1.9093	0.4750	-0.0004	0.0004	0.2209	-0.0028	0.0987
50	0.8369	1.8859	1.8779	0.4831	0.0021	-0.0021	0.2489	0.0166	0.0984
52	0.8504	1.8628	1.8460	0.4909	0.0047	-0.0047	0.2784	0.0380	0.0973
54	0.8632	1.8384	1.8137	0.4982	0.0077	-0.0077	0.3093	0.0614	0.0954
56	0.8755	1.8130	1.7808	0.5052	0.0109	-0.0109	0.3413	0.0870	0.0925
58	0.8871	1.7867	1.7475	0.5118	0.0143	-0.0143	0.3743	0.1147	0.0885
60	0.8982	1.7597	1.7138	0.5181	0.0181	-0.0181	0.4081	0.1447	0.0834
62	0.9087	1.7321	1.6797	0.5240	0.0221	-0.0221	0.4424	0.1768	0.0771
64	0.9186	1.7038	1.6452	0.5295	0.0264	-0.0264	0.4772	0.2111	0.0695
66	0.9279	1.6751	1.6104	0.5348	0.0310	-0.0310	0.5120	0.2477	0.0605
68	0.9367	1.6459	1.5753	0.5396	0.0358	-0.0358	0.5467	0.2863	0.0501
70	0.9449	1.6164	1.5398	0.5442	0.0409	-0.0409	0.5809	0.3270	0.0380
72	0.9525	1.5865	1.5040	0.5484	0.0462	-0.0462	0.6144	0.3697	0.0243
74	0.9596	1.5564	1.4680	0.5523	0.0518	-0.0518	0.6469	0.4143	0.0090
76	0.9661	1.5261	1.4317	0.5558	0.0576	-0.0576	0.6780	0.4605	-0.0082
78	0.9721	1.4957	1.3953	0.5590	0.0635	-0.0635	0.7076	0.5084	-0.0272
80	0.9775	1.4651	1.3586	0.5618	0.0697	-0.0697	0.7352	0.5576	-0.0482
82	0.9823	1.4345	1.3217	0.5643	0.0760	-0.0760	0.7607	0.6080	-0.0710
84	0.9866	1.4039	1.2847	0.5665	0.0824	-0.0824	0.7836	0.6594	-0.0959
86	0.9903	1.3733	1.2476	0.5683	0.0889	-0.0889	0.8039	0.7115	-0.1228
88	0.9934	1.3428	1.2103	0.5697	0.0955	-0.0955	0.8212	0.7640	-0.1518
90	0.9959	1.3125	1.1730	0.5707	0.1021	-0.1021	0.8353	0.8168	-0.1828

## Ebener Verzerrungszustand

n = 7.00

$\theta$	$\tilde{\sigma}_v$	$\tilde{\sigma}_{rr}$	$\tilde{\sigma}_{\theta\theta}$	$\tilde{\sigma}_{r\theta}$	$\tilde{\epsilon}_{rr}$	$\tilde{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\tilde{\epsilon}_{r\theta}$	$\tilde{u}_r$	$\tilde{u}_\theta$
92	0.9978	1.2824	1.1356	0.5714	0.1087	-0.1087	0.8460	0.8694	-0.2160
94	0.9992	1.2526	1.0982	0.5717	0.1152	-0.1152	0.8532	0.9216	-0.2511
96	0.9999	1.2231	1.0608	0.5716	0.1216	-0.1216	0.8567	0.9731	-0.2883
98	1.0000	1.1940	1.0234	0.5710	0.1279	-0.1279	0.8565	1.0235	-0.3275
100	0.9995	1.1654	0.9861	0.5701	0.1341	-0.1341	0.8525	1.0726	-0.3687
102	0.9984	1.1373	0.9488	0.5687	0.1400	-0.1400	0.8448	1.1199	-0.4118
104	0.9966	1.1098	0.9116	0.5668	0.1457	-0.1457	0.8333	1.1652	-0.4566
106	0.9943	1.0831	0.8746	0.5645	0.1510	-0.1510	0.8181	1.2083	-0.5032
108	0.9913	1.0571	0.8378	0.5617	0.1561	-0.1561	0.7995	1.2486	-0.5515
110	0.9877	1.0320	0.8011	0.5584	0.1608	-0.1608	0.7775	1.2861	-0.6013
112	0.9834	1.0080	0.7647	0.5546	0.1650	-0.1650	0.7525	1.3204	-0.6525
114	0.9786	0.9850	0.7285	0.5502	0.1689	-0.1689	0.7246	1.3512	-0.7049
116	0.9731	0.9633	0.6927	0.5453	0.1723	-0.1723	0.6944	1.3784	-0.7585
118	0.9670	0.9429	0.6572	0.5397	0.1752	-0.1752	0.6620	1.4018	-0.8131
120	0.9604	0.9239	0.6220	0.5335	0.1776	-0.1776	0.6280	1.4211	-0.8686
122	0.9532	0.9065	0.5873	0.5267	0.1795	-0.1795	0.5927	1.4364	-0.9247
124	0.9455	0.8907	0.5531	0.5192	0.1809	-0.1809	0.5565	1.4474	-0.9813
126	0.9374	0.8766	0.5194	0.5109	0.1818	-0.1818	0.5200	1.4541	-1.0383
128	0.9289	0.8642	0.4862	0.5019	0.1821	-0.1821	0.4835	1.4566	-1.0955
130	0.9199	0.8537	0.4537	0.4920	0.1818	-0.1818	0.4474	1.4547	-1.1527
132	0.9107	0.8450	0.4219	0.4814	0.1811	-0.1811	0.4120	1.4486	-1.2097
134	0.9013	0.8379	0.3907	0.4699	0.1798	-0.1798	0.3778	1.4384	-1.2664
136	0.8917	0.8326	0.3604	0.4575	0.1780	-0.1780	0.3449	1.4240	-1.3226
138	0.8819	0.8288	0.3309	0.4442	0.1757	-0.1757	0.3135	1.4058	-1.3782
140	0.8721	0.8264	0.3022	0.4299	0.1730	-0.1730	0.2837	1.3837	-1.4330
142	0.8623	0.8252	0.2746	0.4148	0.1697	-0.1697	0.2557	1.3579	-1.4868
144	0.8524	0.8251	0.2480	0.3987	0.1661	-0.1661	0.2295	1.3286	-1.5396
146	0.8426	0.8258	0.2224	0.3817	0.1620	-0.1620	0.2050	1.2959	-1.5911
148	0.8329	0.8270	0.1980	0.3638	0.1575	-0.1575	0.1822	1.2601	-1.6413
150	0.8232	0.8287	0.1748	0.3450	0.1526	-0.1526	0.1611	1.2212	-1.6900
152	0.8136	0.8305	0.1529	0.3254	0.1474	-0.1474	0.1416	1.1794	-1.7372
154	0.8041	0.8323	0.1323	0.3050	0.1419	-0.1419	0.1236	1.1349	-1.7826
156	0.7945	0.8338	0.1130	0.2838	0.1360	-0.1360	0.1071	1.0878	-1.8263
158	0.7850	0.8348	0.0951	0.2619	0.1298	-0.1298	0.0919	1.0383	-1.8680
160	0.7754	0.8352	0.0787	0.2395	0.1233	-0.1233	0.0781	0.9866	-1.9078
162	0.7658	0.8348	0.0638	0.2164	0.1166	-0.1166	0.0655	0.9327	-1.9455
164	0.7560	0.8334	0.0504	0.1929	0.1096	-0.1096	0.0540	0.8769	-1.9810
166	0.7460	0.8308	0.0385	0.1691	0.1024	-0.1024	0.0437	0.8193	-2.0143
168	0.7357	0.8269	0.0283	0.1449	0.0950	-0.0950	0.0345	0.7600	-2.0454
170	0.7251	0.8214	0.0196	0.1206	0.0874	-0.0874	0.0263	0.6992	-2.0740
172	0.7140	0.8142	0.0125	0.0961	0.0796	-0.0796	0.0191	0.6370	-2.1003
174	0.7021	0.8049	0.0070	0.0717	0.0717	-0.0717	0.0129	0.5736	-2.1240
176	0.6894	0.7935	0.0031	0.0475	0.0636	-0.0636	0.0076	0.5091	-2.1453
178	0.6755	0.7793	0.0008	0.0235	0.0555	-0.0555	0.0034	0.4437	-2.1640
180	0.6599	0.7620	0.0000	0.0000	0.0472	-0.0472	0.0000	0.3775	-2.1801

## Ebener Verzerrungszustand

n = 8.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.6116	1.7118	2.4180	0.0000	-0.0170	0.0170	0.0000	-0.1526	0.0000
2	0.6118	1.7132	2.4169	0.0313	-0.0169	0.0169	0.0015	-0.1524	0.0059
4	0.6125	1.7177	2.4139	0.0624	-0.0169	0.0169	0.0030	-0.1520	0.0118
6	0.6137	1.7250	2.4087	0.0931	-0.0168	0.0168	0.0046	-0.1513	0.0177
8	0.6154	1.7353	2.4016	0.1234	-0.0167	0.0167	0.0062	-0.1503	0.0236
10	0.6176	1.7484	2.3925	0.1531	-0.0166	0.0166	0.0079	-0.1490	0.0294
12	0.6204	1.7643	2.3814	0.1819	-0.0164	0.0164	0.0097	-0.1473	0.0351
14	0.6239	1.7829	2.3685	0.2098	-0.0162	0.0162	0.0116	-0.1454	0.0408
16	0.6281	1.8040	2.3538	0.2366	-0.0159	0.0159	0.0137	-0.1432	0.0464
18	0.6333	1.8275	2.3373	0.2621	-0.0156	0.0156	0.0161	-0.1406	0.0519
20	0.6395	1.8529	2.3193	0.2863	-0.0153	0.0153	0.0188	-0.1377	0.0573
22	0.6470	1.8799	2.2996	0.3090	-0.0149	0.0149	0.0220	-0.1344	0.0626
24	0.6559	1.9076	2.2785	0.3302	-0.0145	0.0145	0.0259	-0.1308	0.0677
26	0.6665	1.9350	2.2561	0.3497	-0.0141	0.0141	0.0306	-0.1266	0.0727
28	0.6788	1.9605	2.2325	0.3676	-0.0135	0.0135	0.0366	-0.1219	0.0775
30	0.6930	1.9824	2.2077	0.3839	-0.0130	0.0130	0.0442	-0.1167	0.0822
32	0.7085	1.9991	2.1819	0.3987	-0.0123	0.0123	0.0536	-0.1106	0.0866
34	0.7251	2.0093	2.1551	0.4122	-0.0115	0.0115	0.0652	-0.1037	0.0907
36	0.7420	2.0129	2.1275	0.4246	-0.0107	0.0107	0.0789	-0.0959	0.0946
38	0.7589	2.0104	2.0992	0.4359	-0.0096	0.0096	0.0948	-0.0868	0.0981
40	0.7754	2.0028	2.0701	0.4464	-0.0085	0.0085	0.1128	-0.0765	0.1013
42	0.7913	1.9909	2.0403	0.4562	-0.0072	0.0072	0.1329	-0.0647	0.1041
44	0.8065	1.9756	2.0099	0.4653	-0.0057	0.0057	0.1549	-0.0514	0.1063
46	0.8210	1.9575	1.9790	0.4739	-0.0041	0.0041	0.1788	-0.0365	0.1080
48	0.8349	1.9371	1.9474	0.4820	-0.0022	0.0022	0.2045	-0.0197	0.1091
50	0.8481	1.9149	1.9154	0.4897	-0.0001	0.0001	0.2319	-0.0011	0.1095
52	0.8607	1.8911	1.8829	0.4969	0.0022	-0.0022	0.2608	0.0195	0.1092
54	0.8727	1.8661	1.8499	0.5038	0.0047	-0.0047	0.2913	0.0421	0.1080
56	0.8840	1.8399	1.8164	0.5103	0.0074	-0.0074	0.3230	0.0669	0.1059
58	0.8948	1.8128	1.7826	0.5164	0.0104	-0.0104	0.3559	0.0938	0.1028
60	0.9051	1.7850	1.7484	0.5222	0.0137	-0.0137	0.3897	0.1229	0.0986
62	0.9148	1.7564	1.7138	0.5277	0.0171	-0.0171	0.4243	0.1543	0.0932
64	0.9239	1.7272	1.6788	0.5329	0.0209	-0.0209	0.4593	0.1880	0.0866
66	0.9325	1.6976	1.6435	0.5377	0.0249	-0.0249	0.4947	0.2238	0.0786
68	0.9406	1.6674	1.6079	0.5423	0.0291	-0.0291	0.5300	0.2619	0.0692
70	0.9482	1.6369	1.5720	0.5465	0.0336	-0.0336	0.5651	0.3021	0.0583
72	0.9553	1.6061	1.5358	0.5504	0.0383	-0.0383	0.5995	0.3444	0.0457
74	0.9619	1.5750	1.4994	0.5541	0.0432	-0.0432	0.6331	0.3886	0.0315
76	0.9679	1.5437	1.4628	0.5574	0.0483	-0.0483	0.6655	0.4347	0.0156
78	0.9735	1.5122	1.4259	0.5604	0.0536	-0.0536	0.6964	0.4825	-0.0022
80	0.9785	1.4806	1.3889	0.5631	0.0591	-0.0591	0.7254	0.5317	-0.0219
82	0.9830	1.4489	1.3517	0.5655	0.0647	-0.0647	0.7524	0.5823	-0.0435
84	0.9870	1.4172	1.3143	0.5675	0.0704	-0.0704	0.7769	0.6340	-0.0671
86	0.9905	1.3856	1.2768	0.5693	0.0763	-0.0763	0.7986	0.6865	-0.0927
88	0.9934	1.3540	1.2392	0.5707	0.0822	-0.0822	0.8174	0.7397	-0.1203
90	0.9958	1.3226	1.2016	0.5718	0.0881	-0.0881	0.8329	0.7931	-0.1501

## Ebener Verzerrungszustand

n = 8.00

$\theta$	$\tilde{\sigma}_v$	$\tilde{\sigma}_{rr}$	$\tilde{\sigma}_{\theta\theta}$	$\tilde{\sigma}_{r\theta}$	$\tilde{\epsilon}_{rr}$	$\tilde{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\tilde{\epsilon}_{r\theta}$	$\tilde{u}_r$	$\tilde{u}_\theta$
92	0.9977	1.2913	1.1639	0.5725	0.0941	-0.0941	0.8450	0.8466	-0.1819
94	0.9990	1.2603	1.1261	0.5729	0.1000	-0.1000	0.8535	0.8997	-0.2157
96	0.9998	1.2296	1.0883	0.5729	0.1058	-0.1058	0.8581	0.9522	-0.2516
98	1.0000	1.1993	1.0506	0.5725	0.1115	-0.1115	0.8588	1.0038	-0.2896
100	0.9996	1.1694	1.0128	0.5718	0.1171	-0.1171	0.8555	1.0540	-0.3295
102	0.9987	1.1400	0.9752	0.5707	0.1225	-0.1225	0.8483	1.1027	-0.3713
104	0.9972	1.1113	0.9376	0.5691	0.1277	-0.1277	0.8370	1.1493	-0.4150
106	0.9951	1.0832	0.9001	0.5672	0.1326	-0.1326	0.8219	1.1937	-0.4604
108	0.9924	1.0559	0.8628	0.5648	0.1373	-0.1373	0.8029	1.2354	-0.5075
110	0.9891	1.0295	0.8257	0.5619	0.1416	-0.1416	0.7804	1.2742	-0.5562
112	0.9852	1.0042	0.7887	0.5585	0.1455	-0.1455	0.7546	1.3098	-0.6063
114	0.9807	0.9799	0.7520	0.5546	0.1491	-0.1491	0.7257	1.3419	-0.6578
116	0.9756	0.9569	0.7156	0.5502	0.1522	-0.1522	0.6942	1.3702	-0.7104
118	0.9699	0.9353	0.6795	0.5452	0.1550	-0.1550	0.6604	1.3946	-0.7640
120	0.9637	0.9153	0.6437	0.5396	0.1572	-0.1572	0.6247	1.4150	-0.8185
122	0.9569	0.8969	0.6083	0.5333	0.1590	-0.1590	0.5877	1.4310	-0.8737
124	0.9496	0.8803	0.5734	0.5264	0.1603	-0.1603	0.5499	1.4428	-0.9295
126	0.9419	0.8656	0.5390	0.5187	0.1611	-0.1611	0.5117	1.4501	-0.9856
128	0.9337	0.8529	0.5050	0.5103	0.1615	-0.1615	0.4736	1.4531	-1.0419
130	0.9252	0.8422	0.4717	0.5010	0.1613	-0.1613	0.4361	1.4516	-1.0982
132	0.9164	0.8336	0.4390	0.4909	0.1606	-0.1606	0.3997	1.4458	-1.1544
134	0.9074	0.8271	0.4070	0.4799	0.1595	-0.1595	0.3645	1.4358	-1.2103
136	0.8982	0.8224	0.3757	0.4680	0.1580	-0.1580	0.3310	1.4216	-1.2658
138	0.8889	0.8196	0.3453	0.4551	0.1559	-0.1559	0.2992	1.4035	-1.3206
140	0.8795	0.8184	0.3157	0.4412	0.1535	-0.1535	0.2695	1.3815	-1.3746
142	0.8702	0.8187	0.2871	0.4263	0.1507	-0.1507	0.2417	1.3559	-1.4277
144	0.8609	0.8202	0.2595	0.4105	0.1474	-0.1474	0.2158	1.3267	-1.4797
146	0.8517	0.8227	0.2330	0.3936	0.1438	-0.1438	0.1920	1.2943	-1.5306
148	0.8426	0.8258	0.2076	0.3757	0.1398	-0.1398	0.1700	1.2586	-1.5801
150	0.8336	0.8295	0.1835	0.3568	0.1356	-0.1356	0.1498	1.2200	-1.6281
152	0.8247	0.8333	0.1606	0.3370	0.1309	-0.1309	0.1312	1.1785	-1.6747
154	0.8159	0.8372	0.1391	0.3163	0.1260	-0.1260	0.1142	1.1344	-1.7195
156	0.8072	0.8408	0.1189	0.2948	0.1209	-0.1209	0.0987	1.0878	-1.7626
158	0.7985	0.8439	0.1002	0.2725	0.1154	-0.1154	0.0846	1.0389	-1.8039
160	0.7898	0.8464	0.0830	0.2495	0.1098	-0.1098	0.0717	0.9877	-1.8432
162	0.7811	0.8480	0.0673	0.2258	0.1038	-0.1038	0.0601	0.9346	-1.8805
164	0.7723	0.8486	0.0532	0.2016	0.0977	-0.0977	0.0495	0.8795	-1.9157
166	0.7633	0.8480	0.0408	0.1769	0.0914	-0.0914	0.0401	0.8227	-1.9487
168	0.7541	0.8461	0.0299	0.1518	0.0849	-0.0849	0.0316	0.7642	-1.9794
170	0.7447	0.8425	0.0207	0.1265	0.0783	-0.0783	0.0241	0.7043	-2.0079
172	0.7347	0.8373	0.0132	0.1010	0.0714	-0.0714	0.0175	0.6430	-2.0341
174	0.7243	0.8300	0.0074	0.0755	0.0645	-0.0645	0.0118	0.5805	-2.0578
176	0.7130	0.8205	0.0033	0.0501	0.0574	-0.0574	0.0070	0.5170	-2.0791
178	0.7008	0.8085	0.0008	0.0249	0.0503	-0.0503	0.0031	0.4525	-2.0979
180	0.6871	0.7934	0.0000	0.0000	0.0430	-0.0430	0.0000	0.3873	-2.1142

## Ebener Verzerrungszustand

n = 9.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.6430	1.7184	2.4609	0.0000	-0.0163	0.0163	0.0000	-0.1626	0.0000
2	0.6432	1.7199	2.4598	0.0319	-0.0162	0.0162	0.0014	-0.1625	0.0062
4	0.6438	1.7243	2.4566	0.0636	-0.0162	0.0162	0.0028	-0.1620	0.0125
6	0.6448	1.7315	2.4514	0.0950	-0.0161	0.0161	0.0043	-0.1613	0.0187
8	0.6462	1.7416	2.4441	0.1259	-0.0160	0.0160	0.0057	-0.1603	0.0249
10	0.6482	1.7545	2.4347	0.1561	-0.0159	0.0159	0.0073	-0.1589	0.0310
12	0.6506	1.7702	2.4234	0.1856	-0.0157	0.0157	0.0089	-0.1573	0.0371
14	0.6536	1.7885	2.4101	0.2141	-0.0155	0.0155	0.0107	-0.1553	0.0431
16	0.6573	1.8093	2.3950	0.2414	-0.0153	0.0153	0.0126	-0.1531	0.0490
18	0.6618	1.8325	2.3781	0.2675	-0.0150	0.0150	0.0148	-0.1505	0.0548
20	0.6671	1.8578	2.3595	0.2923	-0.0148	0.0148	0.0172	-0.1476	0.0605
22	0.6735	1.8848	2.3394	0.3155	-0.0144	0.0144	0.0200	-0.1443	0.0661
24	0.6811	1.9129	2.3177	0.3371	-0.0141	0.0141	0.0234	-0.1406	0.0716
26	0.6902	1.9411	2.2947	0.3571	-0.0137	0.0137	0.0276	-0.1365	0.0769
28	0.7008	1.9682	2.2704	0.3754	-0.0132	0.0132	0.0328	-0.1319	0.0821
30	0.7132	1.9925	2.2449	0.3919	-0.0127	0.0127	0.0394	-0.1267	0.0871
32	0.7271	2.0121	2.2184	0.4069	-0.0121	0.0121	0.0477	-0.1209	0.0918
34	0.7422	2.0255	2.1910	0.4204	-0.0114	0.0114	0.0581	-0.1143	0.0963
36	0.7579	2.0320	2.1627	0.4327	-0.0107	0.0107	0.0707	-0.1067	0.1006
38	0.7737	2.0319	2.1336	0.4438	-0.0098	0.0098	0.0855	-0.0980	0.1045
40	0.7893	2.0258	2.1038	0.4540	-0.0088	0.0088	0.1026	-0.0881	0.1081
42	0.8043	2.0149	2.0734	0.4634	-0.0077	0.0077	0.1218	-0.0769	0.1113
44	0.8187	2.0000	2.0424	0.4722	-0.0064	0.0064	0.1430	-0.0641	0.1140
46	0.8324	1.9820	2.0108	0.4804	-0.0050	0.0050	0.1661	-0.0497	0.1162
48	0.8455	1.9615	1.9787	0.4881	-0.0034	0.0034	0.1912	-0.0336	0.1178
50	0.8579	1.9390	1.9461	0.4953	-0.0016	0.0016	0.2180	-0.0156	0.1187
52	0.8697	1.9148	1.9130	0.5021	0.0004	-0.0004	0.2465	0.0044	0.1189
54	0.8809	1.8892	1.8795	0.5086	0.0026	-0.0026	0.2765	0.0263	0.1184
56	0.8915	1.8624	1.8455	0.5146	0.0050	-0.0050	0.3080	0.0504	0.1169
58	0.9016	1.8347	1.8112	0.5204	0.0077	-0.0077	0.3407	0.0767	0.1145
60	0.9111	1.8061	1.7765	0.5258	0.0105	-0.0105	0.3745	0.1052	0.1110
62	0.9201	1.7768	1.7415	0.5309	0.0136	-0.0136	0.4091	0.1360	0.1063
64	0.9286	1.7469	1.7061	0.5358	0.0169	-0.0169	0.4444	0.1690	0.1005
66	0.9366	1.7164	1.6704	0.5403	0.0204	-0.0204	0.4801	0.2043	0.0933
68	0.9442	1.6855	1.6344	0.5445	0.0242	-0.0242	0.5159	0.2419	0.0848
70	0.9512	1.6542	1.5982	0.5485	0.0282	-0.0282	0.5516	0.2817	0.0747
72	0.9578	1.6226	1.5617	0.5522	0.0324	-0.0324	0.5868	0.3236	0.0631
74	0.9639	1.5907	1.5250	0.5556	0.0368	-0.0368	0.6212	0.3675	0.0499
76	0.9696	1.5586	1.4880	0.5587	0.0413	-0.0413	0.6546	0.4134	0.0349
78	0.9748	1.5263	1.4509	0.5615	0.0461	-0.0461	0.6865	0.4611	0.0181
80	0.9795	1.4939	1.4135	0.5641	0.0510	-0.0510	0.7167	0.5103	-0.0006
82	0.9837	1.4614	1.3760	0.5663	0.0561	-0.0561	0.7449	0.5610	-0.0211
84	0.9875	1.4288	1.3384	0.5683	0.0613	-0.0613	0.7706	0.6129	-0.0437
86	0.9907	1.3963	1.3007	0.5700	0.0666	-0.0666	0.7936	0.6658	-0.0682
88	0.9935	1.3638	1.2628	0.5714	0.0719	-0.0719	0.8137	0.7194	-0.0948
90	0.9958	1.3315	1.2249	0.5725	0.0773	-0.0773	0.8305	0.7734	-0.1235

## Ebener Verzerrungszustand

n = 9.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.9976	1.2993	1.1869	0.5732	0.0827	-0.0827	0.8437	0.8275	-0.1542
94	0.9989	1.2674	1.1488	0.5737	0.0881	-0.0881	0.8532	0.8814	-0.1870
96	0.9997	1.2357	1.1108	0.5738	0.0935	-0.0935	0.8588	0.9347	-0.2219
98	1.0000	1.2044	1.0727	0.5736	0.0987	-0.0987	0.8604	0.9872	-0.2588
100	0.9997	1.1735	1.0347	0.5730	0.1038	-0.1038	0.8578	1.0385	-0.2977
102	0.9990	1.1431	0.9967	0.5721	0.1088	-0.1088	0.8510	1.0882	-0.3385
104	0.9976	1.1132	0.9588	0.5708	0.1136	-0.1136	0.8400	1.1359	-0.3812
106	0.9957	1.0841	0.9210	0.5691	0.1181	-0.1181	0.8249	1.1814	-0.4257
108	0.9933	1.0557	0.8834	0.5670	0.1224	-0.1224	0.8057	1.2242	-0.4719
110	0.9903	1.0281	0.8458	0.5644	0.1264	-0.1264	0.7828	1.2641	-0.5197
112	0.9867	1.0016	0.8085	0.5614	0.1301	-0.1301	0.7563	1.3008	-0.5689
114	0.9825	0.9763	0.7714	0.5579	0.1334	-0.1334	0.7265	1.3339	-0.6195
116	0.9777	0.9522	0.7345	0.5539	0.1363	-0.1363	0.6939	1.3632	-0.6713
118	0.9724	0.9295	0.6979	0.5494	0.1389	-0.1389	0.6588	1.3885	-0.7242
120	0.9665	0.9084	0.6617	0.5442	0.1410	-0.1410	0.6217	1.4097	-0.7779
122	0.9601	0.8891	0.6258	0.5385	0.1426	-0.1426	0.5832	1.4264	-0.8324
124	0.9532	0.8718	0.5903	0.5320	0.1439	-0.1439	0.5438	1.4388	-0.8874
126	0.9458	0.8564	0.5552	0.5249	0.1447	-0.1447	0.5041	1.4466	-0.9428
128	0.9380	0.8433	0.5207	0.5170	0.1450	-0.1450	0.4646	1.4499	-0.9984
130	0.9298	0.8324	0.4867	0.5082	0.1449	-0.1449	0.4258	1.4488	-1.0541
132	0.9213	0.8239	0.4533	0.4986	0.1443	-0.1443	0.3883	1.4432	-1.1096
134	0.9126	0.8176	0.4205	0.4881	0.1433	-0.1433	0.3523	1.4333	-1.1649
136	0.9038	0.8136	0.3885	0.4766	0.1419	-0.1419	0.3183	1.4192	-1.2196
138	0.8949	0.8116	0.3573	0.4641	0.1401	-0.1401	0.2863	1.4011	-1.2738
140	0.8860	0.8115	0.3270	0.4505	0.1379	-0.1379	0.2565	1.3792	-1.3272
142	0.8771	0.8130	0.2976	0.4359	0.1354	-0.1354	0.2290	1.3536	-1.3797
144	0.8683	0.8159	0.2692	0.4202	0.1325	-0.1325	0.2036	1.3246	-1.4311
146	0.8596	0.8199	0.2419	0.4034	0.1292	-0.1292	0.1804	1.2922	-1.4813
148	0.8510	0.8248	0.2157	0.3856	0.1257	-0.1257	0.1591	1.2567	-1.5303
150	0.8426	0.8301	0.1908	0.3667	0.1218	-0.1218	0.1397	1.2183	-1.5778
152	0.8343	0.8358	0.1671	0.3468	0.1177	-0.1177	0.1221	1.1772	-1.6238
154	0.8261	0.8414	0.1448	0.3259	0.1133	-0.1133	0.1060	1.1334	-1.6682
156	0.8180	0.8468	0.1239	0.3040	0.1087	-0.1087	0.0915	1.0872	-1.7108
158	0.8100	0.8517	0.1045	0.2813	0.1039	-0.1039	0.0782	1.0387	-1.7516
160	0.8021	0.8559	0.0866	0.2578	0.0988	-0.0988	0.0662	0.9881	-1.7906
162	0.7941	0.8593	0.0703	0.2336	0.0936	-0.0936	0.0554	0.9355	-1.8275
164	0.7861	0.8615	0.0556	0.2088	0.0881	-0.0881	0.0456	0.8811	-1.8624
166	0.7779	0.8626	0.0426	0.1834	0.0825	-0.0825	0.0369	0.8249	-1.8951
168	0.7696	0.8622	0.0313	0.1576	0.0767	-0.0767	0.0291	0.7672	-1.9257
170	0.7611	0.8603	0.0217	0.1314	0.0708	-0.0708	0.0222	0.7080	-1.9540
172	0.7522	0.8566	0.0139	0.1051	0.0648	-0.0648	0.0162	0.6476	-1.9801
174	0.7428	0.8509	0.0078	0.0786	0.0586	-0.0586	0.0109	0.5859	-2.0038
176	0.7327	0.8431	0.0034	0.0522	0.0523	-0.0523	0.0065	0.5232	-2.0250
178	0.7218	0.8327	0.0009	0.0259	0.0460	-0.0460	0.0029	0.4596	-2.0439
180	0.7096	0.8194	0.0000	0.0000	0.0395	-0.0395	0.0000	0.3952	-2.0603

## Ebener Verzerrungszustand

n = 10.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.6691	1.7243	2.4969	0.0000	-0.0156	0.0156	0.0000	-0.1713	0.0000
2	0.6693	1.7257	2.4958	0.0324	-0.0156	0.0156	0.0013	-0.1712	0.0065
4	0.6698	1.7300	2.4926	0.0647	-0.0155	0.0155	0.0026	-0.1707	0.0130
6	0.6707	1.7372	2.4872	0.0966	-0.0155	0.0155	0.0040	-0.1700	0.0195
8	0.6720	1.7472	2.4797	0.1280	-0.0154	0.0154	0.0054	-0.1689	0.0260
10	0.6737	1.7599	2.4702	0.1587	-0.0152	0.0152	0.0068	-0.1676	0.0324
12	0.6759	1.7754	2.4586	0.1887	-0.0151	0.0151	0.0083	-0.1659	0.0387
14	0.6786	1.7935	2.4450	0.2177	-0.0149	0.0149	0.0100	-0.1640	0.0450
16	0.6818	1.8142	2.4296	0.2455	-0.0147	0.0147	0.0117	-0.1617	0.0512
18	0.6857	1.8372	2.4123	0.2721	-0.0145	0.0145	0.0137	-0.1591	0.0573
20	0.6904	1.8623	2.3934	0.2973	-0.0142	0.0142	0.0159	-0.1561	0.0633
22	0.6960	1.8892	2.3728	0.3209	-0.0139	0.0139	0.0184	-0.1528	0.0692
24	0.7026	1.9174	2.3506	0.3430	-0.0136	0.0136	0.0215	-0.1491	0.0750
26	0.7105	1.9462	2.3271	0.3633	-0.0132	0.0132	0.0252	-0.1450	0.0806
28	0.7199	1.9743	2.3022	0.3819	-0.0128	0.0128	0.0298	-0.1405	0.0860
30	0.7308	2.0003	2.2762	0.3988	-0.0123	0.0123	0.0356	-0.1354	0.0913
32	0.7434	2.0223	2.2491	0.4139	-0.0118	0.0118	0.0430	-0.1297	0.0963
34	0.7571	2.0384	2.2211	0.4275	-0.0112	0.0112	0.0524	-0.1232	0.1011
36	0.7718	2.0475	2.1922	0.4397	-0.0105	0.0105	0.0641	-0.1159	0.1057
38	0.7867	2.0495	2.1625	0.4507	-0.0098	0.0098	0.0780	-0.1075	0.1099
40	0.8014	2.0450	2.1321	0.4606	-0.0089	0.0089	0.0942	-0.0980	0.1139
42	0.8157	2.0350	2.1011	0.4698	-0.0079	0.0079	0.1126	-0.0871	0.1174
44	0.8293	2.0207	2.0695	0.4782	-0.0068	0.0068	0.1331	-0.0748	0.1205
46	0.8424	2.0029	2.0374	0.4860	-0.0055	0.0055	0.1557	-0.0608	0.1231
48	0.8547	1.9823	2.0048	0.4933	-0.0041	0.0041	0.1801	-0.0452	0.1251
50	0.8664	1.9595	1.9717	0.5002	-0.0025	0.0025	0.2065	-0.0277	0.1265
52	0.8775	1.9349	1.9381	0.5066	-0.0008	0.0008	0.2345	-0.0083	0.1272
54	0.8881	1.9088	1.9042	0.5127	0.0012	-0.0012	0.2642	0.0131	0.1271
56	0.8980	1.8815	1.8698	0.5184	0.0033	-0.0033	0.2954	0.0367	0.1261
58	0.9075	1.8532	1.8351	0.5238	0.0057	-0.0057	0.3279	0.0624	0.1243
60	0.9164	1.8240	1.8000	0.5289	0.0082	-0.0082	0.3616	0.0904	0.1214
62	0.9248	1.7941	1.7646	0.5337	0.0110	-0.0110	0.3963	0.1206	0.1174
64	0.9328	1.7636	1.7289	0.5383	0.0139	-0.0139	0.4317	0.1532	0.1121
66	0.9403	1.7325	1.6928	0.5425	0.0171	-0.0171	0.4676	0.1880	0.1057
68	0.9473	1.7010	1.6566	0.5465	0.0205	-0.0205	0.5038	0.2251	0.0978
70	0.9539	1.6690	1.6200	0.5502	0.0240	-0.0240	0.5399	0.2645	0.0885
72	0.9601	1.6367	1.5832	0.5537	0.0278	-0.0278	0.5757	0.3061	0.0776
74	0.9658	1.6042	1.5462	0.5569	0.0318	-0.0318	0.6109	0.3498	0.0651
76	0.9711	1.5714	1.5090	0.5598	0.0360	-0.0360	0.6450	0.3955	0.0510
78	0.9760	1.5385	1.4716	0.5625	0.0403	-0.0403	0.6778	0.4431	0.0350
80	0.9804	1.5054	1.4340	0.5649	0.0448	-0.0448	0.7090	0.4923	0.0172
82	0.9844	1.4722	1.3963	0.5671	0.0494	-0.0494	0.7381	0.5431	-0.0025
84	0.9879	1.4390	1.3585	0.5689	0.0541	-0.0541	0.7649	0.5951	-0.0242
86	0.9910	1.4057	1.3205	0.5706	0.0589	-0.0589	0.7890	0.6483	-0.0479
88	0.9937	1.3726	1.2824	0.5719	0.0638	-0.0638	0.8102	0.7022	-0.0736
90	0.9959	1.3395	1.2443	0.5730	0.0688	-0.0688	0.8280	0.7566	-0.1013

## Ebener Verzerrungszustand

n = 10.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.9976	1.3066	1.2061	0.5738	0.0738	-0.0738	0.8423	0.8113	-0.1312
94	0.9989	1.2738	1.1678	0.5743	0.0787	-0.0787	0.8527	0.8658	-0.1631
96	0.9997	1.2414	1.1295	0.5745	0.0836	-0.0836	0.8592	0.9198	-0.1971
98	1.0000	1.2092	1.0913	0.5743	0.0885	-0.0885	0.8615	0.9731	-0.2332
100	0.9998	1.1775	1.0530	0.5739	0.0932	-0.0932	0.8595	1.0252	-0.2712
102	0.9992	1.1462	1.0148	0.5731	0.0978	-0.0978	0.8532	1.0758	-0.3112
104	0.9980	1.1154	0.9766	0.5720	0.1022	-0.1022	0.8424	1.1245	-0.3531
106	0.9963	1.0853	0.9386	0.5705	0.1064	-0.1064	0.8274	1.1709	-0.3968
108	0.9940	1.0560	0.9006	0.5686	0.1104	-0.1104	0.8081	1.2147	-0.4423
110	0.9912	1.0275	0.8628	0.5663	0.1141	-0.1141	0.7849	1.2555	-0.4893
112	0.9879	1.0000	0.8251	0.5636	0.1176	-0.1176	0.7578	1.2931	-0.5379
114	0.9840	0.9736	0.7877	0.5605	0.1206	-0.1206	0.7273	1.3271	-0.5878
116	0.9796	0.9485	0.7504	0.5568	0.1234	-0.1234	0.6937	1.3573	-0.6389
118	0.9746	0.9249	0.7135	0.5526	0.1258	-0.1258	0.6574	1.3834	-0.6911
120	0.9690	0.9029	0.6768	0.5479	0.1277	-0.1277	0.6191	1.4052	-0.7442
122	0.9629	0.8828	0.6405	0.5426	0.1293	-0.1293	0.5792	1.4225	-0.7980
124	0.9563	0.8646	0.6045	0.5366	0.1305	-0.1305	0.5383	1.4353	-0.8525
126	0.9492	0.8487	0.5690	0.5299	0.1312	-0.1312	0.4972	1.4436	-0.9073
128	0.9417	0.8351	0.5339	0.5224	0.1316	-0.1316	0.4564	1.4472	-0.9623
130	0.9338	0.8240	0.4993	0.5141	0.1315	-0.1315	0.4165	1.4462	-1.0174
132	0.9257	0.8154	0.4654	0.5050	0.1310	-0.1310	0.3780	1.4408	-1.0724
134	0.9173	0.8093	0.4321	0.4949	0.1301	-0.1301	0.3413	1.4310	-1.1271
136	0.9088	0.8058	0.3995	0.4837	0.1288	-0.1288	0.3067	1.4170	-1.1814
138	0.9002	0.8045	0.3676	0.4716	0.1272	-0.1272	0.2746	1.3989	-1.2350
140	0.8916	0.8053	0.3366	0.4583	0.1252	-0.1252	0.2448	1.3770	-1.2879
142	0.8831	0.8080	0.3066	0.4440	0.1229	-0.1229	0.2176	1.3514	-1.3398
144	0.8747	0.8121	0.2775	0.4285	0.1202	-0.1202	0.1927	1.3224	-1.3907
146	0.8665	0.8175	0.2495	0.4118	0.1173	-0.1173	0.1700	1.2901	-1.4405
148	0.8584	0.8238	0.2226	0.3940	0.1141	-0.1141	0.1495	1.2548	-1.4889
150	0.8504	0.8307	0.1970	0.3751	0.1106	-0.1106	0.1309	1.2165	-1.5360
152	0.8427	0.8379	0.1727	0.3550	0.1069	-0.1069	0.1141	1.1756	-1.5816
154	0.8350	0.8451	0.1497	0.3340	0.1029	-0.1029	0.0989	1.1322	-1.6255
156	0.8275	0.8520	0.1282	0.3119	0.0988	-0.0988	0.0851	1.0863	-1.6673
158	0.8201	0.8584	0.1081	0.2889	0.0944	-0.0944	0.0727	1.0382	-1.7082
160	0.8127	0.8642	0.0897	0.2650	0.0898	-0.0898	0.0615	0.9881	-1.7468
162	0.8053	0.8690	0.0728	0.2403	0.0851	-0.0851	0.0514	0.9360	-1.7834
164	0.7980	0.8727	0.0577	0.2149	0.0802	-0.0802	0.0423	0.8821	-1.8181
166	0.7905	0.8751	0.0442	0.1890	0.0751	-0.0751	0.0342	0.8266	-1.8506
168	0.7829	0.8761	0.0325	0.1625	0.0700	-0.0700	0.0270	0.7695	-1.8810
170	0.7752	0.8755	0.0226	0.1357	0.0646	-0.0646	0.0206	0.7110	-1.9092
172	0.7671	0.8731	0.0144	0.1086	0.0592	-0.0592	0.0150	0.6512	-1.9351
174	0.7585	0.8688	0.0081	0.0813	0.0537	-0.0537	0.0101	0.5903	-1.9588
176	0.7494	0.8622	0.0036	0.0540	0.0480	-0.0480	0.0060	0.5284	-1.9801
178	0.7396	0.8532	0.0009	0.0269	0.0423	-0.0423	0.0027	0.4655	-1.9990
180	0.7287	0.8414	0.0000	0.0000	0.0365	-0.0365	0.0000	0.4019	-2.0155



## Ebener Verzerrungszustand

n = 12.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.7103	1.7340	2.5543	0.0000	-0.0143	0.0143	0.0000	-0.1858	0.0000
2	0.7105	1.7354	2.5531	0.0333	-0.0143	0.0143	0.0012	-0.1857	0.0070
4	0.7109	1.7397	2.5498	0.0663	-0.0142	0.0142	0.0023	-0.1852	0.0140
6	0.7117	1.7467	2.5442	0.0991	-0.0142	0.0142	0.0035	-0.1844	0.0209
8	0.7127	1.7565	2.5365	0.1314	-0.0141	0.0141	0.0048	-0.1834	0.0278
10	0.7141	1.7691	2.5266	0.1629	-0.0140	0.0140	0.0060	-0.1820	0.0347
12	0.7159	1.7843	2.5146	0.1937	-0.0139	0.0139	0.0074	-0.1803	0.0415
14	0.7181	1.8022	2.5006	0.2234	-0.0137	0.0137	0.0088	-0.1783	0.0482
16	0.7207	1.8225	2.4847	0.2521	-0.0135	0.0135	0.0103	-0.1760	0.0549
18	0.7239	1.8452	2.4668	0.2794	-0.0133	0.0133	0.0120	-0.1733	0.0615
20	0.7276	1.8701	2.4472	0.3053	-0.0131	0.0131	0.0139	-0.1703	0.0679
22	0.7321	1.8969	2.4259	0.3297	-0.0128	0.0128	0.0160	-0.1670	0.0743
24	0.7374	1.9252	2.4030	0.3524	-0.0126	0.0126	0.0185	-0.1633	0.0805
26	0.7437	1.9545	2.3786	0.3734	-0.0122	0.0122	0.0216	-0.1592	0.0865
28	0.7512	1.9838	2.3529	0.3925	-0.0119	0.0119	0.0253	-0.1547	0.0924
30	0.7601	2.0120	2.3259	0.4098	-0.0115	0.0115	0.0301	-0.1497	0.0982
32	0.7704	2.0372	2.2979	0.4252	-0.0111	0.0111	0.0362	-0.1441	0.1037
34	0.7820	2.0575	2.2689	0.4390	-0.0106	0.0106	0.0441	-0.1379	0.1090
36	0.7948	2.0710	2.2390	0.4511	-0.0101	0.0101	0.0541	-0.1309	0.1140
38	0.8081	2.0769	2.2083	0.4619	-0.0095	0.0095	0.0665	-0.1230	0.1188
40	0.8214	2.0753	2.1770	0.4715	-0.0088	0.0088	0.0813	-0.1139	0.1233
42	0.8345	2.0672	2.1451	0.4802	-0.0080	0.0080	0.0984	-0.1036	0.1274
44	0.8469	2.0539	2.1126	0.4881	-0.0071	0.0071	0.1177	-0.0919	0.1310
46	0.8588	2.0365	2.0795	0.4954	-0.0061	0.0061	0.1392	-0.0787	0.1343
48	0.8700	2.0158	2.0461	0.5021	-0.0049	0.0049	0.1628	-0.0638	0.1369
50	0.8806	1.9926	2.0122	0.5083	-0.0036	0.0036	0.1883	-0.0471	0.1390
52	0.8906	1.9674	1.9778	0.5142	-0.0022	0.0022	0.2156	-0.0285	0.1405
54	0.9000	1.9405	1.9431	0.5196	-0.0006	0.0006	0.2447	-0.0079	0.1412
56	0.9089	1.9124	1.9081	0.5248	0.0011	-0.0011	0.2754	0.0148	0.1410
58	0.9173	1.8832	1.8727	0.5296	0.0030	-0.0030	0.3075	0.0396	0.1400
60	0.9253	1.8531	1.8370	0.5342	0.0051	-0.0051	0.3410	0.0668	0.1380
62	0.9328	1.8222	1.8010	0.5384	0.0074	-0.0074	0.3756	0.0962	0.1350
64	0.9398	1.7907	1.7647	0.5425	0.0098	-0.0098	0.4112	0.1279	0.1308
66	0.9465	1.7586	1.7282	0.5462	0.0125	-0.0125	0.4474	0.1620	0.1253
68	0.9527	1.7260	1.6914	0.5498	0.0153	-0.0153	0.4841	0.1985	0.1186
70	0.9586	1.6931	1.6543	0.5531	0.0182	-0.0182	0.5209	0.2372	0.1104
72	0.9640	1.6598	1.6171	0.5562	0.0214	-0.0214	0.5575	0.2783	0.1007
74	0.9691	1.6263	1.5797	0.5590	0.0247	-0.0247	0.5937	0.3215	0.0894
76	0.9738	1.5925	1.5421	0.5617	0.0282	-0.0282	0.6290	0.3669	0.0765
78	0.9781	1.5585	1.5043	0.5641	0.0319	-0.0319	0.6632	0.4143	0.0618
80	0.9820	1.5244	1.4663	0.5662	0.0356	-0.0356	0.6958	0.4634	0.0453
82	0.9856	1.4901	1.4283	0.5682	0.0396	-0.0396	0.7266	0.5143	0.0269
84	0.9888	1.4559	1.3901	0.5699	0.0436	-0.0436	0.7550	0.5665	0.0066
86	0.9916	1.4216	1.3518	0.5714	0.0477	-0.0477	0.7809	0.6200	-0.0157
88	0.9940	1.3873	1.3133	0.5727	0.0519	-0.0519	0.8038	0.6745	-0.0400
90	0.9960	1.3531	1.2749	0.5737	0.0561	-0.0561	0.8233	0.7296	-0.0664

## Ebener Verzerrungszustand

n = 12.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.9976	1.3190	1.2363	0.5745	0.0604	-0.0604	0.8393	0.7851	-0.0949
94	0.9988	1.2851	1.1977	0.5750	0.0647	-0.0647	0.8514	0.8406	-0.1254
96	0.9996	1.2514	1.1591	0.5753	0.0689	-0.0689	0.8593	0.8957	-0.1580
98	1.0000	1.2180	1.1205	0.5753	0.0731	-0.0731	0.8629	0.9502	-0.1927
100	0.9999	1.1849	1.0819	0.5750	0.0772	-0.0772	0.8620	1.0037	-0.2295
102	0.9995	1.1523	1.0433	0.5745	0.0812	-0.0812	0.8565	1.0557	-0.2682
104	0.9985	1.1201	1.0048	0.5736	0.0851	-0.0851	0.8463	1.1058	-0.3088
106	0.9971	1.0885	0.9663	0.5724	0.0888	-0.0888	0.8315	1.1538	-0.3513
108	0.9952	1.0576	0.9280	0.5709	0.0922	-0.0922	0.8122	1.1992	-0.3955
110	0.9928	1.0276	0.8897	0.5690	0.0955	-0.0955	0.7884	1.2416	-0.4414
112	0.9899	0.9984	0.8516	0.5668	0.0985	-0.0985	0.7605	1.2807	-0.4888
114	0.9865	0.9704	0.8136	0.5641	0.1012	-0.1012	0.7287	1.3162	-0.5377
116	0.9826	0.9436	0.7758	0.5610	0.1037	-0.1037	0.6935	1.3477	-0.5877
118	0.9781	0.9183	0.7383	0.5575	0.1058	-0.1058	0.6553	1.3750	-0.6389
120	0.9731	0.8946	0.7010	0.5534	0.1075	-0.1075	0.6148	1.3980	-0.6911
122	0.9675	0.8729	0.6640	0.5488	0.1089	-0.1089	0.5725	1.4163	-0.7440
124	0.9615	0.8533	0.6273	0.5435	0.1100	-0.1100	0.5291	1.4299	-0.7975
126	0.9549	0.8361	0.5911	0.5375	0.1107	-0.1107	0.4855	1.4388	-0.8514
128	0.9480	0.8216	0.5552	0.5308	0.1110	-0.1110	0.4423	1.4428	-0.9056
130	0.9406	0.8099	0.5198	0.5233	0.1109	-0.1109	0.4002	1.4422	-0.9599
132	0.9330	0.8012	0.4849	0.5149	0.1105	-0.1105	0.3600	1.4369	-1.0140
134	0.9251	0.7954	0.4507	0.5055	0.1098	-0.1098	0.3220	1.4272	-1.0678
136	0.9171	0.7926	0.4171	0.4951	0.1087	-0.1087	0.2867	1.4131	-1.1212
138	0.9091	0.7925	0.3842	0.4835	0.1073	-0.1073	0.2542	1.3950	-1.1740
140	0.9011	0.7949	0.3522	0.4708	0.1056	-0.1056	0.2247	1.3730	-1.2261
142	0.8933	0.7994	0.3211	0.4569	0.1037	-0.1037	0.1980	1.3474	-1.2772
144	0.8855	0.8058	0.2909	0.4417	0.1014	-0.1014	0.1740	1.3184	-1.3273
146	0.8780	0.8136	0.2618	0.4253	0.0989	-0.0989	0.1525	1.2863	-1.3763
148	0.8707	0.8224	0.2338	0.4076	0.0962	-0.0962	0.1333	1.2511	-1.4240
150	0.8636	0.8318	0.2071	0.3886	0.0933	-0.0933	0.1161	1.2132	-1.4703
152	0.8566	0.8415	0.1817	0.3684	0.0902	-0.0902	0.1007	1.1726	-1.5152
154	0.8499	0.8513	0.1577	0.3471	0.0869	-0.0869	0.0870	1.1296	-1.5584
156	0.8432	0.8608	0.1351	0.3246	0.0834	-0.0834	0.0746	1.0844	-1.6001
158	0.8367	0.8697	0.1141	0.3011	0.0798	-0.0798	0.0636	1.0370	-1.6400
160	0.8303	0.8779	0.0947	0.2766	0.0760	-0.0760	0.0537	0.9876	-1.6780
162	0.8240	0.8850	0.0770	0.2511	0.0720	-0.0720	0.0448	0.9364	-1.7142
164	0.8176	0.8911	0.0610	0.2249	0.0680	-0.0680	0.0368	0.8835	-1.7484
166	0.8112	0.8957	0.0468	0.1980	0.0638	-0.0638	0.0297	0.8289	-1.7806
168	0.8048	0.8989	0.0344	0.1705	0.0595	-0.0595	0.0235	0.7729	-1.8107
170	0.7981	0.9004	0.0239	0.1425	0.0550	-0.0550	0.0179	0.7155	-1.8387
172	0.7913	0.9000	0.0153	0.1142	0.0505	-0.0505	0.0130	0.6570	-1.8645
174	0.7841	0.8977	0.0086	0.0856	0.0459	-0.0459	0.0089	0.5973	-1.8881
176	0.7765	0.8932	0.0038	0.0570	0.0413	-0.0413	0.0053	0.5366	-1.9094
178	0.7683	0.8862	0.0010	0.0284	0.0365	-0.0365	0.0023	0.4750	-1.9284
180	0.7592	0.8766	0.0000	0.0000	0.0317	-0.0317	0.0000	0.4126	-1.9451

## Ebener Verzerrungszustand

n = 15.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.7545	1.7450	2.6162	0.0000	-0.0127	0.0127	0.0000	-0.2024	0.0000
2	0.7546	1.7464	2.6151	0.0342	-0.0126	0.0126	0.0010	-0.2022	0.0075
4	0.7549	1.7506	2.6116	0.0682	-0.0126	0.0126	0.0020	-0.2018	0.0150
6	0.7555	1.7576	2.6058	0.1019	-0.0126	0.0126	0.0030	-0.2010	0.0225
8	0.7564	1.7673	2.5978	0.1350	-0.0125	0.0125	0.0041	-0.1999	0.0299
10	0.7575	1.7797	2.5876	0.1675	-0.0124	0.0124	0.0051	-0.1985	0.0373
12	0.7589	1.7947	2.5752	0.1992	-0.0123	0.0123	0.0063	-0.1967	0.0446
14	0.7606	1.8123	2.5607	0.2298	-0.0122	0.0122	0.0075	-0.1947	0.0519
16	0.7626	1.8324	2.5441	0.2593	-0.0120	0.0120	0.0088	-0.1923	0.0591
18	0.7651	1.8548	2.5256	0.2874	-0.0118	0.0118	0.0102	-0.1896	0.0661
20	0.7680	1.8794	2.5053	0.3141	-0.0117	0.0117	0.0117	-0.1865	0.0731
22	0.7715	1.9060	2.4832	0.3393	-0.0114	0.0114	0.0135	-0.1831	0.0800
24	0.7755	1.9344	2.4594	0.3627	-0.0112	0.0112	0.0155	-0.1794	0.0867
26	0.7804	1.9639	2.4342	0.3843	-0.0110	0.0110	0.0179	-0.1753	0.0933
28	0.7861	1.9941	2.4075	0.4041	-0.0107	0.0107	0.0209	-0.1708	0.0997
30	0.7930	2.0240	2.3795	0.4219	-0.0104	0.0104	0.0246	-0.1659	0.1059
32	0.8010	2.0520	2.3505	0.4377	-0.0100	0.0100	0.0294	-0.1604	0.1120
34	0.8104	2.0763	2.3204	0.4517	-0.0096	0.0096	0.0357	-0.1544	0.1178
36	0.8210	2.0947	2.2894	0.4639	-0.0092	0.0092	0.0440	-0.1477	0.1234
38	0.8324	2.1054	2.2577	0.4745	-0.0088	0.0088	0.0546	-0.1401	0.1288
40	0.8441	2.1077	2.2253	0.4838	-0.0082	0.0082	0.0677	-0.1316	0.1338
42	0.8557	2.1023	2.1923	0.4920	-0.0076	0.0076	0.0833	-0.1218	0.1385
44	0.8669	2.0905	2.1587	0.4993	-0.0069	0.0069	0.1013	-0.1108	0.1428
46	0.8774	2.0736	2.1247	0.5059	-0.0061	0.0061	0.1216	-0.0983	0.1467
48	0.8873	2.0529	2.0903	0.5120	-0.0053	0.0053	0.1441	-0.0842	0.1501
50	0.8967	2.0293	2.0555	0.5175	-0.0043	0.0043	0.1686	-0.0683	0.1529
52	0.9054	2.0034	2.0203	0.5227	-0.0032	0.0032	0.1951	-0.0506	0.1551
54	0.9136	1.9757	1.9848	0.5275	-0.0019	0.0019	0.2234	-0.0309	0.1567
56	0.9214	1.9466	1.9490	0.5319	-0.0006	0.0006	0.2535	-0.0091	0.1574
58	0.9286	1.9163	1.9129	0.5361	0.0009	-0.0009	0.2852	0.0148	0.1573
60	0.9355	1.8852	1.8765	0.5401	0.0026	-0.0026	0.3183	0.0410	0.1563
62	0.9419	1.8532	1.8398	0.5438	0.0043	-0.0043	0.3528	0.0695	0.1542
64	0.9479	1.8206	1.8029	0.5472	0.0063	-0.0063	0.3883	0.1004	0.1511
66	0.9536	1.7874	1.7658	0.5505	0.0084	-0.0084	0.4248	0.1336	0.1468
68	0.9590	1.7538	1.7285	0.5535	0.0106	-0.0106	0.4618	0.1693	0.1412
70	0.9640	1.7198	1.6909	0.5564	0.0130	-0.0130	0.4992	0.2074	0.1342
72	0.9686	1.6855	1.6532	0.5590	0.0155	-0.0155	0.5366	0.2478	0.1257
74	0.9730	1.6509	1.6153	0.5615	0.0182	-0.0182	0.5738	0.2905	0.1158
76	0.9770	1.6160	1.5773	0.5637	0.0210	-0.0210	0.6103	0.3354	0.1042
78	0.9807	1.5810	1.5391	0.5658	0.0239	-0.0239	0.6458	0.3825	0.0909
80	0.9841	1.5458	1.5007	0.5677	0.0270	-0.0270	0.6800	0.4315	0.0758
82	0.9871	1.5105	1.4623	0.5694	0.0301	-0.0301	0.7124	0.4823	0.0588
84	0.9899	1.4751	1.4237	0.5709	0.0334	-0.0334	0.7426	0.5348	0.0400
86	0.9923	1.4397	1.3851	0.5723	0.0368	-0.0368	0.7704	0.5886	0.0192
88	0.9944	1.4043	1.3463	0.5734	0.0402	-0.0402	0.7952	0.6435	-0.0037
90	0.9962	1.3690	1.3075	0.5743	0.0437	-0.0437	0.8167	0.6992	-0.0286

Ebener Verzerrungszustand

n = 15.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.9976	1.3337	1.2687	0.5751	0.0472	-0.0472	0.8346	0.7555	-0.0556
94	0.9988	1.2986	1.2297	0.5756	0.0508	-0.0508	0.8486	0.8120	-0.0846
96	0.9995	1.2636	1.1908	0.5759	0.0543	-0.0543	0.8582	0.8684	-0.1158
98	0.9999	1.2289	1.1518	0.5760	0.0578	-0.0578	0.8634	0.9242	-0.1490
100	1.0000	1.1945	1.1129	0.5759	0.0612	-0.0612	0.8639	0.9790	-0.1843
102	0.9997	1.1604	1.0739	0.5755	0.0645	-0.0645	0.8594	1.0326	-0.2216
104	0.9990	1.1267	1.0350	0.5749	0.0678	-0.0678	0.8501	1.0844	-0.2609
106	0.9979	1.0936	0.9962	0.5741	0.0709	-0.0709	0.8357	1.1341	-0.3021
108	0.9963	1.0610	0.9574	0.5729	0.0738	-0.0738	0.8163	1.1812	-0.3450
110	0.9944	1.0292	0.9187	0.5714	0.0766	-0.0766	0.7922	1.2253	-0.3896
112	0.9920	0.9982	0.8801	0.5697	0.0791	-0.0791	0.7634	1.2661	-0.4358
114	0.9891	0.9682	0.8416	0.5675	0.0815	-0.0815	0.7304	1.3033	-0.4835
116	0.9858	0.9395	0.8033	0.5650	0.0835	-0.0835	0.6934	1.3364	-0.5325
118	0.9819	0.9121	0.7652	0.5621	0.0853	-0.0853	0.6530	1.3651	-0.5826
120	0.9775	0.8864	0.7273	0.5588	0.0868	-0.0868	0.6099	1.3893	-0.6337
122	0.9727	0.8627	0.6897	0.5549	0.0880	-0.0880	0.5647	1.4088	-0.6856
124	0.9673	0.8412	0.6523	0.5504	0.0890	-0.0890	0.5183	1.4233	-0.7381
126	0.9614	0.8224	0.6152	0.5453	0.0896	-0.0896	0.4715	1.4328	-0.7911
128	0.9551	0.8065	0.5785	0.5395	0.0898	-0.0898	0.4253	1.4374	-0.8443
130	0.9484	0.7938	0.5423	0.5329	0.0898	-0.0898	0.3806	1.4370	-0.8976
132	0.9413	0.7846	0.5065	0.5254	0.0895	-0.0895	0.3381	1.4318	-0.9509
134	0.9341	0.7790	0.4712	0.5169	0.0889	-0.0889	0.2985	1.4220	-1.0038
136	0.9267	0.7770	0.4366	0.5073	0.0880	-0.0880	0.2623	1.4079	-1.0563
138	0.9194	0.7782	0.4026	0.4965	0.0868	-0.0868	0.2296	1.3896	-1.1082
140	0.9121	0.7825	0.3695	0.4844	0.0855	-0.0855	0.2005	1.3675	-1.1593
142	0.9050	0.7894	0.3371	0.4710	0.0839	-0.0839	0.1747	1.3418	-1.2096
144	0.8981	0.7984	0.3058	0.4563	0.0820	-0.0820	0.1520	1.3128	-1.2588
146	0.8914	0.8090	0.2755	0.4401	0.0800	-0.0800	0.1321	1.2807	-1.3069
148	0.8850	0.8207	0.2463	0.4226	0.0779	-0.0779	0.1145	1.2457	-1.3538
150	0.8788	0.8332	0.2183	0.4036	0.0755	-0.0755	0.0991	1.2081	-1.3993
152	0.8728	0.8459	0.1917	0.3833	0.0730	-0.0730	0.0855	1.1681	-1.4433
154	0.8670	0.8587	0.1665	0.3616	0.0704	-0.0704	0.0735	1.1257	-1.4859
156	0.8613	0.8710	0.1428	0.3387	0.0676	-0.0676	0.0629	1.0811	-1.5268
158	0.8559	0.8828	0.1207	0.3146	0.0647	-0.0647	0.0534	1.0345	-1.5661
160	0.8505	0.8936	0.1003	0.2894	0.0616	-0.0616	0.0450	0.9861	-1.6035
162	0.8452	0.9034	0.0816	0.2632	0.0585	-0.0585	0.0375	0.9359	-1.6392
164	0.8399	0.9120	0.0647	0.2360	0.0553	-0.0553	0.0308	0.8841	-1.6729
166	0.8347	0.9190	0.0497	0.2080	0.0519	-0.0519	0.0249	0.8308	-1.7047
168	0.8293	0.9245	0.0366	0.1794	0.0485	-0.0485	0.0196	0.7760	-1.7345
170	0.8239	0.9282	0.0255	0.1501	0.0450	-0.0450	0.0150	0.7200	-1.7623
172	0.8184	0.9301	0.0163	0.1204	0.0414	-0.0414	0.0109	0.6628	-1.7879
174	0.8126	0.9299	0.0092	0.0904	0.0378	-0.0378	0.0074	0.6045	-1.8114
176	0.8065	0.9274	0.0041	0.0603	0.0341	-0.0341	0.0044	0.5453	-1.8328
178	0.7999	0.9227	0.0010	0.0301	0.0303	-0.0303	0.0020	0.4852	-1.8519
180	0.7926	0.9153	0.0000	0.0000	0.0265	-0.0265	0.0000	0.4244	-1.8687

## Ebener Verzerrungszustand

n = 20.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.8023	1.7578	2.6841	0.0000	-0.0106	0.0106	0.0000	-0.2219	0.0000
2	0.8024	1.7591	2.6829	0.0352	-0.0106	0.0106	0.0008	-0.2217	0.0081
4	0.8026	1.7633	2.6793	0.0703	-0.0105	0.0105	0.0016	-0.2212	0.0162
6	0.8031	1.7701	2.6734	0.1050	-0.0105	0.0105	0.0024	-0.2204	0.0243
8	0.8037	1.7797	2.6650	0.1392	-0.0104	0.0104	0.0033	-0.2193	0.0323
10	0.8045	1.7920	2.6544	0.1727	-0.0104	0.0104	0.0042	-0.2178	0.0403
12	0.8055	1.8069	2.6415	0.2053	-0.0103	0.0103	0.0051	-0.2160	0.0483
14	0.8068	1.8243	2.6264	0.2369	-0.0102	0.0102	0.0060	-0.2139	0.0561
16	0.8083	1.8441	2.6093	0.2673	-0.0101	0.0101	0.0070	-0.2114	0.0639
18	0.8101	1.8663	2.5900	0.2964	-0.0099	0.0099	0.0081	-0.2087	0.0716
20	0.8123	1.8908	2.5689	0.3240	-0.0098	0.0098	0.0094	-0.2055	0.0791
22	0.8148	1.9172	2.5459	0.3500	-0.0096	0.0096	0.0107	-0.2021	0.0866
24	0.8177	1.9455	2.5212	0.3742	-0.0094	0.0094	0.0123	-0.1983	0.0939
26	0.8212	1.9752	2.4950	0.3966	-0.0092	0.0092	0.0141	-0.1941	0.1011
28	0.8254	2.0060	2.4672	0.4170	-0.0090	0.0090	0.0163	-0.1896	0.1081
30	0.8303	2.0371	2.4382	0.4354	-0.0088	0.0088	0.0191	-0.1846	0.1150
32	0.8362	2.0675	2.4079	0.4518	-0.0085	0.0085	0.0227	-0.1793	0.1216
34	0.8432	2.0955	2.3766	0.4661	-0.0083	0.0083	0.0274	-0.1734	0.1281
36	0.8513	2.1190	2.3444	0.4784	-0.0079	0.0079	0.0337	-0.1669	0.1343
38	0.8605	2.1354	2.3115	0.4889	-0.0076	0.0076	0.0422	-0.1597	0.1403
40	0.8703	2.1429	2.2778	0.4979	-0.0072	0.0072	0.0533	-0.1516	0.1460
42	0.8802	2.1414	2.2436	0.5056	-0.0068	0.0068	0.0671	-0.1425	0.1513
44	0.8898	2.1318	2.2089	0.5122	-0.0063	0.0063	0.0835	-0.1321	0.1564
46	0.8988	2.1158	2.1738	0.5181	-0.0057	0.0057	0.1024	-0.1204	0.1610
48	0.9073	2.0952	2.1383	0.5234	-0.0051	0.0051	0.1236	-0.1071	0.1651
50	0.9152	2.0710	2.1025	0.5281	-0.0044	0.0044	0.1470	-0.0921	0.1688
52	0.9225	2.0442	2.0663	0.5325	-0.0036	0.0036	0.1725	-0.0753	0.1719
54	0.9293	2.0155	2.0299	0.5365	-0.0027	0.0027	0.1999	-0.0565	0.1743
56	0.9357	1.9852	1.9932	0.5402	-0.0017	0.0017	0.2292	-0.0357	0.1760
58	0.9417	1.9538	1.9563	0.5437	-0.0006	0.0006	0.2603	-0.0128	0.1769
60	0.9472	1.9213	1.9191	0.5469	0.0006	-0.0006	0.2929	0.0124	0.1769
62	0.9525	1.8881	1.8818	0.5499	0.0019	-0.0019	0.3271	0.0399	0.1759
64	0.9574	1.8543	1.8442	0.5527	0.0033	-0.0033	0.3625	0.0698	0.1739
66	0.9620	1.8200	1.8064	0.5554	0.0049	-0.0049	0.3990	0.1021	0.1708
68	0.9663	1.7852	1.7685	0.5578	0.0065	-0.0065	0.4363	0.1368	0.1664
70	0.9703	1.7500	1.7304	0.5601	0.0083	-0.0083	0.4742	0.1741	0.1608
72	0.9741	1.7145	1.6921	0.5623	0.0102	-0.0102	0.5123	0.2137	0.1537
74	0.9776	1.6787	1.6538	0.5643	0.0122	-0.0122	0.5504	0.2558	0.1451
76	0.9808	1.6428	1.6152	0.5661	0.0143	-0.0143	0.5881	0.3002	0.1349
78	0.9838	1.6066	1.5766	0.5678	0.0165	-0.0165	0.6250	0.3468	0.1231
80	0.9866	1.5703	1.5379	0.5694	0.0188	-0.0188	0.6607	0.3956	0.1095
82	0.9891	1.5339	1.4990	0.5708	0.0213	-0.0213	0.6949	0.4463	0.0942
84	0.9913	1.4974	1.4601	0.5720	0.0238	-0.0238	0.7271	0.4988	0.0769
86	0.9933	1.4609	1.4210	0.5731	0.0263	-0.0263	0.7569	0.5529	0.0577
88	0.9951	1.4244	1.3819	0.5741	0.0290	-0.0290	0.7838	0.6083	0.0364
90	0.9966	1.3879	1.3428	0.5749	0.0317	-0.0317	0.8076	0.6647	0.0132

## Ebener Verzerrungszustand

n = 20.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.9978	1.3514	1.3036	0.5756	0.0344	-0.0344	0.8277	0.7218	-0.0122
94	0.9987	1.3150	1.2643	0.5761	0.0371	-0.0371	0.8438	0.7793	-0.0396
96	0.9994	1.2788	1.2251	0.5764	0.0398	-0.0398	0.8556	0.8368	-0.0692
98	0.9999	1.2427	1.1858	0.5766	0.0426	-0.0426	0.8627	0.8940	-0.1008
100	1.0000	1.2068	1.1465	0.5766	0.0453	-0.0453	0.8648	0.9504	-0.1346
102	0.9998	1.1712	1.1072	0.5764	0.0479	-0.0479	0.8619	1.0057	-0.1703
104	0.9994	1.1360	1.0679	0.5760	0.0504	-0.0504	0.8536	1.0593	-0.2081
106	0.9986	1.1012	1.0287	0.5754	0.0529	-0.0529	0.8400	1.1109	-0.2478
108	0.9974	1.0668	0.9895	0.5746	0.0552	-0.0552	0.8210	1.1600	-0.2893
110	0.9960	1.0331	0.9504	0.5735	0.0574	-0.0574	0.7966	1.2061	-0.3326
112	0.9941	1.0001	0.9113	0.5722	0.0595	-0.0595	0.7671	1.2490	-0.3775
114	0.9919	0.9679	0.8724	0.5707	0.0613	-0.0613	0.7328	1.2880	-0.4239
116	0.9892	0.9368	0.8336	0.5688	0.0630	-0.0630	0.6939	1.3230	-0.4716
118	0.9861	0.9070	0.7949	0.5665	0.0645	-0.0645	0.6511	1.3534	-0.5206
120	0.9825	0.8788	0.7563	0.5639	0.0657	-0.0657	0.6049	1.3792	-0.5706
122	0.9785	0.8525	0.7180	0.5609	0.0667	-0.0667	0.5562	1.3999	-0.6214
124	0.9739	0.8284	0.6799	0.5574	0.0674	-0.0674	0.5059	1.4155	-0.6729
126	0.9689	0.8071	0.6421	0.5533	0.0679	-0.0679	0.4551	1.4258	-0.7249
128	0.9634	0.7891	0.6045	0.5485	0.0681	-0.0681	0.4049	1.4308	-0.7771
130	0.9574	0.7749	0.5673	0.5430	0.0681	-0.0681	0.3565	1.4307	-0.8295
132	0.9512	0.7648	0.5305	0.5365	0.0679	-0.0679	0.3110	1.4255	-0.8817
134	0.9447	0.7591	0.4942	0.5291	0.0674	-0.0674	0.2693	1.4156	-0.9337
136	0.9381	0.7578	0.4584	0.5205	0.0667	-0.0667	0.2320	1.4011	-0.9852
138	0.9316	0.7608	0.4233	0.5107	0.0658	-0.0658	0.1992	1.3826	-1.0361
140	0.9252	0.7675	0.3889	0.4995	0.0648	-0.0648	0.1709	1.3602	-1.0862
142	0.9190	0.7774	0.3552	0.4868	0.0635	-0.0635	0.1465	1.3343	-1.1355
144	0.9130	0.7897	0.3225	0.4726	0.0622	-0.0622	0.1258	1.3052	-1.1838
146	0.9073	0.8038	0.2909	0.4568	0.0606	-0.0606	0.1080	1.2732	-1.2309
148	0.9019	0.8192	0.2603	0.4394	0.0590	-0.0590	0.0928	1.2385	-1.2769
150	0.8968	0.8352	0.2310	0.4205	0.0572	-0.0572	0.0796	1.2014	-1.3215
152	0.8919	0.8515	0.2030	0.4000	0.0553	-0.0553	0.0683	1.1618	-1.3647
154	0.8872	0.8677	0.1765	0.3781	0.0533	-0.0533	0.0584	1.1202	-1.4065
156	0.8827	0.8834	0.1515	0.3547	0.0513	-0.0513	0.0497	1.0765	-1.4466
158	0.8783	0.8984	0.1282	0.3299	0.0491	-0.0491	0.0421	1.0310	-1.4852
160	0.8741	0.9123	0.1066	0.3039	0.0468	-0.0468	0.0353	0.9837	-1.5220
162	0.8699	0.9250	0.0868	0.2768	0.0445	-0.0445	0.0294	0.9348	-1.5571
164	0.8658	0.9364	0.0689	0.2485	0.0421	-0.0421	0.0241	0.8843	-1.5904
166	0.8617	0.9461	0.0530	0.2193	0.0396	-0.0396	0.0195	0.8324	-1.6217
168	0.8577	0.9541	0.0390	0.1894	0.0371	-0.0371	0.0154	0.7792	-1.6512
170	0.8535	0.9602	0.0272	0.1587	0.0345	-0.0345	0.0117	0.7248	-1.6787
172	0.8493	0.9644	0.0174	0.1275	0.0319	-0.0319	0.0086	0.6693	-1.7042
174	0.8449	0.9664	0.0098	0.0958	0.0292	-0.0292	0.0058	0.6127	-1.7277
176	0.8403	0.9662	0.0044	0.0639	0.0264	-0.0264	0.0035	0.5553	-1.7490
178	0.8354	0.9636	0.0011	0.0319	0.0237	-0.0237	0.0016	0.4970	-1.7682
180	0.8300	0.9584	0.0000	0.0000	0.0209	-0.0209	0.0000	0.4379	-1.7853

## Ebener Verzerrungszustand

n = 30.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.8552	1.7727	2.7602	0.0000	-0.0079	0.0079	0.0000	-0.2459	0.0000
2	0.8553	1.7741	2.7590	0.0364	-0.0079	0.0079	0.0006	-0.2458	0.0089
4	0.8554	1.7782	2.7552	0.0727	-0.0079	0.0079	0.0012	-0.2453	0.0177
6	0.8557	1.7851	2.7490	0.1086	-0.0079	0.0079	0.0018	-0.2444	0.0265
8	0.8561	1.7946	2.7403	0.1439	-0.0078	0.0078	0.0024	-0.2432	0.0353
10	0.8567	1.8068	2.7292	0.1786	-0.0078	0.0078	0.0030	-0.2417	0.0441
12	0.8574	1.8215	2.7158	0.2124	-0.0077	0.0077	0.0037	-0.2398	0.0527
14	0.8582	1.8388	2.7001	0.2451	-0.0077	0.0077	0.0044	-0.2376	0.0613
16	0.8592	1.8585	2.6822	0.2766	-0.0076	0.0076	0.0051	-0.2351	0.0698
18	0.8604	1.8806	2.6621	0.3067	-0.0075	0.0075	0.0059	-0.2322	0.0783
20	0.8618	1.9049	2.6401	0.3353	-0.0074	0.0074	0.0067	-0.2290	0.0866
22	0.8635	1.9312	2.6161	0.3623	-0.0073	0.0073	0.0077	-0.2254	0.0948
24	0.8654	1.9594	2.5903	0.3874	-0.0071	0.0071	0.0088	-0.2215	0.1028
26	0.8676	1.9893	2.5629	0.4107	-0.0070	0.0070	0.0100	-0.2172	0.1107
28	0.8703	2.0205	2.5340	0.4319	-0.0069	0.0069	0.0115	-0.2126	0.1185
30	0.8735	2.0526	2.5036	0.4511	-0.0067	0.0067	0.0134	-0.2076	0.1260
32	0.8773	2.0848	2.4720	0.4680	-0.0065	0.0065	0.0158	-0.2022	0.1334
34	0.8819	2.1160	2.4394	0.4828	-0.0063	0.0063	0.0189	-0.1964	0.1406
36	0.8874	2.1445	2.4058	0.4954	-0.0061	0.0061	0.0232	-0.1900	0.1476
38	0.8939	2.1676	2.3714	0.5059	-0.0059	0.0059	0.0293	-0.1831	0.1543
40	0.9012	2.1823	2.3363	0.5146	-0.0057	0.0057	0.0378	-0.1755	0.1607
42	0.9090	2.1865	2.3007	0.5217	-0.0054	0.0054	0.0492	-0.1669	0.1669
44	0.9167	2.1805	2.2647	0.5276	-0.0051	0.0051	0.0636	-0.1572	0.1728
46	0.9240	2.1660	2.2283	0.5326	-0.0047	0.0047	0.0808	-0.1463	0.1782
48	0.9308	2.1454	2.1915	0.5369	-0.0043	0.0043	0.1006	-0.1339	0.1833
50	0.9369	2.1204	2.1545	0.5407	-0.0039	0.0039	0.1227	-0.1198	0.1879
52	0.9426	2.0924	2.1173	0.5441	-0.0034	0.0034	0.1470	-0.1040	0.1919
54	0.9478	2.0622	2.0798	0.5471	-0.0028	0.0028	0.1734	-0.0863	0.1953
56	0.9526	2.0304	2.0421	0.5500	-0.0021	0.0021	0.2018	-0.0666	0.1981
58	0.9571	1.9974	2.0042	0.5525	-0.0014	0.0014	0.2321	-0.0447	0.2001
60	0.9612	1.9634	1.9662	0.5549	-0.0007	0.0007	0.2641	-0.0206	0.2013
62	0.9650	1.9287	1.9280	0.5572	0.0002	-0.0002	0.2978	0.0058	0.2016
64	0.9686	1.8934	1.8897	0.5592	0.0011	-0.0011	0.3330	0.0346	0.2008
66	0.9720	1.8576	1.8512	0.5612	0.0021	-0.0021	0.3694	0.0659	0.1990
68	0.9751	1.8215	1.8126	0.5630	0.0032	-0.0032	0.4069	0.0997	0.1961
70	0.9781	1.7850	1.7738	0.5647	0.0044	-0.0044	0.4452	0.1360	0.1918
72	0.9808	1.7482	1.7350	0.5662	0.0056	-0.0056	0.4840	0.1748	0.1862
74	0.9833	1.7112	1.6961	0.5677	0.0070	-0.0070	0.5230	0.2161	0.1792
76	0.9857	1.6740	1.6570	0.5690	0.0084	-0.0084	0.5618	0.2599	0.1706
78	0.9879	1.6367	1.6179	0.5703	0.0099	-0.0099	0.6001	0.3061	0.1604
80	0.9898	1.5992	1.5787	0.5714	0.0114	-0.0114	0.6376	0.3545	0.1485
82	0.9917	1.5616	1.5394	0.5724	0.0131	-0.0131	0.6736	0.4051	0.1349
84	0.9933	1.5240	1.5000	0.5734	0.0148	-0.0148	0.7079	0.4576	0.1193
86	0.9948	1.4863	1.4606	0.5742	0.0165	-0.0165	0.7400	0.5119	0.1019
88	0.9961	1.4485	1.4212	0.5749	0.0183	-0.0183	0.7694	0.5677	0.0824
90	0.9972	1.4108	1.3817	0.5755	0.0202	-0.0202	0.7957	0.6248	0.0609

Ebener Verzerrungszustand

n = 30.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.9981	1.3731	1.3421	0.5761	0.0220	-0.0220	0.8185	0.6828	0.0374
94	0.9989	1.3355	1.3025	0.5765	0.0239	-0.0239	0.8372	0.7415	0.0117
96	0.9995	1.2979	1.2629	0.5768	0.0258	-0.0258	0.8515	0.8004	-0.0161
98	0.9998	1.2604	1.2233	0.5770	0.0277	-0.0277	0.8611	0.8592	-0.0460
100	1.0000	1.2231	1.1837	0.5770	0.0296	-0.0296	0.8655	0.9174	-0.0780
102	1.0000	1.1860	1.1440	0.5769	0.0314	-0.0314	0.8646	0.9746	-0.1120
104	0.9997	1.1491	1.1044	0.5768	0.0332	-0.0332	0.8580	1.0304	-0.1482
106	0.9992	1.1125	1.0648	0.5764	0.0350	-0.0350	0.8456	1.0842	-0.1863
108	0.9985	1.0762	1.0252	0.5759	0.0366	-0.0366	0.8273	1.1357	-0.2263
110	0.9975	1.0404	0.9857	0.5753	0.0382	-0.0382	0.8031	1.1843	-0.2681
112	0.9963	1.0051	0.9462	0.5744	0.0397	-0.0397	0.7732	1.2296	-0.3116
114	0.9947	0.9705	0.9068	0.5734	0.0410	-0.0410	0.7376	1.2710	-0.3567
116	0.9928	0.9367	0.8674	0.5722	0.0422	-0.0422	0.6968	1.3083	-0.4031
118	0.9906	0.9040	0.8282	0.5707	0.0433	-0.0433	0.6512	1.3410	-0.4509
120	0.9880	0.8726	0.7891	0.5689	0.0442	-0.0442	0.6015	1.3687	-0.4997
122	0.9850	0.8428	0.7500	0.5668	0.0449	-0.0449	0.5484	1.3911	-0.5494
124	0.9815	0.8152	0.7112	0.5643	0.0454	-0.0454	0.4930	1.4080	-0.5999
126	0.9776	0.7903	0.6725	0.5613	0.0458	-0.0458	0.4365	1.4194	-0.6509
128	0.9732	0.7689	0.6341	0.5578	0.0460	-0.0460	0.3806	1.4250	-0.7021
130	0.9683	0.7517	0.5959	0.5536	0.0460	-0.0460	0.3267	1.4251	-0.7535
132	0.9631	0.7397	0.5581	0.5486	0.0458	-0.0458	0.2766	1.4198	-0.8048
134	0.9576	0.7334	0.5206	0.5425	0.0455	-0.0455	0.2318	1.4095	-0.8557
136	0.9520	0.7331	0.4836	0.5353	0.0450	-0.0450	0.1930	1.3945	-0.9063
138	0.9465	0.7383	0.4471	0.5267	0.0444	-0.0444	0.1605	1.3754	-0.9562
140	0.9412	0.7484	0.4112	0.5166	0.0436	-0.0436	0.1337	1.3525	-1.0053
142	0.9362	0.7623	0.3761	0.5048	0.0428	-0.0428	0.1118	1.3262	-1.0536
144	0.9315	0.7792	0.3419	0.4913	0.0418	-0.0418	0.0940	1.2970	-1.1009
146	0.9271	0.7980	0.3087	0.4760	0.0408	-0.0408	0.0794	1.2651	-1.1471
148	0.9229	0.8180	0.2766	0.4590	0.0397	-0.0397	0.0673	1.2306	-1.1920
150	0.9191	0.8386	0.2457	0.4401	0.0385	-0.0385	0.0572	1.1940	-1.2357
152	0.9155	0.8593	0.2162	0.4195	0.0373	-0.0373	0.0486	1.1552	-1.2780
154	0.9121	0.8796	0.1881	0.3972	0.0360	-0.0360	0.0413	1.1145	-1.3189
156	0.9088	0.8993	0.1616	0.3732	0.0346	-0.0346	0.0350	1.0719	-1.3583
158	0.9057	0.9180	0.1369	0.3477	0.0331	-0.0331	0.0295	1.0276	-1.3962
160	0.9027	0.9354	0.1139	0.3208	0.0317	-0.0317	0.0247	0.9817	-1.4324
162	0.8998	0.9515	0.0928	0.2925	0.0301	-0.0301	0.0205	0.9343	-1.4669
164	0.8970	0.9659	0.0737	0.2630	0.0286	-0.0286	0.0168	0.8855	-1.4997
166	0.8941	0.9786	0.0567	0.2324	0.0269	-0.0269	0.0136	0.8354	-1.5307
168	0.8913	0.9894	0.0418	0.2009	0.0253	-0.0253	0.0107	0.7840	-1.5599
170	0.8885	0.9982	0.0291	0.1686	0.0236	-0.0236	0.0082	0.7315	-1.5872
172	0.8857	1.0048	0.0187	0.1356	0.0219	-0.0219	0.0060	0.6780	-1.6126
174	0.8827	1.0092	0.0105	0.1020	0.0201	-0.0201	0.0041	0.6234	-1.6360
176	0.8797	1.0112	0.0047	0.0682	0.0183	-0.0183	0.0025	0.5680	-1.6575
178	0.8764	1.0109	0.0012	0.0341	0.0165	-0.0165	0.0011	0.5118	-1.6769
180	0.8729	1.0079	0.0000	0.0000	0.0147	-0.0147	0.0000	0.4549	-1.6944



## Ebener Verzerrungszustand

n = 50.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.9031	1.7868	2.8296	0.0000	-0.0053	0.0053	0.0000	-0.2703	0.0000
2	0.9031	1.7882	2.8283	0.0376	-0.0053	0.0053	0.0004	-0.2701	0.0096
4	0.9032	1.7923	2.8244	0.0750	-0.0053	0.0053	0.0008	-0.2696	0.0192
6	0.9034	1.7991	2.8180	0.1120	-0.0053	0.0053	0.0012	-0.2687	0.0288
8	0.9037	1.8087	2.8089	0.1485	-0.0052	0.0052	0.0016	-0.2674	0.0383
10	0.9040	1.8208	2.7974	0.1843	-0.0052	0.0052	0.0020	-0.2658	0.0478
12	0.9044	1.8356	2.7835	0.2191	-0.0052	0.0052	0.0024	-0.2639	0.0573
14	0.9049	1.8529	2.7672	0.2529	-0.0051	0.0051	0.0028	-0.2616	0.0666
16	0.9055	1.8726	2.7485	0.2855	-0.0051	0.0051	0.0033	-0.2589	0.0759
18	0.9062	1.8946	2.7277	0.3166	-0.0050	0.0050	0.0038	-0.2559	0.0850
20	0.9071	1.9189	2.7048	0.3462	-0.0050	0.0050	0.0044	-0.2526	0.0941
22	0.9080	1.9452	2.6799	0.3740	-0.0049	0.0049	0.0050	-0.2489	0.1030
24	0.9092	1.9735	2.6532	0.4001	-0.0048	0.0048	0.0057	-0.2448	0.1118
26	0.9105	2.0035	2.6247	0.4241	-0.0047	0.0047	0.0064	-0.2404	0.1204
28	0.9121	2.0351	2.5945	0.4461	-0.0046	0.0046	0.0074	-0.2357	0.1289
30	0.9140	2.0678	2.5630	0.4660	-0.0045	0.0045	0.0085	-0.2306	0.1372
32	0.9162	2.1012	2.5302	0.4835	-0.0044	0.0044	0.0100	-0.2251	0.1453
34	0.9189	2.1347	2.4962	0.4988	-0.0043	0.0043	0.0119	-0.2192	0.1532
36	0.9222	2.1669	2.4613	0.5117	-0.0042	0.0042	0.0145	-0.2130	0.1609
38	0.9263	2.1959	2.4255	0.5223	-0.0040	0.0040	0.0184	-0.2062	0.1684
40	0.9312	2.2182	2.3891	0.5308	-0.0039	0.0039	0.0242	-0.1988	0.1756
42	0.9368	2.2300	2.3522	0.5374	-0.0037	0.0037	0.0329	-0.1907	0.1825
44	0.9426	2.2289	2.3149	0.5425	-0.0036	0.0036	0.0450	-0.1817	0.1892
46	0.9482	2.2164	2.2772	0.5466	-0.0034	0.0034	0.0604	-0.1714	0.1954
48	0.9532	2.1956	2.2393	0.5499	-0.0031	0.0031	0.0788	-0.1598	0.2013
50	0.9577	2.1693	2.2012	0.5527	-0.0029	0.0029	0.0997	-0.1466	0.2068
52	0.9617	2.1396	2.1629	0.5551	-0.0026	0.0026	0.1230	-0.1317	0.2118
54	0.9653	2.1075	2.1244	0.5573	-0.0023	0.0023	0.1484	-0.1149	0.2162
56	0.9686	2.0739	2.0859	0.5592	-0.0019	0.0019	0.1760	-0.0961	0.2199
58	0.9716	2.0391	2.0471	0.5610	-0.0015	0.0015	0.2055	-0.0752	0.2230
60	0.9744	2.0034	2.0083	0.5626	-0.0010	0.0010	0.2369	-0.0521	0.2252
62	0.9770	1.9672	1.9693	0.5641	-0.0005	0.0005	0.2701	-0.0267	0.2266
64	0.9793	1.9304	1.9303	0.5654	0.0000	0.0000	0.3049	0.0012	0.2271
66	0.9815	1.8932	1.8912	0.5667	0.0006	-0.0006	0.3411	0.0315	0.2265
68	0.9836	1.8557	1.8520	0.5679	0.0013	-0.0013	0.3786	0.0643	0.2248
70	0.9855	1.8180	1.8127	0.5690	0.0020	-0.0020	0.4171	0.0997	0.2219
72	0.9873	1.7801	1.7733	0.5700	0.0027	-0.0027	0.4563	0.1377	0.2177
74	0.9889	1.7419	1.7339	0.5709	0.0035	-0.0035	0.4960	0.1783	0.2121
76	0.9904	1.7036	1.6944	0.5718	0.0043	-0.0043	0.5357	0.2215	0.2050
78	0.9919	1.6652	1.6548	0.5726	0.0052	-0.0052	0.5752	0.2671	0.1963
80	0.9931	1.6267	1.6152	0.5734	0.0062	-0.0062	0.6140	0.3152	0.1859
82	0.9943	1.5882	1.5755	0.5740	0.0072	-0.0072	0.6517	0.3656	0.1738
84	0.9954	1.5495	1.5358	0.5747	0.0082	-0.0082	0.6879	0.4180	0.1599
86	0.9964	1.5108	1.4961	0.5752	0.0093	-0.0093	0.7220	0.4725	0.1441
88	0.9972	1.4721	1.4563	0.5757	0.0104	-0.0104	0.7537	0.5286	0.1262
90	0.9980	1.4334	1.4165	0.5761	0.0115	-0.0115	0.7823	0.5863	0.1064

## Ebener Verzerrungszustand

n = 50.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.9986	1.3947	1.3767	0.5765	0.0126	-0.0126	0.8076	0.6450	0.0845
94	0.9991	1.3560	1.3368	0.5768	0.0138	-0.0138	0.8288	0.7047	0.0605
96	0.9995	1.3174	1.2969	0.5770	0.0150	-0.0150	0.8457	0.7648	0.0343
98	0.9998	1.2788	1.2570	0.5771	0.0162	-0.0162	0.8578	0.8250	0.0060
100	1.0000	1.2403	1.2171	0.5772	0.0173	-0.0173	0.8646	0.8848	-0.0244
102	1.0000	1.2019	1.1772	0.5772	0.0185	-0.0185	0.8658	0.9439	-0.0569
104	0.9999	1.1637	1.1373	0.5771	0.0196	-0.0196	0.8612	1.0017	-0.0916
106	0.9996	1.1256	1.0974	0.5770	0.0207	-0.0207	0.8504	1.0577	-0.1282
108	0.9992	1.0877	1.0575	0.5767	0.0218	-0.0218	0.8333	1.1114	-0.1668
110	0.9987	1.0501	1.0177	0.5764	0.0228	-0.0228	0.8098	1.1624	-0.2073
112	0.9979	1.0129	0.9779	0.5759	0.0237	-0.0237	0.7799	1.2102	-0.2495
114	0.9970	0.9761	0.9381	0.5753	0.0246	-0.0246	0.7437	1.2541	-0.2934
116	0.9958	0.9399	0.8983	0.5746	0.0254	-0.0254	0.7015	1.2938	-0.3387
118	0.9944	0.9044	0.8586	0.5737	0.0261	-0.0261	0.6537	1.3287	-0.3854
120	0.9927	0.8698	0.8190	0.5726	0.0266	-0.0266	0.6007	1.3585	-0.4333
122	0.9907	0.8365	0.7795	0.5713	0.0271	-0.0271	0.5434	1.3828	-0.4821
124	0.9884	0.8049	0.7400	0.5697	0.0275	-0.0275	0.4827	1.4013	-0.5316
126	0.9857	0.7757	0.7007	0.5678	0.0277	-0.0277	0.4201	1.4138	-0.5817
128	0.9825	0.7497	0.6615	0.5655	0.0278	-0.0278	0.3572	1.4201	-0.6322
130	0.9789	0.7283	0.6226	0.5627	0.0279	-0.0279	0.2963	1.4204	-0.6828
132	0.9748	0.7130	0.5838	0.5591	0.0277	-0.0277	0.2401	1.4149	-0.7332
134	0.9704	0.7051	0.5453	0.5545	0.0275	-0.0275	0.1910	1.4039	-0.7834
136	0.9659	0.7055	0.5071	0.5488	0.0272	-0.0272	0.1506	1.3881	-0.8331
138	0.9616	0.7135	0.4694	0.5416	0.0268	-0.0268	0.1190	1.3681	-0.8822
140	0.9575	0.7280	0.4323	0.5327	0.0264	-0.0264	0.0950	1.3445	-0.9305
142	0.9537	0.7470	0.3958	0.5219	0.0258	-0.0258	0.0768	1.3178	-0.9778
144	0.9503	0.7692	0.3602	0.5091	0.0253	-0.0253	0.0629	1.2884	-1.0242
146	0.9472	0.7932	0.3255	0.4944	0.0246	-0.0246	0.0521	1.2566	-1.0695
148	0.9444	0.8181	0.2919	0.4776	0.0240	-0.0240	0.0435	1.2226	-1.1136
150	0.9419	0.8434	0.2595	0.4588	0.0233	-0.0233	0.0366	1.1865	-1.1565
152	0.9395	0.8684	0.2285	0.4380	0.0225	-0.0225	0.0308	1.1485	-1.1981
154	0.9373	0.8928	0.1990	0.4153	0.0217	-0.0217	0.0260	1.1088	-1.2383
156	0.9352	0.9162	0.1711	0.3908	0.0209	-0.0209	0.0220	1.0674	-1.2770
158	0.9332	0.9384	0.1450	0.3646	0.0201	-0.0201	0.0185	1.0245	-1.3142
160	0.9313	0.9591	0.1208	0.3367	0.0192	-0.0192	0.0154	0.9801	-1.3499
162	0.9295	0.9782	0.0985	0.3074	0.0183	-0.0183	0.0128	0.9343	-1.3840
164	0.9277	0.9955	0.0783	0.2767	0.0174	-0.0174	0.0105	0.8872	-1.4164
166	0.9260	1.0108	0.0602	0.2448	0.0164	-0.0164	0.0085	0.8388	-1.4471
168	0.9242	1.0240	0.0445	0.2118	0.0155	-0.0155	0.0067	0.7893	-1.4761
170	0.9225	1.0351	0.0310	0.1779	0.0145	-0.0145	0.0051	0.7388	-1.5033
172	0.9208	1.0439	0.0199	0.1432	0.0135	-0.0135	0.0038	0.6872	-1.5287
174	0.9190	1.0503	0.0112	0.1079	0.0124	-0.0124	0.0026	0.6347	-1.5522
176	0.9172	1.0542	0.0050	0.0721	0.0114	-0.0114	0.0016	0.5813	-1.5738
178	0.9153	1.0557	0.0012	0.0361	0.0103	-0.0103	0.0007	0.5272	-1.5935
180	0.9132	1.0545	0.0000	0.0000	0.0093	-0.0093	0.0000	0.4724	-1.6113

## 7.2.2 Ebener Spannungszustand

### Ebener Spannungszustand

$n = 2.00$

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.9654	0.8422	1.0536	0.0000	0.3045	0.6107	0.0000	0.9135	0.0000
2	0.9656	0.8422	1.0531	0.0172	0.3048	0.6103	0.0249	0.9143	-0.0106
4	0.9659	0.8421	1.0516	0.0343	0.3055	0.6091	0.0497	0.9165	-0.0212
6	0.9665	0.8419	1.0491	0.0514	0.3067	0.6071	0.0745	0.9202	-0.0321
8	0.9673	0.8417	1.0457	0.0684	0.3085	0.6044	0.0992	0.9254	-0.0431
10	0.9684	0.8414	1.0412	0.0852	0.3107	0.6009	0.1238	0.9321	-0.0545
12	0.9696	0.8411	1.0357	0.1019	0.3134	0.5965	0.1482	0.9401	-0.0663
14	0.9711	0.8407	1.0293	0.1184	0.3165	0.5914	0.1724	0.9496	-0.0785
16	0.9726	0.8402	1.0220	0.1346	0.3202	0.5854	0.1964	0.9605	-0.0913
18	0.9744	0.8396	1.0137	0.1506	0.3243	0.5787	0.2201	0.9728	-0.1047
20	0.9763	0.8390	1.0045	0.1663	0.3288	0.5711	0.2435	0.9864	-0.1189
22	0.9782	0.8383	0.9943	0.1817	0.3338	0.5626	0.2665	1.0013	-0.1338
24	0.9803	0.8376	0.9833	0.1967	0.3391	0.5534	0.2892	1.0174	-0.1495
26	0.9824	0.8368	0.9715	0.2113	0.3449	0.5433	0.3114	1.0347	-0.1662
28	0.9845	0.8359	0.9588	0.2255	0.3510	0.5324	0.3330	1.0531	-0.1838
30	0.9865	0.8350	0.9452	0.2393	0.3575	0.5206	0.3542	1.0726	-0.2026
32	0.9886	0.8340	0.9309	0.2527	0.3644	0.5080	0.3747	1.0931	-0.2224
34	0.9905	0.8330	0.9158	0.2655	0.3715	0.4946	0.3945	1.1145	-0.2434
36	0.9924	0.8318	0.9000	0.2778	0.3789	0.4804	0.4136	1.1368	-0.2657
38	0.9941	0.8307	0.8835	0.2896	0.3866	0.4654	0.4319	1.1599	-0.2893
40	0.9957	0.8294	0.8663	0.3008	0.3945	0.4497	0.4493	1.1836	-0.3142
42	0.9971	0.8281	0.8485	0.3115	0.4026	0.4332	0.4658	1.2079	-0.3405
44	0.9982	0.8267	0.8301	0.3215	0.4109	0.4160	0.4814	1.2328	-0.3683
46	0.9991	0.8253	0.8111	0.3309	0.4193	0.3981	0.4960	1.2580	-0.3975
48	0.9997	0.8238	0.7916	0.3397	0.4278	0.3796	0.5094	1.2835	-0.4283
50	1.0000	0.8222	0.7716	0.3479	0.4364	0.3605	0.5218	1.3091	-0.4607
52	1.0000	0.8205	0.7512	0.3553	0.4450	0.3409	0.5330	1.3349	-0.4946
54	0.9996	0.8188	0.7303	0.3621	0.4535	0.3207	0.5429	1.3605	-0.5301
56	0.9988	0.8170	0.7090	0.3682	0.4620	0.3002	0.5517	1.3860	-0.5671
58	0.9977	0.8152	0.6875	0.3736	0.4704	0.2792	0.5591	1.4111	-0.6059
60	0.9961	0.8132	0.6656	0.3782	0.4786	0.2580	0.5652	1.4358	-0.6462
62	0.9942	0.8112	0.6435	0.3822	0.4866	0.2365	0.5699	1.4599	-0.6881
64	0.9917	0.8091	0.6211	0.3854	0.4944	0.2148	0.5733	1.4833	-0.7316
66	0.9889	0.8069	0.5986	0.3879	0.5020	0.1930	0.5754	1.5058	-0.7766
68	0.9855	0.8046	0.5760	0.3896	0.5091	0.1712	0.5760	1.5274	-0.8232
70	0.9817	0.8023	0.5533	0.3907	0.5160	0.1494	0.5753	1.5479	-0.8713
72	0.9774	0.7998	0.5306	0.3909	0.5224	0.1277	0.5731	1.5672	-0.9208
74	0.9726	0.7972	0.5078	0.3905	0.5283	0.1063	0.5697	1.5850	-0.9718
76	0.9673	0.7944	0.4851	0.3893	0.5338	0.0851	0.5649	1.6014	-1.0240
78	0.9615	0.7916	0.4626	0.3874	0.5387	0.0642	0.5587	1.6162	-1.0776
80	0.9553	0.7886	0.4401	0.3847	0.5431	0.0438	0.5513	1.6293	-1.1324
82	0.9485	0.7854	0.4178	0.3814	0.5468	0.0238	0.5426	1.6405	-1.1883
84	0.9413	0.7821	0.3957	0.3774	0.5499	0.0044	0.5328	1.6497	-1.2452
86	0.9335	0.7786	0.3739	0.3726	0.5523	-0.0144	0.5218	1.6568	-1.3031
88	0.9253	0.7749	0.3524	0.3672	0.5540	-0.0324	0.5097	1.6618	-1.3619
90	0.9166	0.7710	0.3312	0.3612	0.5549	-0.0498	0.4966	1.6646	-1.4214

Ebener Spannungszustand

n = 2.00

$\theta$	$\tilde{\sigma}_v$	$\tilde{\sigma}_{rr}$	$\tilde{\sigma}_{\theta\theta}$	$\tilde{\sigma}_{r\theta}$	$\tilde{\epsilon}_{rr}$	$\tilde{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\tilde{\epsilon}_{r\theta}$	$\tilde{u}_r$	$\tilde{u}_\theta$
92	0.9074	0.7668	0.3104	0.3545	0.5550	-0.0663	0.4825	1.6650	-1.4815
94	0.8977	0.7625	0.2900	0.3472	0.5543	-0.0819	0.4675	1.6630	-1.5422
96	0.8876	0.7578	0.2700	0.3392	0.5528	-0.0967	0.4517	1.6585	-1.6033
98	0.8770	0.7529	0.2505	0.3307	0.5505	-0.1105	0.4351	1.6514	-1.6647
100	0.8660	0.7477	0.2315	0.3217	0.5472	-0.1233	0.4179	1.6417	-1.7262
102	0.8546	0.7421	0.2131	0.3121	0.5431	-0.1350	0.4001	1.6294	-1.7879
104	0.8427	0.7362	0.1952	0.3020	0.5381	-0.1457	0.3818	1.6144	-1.8494
106	0.8303	0.7299	0.1779	0.2915	0.5322	-0.1553	0.3631	1.5966	-1.9107
108	0.8176	0.7232	0.1613	0.2805	0.5254	-0.1638	0.3440	1.5761	-1.9716
110	0.8044	0.7161	0.1453	0.2691	0.5176	-0.1711	0.3247	1.5529	-2.0321
112	0.7909	0.7085	0.1300	0.2573	0.5090	-0.1774	0.3053	1.5269	-2.0920
114	0.7769	0.7005	0.1154	0.2452	0.4994	-0.1825	0.2858	1.4982	-2.1511
116	0.7625	0.6919	0.1015	0.2328	0.4889	-0.1864	0.2663	1.4667	-2.2092
118	0.7477	0.6828	0.0883	0.2201	0.4775	-0.1892	0.2469	1.4325	-2.2664
120	0.7325	0.6731	0.0759	0.2072	0.4652	-0.1909	0.2276	1.3957	-2.3224
122	0.7168	0.6628	0.0642	0.1941	0.4521	-0.1915	0.2087	1.3562	-2.3771
124	0.7007	0.6518	0.0533	0.1808	0.4381	-0.1910	0.1901	1.3142	-2.4304
126	0.6842	0.6401	0.0431	0.1675	0.4232	-0.1895	0.1719	1.2697	-2.4822
128	0.6672	0.6277	0.0338	0.1541	0.4076	-0.1869	0.1542	1.2227	-2.5323
130	0.6498	0.6146	0.0252	0.1406	0.3911	-0.1833	0.1371	1.1734	-2.5805
132	0.6318	0.6006	0.0174	0.1272	0.3739	-0.1787	0.1206	1.1218	-2.6269
134	0.6132	0.5857	0.0104	0.1139	0.3560	-0.1732	0.1048	1.0680	-2.6713
136	0.5941	0.5700	0.0042	0.1007	0.3374	-0.1668	0.0898	1.0121	-2.7136
138	0.5743	0.5532	-0.0013	0.0877	0.3181	-0.1596	0.0756	0.9543	-2.7536
140	0.5538	0.5354	-0.0060	0.0749	0.2982	-0.1516	0.0622	0.8946	-2.7913
142	0.5326	0.5164	-0.0100	0.0624	0.2777	-0.1429	0.0498	0.8331	-2.8266
144	0.5104	0.4962	-0.0133	0.0502	0.2567	-0.1334	0.0384	0.7700	-2.8594
146	0.4873	0.4746	-0.0159	0.0384	0.2351	-0.1234	0.0281	0.7054	-2.8896
148	0.4630	0.4515	-0.0178	0.0270	0.2132	-0.1128	0.0188	0.6395	-2.9172
150	0.4374	0.4266	-0.0190	0.0161	0.1908	-0.1016	0.0106	0.5723	-2.9421
152	0.4101	0.3998	-0.0197	0.0058	0.1680	-0.0901	0.0036	0.5041	-2.9643
154	0.3810	0.3707	-0.0197	-0.0038	0.1450	-0.0781	-0.0022	0.4349	-2.9836
156	0.3493	0.3386	-0.0192	-0.0128	0.1216	-0.0659	-0.0067	0.3649	-3.0001
158	0.3145	0.3029	-0.0183	-0.0209	0.0981	-0.0534	-0.0098	0.2944	-3.0136
160	0.2752	0.2621	-0.0168	-0.0281	0.0745	-0.0407	-0.0116	0.2234	-3.0243
162	0.2293	0.2136	-0.0150	-0.0342	0.0507	-0.0279	-0.0118	0.1521	-3.0321
164	0.1713	0.1506	-0.0129	-0.0390	0.0269	-0.0151	-0.0100	0.0807	-3.0369
166	0.0823	0.0329	-0.0105	-0.0417	0.0031	-0.0022	-0.0052	0.0094	-3.0388
168	0.1523	-0.1392	-0.0081	-0.0403	-0.0206	0.0094	-0.0092	-0.0618	-3.0377
170	0.2155	-0.2089	-0.0059	-0.0365	-0.0444	0.0212	-0.0118	-0.1332	-3.0338
172	0.2639	-0.2603	-0.0039	-0.0312	-0.0682	0.0333	-0.0123	-0.2045	-3.0269
174	0.3047	-0.3028	-0.0023	-0.0247	-0.0919	0.0454	-0.0113	-0.2757	-3.0172
176	0.3405	-0.3397	-0.0010	-0.0173	-0.1155	0.0575	-0.0088	-0.3465	-3.0045
178	0.3729	-0.3727	-0.0003	-0.0090	-0.1389	0.0694	-0.0050	-0.4167	-2.9890
180	0.4026	-0.4026	0.0000	0.0000	-0.1621	0.0810	0.0000	-0.4862	-2.9706

## Ebener Spannungszustand

n = 3.00

$\theta$	$\tilde{\sigma}_v$	$\tilde{\sigma}_{rr}$	$\tilde{\sigma}_{\theta\theta}$	$\tilde{\sigma}_{r\theta}$	$\tilde{\epsilon}_{rr}$	$\tilde{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\tilde{\epsilon}_{r\theta}$	$\tilde{u}_r$	$\tilde{u}_\theta$
0	0.9821	0.7699	1.1061	0.0000	0.2092	0.6956	0.0000	0.8366	0.0000
2	0.9822	0.7698	1.1055	0.0184	0.2094	0.6952	0.0267	0.8375	-0.0049
4	0.9825	0.7695	1.1038	0.0369	0.2100	0.6941	0.0534	0.8401	-0.0100
6	0.9829	0.7690	1.1010	0.0552	0.2111	0.6922	0.0800	0.8444	-0.0152
8	0.9835	0.7684	1.0971	0.0735	0.2126	0.6895	0.1066	0.8505	-0.0206
10	0.9842	0.7675	1.0920	0.0916	0.2146	0.6861	0.1330	0.8582	-0.0264
12	0.9851	0.7665	1.0859	0.1095	0.2169	0.6818	0.1594	0.8677	-0.0327
14	0.9860	0.7653	1.0787	0.1272	0.2197	0.6767	0.1855	0.8788	-0.0394
16	0.9871	0.7639	1.0704	0.1447	0.2229	0.6708	0.2115	0.8915	-0.0468
18	0.9883	0.7624	1.0610	0.1619	0.2265	0.6640	0.2373	0.9058	-0.0549
20	0.9895	0.7606	1.0506	0.1789	0.2304	0.6563	0.2627	0.9217	-0.0637
22	0.9908	0.7588	1.0392	0.1954	0.2348	0.6477	0.2878	0.9392	-0.0734
24	0.9921	0.7567	1.0267	0.2117	0.2395	0.6381	0.3125	0.9581	-0.0841
26	0.9934	0.7545	1.0133	0.2275	0.2446	0.6276	0.3367	0.9784	-0.0958
28	0.9946	0.7522	0.9989	0.2429	0.2500	0.6162	0.3604	1.0000	-0.1086
30	0.9958	0.7497	0.9836	0.2578	0.2557	0.6037	0.3835	1.0230	-0.1226
32	0.9969	0.7471	0.9674	0.2723	0.2618	0.5902	0.4059	1.0472	-0.1379
34	0.9979	0.7444	0.9504	0.2862	0.2681	0.5757	0.4275	1.0724	-0.1545
36	0.9987	0.7416	0.9325	0.2997	0.2747	0.5602	0.4483	1.0987	-0.1726
38	0.9993	0.7387	0.9138	0.3125	0.2815	0.5437	0.4681	1.1259	-0.1922
40	0.9998	0.7358	0.8943	0.3248	0.2885	0.5262	0.4869	1.1540	-0.2133
42	1.0000	0.7327	0.8741	0.3364	0.2957	0.5077	0.5046	1.1827	-0.2360
44	1.0000	0.7296	0.8532	0.3474	0.3030	0.4884	0.5211	1.2120	-0.2604
46	0.9996	0.7265	0.8317	0.3578	0.3104	0.4681	0.5363	1.2418	-0.2865
48	0.9990	0.7234	0.8095	0.3674	0.3180	0.4470	0.5501	1.2719	-0.3144
50	0.9981	0.7202	0.7868	0.3764	0.3255	0.4251	0.5624	1.3021	-0.3441
52	0.9968	0.7170	0.7636	0.3846	0.3331	0.4024	0.5732	1.3323	-0.3757
54	0.9951	0.7139	0.7398	0.3922	0.3406	0.3791	0.5825	1.3624	-0.4091
56	0.9930	0.7108	0.7157	0.3989	0.3480	0.3553	0.5900	1.3922	-0.4443
58	0.9906	0.7077	0.6911	0.4049	0.3554	0.3309	0.5959	1.4215	-0.4815
60	0.9877	0.7047	0.6662	0.4101	0.3625	0.3062	0.6001	1.4501	-0.5205
62	0.9844	0.7018	0.6410	0.4145	0.3695	0.2811	0.6025	1.4779	-0.5613
64	0.9806	0.6990	0.6156	0.4181	0.3762	0.2559	0.6031	1.5048	-0.6040
66	0.9765	0.6963	0.5900	0.4209	0.3826	0.2306	0.6019	1.5305	-0.6485
68	0.9718	0.6937	0.5642	0.4228	0.3887	0.2053	0.5990	1.5548	-0.6947
70	0.9668	0.6912	0.5383	0.4239	0.3944	0.1801	0.5943	1.5777	-0.7427
72	0.9612	0.6888	0.5124	0.4242	0.3997	0.1552	0.5879	1.5989	-0.7923
74	0.9553	0.6866	0.4865	0.4236	0.4046	0.1307	0.5799	1.6182	-0.8435
76	0.9488	0.6845	0.4607	0.4222	0.4089	0.1066	0.5702	1.6356	-0.8961
78	0.9420	0.6826	0.4349	0.4200	0.4127	0.0831	0.5590	1.6509	-0.9502
80	0.9347	0.6808	0.4094	0.4169	0.4160	0.0603	0.5463	1.6639	-1.0055
82	0.9270	0.6791	0.3840	0.4129	0.4186	0.0382	0.5323	1.6745	-1.0621
84	0.9189	0.6776	0.3589	0.4081	0.4206	0.0170	0.5169	1.6825	-1.1197
86	0.9104	0.6762	0.3342	0.4025	0.4220	-0.0032	0.5004	1.6880	-1.1783
88	0.9016	0.6749	0.3098	0.3960	0.4227	-0.0225	0.4829	1.6907	-1.2378
90	0.8924	0.6736	0.2858	0.3888	0.4226	-0.0406	0.4644	1.6906	-1.2979

## Ebener Spannungszustand

n = 3.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.8829	0.6724	0.2623	0.3807	0.4219	-0.0576	0.4451	1.6876	-1.3586
94	0.8730	0.6713	0.2393	0.3719	0.4204	-0.0734	0.4251	1.6816	-1.4197
96	0.8628	0.6701	0.2169	0.3623	0.4181	-0.0880	0.4046	1.6726	-1.4810
98	0.8524	0.6689	0.1951	0.3520	0.4151	-0.1013	0.3836	1.6605	-1.5425
100	0.8417	0.6676	0.1739	0.3409	0.4113	-0.1133	0.3623	1.6453	-1.6040
102	0.8307	0.6662	0.1534	0.3292	0.4068	-0.1240	0.3407	1.6271	-1.6652
104	0.8195	0.6646	0.1337	0.3167	0.4014	-0.1334	0.3191	1.6057	-1.7262
106	0.8081	0.6627	0.1148	0.3037	0.3953	-0.1415	0.2975	1.5813	-1.7866
108	0.7965	0.6606	0.0966	0.2901	0.3884	-0.1483	0.2760	1.5537	-1.8464
110	0.7846	0.6582	0.0793	0.2759	0.3808	-0.1538	0.2547	1.5231	-1.9054
112	0.7726	0.6554	0.0629	0.2612	0.3724	-0.1580	0.2338	1.4896	-1.9634
114	0.7603	0.6521	0.0474	0.2460	0.3633	-0.1611	0.2133	1.4530	-2.0203
116	0.7478	0.6483	0.0329	0.2303	0.3534	-0.1629	0.1932	1.4136	-2.0761
118	0.7352	0.6440	0.0193	0.2143	0.3428	-0.1636	0.1737	1.3713	-2.1304
120	0.7223	0.6390	0.0067	0.1980	0.3316	-0.1632	0.1549	1.3263	-2.1832
122	0.7091	0.6333	-0.0049	0.1814	0.3197	-0.1617	0.1368	1.2787	-2.2343
124	0.6957	0.6268	-0.0154	0.1645	0.3071	-0.1592	0.1194	1.2285	-2.2837
126	0.6820	0.6195	-0.0250	0.1475	0.2940	-0.1557	0.1029	1.1758	-2.3311
128	0.6680	0.6113	-0.0335	0.1303	0.2802	-0.1513	0.0872	1.1208	-2.3766
130	0.6536	0.6020	-0.0409	0.1132	0.2659	-0.1461	0.0725	1.0636	-2.4199
132	0.6387	0.5917	-0.0473	0.0960	0.2511	-0.1400	0.0587	1.0043	-2.4610
134	0.6234	0.5802	-0.0526	0.0789	0.2357	-0.1332	0.0460	0.9430	-2.4998
136	0.6075	0.5675	-0.0569	0.0619	0.2200	-0.1257	0.0343	0.8798	-2.5361
138	0.5910	0.5533	-0.0602	0.0452	0.2038	-0.1176	0.0237	0.8150	-2.5699
140	0.5736	0.5376	-0.0625	0.0288	0.1872	-0.1090	0.0142	0.7486	-2.6012
142	0.5553	0.5202	-0.0637	0.0127	0.1702	-0.0998	0.0059	0.6809	-2.6298
144	0.5358	0.5008	-0.0640	-0.0029	0.1530	-0.0903	-0.0012	0.6118	-2.6557
146	0.5148	0.4792	-0.0634	-0.0179	0.1354	-0.0803	-0.0071	0.5417	-2.6788
148	0.4921	0.4550	-0.0619	-0.0323	0.1177	-0.0701	-0.0117	0.4706	-2.6991
150	0.4670	0.4275	-0.0595	-0.0460	0.0997	-0.0596	-0.0151	0.3988	-2.7165
152	0.4387	0.3958	-0.0562	-0.0588	0.0816	-0.0489	-0.0170	0.3263	-2.7311
154	0.4060	0.3583	-0.0523	-0.0706	0.0634	-0.0381	-0.0175	0.2535	-2.7427
156	0.3664	0.3120	-0.0476	-0.0812	0.0451	-0.0273	-0.0163	0.1804	-2.7514
158	0.3146	0.2495	-0.0424	-0.0901	0.0268	-0.0165	-0.0134	0.1072	-2.7572
160	0.2326	0.1397	-0.0367	-0.0968	0.0085	-0.0058	-0.0079	0.0342	-2.7601
162	0.2394	-0.1833	-0.0307	-0.0973	-0.0096	0.0035	-0.0084	-0.0385	-2.7600
164	0.3184	-0.2874	-0.0249	-0.0919	-0.0279	0.0120	-0.0140	-0.1115	-2.7571
166	0.3693	-0.3485	-0.0195	-0.0843	-0.0462	0.0211	-0.0172	-0.1847	-2.7514
168	0.4083	-0.3941	-0.0146	-0.0752	-0.0645	0.0304	-0.0188	-0.2579	-2.7428
170	0.4407	-0.4312	-0.0104	-0.0648	-0.0827	0.0399	-0.0189	-0.3309	-2.7313
172	0.4686	-0.4627	-0.0067	-0.0534	-0.1009	0.0493	-0.0176	-0.4035	-2.7169
174	0.4934	-0.4902	-0.0038	-0.0411	-0.1189	0.0587	-0.0150	-0.4756	-2.6997
176	0.5159	-0.5145	-0.0017	-0.0280	-0.1367	0.0680	-0.0112	-0.5469	-2.6796
178	0.5366	-0.5362	-0.0004	-0.0143	-0.1543	0.0771	-0.0062	-0.6174	-2.6567
180	0.5558	-0.5558	0.0000	0.0000	-0.1717	0.0859	0.0000	-0.6868	-2.6311

## Ebener Spannungszustand

n = 4.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.9879	0.7219	1.1258	0.0000	0.1532	0.7373	0.0000	0.7662	0.0000
2	0.9879	0.7217	1.1252	0.0191	0.1534	0.7370	0.0277	0.7672	-0.0010
4	0.9881	0.7213	1.1234	0.0382	0.1540	0.7359	0.0553	0.7700	-0.0021
6	0.9885	0.7206	1.1204	0.0573	0.1550	0.7341	0.0830	0.7748	-0.0034
8	0.9889	0.7197	1.1162	0.0762	0.1563	0.7315	0.1105	0.7814	-0.0050
10	0.9895	0.7185	1.1108	0.0950	0.1580	0.7282	0.1380	0.7899	-0.0070
12	0.9902	0.7170	1.1043	0.1136	0.1601	0.7240	0.1654	0.8003	-0.0094
14	0.9910	0.7153	1.0966	0.1320	0.1625	0.7191	0.1927	0.8125	-0.0123
16	0.9918	0.7133	1.0877	0.1502	0.1653	0.7132	0.2198	0.8265	-0.0159
18	0.9927	0.7110	1.0777	0.1681	0.1685	0.7065	0.2467	0.8423	-0.0202
20	0.9937	0.7086	1.0666	0.1857	0.1720	0.6988	0.2733	0.8598	-0.0254
22	0.9946	0.7058	1.0544	0.2030	0.1758	0.6902	0.2996	0.8790	-0.0315
24	0.9956	0.7029	1.0411	0.2199	0.1800	0.6805	0.3255	0.8999	-0.0386
26	0.9965	0.6998	1.0267	0.2364	0.1845	0.6698	0.3509	0.9223	-0.0469
28	0.9974	0.6964	1.0114	0.2525	0.1892	0.6580	0.3758	0.9462	-0.0563
30	0.9982	0.6929	0.9950	0.2681	0.1943	0.6450	0.3999	0.9716	-0.0670
32	0.9989	0.6892	0.9777	0.2832	0.1997	0.6309	0.4234	0.9983	-0.0791
34	0.9994	0.6853	0.9594	0.2979	0.2052	0.6157	0.4460	1.0262	-0.0927
36	0.9998	0.6813	0.9403	0.3119	0.2111	0.5992	0.4676	1.0553	-0.1078
38	1.0000	0.6772	0.9202	0.3254	0.2171	0.5816	0.4882	1.0855	-0.1246
40	1.0000	0.6730	0.8994	0.3383	0.2233	0.5629	0.5075	1.1165	-0.1430
42	0.9997	0.6687	0.8777	0.3506	0.2297	0.5430	0.5255	1.1483	-0.1632
44	0.9992	0.6644	0.8553	0.3623	0.2361	0.5219	0.5421	1.1807	-0.1853
46	0.9984	0.6600	0.8322	0.3732	0.2427	0.4999	0.5572	1.2136	-0.2092
48	0.9973	0.6556	0.8085	0.3835	0.2494	0.4768	0.5706	1.2468	-0.2351
50	0.9959	0.6513	0.7841	0.3930	0.2560	0.4527	0.5823	1.2801	-0.2630
52	0.9940	0.6470	0.7591	0.4019	0.2627	0.4279	0.5921	1.3133	-0.2929
54	0.9919	0.6427	0.7336	0.4099	0.2693	0.4022	0.6000	1.3463	-0.3248
56	0.9893	0.6386	0.7076	0.4172	0.2758	0.3760	0.6059	1.3789	-0.3588
58	0.9863	0.6346	0.6812	0.4236	0.2822	0.3491	0.6097	1.4108	-0.3948
60	0.9829	0.6308	0.6544	0.4293	0.2884	0.3219	0.6115	1.4419	-0.4329
62	0.9791	0.6272	0.6272	0.4341	0.2944	0.2944	0.6112	1.4720	-0.4730
64	0.9749	0.6239	0.5998	0.4380	0.3002	0.2668	0.6088	1.5007	-0.5151
66	0.9702	0.6208	0.5722	0.4411	0.3056	0.2391	0.6042	1.5281	-0.5592
68	0.9651	0.6180	0.5444	0.4433	0.3108	0.2116	0.5977	1.5538	-0.6051
70	0.9595	0.6155	0.5165	0.4446	0.3155	0.1845	0.5891	1.5777	-0.6528
72	0.9535	0.6133	0.4886	0.4450	0.3199	0.1577	0.5787	1.5996	-0.7023
74	0.9471	0.6115	0.4606	0.4444	0.3238	0.1316	0.5664	1.6192	-0.7535
76	0.9403	0.6101	0.4327	0.4430	0.3273	0.1062	0.5524	1.6365	-0.8061
78	0.9331	0.6090	0.4050	0.4406	0.3303	0.0816	0.5369	1.6513	-0.8603
80	0.9255	0.6084	0.3774	0.4372	0.3327	0.0580	0.5199	1.6634	-0.9157
82	0.9175	0.6081	0.3501	0.4329	0.3345	0.0355	0.5016	1.6727	-0.9723
84	0.9092	0.6083	0.3230	0.4277	0.3358	0.0142	0.4822	1.6791	-1.0299
86	0.9006	0.6088	0.2963	0.4215	0.3365	-0.0059	0.4619	1.6825	-1.0885
88	0.8917	0.6097	0.2701	0.4144	0.3366	-0.0247	0.4408	1.6827	-1.1478
90	0.8826	0.6109	0.2443	0.4063	0.3360	-0.0420	0.4190	1.6799	-1.2076

Ebener Spannungszustand

n = 4.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.8732	0.6123	0.2190	0.3973	0.3348	-0.0580	0.3968	1.6738	-1.2679
94	0.8636	0.6140	0.1944	0.3874	0.3329	-0.0726	0.3743	1.6645	-1.3285
96	0.8538	0.6159	0.1704	0.3766	0.3304	-0.0857	0.3516	1.6519	-1.3891
98	0.8439	0.6180	0.1471	0.3649	0.3272	-0.0973	0.3290	1.6360	-1.4497
100	0.8338	0.6200	0.1245	0.3524	0.3234	-0.1075	0.3064	1.6168	-1.5101
102	0.8236	0.6221	0.1028	0.3390	0.3189	-0.1164	0.2841	1.5944	-1.5700
104	0.8134	0.6241	0.0819	0.3248	0.3138	-0.1238	0.2622	1.5688	-1.6294
106	0.8030	0.6259	0.0620	0.3099	0.3080	-0.1299	0.2407	1.5401	-1.6882
108	0.7926	0.6274	0.0430	0.2942	0.3016	-0.1348	0.2197	1.5082	-1.7460
110	0.7820	0.6286	0.0250	0.2779	0.2946	-0.1383	0.1993	1.4732	-1.8028
112	0.7715	0.6293	0.0081	0.2609	0.2871	-0.1407	0.1797	1.4353	-1.8585
114	0.7608	0.6295	-0.0077	0.2433	0.2789	-0.1420	0.1607	1.3946	-1.9128
116	0.7500	0.6291	-0.0225	0.2252	0.2702	-0.1422	0.1425	1.3510	-1.9657
118	0.7392	0.6280	-0.0360	0.2066	0.2609	-0.1414	0.1252	1.3047	-2.0170
120	0.7282	0.6262	-0.0484	0.1876	0.2512	-0.1396	0.1087	1.2558	-2.0666
122	0.7171	0.6234	-0.0596	0.1683	0.2409	-0.1369	0.0931	1.2045	-2.1144
124	0.7059	0.6197	-0.0696	0.1487	0.2302	-0.1334	0.0784	1.1508	-2.1602
126	0.6944	0.6149	-0.0783	0.1288	0.2190	-0.1291	0.0647	1.0948	-2.2040
128	0.6826	0.6090	-0.0857	0.1089	0.2074	-0.1241	0.0520	1.0368	-2.2456
130	0.6706	0.6018	-0.0920	0.0889	0.1953	-0.1185	0.0402	0.9767	-2.2850
132	0.6582	0.5933	-0.0969	0.0689	0.1830	-0.1122	0.0295	0.9148	-2.3221
134	0.6453	0.5834	-0.1006	0.0490	0.1702	-0.1054	0.0197	0.8512	-2.3567
136	0.6318	0.5718	-0.1031	0.0293	0.1572	-0.0981	0.0111	0.7860	-2.3888
138	0.6176	0.5586	-0.1043	0.0099	0.1439	-0.0904	0.0035	0.7194	-2.4184
140	0.6026	0.5434	-0.1043	-0.0091	0.1303	-0.0823	-0.0030	0.6515	-2.4453
142	0.5864	0.5260	-0.1032	-0.0277	0.1165	-0.0738	-0.0084	0.5824	-2.4696
144	0.5689	0.5061	-0.1009	-0.0457	0.1025	-0.0652	-0.0126	0.5124	-2.4911
146	0.5496	0.4833	-0.0974	-0.0630	0.0883	-0.0563	-0.0157	0.4416	-2.5099
148	0.5279	0.4568	-0.0930	-0.0794	0.0740	-0.0473	-0.0175	0.3701	-2.5259
150	0.5028	0.4253	-0.0875	-0.0949	0.0596	-0.0382	-0.0181	0.2981	-2.5390
152	0.4727	0.3870	-0.0811	-0.1092	0.0452	-0.0290	-0.0173	0.2258	-2.5494
154	0.4345	0.3372	-0.0738	-0.1221	0.0307	-0.0199	-0.0150	0.1534	-2.5568
156	0.3796	0.2634	-0.0658	-0.1330	0.0162	-0.0108	-0.0109	0.0810	-2.5615
158	0.2658	0.0663	-0.0571	-0.1405	0.0018	-0.0017	-0.0040	0.0089	-2.5632
160	0.3610	-0.2924	-0.0484	-0.1373	-0.0126	0.0046	-0.0097	-0.0631	-2.5622
162	0.4232	-0.3773	-0.0400	-0.1294	-0.0271	0.0113	-0.0147	-0.1355	-2.5585
164	0.4645	-0.4311	-0.0321	-0.1193	-0.0416	0.0184	-0.0179	-0.2080	-2.5520
166	0.4961	-0.4717	-0.0250	-0.1077	-0.0561	0.0258	-0.0197	-0.2804	-2.5427
168	0.5222	-0.5047	-0.0186	-0.0948	-0.0705	0.0333	-0.0202	-0.3527	-2.5306
170	0.5445	-0.5326	-0.0131	-0.0809	-0.0849	0.0409	-0.0196	-0.4246	-2.5157
172	0.5641	-0.5566	-0.0085	-0.0660	-0.0992	0.0484	-0.0178	-0.4959	-2.4981
174	0.5818	-0.5776	-0.0048	-0.0504	-0.1133	0.0559	-0.0149	-0.5665	-2.4778
176	0.5980	-0.5962	-0.0022	-0.0341	-0.1273	0.0633	-0.0110	-0.6363	-2.4547
178	0.6130	-0.6125	-0.0005	-0.0173	-0.1410	0.0704	-0.0060	-0.7051	-2.4289
180	0.6270	-0.6270	0.0000	0.0000	-0.1545	0.0773	0.0000	-0.7727	-2.4005



## Ebener Spannungszustand

n = 5.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.9906	0.6907	1.1350	0.0000	0.1186	0.7603	0.0000	0.7118	0.0000
2	0.9907	0.6905	1.1343	0.0195	0.1188	0.7600	0.0282	0.7128	0.0017
4	0.9908	0.6900	1.1325	0.0390	0.1193	0.7589	0.0564	0.7158	0.0033
6	0.9911	0.6892	1.1293	0.0584	0.1201	0.7572	0.0846	0.7208	0.0047
8	0.9915	0.6880	1.1250	0.0777	0.1213	0.7548	0.1127	0.7279	0.0058
10	0.9920	0.6865	1.1194	0.0969	0.1228	0.7516	0.1408	0.7369	0.0065
12	0.9926	0.6847	1.1126	0.1159	0.1247	0.7476	0.1688	0.7479	0.0068
14	0.9932	0.6826	1.1046	0.1348	0.1268	0.7428	0.1967	0.7609	0.0065
16	0.9939	0.6801	1.0953	0.1533	0.1293	0.7371	0.2245	0.7757	0.0055
18	0.9947	0.6774	1.0849	0.1716	0.1321	0.7305	0.2520	0.7925	0.0037
20	0.9955	0.6744	1.0734	0.1897	0.1352	0.7230	0.2794	0.8111	0.0011
22	0.9963	0.6710	1.0607	0.2073	0.1386	0.7144	0.3064	0.8316	-0.0025
24	0.9970	0.6674	1.0468	0.2247	0.1423	0.7047	0.3330	0.8537	-0.0071
26	0.9978	0.6636	1.0319	0.2416	0.1463	0.6939	0.3591	0.8776	-0.0129
28	0.9984	0.6594	1.0159	0.2581	0.1505	0.6819	0.3847	0.9031	-0.0200
30	0.9990	0.6551	0.9989	0.2741	0.1550	0.6687	0.4096	0.9301	-0.0284
32	0.9995	0.6505	0.9809	0.2897	0.1598	0.6542	0.4337	0.9586	-0.0382
34	0.9998	0.6458	0.9618	0.3048	0.1647	0.6385	0.4568	0.9884	-0.0497
36	1.0000	0.6408	0.9419	0.3193	0.1699	0.6214	0.4789	1.0195	-0.0627
38	1.0000	0.6358	0.9210	0.3332	0.1753	0.6031	0.4998	1.0516	-0.0775
40	0.9998	0.6306	0.8992	0.3466	0.1808	0.5834	0.5194	1.0847	-0.0940
42	0.9993	0.6253	0.8766	0.3593	0.1864	0.5624	0.5375	1.1186	-0.1125
44	0.9986	0.6199	0.8533	0.3714	0.1922	0.5402	0.5539	1.1531	-0.1329
46	0.9976	0.6145	0.8291	0.3828	0.1980	0.5168	0.5686	1.1882	-0.1553
48	0.9963	0.6091	0.8043	0.3935	0.2039	0.4923	0.5815	1.2234	-0.1798
50	0.9946	0.6038	0.7788	0.4035	0.2098	0.4667	0.5923	1.2588	-0.2064
52	0.9926	0.5985	0.7526	0.4127	0.2157	0.4402	0.6010	1.2941	-0.2351
54	0.9903	0.5933	0.7260	0.4212	0.2215	0.4128	0.6075	1.3290	-0.2660
56	0.9875	0.5883	0.6988	0.4289	0.2272	0.3847	0.6118	1.3634	-0.2991
58	0.9843	0.5835	0.6711	0.4358	0.2328	0.3561	0.6137	1.3969	-0.3343
60	0.9808	0.5790	0.6430	0.4418	0.2383	0.3271	0.6132	1.4295	-0.3717
62	0.9768	0.5747	0.6146	0.4470	0.2435	0.2979	0.6103	1.4609	-0.4113
64	0.9724	0.5708	0.5858	0.4513	0.2485	0.2686	0.6051	1.4907	-0.4529
66	0.9675	0.5673	0.5568	0.4546	0.2532	0.2394	0.5976	1.5189	-0.4966
68	0.9622	0.5642	0.5276	0.4571	0.2575	0.2105	0.5878	1.5452	-0.5422
70	0.9565	0.5616	0.4983	0.4586	0.2616	0.1821	0.5759	1.5694	-0.5897
72	0.9504	0.5595	0.4690	0.4592	0.2652	0.1544	0.5620	1.5912	-0.6390
74	0.9439	0.5580	0.4396	0.4588	0.2684	0.1274	0.5463	1.6106	-0.6900
76	0.9369	0.5571	0.4103	0.4574	0.2712	0.1015	0.5288	1.6273	-0.7425
78	0.9297	0.5567	0.3810	0.4551	0.2735	0.0767	0.5098	1.6412	-0.7965
80	0.9220	0.5570	0.3520	0.4517	0.2754	0.0531	0.4896	1.6521	-0.8517
82	0.9141	0.5580	0.3233	0.4472	0.2767	0.0309	0.4683	1.6600	-0.9080
84	0.9058	0.5595	0.2948	0.4418	0.2774	0.0101	0.4461	1.6647	-0.9654
86	0.8973	0.5617	0.2667	0.4353	0.2777	-0.0091	0.4233	1.6661	-1.0235
88	0.8886	0.5644	0.2391	0.4277	0.2774	-0.0269	0.4000	1.6642	-1.0823
90	0.8797	0.5677	0.2120	0.4191	0.2765	-0.0430	0.3765	1.6590	-1.1415

## Ebener Spannungszustand

n = 5.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.8706	0.5715	0.1855	0.4095	0.2751	-0.0576	0.3529	1.6503	-1.2010
94	0.8615	0.5756	0.1596	0.3988	0.2731	-0.0706	0.3295	1.6384	-1.2607
96	0.8522	0.5801	0.1345	0.3871	0.2705	-0.0821	0.3063	1.6230	-1.3203
98	0.8429	0.5848	0.1101	0.3745	0.2674	-0.0920	0.2835	1.6043	-1.3796
100	0.8335	0.5897	0.0866	0.3608	0.2637	-0.1005	0.2612	1.5824	-1.4386
102	0.8241	0.5946	0.0639	0.3462	0.2595	-0.1076	0.2396	1.5571	-1.4971
104	0.8147	0.5994	0.0423	0.3307	0.2548	-0.1134	0.2186	1.5287	-1.5548
106	0.8054	0.6040	0.0216	0.3143	0.2495	-0.1179	0.1983	1.4972	-1.6117
108	0.7960	0.6083	0.0021	0.2971	0.2438	-0.1213	0.1789	1.4627	-1.6675
110	0.7866	0.6122	-0.0164	0.2791	0.2375	-0.1235	0.1603	1.4252	-1.7222
112	0.7773	0.6156	-0.0336	0.2603	0.2308	-0.1246	0.1425	1.3849	-1.7756
114	0.7679	0.6183	-0.0497	0.2409	0.2236	-0.1248	0.1257	1.3418	-1.8276
116	0.7585	0.6203	-0.0645	0.2209	0.2160	-0.1240	0.1097	1.2962	-1.8779
118	0.7491	0.6215	-0.0779	0.2004	0.2080	-0.1224	0.0947	1.2479	-1.9267
120	0.7397	0.6217	-0.0901	0.1793	0.1996	-0.1200	0.0805	1.1973	-1.9736
122	0.7301	0.6208	-0.1009	0.1579	0.1907	-0.1169	0.0673	1.1444	-2.0186
124	0.7204	0.6188	-0.1103	0.1362	0.1816	-0.1131	0.0550	1.0893	-2.0616
126	0.7106	0.6156	-0.1183	0.1143	0.1720	-0.1086	0.0437	1.0322	-2.1025
128	0.7005	0.6110	-0.1249	0.0922	0.1622	-0.1037	0.0333	0.9732	-2.1412
130	0.6902	0.6050	-0.1301	0.0700	0.1521	-0.0982	0.0238	0.9123	-2.1776
132	0.6795	0.5974	-0.1339	0.0479	0.1416	-0.0922	0.0153	0.8498	-2.2117
134	0.6684	0.5882	-0.1362	0.0260	0.1310	-0.0859	0.0078	0.7858	-2.2434
136	0.6567	0.5772	-0.1372	0.0042	0.1201	-0.0792	0.0012	0.7204	-2.2726
138	0.6442	0.5642	-0.1368	-0.0172	0.1090	-0.0722	-0.0044	0.6538	-2.2992
140	0.6309	0.5490	-0.1350	-0.0381	0.0977	-0.0649	-0.0091	0.5861	-2.3232
142	0.6164	0.5313	-0.1319	-0.0585	0.0862	-0.0574	-0.0127	0.5175	-2.3446
144	0.6004	0.5107	-0.1276	-0.0782	0.0747	-0.0498	-0.0152	0.4480	-2.3634
146	0.5824	0.4865	-0.1219	-0.0971	0.0630	-0.0420	-0.0167	0.3779	-2.3794
148	0.5614	0.4578	-0.1151	-0.1149	0.0512	-0.0342	-0.0171	0.3073	-2.3927
150	0.5362	0.4227	-0.1073	-0.1317	0.0394	-0.0263	-0.0163	0.2363	-2.4032
152	0.5040	0.3775	-0.0983	-0.1469	0.0275	-0.0185	-0.0142	0.1652	-2.4110
154	0.4581	0.3120	-0.0885	-0.1603	0.0157	-0.0108	-0.0106	0.0942	-2.4160
156	0.3687	0.1710	-0.0779	-0.1706	0.0039	-0.0030	-0.0047	0.0233	-2.4183
158	0.4098	-0.3132	-0.0669	-0.1696	-0.0079	0.0025	-0.0072	-0.0474	-2.4179
160	0.4764	-0.4112	-0.0563	-0.1611	-0.0197	0.0077	-0.0124	-0.1184	-2.4148
162	0.5163	-0.4676	-0.0463	-0.1500	-0.0316	0.0133	-0.0160	-0.1895	-2.4091
164	0.5457	-0.5087	-0.0371	-0.1373	-0.0434	0.0193	-0.0183	-0.2607	-2.4007
166	0.5691	-0.5414	-0.0288	-0.1231	-0.0553	0.0254	-0.0194	-0.3317	-2.3896
168	0.5888	-0.5688	-0.0214	-0.1078	-0.0671	0.0316	-0.0194	-0.4024	-2.3758
170	0.6059	-0.5921	-0.0150	-0.0916	-0.0788	0.0379	-0.0185	-0.4726	-2.3593
172	0.6210	-0.6123	-0.0097	-0.0745	-0.0904	0.0441	-0.0166	-0.5422	-2.3401
174	0.6348	-0.6299	-0.0055	-0.0567	-0.1018	0.0502	-0.0138	-0.6110	-2.3184
176	0.6474	-0.6453	-0.0025	-0.0382	-0.1132	0.0563	-0.0101	-0.6789	-2.2940
178	0.6592	-0.6586	-0.0006	-0.0193	-0.1243	0.0621	-0.0055	-0.7458	-2.2670
180	0.6702	-0.6702	0.0000	0.0000	-0.1353	0.0676	0.0000	-0.8115	-2.2376

## Ebener Spannungszustand

n = 6.00

$\theta$	$\tilde{\sigma}_v$	$\tilde{\sigma}_{rr}$	$\tilde{\sigma}_{\theta\theta}$	$\tilde{\sigma}_{r\theta}$	$\tilde{\epsilon}_{rr}$	$\tilde{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\tilde{\epsilon}_{r\theta}$	$\tilde{u}_r$	$\tilde{u}_\theta$
0	0.9922	0.6695	1.1399	0.0000	0.0957	0.7742	0.0000	0.6700	0.0000
2	0.9922	0.6693	1.1393	0.0198	0.0959	0.7738	0.0285	0.6710	0.0036
4	0.9924	0.6687	1.1373	0.0395	0.0963	0.7729	0.0570	0.6742	0.0071
6	0.9926	0.6678	1.1341	0.0591	0.0971	0.7712	0.0855	0.6794	0.0105
8	0.9930	0.6665	1.1297	0.0787	0.0981	0.7689	0.1139	0.6867	0.0135
10	0.9934	0.6648	1.1239	0.0981	0.0994	0.7658	0.1424	0.6961	0.0162
12	0.9939	0.6627	1.1170	0.1174	0.1011	0.7620	0.1707	0.7076	0.0184
14	0.9945	0.6603	1.1087	0.1364	0.1030	0.7574	0.1990	0.7210	0.0200
16	0.9951	0.6575	1.0993	0.1552	0.1052	0.7518	0.2272	0.7365	0.0209
18	0.9958	0.6543	1.0886	0.1738	0.1077	0.7454	0.2552	0.7540	0.0210
20	0.9964	0.6509	1.0767	0.1921	0.1105	0.7380	0.2830	0.7734	0.0202
22	0.9971	0.6470	1.0637	0.2100	0.1135	0.7295	0.3105	0.7947	0.0185
24	0.9977	0.6429	1.0495	0.2276	0.1168	0.7199	0.3376	0.8178	0.0156
26	0.9984	0.6385	1.0342	0.2448	0.1204	0.7091	0.3642	0.8428	0.0116
28	0.9989	0.6338	1.0178	0.2616	0.1242	0.6971	0.3902	0.8694	0.0063
30	0.9994	0.6288	1.0003	0.2779	0.1282	0.6837	0.4156	0.8976	-0.0005
32	0.9997	0.6235	0.9818	0.2938	0.1325	0.6690	0.4401	0.9273	-0.0087
34	0.9999	0.6181	0.9622	0.3091	0.1369	0.6530	0.4636	0.9585	-0.0185
36	1.0000	0.6124	0.9417	0.3240	0.1416	0.6355	0.4859	0.9909	-0.0300
38	0.9999	0.6066	0.9202	0.3382	0.1464	0.6166	0.5070	1.0245	-0.0434
40	0.9996	0.6006	0.8979	0.3519	0.1513	0.5963	0.5267	1.0590	-0.0586
42	0.9990	0.5944	0.8746	0.3650	0.1564	0.5745	0.5447	1.0945	-0.0757
44	0.9982	0.5882	0.8506	0.3774	0.1615	0.5514	0.5610	1.1305	-0.0949
46	0.9971	0.5820	0.8257	0.3891	0.1667	0.5270	0.5753	1.1671	-0.1161
48	0.9957	0.5758	0.8001	0.4002	0.1720	0.5014	0.5876	1.2038	-0.1396
50	0.9940	0.5695	0.7738	0.4105	0.1772	0.4746	0.5976	1.2407	-0.1652
52	0.9920	0.5634	0.7469	0.4201	0.1825	0.4468	0.6053	1.2773	-0.1931
54	0.9896	0.5574	0.7194	0.4290	0.1876	0.4181	0.6106	1.3135	-0.2232
56	0.9868	0.5516	0.6913	0.4370	0.1927	0.3887	0.6133	1.3491	-0.2556
58	0.9836	0.5461	0.6627	0.4442	0.1977	0.3588	0.6134	1.3838	-0.2902
60	0.9800	0.5409	0.6337	0.4506	0.2025	0.3284	0.6109	1.4173	-0.3271
62	0.9760	0.5360	0.6043	0.4561	0.2071	0.2979	0.6059	1.4495	-0.3662
64	0.9716	0.5315	0.5746	0.4607	0.2114	0.2674	0.5982	1.4799	-0.4075
66	0.9667	0.5276	0.5446	0.4644	0.2155	0.2371	0.5881	1.5085	-0.4509
68	0.9614	0.5242	0.5144	0.4671	0.2193	0.2073	0.5756	1.5350	-0.4962
70	0.9557	0.5214	0.4841	0.4689	0.2227	0.1781	0.5609	1.5591	-0.5435
72	0.9496	0.5193	0.4537	0.4697	0.2258	0.1498	0.5441	1.5807	-0.5926
74	0.9431	0.5179	0.4232	0.4695	0.2285	0.1226	0.5254	1.5996	-0.6434
76	0.9362	0.5173	0.3928	0.4683	0.2308	0.0965	0.5052	1.6155	-0.6957
78	0.9290	0.5175	0.3625	0.4660	0.2326	0.0718	0.4836	1.6284	-0.7494
80	0.9214	0.5186	0.3324	0.4626	0.2340	0.0486	0.4609	1.6382	-0.8043
82	0.9136	0.5205	0.3026	0.4581	0.2349	0.0269	0.4373	1.6446	-0.8603
84	0.9055	0.5232	0.2730	0.4526	0.2354	0.0070	0.4132	1.6477	-0.9172
86	0.8972	0.5268	0.2439	0.4459	0.2353	-0.0113	0.3888	1.6474	-0.9748
88	0.8887	0.5311	0.2153	0.4381	0.2348	-0.0279	0.3643	1.6437	-1.0329
90	0.8801	0.5362	0.1871	0.4291	0.2338	-0.0428	0.3400	1.6365	-1.0914

## Ebener Spannungszustand

n = 6.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.8715	0.5419	0.1596	0.4191	0.2323	-0.0559	0.3159	1.6258	-1.1501
94	0.8627	0.5481	0.1328	0.4078	0.2303	-0.0675	0.2924	1.6118	-1.2088
96	0.8540	0.5548	0.1068	0.3955	0.2278	-0.0775	0.2695	1.5943	-1.2673
98	0.8453	0.5618	0.0816	0.3821	0.2248	-0.0860	0.2473	1.5736	-1.3254
100	0.8366	0.5689	0.0573	0.3676	0.2214	-0.0931	0.2259	1.5496	-1.3831
102	0.8279	0.5761	0.0339	0.3521	0.2175	-0.0988	0.2054	1.5224	-1.4400
104	0.8193	0.5833	0.0116	0.3355	0.2132	-0.1034	0.1858	1.4921	-1.4962
106	0.8108	0.5901	-0.0095	0.3180	0.2084	-0.1067	0.1671	1.4589	-1.5514
108	0.8023	0.5966	-0.0296	0.2996	0.2032	-0.1090	0.1494	1.4227	-1.6055
110	0.7939	0.6026	-0.0484	0.2803	0.1977	-0.1103	0.1326	1.3837	-1.6583
112	0.7855	0.6080	-0.0659	0.2601	0.1917	-0.1106	0.1167	1.3420	-1.7097
114	0.7772	0.6126	-0.0821	0.2393	0.1854	-0.1102	0.1018	1.2977	-1.7596
116	0.7689	0.6163	-0.0969	0.2178	0.1787	-0.1089	0.0878	1.2509	-1.8080
118	0.7606	0.6191	-0.1103	0.1957	0.1717	-0.1069	0.0747	1.2018	-1.8545
120	0.7523	0.6207	-0.1223	0.1731	0.1643	-0.1043	0.0626	1.1504	-1.8993
122	0.7440	0.6212	-0.1327	0.1500	0.1567	-0.1010	0.0513	1.0969	-1.9421
124	0.7355	0.6204	-0.1417	0.1267	0.1488	-0.0973	0.0409	1.0414	-1.9829
126	0.7269	0.6181	-0.1491	0.1030	0.1406	-0.0930	0.0314	0.9840	-2.0216
128	0.7181	0.6144	-0.1551	0.0793	0.1321	-0.0883	0.0227	0.9249	-2.0580
130	0.7090	0.6091	-0.1594	0.0555	0.1234	-0.0831	0.0149	0.8641	-2.0923
132	0.6997	0.6021	-0.1622	0.0317	0.1145	-0.0777	0.0080	0.8018	-2.1242
134	0.6898	0.5932	-0.1635	0.0082	0.1054	-0.0719	0.0019	0.7381	-2.1537
136	0.6795	0.5824	-0.1633	-0.0151	0.0962	-0.0658	-0.0033	0.6732	-2.1807
138	0.6684	0.5695	-0.1616	-0.0380	0.0867	-0.0595	-0.0076	0.6072	-2.2052
140	0.6564	0.5541	-0.1584	-0.0605	0.0772	-0.0531	-0.0111	0.5403	-2.2272
142	0.6432	0.5361	-0.1538	-0.0822	0.0675	-0.0464	-0.0136	0.4725	-2.2466
144	0.6284	0.5149	-0.1477	-0.1032	0.0577	-0.0397	-0.0152	0.4040	-2.2634
146	0.6114	0.4897	-0.1404	-0.1233	0.0478	-0.0329	-0.0158	0.3349	-2.2776
148	0.5912	0.4593	-0.1318	-0.1423	0.0379	-0.0261	-0.0154	0.2655	-2.2891
150	0.5659	0.4211	-0.1220	-0.1599	0.0280	-0.0193	-0.0139	0.1959	-2.2980
152	0.5315	0.3693	-0.1111	-0.1758	0.0180	-0.0125	-0.0112	0.1261	-2.3041
154	0.4752	0.2833	-0.0992	-0.1894	0.0081	-0.0058	-0.0069	0.0565	-2.3077
156	0.3961	-0.2317	-0.0867	-0.1965	-0.0018	0.0003	-0.0029	-0.0129	-2.3085
158	0.5008	-0.4106	-0.0741	-0.1889	-0.0118	0.0041	-0.0089	-0.0823	-2.3068
160	0.5460	-0.4786	-0.0622	-0.1779	-0.0217	0.0086	-0.0130	-0.1521	-2.3024
162	0.5763	-0.5242	-0.0511	-0.1649	-0.0317	0.0134	-0.0157	-0.2219	-2.2955
164	0.5993	-0.5592	-0.0409	-0.1502	-0.0417	0.0185	-0.0174	-0.2916	-2.2860
166	0.6181	-0.5878	-0.0317	-0.1343	-0.0516	0.0236	-0.0182	-0.3610	-2.2739
168	0.6339	-0.6119	-0.0235	-0.1173	-0.0614	0.0289	-0.0180	-0.4301	-2.2592
170	0.6478	-0.6326	-0.0165	-0.0994	-0.0712	0.0342	-0.0170	-0.4987	-2.2418
172	0.6602	-0.6505	-0.0106	-0.0807	-0.0809	0.0395	-0.0152	-0.5666	-2.2220
174	0.6715	-0.6661	-0.0060	-0.0613	-0.0905	0.0447	-0.0125	-0.6337	-2.1995
176	0.6819	-0.6795	-0.0027	-0.0413	-0.1000	0.0497	-0.0091	-0.6999	-2.1746
178	0.6916	-0.6910	-0.0007	-0.0208	-0.1093	0.0546	-0.0049	-0.7651	-2.1472
180	0.7008	-0.7008	0.0000	0.0000	-0.1184	0.0592	0.0000	-0.8291	-2.1174

## Ebener Spannungszustand

n = 7.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.9933	0.6544	1.1429	0.0000	0.0797	0.7833	0.0000	0.6375	0.0000
2	0.9933	0.6542	1.1423	0.0199	0.0798	0.7830	0.0287	0.6385	0.0051
4	0.9935	0.6536	1.1403	0.0398	0.0802	0.7821	0.0573	0.6418	0.0101
6	0.9937	0.6526	1.1371	0.0596	0.0809	0.7805	0.0860	0.6472	0.0148
8	0.9940	0.6511	1.1325	0.0793	0.0818	0.7783	0.1147	0.6547	0.0193
10	0.9944	0.6493	1.1267	0.0989	0.0830	0.7753	0.1433	0.6644	0.0234
12	0.9948	0.6470	1.1196	0.1183	0.0845	0.7717	0.1720	0.6761	0.0270
14	0.9953	0.6443	1.1112	0.1375	0.0863	0.7672	0.2005	0.6900	0.0301
16	0.9959	0.6413	1.1016	0.1565	0.0882	0.7618	0.2290	0.7060	0.0324
18	0.9965	0.6378	1.0907	0.1752	0.0905	0.7555	0.2573	0.7239	0.0339
20	0.9970	0.6340	1.0787	0.1936	0.0930	0.7483	0.2854	0.7439	0.0346
22	0.9976	0.6298	1.0654	0.2118	0.0957	0.7399	0.3132	0.7659	0.0342
24	0.9982	0.6253	1.0510	0.2295	0.0987	0.7304	0.3406	0.7897	0.0327
26	0.9987	0.6204	1.0354	0.2469	0.1019	0.7196	0.3676	0.8154	0.0300
28	0.9992	0.6152	1.0186	0.2639	0.1054	0.7076	0.3940	0.8429	0.0260
30	0.9996	0.6097	1.0008	0.2805	0.1090	0.6942	0.4196	0.8720	0.0205
32	0.9998	0.6039	0.9819	0.2965	0.1128	0.6794	0.4444	0.9027	0.0135
34	1.0000	0.5979	0.9620	0.3121	0.1169	0.6631	0.4682	0.9348	0.0049
36	1.0000	0.5916	0.9411	0.3272	0.1210	0.6453	0.4907	0.9683	-0.0055
38	0.9998	0.5851	0.9192	0.3417	0.1254	0.6260	0.5120	1.0029	-0.0177
40	0.9995	0.5784	0.8964	0.3556	0.1298	0.6052	0.5316	1.0386	-0.0318
42	0.9989	0.5716	0.8727	0.3689	0.1344	0.5829	0.5496	1.0752	-0.0480
44	0.9980	0.5648	0.8481	0.3816	0.1390	0.5591	0.5657	1.1124	-0.0662
46	0.9969	0.5578	0.8227	0.3936	0.1438	0.5339	0.5796	1.1501	-0.0866
48	0.9955	0.5508	0.7966	0.4049	0.1485	0.5074	0.5914	1.1880	-0.1092
50	0.9938	0.5439	0.7697	0.4156	0.1532	0.4797	0.6007	1.2259	-0.1341
52	0.9918	0.5370	0.7422	0.4254	0.1579	0.4509	0.6075	1.2636	-0.1613
54	0.9894	0.5303	0.7141	0.4346	0.1626	0.4212	0.6116	1.3007	-0.1909
56	0.9867	0.5238	0.6853	0.4429	0.1672	0.3907	0.6130	1.3372	-0.2227
58	0.9835	0.5176	0.6561	0.4504	0.1716	0.3597	0.6116	1.3726	-0.2569
60	0.9800	0.5117	0.6264	0.4571	0.1759	0.3283	0.6074	1.4068	-0.2934
62	0.9761	0.5062	0.5963	0.4629	0.1799	0.2968	0.6004	1.4394	-0.3322
64	0.9717	0.5012	0.5658	0.4678	0.1838	0.2653	0.5906	1.4703	-0.3732
66	0.9669	0.4968	0.5351	0.4717	0.1874	0.2343	0.5783	1.4990	-0.4163
68	0.9617	0.4931	0.5041	0.4748	0.1907	0.2038	0.5634	1.5255	-0.4615
70	0.9561	0.4901	0.4730	0.4768	0.1937	0.1741	0.5463	1.5494	-0.5085
72	0.9501	0.4879	0.4417	0.4778	0.1963	0.1454	0.5271	1.5706	-0.5574
74	0.9436	0.4865	0.4104	0.4778	0.1986	0.1180	0.5060	1.5889	-0.6080
76	0.9369	0.4862	0.3792	0.4768	0.2005	0.0920	0.4835	1.6041	-0.6601
78	0.9297	0.4868	0.3481	0.4746	0.2020	0.0676	0.4598	1.6161	-0.7135
80	0.9223	0.4885	0.3171	0.4713	0.2031	0.0449	0.4352	1.6247	-0.7681
82	0.9146	0.4912	0.2864	0.4669	0.2037	0.0239	0.4100	1.6299	-0.8237
84	0.9067	0.4950	0.2560	0.4613	0.2040	0.0047	0.3846	1.6316	-0.8802
86	0.8987	0.4997	0.2260	0.4545	0.2037	-0.0126	0.3592	1.6298	-0.9372
88	0.8905	0.5055	0.1965	0.4465	0.2031	-0.0280	0.3340	1.6245	-0.9948
90	0.8822	0.5121	0.1676	0.4374	0.2020	-0.0417	0.3094	1.6157	-1.0525

Ebener Spannungszustand

n = 7.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.8739	0.5195	0.1393	0.4270	0.2004	-0.0537	0.2854	1.6034	-1.1104
94	0.8657	0.5275	0.1117	0.4154	0.1985	-0.0640	0.2622	1.5877	-1.1682
96	0.8574	0.5360	0.0850	0.4025	0.1961	-0.0727	0.2399	1.5687	-1.2257
98	0.8492	0.5449	0.0591	0.3885	0.1933	-0.0800	0.2186	1.5464	-1.2827
100	0.8411	0.5540	0.0341	0.3734	0.1901	-0.0860	0.1983	1.5209	-1.3391
102	0.8331	0.5631	0.0102	0.3571	0.1865	-0.0907	0.1791	1.4923	-1.3948
104	0.8252	0.5721	-0.0126	0.3397	0.1826	-0.0943	0.1609	1.4607	-1.4496
106	0.8174	0.5808	-0.0342	0.3213	0.1783	-0.0968	0.1437	1.4262	-1.5034
108	0.8096	0.5891	-0.0546	0.3019	0.1736	-0.0984	0.1275	1.3890	-1.5559
110	0.8020	0.5967	-0.0737	0.2815	0.1686	-0.0990	0.1124	1.3490	-1.6071
112	0.7945	0.6036	-0.0915	0.2603	0.1633	-0.0989	0.0982	1.3065	-1.6569
114	0.7870	0.6097	-0.1078	0.2383	0.1577	-0.0981	0.0849	1.2615	-1.7052
116	0.7796	0.6148	-0.1226	0.2156	0.1518	-0.0965	0.0726	1.2142	-1.7518
118	0.7722	0.6187	-0.1360	0.1922	0.1456	-0.0944	0.0611	1.1647	-1.7967
120	0.7648	0.6215	-0.1478	0.1683	0.1391	-0.0917	0.0505	1.1131	-1.8397
122	0.7573	0.6229	-0.1580	0.1439	0.1324	-0.0886	0.0407	1.0594	-1.8808
124	0.7498	0.6229	-0.1666	0.1192	0.1255	-0.0849	0.0318	1.0039	-1.9198
126	0.7422	0.6214	-0.1736	0.0943	0.1183	-0.0809	0.0236	0.9466	-1.9568
128	0.7343	0.6182	-0.1790	0.0692	0.1110	-0.0765	0.0163	0.8877	-1.9915
130	0.7263	0.6134	-0.1827	0.0441	0.1034	-0.0718	0.0097	0.8273	-2.0241
132	0.7179	0.6067	-0.1847	0.0190	0.0957	-0.0668	0.0039	0.7655	-2.0543
134	0.7091	0.5981	-0.1852	-0.0058	0.0878	-0.0616	-0.0011	0.7024	-2.0821
136	0.6998	0.5874	-0.1840	-0.0304	0.0798	-0.0561	-0.0054	0.6382	-2.1076
138	0.6898	0.5744	-0.1812	-0.0545	0.0716	-0.0504	-0.0088	0.5729	-2.1306
140	0.6788	0.5589	-0.1768	-0.0781	0.0634	-0.0447	-0.0115	0.5068	-2.1511
142	0.6667	0.5406	-0.1710	-0.1010	0.0550	-0.0388	-0.0133	0.4400	-2.1691
144	0.6530	0.5189	-0.1636	-0.1230	0.0466	-0.0328	-0.0143	0.3725	-2.1845
146	0.6369	0.4930	-0.1549	-0.1440	0.0381	-0.0268	-0.0144	0.3046	-2.1974
148	0.6173	0.4613	-0.1448	-0.1639	0.0295	-0.0208	-0.0136	0.2363	-2.2076
150	0.5920	0.4206	-0.1335	-0.1822	0.0210	-0.0148	-0.0118	0.1679	-2.2153
152	0.5554	0.3627	-0.1210	-0.1987	0.0124	-0.0089	-0.0087	0.0994	-2.2204
154	0.4843	0.2473	-0.1075	-0.2123	0.0039	-0.0030	-0.0041	0.0311	-2.2229
156	0.4942	-0.3645	-0.0935	-0.2134	-0.0046	0.0013	-0.0047	-0.0370	-2.2228
158	0.5596	-0.4690	-0.0798	-0.2035	-0.0132	0.0047	-0.0094	-0.1054	-2.2202
160	0.5948	-0.5245	-0.0669	-0.1908	-0.0217	0.0086	-0.0127	-0.1739	-2.2151
162	0.6194	-0.5642	-0.0549	-0.1763	-0.0303	0.0128	-0.0149	-0.2424	-2.2075
164	0.6384	-0.5956	-0.0438	-0.1603	-0.0388	0.0172	-0.0163	-0.3108	-2.1973
166	0.6541	-0.6216	-0.0339	-0.1430	-0.0474	0.0217	-0.0168	-0.3789	-2.1846
168	0.6675	-0.6437	-0.0251	-0.1247	-0.0558	0.0262	-0.0165	-0.4465	-2.1693
170	0.6792	-0.6628	-0.0176	-0.1055	-0.0642	0.0308	-0.0155	-0.5137	-2.1516
172	0.6897	-0.6792	-0.0113	-0.0855	-0.0725	0.0353	-0.0138	-0.5801	-2.1313
174	0.6993	-0.6934	-0.0064	-0.0649	-0.0807	0.0398	-0.0114	-0.6457	-2.1086
176	0.7082	-0.7055	-0.0029	-0.0436	-0.0888	0.0441	-0.0083	-0.7104	-2.0835
178	0.7165	-0.7158	-0.0007	-0.0220	-0.0968	0.0483	-0.0045	-0.7741	-2.0560
180	0.7243	-0.7243	0.0000	0.0000	-0.1046	0.0523	0.0000	-0.8366	-2.0261

## Ebener Spannungszustand

n = 8.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.9940	0.6433	1.1449	0.0000	0.0679	0.7894	0.0000	0.6114	0.0000
2	0.9941	0.6431	1.1442	0.0200	0.0681	0.7891	0.0288	0.6125	0.0062
4	0.9942	0.6424	1.1422	0.0400	0.0684	0.7882	0.0576	0.6158	0.0123
6	0.9944	0.6413	1.1390	0.0599	0.0690	0.7868	0.0863	0.6213	0.0182
8	0.9947	0.6397	1.1344	0.0797	0.0699	0.7846	0.1151	0.6290	0.0238
10	0.9950	0.6377	1.1285	0.0994	0.0710	0.7818	0.1439	0.6389	0.0290
12	0.9954	0.6353	1.1213	0.1189	0.0723	0.7782	0.1727	0.6509	0.0338
14	0.9959	0.6324	1.1128	0.1382	0.0739	0.7739	0.2014	0.6651	0.0379
16	0.9964	0.6292	1.1030	0.1573	0.0757	0.7687	0.2300	0.6813	0.0413
18	0.9969	0.6255	1.0920	0.1761	0.0777	0.7626	0.2585	0.6997	0.0440
20	0.9974	0.6214	1.0798	0.1947	0.0800	0.7554	0.2869	0.7202	0.0457
22	0.9980	0.6169	1.0664	0.2130	0.0825	0.7472	0.3149	0.7426	0.0464
24	0.9985	0.6120	1.0517	0.2309	0.0852	0.7378	0.3426	0.7670	0.0460
26	0.9989	0.6068	1.0359	0.2484	0.0881	0.7271	0.3698	0.7933	0.0443
28	0.9993	0.6012	1.0190	0.2655	0.0913	0.7151	0.3965	0.8214	0.0413
30	0.9997	0.5953	1.0009	0.2822	0.0946	0.7017	0.4223	0.8512	0.0368
32	0.9999	0.5890	0.9818	0.2985	0.0981	0.6868	0.4473	0.8826	0.0308
34	1.0000	0.5825	0.9616	0.3142	0.1017	0.6703	0.4713	0.9155	0.0231
36	1.0000	0.5757	0.9404	0.3294	0.1055	0.6523	0.4940	0.9498	0.0137
38	0.9998	0.5687	0.9182	0.3441	0.1095	0.6327	0.5153	0.9853	0.0023
40	0.9994	0.5615	0.8950	0.3582	0.1135	0.6115	0.5350	1.0218	-0.0110
42	0.9988	0.5542	0.8709	0.3717	0.1177	0.5888	0.5529	1.0592	-0.0263
44	0.9979	0.5467	0.8460	0.3846	0.1219	0.5645	0.5687	1.0973	-0.0438
46	0.9969	0.5391	0.8202	0.3969	0.1262	0.5387	0.5823	1.1358	-0.0635
48	0.9955	0.5315	0.7937	0.4084	0.1305	0.5115	0.5936	1.1746	-0.0855
50	0.9938	0.5240	0.7664	0.4193	0.1348	0.4830	0.6023	1.2133	-0.1099
52	0.9919	0.5165	0.7384	0.4294	0.1391	0.4535	0.6083	1.2518	-0.1365
54	0.9895	0.5091	0.7098	0.4388	0.1433	0.4229	0.6115	1.2897	-0.1656
56	0.9869	0.5020	0.6806	0.4474	0.1474	0.3916	0.6117	1.3268	-0.1970
58	0.9838	0.4951	0.6508	0.4551	0.1514	0.3597	0.6090	1.3628	-0.2309
60	0.9804	0.4887	0.6206	0.4621	0.1553	0.3275	0.6033	1.3974	-0.2671
62	0.9765	0.4826	0.5899	0.4681	0.1589	0.2952	0.5946	1.4303	-0.3055
64	0.9723	0.4771	0.5588	0.4733	0.1624	0.2630	0.5830	1.4614	-0.3463
66	0.9676	0.4723	0.5275	0.4775	0.1656	0.2313	0.5687	1.4902	-0.3892
68	0.9625	0.4682	0.4959	0.4808	0.1685	0.2003	0.5518	1.5165	-0.4341
70	0.9570	0.4649	0.4641	0.4831	0.1711	0.1703	0.5326	1.5402	-0.4810
72	0.9511	0.4625	0.4322	0.4843	0.1734	0.1415	0.5114	1.5610	-0.5297
74	0.9448	0.4612	0.4003	0.4845	0.1754	0.1140	0.4883	1.5787	-0.5801
76	0.9381	0.4610	0.3683	0.4836	0.1770	0.0882	0.4639	1.5931	-0.6319
78	0.9312	0.4619	0.3365	0.4816	0.1782	0.0641	0.4385	1.6042	-0.6851
80	0.9239	0.4641	0.3049	0.4785	0.1791	0.0418	0.4124	1.6118	-0.7394
82	0.9164	0.4675	0.2735	0.4741	0.1795	0.0215	0.3860	1.6159	-0.7946
84	0.9087	0.4722	0.2424	0.4685	0.1796	0.0032	0.3596	1.6164	-0.8506
86	0.9009	0.4780	0.2117	0.4617	0.1793	-0.0131	0.3336	1.6133	-0.9072
88	0.8930	0.4849	0.1815	0.4536	0.1785	-0.0276	0.3082	1.6067	-0.9641
90	0.8851	0.4929	0.1519	0.4443	0.1774	-0.0402	0.2835	1.5965	-1.0212

Ebener Spannungszustand

n = 8.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.8771	0.5018	0.1230	0.4337	0.1759	-0.0511	0.2598	1.5829	-1.0783
94	0.8693	0.5114	0.0947	0.4217	0.1740	-0.0603	0.2372	1.5659	-1.1352
96	0.8614	0.5215	0.0674	0.4085	0.1717	-0.0681	0.2157	1.5456	-1.1918
98	0.8537	0.5320	0.0409	0.3941	0.1691	-0.0744	0.1954	1.5221	-1.2478
100	0.8462	0.5428	0.0154	0.3784	0.1662	-0.0795	0.1763	1.4955	-1.3032
102	0.8387	0.5535	-0.0090	0.3615	0.1629	-0.0834	0.1583	1.4659	-1.3577
104	0.8314	0.5640	-0.0322	0.3434	0.1593	-0.0863	0.1414	1.4334	-1.4113
106	0.8242	0.5743	-0.0542	0.3243	0.1553	-0.0882	0.1256	1.3981	-1.4638
108	0.8171	0.5839	-0.0750	0.3040	0.1511	-0.0892	0.1109	1.3601	-1.5150
110	0.8101	0.5929	-0.0943	0.2828	0.1466	-0.0895	0.0972	1.3196	-1.5649
112	0.8033	0.6011	-0.1122	0.2607	0.1418	-0.0891	0.0844	1.2766	-1.6134
114	0.7965	0.6084	-0.1287	0.2377	0.1368	-0.0880	0.0725	1.2313	-1.6602
116	0.7898	0.6145	-0.1436	0.2140	0.1315	-0.0864	0.0615	1.1838	-1.7055
118	0.7831	0.6194	-0.1569	0.1896	0.1260	-0.0842	0.0513	1.1341	-1.7489
120	0.7764	0.6230	-0.1685	0.1646	0.1203	-0.0816	0.0420	1.0824	-1.7905
122	0.7697	0.6251	-0.1786	0.1392	0.1143	-0.0786	0.0334	1.0289	-1.8301
124	0.7629	0.6258	-0.1869	0.1134	0.1082	-0.0752	0.0256	0.9736	-1.8678
126	0.7560	0.6248	-0.1935	0.0873	0.1018	-0.0714	0.0185	0.9166	-1.9033
128	0.7490	0.6220	-0.1984	0.0611	0.0953	-0.0673	0.0121	0.8581	-1.9367
130	0.7417	0.6175	-0.2016	0.0349	0.0887	-0.0630	0.0065	0.7981	-1.9679
132	0.7341	0.6111	-0.2030	0.0088	0.0819	-0.0584	0.0015	0.7369	-1.9968
134	0.7261	0.6026	-0.2027	-0.0171	0.0749	-0.0537	-0.0027	0.6745	-2.0234
136	0.7177	0.5920	-0.2008	-0.0427	0.0679	-0.0487	-0.0063	0.6110	-2.0476
138	0.7085	0.5790	-0.1971	-0.0678	0.0607	-0.0436	-0.0091	0.5466	-2.0695
140	0.6985	0.5634	-0.1918	-0.0924	0.0535	-0.0384	-0.0112	0.4813	-2.0888
142	0.6873	0.5449	-0.1849	-0.1161	0.0462	-0.0331	-0.0126	0.4154	-2.1057
144	0.6744	0.5228	-0.1765	-0.1390	0.0388	-0.0278	-0.0132	0.3490	-2.1201
146	0.6592	0.4964	-0.1666	-0.1608	0.0313	-0.0224	-0.0130	0.2821	-2.1320
148	0.6402	0.4637	-0.1553	-0.1814	0.0239	-0.0171	-0.0120	0.2149	-2.1414
150	0.6150	0.4211	-0.1427	-0.2004	0.0164	-0.0118	-0.0100	0.1475	-2.1482
152	0.5763	0.3575	-0.1290	-0.2173	0.0089	-0.0065	-0.0069	0.0802	-2.1525
154	0.4801	0.1900	-0.1142	-0.2307	0.0015	-0.0012	-0.0020	0.0131	-2.1543
156	0.5529	-0.4293	-0.0990	-0.2266	-0.0060	0.0018	-0.0054	-0.0540	-2.1535
158	0.6024	-0.5100	-0.0844	-0.2151	-0.0135	0.0049	-0.0093	-0.1213	-2.1504
160	0.6315	-0.5585	-0.0707	-0.2011	-0.0210	0.0084	-0.0121	-0.1887	-2.1447
162	0.6524	-0.5946	-0.0579	-0.1855	-0.0284	0.0120	-0.0140	-0.2560	-2.1366
164	0.6687	-0.6236	-0.0463	-0.1684	-0.0359	0.0159	-0.0151	-0.3232	-2.1260
166	0.6822	-0.6479	-0.0358	-0.1501	-0.0433	0.0198	-0.0155	-0.3900	-2.1130
168	0.6938	-0.6687	-0.0265	-0.1307	-0.0507	0.0238	-0.0152	-0.4564	-2.0974
170	0.7040	-0.6865	-0.0185	-0.1105	-0.0580	0.0278	-0.0142	-0.5222	-2.0794
172	0.7131	-0.7020	-0.0119	-0.0894	-0.0653	0.0318	-0.0126	-0.5874	-2.0590
174	0.7215	-0.7152	-0.0068	-0.0678	-0.0724	0.0357	-0.0103	-0.6517	-2.0362
176	0.7292	-0.7264	-0.0030	-0.0456	-0.0795	0.0395	-0.0075	-0.7151	-2.0110
178	0.7364	-0.7357	-0.0008	-0.0229	-0.0864	0.0431	-0.0040	-0.7775	-1.9835
180	0.7433	-0.7433	0.0000	0.0000	-0.0932	0.0466	0.0000	-0.8388	-1.9538



## Ebener Spannungszustand

n = 9.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{re}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{re}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.9946	0.6348	1.1463	0.0000	0.0590	0.7938	0.0000	0.5903	0.0000
2	0.9947	0.6345	1.1456	0.0201	0.0591	0.7936	0.0288	0.5914	0.0071
4	0.9948	0.6338	1.1436	0.0401	0.0595	0.7927	0.0577	0.5947	0.0141
6	0.9950	0.6327	1.1403	0.0601	0.0600	0.7913	0.0865	0.6003	0.0209
8	0.9952	0.6310	1.1357	0.0799	0.0608	0.7892	0.1154	0.6081	0.0274
10	0.9955	0.6289	1.1297	0.0997	0.0618	0.7865	0.1443	0.6181	0.0335
12	0.9959	0.6264	1.1224	0.1193	0.0630	0.7831	0.1731	0.6304	0.0391
14	0.9963	0.6233	1.1139	0.1387	0.0645	0.7789	0.2020	0.6448	0.0441
16	0.9968	0.6199	1.1040	0.1579	0.0661	0.7738	0.2308	0.6613	0.0484
18	0.9972	0.6160	1.0929	0.1768	0.0680	0.7678	0.2594	0.6800	0.0519
20	0.9977	0.6117	1.0806	0.1955	0.0701	0.7608	0.2879	0.7008	0.0545
22	0.9982	0.6069	1.0670	0.2138	0.0724	0.7527	0.3161	0.7236	0.0561
24	0.9987	0.6018	1.0522	0.2318	0.0748	0.7434	0.3440	0.7484	0.0565
26	0.9991	0.5962	1.0363	0.2494	0.0775	0.7328	0.3714	0.7752	0.0557
28	0.9994	0.5903	1.0192	0.2667	0.0804	0.7208	0.3982	0.8038	0.0535
30	0.9997	0.5840	1.0009	0.2835	0.0834	0.7074	0.4243	0.8341	0.0499
32	0.9999	0.5774	0.9816	0.2999	0.0866	0.6924	0.4495	0.8661	0.0446
34	1.0000	0.5705	0.9611	0.3157	0.0900	0.6759	0.4736	0.8996	0.0377
36	0.9999	0.5633	0.9397	0.3311	0.0935	0.6577	0.4964	0.9346	0.0290
38	0.9997	0.5559	0.9172	0.3459	0.0971	0.6379	0.5178	0.9707	0.0183
40	0.9993	0.5482	0.8938	0.3602	0.1008	0.6164	0.5374	1.0079	0.0057
42	0.9987	0.5404	0.8695	0.3739	0.1046	0.5933	0.5552	1.0461	-0.0090
44	0.9979	0.5324	0.8442	0.3869	0.1085	0.5686	0.5709	1.0848	-0.0259
46	0.9969	0.5243	0.8182	0.3993	0.1124	0.5423	0.5842	1.1241	-0.0451
48	0.9956	0.5162	0.7913	0.4111	0.1163	0.5145	0.5951	1.1635	-0.0666
50	0.9940	0.5081	0.7637	0.4221	0.1203	0.4855	0.6032	1.2029	-0.0904
52	0.9920	0.5000	0.7353	0.4325	0.1242	0.4552	0.6085	1.2420	-0.1167
54	0.9898	0.4921	0.7063	0.4421	0.1280	0.4240	0.6109	1.2804	-0.1454
56	0.9872	0.4844	0.6767	0.4509	0.1318	0.3920	0.6101	1.3180	-0.1765
58	0.9843	0.4770	0.6465	0.4588	0.1354	0.3594	0.6062	1.3544	-0.2100
60	0.9809	0.4700	0.6158	0.4660	0.1389	0.3264	0.5992	1.3894	-0.2459
62	0.9772	0.4634	0.5847	0.4723	0.1423	0.2935	0.5890	1.4225	-0.2842
64	0.9731	0.4575	0.5532	0.4777	0.1454	0.2608	0.5759	1.4537	-0.3247
66	0.9685	0.4522	0.5214	0.4822	0.1482	0.2286	0.5599	1.4825	-0.3674
68	0.9635	0.4477	0.4893	0.4857	0.1509	0.1972	0.5413	1.5087	-0.4122
70	0.9582	0.4441	0.4570	0.4882	0.1532	0.1669	0.5203	1.5321	-0.4589
72	0.9524	0.4416	0.4245	0.4897	0.1552	0.1379	0.4972	1.5524	-0.5075
74	0.9463	0.4402	0.3920	0.4901	0.1570	0.1105	0.4725	1.5695	-0.5576
76	0.9398	0.4401	0.3596	0.4894	0.1583	0.0849	0.4465	1.5833	-0.6093
78	0.9329	0.4413	0.3272	0.4875	0.1594	0.0611	0.4196	1.5936	-0.6622
80	0.9258	0.4439	0.2949	0.4845	0.1600	0.0394	0.3923	1.6003	-0.7162
82	0.9185	0.4479	0.2629	0.4802	0.1603	0.0198	0.3650	1.6033	-0.7711
84	0.9111	0.4533	0.2313	0.4747	0.1603	0.0022	0.3380	1.6028	-0.8267
86	0.9035	0.4601	0.2000	0.4678	0.1599	-0.0133	0.3116	1.5986	-0.8828
88	0.8958	0.4681	0.1692	0.4597	0.1591	-0.0269	0.2861	1.5908	-0.9391
90	0.8882	0.4773	0.1390	0.4502	0.1580	-0.0386	0.2616	1.5796	-0.9956

## Ebener Spannungszustand

n = 9.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.8806	0.4874	0.1095	0.4394	0.1565	-0.0485	0.2384	1.5648	-1.0520
94	0.8731	0.4984	0.0808	0.4273	0.1547	-0.0569	0.2164	1.5468	-1.1082
96	0.8657	0.5099	0.0529	0.4138	0.1525	-0.0638	0.1958	1.5255	-1.1639
98	0.8585	0.5219	0.0259	0.3989	0.1501	-0.0693	0.1765	1.5010	-1.2191
100	0.8513	0.5340	0.0000	0.3828	0.1474	-0.0737	0.1584	1.4735	-1.2735
102	0.8444	0.5461	-0.0248	0.3654	0.1443	-0.0770	0.1416	1.4432	-1.3271
104	0.8376	0.5580	-0.0484	0.3468	0.1410	-0.0793	0.1260	1.4100	-1.3796
106	0.8309	0.5695	-0.0708	0.3270	0.1374	-0.0808	0.1114	1.3741	-1.4310
108	0.8244	0.5804	-0.0918	0.3061	0.1336	-0.0815	0.0979	1.3356	-1.4811
110	0.8179	0.5905	-0.1114	0.2841	0.1295	-0.0815	0.0854	1.2947	-1.5299
112	0.8116	0.5997	-0.1294	0.2612	0.1251	-0.0809	0.0738	1.2515	-1.5772
114	0.8054	0.6079	-0.1460	0.2374	0.1206	-0.0797	0.0631	1.2060	-1.6229
116	0.7993	0.6149	-0.1609	0.2128	0.1158	-0.0780	0.0532	1.1584	-1.6669
118	0.7932	0.6206	-0.1742	0.1876	0.1109	-0.0759	0.0441	1.1087	-1.7092
120	0.7871	0.6248	-0.1858	0.1617	0.1057	-0.0734	0.0357	1.0572	-1.7496
122	0.7810	0.6276	-0.1956	0.1354	0.1004	-0.0705	0.0281	1.0038	-1.7881
124	0.7748	0.6287	-0.2037	0.1087	0.0949	-0.0673	0.0212	0.9488	-1.8246
126	0.7685	0.6281	-0.2101	0.0817	0.0892	-0.0638	0.0149	0.8922	-1.8590
128	0.7621	0.6257	-0.2146	0.0546	0.0834	-0.0600	0.0093	0.8341	-1.8913
130	0.7555	0.6215	-0.2173	0.0274	0.0775	-0.0560	0.0044	0.7747	-1.9214
132	0.7486	0.6152	-0.2182	0.0004	0.0714	-0.0518	0.0001	0.7140	-1.9492
134	0.7413	0.6068	-0.2174	-0.0264	0.0652	-0.0475	-0.0036	0.6522	-1.9748
136	0.7335	0.5962	-0.2147	-0.0529	0.0589	-0.0430	-0.0066	0.5895	-1.9981
138	0.7251	0.5832	-0.2104	-0.0788	0.0526	-0.0383	-0.0090	0.5258	-2.0190
140	0.7158	0.5676	-0.2043	-0.1041	0.0461	-0.0336	-0.0108	0.4614	-2.0375
142	0.7053	0.5489	-0.1966	-0.1287	0.0396	-0.0288	-0.0118	0.3964	-2.0535
144	0.6932	0.5266	-0.1872	-0.1523	0.0331	-0.0240	-0.0122	0.3308	-2.0671
146	0.6787	0.4998	-0.1764	-0.1748	0.0265	-0.0192	-0.0118	0.2648	-2.0783
148	0.6605	0.4665	-0.1641	-0.1959	0.0199	-0.0144	-0.0106	0.1986	-2.0870
150	0.6354	0.4224	-0.1504	-0.2154	0.0132	-0.0096	-0.0086	0.1323	-2.0932
152	0.5947	0.3535	-0.1356	-0.2327	0.0066	-0.0049	-0.0055	0.0660	-2.0969
154	0.4378	-0.0724	-0.1197	-0.2455	0.0000	-0.0001	-0.0005	-0.0002	-2.0981
156	0.5952	-0.4729	-0.1036	-0.2372	-0.0066	0.0021	-0.0056	-0.0663	-2.0969
158	0.6357	-0.5412	-0.0883	-0.2246	-0.0133	0.0049	-0.0090	-0.1326	-2.0933
160	0.6607	-0.5852	-0.0739	-0.2096	-0.0199	0.0079	-0.0114	-0.1990	-2.0873
162	0.6788	-0.6187	-0.0605	-0.1931	-0.0265	0.0112	-0.0131	-0.2653	-2.0789
164	0.6932	-0.6460	-0.0483	-0.1751	-0.0331	0.0146	-0.0140	-0.3314	-2.0680
166	0.7050	-0.6691	-0.0373	-0.1559	-0.0397	0.0182	-0.0143	-0.3972	-2.0547
168	0.7153	-0.6889	-0.0276	-0.1357	-0.0462	0.0217	-0.0139	-0.4625	-2.0390
170	0.7243	-0.7060	-0.0193	-0.1146	-0.0527	0.0253	-0.0130	-0.5272	-2.0209
172	0.7324	-0.7207	-0.0124	-0.0927	-0.0591	0.0288	-0.0115	-0.5912	-2.0004
174	0.7398	-0.7332	-0.0070	-0.0702	-0.0654	0.0322	-0.0094	-0.6544	-1.9777
176	0.7466	-0.7437	-0.0031	-0.0472	-0.0717	0.0356	-0.0068	-0.7168	-1.9525
178	0.7531	-0.7524	-0.0008	-0.0237	-0.0778	0.0388	-0.0037	-0.7780	-1.9251
180	0.7592	-0.7592	0.0000	0.0000	-0.0838	0.0419	0.0000	-0.8382	-1.8955

## Ebener Spannungszustand

n = 10.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.9951	0.6281	1.1473	0.0000	0.0521	0.7971	0.0000	0.5726	0.0000
2	0.9951	0.6278	1.1466	0.0201	0.0522	0.7968	0.0289	0.5738	0.0078
4	0.9952	0.6271	1.1446	0.0402	0.0525	0.7960	0.0577	0.5772	0.0155
6	0.9954	0.6259	1.1413	0.0602	0.0530	0.7946	0.0866	0.5828	0.0231
8	0.9956	0.6242	1.1366	0.0801	0.0537	0.7926	0.1156	0.5907	0.0303
10	0.9959	0.6220	1.1306	0.0999	0.0546	0.7900	0.1445	0.6009	0.0371
12	0.9963	0.6193	1.1233	0.1196	0.0558	0.7867	0.1734	0.6132	0.0435
14	0.9967	0.6162	1.1147	0.1390	0.0571	0.7826	0.2024	0.6278	0.0492
16	0.9971	0.6125	1.1048	0.1583	0.0586	0.7777	0.2312	0.6446	0.0542
18	0.9975	0.6085	1.0936	0.1773	0.0603	0.7718	0.2600	0.6636	0.0585
20	0.9980	0.6040	1.0811	0.1960	0.0622	0.7649	0.2886	0.6846	0.0618
22	0.9984	0.5990	1.0675	0.2144	0.0643	0.7569	0.3170	0.7078	0.0640
24	0.9988	0.5936	1.0526	0.2325	0.0666	0.7477	0.3450	0.7329	0.0651
26	0.9992	0.5878	1.0365	0.2502	0.0691	0.7372	0.3726	0.7600	0.0650
28	0.9995	0.5817	1.0192	0.2675	0.0717	0.7252	0.3996	0.7890	0.0635
30	0.9998	0.5751	1.0008	0.2844	0.0745	0.7118	0.4258	0.8198	0.0605
32	0.9999	0.5682	0.9813	0.3009	0.0775	0.6969	0.4511	0.8523	0.0559
34	1.0000	0.5609	0.9607	0.3169	0.0806	0.6803	0.4753	0.8863	0.0496
36	0.9999	0.5534	0.9391	0.3324	0.0838	0.6620	0.4982	0.9218	0.0415
38	0.9997	0.5456	0.9164	0.3473	0.0871	0.6420	0.5196	0.9585	0.0315
40	0.9993	0.5375	0.8928	0.3617	0.0906	0.6203	0.5393	0.9963	0.0194
42	0.9987	0.5293	0.8683	0.3755	0.0941	0.5969	0.5570	1.0349	0.0052
44	0.9980	0.5209	0.8428	0.3887	0.0977	0.5718	0.5725	1.0743	-0.0112
46	0.9969	0.5123	0.8165	0.4013	0.1013	0.5451	0.5856	1.1141	-0.0299
48	0.9957	0.5037	0.7893	0.4132	0.1049	0.5169	0.5961	1.1541	-0.0510
50	0.9941	0.4952	0.7614	0.4244	0.1085	0.4873	0.6038	1.1940	-0.0744
52	0.9923	0.4866	0.7328	0.4349	0.1121	0.4565	0.6085	1.2335	-0.1003
54	0.9901	0.4782	0.7035	0.4447	0.1157	0.4247	0.6101	1.2725	-0.1287
56	0.9876	0.4700	0.6735	0.4537	0.1191	0.3921	0.6084	1.3105	-0.1595
58	0.9848	0.4621	0.6430	0.4619	0.1225	0.3589	0.6035	1.3472	-0.1928
60	0.9816	0.4546	0.6120	0.4692	0.1257	0.3254	0.5953	1.3824	-0.2285
62	0.9780	0.4475	0.5805	0.4757	0.1287	0.2919	0.5839	1.4157	-0.2666
64	0.9740	0.4411	0.5486	0.4813	0.1315	0.2587	0.5694	1.4469	-0.3069
66	0.9695	0.4354	0.5164	0.4860	0.1342	0.2261	0.5519	1.4756	-0.3495
68	0.9647	0.4305	0.4838	0.4897	0.1365	0.1944	0.5317	1.5017	-0.3941
70	0.9595	0.4267	0.4511	0.4925	0.1386	0.1639	0.5091	1.5248	-0.4407
72	0.9539	0.4239	0.4182	0.4941	0.1404	0.1348	0.4845	1.5447	-0.4891
74	0.9479	0.4225	0.3853	0.4947	0.1419	0.1075	0.4583	1.5614	-0.5391
76	0.9415	0.4224	0.3523	0.4942	0.1431	0.0820	0.4310	1.5745	-0.5905
78	0.9349	0.4238	0.3194	0.4925	0.1440	0.0587	0.4029	1.5840	-0.6432
80	0.9279	0.4267	0.2867	0.4896	0.1445	0.0374	0.3746	1.5899	-0.6969
82	0.9208	0.4312	0.2542	0.4854	0.1447	0.0184	0.3465	1.5921	-0.7515
84	0.9135	0.4373	0.2220	0.4800	0.1446	0.0015	0.3190	1.5906	-0.8067
86	0.9062	0.4449	0.1903	0.4732	0.1441	-0.0133	0.2924	1.5855	-0.8624
88	0.8988	0.4539	0.1590	0.4650	0.1433	-0.0260	0.2670	1.5767	-0.9183
90	0.8915	0.4642	0.1283	0.4554	0.1422	-0.0369	0.2429	1.5645	-0.9742

Ebener Spannungszustand

n = 10.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.8842	0.4755	0.0983	0.4445	0.1408	-0.0460	0.2202	1.5489	-1.0300
94	0.8770	0.4877	0.0691	0.4321	0.1391	-0.0536	0.1989	1.5299	-1.0855
96	0.8700	0.5005	0.0408	0.4184	0.1371	-0.0598	0.1792	1.5078	-1.1405
98	0.8631	0.5137	0.0134	0.4032	0.1348	-0.0647	0.1608	1.4826	-1.1949
100	0.8564	0.5271	-0.0130	0.3867	0.1322	-0.0685	0.1437	1.4544	-1.2485
102	0.8499	0.5404	-0.0381	0.3689	0.1294	-0.0713	0.1280	1.4234	-1.3012
104	0.8435	0.5534	-0.0621	0.3498	0.1263	-0.0732	0.1134	1.3898	-1.3528
106	0.8373	0.5660	-0.0847	0.3294	0.1230	-0.0744	0.0999	1.3535	-1.4033
108	0.8312	0.5779	-0.1060	0.3080	0.1195	-0.0748	0.0875	1.3147	-1.4524
110	0.8253	0.5890	-0.1257	0.2854	0.1158	-0.0746	0.0760	1.2735	-1.5002
112	0.8195	0.5991	-0.1440	0.2618	0.1118	-0.0739	0.0654	1.2301	-1.5465
114	0.8137	0.6080	-0.1606	0.2374	0.1077	-0.0727	0.0557	1.1846	-1.5912
116	0.8081	0.6157	-0.1756	0.2121	0.1034	-0.0710	0.0467	1.1370	-1.6343
118	0.8025	0.6220	-0.1889	0.1860	0.0989	-0.0690	0.0385	1.0874	-1.6755
120	0.7969	0.6269	-0.2004	0.1594	0.0942	-0.0666	0.0310	1.0360	-1.7150
122	0.7912	0.6301	-0.2101	0.1323	0.0894	-0.0638	0.0241	0.9829	-1.7525
124	0.7856	0.6316	-0.2180	0.1048	0.0844	-0.0608	0.0179	0.9282	-1.7880
126	0.7798	0.6314	-0.2241	0.0770	0.0793	-0.0576	0.0123	0.8720	-1.8215
128	0.7739	0.6292	-0.2283	0.0491	0.0740	-0.0541	0.0073	0.8143	-1.8529
130	0.7678	0.6252	-0.2306	0.0212	0.0687	-0.0504	0.0030	0.7554	-1.8821
132	0.7614	0.6190	-0.2311	-0.0066	0.0632	-0.0465	-0.0009	0.6953	-1.9092
134	0.7547	0.6107	-0.2297	-0.0342	0.0577	-0.0425	-0.0041	0.6342	-1.9339
136	0.7475	0.6002	-0.2266	-0.0614	0.0520	-0.0384	-0.0067	0.5721	-1.9564
138	0.7397	0.5871	-0.2216	-0.0880	0.0463	-0.0342	-0.0088	0.5091	-1.9765
140	0.7311	0.5714	-0.2148	-0.1140	0.0405	-0.0299	-0.0102	0.4455	-1.9943
142	0.7213	0.5526	-0.2064	-0.1392	0.0347	-0.0255	-0.0110	0.3812	-2.0097
144	0.7099	0.5302	-0.1963	-0.1635	0.0288	-0.0211	-0.0112	0.3164	-2.0227
146	0.6961	0.5031	-0.1846	-0.1865	0.0228	-0.0167	-0.0107	0.2513	-2.0333
148	0.6784	0.4694	-0.1715	-0.2082	0.0169	-0.0124	-0.0095	0.1859	-2.0414
150	0.6536	0.4242	-0.1569	-0.2282	0.0109	-0.0080	-0.0075	0.1204	-2.0471
152	0.6110	0.3504	-0.1411	-0.2458	0.0050	-0.0038	-0.0044	0.0550	-2.0504
154	0.5320	-0.3351	-0.1243	-0.2562	-0.0009	0.0001	-0.0013	-0.0103	-2.0512
156	0.6281	-0.5055	-0.1075	-0.2462	-0.0069	0.0022	-0.0056	-0.0756	-2.0497
158	0.6627	-0.5660	-0.0916	-0.2325	-0.0128	0.0047	-0.0086	-0.1411	-2.0458
160	0.6846	-0.6068	-0.0766	-0.2168	-0.0188	0.0075	-0.0107	-0.2066	-2.0395
162	0.7007	-0.6385	-0.0627	-0.1995	-0.0247	0.0104	-0.0122	-0.2720	-2.0308
164	0.7135	-0.6647	-0.0500	-0.1808	-0.0306	0.0135	-0.0130	-0.3371	-2.0198
166	0.7241	-0.6868	-0.0386	-0.1609	-0.0365	0.0167	-0.0132	-0.4019	-2.0063
168	0.7333	-0.7059	-0.0286	-0.1399	-0.0424	0.0199	-0.0129	-0.4663	-1.9905
170	0.7413	-0.7224	-0.0200	-0.1181	-0.0482	0.0231	-0.0120	-0.5300	-1.9724
172	0.7486	-0.7365	-0.0129	-0.0955	-0.0539	0.0262	-0.0106	-0.5931	-1.9519
174	0.7553	-0.7485	-0.0073	-0.0723	-0.0596	0.0294	-0.0087	-0.6553	-1.9292
176	0.7615	-0.7584	-0.0032	-0.0486	-0.0652	0.0324	-0.0063	-0.7167	-1.9042
178	0.7673	-0.7666	-0.0008	-0.0244	-0.0706	0.0353	-0.0034	-0.7770	-1.8769
180	0.7728	-0.7728	0.0000	0.0000	-0.0760	0.0380	0.0000	-0.8362	-1.8475

Ebener Spannungszustand

n = 12.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.9958	0.6183	1.1487	0.0000	0.0419	0.8015	0.0000	0.5452	0.0000
2	0.9958	0.6180	1.1480	0.0202	0.0420	0.8013	0.0289	0.5463	0.0089
4	0.9959	0.6172	1.1460	0.0403	0.0423	0.8005	0.0578	0.5498	0.0178
6	0.9961	0.6159	1.1426	0.0604	0.0427	0.7992	0.0867	0.5556	0.0264
8	0.9963	0.6141	1.1379	0.0804	0.0434	0.7973	0.1157	0.5636	0.0347
10	0.9965	0.6118	1.1318	0.1002	0.0441	0.7949	0.1447	0.5739	0.0427
12	0.9968	0.6090	1.1244	0.1200	0.0451	0.7917	0.1737	0.5866	0.0501
14	0.9972	0.6056	1.1157	0.1395	0.0463	0.7878	0.2028	0.6014	0.0570
16	0.9975	0.6018	1.1057	0.1588	0.0476	0.7831	0.2318	0.6185	0.0631
18	0.9979	0.5974	1.0944	0.1779	0.0491	0.7775	0.2607	0.6378	0.0684
20	0.9983	0.5926	1.0819	0.1967	0.0507	0.7708	0.2895	0.6593	0.0728
22	0.9987	0.5873	1.0680	0.2152	0.0525	0.7630	0.3181	0.6829	0.0762
24	0.9990	0.5816	1.0530	0.2334	0.0545	0.7540	0.3464	0.7086	0.0784
26	0.9993	0.5754	1.0367	0.2512	0.0566	0.7436	0.3742	0.7363	0.0793
28	0.9996	0.5688	1.0192	0.2687	0.0589	0.7318	0.4014	0.7660	0.0788
30	0.9998	0.5618	1.0006	0.2857	0.0613	0.7184	0.4278	0.7974	0.0769
32	1.0000	0.5544	0.9809	0.3023	0.0639	0.7034	0.4533	0.8306	0.0733
34	1.0000	0.5466	0.9600	0.3185	0.0666	0.6867	0.4777	0.8654	0.0680
36	0.9999	0.5385	0.9381	0.3341	0.0694	0.6683	0.5008	0.9016	0.0608
38	0.9997	0.5301	0.9152	0.3493	0.0722	0.6481	0.5222	0.9392	0.0516
40	0.9993	0.5214	0.8913	0.3639	0.0752	0.6260	0.5419	0.9778	0.0404
42	0.9988	0.5125	0.8664	0.3779	0.0783	0.6021	0.5594	1.0174	0.0270
44	0.9981	0.5034	0.8405	0.3913	0.0814	0.5765	0.5747	1.0576	0.0114
46	0.9971	0.4941	0.8138	0.4041	0.0845	0.5492	0.5874	1.0983	-0.0066
48	0.9960	0.4848	0.7863	0.4163	0.0876	0.5203	0.5973	1.1391	-0.0270
50	0.9945	0.4754	0.7580	0.4278	0.0908	0.4899	0.6042	1.1798	-0.0498
52	0.9928	0.4660	0.7289	0.4385	0.0939	0.4582	0.6079	1.2201	-0.0751
54	0.9909	0.4568	0.6991	0.4486	0.0969	0.4255	0.6083	1.2598	-0.1030
56	0.9886	0.4477	0.6687	0.4579	0.0999	0.3919	0.6052	1.2983	-0.1334
58	0.9859	0.4389	0.6376	0.4664	0.1027	0.3578	0.5986	1.3355	-0.1663
60	0.9829	0.4305	0.6061	0.4741	0.1055	0.3234	0.5885	1.3711	-0.2016
62	0.9796	0.4226	0.5740	0.4810	0.1080	0.2890	0.5749	1.4046	-0.2394
64	0.9758	0.4153	0.5415	0.4870	0.1104	0.2550	0.5580	1.4358	-0.2795
66	0.9717	0.4088	0.5087	0.4920	0.1126	0.2218	0.5380	1.4644	-0.3218
68	0.9671	0.4033	0.4755	0.4961	0.1146	0.1896	0.5153	1.4901	-0.3662
70	0.9622	0.3988	0.4421	0.4992	0.1164	0.1588	0.4900	1.5127	-0.4125
72	0.9568	0.3957	0.4085	0.5013	0.1178	0.1297	0.4628	1.5319	-0.4606
74	0.9511	0.3940	0.3748	0.5022	0.1190	0.1025	0.4342	1.5476	-0.5103
76	0.9451	0.3938	0.3411	0.5020	0.1200	0.0774	0.4046	1.5596	-0.5615
78	0.9387	0.3955	0.3074	0.5006	0.1206	0.0547	0.3746	1.5679	-0.6137
80	0.9321	0.3990	0.2739	0.4980	0.1209	0.0343	0.3448	1.5723	-0.6670
82	0.9253	0.4044	0.2406	0.4940	0.1210	0.0164	0.3156	1.5730	-0.7210
84	0.9185	0.4116	0.2076	0.4887	0.1208	0.0007	0.2876	1.5700	-0.7756
86	0.9115	0.4207	0.1750	0.4820	0.1202	-0.0128	0.2609	1.5632	-0.8305
88	0.9046	0.4314	0.1429	0.4738	0.1195	-0.0241	0.2359	1.5529	-0.8856
90	0.8978	0.4435	0.1114	0.4641	0.1184	-0.0337	0.2126	1.5391	-0.9406

## Ebener Spannungszustand

n = 12.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.8910	0.4568	0.0807	0.4530	0.1171	-0.0415	0.1910	1.5220	-0.9953
94	0.8845	0.4711	0.0507	0.4403	0.1155	-0.0479	0.1712	1.5017	-1.0497
96	0.8781	0.4860	0.0216	0.4262	0.1137	-0.0530	0.1530	1.4783	-1.1035
98	0.8719	0.5013	-0.0065	0.4105	0.1117	-0.0569	0.1363	1.4520	-1.1565
100	0.8659	0.5167	-0.0335	0.3934	0.1095	-0.0599	0.1211	1.4229	-1.2088
102	0.8601	0.5320	-0.0593	0.3749	0.1070	-0.0620	0.1071	1.3910	-1.2600
104	0.8544	0.5469	-0.0838	0.3550	0.1044	-0.0633	0.0944	1.3567	-1.3102
106	0.8490	0.5613	-0.1069	0.3338	0.1015	-0.0640	0.0827	1.3198	-1.3591
108	0.8437	0.5748	-0.1286	0.3114	0.0985	-0.0641	0.0720	1.2807	-1.4067
110	0.8385	0.5874	-0.1487	0.2878	0.0953	-0.0637	0.0622	1.2393	-1.4530
112	0.8334	0.5989	-0.1672	0.2632	0.0920	-0.0629	0.0532	1.1957	-1.4977
114	0.8285	0.6091	-0.1840	0.2376	0.0885	-0.0617	0.0450	1.1502	-1.5408
116	0.8236	0.6180	-0.1991	0.2111	0.0848	-0.0601	0.0374	1.1028	-1.5822
118	0.8187	0.6253	-0.2124	0.1839	0.0810	-0.0582	0.0306	1.0535	-1.6220
120	0.8139	0.6310	-0.2238	0.1560	0.0771	-0.0560	0.0243	1.0025	-1.6598
122	0.8091	0.6349	-0.2333	0.1277	0.0731	-0.0536	0.0186	0.9500	-1.6958
124	0.8042	0.6371	-0.2409	0.0989	0.0689	-0.0509	0.0135	0.8959	-1.7299
126	0.7992	0.6373	-0.2466	0.0698	0.0646	-0.0480	0.0089	0.8404	-1.7619
128	0.7941	0.6356	-0.2503	0.0406	0.0603	-0.0450	0.0048	0.7836	-1.7919
130	0.7889	0.6318	-0.2520	0.0114	0.0558	-0.0418	0.0013	0.7256	-1.8197
132	0.7834	0.6259	-0.2518	-0.0176	0.0513	-0.0385	-0.0018	0.6666	-1.8455
134	0.7776	0.6177	-0.2497	-0.0464	0.0467	-0.0351	-0.0044	0.6065	-1.8690
136	0.7713	0.6072	-0.2456	-0.0748	0.0420	-0.0316	-0.0065	0.5455	-1.8902
138	0.7645	0.5942	-0.2396	-0.1027	0.0372	-0.0280	-0.0080	0.4838	-1.9092
140	0.7569	0.5784	-0.2318	-0.1298	0.0324	-0.0243	-0.0091	0.4214	-1.9260
142	0.7482	0.5595	-0.2222	-0.1561	0.0276	-0.0206	-0.0096	0.3585	-1.9404
144	0.7379	0.5369	-0.2109	-0.1813	0.0227	-0.0169	-0.0096	0.2951	-1.9524
146	0.7254	0.5096	-0.1979	-0.2053	0.0178	-0.0132	-0.0090	0.2314	-1.9621
148	0.7089	0.4753	-0.1834	-0.2279	0.0129	-0.0096	-0.0078	0.1674	-1.9695
150	0.6848	0.4287	-0.1674	-0.2486	0.0080	-0.0059	-0.0058	0.1034	-1.9745
152	0.6386	0.3461	-0.1501	-0.2668	0.0030	-0.0023	-0.0029	0.0394	-1.9771
154	0.6170	-0.4465	-0.1318	-0.2725	-0.0019	0.0005	-0.0020	-0.0244	-1.9774
156	0.6771	-0.5523	-0.1139	-0.2604	-0.0068	0.0022	-0.0054	-0.0884	-1.9754
158	0.7042	-0.6036	-0.0969	-0.2454	-0.0117	0.0043	-0.0078	-0.1524	-1.9711
160	0.7219	-0.6403	-0.0810	-0.2284	-0.0166	0.0066	-0.0095	-0.2164	-1.9645
162	0.7351	-0.6695	-0.0662	-0.2098	-0.0216	0.0091	-0.0107	-0.2803	-1.9555
164	0.7457	-0.6940	-0.0528	-0.1899	-0.0265	0.0117	-0.0113	-0.3439	-1.9442
166	0.7545	-0.7150	-0.0408	-0.1689	-0.0313	0.0143	-0.0114	-0.4071	-1.9307
168	0.7621	-0.7330	-0.0302	-0.1468	-0.0361	0.0169	-0.0111	-0.4699	-1.9148
170	0.7688	-0.7486	-0.0211	-0.1238	-0.0409	0.0196	-0.0103	-0.5320	-1.8967
172	0.7749	-0.7619	-0.0136	-0.1000	-0.0457	0.0222	-0.0091	-0.5935	-1.8763
174	0.7804	-0.7731	-0.0077	-0.0757	-0.0503	0.0248	-0.0074	-0.6542	-1.8537
176	0.7856	-0.7824	-0.0034	-0.0508	-0.0549	0.0273	-0.0054	-0.7140	-1.8289
178	0.7905	-0.7897	-0.0009	-0.0255	-0.0594	0.0297	-0.0029	-0.7728	-1.8020
180	0.7951	-0.7951	0.0000	0.0000	-0.0639	0.0319	0.0000	-0.8305	-1.7729

## Ebener Spannungszustand

n = 15.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.9965	0.6089	1.1500	0.0000	0.0323	0.8053	0.0000	0.5163	0.0000
2	0.9965	0.6086	1.1493	0.0202	0.0323	0.8050	0.0289	0.5175	0.0101
4	0.9966	0.6078	1.1473	0.0404	0.0326	0.8043	0.0578	0.5210	0.0200
6	0.9967	0.6064	1.1439	0.0605	0.0329	0.8031	0.0867	0.5269	0.0298
8	0.9969	0.6045	1.1391	0.0806	0.0334	0.8014	0.1157	0.5351	0.0393
10	0.9971	0.6020	1.1330	0.1005	0.0341	0.7991	0.1448	0.5456	0.0484
12	0.9974	0.5990	1.1255	0.1202	0.0349	0.7962	0.1738	0.5584	0.0570
14	0.9977	0.5954	1.1167	0.1398	0.0358	0.7926	0.2030	0.5736	0.0649
16	0.9980	0.5913	1.1066	0.1592	0.0369	0.7881	0.2321	0.5910	0.0722
18	0.9983	0.5867	1.0952	0.1784	0.0382	0.7827	0.2612	0.6107	0.0787
20	0.9986	0.5816	1.0825	0.1973	0.0395	0.7763	0.2901	0.6326	0.0842
22	0.9989	0.5759	1.0685	0.2159	0.0410	0.7687	0.3189	0.6567	0.0887
24	0.9992	0.5698	1.0533	0.2342	0.0427	0.7599	0.3474	0.6829	0.0920
26	0.9995	0.5632	1.0368	0.2521	0.0445	0.7497	0.3754	0.7112	0.0940
28	0.9997	0.5561	1.0192	0.2697	0.0463	0.7381	0.4029	0.7415	0.0946
30	0.9999	0.5486	1.0004	0.2869	0.0484	0.7248	0.4295	0.7736	0.0937
32	1.0000	0.5407	0.9804	0.3036	0.0505	0.7099	0.4553	0.8075	0.0912
34	1.0000	0.5324	0.9593	0.3199	0.0527	0.6931	0.4799	0.8431	0.0869
36	0.9999	0.5236	0.9371	0.3357	0.0550	0.6746	0.5030	0.8802	0.0807
38	0.9997	0.5146	0.9139	0.3510	0.0574	0.6541	0.5245	0.9186	0.0725
40	0.9994	0.5052	0.8897	0.3658	0.0599	0.6317	0.5441	0.9581	0.0622
42	0.9989	0.4956	0.8644	0.3801	0.0624	0.6074	0.5616	0.9985	0.0496
44	0.9983	0.4857	0.8383	0.3937	0.0650	0.5812	0.5765	1.0397	0.0348
46	0.9975	0.4756	0.8112	0.4068	0.0676	0.5533	0.5888	1.0812	0.0176
48	0.9964	0.4654	0.7833	0.4192	0.0702	0.5236	0.5981	1.1229	-0.0021
50	0.9952	0.4551	0.7545	0.4310	0.0728	0.4924	0.6041	1.1645	-0.0242
52	0.9937	0.4448	0.7250	0.4421	0.0753	0.4598	0.6067	1.2056	-0.0490
54	0.9919	0.4346	0.6947	0.4525	0.0779	0.4261	0.6057	1.2459	-0.0763
56	0.9899	0.4245	0.6638	0.4622	0.0803	0.3915	0.6010	1.2851	-0.1062
58	0.9875	0.4147	0.6322	0.4711	0.0827	0.3563	0.5925	1.3227	-0.1387
60	0.9848	0.4052	0.6001	0.4791	0.0849	0.3209	0.5802	1.3586	-0.1737
62	0.9818	0.3962	0.5674	0.4864	0.0870	0.2856	0.5642	1.3923	-0.2111
64	0.9784	0.3879	0.5343	0.4928	0.0890	0.2508	0.5446	1.4234	-0.2509
66	0.9746	0.3804	0.5008	0.4983	0.0907	0.2168	0.5217	1.4518	-0.2929
68	0.9705	0.3739	0.4669	0.5029	0.0923	0.1841	0.4959	1.4770	-0.3371
70	0.9659	0.3686	0.4328	0.5064	0.0937	0.1530	0.4676	1.4989	-0.3831
72	0.9610	0.3647	0.3985	0.5089	0.0948	0.1238	0.4374	1.5172	-0.4310
74	0.9557	0.3626	0.3640	0.5103	0.0957	0.0969	0.4058	1.5317	-0.4804
76	0.9500	0.3623	0.3294	0.5106	0.0964	0.0724	0.3737	1.5424	-0.5311
78	0.9441	0.3641	0.2949	0.5096	0.0968	0.0504	0.3416	1.5491	-0.5829
80	0.9379	0.3682	0.2605	0.5073	0.0970	0.0312	0.3102	1.5519	-0.6356
82	0.9316	0.3746	0.2263	0.5037	0.0969	0.0145	0.2801	1.5509	-0.6890
84	0.9252	0.3833	0.1924	0.4986	0.0966	0.0003	0.2518	1.5460	-0.7428
86	0.9188	0.3941	0.1589	0.4920	0.0961	-0.0116	0.2254	1.5374	-0.7968
88	0.9124	0.4068	0.1259	0.4839	0.0953	-0.0215	0.2012	1.5253	-0.8509
90	0.9062	0.4212	0.0935	0.4742	0.0944	-0.0295	0.1792	1.5099	-0.9048

## Ebener Spannungszustand

n = 15.00

$\theta$	$\tilde{\sigma}_v$	$\tilde{\sigma}_{rr}$	$\tilde{\sigma}_{\theta\theta}$	$\tilde{\sigma}_{r\theta}$	$\tilde{\epsilon}_{rr}$	$\tilde{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\tilde{\epsilon}_{r\theta}$	$\tilde{u}_r$	$\tilde{u}_\theta$
92	0.9002	0.4370	0.0618	0.4628	0.0932	-0.0360	0.1594	1.4912	-0.9583
94	0.8944	0.4537	0.0310	0.4499	0.0918	-0.0411	0.1414	1.4695	-1.0113
96	0.8888	0.4711	0.0010	0.4353	0.0903	-0.0450	0.1253	1.4448	-1.0637
98	0.8834	0.4888	-0.0279	0.4191	0.0886	-0.0480	0.1108	1.4174	-1.1153
100	0.8782	0.5066	-0.0556	0.4014	0.0867	-0.0501	0.0977	1.3873	-1.1660
102	0.8732	0.5241	-0.0821	0.3821	0.0847	-0.0516	0.0859	1.3548	-1.2156
104	0.8684	0.5411	-0.1073	0.3614	0.0825	-0.0524	0.0752	1.3198	-1.2641
106	0.8638	0.5574	-0.1310	0.3392	0.0802	-0.0527	0.0655	1.2825	-1.3114
108	0.8593	0.5728	-0.1531	0.3158	0.0777	-0.0526	0.0567	1.2431	-1.3573
110	0.8549	0.5870	-0.1737	0.2911	0.0751	-0.0521	0.0487	1.2017	-1.4018
112	0.8507	0.6000	-0.1925	0.2653	0.0724	-0.0512	0.0414	1.1582	-1.4448
114	0.8466	0.6116	-0.2095	0.2384	0.0696	-0.0500	0.0347	1.1129	-1.4862
116	0.8425	0.6217	-0.2247	0.2106	0.0666	-0.0486	0.0287	1.0658	-1.5260
118	0.8385	0.6300	-0.2380	0.1821	0.0636	-0.0469	0.0232	1.0171	-1.5640
120	0.8345	0.6367	-0.2493	0.1528	0.0604	-0.0451	0.0182	0.9667	-1.6002
122	0.8304	0.6414	-0.2587	0.1230	0.0572	-0.0430	0.0137	0.9149	-1.6346
124	0.8264	0.6442	-0.2660	0.0928	0.0539	-0.0408	0.0096	0.8617	-1.6671
126	0.8223	0.6450	-0.2712	0.0624	0.0504	-0.0384	0.0060	0.8072	-1.6976
128	0.8181	0.6437	-0.2744	0.0317	0.0470	-0.0359	0.0029	0.7515	-1.7261
130	0.8137	0.6402	-0.2755	0.0011	0.0434	-0.0332	0.0001	0.6946	-1.7525
132	0.8091	0.6345	-0.2746	-0.0294	0.0398	-0.0305	-0.0023	0.6368	-1.7769
134	0.8043	0.6264	-0.2715	-0.0595	0.0361	-0.0277	-0.0042	0.5780	-1.7991
136	0.7990	0.6159	-0.2665	-0.0893	0.0324	-0.0248	-0.0058	0.5185	-1.8192
138	0.7933	0.6029	-0.2595	-0.1184	0.0286	-0.0219	-0.0069	0.4582	-1.8370
140	0.7868	0.5871	-0.2505	-0.1468	0.0248	-0.0190	-0.0077	0.3973	-1.8527
142	0.7794	0.5681	-0.2396	-0.1743	0.0210	-0.0160	-0.0080	0.3359	-1.8661
144	0.7705	0.5455	-0.2270	-0.2006	0.0171	-0.0130	-0.0078	0.2741	-1.8772
146	0.7594	0.5182	-0.2125	-0.2257	0.0132	-0.0100	-0.0072	0.2120	-1.8861
148	0.7445	0.4839	-0.1965	-0.2493	0.0094	-0.0070	-0.0060	0.1497	-1.8928
150	0.7216	0.4364	-0.1789	-0.2710	0.0055	-0.0041	-0.0042	0.0873	-1.8971
152	0.6703	0.3421	-0.1599	-0.2899	0.0016	-0.0012	-0.0016	0.0250	-1.8991
154	0.6864	-0.5221	-0.1401	-0.2898	-0.0023	0.0006	-0.0022	-0.0373	-1.8989
156	0.7272	-0.5985	-0.1209	-0.2759	-0.0062	0.0021	-0.0048	-0.0996	-1.8965
158	0.7479	-0.6426	-0.1028	-0.2594	-0.0101	0.0037	-0.0067	-0.1620	-1.8918
160	0.7618	-0.6756	-0.0859	-0.2411	-0.0140	0.0056	-0.0080	-0.2243	-1.8849
162	0.7722	-0.7027	-0.0702	-0.2213	-0.0179	0.0075	-0.0089	-0.2865	-1.8758
164	0.7806	-0.7257	-0.0560	-0.2001	-0.0218	0.0096	-0.0094	-0.3483	-1.8644
166	0.7876	-0.7456	-0.0432	-0.1778	-0.0256	0.0117	-0.0094	-0.4098	-1.8508
168	0.7937	-0.7628	-0.0319	-0.1544	-0.0294	0.0138	-0.0091	-0.4707	-1.8350
170	0.7991	-0.7776	-0.0223	-0.1301	-0.0332	0.0159	-0.0085	-0.5311	-1.8170
172	0.8040	-0.7902	-0.0143	-0.1051	-0.0369	0.0180	-0.0074	-0.5908	-1.7968
174	0.8085	-0.8007	-0.0081	-0.0794	-0.0406	0.0200	-0.0061	-0.6497	-1.7745
176	0.8127	-0.8092	-0.0036	-0.0533	-0.0442	0.0220	-0.0044	-0.7077	-1.7501
178	0.8166	-0.8157	-0.0009	-0.0268	-0.0478	0.0239	-0.0024	-0.7648	-1.7235
180	0.8204	-0.8204	0.0000	0.0000	-0.0513	0.0257	0.0000	-0.8209	-1.6950



## Ebener Spannungszustand

n = 20.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.9973	0.6000	1.1512	0.0000	0.0231	0.8082	0.0000	0.4859	0.0000
2	0.9973	0.5997	1.1505	0.0202	0.0232	0.8080	0.0288	0.4871	0.0112
4	0.9974	0.5988	1.1485	0.0404	0.0234	0.8074	0.0577	0.4907	0.0224
6	0.9975	0.5973	1.1450	0.0606	0.0237	0.8063	0.0866	0.4967	0.0333
8	0.9976	0.5953	1.1402	0.0807	0.0240	0.8048	0.1156	0.5050	0.0440
10	0.9978	0.5926	1.1340	0.1006	0.0246	0.8027	0.1446	0.5157	0.0542
12	0.9980	0.5894	1.1265	0.1204	0.0252	0.8000	0.1737	0.5288	0.0640
14	0.9982	0.5856	1.1176	0.1400	0.0259	0.7966	0.2029	0.5442	0.0731
16	0.9984	0.5813	1.1074	0.1595	0.0268	0.7925	0.2321	0.5620	0.0815
18	0.9987	0.5764	1.0959	0.1787	0.0277	0.7874	0.2613	0.5821	0.0892
20	0.9989	0.5709	1.0831	0.1977	0.0288	0.7813	0.2904	0.6044	0.0958
22	0.9992	0.5649	1.0689	0.2163	0.0299	0.7740	0.3194	0.6290	0.1015
24	0.9994	0.5584	1.0536	0.2347	0.0312	0.7655	0.3480	0.6557	0.1059
26	0.9996	0.5513	1.0370	0.2528	0.0326	0.7556	0.3763	0.6846	0.1091
28	0.9998	0.5438	1.0191	0.2704	0.0341	0.7441	0.4040	0.7155	0.1108
30	0.9999	0.5357	1.0001	0.2877	0.0356	0.7310	0.4309	0.7483	0.1110
32	1.0000	0.5272	0.9799	0.3046	0.0373	0.7162	0.4569	0.7830	0.1096
34	1.0000	0.5183	0.9586	0.3211	0.0390	0.6994	0.4816	0.8193	0.1063
36	0.9999	0.5090	0.9362	0.3371	0.0408	0.6808	0.5050	0.8573	0.1012
38	0.9998	0.4992	0.9127	0.3526	0.0427	0.6601	0.5266	0.8965	0.0940
40	0.9995	0.4891	0.8881	0.3676	0.0446	0.6374	0.5461	0.9370	0.0846
42	0.9991	0.4787	0.8626	0.3821	0.0466	0.6127	0.5634	0.9783	0.0730
44	0.9986	0.4679	0.8360	0.3960	0.0486	0.5860	0.5781	1.0204	0.0591
46	0.9979	0.4570	0.8086	0.4093	0.0506	0.5573	0.5899	1.0629	0.0427
48	0.9970	0.4458	0.7803	0.4220	0.0526	0.5269	0.5984	1.1055	0.0238
50	0.9960	0.4345	0.7511	0.4341	0.0547	0.4947	0.6035	1.1479	0.0023
52	0.9948	0.4232	0.7211	0.4456	0.0567	0.4612	0.6049	1.1898	-0.0218
54	0.9933	0.4118	0.6904	0.4563	0.0586	0.4264	0.6025	1.2308	-0.0486
56	0.9916	0.4005	0.6589	0.4664	0.0605	0.3907	0.5959	1.2705	-0.0780
58	0.9896	0.3894	0.6268	0.4757	0.0623	0.3544	0.5852	1.3087	-0.1100
60	0.9874	0.3786	0.5941	0.4843	0.0640	0.3179	0.5704	1.3448	-0.1446
62	0.9848	0.3683	0.5608	0.4920	0.0656	0.2815	0.5515	1.3786	-0.1817
64	0.9819	0.3585	0.5271	0.4989	0.0671	0.2458	0.5288	1.4096	-0.2211
66	0.9786	0.3496	0.4929	0.5049	0.0685	0.2110	0.5025	1.4376	-0.2629
68	0.9750	0.3417	0.4583	0.5101	0.0696	0.1777	0.4731	1.4622	-0.3067
70	0.9710	0.3352	0.4234	0.5142	0.0706	0.1463	0.4411	1.4832	-0.3525
72	0.9666	0.3302	0.3882	0.5173	0.0714	0.1171	0.4072	1.5003	-0.4000
74	0.9619	0.3272	0.3529	0.5193	0.0721	0.0904	0.3722	1.5134	-0.4490
76	0.9568	0.3265	0.3174	0.5202	0.0725	0.0666	0.3370	1.5224	-0.4993
78	0.9514	0.3284	0.2820	0.5197	0.0727	0.0457	0.3025	1.5273	-0.5505
80	0.9458	0.3331	0.2466	0.5180	0.0728	0.0278	0.2695	1.5281	-0.6026
82	0.9401	0.3407	0.2114	0.5148	0.0726	0.0127	0.2386	1.5249	-0.6552
84	0.9343	0.3511	0.1765	0.5101	0.0723	0.0003	0.2104	1.5179	-0.7081
86	0.9286	0.3642	0.1419	0.5037	0.0718	-0.0098	0.1850	1.5072	-0.7611
88	0.9230	0.3795	0.1079	0.4957	0.0711	-0.0179	0.1624	1.4932	-0.8139
90	0.9177	0.3968	0.0744	0.4860	0.0703	-0.0242	0.1425	1.4759	-0.8665

## Ebener Spannungszustand

n = 20.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.9125	0.4156	0.0417	0.4745	0.0693	-0.0292	0.1250	1.4555	-0.9186
94	0.9076	0.4353	0.0098	0.4613	0.0682	-0.0329	0.1096	1.4323	-0.9701
96	0.9029	0.4557	-0.0212	0.4463	0.0670	-0.0358	0.0961	1.4064	-1.0209
98	0.8985	0.4763	-0.0510	0.4295	0.0656	-0.0378	0.0842	1.3779	-1.0708
100	0.8942	0.4968	-0.0797	0.4111	0.0641	-0.0392	0.0737	1.3470	-1.1197
102	0.8902	0.5168	-0.1070	0.3910	0.0626	-0.0401	0.0643	1.3138	-1.1675
104	0.8863	0.5363	-0.1329	0.3693	0.0609	-0.0405	0.0559	1.2784	-1.2142
106	0.8826	0.5548	-0.1573	0.3460	0.0591	-0.0406	0.0484	1.2409	-1.2595
108	0.8791	0.5722	-0.1801	0.3214	0.0572	-0.0403	0.0417	1.2014	-1.3036
110	0.8756	0.5883	-0.2011	0.2955	0.0552	-0.0397	0.0355	1.1601	-1.3462
112	0.8723	0.6030	-0.2203	0.2683	0.0532	-0.0389	0.0300	1.1169	-1.3873
114	0.8690	0.6160	-0.2376	0.2400	0.0510	-0.0379	0.0250	1.0721	-1.4269
116	0.8659	0.6274	-0.2530	0.2108	0.0488	-0.0367	0.0205	1.0256	-1.4648
118	0.8627	0.6370	-0.2663	0.1807	0.0465	-0.0353	0.0164	0.9776	-1.5010
120	0.8596	0.6446	-0.2776	0.1499	0.0442	-0.0338	0.0127	0.9281	-1.5355
122	0.8565	0.6502	-0.2868	0.1185	0.0418	-0.0322	0.0094	0.8773	-1.5682
124	0.8533	0.6537	-0.2938	0.0867	0.0393	-0.0305	0.0064	0.8252	-1.5990
126	0.8501	0.6550	-0.2986	0.0546	0.0368	-0.0286	0.0037	0.7719	-1.6279
128	0.8468	0.6541	-0.3012	0.0224	0.0342	-0.0267	0.0014	0.7175	-1.6549
130	0.8434	0.6509	-0.3016	-0.0099	0.0315	-0.0247	-0.0006	0.6621	-1.6798
132	0.8398	0.6454	-0.2999	-0.0419	0.0288	-0.0226	-0.0023	0.6058	-1.7028
134	0.8360	0.6375	-0.2959	-0.0737	0.0261	-0.0204	-0.0037	0.5486	-1.7237
136	0.8319	0.6271	-0.2898	-0.1049	0.0234	-0.0183	-0.0048	0.4907	-1.7425
138	0.8273	0.6140	-0.2816	-0.1355	0.0206	-0.0160	-0.0055	0.4321	-1.7592
140	0.8221	0.5982	-0.2714	-0.1654	0.0178	-0.0138	-0.0060	0.3730	-1.7738
142	0.8161	0.5793	-0.2591	-0.1942	0.0149	-0.0116	-0.0061	0.3134	-1.7862
144	0.8089	0.5569	-0.2449	-0.2219	0.0121	-0.0093	-0.0059	0.2534	-1.7965
146	0.7996	0.5299	-0.2289	-0.2483	0.0092	-0.0071	-0.0053	0.1932	-1.8046
148	0.7868	0.4961	-0.2111	-0.2730	0.0063	-0.0048	-0.0043	0.1328	-1.8104
150	0.7660	0.4488	-0.1917	-0.2958	0.0034	-0.0026	-0.0028	0.0723	-1.8142
152	0.7059	0.3358	-0.1709	-0.3157	0.0006	-0.0005	-0.0006	0.0118	-1.8157
154	0.7526	-0.5878	-0.1494	-0.3090	-0.0023	0.0007	-0.0021	-0.0486	-1.8150
156	0.7801	-0.6460	-0.1289	-0.2932	-0.0052	0.0017	-0.0039	-0.1091	-1.8122
158	0.7951	-0.6840	-0.1095	-0.2752	-0.0081	0.0030	-0.0053	-0.1696	-1.8073
160	0.8054	-0.7140	-0.0914	-0.2555	-0.0110	0.0044	-0.0063	-0.2300	-1.8002
162	0.8132	-0.7392	-0.0747	-0.2342	-0.0138	0.0058	-0.0069	-0.2901	-1.7909
164	0.8195	-0.7610	-0.0595	-0.2116	-0.0167	0.0073	-0.0072	-0.3500	-1.7795
166	0.8248	-0.7799	-0.0459	-0.1878	-0.0195	0.0089	-0.0073	-0.4094	-1.7660
168	0.8294	-0.7963	-0.0339	-0.1630	-0.0223	0.0104	-0.0070	-0.4684	-1.7503
170	0.8335	-0.8104	-0.0237	-0.1373	-0.0251	0.0120	-0.0065	-0.5267	-1.7326
172	0.8372	-0.8224	-0.0152	-0.1108	-0.0278	0.0135	-0.0057	-0.5844	-1.7127
174	0.8406	-0.8322	-0.0086	-0.0837	-0.0305	0.0150	-0.0046	-0.6413	-1.6908
176	0.8437	-0.8400	-0.0038	-0.0561	-0.0332	0.0165	-0.0033	-0.6974	-1.6669
178	0.8467	-0.8458	-0.0010	-0.0282	-0.0358	0.0179	-0.0018	-0.7526	-1.6410
180	0.8496	-0.8496	0.0000	0.0000	-0.0384	0.0192	0.0000	-0.8067	-1.6132

## Ebener Spannungszustand

n = 30.00

$\theta$	$\tilde{\sigma}_v$	$\tilde{\sigma}_{rr}$	$\tilde{\sigma}_{\theta\theta}$	$\tilde{\sigma}_{r\theta}$	$\tilde{\varepsilon}_{rr}$	$\tilde{\varepsilon}_{\theta\theta}$	$\tilde{\varepsilon}_{r\theta}$	$\tilde{u}_r$	$\tilde{u}_\theta$
0	0.9981	0.5916	1.1523	0.0000	0.0146	0.8102	0.0000	0.4531	0.0000
2	0.9981	0.5913	1.1516	0.0202	0.0147	0.8100	0.0287	0.4543	0.0124
4	0.9981	0.5904	1.1496	0.0404	0.0148	0.8095	0.0575	0.4580	0.0248
6	0.9982	0.5888	1.1461	0.0606	0.0150	0.8085	0.0863	0.4640	0.0370
8	0.9983	0.5866	1.1413	0.0807	0.0152	0.8072	0.1152	0.4725	0.0488
10	0.9984	0.5838	1.1350	0.1006	0.0156	0.8054	0.1442	0.4834	0.0603
12	0.9986	0.5804	1.1274	0.1204	0.0160	0.8030	0.1733	0.4967	0.0713
14	0.9987	0.5764	1.1185	0.1401	0.0165	0.7999	0.2025	0.5124	0.0816
16	0.9989	0.5718	1.1082	0.1596	0.0171	0.7961	0.2317	0.5305	0.0913
18	0.9991	0.5665	1.0966	0.1788	0.0178	0.7914	0.2610	0.5509	0.1001
20	0.9992	0.5607	1.0836	0.1979	0.0185	0.7856	0.2903	0.5737	0.1080
22	0.9994	0.5543	1.0694	0.2166	0.0193	0.7788	0.3194	0.5987	0.1149
24	0.9996	0.5474	1.0539	0.2350	0.0202	0.7706	0.3483	0.6260	0.1206
26	0.9997	0.5399	1.0371	0.2532	0.0211	0.7610	0.3767	0.6555	0.1249
28	0.9998	0.5318	1.0191	0.2710	0.0222	0.7499	0.4047	0.6870	0.1279
30	0.9999	0.5232	0.9999	0.2884	0.0232	0.7370	0.4318	0.7206	0.1293
32	1.0000	0.5141	0.9795	0.3054	0.0244	0.7223	0.4581	0.7560	0.1290
34	1.0000	0.5046	0.9579	0.3220	0.0256	0.7057	0.4830	0.7932	0.1269
36	0.9999	0.4945	0.9353	0.3382	0.0268	0.6870	0.5065	0.8320	0.1228
38	0.9998	0.4840	0.9115	0.3539	0.0281	0.6662	0.5282	0.8722	0.1167
40	0.9996	0.4731	0.8867	0.3691	0.0295	0.6432	0.5478	0.9136	0.1084
42	0.9993	0.4618	0.8608	0.3838	0.0308	0.6181	0.5650	0.9559	0.0978
44	0.9990	0.4502	0.8339	0.3980	0.0322	0.5908	0.5794	0.9990	0.0848
46	0.9985	0.4382	0.8061	0.4116	0.0336	0.5615	0.5906	1.0424	0.0693
48	0.9979	0.4260	0.7774	0.4247	0.0350	0.5303	0.5985	1.0860	0.0512
50	0.9971	0.4135	0.7478	0.4371	0.0364	0.4972	0.6026	1.1294	0.0305
52	0.9962	0.4009	0.7174	0.4489	0.0378	0.4626	0.6027	1.1721	0.0071
54	0.9951	0.3882	0.6861	0.4601	0.0392	0.4267	0.5985	1.2139	-0.0191
56	0.9938	0.3755	0.6542	0.4706	0.0405	0.3898	0.5899	1.2542	-0.0479
58	0.9924	0.3629	0.6215	0.4804	0.0417	0.3523	0.5768	1.2929	-0.0794
60	0.9906	0.3504	0.5882	0.4895	0.0429	0.3145	0.5591	1.3293	-0.1135
62	0.9887	0.3383	0.5543	0.4978	0.0440	0.2769	0.5369	1.3631	-0.1502
64	0.9865	0.3267	0.5198	0.5053	0.0450	0.2401	0.5104	1.3940	-0.1893
66	0.9839	0.3158	0.4849	0.5120	0.0459	0.2044	0.4799	1.4215	-0.2307
68	0.9811	0.3059	0.4495	0.5178	0.0466	0.1703	0.4460	1.4453	-0.2742
70	0.9778	0.2974	0.4138	0.5227	0.0473	0.1384	0.4094	1.4651	-0.3196
72	0.9743	0.2906	0.3777	0.5266	0.0478	0.1091	0.3708	1.4808	-0.3668
74	0.9703	0.2861	0.3415	0.5294	0.0481	0.0828	0.3313	1.4921	-0.4153
76	0.9660	0.2843	0.3051	0.5310	0.0484	0.0598	0.2922	1.4990	-0.4651
78	0.9614	0.2859	0.2686	0.5314	0.0484	0.0401	0.2547	1.5015	-0.5157
80	0.9566	0.2911	0.2321	0.5304	0.0484	0.0239	0.2199	1.4997	-0.5670
82	0.9517	0.3002	0.1957	0.5279	0.0482	0.0109	0.1886	1.4940	-0.6187
84	0.9469	0.3131	0.1596	0.5238	0.0479	0.0006	0.1613	1.4844	-0.6705
86	0.9421	0.3293	0.1238	0.5179	0.0475	-0.0073	0.1379	1.4713	-0.7222
88	0.9376	0.3483	0.0885	0.5101	0.0469	-0.0132	0.1181	1.4549	-0.7736
90	0.9333	0.3695	0.0538	0.5005	0.0463	-0.0177	0.1015	1.4356	-0.8246

## Ebener Spannungszustand

n = 30.00

$\theta$	$\tilde{\sigma}_v$	$\tilde{\sigma}_{rr}$	$\tilde{\sigma}_{\theta\theta}$	$\tilde{\sigma}_{r\theta}$	$\tilde{\epsilon}_{rr}$	$\tilde{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\tilde{\epsilon}_{r\theta}$	$\tilde{u}_r$	$\tilde{u}_\theta$
92	0.9293	0.3922	0.0198	0.4889	0.0456	-0.0210	0.0875	1.4134	-0.8750
94	0.9255	0.4158	-0.0133	0.4754	0.0448	-0.0235	0.0756	1.3887	-0.9247
96	0.9220	0.4399	-0.0455	0.4599	0.0439	-0.0252	0.0655	1.3616	-0.9736
98	0.9187	0.4640	-0.0765	0.4425	0.0430	-0.0264	0.0568	1.3321	-1.0215
100	0.9156	0.4877	-0.1062	0.4232	0.0420	-0.0272	0.0492	1.3005	-1.0684
102	0.9127	0.5108	-0.1346	0.4022	0.0409	-0.0276	0.0426	1.2668	-1.1142
104	0.9099	0.5330	-0.1614	0.3794	0.0397	-0.0277	0.0368	1.2312	-1.1587
106	0.9073	0.5541	-0.1867	0.3549	0.0385	-0.0276	0.0317	1.1937	-1.2020
108	0.9047	0.5738	-0.2102	0.3289	0.0372	-0.0273	0.0271	1.1545	-1.2440
110	0.9023	0.5920	-0.2318	0.3015	0.0359	-0.0268	0.0229	1.1135	-1.2845
112	0.9000	0.6086	-0.2515	0.2728	0.0345	-0.0261	0.0192	1.0709	-1.3236
114	0.8977	0.6233	-0.2693	0.2429	0.0331	-0.0254	0.0159	1.0268	-1.3611
116	0.8954	0.6362	-0.2849	0.2119	0.0317	-0.0245	0.0129	0.9812	-1.3970
118	0.8932	0.6470	-0.2984	0.1801	0.0301	-0.0235	0.0102	0.9342	-1.4313
120	0.8911	0.6557	-0.3096	0.1474	0.0286	-0.0225	0.0078	0.8859	-1.4638
122	0.8889	0.6622	-0.3186	0.1142	0.0270	-0.0213	0.0056	0.8364	-1.4947
124	0.8867	0.6665	-0.3253	0.0805	0.0253	-0.0201	0.0037	0.7858	-1.5237
126	0.8845	0.6684	-0.3296	0.0465	0.0237	-0.0189	0.0020	0.7340	-1.5509
128	0.8822	0.6680	-0.3317	0.0124	0.0220	-0.0175	0.0005	0.6813	-1.5763
130	0.8798	0.6651	-0.3313	-0.0217	0.0202	-0.0162	-0.0008	0.6276	-1.5997
132	0.8773	0.6598	-0.3287	-0.0556	0.0185	-0.0148	-0.0019	0.5731	-1.6212
134	0.8746	0.6521	-0.3237	-0.0892	0.0167	-0.0133	-0.0027	0.5179	-1.6407
136	0.8717	0.6417	-0.3165	-0.1222	0.0149	-0.0119	-0.0034	0.4619	-1.6583
138	0.8684	0.6287	-0.3069	-0.1546	0.0131	-0.0104	-0.0039	0.4054	-1.6738
140	0.8647	0.6130	-0.2952	-0.1861	0.0112	-0.0089	-0.0041	0.3483	-1.6873
142	0.8604	0.5943	-0.2814	-0.2165	0.0094	-0.0074	-0.0041	0.2908	-1.6987
144	0.8551	0.5722	-0.2655	-0.2458	0.0075	-0.0059	-0.0039	0.2330	-1.7081
146	0.8481	0.5460	-0.2477	-0.2737	0.0056	-0.0044	-0.0035	0.1749	-1.7154
148	0.8383	0.5136	-0.2280	-0.2999	0.0038	-0.0029	-0.0027	0.1167	-1.7206
150	0.8211	0.4686	-0.2065	-0.3241	0.0019	-0.0015	-0.0016	0.0583	-1.7238
152	0.6355	0.0541	-0.1835	-0.3451	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.7248
154	0.8211	-0.6517	-0.1603	-0.3308	-0.0019	0.0005	-0.0016	-0.0583	-1.7238
156	0.8382	-0.6969	-0.1381	-0.3131	-0.0038	0.0013	-0.0028	-0.1166	-1.7207
158	0.8481	-0.7299	-0.1173	-0.2935	-0.0056	0.0021	-0.0037	-0.1749	-1.7155
160	0.8549	-0.7572	-0.0979	-0.2721	-0.0075	0.0030	-0.0043	-0.2330	-1.7083
162	0.8602	-0.7808	-0.0799	-0.2492	-0.0094	0.0039	-0.0047	-0.2909	-1.6991
164	0.8644	-0.8014	-0.0637	-0.2250	-0.0112	0.0049	-0.0049	-0.3485	-1.6878
166	0.8680	-0.8196	-0.0491	-0.1995	-0.0131	0.0059	-0.0049	-0.4056	-1.6744
168	0.8710	-0.8354	-0.0363	-0.1731	-0.0149	0.0070	-0.0047	-0.4623	-1.6590
170	0.8738	-0.8489	-0.0253	-0.1457	-0.0167	0.0080	-0.0044	-0.5183	-1.6416
172	0.8763	-0.8603	-0.0163	-0.1175	-0.0185	0.0090	-0.0038	-0.5738	-1.6223
174	0.8786	-0.8696	-0.0092	-0.0887	-0.0203	0.0100	-0.0031	-0.6284	-1.6010
176	0.8808	-0.8768	-0.0041	-0.0595	-0.0220	0.0109	-0.0022	-0.6823	-1.5777
178	0.8828	-0.8818	-0.0010	-0.0298	-0.0237	0.0118	-0.0012	-0.7353	-1.5526
180	0.8848	-0.8848	0.0000	0.0000	-0.0254	0.0127	0.0000	-0.7874	-1.5256

## Ebener Spannungszustand

n = 50.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
0	0.9988	0.5855	1.1532	0.0000	0.0083	0.8108	0.0000	0.4248	0.0000
2	0.9988	0.5851	1.1525	0.0202	0.0084	0.8107	0.0286	0.4260	0.0135
4	0.9988	0.5842	1.1505	0.0404	0.0084	0.8102	0.0572	0.4297	0.0268
6	0.9989	0.5825	1.1470	0.0605	0.0085	0.8094	0.0859	0.4358	0.0400
8	0.9989	0.5802	1.1421	0.0806	0.0087	0.8083	0.1147	0.4444	0.0529
10	0.9990	0.5773	1.1358	0.1006	0.0089	0.8066	0.1436	0.4554	0.0654
12	0.9991	0.5737	1.1282	0.1204	0.0092	0.8045	0.1727	0.4689	0.0774
14	0.9992	0.5695	1.1192	0.1400	0.0095	0.8018	0.2018	0.4848	0.0888
16	0.9993	0.5646	1.1088	0.1595	0.0099	0.7983	0.2311	0.5032	0.0994
18	0.9994	0.5591	1.0971	0.1788	0.0103	0.7939	0.2604	0.5239	0.1093
20	0.9995	0.5530	1.0841	0.1978	0.0107	0.7886	0.2898	0.5470	0.1183
22	0.9996	0.5463	1.0698	0.2166	0.0112	0.7821	0.3190	0.5725	0.1261
24	0.9997	0.5390	1.0542	0.2351	0.0118	0.7743	0.3480	0.6002	0.1328
26	0.9998	0.5311	1.0373	0.2533	0.0124	0.7650	0.3767	0.6301	0.1382
28	0.9999	0.5226	1.0192	0.2712	0.0130	0.7542	0.4048	0.6622	0.1422
30	1.0000	0.5136	0.9998	0.2887	0.0137	0.7416	0.4322	0.6963	0.1446
32	1.0000	0.5040	0.9793	0.3058	0.0144	0.7271	0.4586	0.7324	0.1453
34	1.0000	0.4939	0.9575	0.3226	0.0151	0.7106	0.4838	0.7703	0.1442
36	1.0000	0.4832	0.9347	0.3389	0.0159	0.6920	0.5075	0.8098	0.1411
38	0.9999	0.4721	0.9107	0.3547	0.0167	0.6711	0.5293	0.8507	0.1359
40	0.9998	0.4605	0.8856	0.3701	0.0175	0.6480	0.5489	0.8929	0.1285
42	0.9996	0.4485	0.8595	0.3850	0.0184	0.6226	0.5660	0.9361	0.1188
44	0.9993	0.4361	0.8324	0.3994	0.0192	0.5950	0.5802	0.9800	0.1066
46	0.9990	0.4232	0.8043	0.4133	0.0201	0.5652	0.5911	1.0243	0.0919
48	0.9986	0.4101	0.7753	0.4266	0.0210	0.5333	0.5984	1.0687	0.0746
50	0.9981	0.3966	0.7454	0.4393	0.0218	0.4995	0.6017	1.1128	0.0545
52	0.9976	0.3828	0.7146	0.4515	0.0227	0.4640	0.6006	1.1563	0.0317
54	0.9969	0.3689	0.6830	0.4630	0.0235	0.4271	0.5950	1.1987	0.0062
56	0.9960	0.3548	0.6506	0.4739	0.0243	0.3891	0.5847	1.2397	-0.0221
58	0.9950	0.3407	0.6174	0.4841	0.0251	0.3505	0.5693	1.2787	-0.0532
60	0.9939	0.3266	0.5836	0.4937	0.0258	0.3116	0.5490	1.3154	-0.0869
62	0.9926	0.3127	0.5492	0.5025	0.0265	0.2729	0.5237	1.3493	-0.1232
64	0.9911	0.2991	0.5142	0.5106	0.0271	0.2350	0.4936	1.3799	-0.1620
66	0.9893	0.2860	0.4786	0.5179	0.0276	0.1983	0.4591	1.4069	-0.2031
68	0.9873	0.2737	0.4426	0.5244	0.0280	0.1635	0.4206	1.4300	-0.2463
70	0.9850	0.2627	0.4061	0.5301	0.0284	0.1310	0.3790	1.4487	-0.2915
72	0.9824	0.2533	0.3693	0.5348	0.0287	0.1014	0.3352	1.4629	-0.3382
74	0.9794	0.2463	0.3322	0.5385	0.0289	0.0752	0.2907	1.4723	-0.3864
76	0.9760	0.2426	0.2949	0.5411	0.0290	0.0528	0.2470	1.4770	-0.4357
78	0.9724	0.2431	0.2574	0.5424	0.0290	0.0344	0.2060	1.4770	-0.4857
80	0.9685	0.2486	0.2199	0.5424	0.0289	0.0199	0.1694	1.4726	-0.5363
82	0.9646	0.2595	0.1825	0.5407	0.0287	0.0090	0.1384	1.4641	-0.5871
84	0.9607	0.2755	0.1452	0.5373	0.0285	0.0011	0.1131	1.4519	-0.6378
86	0.9571	0.2957	0.1083	0.5319	0.0282	-0.0046	0.0930	1.4364	-0.6883
88	0.9537	0.3191	0.0717	0.5246	0.0278	-0.0086	0.0772	1.4179	-0.7384
90	0.9507	0.3448	0.0358	0.5151	0.0274	-0.0114	0.0647	1.3967	-0.7878

## Ebener Spannungszustand

n = 50.00

$\theta$	$\bar{\sigma}_v$	$\bar{\sigma}_{rr}$	$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	$\bar{\sigma}_{r\theta}$	$\bar{\epsilon}_{rr}$	$\bar{\epsilon}_{\theta\theta}$	$\bar{\epsilon}_{r\theta}$	$\bar{u}_r$	$\bar{u}_\theta$
92	0.9478	0.3718	0.0006	0.5035	0.0269	-0.0134	0.0547	1.3731	-0.8366
94	0.9453	0.3994	-0.0338	0.4897	0.0264	-0.0148	0.0466	1.3471	-0.8846
96	0.9429	0.4273	-0.0671	0.4738	0.0259	-0.0158	0.0399	1.3191	-0.9317
98	0.9407	0.4548	-0.0992	0.4558	0.0253	-0.0164	0.0343	1.2890	-0.9778
100	0.9387	0.4817	-0.1301	0.4357	0.0246	-0.0167	0.0295	1.2570	-1.0228
102	0.9368	0.5076	-0.1594	0.4138	0.0240	-0.0169	0.0253	1.2231	-1.0667
104	0.9350	0.5324	-0.1872	0.3899	0.0233	-0.0169	0.0218	1.1875	-1.1093
106	0.9333	0.5559	-0.2133	0.3643	0.0226	-0.0167	0.0186	1.1502	-1.1507
108	0.9317	0.5777	-0.2375	0.3370	0.0218	-0.0165	0.0158	1.1114	-1.1908
110	0.9302	0.5979	-0.2598	0.3082	0.0210	-0.0161	0.0133	1.0710	-1.2294
112	0.9287	0.6161	-0.2801	0.2780	0.0202	-0.0157	0.0111	1.0291	-1.2666
114	0.9273	0.6324	-0.2983	0.2465	0.0193	-0.0152	0.0091	0.9858	-1.3024
116	0.9259	0.6466	-0.3142	0.2139	0.0185	-0.0146	0.0074	0.9413	-1.3365
118	0.9245	0.6586	-0.3278	0.1804	0.0176	-0.0140	0.0058	0.8954	-1.3691
120	0.9231	0.6683	-0.3391	0.1460	0.0166	-0.0134	0.0043	0.8484	-1.4000
122	0.9218	0.6756	-0.3480	0.1110	0.0157	-0.0127	0.0031	0.8002	-1.4292
124	0.9204	0.6806	-0.3544	0.0755	0.0147	-0.0119	0.0019	0.7510	-1.4567
126	0.9190	0.6830	-0.3584	0.0397	0.0137	-0.0112	0.0010	0.7008	-1.4825
128	0.9176	0.6830	-0.3599	0.0038	0.0127	-0.0104	0.0001	0.6497	-1.5064
130	0.9161	0.6804	-0.3589	-0.0321	0.0117	-0.0095	-0.0007	0.5977	-1.5285
132	0.9145	0.6753	-0.3555	-0.0678	0.0107	-0.0087	-0.0013	0.5450	-1.5488
134	0.9128	0.6676	-0.3496	-0.1031	0.0096	-0.0078	-0.0018	0.4916	-1.5672
136	0.9110	0.6573	-0.3413	-0.1378	0.0086	-0.0069	-0.0021	0.4375	-1.5837
138	0.9089	0.6444	-0.3306	-0.1718	0.0075	-0.0061	-0.0024	0.3829	-1.5982
140	0.9065	0.6288	-0.3175	-0.2049	0.0064	-0.0052	-0.0025	0.3278	-1.6108
142	0.9037	0.6103	-0.3022	-0.2370	0.0053	-0.0043	-0.0025	0.2723	-1.6214
144	0.9003	0.5888	-0.2848	-0.2677	0.0042	-0.0034	-0.0023	0.2165	-1.6301
146	0.8957	0.5636	-0.2653	-0.2971	0.0031	-0.0025	-0.0020	0.1605	-1.6368
148	0.8889	0.5333	-0.2438	-0.3247	0.0020	-0.0016	-0.0015	0.1042	-1.6415
150	0.8764	0.4925	-0.2204	-0.3505	0.0009	-0.0007	-0.0008	0.0479	-1.6442
152	0.8479	-0.6308	-0.1954	-0.3679	-0.0002	0.0000	-0.0002	-0.0084	-1.6449
154	0.8813	-0.7057	-0.1705	-0.3512	-0.0013	0.0004	-0.0011	-0.0647	-1.6436
156	0.8912	-0.7425	-0.1469	-0.3319	-0.0024	0.0008	-0.0018	-0.1210	-1.6403
158	0.8971	-0.7720	-0.1247	-0.3107	-0.0035	0.0013	-0.0023	-0.1772	-1.6351
160	0.9013	-0.7974	-0.1040	-0.2878	-0.0046	0.0018	-0.0026	-0.2332	-1.6279
162	0.9044	-0.8199	-0.0849	-0.2634	-0.0057	0.0024	-0.0029	-0.2890	-1.6187
164	0.9070	-0.8399	-0.0676	-0.2377	-0.0068	0.0030	-0.0030	-0.3444	-1.6076
166	0.9092	-0.8575	-0.0521	-0.2107	-0.0078	0.0035	-0.0030	-0.3994	-1.5944
168	0.9111	-0.8730	-0.0385	-0.1827	-0.0089	0.0041	-0.0029	-0.4539	-1.5794
170	0.9128	-0.8862	-0.0269	-0.1537	-0.0100	0.0047	-0.0026	-0.5079	-1.5625
172	0.9143	-0.8972	-0.0173	-0.1239	-0.0110	0.0053	-0.0023	-0.5612	-1.5436
174	0.9157	-0.9061	-0.0097	-0.0935	-0.0120	0.0059	-0.0019	-0.6138	-1.5229
176	0.9170	-0.9127	-0.0043	-0.0627	-0.0131	0.0065	-0.0013	-0.6657	-1.5004
178	0.9183	-0.9172	-0.0011	-0.0314	-0.0141	0.0070	-0.0007	-0.7167	-1.4760
180	0.9195	-0.9195	0.0000	0.0000	-0.0150	0.0075	0.0000	-0.7669	-1.4499

## Bisher erschienene Forschungsberichte der BAM

- Nr. 1/1968  
**Forschung und Entwicklung in der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM)**  
Rechenschaftsbericht für den Bundesminister für Bildung und Wissenschaft
- Nr. 2/1970 (vergriffen)  
G. Andreae  
**Zum Problem des Feuchtigkeitsschutzes von Dehnungsmeßstreifen und Halbleitergebern**
- Nr. 3/1970  
J. Ziebs  
**Über das mechanische Verhalten von Aluminium-Stahl-Freileitungsseilen als Beispiel für Verbundbauteile**
- Nr. 4/1970 (vergriffen)  
A. Burmester  
**Formbeständigkeit von Holz gegenüber Feuchtigkeit – Grundlagen und Vergütungsverfahren**
- Nr. 5/1971  
N. Steiner  
**Die Bedeutung der Netzstellenart und der Netzwerkkettendichte für die Beschreibung der elastischen Eigenschaften und des Abbaus von elastomeren Netzwerken**
- Nr. 6/1971  
P. Schneider  
**Zur Problematik der Prüfung und Beurteilung des Luftschallschutzes von Bauelementen bei unterschiedlichen Einbaubedingungen**
- Nr. 7/1971  
H.-J. Petrowitz  
**Chromatographie und chemische Konstitution – Untersuchungen über den Einfluß der Struktur organischer Verbindungen auf das Verhalten bei der Dünnschicht-Chromatographie**
- Nr. 8/1971  
H. Veith  
**Zum Spannungs-Drehungs-Verhalten von Baustählen bei Wechselbeanspruchung**
- Nr. 9/1971  
K.-H. Möller  
**Untersuchung über die sichernde Wirkung poröser Massen in Acetylenflaschen**
- Nr. 10/1972  
D. Aurich, E. Martin  
**Untersuchungen über die Korngrößenbestimmung mit Ultraschall zur Entwicklung einer für die Praxis geeigneten zerstörungsfreien Meßmethode**
- Nr. 11/1972  
H.-J. Krause  
**Beitrag zur Kenntnis der Schnittriefenbildung und Schnittgütwerte beim Brennschneiden**
- Nr. 12/1972  
H. Feuerberg  
**Über Veränderungen von Nylon-6-Fasern beim Texturieren**
- Nr. 13/1972  
K.-H. Habig, K. Kirschke, W.-W. Maennig, H. Tischer  
**Festkörpergleitreibung und Verschleiß von Eisen, Kobalt, Kupfer, Silber, Magnesium und Aluminium in einem Sauerstoff-Stickstoff-Gemisch zwischen 760 und  $2 \cdot 10^{-7}$  Torr**
- Nr. 14/1972  
E. Fischer  
**Untersuchungen zur Amplitudenabhängigkeit der Ultraschalldämpfung in Metallen bei 20 kHz**
- Nr. 15/1972  
H. Pohl  
**Studie und Probleme der chemischen Edelmetall-Analyse**
- Nr. 16/1972  
E. Knublauch  
**Über Ausführung und Assagefähigkeit des Normbrandversuches nach DIN 4102, Blatt 2, im Hinblick auf die Nachbildung natürlicher Schadensfeuer**
- Nr. 17/1972  
P. Reimers  
**Aktivierungsanalyse mit schnellen Neutronen, Photonen und geladenen Teilchen**
- Nr. 18/1973  
W. Struck  
**Das Spröbruchverhalten des Baustahles R St 37-2 N in geschweißten Konstruktionen, dargestellt mit Hilfe der Methode des Temperaturvergleiches**
- Nr. 19/1973  
K. Kaffanke, H. Czichos
- Die Bestimmung von Grenzflächentemperaturen bei tribologischen Vorgängen
- Nr. 20/1973  
R. Rudolphi  
**Brandrisiko elektrischer Leitungen und Installationen in Wänden**
- Nr. 21/1973  
D. Klaffke, W. Maennig  
**Die kontinuumsmechanische Erfassung des zeitlichen Ablaufs der elastisch-plastischen Dehnungen bei der Zerrüttung**
- Nr. 22/1973  
R. Rudolphi, E. Knublauch  
**Untersuchungen für ein Prüfverfahren zur Bemessung der Brandschutzbekleidung von Stahlstützen**
- Nr. 23/1973  
W. Ruske  
**Reichs- und preußische Landesanstalten in Berlin Ihre Entstehung und Entwicklung als außeruniversitäre Forschungsanstalten und Beratungsorgane der politischen Instanzen**
- Nr. 24/1973  
J. Stanke, E. Klement, R. Rudolphi  
**Das Brandverhalten von Holzstützen unter Druckbeanspruchung**
- Nr. 25/1973  
E. Knublauch  
**Über das Brandgeschehen vor der Fassade eines brennenden Gebäudes unter besonderer Berücksichtigung der Feuerbeanspruchung von Außenstützen**
- Nr. 26/1974  
P. Jost, P. Reimers, P. Weise  
**Der Elektronen-Linearbeschleuniger der BAM – Eigenschaften und erste Anwendungen**
- Nr. 27/1974  
H. Wüstenberg  
**Untersuchungen zum Schallfeld von Winkelprüfköpfen für die Materialprüfung mit Ultraschall**
- Nr. 28/1974  
H. Heinrich  
**Zum Ablauf von Gasexplosionen in mit Rohrleitungen verbundenen Behältern**
- Nr. 29/1974  
P. Schneider  
**Theorie der dissipativen Luftschalldämmung bei einem idealisotropen porösen Material mit starrem Skelet für senkrechten, schrägen und allseitigen Schallenfall**
- Nr. 30/1974 (vergriffen)  
H. Czichos, G. Salomon  
**The Application of Systems Thinking and Systems Analysis to Tribology**
- Nr. 31/1975  
G. Fuhrmann  
**Untersuchungen zur Klärung des Verhaltens thermoplastischer Kunststoffe bei Wechseldehnungsbeanspruchung**
- Nr. 32/1975  
R. Rudolphi, B. Böttcher  
**Ein thermo-elektrisches Netzwerkverfahren zur Berechnung stationärer Temperatur- und Wärmestromverteilungen mit Anwendungsbeispielen**
- Nr. 33/1975  
A. Wagner, G. Kieper, R. Rudolphi  
**Die Bestimmung der Temperaturleitfähigkeit von Baustoffen mit Hilfe eines nichtstationären Meßverfahrens**
- Nr. 34/1976 (vergriffen)  
H.-J. Deppe  
**Untersuchungen zur Vergütung von Holzwerkstoff Nr. 35/1976**  
E. Limberger  
**Der Widerstand von Platten, die als Beplankungsmaterial leichter Wände verwendet werden, gegenüber dem Aufprall harter Körper – Vorschlag für ein Prüfverfahren –**
- Nr. 36/1976 (vergriffen)  
J. Hundt  
**Wärme- und Feuchtigkeitsleitung in Beton unter Einwirkung eines Temperaturgefälles**
- Nr. 37/1976  
W. Struck  
**Die stoßartige Beanspruchung leichter, nichttragender Bauteile durch einen mit der Schulter gegenprallenden Menschen – Vorschlag für ein Prüfverfahren –**
- Nr. 38/1976  
K.-H. Habig  
**Verschleißuntersuchungen an gas-, bad- und ionisiertem Stahl 42 CrMo 4**
- Nr. 39/1976  
K. Kirschke, G. Kempf  
**Untersuchung der viskoelastischen Eigenschaften von Flüssigkeiten (mit nicht-Newtonschem Fließverhalten) insbesondere bei höherer Scherbeanspruchung**
- Nr. 40/1976  
H. Hantsche  
**Zum Untergrundabzug bei energiedispersiven Spektren nach verschiedenen Verfahren**
- Nr. 41/1976  
B. Böttcher  
**Optische Eigenschaften cholesterinischer Flüssigkeiten**
- Nr. 42/1976  
S. Dietlen  
**Ermittlung der Mindestzündenergie brennbarer Gase in Mischung mit Luft**
- Nr. 43/1976  
W. Struck  
**Das Spröbruchverhalten geschweißter Bauteile aus Stahl mit zäh-sprödem Übergang im Bruchverhalten, dargestellt mit Hilfe der Methode des Temperaturvergleiches**
- Nr. 44/1976  
W. Matthees  
**Berechnung von räumlichen, linear elastischen Systemen, die aus finiten Stab- und Balkenelementen zusammengesetzt sind, unter Verwendung des Programms „Stab-Werk“**
- Nr. 45/1976  
W. Paatsch  
**Untersuchung des Elektrodenverhaltens im Vakuum aufgedampfter Metallschichten**
- Nr. 46/1977 (vergriffen)  
G. Schickert, H. Winkler  
**Versuchsergebnisse zur Festigkeit und Verformung von Beton bei mehraxialer Druckbeanspruchung**  
**Results of Test Concerning Strength and Strain of Concrete Subjected to Multiaxial Compressive Stresses**
- Nr. 47/1977  
A. Plank  
**Bautechnische Einflüsse auf die Tragfähigkeit von Kunststoffdübeln für Fassadenbekleidungen**
- Nr. 48/1977  
U. Holzlöhner  
**Setzung von Fundamenten infolge dynamischer Last, angewendet auf die Fundamente einer geplanten Schnellbahn**
- Nr. 49/1977  
G. Wittig  
**Untersuchungen zur Anwendung von Mikrowellen in der zerstörungsfreien Prüfung**
- Nr. 50/1978 (vergriffen)  
N. Czaika, N. Mayer, C. Amberg, G. Magiera, G. Andreae, W. Markowski  
**Zur Meßtechnik für die Sicherheitsbeurteilung und -überwachung von Spannbeton-Reaktordruckbehältern**
- Nr. 51/1978  
J. Sickfeld  
**Auswirkung von chemischen und physikalisch-technologischen Einflußfaktoren auf das Beständigkeitsverhalten von Oberflächenbeschichtungen auf der Basis von Reaktionsbeschichtungsstoffen**
- Nr. 52/1978  
A. Tomov  
**Zum Einfluß der Gleitgeschwindigkeit auf das tribologische Verhalten von Werkstoffen hoher Härte bei reiner Festkörperreibung**
- Nr. 53/1978  
R.-G. Rohrmann, R. Rudolphi  
**Bemessung und Optimierung beheizbarer Straßen- und Brückenbeläge**
- Nr. 54/1978  
H. Sander  
**Magnetisches Verhalten dünner Eisenschichten bei mechanischer Wechselbeanspruchung**
- Nr. 55/1978  
D. Klaffke  
**Beobachtung und Orientierungsbestimmung der Oberflächenkristallite polykristalliner 99,999 %-Al-Proben bei Biegewechselbeanspruchung**
- Nr. 56/1979  
W. Brüner, C. Langlie  
**Stabilität von Sandwichbauteilenn**
- Nr. 57/1979  
M. Stadthaus  
**Untersuchungen an Prüfmitteln für die Magnetpul-**

- verprüfung**  
**Investigations on Inspection-Media for Magnetic-Particle-Testing**
- Nr. 58/1979  
W. Struck  
**Ermittlung des Bauteilwiderstandes aus Versuchsergebnissen bei vereinbartem Sicherheitsniveau**
- Nr. 59/1979  
G. Plauk  
**Ermittlung der Verformungen biegebeanspruchter Stahlbetonbalken mit der Methode der Finiten Elemente unter besonderer Berücksichtigung des Verbundes zwischen Beton und Stahl**
- Nr. 60/1979  
H. Spreckelmeyer, R. Helms, J. Ziebs  
**Untersuchungen zur Erfassung der Kaltformbarkeit von Feinblechen beim Strecken**
- Nr. 61/1979  
K. Richter  
**Beschreibung von Problemen der höheren Farbmetrik mit Hilfe des Gegenfarbensystems**
- Nr. 62/1979  
W. Gerisch, G. Becker  
**Geomagnetobiologisch bedingter Zusammenhang zwischen der Fraßaktivität von Termiten und der Zahl der Sterbefälle**
- Nr. 63/1979  
E. Behrend, J. Ludwig  
**Untersuchungen an Stopfbuchsen von Ventilen und Schiebern für Gase**
- Nr. 64/1980  
W. Rücker  
**Ermittlung der Schwingungserregung beim Betrieb schienengebundener Fahrzeuge in Tunneln sowie Untersuchung des Einflusses einzelner Parameter auf die Ausbreitung von Erschütterungen im Tunnel und dessen Umgebung**
- Nr. 65/1980  
P. Schmidt, D. Aurich, R. Helms, H. Veith, J. Ziebs  
**Untersuchungen über den Einfluß des Spannungszustandes auf bruchmechanische Kennwerte**
- Nr. 66/1980  
M. Hattwig  
**Auswirkung von Druckentlastungsvorgängen auf die Umgebung**
- Nr. 67/1980  
W. Matthees  
**Beitrag zur dynamischen Analyse von vorgespannten und vorbelasteten Feder-Masse-Systemen mit veränderlicher Gliederung unter stoßartiger Beanspruchung**
- Nr. 68/1980  
D. Petersohn  
**Oberflächenmeßverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Stereomeßtechnik. Entwicklung eines volleuzentrischen Präzisions-Goniometers**
- Nr. 69/1980  
F. Buchhardt, P. Brandl  
**Untersuchungen zur Integrität des Liners von Reaktorsicherheitsbehältern (Containments) in Stahlbeton- und Spannbetonbauweise**
- Nr. 70/1980 (vergriffen)  
G. Schickert  
**Schwellenwerte beim Betondruckversuch**
- Nr. 71/1980  
W. Matthees, G. Magiera  
**Untersuchungen über durch den Boden gekoppelte dynamische Wechselwirkungen benachbarter Kernkraftwerksbauten großer Masse unter seismischen Einwirkungen**
- Nr. 72/1980  
R. Rudolphi  
**Übertragbarkeit der Ergebnisse von Brandprüfungen am Beispiel von Stahl- und Holzstützen**
- Nr. 73/1980  
P. Wegener  
**Vergleichende Untersuchungen zum Tragverhalten von Klemmkupplungen für Stahlrohrgerüste nach bestehenden deutschen Prüfvorschriften und geplanten europäischen bzw. internationalen Prüfnormen**
- Nr. 74/1980  
R. Rudolphi, R. Müller  
**ALGOL-Computerprogramm zur Berechnung zweidimensionaler instationärer Temperaturverteilungen mit Anwendungen aus dem Brand- und Wärmeschutz**
- Nr. 75/1980  
H.-J. Heinrich  
**Beitrag zur Kenntnis des zeitlichen und örtlichen Druckverlaufs bei der plötzlichen Entlastung unter Druck stehender Behälter und Behälterkombinationen**
- Nr. 76/1980  
D. Klaffke, W.-W. Maennig  
**Deformationsverhalten von Rein- und Reinstaluminium sowie Cu 99,9 und St 37 bei Biegewechselbeanspruchung im Rasterelektronenmikroskop**
- Nr. 77/1981  
M. Gierloff, M. Maulzsch  
**Untersuchung des Verhaltens von Lagerzementen**
- Nr. 78/1981  
W. Rücker  
**Dynamische Wechselwirkung eines Schienen-Swellensystems mit dem Untergrund**
- Nr. 79/1981  
V. Neumann  
**Ein Beitrag zur Untersuchung der wasserstoffbeeinflußten Kaltrüßneigung höherfester niedriglegierter Feinkornbaustähle mit dem Implantversuch**
- Nr. 80/1981  
A. Plank, W. Struck, M. Tzschätzsch  
**Ursachen des Teileinsturzes der Kongreßhalle in Berlin-Tiergarten**
- Nr. 81/1981  
J. Schmidt  
**Graphisch-rechnerisches Verfahren zum Erfassen der Zündhäufigkeit zündbarer Stoffe; Anwendung auf Datenmaterial aus dem Bereich der Statistik**
- Nr. 82/1982  
R. Helms, H.-J. Kühn, S. Ledworuski  
**Zur werkstoffmechanischen Beurteilung des Kerbschlagbiegeversuches**  
**Assessment of the mechanical behaviour of materials in the notched bar impact test**
- Nr. 83/1982  
H. Czichos, P. Feinle  
**Tribologisches Verhalten von thermoplastischen Kunststoffen**  
**- Kontaktdeformation, Reibung und Verschleiß, Oberflächenuntersuchungen -**
- Nr. 84/1982  
R. Müller, R. Rudolphi  
**Übertragbarkeit der Ergebnisse von Brandprüfungen im Kleinprüfstand (Vergleichsversuche)**
- Nr. 85/ISBN 3-88314-231-X/1982  
H. Czichos  
**Technische Materialforschung und -prüfung**  
**- Entwicklungstendenzen und Rahmenvorschläge für ein EG-Programm „Basic Technological Research“ - Materials Research and Testing**  
**- Development Trends and Outline Proposals for a Community Programme "Basic Technological Research" -**
- Nr. 86/ISBN 3-88314-232-8/1982  
K. Niesel, P. Schimelwitz  
**Zur quantitativen Kennzeichnung des Verwitterungsverhaltens von Naturwerksteinen anhand ihrer Gefügemerkmale**
- Nr. 87/ISBN 3-88314-240-9/1982  
B. Isecke, W. Stichel  
**Einfluß baupraktischer Umgebungsbedingungen auf das Korrosionsverhalten von Spannstählen vor dem Injizieren**
- Nr. 88/ISBN 3-88314-254-9/1983  
A. Erhard  
**Untersuchungen zur Ausbreitung von Longitudinalwellen an Oberflächen bei der Materialprüfung mit Ultraschall**
- Nr. 89/ISBN 3-88314-263-8/1983  
D. Conrad, S. Dietlen  
**Untersuchungen zur Zerfallsfähigkeit von Distickstoffoxid**
- Nr. 90/ISBN 3-88314-264-6/1983  
K. Brandes, E. Limberger, J. Herter  
**Kinetische Grenztragfähigkeit von stoßartig belasteten Stahlbetonbauteilen**  
**Kinetic Load Bearing Capacity of Impulsively Loaded Reinforced Concrete Members**
- Nr. 91/ISBN 3-88314-265-4/1983  
M. Weber  
**Dreidimensionale Analyse von unbewehrtem Beton mit nichtlinear-elastischem Materialgesetz**
- Nr. 92/ISBN 3-88314-266-2/1983  
L. Auersch  
**Ausbreitung von Erschütterungen durch den Boden**
- Nr. 93/ISBN 3-88314-283-2/1983  
P. Studt  
**Unterdrückung stick-slip-induzierter Kurvengeräusche schienengebundener Fahrzeuge durch eine physikalisch-chemische Oberflächenbehandlung der Schienen**
- Nr. 94/ISBN 3-88314-284-0/1983  
Xian-Quan Dong  
**Untersuchungen der Störschwingungen beim Kerbschlagbiegeversuch und deren Abschwächungen**
- Nr. 95/ISBN 3-88314-289-1/1983  
M. Römer  
**Über die Fokussierung des Schallfeldes von Ultraschall-Prüfköpfen mit Fresnelschen Zonenplatten**
- Nr. 96/ISBN 3-88314-296-4/1983  
H. Eifler  
**Verbundverhalten zwischen Beton und geripptem Betonstahl sowie sein Einfluß auf inelastische Verformungen biegebeanspruchter Stahlbetonbalken**
- Nr. 97/ISBN 3-88314-297-2/1983  
G. Fuhrmann, W. Schwarz  
**Typische Bruchflächenbildung thermoplastischer Kunststoffe nach wechselnder mechanischer Beanspruchung**
- Nr. 98/ISBN 3-88314-312-X/1983  
E. Schnabel  
**Bestimmung des elastischen Verhaltens von Maschinenwaren**  
**- Stretch- und Erholungsvermögen -**
- Nr. 99/ISBN 3-88314-317-0/1983  
K. Brandes, E. Limberger, J. Herter  
**Kinetische Grenztragfähigkeit von stoßartig belasteten Stahlbetonbauteilen**  
**Kinetic Load Bearing Capacity of Impulsively Loaded Reinforced Concrete Members**
- Nr. 100/ISBN 3-88314-298-0/1984  
G. Klamrowski, P. Neustupny  
**Untersuchungen zur Prüfung von Beton auf Frostwiderstand**
- Nr. 101/ISBN 3-88314-327-8/1984  
P. Reimers, J. Goebbels, H. Heidt, P. Weise, K. Wilding  
**Röntgen- und Gammastrahlen Computer-Tomographie**
- Nr. 102/ISBN 3-88314-335-9/1984  
G. Magiera  
**Weiterentwicklung des hydraulischen Kompensationsverfahrens zur Druckspannungsmessung in Beton**
- Nr. 103/ISBN 3-88314-328-6/1984  
D. Schnitger  
**Radiographie mit Elektronen aus Metallverstärkerfolien**
- Nr. 104/ISBN 3-88314-339-1/1984  
M. Gierloff  
**Beeinflussung von Betoneigenschaften durch Zusatz von Kunststoffdispersionen**
- Nr. 105/ISBN 3-88314-345-6/1984  
B. Schulz-Forberg  
**Beitrag zum Bremsverhalten energieumwandelnder Aufsetzpuffer in Aufzugsanlagen**
- Nr. 106/ISBN 3-88314-360-X/1984  
J. Lehnert  
**Setzung von Fundamenten infolge dynamischer Last**
- Nr. 107/ISBN 3-88314-361-8/1984  
W. Stichel, J. Ehreke  
**Korrosion von Stahlradiatoren**
- Nr. 108/ISBN 3-88314-363-4/1984  
L. Auersch  
**Durch Bodenerschütterungen angeregte Gebäudeschwingungen - Ergebnisse von Modellrechnungen**
- Nr. 109/ISBN 3-88314-381-2/1985  
M. Omar  
**Zur Wirkung der Schrumpfbehinderung auf den Schweißspannungszustand und das Sprödbruchverhalten von unterpulvergeschweißten Blechen aus St E 460 N**
- Nr. 110/ISBN 3-88314-382-0/1985  
H. Walde, B. Kropp  
**Wasserstoff als Energieträger**
- Nr. 111/ISBN 3-88314-383-9/1985  
K. Ziegler  
**Über den Einfluß der Initiierung auf die detonative Umsetzung von Anfox-Sprengstoffen unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer Gesichtspunkte**
- Nr. 112/ISBN 3-88314-409-6/1985  
W. Lützwow  
**Zeitstandverhalten und strukturelle Veränderungen von vielfach wiederverarbeiteten Polyethylenen**
- Nr. 113/ISBN 3-88314-410-X/1985  
R. Helms, H. Henke, G. Oelrich, T. Saito  
**Untersuchungen zum Frequenzinfluß auf die Schwingungskorrosion von Offshore-Konstruktionen**
- Nr. 114/ISBN 3-88314-419-3/1985  
P. Rose, P. Raabe, W. Daum, A. Szameit



**Neue Verfahren für die Prüfung von Reaktorkomponenten mittels Röntgen- und Gammastrahlen**

Nr. 115/ISBN 3-88314-420-7/1985

K. Richter

**Farbempfindungsmerkmal Elementarblau und Buntheitsabstände als Funktion von Farbart und Leuchtdichte von In- und Umfeld**

Nr. 116/ISBN 3-88314-460-6/1985

F.-J. Kasper, R. Müller, R. Rudolphi, A. Wagner

**Theoretische Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Fensterkonstruktionen unter besonderer Berücksichtigung der Rahmenproblematik**

Nr. 117/ISBN 3-88314-468-1/1985

H. Czichos, G. Sievers

**Materials Technologies and Techno-Economic Development**

**A Study for the German Foundation for International Development (Deutsche Stiftung für Internationale Entwicklung)**

Nr. 118/ISBN 3-88314-469-X/1985

H. Treumann, H. Andre, E. Blossfeld, N. Pfeil, M.-M. Zindler

**Brand- und Explosionsgefahren explosionsgefährlicher Stoffe bei Herstellung und Lagerung. Modellversuche mit pyrotechnischen Sätzen und Gegenständen**

Nr. 119/ISBN 3-88314-472-X/1985

J. Herter, K. Brandes, E. Limberger

**Kinetische Grenztragfähigkeit von stoßartig belasteten Stahlbetonbauteilen**

**Versuche an Stahlbetonplatten, Teil I**

**Kinetic Load Bearing Capacity of Impulsively Loaded Reinforced Concrete Members**

**Tests on Reinforced Concrete Slabs, Part I**

Nr. 120/ISBN 3-88314-514-9/1986

A. Hecht

**Zerstörungsfreie Korngrößenbestimmung an austenitischen Feinblechen mit Hilfe der Ultraschallrückstreuung**

Nr. 121/ISBN 3-88314-530-0/1986

P. Feinle, K.-H. Habig

**Versagenskriterien von Stahlgleitpaarungen unter Mischreibungsbedingungen: Einflüsse von Stahlsammensetzung und Wärmebehandlung**

Nr. 122/ISBN 3-88314-521-1/1986

J. Mischke

**Entsorgung kerntechnischer Anlagen**

Sonderkolloquium der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) am 10. 12. 1985 mit Beiträgen von B. Schulz-Förberg, K.E. Wieser und B. Droste

Nr. 123/ISBN 3-88314-531-9/1986

D. Rennoch

**Physikalisch-chemische Analyse sowie toxische Beurteilung der beim thermischen Zerfall organischer Baustoffe entstehenden Brandgase**

Nr. 124/ISBN 3-88314-538-6/1986

H.-M. Thomas

**Zur Anwendung des Impuls-Wirbelstromverfahrens in der zerstörungsfreien Materialprüfung**

Nr. 125/ISBN 3-88314-540-8/1986 (vergriffen)

B. Droste, U. Probst

**Untersuchungen zur Wirksamkeit der Brandschutzisolierung von Flüssiggas-Lagertanks**

Nr. 126/ISBN 3-88314-547-5/1986

W. Stichel

**Korrosion und Korrosionsschutz von Metallen in Schwimmhallen**

Nr. 127/ISBN 3-88314-564-5/1986 (vergriffen)

E. Limberger, K. Brandes, J. Herter, K. Berner

**Kinetische Grenztragfähigkeit von stoßartig belasteten Stahlbetonbauteilen**

**Kinetic Load Bearing Capacity of Impulsively Loaded Reinforced Concrete Members**

**Versuche an Stahlbetonbalken, Teil I**

**Tests on Reinforced Concrete Beams, Part I**

Nr. 128/ISBN 3-88314-568-8/1986 (vergriffen)

E. Limberger, K. Brandes, J. Herter, K. Berner

**Kinetische Grenztragfähigkeit von stoßartig belasteten Stahlbetonbauteilen**

**Kinetic Load Bearing Capacity of Impulsively Loaded Reinforced Concrete Members**

**Versuche an Stahlbetonbalken, Teil II**

**Tests on Reinforced Concrete Beams, Part II**

Nr. 129/ISBN 3-88314-569-6/1980 (vergriffen)

K. Brandes, E. Limberger, J. Herter, K. Berner

**Kinetische Grenztragfähigkeit von stoßartig belasteten Stahlbetonbauteilen**

**Kinetic Load Bearing Capacity of Reinforced Concrete Members under Impact Load**

**Zugversuche an Betonstahl mit erhöhter Dehngeschwindigkeit**

**Reinforcing Steel Tension Tests with high strain rates**

Nr. 130/ISBN 3-88314-570-X/1986

W. Struck

**Einfache Abschätzung der Durchbiegung und der Energieaufnahme von Trägern aus duktilem Material bei Belastung durch eine Einzelkraft**

Nr. 131/ISBN 3-88314-585-8/1986

E. Limberger, K. Brandes, J. Herter

**Kinetische Grenztragfähigkeit von stoßartig belasteten Stahlbetonbauteilen**

**Kinetic Load Bearing Capacity of Reinforced Concrete Members under Impact Load**

**Versuche an Stahlbetonplatten, Teil II**

**Tests on Reinforced Concrete Slabs, Part II**

Nr. 132/ISBN 3-88314-595-5/1987

Chr. Herold, F.-U. Vogdt

**Ermittlung der Ursachen von Schäden an bituminösen Dachabdichtungen unter besonderer Berücksichtigung klimatischer Beanspruchungen**

Nr. 133/ISBN 3-88314-609-9/1987 (vergriffen)

M. Woydt, K.-H. Habig

**Technisch-physikalische Grundlagen zum tribologischen Verhalten keramischer Werkstoffe**

Nr. 134/ISBN 3-88314-615-3/1987

G. Andreae, G. Niessen

**Über den Kernstrahlungseinfluß auf Dehnungsmeßstreifen**

Nr. 135/ISBN 3-88314-618-8/1987

J. Ludwig, W.-D. Mischke, A. Ulrich

**Untersuchungen über das Verhalten von Tankcontainern für unter Druck verflüssigte Gase bei Fallbeanspruchungen**

Nr. 136/ISBN 3-88314-636-6/1987

H.-J. Deppe, K. Schmidt

**Untersuchung zur Beurteilung von Brettschichtverleimungen für den Holzbau**

Nr. 137/ISBN 3-88314-637-4/1987

D. Aurich

**Analyse und Weiterentwicklung bruchmechanischer Versagenskonzepte auf der Grundlage von Forschungsergebnissen auf dem Gebiete der Komponentensicherheit**

Nr. 138/ISBN 3-88314-635-8/1987

M. Dogunke, F. Buchhardt

**Zur geowissenschaftlichen Einordnung des Gebietes der Bundesrepublik Deutschland und einer sicheren Auslegung technischer Systeme gegen den Lastfall Erdbeben.**

Nr. 139/ISBN 3-88314-658-7/1987

J. Olschewski, S.-P. Scholz

**Numerische Untersuchung zum Verhalten des Hochtemperaturwerkstoffes Nimonic PE 16 unter monotoner und zyklischer Belastung bei Verwendung verschiedener plastischer und viskoplastischer Materialmodelle**

Nr. 140/ISBN 3-88314-643-9/1987

K. Brandes, E. Limberger, J. Herter

**Kinetische Grenztragfähigkeit von stoßartig belasteten Stahlbetonbauteilen**

**Kinetic Load Bearing Capacity of Impulsively Loaded Reinforced Concrete Members**

Nr. 141/ISBN 3-88314-694-3/1987

**Zum Einfluß des Sicherheits- und Auslegungserdbebens auf die Bemessung von Kernkraftwerken**

Nr. 142/ISBN 3-88314-695-1/1987

**H. Treumann, G. Krüger, N. Pfeil, S. von Zahn-Ullmann**

**Sicherheitstechnische Kenndaten und Gefahrezahlen binärer Mischungen aus oxidierenden und verbrennlichen Substanzen**

Nr. 143/ISBN 3-88314-701-X/1987

K. Brandes, E. Limberger, J. Herter

**Kinetische Grenztragfähigkeit von stoßartig belasteten Stahlbetonbauteilen**

**Kinetic Load Bearing Capacity of Impulsively Loaded Reinforced Concrete Members**

**Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Trag- und Verformungsverhalten von Stahlbetonbauteilen bei Stoßbelastung**

**Experimental and numerical Investigations concerning Load Bearing Behaviour of Reinforced Concrete Members under Impact Load**

Nr. 144/ISBN 3-88314-702-8/1987

**F. Buchhardt, G. Magiera, W. Matthees, M. Weber, J. Altes**

**Nichtlineare dynamische Berechnungen zum Penetrationsverhalten des AVR-Reaktorgebäudes**

Nr. 145/ISBN 3-88314-711-7/1987

U. Holzlöhner

**Untersuchung selbstähnlicher Systeme zur Bestimmung von Materialeigenschaften von Reibungsböden**

Nr. 146/ISBN 3-88314-714-1/1987

W. Schön, M. Mallon

**Untersuchungen zur Wirksamkeit von Wasserberieselungseinrichtungen als Brandschutzmaßnahme für Flüssiggas-Lagertanks**

Nr. 147/ISBN 3-88314-720-6/1987

H.-D. Kleinschrodt

**Lösung dynamischer Biege- und Torsionsprobleme von Stabsystemen aus dünnwandigen elastischen Stäben mit offenem Querschnitt mittels frequenzabhängiger Ansatzfunktionen**

Nr. 148/ISBN 3-88314-774-5/1988

W. Müller

**Theoretische Untersuchung von Variationsprinzipien für elastoplastisches Materialverhalten sowie Entwicklung und numerische Erprobung von Finite-Element-Verfahren für den ebenen Spannungszustand**

Nr. 149/ISBN 3-88314-775-3/1988

U. Holzlöhner

**Bestimmung baugruddynamischer Kenngrößen aus der Untersuchung von Bodenproben**

Nr. 150/ISBN 3-88314-776-1/1988

M. Weber

**VG3D Zeichenprogramm für Vektorgraphische Darstellung dreidimensionaler Strukturen**

Nr. 151/ISBN 3-88314-785-0/1988

L. Auersch-Saworski

**Wechselwirkung starrer und flexibler Strukturen mit dem Baugrund insbesondere bei Anregung durch Bodenerschütterungen**

Nr. 152/ISBN 3-88314-796-6/1988

G. Plauk, G. Kretschmann, R.-G. Rohrmann

**Untersuchung des baulichen Zustandes und der Tragfähigkeit vorgespannter Riegel von Verkehrszeichenbrücken der Berliner Stadtautobahn**

Nr. 153/ISBN 3-88314-797-4/1988

H. Sander, W.-W. Maennig

**Magnetisches Verhalten von Eisenproben bei mechanischer Wechselbeanspruchung**

Nr. 154/ISBN 3-88314-822-9/1988

K. Breitzkreutz, R. Uttech, K. Haedecke

**Druckgesinterte Stähle als zertifiziertes Referenzmaterial für die Spektrometrie**

Nr. 155/ISBN 3-88314-825-3/1988

L. Auersch

**Zur Entstehung und Ausbreitung von Schienenverkehrserschütterungen: Theoretische Untersuchungen und Messung am Hochgeschwindigkeitszug Intercity Experimental**

Nr. 156/ISBN 3-88314-827-3/1989

G. Klamrowski, P. Neustupny, H.-J. Deppe, K. Schmidt, J. Hundt

**Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit von Faserzementen**

Nr. 157/ISBN 3-88314-888-1/1989

E. Limberger, K. Brandes

**Versuche zum Verhalten von Stahlbetonbalken mit Übergreifungsstößen der Zugbewehrung unter stoßartiger Belastung**

Nr. 158/ISBN 3-88314-889-X/1989

R. Wäsche, K.-H. Habig

**Physikalisch-chemische Grundlagen der Feststoffschiemierung - Literaturübersicht -**

Nr. 159/ISBN 3-88314-890-3/1989

R. Müller, R. Rudolphi

**Berechnung des Wärmedurchlaßwiderstandes und der Temperaturverteilung im Querschnitt von Hausschornsteinen nach DIN 18160 Teil 6**

Nr. 160/ISBN 3-88314-917-9/1989

W. Matthees

**Entwicklung eines Makroelementes durch Kondensation am Beispiel der Lastfälle Flugzeugabsturz und Erdbeben bei Boden-Bauwerk-Wechselwirkung mit biegeweichen Fundamenten**

Nr. 161/ISBN 3-88314-920-9/1989

G. Mellmann, M. Maultzsch

**Untersuchung zur Ermittlung der Biegefestigkeit von Flachglas für bauliche Anlagen**

Nr. 162/ISBN 3-88314-921-7/1989

W. Brünner

**Untersuchungen zur Tragfähigkeit großer Glasscheiben**

Nr. 163/ISBN 3-88314-922-5/1989

W. Brünner, G. Mellmann, W. Struck

**Biegefestigkeit und Tragfähigkeit von Scheiben aus Flachglas für bauliche Anlagen**

Nr. 164/ISBN 3-88314-934-9/1989

R. Helms, B. Jaenicke, H. Wolter, C.-P. Bork

**Zur Schwingfestigkeit großer geschweißter Stahlträger**

- Nr. 165/ISBN 3-88314-935-7/1989  
P. Göbel, L. Meckel, W. Schiller  
**Untersuchung zur Erarbeitung von Kennwerten bei  
Einrichtungsmaterialien (Holzwerkstoffen, Möbeln  
und Textilien) hinsichtlich der Formaldehyd-  
Emission.  
Teil B: Textilien**
- Nr. 166/ISBN 3-88314-936-5/1989  
K. Breitzkreutz  
**Modelle für Stereologische Analysen**
- Nr. 167/ISBN 3-88314-937-3/1989  
A. Mitakidis, W. Rücker  
**Erschütterungsausbreitung im elastischen Halbraum  
bei transienten Belastungsvorgängen**
- Nr. 168/ISBN 3-88314-958-6/1990  
F.-J. Kasper, R. Müller, R. Rudolphi  
**Numerische Untersuchung geometriebedingter Wär-  
mebrücken (Winkel und Ecken) unter Einsatz hoch-  
auflösender Farbgraphik bei Berücksichtigung der  
Tauwasserproblematik und des Mindestluftwechsels**
- Nr. 169/ISBN 3-88314-959-4/1990  
Chr. Kohl, W. Rücker  
**Integration der Untergroundynamik in das Programm-  
system MEDYNA, dargestellt am Beispiel des Intercity  
Experimental (ICE)**
- Nr. 170/ISBN 3-88314-960-8/1990  
P. Studt, W. Kerner, Tin Win  
**Untersuchung der mikrobiologischen Schädigung  
wassergemischter Kühlschmierstoffe mit dem Ziel  
der Verbesserung der Arbeitshygiene, der Minderung  
der Geruchsbelastung und der Menge zu entsorgen-  
der Emulsionen**
- Nr. 171/ISBN 3-88314-997-7/1990  
F. Buchhardt  
**Ein Operator zur Koppelung beliebig benachbarter dy-  
namischer Systeme am Beispiel der Boden-Bauwerk-  
Wechselwirkung**
- Nr. 172/ISBN 3-88314-998-5/1990  
J. Vielhaber, G. Plauk  
**Grenztragfähigkeit großer Verbundprofilstützen**
- Nr. 173/ISBN 3-88314-999-3  
B. Droste, J. Ludwig, B. Schulz-Forberg  
**Höherwertige Transporttechnik und ihre Konsequen-  
zen für die Beförderung gefährlicher Güter**
- Nr. 174/ISBN 3-89429-021-8  
D. Aurich  
**Analyse und Weiterentwicklung bruchmechanischer  
Versagenskonzepte**
- Nr. 175/ISBN 3-89429-022-6  
W. Brocks, D. Klingbeil, J. Olschewski  
**Lösung der HRR-Feld-Gleichungen der elastisch-  
plastischen Bruchmechanik**

**Bundesanstalt  
für Materialforschung  
und -prüfung (BAM)**

**Federal Institute  
for Materials  
Research and Testing**

**Institut Fédéral pour la  
Recherche et l'Essai des  
Materiaux**

Unter den Eichen 87  
D-1000 Berlin 45

Telefon (030) 8104-1  
Telex 183 261 bamb d  
Telegramme BAM BERLIN

Telefax (030) 8 112 029  
Teletex 2627-308 372=bamb

- ***Berichte***
- ***Gutachten***
- ***Zulassungen***
- ***Zertifikate***
- ***Tagungspapiere***
- ***Prüfungszeugnisse***
- ***Prüfstellenanerkennungen***

