

BAM Bundesanstalt
für Materialforschung
und -prüfung, Berlin

Forschungsbericht 166

Modelle für Stereologische Analysen

von Dr. rer. nat. Konrad Breitzkreutz



September 1989

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 Aufgabengebiete 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)“ trug und seit dem 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 zahlreichen 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 eine 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 in eigenen Publikationsreihen veröffentlicht:

- dem Amts- und Mitteilungsblatt, das jährlich mit 4 Ausgaben erscheint und in dem auch die amtlichen Zulassungen der BAM veröffentlicht werden;
- dem Jahresbericht, der die Arbeitsschwerpunkte und die wichtigsten Erträge des jeweils voraufgegangenen Jahres ausführlich dokumentiert;
- den Forschungsberichten, die in unregelmäßiger Folge die Resultate wichtiger BAM-Forschungsvorhaben präsentieren. Anfang 1987 waren rund 140 Berichte lieferbar.

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

ISBN 3-88314-936-5

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

Forschungsbericht 166

Modelle für Stereologische Analysen

von Dr. rer. nat. Konrad Breitzkreutz

September 1989

94 Seiten, 9 Abb. im Text

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 11 20 29 Teletex 2 627-308 372=bamb

Copyright © 1989 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

Der Gültigkeitsbereich stereologischer Analysenverfahren ist in der Praxis durch mangelhafte Erfüllung mathematischer Voraussetzungen über die Teilchengestalt und Zufälligkeit der Verteilung häufig stark eingeschränkt. Ob nun im Einzelfall eine Abweichung von der Idealisierung noch brauchbare Ergebnisse zuläßt, läßt sich an rechnerisch simulierten oder physischen Modellen mit Teilchen definierter Form und Verteilung überprüfen. Die angegebenen Programme dienen zur Simulation von Ellipsoiden und Quadern und zum Einlesen der Daten physischer Modelle. Programme für Durchmesser- und Linearanalyse zur Bestimmung von Größenverteilungen sind Beispiele für typische stereologische Aufgaben, einige Ergebnisse mit diesen Verfahren werden angegeben und diskutiert.

Stichworte: Stereologie, Modelle, Linearanalyse, Durchmesseranalyse

The field of application of stereological analysing methods is frequently limited due to the lack of adequate mathematical foundations concerning the shape of particles and their random distribution. Numerically simulated or physical models using particles of a defined shape and distribution can be applied to determine in each single case whether a deviation from the mathematical idealization leads to usable results. The programs presented serve to simulate ellipsoids and cuboids and, furthermore, to read the data of the physical models. Examples of typical stereological applications are programs for diameter and linear analyses used for the determination of particle size distributions. Some results obtained by means of these methods are presented and discussed.

Key-words: Stereology, Models, Linear Analysis, Diameter Analysis

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	7
Problemstellung	7
Simulierte Modelle	8
Physische Modelle	9
Vergleichsproben	11
Analyse der Teilchengrößen mittels Schnittkreisdurchmesser	12
Analyse der Teilchengrößen mittels Schnittsehnenlängen	15
Ergebnisse an Beispielen	16
Ausblick	19
Literatur	20
Anhang A	21
Anhang B	81

Abkürzungen

a_{ij}	:	Geometrischer Koeffizient für die Kugelsorte i und der Schnittkreisdurchmesserklasse j
D_i	:	Durchmesser der Kugel der Sorte i
d_1, d_2, \dots	:	größter, zweitgrößter usw. Schnittkreisdurchmesser oder Sehnenlänge
N_{ij}	:	Zahl der Sehnen der Kugelsorte i in der Sehnen-Größenklasse j
N_j	:	Zahl der Sehnen in einer Größenklasse j
H	:	Abstand der Schnittebene vom Mittelpunkt einer Kugel
h	:	Abstand des Mittelpunktes einer Sehne vom Mittelpunkt einer getroffenen Kugel
N_{gi}	:	Gesamtzahl der Kugeln der Sorte i
N_T	:	Zahl der von einer Schnittebene getroffenen Kugeln
N_{Tij}	:	Zahl der von einer Schnittebene getroffenen Kugeln der Sorte i in der Durchmesserklasse j
N_{Ti}	:	Zahl der Schnitte aller Kugelsorten in der Schnittkreisdurchmesserklasse j
R	:	Radius einer Kugel

Einleitung

Der vorliegende Bericht wurde durch den Wunsch nach ausführlicherer Beschreibung der stereologischen Probleme, wie sie im Artikel "Zur Richtigkeit stereologischer Analysen metallischer Gefüge" in der Zeitung "Metall" vom Januar 89 dargestellt sind, angeregt. Programme und Testbilder konnten dort aus Platzgründen nicht abgedruckt werden, was zum Nachvollziehen einiger Aussagen wünschenswert gewesen wäre.

Die Programme sind mit der Absicht abgefaßt, daß der eine oder andere Algorithmus bei Bedarf vom Leser in eigene Programmpakete eingebaut wird und zum Testen von stereologischen Rechenvorschriften verwendet werden kann.

Die Testbilder geben Beispiele für den Einsatz physischer Modelle, wenn der Versuch einer Simulation zu sehr verwickelten Programmen führen würde.

Schwerpunkt der Ausführungen hier ist das Testen und Bewerten von Verfahren zur Bestimmung von Teilchengrößenverteilungen. Andere Rechenverfahren, so zur Bestimmung von inneren Oberflächen, Gesamtgehalten, mittleren Krümmungen usw. können mit gleichen Modellen überprüft werden.

Problemstellung

Sämtliche stereologischen Methoden der Gefügeanalyse beruhen auf Idealisierungen der Geometrie der zu untersuchenden Teilchen. Diese Methoden können zu stark fehlerhaften Ergebnissen führen, in nicht wenigen Fällen zu Aussagen, die mit der Wirklichkeit nichts mehr zu tun haben. In der Regel ist es sehr schwer abzuschätzen, welche Abweichungen von den Idealisierungen im Einzelfall zu welchen Fehlern beim Analyseergebnis führen wird.

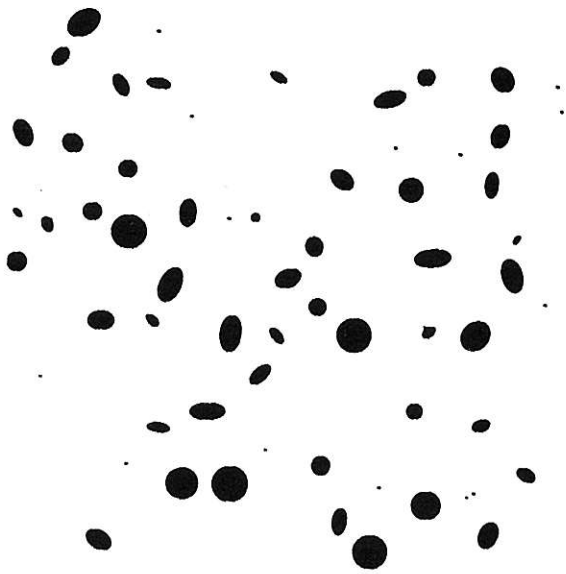
Mathematisch-quantitative Aussagen über die Fehler dürften nur in seltenen Fällen gelingen. Es bietet sich daher an, mit Hilfe von Testbildern definierter Teilchenverteilungen die Leistungsfähigkeit des jeweiligen Rechenverfahrens zu überprüfen. Die Bestimmung sehr wichtiger Gefügeparameter, wie z. B. prozentualer Anteil einer Phase, spezifische innere Oberfläche u. a. setzen lediglich hinreichende Zahl von Teilchen und deren isotrope Verteilung im Raum voraus. Das kann im fraglichen Einzelfall sehr leicht experimentell durch Anfertigung mehrerer Schlitze mit unterschiedlicher Lage im Raum überprüft werden.

Bei komplexeren Gefügekeennwerten ist das nicht mehr so einfach möglich. So setzen z. B. alle Verfahren zur Bestimmung von Teilchengrößenverteilungen kugelförmige, zumindest aber definierte einheitliche Teilchenformen voraus, eine Bedingung, die in der Praxis sehr selten gut erfüllt ist. Hier bietet sich das Testen des Verfahrens mit simulierten Teilchen oder an Bildern von Modellen an.

Ein weiteres Problem läßt sich mit Modellen definierter, rechnerisch simulierter oder physischer Testgefüge leicht lösen: Bei vielen Analysenverfahren hängt die Qualität des Ergebnisses von der Wahl geeigneter Parameter, wie z. B. die Zahl und Abmessung der Klasse, in die Werte zur numerischen Verarbeitung eingeordnet werden müssen, ab. Diese Parameter können an bekannten Verteilungen gut optimiert werden. In diesem Bericht werden einige Methoden zur Bestimmung von Teilchengrößenverteilungen beschrieben und einige Methoden zu ihrer experimentellen Überprüfung angegeben.

Simulierte Modelle

Am einfachsten lassen sich zufällig im Raum verteilte Kugeln und die entsprechenden Schnittbilder simulieren. Mit einem Pseudo-Zufallsgenerator werden die Koordinaten eines Kugelmittelpunktes bestimmt und es wird geprüft, ob dieser Platz mit anderen Kugeln kollidiert. Zur Anfertigung des Schnittbildes wird die Liste der Kugeln durchgesehen und die, deren Abstand des Mittelpunktes von der Schnittebene kleiner ist als deren Radius, werden herausgesucht. Aus Kugelradius, Lage bezüglich x- und y-Ebene und Abstand von der Schnittebene wird der Schnittkreis berechnet und gezeichnet. Will man dicht gepackte Kugelschüttungen simulieren, steigt der Programmieraufwand sofort erheblich an, weil bei der Suche nach den zu besetzenden Plätzen eine ganze Reihe von Kriterien geprüft werden muß. Bei Ellipsoiden und Quadern muß die Orientierung im Raum ebenfalls mit Zufallszahlen angegeben werden. Durch Einengung der zulässigen Winkelbereiche kann man bequem orientierte Anteile erzeugen und Auswirkungen von anisotropen Gefügeanteilen auf ein Analysenverfahren testen. Bild 1 und Bild 2 zeigen derartige Bilder.



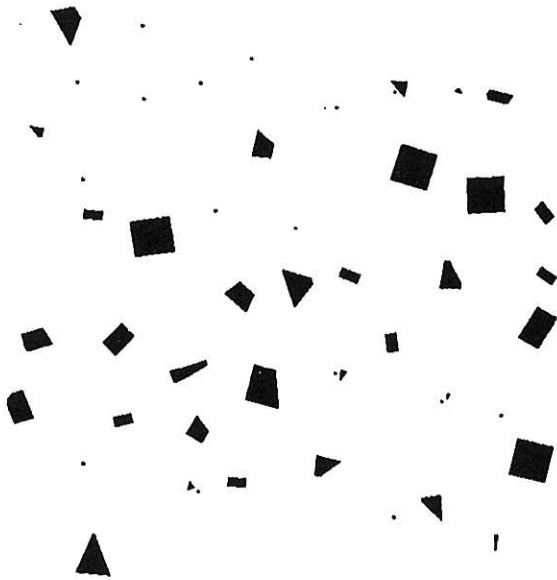
Halbachsen			Zahl	Vol. der Ell.
20	20	20	194	6501018
20	20	10	191	3200243
20	15	10	210	2638944
20	10	10	210	1759296
20	10	5	147	615753.5
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Gesamt-Vol : 1.471525E+07
 Gesamt-Vol% : 6.812617

Trefferzahl : 63
 Flaechе : 23514.93
 Flaechen% : 6.531925

Bild 1

Schnittbild von zufällig im Raum verteilten Ellipsoiden und Kugeln



Kanten			Zahl	Vol. der Qua.
40	40	40	123	7872000
40	30	20	170	4080000
40	20	10	208	1664000
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Gesamt-Vol : 1.3616E+07
 Gesamt-Vol% : 6.303704

Trefferzahl : 46
 Flaechе : 18680
 Flaechen% : 5.188889

Bild 2

Schnittbild von zufällig im Raum verteilten Quadern und Würfeln

Physische Modelle

Übersteigt der Programmieraufwand für simulierte Modelle ein vertretbares Maß, können Modelle aus Holz, Kunststoff usw. eingesetzt werden. In dieser Arbeit wurden Holzkugeln und -würfel zur Herstellung einer dichten Schüttung verwendet. Bild 3 zeigt das Ergebnis einer sehr eleganten Methode zur Anfertigung von Schnittbildern, ein Computertomogramm. Die Computertomographie arbeitet zerstörungsfrei, d. h. Aufnahmen in beliebiger Lage können wiederholt werden und aufwendig und schwierig zu erstellende

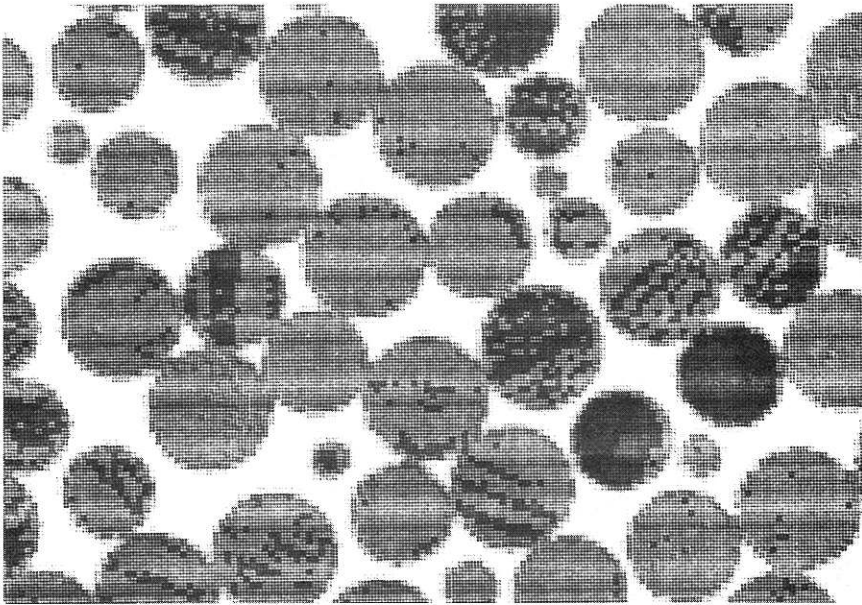


Bild 3
Computertomogramm einer
Schüttung von Holzkugeln

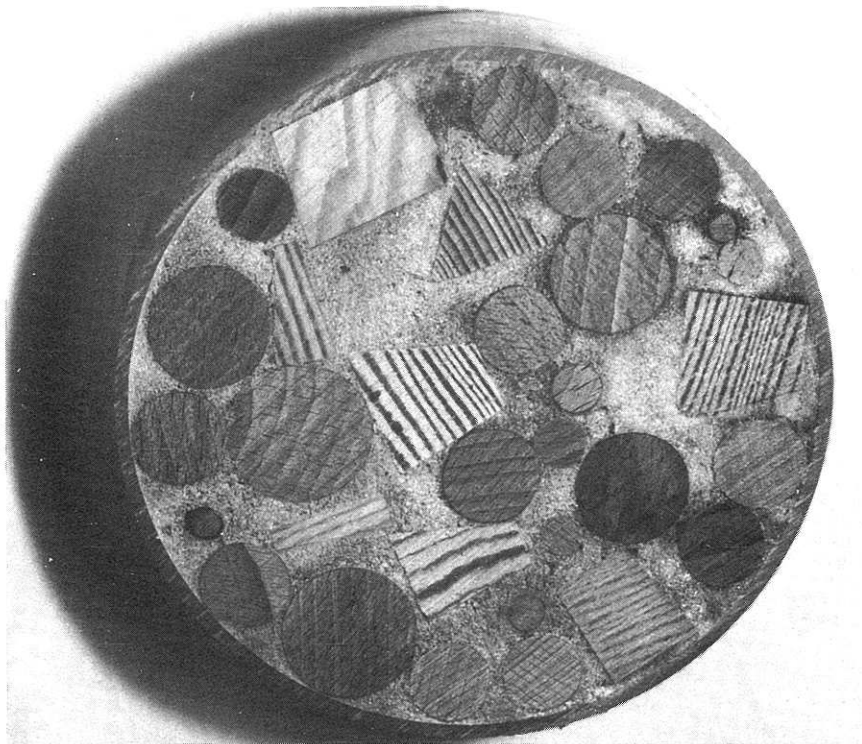


Bild 4
Schnitt durch ein Modell
aus Holzwürfeln und
Holzkugeln in einem
Plexiglasrohr

Modelle bleiben erhalten. Bild 4 wurde durch Ausschäumen einer Schüttung von Kugeln und Würfeln in einem Kunststoffrohr und anschließendem Zersägen in Scheiben erhalten. Im Anhang B werden die mit dem Rechner aufbereiteten Bilder gezeigt. Überaus aufwendig wäre die rechnerische Simulation polyedrischer Gefüge. Besteht die Frage nach dem exakten Volumen der einzelnen Körner eines solchen Gefüges, kann man Kugeln bekannter Größe aus plastisch verformbaren Werkstoffen zu einem Körper verpressen. Die Markierung der Grenzen erfolgt durch Überzug mit Farbe oder z. B. durch elektrolytisch aufgebraute Hüllen. Im Bild 5 wird eine Probe aus elektrolytisch verkupferten Bleikugeln nach Verpressen im Schnitt und nach dem Aufbrechen gezeigt.

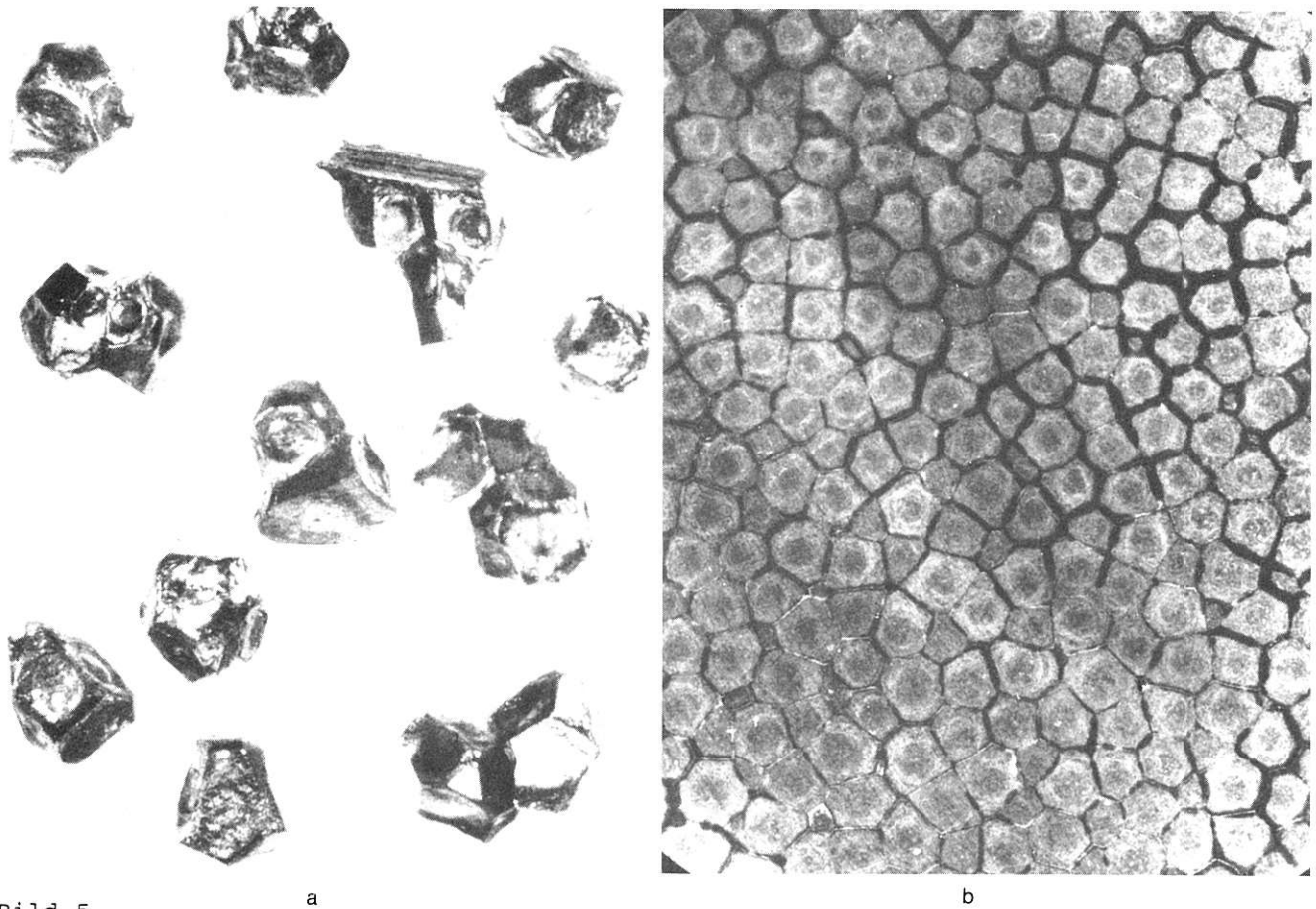


Bild 5

a: Polyeder aus verkupferten Bleikugeln nach Verpressen und Aufbrechen

b: Schnitt durch einen Preßling aus verkupferten Bleikugeln nach Luftätzung

Mit derartigen Modellkörpern mit genau bekannten Kennwerten der Bestandteile gelingt die Herstellung von den realen Gefügen hinreichend angepaßten Testbildern.

Vergleichsproben

Aus primären Bildern mit unterschiedlichen Grautönen müssen, in der Regel nach einigen anderen Schritten der Bildaufarbeitung, zur Vermessung von Teilchen, Linien u. a. reine schwarz-weiß Bilder angefertigt werden. Je nach Bildqualität, Präparation und Festlegung der Schwellenwerte, nach denen ein Bildpunkt als schwarz oder weiß eingestuft wird, liefert ein und dieselbe Vorlage unterschiedlich große Teilchenbilder, was auf ein Analyseergebnis ganz erhebliche Auswirkungen haben kann. So hat eine Änderung der Radienbestimmung um nur einen Bildpunkt bei einem Radius von 20 Bildpunkten eine Änderung der Flächenangabe von ca. 10 % und der Volumenangabe um 15 % zur Folge. Sehr feine Teilchen können ganz verschwinden, der Charakter einer Verteilung kann erheblich geändert werden.

In solchen Fällen sollte auch die stereologische Analyse als Relativverfahren, wie z. B. die lichtoptische Spektrometrie metallischer Werkstoffe (5), betrieben werden. Dabei wird ein Schliffbild mit einem möglichst identisch präparierten und aufgearbeiteten Bild einer Standardprobe verglichen. Die Auswirkung von Präparationsbedingungen und Parametern der Bildaufarbeitung läßt sich auf diese Weise zurückdrängen. Zu Kontrollzwecken bei immer gleicher Produktion sind Proben mit absolut bestimmten Gehalten nicht nötig, ein Vergleich mit einer willkürlich herausgegriffenen Probe reicht in diesem Falle aus.

Berechnung von Kugelverteilungen mittels Schnittkreisdurchmesser-Analyse

Von vielen Autoren, stellvertretend seien die bekanntesten Lehrbücher der Stereologie erwähnt (1, 3, 3), sind Formeln zur Berechnung von Größenverteilungen kugelförmiger Teilchen im Raum aus ebenen Schnittbildern angegeben worden. Die Gleichungen für die Analyse von Schnittkreisflächen bzw. deren Durchmesser sind aus Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen abgeleitet, was nur für eine sehr hohe Zahl von vermessenen Teilchen sinnvoll ist. Primär werden Integralgleichungen erhalten, die durch Differentiation oder Diskretisierung in Größenklassen zu Näherungslösungen führen. Das Problem läßt sich jedoch auch sehr einfach erfassen, wie folgende Betrachtung zeigt.

Wird in einem Raum mit zufällig verteilten Kugeln mit dem Durchmesser D eine Ebene gelegt, werden die Kugeln mit unterschiedlichem Abstand H von ihrem Mittelpunkt geschnitten. Jede Höhe ist gleichwahrscheinlich, deshalb gilt

$$1 \quad \frac{N_T}{N_{g1}} = \frac{H_1 - H_2}{D_1 / 2}$$

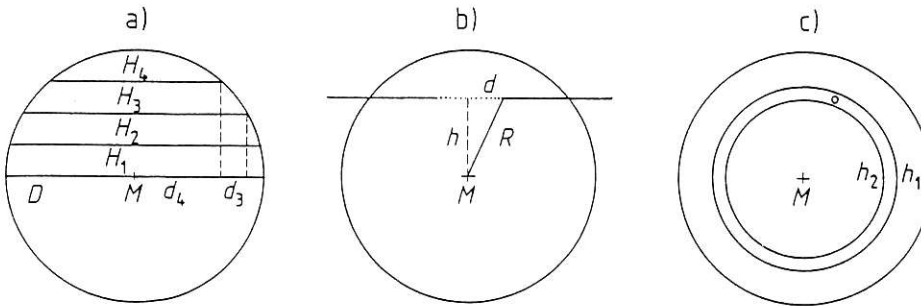
Für den Durchmesser D der kreisförmigen Schnitte, der allein meßbar ist, erhält man mit dem Satz des Pythagoras für eine Klasse von Schnittkreisdurchmessern

$$2 \quad \frac{N_{TII}}{N_{g1}} = \frac{1}{D_1} \sqrt{D_1^2 - d_1^2} - \frac{1}{D_1} \sqrt{D_1^2 - d_2^2} = \sqrt{1 - \frac{d_1^2}{D_1^2}} - \sqrt{1 - \frac{d_2^2}{D_1^2}}$$

Bild 6a veranschaulicht die Situation.

Teilt man die gefundenen Kreisdurchmesser in Größenklassen, gilt mit a_{ij} als Kurzform für die geometrischen Koeffizienten,

$$\text{z.B. } a_{11} = \sqrt{1 - \frac{d_1^2}{D_1^2}} - \sqrt{1 - \frac{d_2^2}{D_1^2}}$$



$$\frac{d^2}{4} + H^2 = \frac{D^2}{4}$$

Bild 6

- a: Geometrische Verhältnisse beim Schnitt einer Kugel durch eine Ebene
 b: Geometrische Verhältnisse beim Schnitt einer Kugel durch eine Linie
 c: Treffwahrscheinlichkeit einer Linie als Funktion des Abstandes vom Mittelpunkt einer Kugel

$$\begin{aligned} 3 \quad N_{T11} &= N_{g1} \cdot a_{11} \\ N_{T12} &= N_{g1} \cdot a_{12} \\ N_{T13} &= N_{g1} \cdot a_{13} \end{aligned}$$

wobei der Größte gefundene Kreisdurchmesser gleich dem Kugeldurchmesser ist.

Liegen mehrere Kugelsorten mit unterschiedlichen Durchmessern vor, erhält man

$$\begin{aligned} 4 \quad N_{T11} &= N_{g1} \cdot a_{11} \\ N_{T12} + N_{T22} &= N_{g1} \cdot a_{12} + N_{g2} \cdot a_{22} \\ N_{T13} + N_{T23} + N_{T33} &= N_{g1} \cdot a_{13} + N_{g2} \cdot a_{23} + N_{g3} \cdot a_{33} \end{aligned}$$

und da man einer Kreisscheibe nicht ansehen kann, von welcher Kugelsorte sie stammt, vereinfacht sich 4 zu

$$\begin{aligned} 5 \quad N_{T1} &= N_{g1} \cdot a_{11} \\ N_{T2} &= N_{g1} \cdot a_{12} + N_{g2} \cdot a_{22} \\ N_{T3} &= N_{g1} \cdot a_{13} + N_{g2} \cdot a_{23} + N_{g3} \cdot a_{33} \end{aligned}$$

Dieses Gleichungssystem kann mit beliebiger Rechenvorschrift gelöst werden, am einfachsten durch Bestimmen von N_{g1} in der ersten Gleichung und sukzessives Einsetzen in die folgende Gleichung.

Das Gleichungssystem 5 kann für beliebig genaue Näherungen dienen, allein die Zahl der verfügbaren Meßwerte begrenzt Genauigkeit und sinnvolle Feinheit der Klasseneinteilung. Gleichzeitig wird klar, daß grundsätzlich nur die Klassenzahl und die Lage der Klassengrenzen bei gegebener vermessener Teilchenzahl variierbare und das Ergebnis beeinflussende Größen sind.

Zur Bestimmung der relativen Häufigkeit der Kugeln der Sorten zueinander muß abschließend, um der unterschiedlichen Trefferwahrscheinlichkeit im Raum zu entsprechen, die Zahl der getroffenen Kugeln mit dem Verhältnis des Durchmessers dieser Sorte zum Durchmesser der größten Kugelsorte dividiert werden.

Da in der Bildanalyse in der Regel nur etwa 500 mal 500 Bildpunkte enthaltene Bilder verarbeitet werden, erscheint eine Ableitung wie hier mit vorgegebener Diskretisierung und dem Gleichungssystem 5 vernünftiger und dem tatsächlichen Problem angepaßter als eine Herleitung mit Hilfe der Infinitesimalrechnung und anschließender, weil unumgänglich, Diskretisierung zur Lösung der Integralgleichung.

In der Literatur werden häufig Vor- und Nachteile spezieller Methoden zur Bestimmung der Teilchengrößenverteilung diskutiert. Aus dem Gleichungssystem 5 erkennt man jedoch, daß sich das allein auf rechentechnische Fragen beziehen kann. Wie bei allen Zufallsprozessen muß eine möglichst hohe Zahl von Meßwerten herangezogen werden. Steht eine hinreichend große Zahl zur Verfügung, kann durch entsprechend feine Einteilung der Schnittkreisdurchmesser in äuidistante Klassen (arithmetrische Klassenteilung) eine hinreichend genaue Aussage über die Größenverteilung der Teilchen und den damit verknüpften Größen wie Volumen- und Oberflächenanteil machen.

Die Teilung der Klassen mit der einer geometrischen Reihe folgenden zunehmenden Klassenbreite (geometrische Klassenteilung) kann große Fehler bei der Volumenangabe der Fraktionen mit größerem Durchmesser haben, denn der Radius geht mit der dritten Potenz in die Volumenangabe ein und nur ein Bruchteil der Teilchen muß die der oberen Klassengrenze entsprechende Größe haben.

Die geometrische Teilung sollte daher nur bei ganz speziellen Fragestellungen verwendet werden.

Die Teilung in "flexible" Klassen (7) stellt einen Versuch dar, bei vergleichsweise geringer Zahl von vermessenen Teilchen den Fehler bei der Volumenbestimmung der Fraktionen möglichst gering zu halten, indem die Durchmesser nach Größe geordnet werden und oberster und unterster Durchmesser einer vorgegebenen festen Zahl von Teilchen die Grenzen einer Klasse bestimmen.

Unabhängig von der Klassenteilung können alle Verteilungen mit dem gleichen Algorithmus berechnet werden (vgl. Anhang A).

Durch die zufällige Natur der Trefferverteilung beim Schnitt durch den Probekörper sind die Klassen ungleichmäßig gegenüber einer idealen Verteilung besetzt, was bei Überbesetzung einer Klasse zu negativen Teilchenzahlen in einer kleineren Klasse führt. Man kann dieses eigentlich unsinnige Ergebnis grob korrigieren, indem man z. B. eine negative Kugelzahl in einer Klasse null setzt und von der nächsthöheren Klasse den entsprechenden Fehlbetrag abzieht. Ein Test mit einer Modellverteilung ergab ein akzeptables Ergebnis.

Ein völlig anderes Verfahren als das hier geschilderte läßt negative Zahlen in einer Teilchenklasse erst gar nicht zu. Man kann eine Teilchenverteilung aus einer Schnittkreisdurchmesser-Verteilung auch dadurch ermitteln, in dem man von einer beliebigen Kugelverteilung ausgeht und deren Schnittkreisdurchmesser-Verteilung bei idealer Verteilung gemäß Pythagoras berechnet und mit der des Bildes vergleicht. Durch zufälliges Verschieben der Kugeln in den Größenklassen wird die Fehlersumme zwischen gefundener und errechneter Verteilung der Schnittkreisdurchmesser minimiert.

Das Verfahren erfordert jedoch wirklich sehr viel höhere Rechenzeiten als das in A abgedruckte und liefert lediglich marginal verbesserte Ergebnisse.

Berechnung von Teilchengrößenverteilungen durch Analyse von Schnittsehnenlängen

Für die Analyse von Schnittsehnen von Teilchen mit einer Meßlinie, kurz Linearanalyse genannt, gilt im Prinzip das für die Durchmesseranalyse Gesagte. Zum Veranschaulichen der Ableitung eines generellen Gleichungssystems dient Bild b und c.

Werden Kugeln gleicher Größe im Raum durch eine Meßlinie getroffen, wird eine Sehnenlängenverteilung erhalten. Hinsichtlich des Abstandes vom Mittelpunkt gilt für die Zahl dieser Sehnen zur Anzahl der insgesamt in einem Abstandsintervall getroffenen

$$\frac{\Delta N_{\parallel}}{N_{\text{gl}}} = \frac{\pi h_2^2 - \pi h_1^2}{\pi R^2} = \frac{h_2^2 - h_1^2}{R^2}$$

d. h., die Zahl der Treffer in der Ringfläche zwischen h und h und der Gesamtzahl der Treffer ist gleich dem Verhältnis der Ringfläche zur maximalen Schnittfläche der Kugel.

Da nicht h sondern d als Meßgröße anfällt, erhält man mit Pythagoras

$$\frac{\Delta N_{\parallel}}{N_{\text{gl}}} = \frac{d_1^2 - d_2^2}{4R^2}$$

Sortiert man die Sehnen nach Größen in Klassen ein, erhält man das Gleichungssystem

$$\Delta N_{11} = N_{g_1} \cdot \frac{d_1^2 - d_2^2}{4R_1^2}$$

$$\Delta N_{12} = N_{g_1} \cdot \frac{d_3^2 - d_4^2}{4R_1^2}$$

und für verschiedene Kugelsorten und mit zu a_{ij} zusammengefaßten geometrischen Koeffizienten

$$6 \quad \Delta N_1 = N_{g_1} \cdot a_{11}$$

$$\Delta N_2 = N_{g_1} \cdot a_{12} + N_{g_2} \cdot a_{22}$$

$$\Delta N_3 = N_{g_1} \cdot a_{13} + N_{g_2} \cdot a_{23} + N_{g_3} \cdot a_{33}$$

wenn verschiedene Kugelsorten vorliegen.

Zur Bestimmung der Häufigkeit einer kleineren Kugelsorte im Raum relativ zur größten Sorte muß die Zahl der getroffenen Kugeln durch das Verhältnis der maximalen Schnittflächen der größten Kugeln zu der betrachteten dividiert werden, denn dieses bestimmt die Trefferwahrscheinlichkeit im Raum.

Hinsichtlich der Auswertung der Gleichung 6 gelten die gleichen Bedingungen und Möglichkeiten wie bei Gleichung 5. Auch die Wahl der Klassenzahl und -größe wird durch gleiche Überlegungen bestimmt.

Ergebnisse

Die Programme zur Simulation von Ellipsoiden und Quadern, im Spezialfall Kugeln und von Würfeln, decken eine Reihe von Gefügetypen zu Testzwecken in der stereologischen Analyse ab. Teilchenform und -typ sowie Orientierungen unterschiedlichen Ausmaßes lassen sich bequem variieren und gestatten eine leichte Überprüfung der Zulässigkeit bestimmter Voraussetzungen bei einzelnen Rechenverfahren.

In Bild 7 werden Beispiele einer Durchmesseranalyse und Linearanalyse von simulierten Kugeln, Ellipsoiden, Würfeln und Quadern mit gleichem Volumen gezeigt. Aufgetragen sind die Lagen des Maximums der gefundenen Durchmesser- und Linearverteilung für die Teilchen, bezogen auf den ursprünglichen Durchmesser der Kugel und ein fiktiver Teilchenradius ($3 \cdot \text{Volumen} / \text{spez. Oberfläche}$) aus den analysierten Schnittbildern gegen das Verhältnis zweier Ellipsenachsen bzw. Kantenlängen von der idealen Kugel/Würfel hin

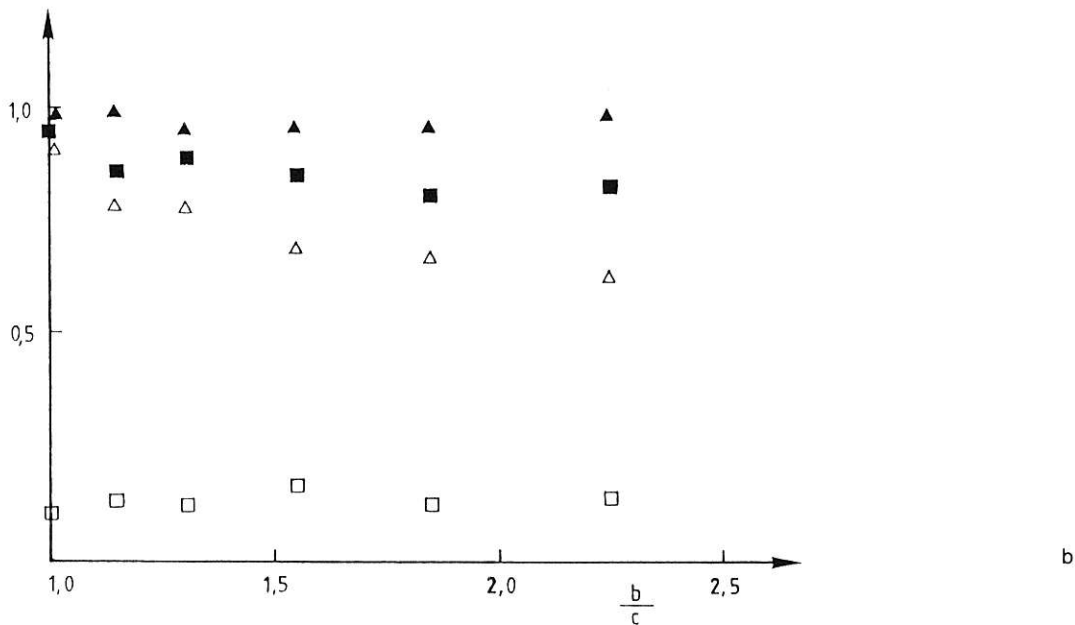
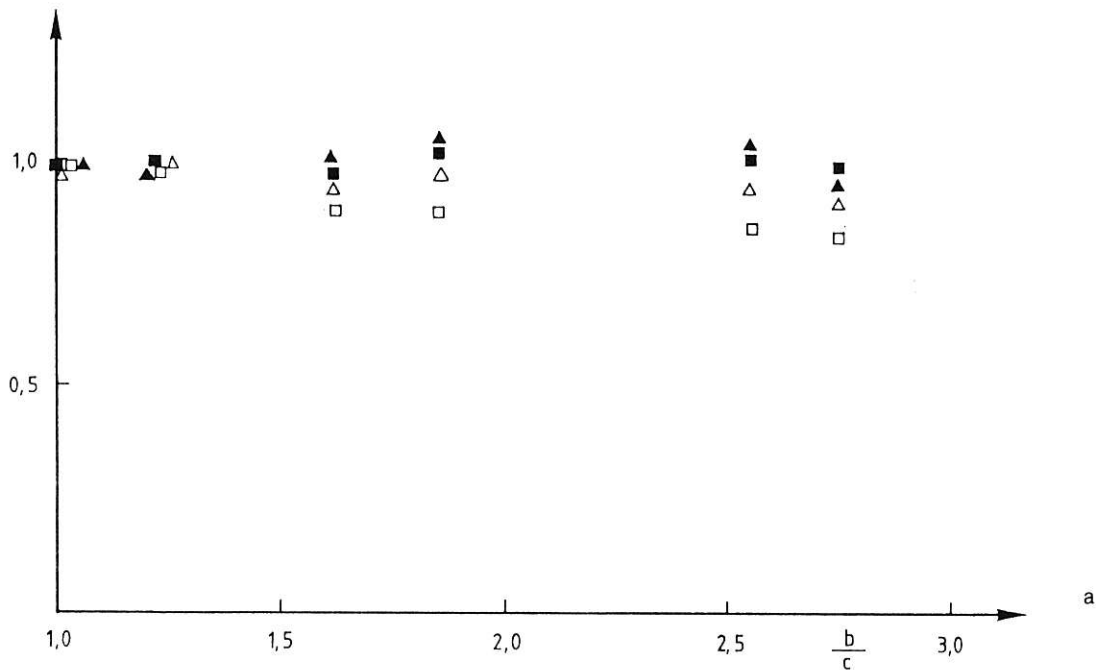


Bild 7

Ergebnisse der Durchmesser- und Linearanalyse von zunehmend abgeplatteten Ellipsoiden (7a) und Quadern (7b)

Lage des Maximums der gefundenen Teilchendurchmesser relativ zu dem der vorgegebenen. \blacktriangle = Durchmesseranalyse \blacksquare = Linearanalyse
 Fiktiver Teilchenradius ($3 \cdot \text{Volumen} / \text{spez. Oberfläche}$) bezogen auf den ursprünglichen äquivalenten Kugelradius. \triangle = Durchmesseranalyse
 \square = Linearanalyse

zu zunehmend abgeplatteten Ellipsoiden / Quadern. Erwartungsgemäß verschlechtert sich das Ergebnis mit immer stärkerer Abweichung von der in den Ableitungen vorausgesetzten Kugelform. Die Durchmesseranalyse reagiert weniger empfindlich auf Abweichungen von der idealen Gestalt als die Linearanalyse. Der Hauptnachteil der Linearanalyse liegt in der Vortäuschung kleiner Teilchen bei getreckter Form, wenn sich das auch bei der Volumenangabe einer Größenfraktion weniger bemerkbar macht. Sowie Teilchen von geraden

Kanten, die miteinander Winkel bilden, begrenzt sind, wird eine derartige Vielzahl kleiner Teilchen vorgetäuscht, daß das ermittelte Verteilungsspektrum keine Ähnlichkeit mehr mit der Wirklichkeit hat. Die Würfel und Quader in Bild 7 täuschen ein Teilchenspektrum vor, das weit ab von dem vorgegebenen liegt.

Im Gegensatz dazu gibt die Durchmesser bzw. Flächenanalyse die wichtigsten Kennwerte und die Größenverteilung der Teilchen auch bei starker Abweichung von der Idealisierung noch gut wieder.

Bild 8 zeigt die Analysenergebnisse der Holzmodelle aus Anhang B, Bild 9, die der polyedrischen Körper aus Blei.

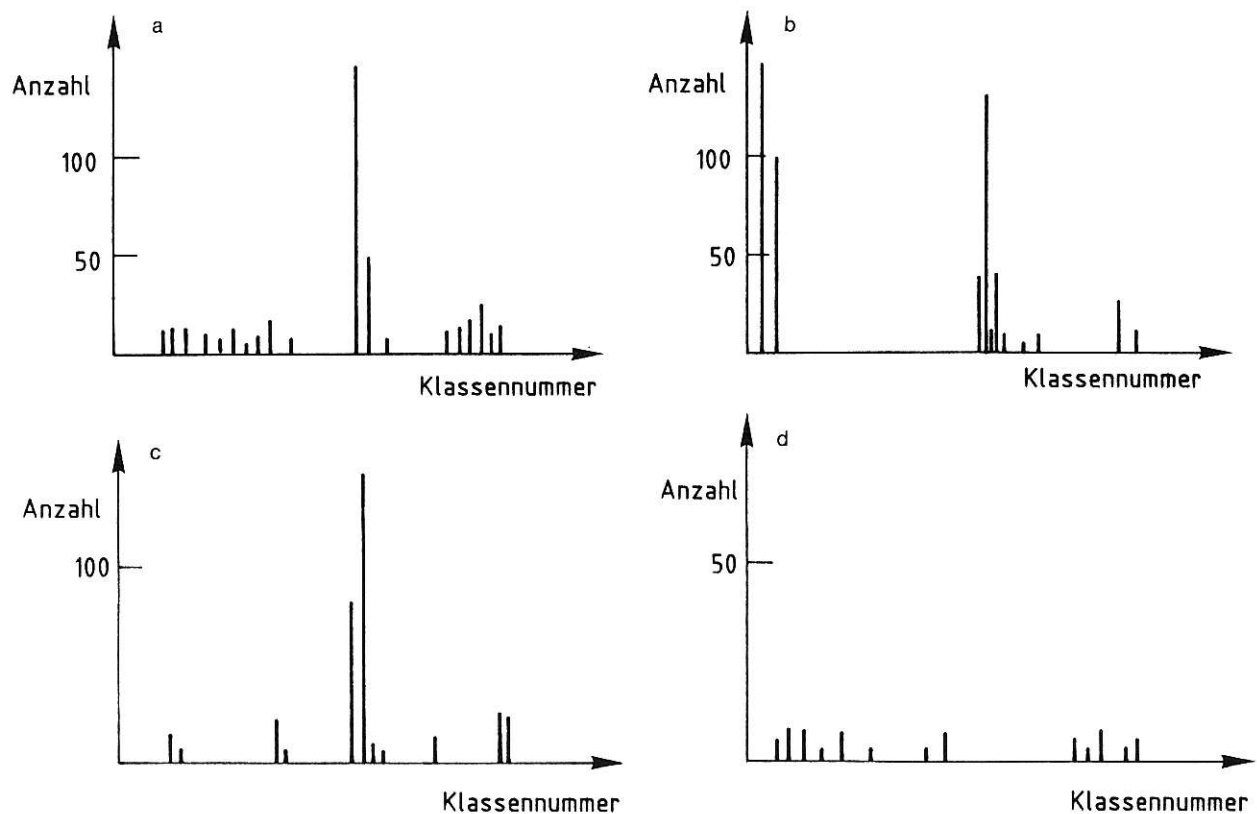


Bild 8

- Linear- und Durchmesseranalyse der Holzmodelle im Anhang B
a: Vollständiges Modell mit Durchmesseranalyse
b: Vollständiges Modell mit Linearanalyse
c: Nach Entfernen der Würfel mit Durchmesseranalyse
d: Nach Entfernen der Kugeln mit Durchmesseranalyse

Die physischen Modelle erfordern einen höheren Aufwand als die Simulation. Die umständlichen Arbeiten des Fixierens von Bestandteilen mit Schaumstoff und Zersägen des Modells in Scheiben wie in Bild 4, können durch Bilderzeugung mittels Computertomographie entfallen, was komplizierte Modelle eher ermöglicht. Der Preis von 100 - 150 DM pro Bild (BAM) macht das Verfahren gegenüber konventionellen Schnitten konkurrenzfähig.

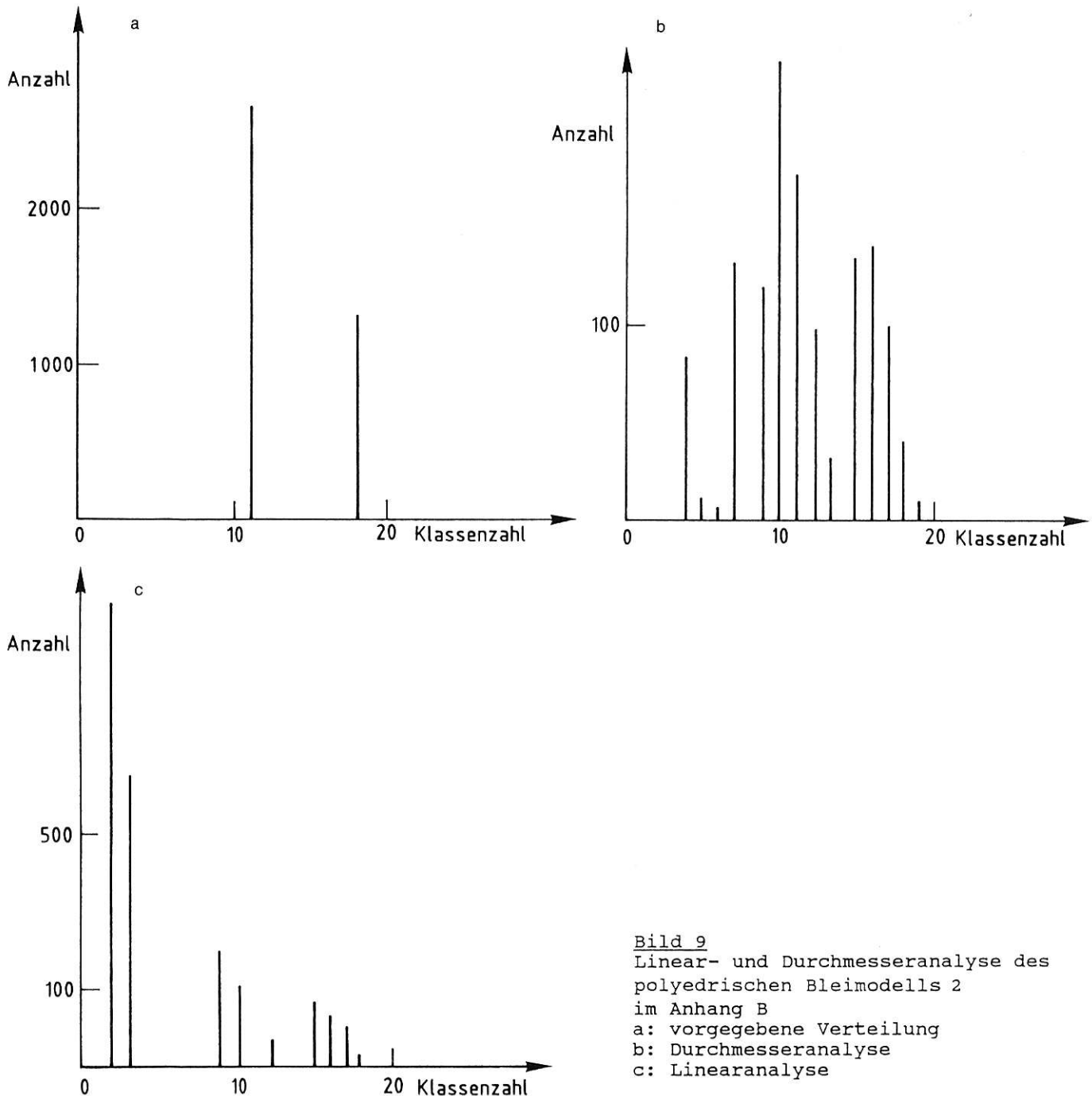


Bild 9
 Linear- und Durchmesseranalyse des
 polyedrischen Bleimodells 2
 im Anhang B
 a: vorgegebene Verteilung
 b: Durchmesseranalyse
 c: Linearanalyse

Ausblick

Mit den hier vorgestellten Programmen zur Simulation einfacher Gefüge und der Angabe von Methoden zur Herstellung von Modellen für Schnittbilder komplizierterer Gebilde wird die Hoffnung verknüpft, ein Werkzeug für die Entwicklung und Anwendung stereologischer Verfahren vorgelegt zu haben.

Mit der stürmischen Entwicklung der Rechentechnik relativieren sich viele der bisherigen Empfehlungen für das eine oder andere Verfahren, denn die Rechnzeit und auch Schwierigkeiten der

Programmierung, Hauptargument vieler Autoren, spielen jetzt eine erheblich geringere Rolle als noch vor einigen Jahren. Richtigkeit und Verlässlichkeit der Analyseergebnisse sind immer mehr die alleinigen Kriterien, nach denen ein Verfahren beurteilt werden sollte. In der Praxis zählt allein das Vertrauen auf die Ergebnisse der Analyse, so daß stereologische Verfahren in der Qualitätssicherung metallischer Werkstoffe nur weitere Verbreitung finden können, wenn zu sinkenden Kosten auch Transparenz und Verlässlichkeit hinzukommen. Stereologische Verfahren sind bislang auf rein mathematischer Grundlage entwickelt worden. Es ist aber durchaus denkbar, daß empirisch gefundene Zusammenhänge auch ohne vollständige mathematische Durchdringung nützliche Aussagen ermöglichen (4). Gerade dann ist sorgfältige Erprobung mit definierten Modellen erforderlich.

Literatur

1. E. Weibel:
Stereological Methods
Vol. 1
Practical Methods for Biological Morphometry
Vol. 2
Theoretical Foundations
Academic Press, London ... 1979, 1980
2. E. E. Underwood:
Quantitative Stereology
Addison-Wesley Publishing Comp.
Reading, Mass. (1970)
3. S. A. Saltikov:
Stereometrische Metallographie
VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie
Leipzig 1974
4. H. E. Exner, H. P. Hougardy:
Einführung in die quantitative Gefügeanalyse
DGM Informationsgesellschaft Verlag 1986
5. K. Breitzkreutz, R. Uttech
Metall 39 (1985) 336-338
6. K. Breitzkreutz
Metall 43 (1989) 21-25
7. K. Breitzkreutz
Prakt. Metallographie 20 (1983) 533

In diesem Anhang sind Programme zur Simulation von Schnittbildern von zufällig im Raum verteilten Ellipsoiden und Quadern sowie Auswertungsprogramme von jeweils 10 Schnittbildern eines Modells zusammengestellt. Ein weiteres Programm dient zum Einlesen von Kennwerten physischer Modelle von Kreis-, Ellipsoid- und Polyederschnitten.

Die Programme sind in BASIC von Microsoft für den Apple-Macintosh geschrieben. Spezifische Befehle, wie für die der graphischen Benutzeroberfläche, sind vermieden worden. Versehen mit Zeilennummern sollte die Übertragung auch in ältere BASIC-Dialekte leicht möglich sein. Wegen der zum Teil langen Rechenzeiten sollte mit compilierten Programmen gearbeitet werden. Graphische Befehle und Plotter-Anweisungen dürften für jedes Rechnersystem andere sein und müssen angepaßt werden. Der Befehl SWAP A,B, vertausche Inhalt der Variablen A mit dem Inhalt der Variablen B, existiert bei älteren Dialekten, wie auch der Befehl LOCATE zur Festlegung des Anfangs einer Bildschirmausgabe, nicht.

SWAP A,B kann einfach durch die Anweisungen HILF=A:A=B:B=HILF ersetzt werden. Anstelle des Befehls LOCATE Y,X;PRINT...kann man in den meisten Dialekten den Cursor auch genauso einfach mit dem Befehl PRINT LEFT\$(X\$,X);LEFT\$(Y\$,Y);....positionieren, wenn am Anfang des Programmes in einer Schleife Y\$=Y\$+CHR\$(..) und X\$=X\$+CHR\$(..), meist 31 und 32, mit einmaligem Zuaddieren von CHR\$(12) für die linke obere Ecke als Ausgangsposition, gebildet wurde.

Wesentliche weitere spezielle Befehle sind nicht verwendet worden.

Simulation der Ellipsoide:

In der Feldvariablen typ%(10,10) des Programmes werden die wesentlichen Daten des zu untersuchenden Modells eingetragen. Bis zu zehn verschiedene Sorten, sich unterscheidend durch Anzahl, drei Halbachsen und Bereich der Neigungswinkel im Raum, können eingetragen werden. Mit "Besetzen der Plätze" werden die Ellipsoide zufällig im Raum verteilt. Die Sorte wird auf der typ%-Liste zufällig gewählt, und es wird geprüft, ob bereits ein anderes Teilchen mit dem anderen Teilchen mit dem neu hinzukommenden kollidieren würde. Ist das der Fall, wird der Vorschlag verworfen und ein neues Teilchen und ein neuer Platz herausgesucht. Bleibt das Suchen nach dem tausendsten Versuch vergeblich, wird die Verteilung abgebrochen. Nach der Festsetzung der Lage des Mittelpunktes des Teilchens wird die Neigung der Achsen zufällig im vorgegebenen Rahmen bestimmt. Die Daten werden in der Feldvariablen ellipsoid %(5000,8) abgelegt.

Simulation der Quader:

Quader, im Grenzfall der Gleichheit aller Kantenlängen Würfel, werden durch das weitere Programm simuliert. Der Aufbau ist völlig analog zum vorangegangenen Programm, lediglich die Algorithmen zur Ermittlung der Grenzen der geschnittenen Körper unterscheiden sich. Bild A 2 zeigt ein Beispiel eines Schnittes durch einen Körper mit simulierten Quadern.

Einlesen von Modellen:

Das dritte Programm dient zum Einlesen der Kennwerte physischer Modelle, wie sie z. B. im Anhang B abgebildet sind, um die Daten in eine für die folgenden Auswertungsprogramme geeignete Form zu bringen. Bei Kreisschnitten reicht die Angabe der Koordinaten des Mittelpunktes und des Durchmessers in Einheiten der Bildpunkte (0 - 500). Bei Ellipsen müssen die Koordinaten der Endpunkte des größten und des kleinsten Halbdurchmessers eingegeben werden. Der Mittelpunkt wird automatisch ermittelt. Bei Polyedern müssen die Koordinaten von bis zu zehn Eckpunkten eingelesen werden.

Die Bilder der Holzmodelle im Anhang B sind auf diese Weise entstanden.

Auswertungsprogramme:

Das vierte Programm dient der Auswertung durch Flächenanalyse. Den vermessenen Flächen wird der Durchmesser eines flächengleichen Kreises zugeordnet. Die Durchmesser werden in Klassen eingeteilt.

Die Teilung der Klassen kann nach den drei besprochenen Verfahren erfolgen. Die Berechnung der Größenverteilung erfolgt rekursiv und immer nach der gleichen Vorschrift. Die Ergebnisse werden auf dem Bildschirm dargestellt, gedruckt oder gezeichnet.

Beim fünften Programm, dem zur Auswertung durch Linearanalyse, kann die Zahl der Meßlinien über das Bild vorgegeben werden. Daraus resultiert ein jeweils bestimmter Abstand der Meßlinien untereinander.

Die Einordnung der Sehnenlängen in Klassen erfolgt in gleicher Weise wie bei der Teilchendurchmesseranalyse: Der Auswertungsformel liegt ebenfalls die Vorstellung idealer Kugeln zugrunde.


```

REM tlesen
REM
REM programm dient zum einlesen von Kreis-,ellipsen- und polyederschnitten
REM
    DIM te1%(10,200,10),tpo1%(10,200,20)
REM ellipsen mit 4 schnittpunkten mit Koordinatenkreuz angeben
REM mittelpunkt wird errechnet
REM polyeder bis zu 10 eckpunkten angeben
REM 1.spalte ist bildnummer (1-10)
REM 2.spalte teilchennummer
REM 3.spalte eck- bzw.schnittpunkte x-y
    DIM y(11),x(11)
REM koordinaten der jeweiligen schnitt- und eckpunkte
REM

    pname$="unbenannt"
REM namen der arbeiten
    DIM fr$(10)

    fr$(0)="Benennen des Modells"
    fr$(1)="Freier Platz"
    fr$(2)="Einlesen der Werte"
    fr$(3)="Tafel der Werte"
    fr$(4)="Bild zeichnen"
    fr$(5)="Verkleinern der Teilchen"
    fr$(6)="Bilder anlegen und speichern"
    fr$(7)="Einlesen der Messpunkte"
    fr$(8)="Abspeichern der Messpunkte"
    fr$(9)="Beenden"
    FOR i%=1 TO 10
    FOR j%=5 TO 9 STEP 2:typ%(i%,j%)=0:NEXT j%
    FOR j%=6 TO 10 STEP 2:typ%(i%,j%)=180:NEXT j%
    NEXT i%
    MENU 1,0,1," Modelle Einlesen

    WINDOW 1,"a",(0,20)-(512,342),4
    CALL TEXTFONT (0):CALL TEXTSIZE (12)
REM *****
    auswahl:
    CLS
    PRINT:PRINT " Mit diesem Programm koennen von 10 Bildern jeweils"
    PRINT " bis zu 200 Ellipsen und/oder 200 Polyeder eingelesen werden "
    PRINT " Bildkanten max.600 Pixel"
    PRINT:PRINT " Auswahl"
    PRINT
    FOR i%=1 TO 5
    PRINT i%-1;" ";fr$(i%-1);TAB(33);i%+4;" ";fr$(i%+4)
    NEXT i%

    PRINT:PRINT " Bitte Zahlentaste druecken"
    GOSUB frage1
    PRINT:PRINT " Gewaehlt wurde Taste ";xw%;" mit : ";fr$(xw%)
    xww%=xw%
    LOCATE 18,18:GOSUB frage2
    IF xw%=2 THEN GOTO auswahl
    xww%=xww%+1:ON xww% GOTO benennen,zurueck,einlesen,tafel,zeichnen,verkleinern,schnitte,sp
einlesen,abspeichern,beenden

REM *****
REM =====
REM benennen

```

```

benennen:
CLS:
LOCATE 2,20:PRINT fr$(0)
PRINT:PRINT "Das Model heisst  ";pname$
PRINT "(Wenn keine Aenderung stattfinden soll,mit Enter-Taste weiter)"
PRINT:INPUT "Neuer Name  ";p$:IF p$="" THEN p$=pname$
pname$=p$
PRINT:PRINT "Name lautet jetzt  ";pname$
GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM zurueck
zurueck:
CLS:
LOCATE 1,20:PRINT fr$(1)
GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM einlesen
einlesen:
CLS:LOCATE 2,22:PRINT fr$(2):PRINT
ein1:
PRINT " Bildnummer  ";bnr%
INPUT " neue Bildnummer (1-10) ";bnr%:IF bnr%>10 OR bnr%<1 THEN GOTO ein1
ein2:
PRINT " Teilchentyp  ";f$
INPUT " Ellipse,Kreis oder Polyeder (e/k/p) ";f$:IF f$<>"e" AND f$<>"p" AND f$<>"k" THEN
GOTO ein2
ein3:
PRINT " Teilchennummer  ";tn%
INPUT " neue Teilchennummer (1-200) ";tn%:IF tn%>200 OR tn%<1 THEN GOTO ein3
IF f$="p" THEN GOTO ein5
IF f$="k" THEN GOTO ein6
ein4:
CLS:PRINT " Teilchennummer  ";tn%;" Teilchentyp  ";f%;" Bildnummer  ";bnr%
PRINT:PRINT:PRINT " Alte Achsenschnittpunkte (x,y) : neue Me
sspunkte (x,y) :
FOR i%=1 TO 4
LOCATE 5+i%,1:PRINT "Punkt  ";i%
LOCATE 5+i%,10:PRINT tel1%(bnr%,tn%,i%)
LOCATE 5+i%,16:INPUT r$:IF r$="" THEN r$=STR$(tel1%(bnr%,tn%,i%))
tel1%(bnr%,tn%,i%)=VAL(r$)
LOCATE 5+i%,24:PRINT tel1%(bnr%,tn%,i%+5)
LOCATE 5+i%,30:INPUT r$:IF r$="" THEN r$=STR$(tel1%(bnr%,tn%,i%+5))
tel1%(bnr%,tn%,i%+5)=VAL(r$)
LOCATE 5+i%,46:PRINT tel1%(bnr%,tn%,i%)
LOCATE 5+i%,52:PRINT tel1%(bnr%,tn%,i%+5)
NEXT i%
GOSUB frage5:ON xw% GOTO ein44,ein45,ein4,auswahl
ein44: tn%=tn%+1:IF tn%>200 THEN tn%=200
GOTO ein4
ein45: tn%=tn%-1:IF tn%<1 THEN tn%=1
GOTO ein4
ein5:
CLS:PRINT " Teilchennummer  ";tn%;" Teilchentyp  ";f%;" Bildnummer  ";bnr%
PRINT:PRINT " Alte Eckpunkte (x,y) : neue
r Messpunkt (x,y) :
PRINT " Teilchen beendet mit Taste b"
FOR i%=1 TO 10
LOCATE 5+i%,1:PRINT "Punkt  ";i%
LOCATE 5+i%,11:PRINT tpol%(bnr%,tn%,i%)
LOCATE 5+i%,19:INPUT r$:IF r$="" THEN r$=STR$(tpol%(bnr%,tn%,i%))
IF r$="b" THEN GOTO ein50

```

```

tpol%(bnr%,tn%,i%)=VAL(r#)
LOCATE 5+i%,30:PRINT tpol%(bnr%,tn%,i%+10)
LOCATE 5+i%,38:INPUT r#:IF r#="" THEN r#=STR$(tpol%(bnr%,tn%,i%+10))
IF r#="b" THEN GOTO ein50
tpol%(bnr%,tn%,i%+10)=VAL(r#)
LOCATE 5+i%,50:PRINT tpol%(bnr%,tn%,i%)
LOCATE 5+i%,55:PRINT tpol%(bnr%,tn%,i%+10)
NEXT i%
ein50:
GOSUB frage5:ON xw% GOTO ein54,ein55,ein5,auswahl
ein54: tn%=tn%+1:IF tn%>200 THEN tn%=200
GOTO ein5
ein55: tn%=tn%-1:IF tn%<1 THEN tn%=1
GOTO ein5
ein6:
CLS:PRINT " Teilchennummer : ";tn%;" Teilchentyp : ";f%;" Bildnummer : ";bnr%
xm=(tel1%(bnr%,tn%,3)+tel1%(bnr%,tn%,1))/2
ym=(tel1%(bnr%,tn%,8)+tel1%(bnr%,tn%,6))/2
durch=tel1%(bnr%,tn%,3)-tel1%(bnr%,tn%,1)
PRINT:PRINT "Alter Durchmesser : ";durch
PRINT "X-Lage des Mittelpunktes : ";xm
PRINT "Y-Lage des Mittelpunktes : ";ym
INPUT "Neuer Durchmesser ";durch#:IF durch#="" THEN durch#=STR$(durch)
INPUT "Neues X des Mittelpunktes ";xm#:IF xm#="" THEN xm#=STR$(xm)
INPUT "Neues Y des Mittelpunktes ";ym#:IF ym#="" THEN ym#=STR$(ym)
tel1%(bnr%,tn%,1)=VAL(xm#)-.5*VAL(durch#)
tel1%(bnr%,tn%,6)=VAL(ym#)
tel1%(bnr%,tn%,2)=VAL(xm#)
tel1%(bnr%,tn%,7)=VAL(ym#)+.5*VAL(durch#)
tel1%(bnr%,tn%,3)=VAL(xm#)+.5*VAL(durch#)
tel1%(bnr%,tn%,8)=VAL(ym#)
tel1%(bnr%,tn%,4)=VAL(xm#)
tel1%(bnr%,tn%,9)=VAL(ym#)-.5*VAL(durch#)
PRINT:PRINT " X : ";VAL(xm#);" Y : ";VAL(ym#);" Durchmesser : ";VAL(durch#)
ein60:
GOSUB frage5:ON xw% GOTO ein64,ein65,ein6,auswahl
ein64: tn%=tn%+1:IF tn%>200 THEN tn%=200
GOTO ein6
ein65: tn%=tn%-1:IF tn%<1 THEN tn%=1
GOTO ein6

```

REM =====

REM werte zeigen

```

tafel:
CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(3)
INPUT " Welche Bildnummer ";bnr%
INPUT " ab welcher Teilchennummer ";tn%
t1:
CLS:PRINT " Bildnummer      Teilchennummer  Achsenschnitte      Eckpunkte"
IF tn%<1 THEN tn%=1
IF tn%>200 THEN tn%=200
PRINT:PRINT "          "+STR$(bnr%)+          "+STR$(tn%)+          "
FOR i%=1 TO 4
LOCATE 2+i%,30:PRINT STR$(tel1%(bnr%,tn%,i%))+          "
LOCATE 2+i%,37:PRINT STR$(tel1%(bnr%,tn%,i%+5))+          "
NEXT i%
FOR i%=1 TO 10
LOCATE 2+i%,45:PRINT STR$(tpol%(bnr%,tn%,i%))+          "
LOCATE 2+i%,52:PRINT STR$(tpol%(bnr%,tn%,i%+10))+          "
NEXT i%
GOSUB frage5:ON xw% GOTO t2,t3,t1,auswahl
t2: tn%=tn%+1:GOTO t1

```

```

t3: tn%=tn%-1:GOTO t1
REM =====
REM zeichnen
  zeichnen:
  CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(4)
  LOCATE 4,20:PRINT "Plotter anschalten !"
  GOSUB frage3
z1:
  CLS:PRINT:INPUT "      Welches Bild (1-10) erwuenscht : ";bnr%
  IF bnr%<1 OR bnr%>500 THEN GOTO z1
z2:
  CLS:PRINT "      Bild ";bnr%;" wird gezeichnet"
  OPEN "com1:1200,n,7" AS#1
  fed%=2:GOSUB federplott
  xp%=20:yp%=1500:GOSUB hinplott
  xp%=1220:yp%=1500:GOSUB linieplott
  xp%=1220:yp%=300:GOSUB linieplott
  xp%=20:yp%=300:GOSUB linieplott
  xp%=20:yp%=1500:GOSUB linieplott
  fed%=4:GOSUB federplott
  xp%=20:yp%=1700:GOSUB hinplott
  Kommentar$="Bildnummer "+STR$(bnr%)+ " von "+pname$
  GOSUB textplott
  ellflaeche=0:ellzahl=0:polzahl=0:polflaeche=0
  FOR i%=1 TO 200
  IF tell%(bnr%,i%,1)=0 THEN GOTO z3
  ellzahl=ellzahl+1
  wert=i%
  GOSUB ordnen
  FOR u%=ymin TO ymax
  y=u%-ym
  wu=a^2-(y^2*a^2)/b^2
  IF wu<0 THEN GOTO z22

  x1=SQR(wu)
  xr=-1*SQR(wu)
  REM drehung und verschiebung
  x11=x1*w2+y*w1+xm
  xrr=xr*w2+y*w1+xm
  y11=-x1*w1+y*w2+ym
  yrr=-xr*w1+y*w2+ym
  ellflaeche=ellflaeche+SQR((x11-xrr)^2+(y11-yrr)^2)
  xp%=INT(2*x11+.5)+20:yp%=INT(2*y11+.5)+300:GOSUB hinplott
  xp%=INT(2*xrr+.5)+20:yp%=INT(2*yrr+.5)+300:GOSUB linieplott
z22:
  NEXT u%

z3:
  NEXT i%

  FOR i%=1 TO 200
  IF tpol%(bnr%,i%,1)=0 THEN GOTO z4
  polzahl=polzahl+1
  wert=i%
  GOSUB anordnen
  FOR u%=ymax TO ymin STEP-1
  GOSUB suchen
  REM LPRINT " Y : ";u%;" x1 : ";x1;" xr : ";xr:LPRINT
  polflaeche=polflaeche+ABS(xr-x1)+1
  xp%=INT(2*x1+.5)+20:yp%=2*u%+300:GOSUB hinplott
  xp%=INT(2*xr+.5)+20:yp%=2*u%+300:GOSUB linieplott

```

```

z33;
NEXT u%
z4:
NEXT i%
z5:
xp%=1300:yp%=1400:GOSUB hinplott
Kommentar$="Ellipsenzahl : "+STR$(ellzahl):GOSUB textplott
xp%=1300:yp%=1350:GOSUB hinplott
Kommentar$="Ellipsenflaeche : "+STR$(ellflaeche):GOSUB textplott
xp%=1300:yp%=1300:GOSUB hinplott
Kommentar$="Flaechenanteil : "+STR$(100*ellflaeche/(600*600)):GOSUB textplott

xp%=1300:yp%=1250:GOSUB hinplott
Kommentar$="Polyederzahl : "+STR$(polzahl):GOSUB textplott
xp%=1300:yp%=1200:GOSUB hinplott
Kommentar$="Polyederflaeche : "+STR$(polflaeche):GOSUB textplott
xp%=1300:yp%=1150:GOSUB hinplott
Kommentar$="Flaechenanteil : "+STR$(100*polflaeche/(600*600)):GOSUB textplott

xp%=1300:yp%=1100:GOSUB hinplott
Kommentar$="Gesamtzahl : "+STR$(polzahl+ellzahl):GOSUB textplott
xp%=1300:yp%=1050:GOSUB hinplott
Kommentar$="Gesamtflaeche : "+STR$(polflaeche+ellflaeche):GOSUB textplott
xp%=1300:yp%=1000:GOSUB hinplott
Kommentar$="Flaechenanteil ges. : "+STR$(100*(polflaeche+ellflaeche)/(600*600)):GOSUB text
plott

CLOSE #1
GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM verkleinern
verkleinern:
CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(5)
PRINT:PRINT "Hier werden die Polyeder durch Verkleinern trennbar gemacht"
PRINT
GOSUB frage2:ON xw% GOTO ver1,auswahl
ver1:
PRINT:INPUT "Welche Polyederbild-Nummer (1-10) ";bnr%
IF bnr%<1 OR bnr%>10 THEN GOTO ver1
CLS:PRINT "Verkleinerung von Bild ";bnr%
FOR i%=1 TO 200
IF tpol%(bnr%,i%,1)=0 THEN GOTO ver2

xm=0:ym=0:punktzahl=0
FOR u%=1 TO 10
IF tpol%(bnr%,i%,u%)>0 THEN punktzahl=punktzahl+1
xm=xm+tpol%(bnr%,i%,u%)
ym=ym+tpol%(bnr%,i%,u%+10)
NEXT u%
xm=xm/punktzahl:ym=ym/punktzahl
FOR v%=1 TO 3
PSET (xm+v%-2,ym),33
PSET (xm,ym+v%-2),33
NEXT v%
FOR u%=1 TO punktzahl
PSET (tpol%(bnr%,i%,u%),tpol%(bnr%,i%,u%+10)),33
IF tpol%(bnr%,i%,u%)>xm THEN tpol%(bnr%,i%,u%)=tpol%(bnr%,i%,u%)-1
IF tpol%(bnr%,i%,u%)<xm THEN tpol%(bnr%,i%,u%)=tpol%(bnr%,i%,u%)+1
IF tpol%(bnr%,i%,u%+10)>ym THEN tpol%(bnr%,i%,u%+10)=tpol%(bnr%,i%,u%+10)-1
IF tpol%(bnr%,i%,u%+10)<ym THEN tpol%(bnr%,i%,u%+10)=tpol%(bnr%,i%,u%+10)+1
PSET (tpol%(bnr%,i%,u%),tpol%(bnr%,i%,u%+10)),33
NEXT u%

```

```

ver2:
NEXT i%
GOSUB frage4:CLS
ON xu% GOTO wahl,auswahl
REM =====
REM schnitte
REM schnitte werden als linie mit nummer,hoehe y
REM x links und x rechts gespeichert
    schnitte:
    CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(6)

    FOR schnitt%=1 TO 10

    CLS:PRINT "Bildnummer ist ",schnitt%
    IF tell%(schnitt%,1,1)=0 AND tpol%(schnitt%,1,1)=0 THEN GOTO s7
    lzahl=0:treffer=0
    ablage#=pname#+ " li "+STR$(schnitt%-1)
    OPEN ablage# FOR OUTPUT AS #1
    flaeche=0
REM ellipsen
    FOR pp%=1 TO 200
    IF tell%(schnitt%,pp%,1)=0 THEN GOTO s5
REM ablauf der befehle und Kommentare analog zu Kapitel zeichnen
REM markieren der mittelpunkte
REM randpunkte berechnen und eintragen
        treffer=treffer+1:LOCATE 2,1:PRINT "Treffer : ";treffer
        WRITE#1,treffer+5000
        wert=pp%:bnr%=schnitt%
        GOSUB ordnen
        FOR v%=1 TO 3
        PSET (xm+v%-2,ym),33
        PSET (xm,ym+v%-2),33
        NEXT v%

    FOR u%=ymin TO ymax
    y=u%-ym
    wu=a^2-(y^2*a^2)/b^2
    IF wu<0 THEN GOTO ss5

    x1=SQR(wu)
    xr=-1*SQR(wu)
    REM drehung und verschiebung
    x11=x1*w2+y*w1+xm
    xrr=xr*w2+y*w1+xm
    y11=-x1*w1+y*w2+ym
    yrr=-xr*w1+y*w2+ym
    ab=SQR((x11-xrr)^2+(y11-yrr)^2)
    x11=INT(x11+.5):xrr=INT(xrr+.5)
    flaeche=flaeche+ab
    lzahl=lzahl+1

    CALL MOVETO (x11,y11):CALL LINETO (xrr,yrr)
    CALL MOVETO (x11+1,y11):CALL LINETO (xrr+1,yrr)
    CALL MOVETO (x11-1,y11):CALL LINETO (xrr-1,yrr)
    yn=(yrr+y11)/2:yn%=INT(yn+.5)
    xsp1%=x11:xspr%=xrr
    IF a=b THEN yn%=INT(xm+.5):xsp1%=INT((y11-ym)+xm+.5):xspr%=(yrr-ym)+xm+.5:yn%=u%

    REM CALL MOVETO (xsp1%,yn%):CALL LINETO (xspr%,yn%)
    WRITE #1,lzahl,yn%,xsp1%,xspr%
    ss5:
    NEXT u%

```

```

s5:
  NEXT pp%
REM polyeder
FOR pp%=1 TO 200
  IF tpol%(schnitt%,pp%,1)=0 THEN GOTO s6
  treffer=treffer+1:LOCATE 2,1:PRINT "Treffer : ";treffer
  WRITE#1,treffer+5000
  wert=pp%:bnr%=schnitt%
  GOSUB anordnen
  xm=0
  FOR v%=1 TO punktzahl
    xm=xm+tpol%(schnitt%,pp%,v%)
  NEXT v%
  xm=xm/punktzahl
  ym=(ymax-ymin)/2+ymin
  FOR v%=1 TO 3
    PSET (xm+v%-2,ym),33
    PSET (xm,ym+v%-2),33
  NEXT v%
  FOR u%=ymax TO ymin STEP-1
    GOSUB suchen
    REM LPRINT " Y : ";u%; " x1 : ";x1; " xr : ";xr:LPRINT
    xr=INT(xr+.5):x1=INT(x1+.5)
    flaeche=flaeche+ABS(xr-x1)+1
    lzah1=lzah1+1
    CALL MOVETO (x1,u%):CALL LINETO (xr,u%)
    WRITE #1,lzah1,u%,x1,xr
  ss6:
  NEXT u%
  s6:
  NEXT pp%
  LOCATE 3,1:PRINT "Flaeche : ";flaeche
  CLOSE#1
  GOSUB frage4:ON xw% GOTO s7,auswahl
s7:
  NEXT schnitt%
  CLS:LOCATE 12,16:PRINT "Abspeichern der Bilder beendet"
  GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM einlesen vom speicher
speinlesen:
CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(7)
IF pname$="unbenannt" THEN PRINT " Modell hat Keinen Namen !":GOSUB frage3:GOTO auswahl
bez$=pname$+" Modell"
PRINT:PRINT "Name : ";bez$
PRINT:PRINT "Bild Nr. : " Teilchen Nr. : "
OPEN "i",#1,bez$
FOR i%=1 TO 10
  q$=""
  INPUT #1,q$:IF q$="n" THEN GOTO sp1
  FOR j%=1 TO 200
    LOCATE 5,9:PRINT i%:LOCATE 5,40:PRINT j%
    FOR v%=1 TO 10
      INPUT #1,tell%(i%,j%,v%)
    NEXT v%
    FOR v%=1 TO 20
      INPUT #1,tpol%(i%,j%,v%)
    NEXT v%
  NEXT j%
NEXT i%
sp1:
NEXT i%

```

```

CLOSE #1
GOSUB frage3:GOTO auswahl

REM =====
REM beenden
  beenden:
  CLS
  MENU RESET:STOP
REM =====
REM abspeichern
  abspeichern:
  CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(8)
  IF pname$="unbenannt" THEN PRINT " Modell hat keinen Namen !":GOSUB frage3:GOTO auswahl
  bez$=pname$+" Modell"
  PRINT:PRINT "Name : ";bez$
  PRINT:PRINT "Bild Nr. :                               Teilchen Nr. :"
  OPEN bez$ FOR OUTPUT AS #1
  FOR i%=1 TO 10
  q$="j":IF tell%(i%,1,1)=0 AND tpol%(i%,1,1)=0 THEN q$="n"
  WRITE #1,q$:IF q$="n" THEN GOTO ab1
  FOR j%=1 TO 200
  LOCATE 5,9:PRINT i%:LOCATE 5,40:PRINT j%
  FOR v%=1 TO 10
  WRITE #1,tell%(i%,j%,v%)
  NEXT v%
  FOR v%=1 TO 20
  WRITE #1,tpol%(i%,j%,v%)
  NEXT v%
  NEXT j%
  ab1:
  NEXT i%
  CLOSE #1
  LOCATE 10,20:PRINT "Abspeichern beendet"
  GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM ++++++
REM unterprogramme
REM ++++++
REM
  frage1:
  w$="":w$=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO frage1
  xw%=ASC(w$):IF xw%<48 OR xw%>58 THEN GOTO frage1
  xw%=xw%-48
  RETURN
REM ++++++
REM
  frage2:
  PRINT "Richtig oder zur Auswahl ? (r/a)"
  mfrage2:
  w$="":w$=INKEY$:IF w$<>"r" AND w$<>"a" THEN GOTO mfrage2
  IF w$="r" THEN xw%=1:RETURN
  IF w$="a" THEN xw%=2:RETURN
REM ++++++
REM
  frage3:
  LOCATE 19,20:PRINT "Weiter mit Taste w"
  mfrage3:
  w$="":w$=INKEY$:IF w$<>"w" THEN GOTO mfrage3
  RETURN
REM ++++++
REM
  frage4:

```



```

LOCATE 19,20:PRINT "Weiter oder Auswahl (w/a)"
mfrage4:
w$="":w$=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO mfrage4
IF w$="w" THEN xw%=1:RETURN
IF w$="a" THEN xw%=2:RETURN
GOTO mfrage4
REM ++++++
REM

frage5:
LOCATE 19,15:PRINT "Vor,zurueck,nochmal,Auswahl (v/z/n/a)"
mfrage5:
w$="":w$=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO mfrage5
IF w$="v" THEN xw%=1:RETURN
IF w$="z" THEN xw%=2:RETURN
IF w$="n" THEN xw%=3:RETURN
IF w$="a" THEN xw%=4:RETURN
GOTO mfrage5

REM ++++++
REM ++++++
REM #####
REM plotterroutinen
  federplott:
    pl$="PS" +STR$(fed%)+";":PRINT #1,pl$
    RETURN
REM
  hinplott:
    pl$="MA"+STR$(xp%)+"," +STR$(yp%)+";":PRINT #1,pl$
    RETURN
REM
  linieplott:
    pl$="DA"+STR$(xp%)+"," +STR$(yp%)+";":PRINT #1,pl$
    RETURN
REM
  textplott:
    pl$="PL"+kommentar$ +CHR$(3)+";":PRINT #1,pl$
    RETURN
REM
  kreisplott:
    FOR vv%=r% TO 0 STEP-2
      pl$="CA" +STR$(vv%)+"," +STR$(xp%)+"," +STR$(yp%)+";":PRINT #1,pl$
    NEXT vv%
    RETURN
REM #####
REM ++++++
REM ordnen der punkte
ordnen:
  x(1)=te11%(bnr%,wert,1):y(1)=te11%(bnr%,wert,6)
  x(2)=te11%(bnr%,wert,2):y(2)=te11%(bnr%,wert,7)
  x(3)=te11%(bnr%,wert,3):y(3)=te11%(bnr%,wert,8)
  x(4)=te11%(bnr%,wert,4):y(4)=te11%(bnr%,wert,9)
  REM LPRINT "Schnittpunkte ungeordnet  y,x ";y(1);" ";x(1);" ";y(2);" ";x(2);" ";y(
3);" ";x(3);" ";y(4);" ";x(4)
  FOR u%=1 TO 4
    FOR v%=1 TO 3
      IF y(v%)<y(v%+1) THEN SWAP y(v%),y(v%+1):SWAP x(v%),x(v%+1)
    NEXT v%
  NEXT u%
  IF y(1)=y(2) AND x(1)>x(2) THEN SWAP y(1),y(2):SWAP x(1),x(2)
  IF y(3)=y(4) AND x(3)<x(4) THEN SWAP y(3),y(4):SWAP x(3),x(4)

```

```

REM mittelpunkt
ym=(y(1)-y(4))/2+y(4)
xmax=0:xmin=600
FOR u%=1 TO 4
IF x(u%)>xmax THEN xmax=x(u%)
IF x(u%)<xmin THEN xmin=x(u%)
NEXT u%
xm=(xmax-xmin)/2+xmin
REM halbachsen
a=SQR((y(1)-ym)^2+(x(1)-xm)^2)+SQR((y(4)-ym)^2+(x(4)-xm)^2)
a=a/2
b=SQR((y(2)-ym)^2+(x(2)-xm)^2)+SQR((y(3)-ym)^2+(x(3)-xm)^2)
b=b/2
REM neigungswinkel
REM w1=sin(phi),w2=cos(phi)
w1=(ABS(y(1)-ym))/(SQR((y(1)-ym)^2+(x(1)-xm)^2))
w2=(ABS(x(1)-xm))/(SQR((y(1)-ym)^2+(x(1)-xm)^2))
REM hoechster und tiefster anfangspunkt
ymin=ym-a:IF a<b THEN ymin=ym-b
ymax=ym+a:IF a<b THEN ymax=ym+b
ymin=INT(ymin+.5):ymax=INT(ymax+.5)
REM LPRINT "a und b      ";a,b
REM LPRINT "Mittelpunkt  ym,xm ";ym,xm
REM LPRINT "Oberes und unteres y      ";ymin,ymax
REM LPRINT "sin (phi) und cos (phi) ";w1,w2
REM LPRINT "Schnittpunkte  y,x      ";y(1);" ";x(1);"      ";y(2);" ";x(2);"      ";y(3);" ";x(3)
;" ";y(4);" ";x(4)
REM LPRINT:LPRINT
RETURN
REM ++++++
REM anordnen
anordnen:
FOR v%=1 TO 10:y(v%)=0:x(v%)=0:NEXT v%
FOR v%=1 TO 10
x(v%)=tpol%(bnr%,wert,v%):y(v%)=tpol%(bnr%,wert,v%+10)
NEXT v%
REM ymax und ymin suchen
ymax=0:ymin=600:punktzahl=0
FOR u%=1 TO 10
IF y(u%)>0 THEN punktzahl=punktzahl+1
IF y(u%)=ymax THEN ymax=y(u%):nmax%=u%
IF y(u%)<ymin AND y(u%)>0 THEN ymin=y(u%):nmin%=u%
NEXT u%
SWAP y(1),y(nmax%):SWAP x(1),x(nmax%)
REM jeweils naechsten nachbar heranruecken
FOR u%=1 TO punktzahl
maxab=600
FOR v%=u%+1 TO punktzahl
ab=SQR((y(u%)-y(v%))^2+(x(u%)-x(v%))^2)
IF ab<maxab THEN maxab=ab:SWAP y(u%+1),y(v%):SWAP x(u%+1),x(v%)
NEXT v%
NEXT u%
FOR u%=1 TO punktzahl
REM LPRINT y(u%),x(u%)
NEXT u%
REM LPRINT "ymax und ymin      ";ymax,ymin

RETURN
REM ++++++
REM punkte der begrenzenden geraden suchen
suchen:
REM gesucht wird linke und rechte begrenzende gerade
REM und deren schnittpunkte x mit waagerechter gerade u

```

```

x1=600:xr=0
FOR v%=1 TO punktzahl
FOR vv%=1 TO punktzahl
IF vv%=v% THEN GOTO sumarke1
IF y(v%)>u% AND y(vv%)>u% THEN GOTO sumarke1
IF y(v%)<u% AND y(vv%)<u% THEN GOTO sumarke1
diff=(y(vv%)-y(v%)):IF diff=0 THEN x1=x(v%):xr=x(vv%):GOTO sumarke2
xs=x(v%)+(u%-y(v%))*(x(vv%)-x(v%))/diff
IF xs>0 AND xs<x1 THEN x1=xs:p1=v%:p2=vv%
IF xs<600 AND xs>xr THEN xr=xs:p3=v%:p4=vv%
sumarke1:
NEXT vv%
sumarke2:
IF xr<x1 THEN SWAP xr,x1
NEXT v%
RETURN
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++

```

```

REM tasimul
REM
REM programm zur bestimmung der groessenverteilung von teilchen aus
REM schnittflaechen unter annahme der kugelform
REM
    DIM teilchen(5000,2)
REM teilchen gibt nummer,durchmesser
REM und lage des mittelpunktes sx und sy an
REM
    DIM klasse(100,8)
REM klasse ist nummer der klasse,anzahl der schnitte in der groessenklasse=0 und
REM 1=obere und 2=untere grenze
REM 3=zahl der getroffenen kugeln in der klasse,4=zahl der kugeln im raum
REM 5=volumina,6=oberflaechen,7=nochmal schnittzahl,8=kugelzahl unkorrr.
REM in klasse(0,nr.) steht der jeweilige maximalwert von nr.
    pname$="unbenannt"
    DIM fr$(10)
    fr$(0)="Benennen des Modells"
    fr$(1)="Teilchen einlesen"
    fr$(2)="Einordnen in arithmetrische Klassen"
    fr$(3)="geometrische Klassen"
    fr$(4)="flexible Klassen"
    fr$(5)="Analyse durchfuehren"
    fr$(6)="Ergebnisse drucken"
    fr$(7)="Ergebnisse zeichnen"
    fr$(8)=" "
    fr$(9)="Beenden"
    FOR i%=1 TO 10
    FOR j%=5 TO 9 STEP 2:typ%(i%,j%)=0:NEXT j%
    FOR j%=6 TO 10 STEP 2:typ%(i%,j%)=180:NEXT j%
    NEXT i%
    MENU 1,0,1," Durchmesseranalyse
    "
    WINDOW 1,"a",(0,20)-(512,342),4
    CALL TEXTFONT (0):CALL TEXTSIZE (12)
REM *****
    auswahl:
    CLS
    PRINT:PRINT " Das Programm wertet simulierte Ellipsoide und Quader"
    PRINT " mittels Durchmesseranalyse von Kugelschnitten aus "
    PRINT
    PRINT:PRINT " Auswahl"
    PRINT
    FOR i%=1 TO 5
    PRINT i%-1;" ";fr$(i%-1);TAB(35);i%+4;" ";fr$(i%+4)
    NEXT i%
    PRINT:PRINT " Bitte Zahlentaste druecken"
    GOSUB frage1
    PRINT:PRINT " Gewaehlt wurde Taste ";xw%;" mit : ";fr$(xw%)
    xww%=xw%
    LOCATE 18,18:GOSUB frage2
    IF xw%=2 THEN GOTO auswahl
    xww%=xww%+1:ON xww% GOTO benennen,lesen,ar,ge,fl,durchfuehren,drucken,zeichnen,zurueck,be
enden
REM *****
REM =====
REM benennen
    benennen:
    CLS:
    LOCATE 2,20:PRINT fr$(0)

```

```

PRINT:PRINT "Das Mödel heisst : ";pname$
PRINT "(Wenn keine Aenderung stattfinden soll,mit Enter-Taste weiter)"
PRINT:INPUT "Neuer Name : ";p$:IF p$="" THEN p$=pname$
pname$=p$
PRINT:PRINT "Name lautet jetzt : ";pname$
GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM einlesen
  lesen:
  CLS:LOCATE 2,20:PRINT fr$(1)
  IF pname$="unbenannt" THEN PRINT:PRINT "          Name fehlt !":GOSUB frage3:GOTO auswahl
wahl
  gesamtzahl=1:dmax=0
  FOR i%=0 TO 9
    bez$=pname$+" li "+STR$(i%)
    CLS:LOCATE 6,5:PRINT "Eingelesen wird ";bez$
    OPEN "i",#1,bez$
REM einlesen der linien und summation zur schnitkreisflaeche
    xmin=601:xmax=0:ymin=601:ft=0
    WHILE NOT EOF(1)
      INPUT #1,z:IF z>5000 THEN GOSUB eintragen:GOTO le2
      INPUT #1,y,x1,x2
      REM LPRINT z,y,x1,x2
      IF x1<xmin THEN xmin=x1
      IF x2<xmin THEN xmin=x2
      IF x1>xmax THEN xmax=x1
      IF x2>xmax THEN xmax=x2
      IF y<ymin THEN ymin=y
      IF y>ymin THEN ymax=y
      ft=ft+ABS(x1-x2)+1
      CALL MOVETO (x1,y):CALL LINETO (x2,y)
    le2:
  WEND
  GOSUB eintragen
  CLOSE #1
  NEXT i%
  le1:
  LOCATE 7,1:PRINT "Zahl der Teilchen : ";gesamtzahl-1;"          Max.Durchmesser : ";dmax
  bez$=pname$+" Hilf"
  CLS:LOCATE 8,1:PRINT "Zwischenspeichern unter ";bez$
  OPEN bez$ FOR OUTPUT AS#1
  WRITE#1,gesamtzahl-1,dmax
  PRINT "  Sortieren nach Groesse"
  PRINT "  Teilchennummer : ";
  FOR i%=1 TO gesamtzahl-1
    LOCATE 12,22:PRINT i%
    FOR j%=i% TO gesamtzahl-1
      IF teilchen(i%,0)>=teilchen(j%,0) THEN GOTO le3
      SWAP teilchen(i%,0),teilchen(j%,0)
      SWAP teilchen(i%,1),teilchen(j%,1)
      SWAP teilchen(i%,2),teilchen(j%,2)
    le3:
  NEXT j%
  NEXT i%
  PRINT "Abspeichern"
  FOR i%=1 TO gesamtzahl-1
    WRITE #1,teilchen(i%,0),teilchen(i%,1),teilchen(i%,2)
  NEXT i%
  CLOSE #1
  GOSUB frage3
  GOTO auswahl
REM =====

```

```

REM einordnen in arithmetrische grenzen
ar:
CLS:LOCATE 2,12:PRINT fr$(2)
IF pname#="unbenannt" THEN PRINT:PRINT "
Name fehlt !":GOSUB frage3:GOTO aus
wahl
GOSUB hilfslesen
ar1:
dmax%=INT(dmax)+1
CLS:LOCATE 4,5:PRINT "Maximaler Durchmesser ist ";dmax%
LOCATE 5,5:INPUT "Wieviele Klassen (max.100) ";nk%
IF nk%>100 THEN GOTO ar1
IF nk%<1 THEN GOTO ar1
breite=dmax%/nk%
Klasse(1,1)=dmax%
FOR i%=1 TO nk%-1
Klasse(i%,2)=Klasse(i%,1)-breite
Klasse(i%+1,1)=Klasse(i%,2)
Klasse(i%,0)=0
NEXT i%
Klasse(nk%,0)=0:Klasse(nk%,2)=0
FOR i%=nk%+1 TO 100
FOR j%=0 TO 2
Klasse(i%,j%)=0
NEXT j%
NEXT i%
nn=1
ar5:
CLS:PRINT "Klassengrenzen sind : "
FOR i%=nn TO nn+9
PRINT i%,,Klasse(i%,1),Klasse(i%,2)
NEXT i%
GOSUB frage3
IF nn+9<nk% THEN nn=nn+10:GOTO ar5
CLS:PRINT "Einordnen in die Klassen"
anzahl=0:flaeche=0
FOR j%=1 TO gesamtzahl
IF e#="" THEN GOTO ar6
IF teilchen(j%,1)<dmax%/2 THEN GOTO ar2
IF teilchen(j%,1)>600-dmax%/2 THEN GOTO ar2
IF teilchen(j%,2)<dmax%/2 THEN GOTO ar2
IF teilchen(j%,2)>600-dmax%/2 THEN GOTO ar2
ar6:
anzahl=anzahl+1:flaeche=flaeche+3.1416*(teilchen(j%,0)/2)^2
FOR i%=1 TO nk%
IF teilchen(j%,0)>Klasse(i%,2) AND teilchen(j%,0)=<Klasse(i%,1) THEN Klasse(i%,0)=Klasse(
i%,0)+1:GOTO ar2
NEXT i%
ar2:
NEXT j%
maxzahl=0
FOR i%=1 TO nk%
IF Klasse(i%,0)>maxzahl THEN maxzahl=Klasse(i%,0)
NEXT i%
CLS:PRINT:PRINT " Verteilung der Teilchen in arithmetrischen Grenzen"
CALL MOVETO (50,50):CALL LINETO (50,150):CALL LINETO (50+10*nk%,150)
FOR i%=1 TO nk%
Klasse(i%,7)=Klasse(i%,0)
CALL MOVETO (50+10*(nk%-i%+1),150):CALL LINETO (50+10*(nk%-i%+1),150-100*(Klasse(i%,0)/ma
xzahl))
NEXT i%
LOCATE 15,4:PRINT "Klassenbreite : ";breite;" Max.Durchmesser : ";dmax%
IF e#="" THEN GOTO ar10

```

```

LOCATE 16,4:PRINT "Flaeche : ";flaeche;"   Flaechen% : ";100*flaeche/(10*(600-dmax%)^2)
GOTO ar11
ar10:
LOCATE 16,4:PRINT "Flaeche : ";flaeche;"   Flaechen% : ";100*flaeche/(10*600^2)

ar11:
LOCATE 17,4:PRINT "Anzahl getroffener Teilchen : ";anzahl

GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM einordnen in geometrische grenzen
ge:
CLS:LOCATE 2,12:PRINT fr$(3)
IF pname$="unbenannt" THEN PRINT:PRINT "           Name fehlt !":GOSUB frage3:GOTO auswahl
wahl
GOSUB hilfslesen
ge1:
dmax%=INT(dmax)+1
CLS:LOCATE 4,5:PRINT "Maximaler Durchmesser ist ";dmax%
LOCATE 5,5:INPUT "Welcher Modul (>1<2) ";modul
IF modul<1 OR modul >2 THEN GOTO ge1
Klasse(1,1)=dmax%
FOR i%=1 TO 100
Klasse(i%,2)=Klasse(i%,1)/modul
Klasse(i%+1,1)=Klasse(i%,2)
Klasse(i%,0)=0
IF Klasse(i%,2)<modul THEN nk%=i%+1:GOTO ge2
NEXT i%
ge2:
Klasse(nk%,2)=0:Klasse(nk%,1)=Klasse(nk%-1,2):rest=Klasse(nk%,1)
nn=1
ge5:
CLS:PRINT "Klassengrenzen sind :           Klassenzahl : ";nk%;"           Rest : ";rest"
FOR i%=nn TO nn+9
PRINT i%,,Klasse(i%,1),Klasse(i%,2)
NEXT i%
GOSUB frage3
IF nn+9<nk% THEN nn=nn+10:GOTO ge5
CLS:PRINT "Einordnen in die Klassen"
anzahl=0:flaeche=0
FOR j%=1 TO gesamtzahl
IF e$="" THEN GOTO ge6
IF teilchen(j%,1)<dmax%/2 THEN GOTO ge12
IF teilchen(j%,1)>600-dmax%/2 THEN GOTO ge12
IF teilchen(j%,2)<dmax%/2 THEN GOTO ge12
IF teilchen(j%,2)>600-dmax%/2 THEN GOTO ge12
ge6:
anzahl=anzahl+1:flaeche=flaeche+3.1416*(teilchen(j%,0)/2)^2
FOR i%=1 TO nk%
IF teilchen(j%,0)>Klasse(i%,2) AND teilchen(j%,0)<Klasse(i%,1) THEN Klasse(i%,0)=Klasse(
i%,0)+1:GOTO ge12
NEXT i%
ge12:
NEXT j%
maxzahl=0
FOR i%=1 TO nk%
IF Klasse(i%,0)>maxzahl THEN maxzahl=Klasse(i%,0)
NEXT i%
CLS:PRINT:PRINT " Verteilung der Teilchen in geometrischen Grenzen"
CALL MOVETO (50,50):CALL LINETO (50,150):CALL LINETO (50+200,150)
FOR i%=1 TO nk%
Klasse(i%,7)=Klasse(i%,0)

```

```

CALL MOVETO (50+200*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)),150):CALL LINETO (50+200*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)),150-100*(klasse(i%,0)/maxzahl))
NEXT i%
LOCATE 14,4:PRINT "Modul : ";modul;" Max.Durchmesser : ";dmax%
LOCATE 15,4:PRINT "Anzahl der Klassen : ";nk%;" Breite d.kleinsten Klasse : ";rest

IF e$="" THEN GOTO ge14
LOCATE 16,4:PRINT "Flaeche : ";flaeche;" Flaechen% : ";100*flaeche/(10*(600-dmax%)^2)
GOTO ge15
ge14:
LOCATE 16,4:PRINT "Flaeche : ";flaeche;" Flaechen% : ";100*flaeche/(10*600^2)
ge15:
LOCATE 17,4:PRINT "Anzahl getroffener Teilchen : ";anzahl
GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM einordnen in flexible grenzen
f1:
CLS:LOCATE 2,12:PRINT fr$(4)
IF pname$="unbenannt" THEN PRINT:PRINT " Name fehlt !":GOSUB frage3:GOTO auswahl
GOSUB hilfslesen
f11:
dmax%=INT(dmax%)+1
CLS:LOCATE 4,5:INPUT "Zahl pro Klasse : ";tzahl
klasse(1,1)=dmax%:i%=1:p=0
flaeche=0:anzahl=0
nk%=0
FOR j%=1 TO gesamtzahl
IF e$="" THEN GOTO f16
IF teilchen(j%,1)<dmax%/2 THEN GOTO f112
IF teilchen(j%,1)>600-dmax%/2 THEN GOTO f112
IF teilchen(j%,2)<dmax%/2 THEN GOTO f112
IF teilchen(j%,2)>600-dmax%/2 THEN GOTO f112
f16:
anzahl=anzahl+1:flaeche=flaeche+3.1416*(teilchen(j%,0)/2)^2
p=p+1
IF p=tzahl THEN p=0:nk%=nk%+1:klasse(nk%,2)=teilchen(j%+1,0):klasse(nk%+1,1)=klasse(nk%,2)
):klasse(nk%,0)=tzahl
f112:
NEXT j%
nk%=nk%+1
klasse(nk%,2)=0:klasse(nk%,0)=anzahl-(nk%-1)*tzahl
nn=1
f12:
CLS:PRINT "Klasse Menge pro Klasse obere untere Grenze"
PRINT
FOR i%=nn TO nn+9
PRINT " ";i%;TAB(15);klasse(i%,0);TAB(28);klasse(i%,1);TAB(39);klasse(i%,2)
NEXT i%
PRINT:PRINT "Zahl der Klassen : ";nk%
PRINT "Teilchenzahl : ";anzahl
GOSUB frage3
nn=nn+10:IF nn<nk% THEN GOTO f12
maxzahl=0
REM FOR i%=1 TO nk%
REM LPRINT "i : ";i%,klasse(i%,0),klasse(i%,1),klasse(i%,2)
REM NEXT i%
REM LPRINT
REM korrektur,wenn obere und untere Grenzen zusammenfallen
a%=0:b%=nk%
FOR i%=1 TO b%
a%=a%+1

```



```

fflm:
IF Klasse(a%,1)>Klasse(a%,2) THEN GOTO f113
Klasse(a%,2)=Klasse(a%+1,2):Klasse(a%,0)=Klasse(a%,0)+Klasse(a%+1,0):Klasse(a%+1,0)=0
nk%=nk%-1
FOR j%=a%+1 TO nk%
Klasse(j%,0)=Klasse(j%+1,0): Klasse(j%,1)=Klasse(j%+1,1): Klasse(j%,2)=Klasse(j%+1,2)
NEXT j%
GOTO fflm
f113:
IF Klasse(a%,0)>maxzahl THEN maxzahl=Klasse(a%,0)
NEXT i%
Klasse(0,0)=maxzahl:Klasse(0,7)=maxzahl
REM FOR i%=0 TO nk%
REM LPRINT "i : ";i%,Klasse(i%,0),Klasse(i%,1),Klasse(i%,2)
REM NEXT i%

CLS:PRINT:PRINT " Verteilung der Teilchen in flexiblen Grenzen"
CALL MOVETO (50,50):CALL LINETO (50,150):CALL LINETO (50+200,150)
FOR i%=1 TO nk%
Klasse(i%,7)=Klasse(i%,0)
CALL MOVETO (50+200*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)),150):CALL LINETO (50+200*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)),150-100*(Klasse(i%,0)/maxzahl))
NEXT i%
LOCATE 14,4:PRINT "Zahl/Klasse : ";tzahl;" Max.Durchmesser : ";dmax%
LOCATE 15,4:PRINT "Anzahl der Klassen : ";nk%

IF e$="" THEN GOTO f114
LOCATE 16,4:PRINT "Flaeche : ";flaeche;" Flaechen% : ";100*flaeche/(10*(600-dmax%)^2)
GOTO ge15
f114:
LOCATE 16,4:PRINT "Flaeche : ";flaeche;" Flaechen% : ";100*flaeche/(10*600^2)
f115:
LOCATE 17,4:PRINT "Anzahl getroffener Teilchen : ";anzahl
GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM analyse durch rekursive berechnung
durchfuehren:
CLS:LOCATE 5,20:PRINT fr$(5)
maxz=0:maxzf=0
CLS:PRINT " Verteilungen : "
LOCATE 9,1:PRINT " Durchmesser      Getroffene Kugeln  Getroffene Kugeln n.Korr."
LOCATE 18,1:PRINT " Kugeln im Raum      Volumina          Oberflaechen"
REM flaechenverteilung
flaeche=0
FOR i%=1 TO nk%
IF Klasse(i%,0)>maxzf THEN maxzf=Klasse(i%,0)
flaeche=flaeche+Klasse(i%,0)*3.1416*((Klasse(i%,1)/2)^2)
NEXT i%
Klasse(0,0)=maxzf:Klasse(0,7)=maxzf
CALL MOVETO (20,20):CALL LINETO (20,120):CALL LINETO (120,120)
FOR i%=1 TO nk%
CALL MOVETO (20+100*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)),120):CALL LINETO (20+100*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)), 120-100*Klasse(i%,0)/maxzf)
NEXT i%
REM berechnung der Kugelverteilung
FOR i%=1 TO nk%
Klasse(i%,3)=Klasse(i%,0)/SQR(1-(Klasse(i%,2)^2)/(Klasse(i%,1)^2))
REM LPRINT " i : ";i%,Klasse(i%,7),Klasse(i%,2),Klasse(i%,1)
REM LPRINT " " " ;Klasse(i%,2)^2,Klasse(i%,1)^2,(Klasse(i%,2)^2)/(
Klasse(i%,1)^2)
IF Klasse(i%,3)>maxz THEN maxz=Klasse(i%,3)

```

```

abzug=0
FOR j%=i%+1 TO nk%
abzug=Klasse(i%,3)*((SQR(1-(Klasse(j%,2)^2)/(Klasse(i%,1)^2)))-(SQR(1-(Klasse(j%,1)^2)/(Klasse(i%,1)^2))))
Klasse(j%,0)=Klasse(j%,0)-abzug
NEXT j%
NEXT i%
    Klasse(0,3)=maxz:Klasse(0,8)=maxz
REM Kugelverteilung in der schnittebene unkorrigiert
REM LPRINT
CALL MOVETO (150,20):CALL LINETO (150,120):CALL LINETO (250,120)
FOR i%=1 TO nk%
REM LPRINT "i : ";i%,Klasse(i%,7),Klasse(i%,3),Klasse(i%,1),Klasse(i%,2)
CALL MOVETO (150+100*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)),120):CALL LINETO (150+100*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)), 120-100*Klasse(i%,3)/maxz)
Klasse(i%,8)=Klasse(i%,3)
NEXT i%
REM Korrektur negativer zahlen
maxz=0
FOR i%=nk% TO 1 STEP-1
IF Klasse(i%,3)<0 THEN Klasse(i%-1,3)=Klasse(i%-1,3)+Klasse(i%,3):Klasse(i%,3)=0
IF Klasse(i%,3)>maxz THEN maxz=Klasse(i%,3)
NEXT i%
    Klasse(0,3)=maxz
CALL MOVETO (280,20):CALL LINETO (280,120):CALL LINETO (380,120)
FOR i%=1 TO nk%
CALL MOVETO (280+100*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)),120):CALL LINETO (280+100*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)), 120-100*Klasse(i%,3)/maxz)
NEXT i%
REM verteilung der kugeln im raum
maxz=0:gesamtzahl=0
FOR i%=1 TO nk%
Klasse(i%,4)=Klasse(i%,3)*(Klasse(1,1)/Klasse(i%,1))
Klasse(i%,4)=INT(Klasse(i%,4)+.5)
IF Klasse(i%,4)>maxz THEN maxz=Klasse(i%,4)
    gesamtzahl=gesamtzahl+Klasse(i%,4)
NEXT i%
    Klasse(0,4)=maxz
CALL MOVETO (20,150):CALL LINETO (20,250):CALL LINETO (120,250)
FOR i%=1 TO nk%
CALL MOVETO (20+100*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)),250):CALL LINETO (20+100*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)), 250-100*Klasse(i%,4)/maxz)
NEXT i%
REM Verteilung der volumina
maxv=0:gesamtvolumen=0
FOR i%=1 TO nk%
Klasse(i%,5)=Klasse(i%,4)*(4/3)*3.1416*(Klasse(i%,1)/2)^3
IF Klasse(i%,5)>maxv THEN maxv=Klasse(i%,5)
    gesamtvolumen=gesamtvolumen+Klasse(i%,5)
NEXT i%
    Klasse(0,5)=maxv
CALL MOVETO (150,150):CALL LINETO (150,250):CALL LINETO (250,250)
FOR i%=1 TO nk%
CALL MOVETO (150+100*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)),250):CALL LINETO (150+100*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)), 250-100*Klasse(i%,5)/maxv)
NEXT i%
REM verteilung der oberflaechen
maxfl=0:oberflaeche=0
FOR i%=1 TO nk%
Klasse(i%,6)=Klasse(i%,4)*4*3.1416*(Klasse(i%,1)/2)^2
IF Klasse(i%,6)>maxfl THEN maxfl=Klasse(i%,6)
    oberflaeche=oberflaeche+Klasse(i%,6)

```

```

NEXT i%
  Klasse(0,6)=maxf1
  CALL MOVETO (280,150):CALL LINETO (280,250):CALL LINETO (380,250)
  FOR i%=1 TO nk%
    CALL MOVETO (280+100*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)),250):CALL LINETO (280+100*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)), 250-100*Klasse(i%,6)/maxf1)
  NEXT i%
  GOSUB frage3
  CLS:PRINT " Kennwerte : "
  PRINT:PRINT " Flaeche der Schnittkreise : "
  PRINT " Flaechenanteil in % : "
  PRINT " Gesamtzahl der Kugeln : "
  PRINT " Gesamtzahl der Kugeln pro Vol.Element : "
  PRINT " Volumenanteil in % : "
  PRINT " Oberflaeche der Kugeln : "
  PRINT " spez.Oberflaeche : "
  IF e#="k" THEN GOTO aus1
  LOCATE 3,40:PRINT flaeche
  LOCATE 4,40:PRINT 100*flaeche/(10*600*600)
  LOCATE 5,40:PRINT gesamtzahl
  LOCATE 6,40:PRINT gesamtzahl/(10*600*600*Klasse(1,1))
  LOCATE 7,40:PRINT 100*gesamtvolumen/(10*600*600*Klasse(1,1))
  LOCATE 8,40:PRINT oberflaeche
  LOCATE 9,40:PRINT oberflaeche/(10*600*600*Klasse(1,1))

  GOSUB frage3:GOTO auswahl
  aus1:
  LOCATE 3,40:PRINT flaeche
  LOCATE 4,40:PRINT 100*flaeche/(10*((600-dmax%)^2))
  LOCATE 5,40:PRINT gesamtzahl
  LOCATE 6,40:PRINT gesamtzahl/(10*((600-dmax%)^2)*Klasse(1,1))
  LOCATE 7,40:PRINT 100*gesamtvolumen/(10*((600-dmax%)^2)*Klasse(1,1))
  LOCATE 8,40:PRINT oberflaeche
  LOCATE 9,40:PRINT oberflaeche/(10*((600-dmax%)^2)*Klasse(1,1))

  GOSUB frage3:GOTO auswahl
  REM =====
  REM drucken
  drucken:
  CLS:LOCATE 5,20:PRINT fr$(6)
  LOCATE 7,20:PRINT "Drucker einschalten !":GOSUB frage3
  LPRINT "Teilchenanalyse von ";pname$
  LPRINT "======"
  LPRINT "Spektrum : "
  LPRINT "Klasse Flaechezahl untere obere Grenze Teilchenzahl Volumina Oberflaechen
"
  FOR i%=1 TO nk%
    LPRINT " ";i%;TAB(8);Klasse(i%,7);TAB(21);Klasse(i%,2);TAB(33);Klasse(i%,1);TAB(45);Klasse(i%,4);TAB(58);Klasse(i%,5);TAB(73);Klasse(i%,6)
  NEXT i%
  LPRINT:LPRINT " Kennwerte : "
  LPRINT:LPRINT " Flaeche der Schnittkreise :"; flaeche
  LPRINT " Flaechenanteil in % : ";100*flaeche/(10*600*600)
  LPRINT " Gesamtzahl der Kugeln : " ;gesamtzahl
  LPRINT " Gesamtzahl der Kugeln pro Vol.Element : ";gesamtzahl/(10*600*600*Klasse(1,1))
  LPRINT " Volumenanteil in % : ";100*gesamtvolumen/(10*600*600*Klasse(1,1))
  LPRINT " Oberflaeche der Kugeln : " ;oberflaeche
  LPRINT " spez.Oberflaeche : " ;oberflaeche/(10*600*600*Klasse(1,1))
  IF e#="k" THEN GOTO draus1
  CLS:LOCATE 10,20:PRINT "Drucken beendet"
  GOSUB frage3:GOTO auswahl
  draus1:

```

```

LPRINT " Flaechе der Schnittkreise : ";flaeche
LPRINT " Flaechenanteil in % : ";100*flaeche/(10*((600-dmax%)^2))
LPRINT " Gesamtzahl der Kugeln : " ;gesamtzahl
LPRINT " Gesamtzahl der Kugeln pro Vol.Element : ";gesamtzahl/(10*((600-dmax%)^2)*klasse(1,1))

LPRINT " Volumenanteil in % : ";100*gesamtvolumen/(10*((600-dmax%)^2)*klasse(1,1))
LPRINT " Oberflaeche der Kugeln : " ;oberflaeche
LPRINT " spez.Oberflaeche : " ;oberflaeche/(10*((600-dmax%)^2)*klasse(1,1))
LPRINT " Randbegrenzung eingeschaltet"
CLS:LOCATE 10,20:PRINT "Drucken beendet"
  GOSUB frage3:GOTO auswahl
  REM =====
REM zeichnen
  zeichnen:
  CLS:LOCATE 5,20:PRINT fr$(7)
  LOCATE 7,20:PRINT "Plotter einschalten !":GOSUB frage3
  CLS:LOCATE 7,20:PRINT fr$(7)
  OPEN "com1:1200,n,7" AS#1
  fed%=2:GOSUB federplott
  FOR u%=1 TO 2
  FOR v%=1 TO 3
  xp%=20+(v%-1)*500:yp%=1500-(u%-1)*600:GOSUB hinplott
  xp%=20+(v%-1)*500:yp%=1500-(u%-1)*600-400:GOSUB linieplott
  xp%=20+(v%-1)*500+400:yp%=1500-(u%-1)*600-400:GOSUB linieplott
  NEXT v%
  NEXT u%
  fed%=4 :GOSUB federplott
  xp%=20:yp%=1700:GOSUB hinplott
  Kommentar$="Teilchendurchmesseranalyse von "+pname$
  GOSUB textplott
  xp%=20:yp%=1050:GOSUB hinplott
  Kommentar$="Durchmesser":GOSUB textplott
  xp%=520:yp%=1050:GOSUB hinplott
  Kommentar$="Kugeln":GOSUB textplott
  xp%=1020:yp%=1050:GOSUB hinplott
  Kommentar$="Kugeln korr.":GOSUB textplott
  xp%=20:yp%=450:GOSUB hinplott
  Kommentar$="Kugeln gesamt":GOSUB textplott
  xp%=520:yp%=450:GOSUB hinplott
  Kommentar$="Volumina":GOSUB textplott
  xp%=1020:yp%=450:GOSUB hinplott
  Kommentar$="Oberflaechen":GOSUB textplott
  maxzf=klasse(0,7)
  FOR i%=1 TO nk%
  xp% =20+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=1100:GOSUB hinplott
  xp% =20+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=1100+400*klasse(i%,7)/maxzf:GOSUB linieplott
  NEXT i%
  maxz=klasse(0,8)
  FOR i%=1 TO nk%
  xp% =520+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=1100:GOSUB hinplott
  xp% =520+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=1100+400*klasse(i%,8)/maxz:GOSUB linieplott
  NEXT i%
  maxz=klasse(0,3)
  FOR i%=1 TO nk%
  xp% =1020+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=1100:GOSUB hinplott
  xp% =1020+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=1100+400*klasse(i%,3)/maxz:GOSUB linieplott
  NEXT i%
  maxz=klasse(0,4)
  FOR i%=1 TO nk%
  xp% =20+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=500:GOSUB hinplott
  xp% =20+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=500+400*klasse(i%,4)/maxz:GOSUB linieplott
  NEXT i%

```

```

maxv=klasse(0,5)
FOR i%=1 TO nk%
xp%=520+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=500:GOSUB hinplott
xp%=520+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=500+400*klasse(i%,5)/maxv:GOSUB linieplott
NEXT i%
maxf=klasse(0,6)
FOR i%=1 TO nk%
xp%=1020+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=500:GOSUB hinplott
xp%=1020+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=500+400*klasse(i%,6)/maxf:GOSUB linieplott
NEXT i%

xp%=1520:yp%=1500:kommentar$=" Kennwerte : "
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1450:kommentar$=" Flaechе der Schnittkreise : "
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1350:kommentar$=" Flaechenanteil in % : "
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1250:kommentar$=" Gesamtzahl der Kugeln : "
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1150:kommentar$=" Zahl d.Kugeln/Vol.Element : "
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1050:kommentar$=" Volumenanteil in % : "
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=950:kommentar$=" Oberflaeche der Kugeln : "
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=850:kommentar$=" spez.Oberflaeche : "
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
IF e$="k" THEN GOTO zaus1
xp%=1520:yp%=1400:kommentar$=STR$( flaeche)
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1300:kommentar$=STR$(100 *flaeche/(10*600*600))
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1200:kommentar$=STR$( gesamtzahl)
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1100:kommentar$=STR$(gesamtzahl/(10*600*600*klasse(1,1)))
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1000:kommentar$=STR$( 100*gesamtvolumen/(10*600*600*klasse(1,1)))
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=900:kommentar$=STR$( oberflaeche)
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=800:kommentar$=STR$( oberflaeche/(10*600*600*klasse(1,1)))
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott

GOTO zaus2
zaus1:
xp%=1520:yp%=1400:kommentar$=STR$( flaeche)
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1300:kommentar$=STR$(100 *flaeche/(10*((600-dmax%)^2)))
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1200:kommentar$=STR$( gesamtzahl)
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1100:kommentar$=STR$(gesamtzahl/(10*((600-dmax%)^2)*klasse(1,1)))
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1000:kommentar$=STR$(100*gesamtvolumen/(10*((600-dmax%)^2)*klasse(1,1)) )
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=900:kommentar$=STR$( oberflaeche)
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=800:kommentar$=STR$( oberflaeche/(10*((600-dmax%)^2)*klasse(1,1)))
  GOSUB hinplott:GOSUB textplott

zaus2:

```

```

xp%=20:yp%=350:kommentar$="Klassenzahl : "+STR$(nk%)
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=20:yp%=300:kommentar$="Klassenbreite : "+STR$(breite)
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=20:yp%=250:kommentar$="Modul : "+STR$(modul)
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=20:yp%=200:kommentar$="Randkorrektur : "+e$
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=20:yp%=150:kommentar$="Breite d.kleinsten geom.Klasse : "+STR$(rest)
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=20:yp%=100:kommentar$="Zahl in flexiblen Klassen : "+STR$(tzahl)
GOSUB hinplott:GOSUB textplott

CLOSE #1
GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM zurueck
  zurueck:
  CLS:LOCATE 5,25:PRINT "Freier Platz"
  GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM =====
REM beenden
  beenden:
  CLS
  MENU RESET:STOP
REM =====
REM ++++++
REM unterprogramme
REM ++++++
REM
  frage1:
  w$="":w$=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO frage1
  xw%=ASC(w$):IF xw%<48 OR xw%>58 THEN GOTO frage1
  xw%=xw%-48
  RETURN
REM ++++++
REM
  frage2:
  PRINT "Richtig oder zur Auswahl ? (r/a)"
  mfrage2:
  w$="":w$=INKEY$:IF w$<>"r" AND w$<>"a" THEN GOTO mfrage2
  IF w$="r" THEN xw%=1:RETURN
  IF w$="a" THEN xw%=2:RETURN
REM ++++++
REM
  frage3:
  LOCATE 19,20:PRINT "Weiter mit Taste w"
  mfrage3:
  w$="":w$=INKEY$:IF w$<>"w" THEN GOTO mfrage3
  RETURN
REM ++++++
REM
  frage4:
  LOCATE 19,20:PRINT "Weiter oder Auswahl (w/a)"
  mfrage4:
  w$="":w$=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO mfrage4
  IF w$="w" THEN xw%=1:RETURN
  IF w$="a" THEN xw%=2:RETURN
  GOTO mfrage4
REM ++++++
REM

```

```

frage5:
  LOCATE 19,15:PRINT "Vor,zurueck,nochmal,Auswahl (v/z/n/a)"
  mfrage5:
  w$="":w$=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO mfrage5
  IF w$="v" THEN xw%=1:RETURN
  IF w$="z" THEN xw%=2:RETURN
  IF w$="n" THEN xw%=3:RETURN
  IF w$="a" THEN xw%=4:RETURN
  GOTO mfrage5

REM ++++++
REM ++++++
REM #####
REM plotterroutinen
  federplott:
  pl$="PS" +STR$(fed%)+";":PRINT #1,pl$
  RETURN

REM
  hinplott:
  pl$="MA"+STR$(xp%)+"," +STR$(yp%)+";":PRINT #1,pl$
  RETURN

REM
  linieplott:
  pl$="DA"+STR$(xp%)+"," +STR$(yp%)+";":PRINT #1,pl$
  RETURN

REM
  textplott:
  pl$="PL"+kommentar$ +CHR$(3)+";":PRINT #1,pl$
  RETURN

REM
  kreisplott:
  FOR vv%=r% TO 0 STEP-2
  pl$="CA" +STR$(vv%)+"," +STR$(xp%)+"," +STR$(yp%)+";":PRINT #1,pl$
  NEXT vv%
  RETURN

REM #####

REM ++++++
  eintragen:
  IF ft<4 THEN GOTO einm
  d=SQR((ft*4)/3.1416):IF d>dmax THEN dmax=d
  teilchen(gesamtzahl,0)=d
  teilchen(gesamtzahl,1)=(xmax-xmin)/2+xmin
  teilchen(gesamtzahl,2)=(ymax-ymin)/2+ymin
  CALL MOVETO (xmin,ymin):CALL LINETO (xmin,ymax)
  CALL LINETO (xmax,ymax):CALL LINETO (xmax,ymin)
  CALL LINETO (xmin,ymin)
  FOR m%=1 TO 5
  PSET (teilchen(gesamtzahl,1)-3+m%,teilchen(gesamtzahl,2)-3+m%),30
  PSET (teilchen(gesamtzahl,1)-3+m%,teilchen(gesamtzahl,2)+3-m%),30
  NEXT m%
  REM LPRINT xmin,xmax,ymin,ymax,dmax,gesamtzahl:LPRINT
  gesamtzahl=gesamtzahl+1
  einm:
  xmin=601:xmax=0:ymax=0:ymin=601
  ft=0
  RETURN

REM ++++++
  hilfslesen:
  e$="":LOCATE 4,12:INPUT "Randbegrenzung mit Taste k ";e$
  IF e$<>"k" THEN e$=""
  LOCATE 6,12:PRINT "Einlesen der Hilfsliste"

```

```
bez#=pname#+ " Hilf"
OPEN "i",#1,bez#
INPUT #1,gesamtzahl,dmax
i%=0
WHILE NOT EOF(1)
i%=i%+1
INPUT #1,teilchen(i%,0),teilchen(i%,1),teilchen(i%,2)
WEND
CLOSE #1
```

RETURN

```
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
```



```

REM lsimul
REM
REM linearanalyse der groessenverteilung von teilchen mit kugelform
REM
    DIM linie(600)
    REM lage gibt breite der linien an,anzahl steht im feld
    REM zahl der linien dieser groesse
REM
REM
REM
    DIM klasse(100,8)
REM klasse ist nummer der klasse,anzahl linien in der groessenklasse=0 und
REM 1=obere und 2=untere grenze
REM 3=zahl der getroffenen kugeln in der klasse,4=zahl der kugeln im raum
REM 5=volumina,6=oberflaechen,7=nochmal schnittzahl,8=kugelzahl unkor.
REM in klasse(0,nr.) steht der jeweilige maximalwert von nr.
    pname$="unbenannt"
    DIM fr$(10)
    fr$(0)="Benennen des Modells"
    fr$(1)="Teilchen einlesen"
    fr$(2)="Einordnen in arithmetrische Klassen"
    fr$(3)="geometrische Klassen"
    fr$(4)="flexible Klassen"
    fr$(5)="Analyse durchfuehren"
    fr$(6)="Ergebnisse drucken"
    fr$(7)="Ergebnisse zeichnen"
    fr$(8)="Beenden"
    FOR i%=1 TO 10
    FOR j%=5 TO 9 STEP 2:typ%(i%,j%)=0:NEXT j%
    FOR j%=6 TO 10 STEP 2:typ%(i%,j%)=180:NEXT j%
    NEXT i%
    MENU 1,0,1,"
    "
    "
    WINDOW 1,"a",(<0,20>)-(512,342),4
    CALL TEXTFONT (0):CALL TEXTSIZE (12)
REM *****
auswahl:
CLS
PRINT:PRINT " Das Programm wertet simulierte Ellipsoide und Quader"
PRINT " mittels Linearanalyse aus "
PRINT
PRINT:PRINT "
Auswahl"
PRINT
FOR i%=1 TO 5
PRINT i%-1;" ";fr$(i%-1);TAB(35);i%+4;" ";fr$(i%+4)
NEXT i%

PRINT:PRINT "
Bitte Zahlentaste druecken"
GOSUB frage1
PRINT:PRINT " Gewaehlt wurde Taste ";xw%;" mit : ";fr$(xw%)
xww%=xw%
LOCATE 18,18:GOSUB frage2
IF xw%=2 THEN GOTO auswahl
xww%=xww%+1:ON xww% GOTO benennen,lesen,ar,ge,fl,durchfuehren,drucken,zeichnen,zurueck,be
enden
REM *****
REM =====
REM benennen
benennen:

```

```

CLS:
LOCATE 2,20:PRINT fr$(0)
PRINT:PRINT "Das Model heisst : ";pname$
PRINT "(Wenn keine Aenderung stattfinden soll,mit Enter-Taste weiter)"
PRINT:INPUT "Neuer Name : ";p$:IF p$="" THEN p$=pname$
pname$=p$
PRINT:PRINT "Name lautet jetzt : ";pname$
GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM einlesen
lesen:
CLS:LOCATE 2,20:PRINT fr$(1)
IF pname$="unbenannt" THEN PRINT:PRINT " Name fehlt !":GOSUB frage3:GOTO auswahl
wahl
LOCATE 10,5:INPUT "Zahl der Linien pro Bild (<=300) : ";nr
IF nr>300 THEN GOTO lesen
linienbreite%=INT(600/nr)
PRINT " Linienbreite : ";linienbreite%
PRINT " Linienzahl pro Bild : ";nr
PRINT:PRINT:GOSUB frage2:ON xw% GOTO 1e11,auswahl
1e11:
gesamtzahl=0:dmax%=0:laenge=0:maxzahl=0
FOR i%=0 TO 9
bez$=pname$+" li "+STR$(i%)
CLS:LOCATE 6,5:PRINT "Eingelesen wird ";bez$
OPEN "i",#1,bez$
REM einlesen der linien und einordnen in Klassen

WHILE NOT EOF(1)
INPUT #1,z:IF z>5000 THEN GOTO 1e2
INPUT #1,y,x1,x2
w=ABS(x1-x2)+1
REM LPRINT z,y,x1,x2
m=y MOD linienbreite%:IF m<>0 THEN GOTO 1e2
linie(w)=linie(w)+1:gesamtzahl=gesamtzahl+1:laenge=laenge+w
IF linie(w)>maxzahl THEN maxzahl=linie(w)
IF w>dmax% THEN dmax%=w
CALL MOVETO (x1,y):CALL LINETO (x2,y)
1e2:
WEND
CLOSE #1
NEXT i%
1e1:
CLS:PRINT "Zahl der Linien : ";gesamtzahl;" Max.Laenge ";dmax%
PRINT "Gesamtlaenge : ";laenge;" Max.Zahl in einer Klasse : ";maxzahl
CALL MOVETO (100,50):CALL LINETO (100,250):CALL LINETO (300,250)
LOCATE 18,20:PRINT "Es wird abgespeichert"
FOR i%=1 TO dmax%
CALL MOVETO (100+200*i%/dmax%,250):CALL LINETO (100+200*i%/dmax%,250-200*linie(i%)/maxzahl)
NEXT i%
bez$=pname$+" li "+" Hilf"
OPEN bez$ FOR OUTPUT AS#1
WRITE #1,gesamtzahl,dmax%,laenge,maxzahl,linienbreite%,nr
FOR i%=dmax% TO 1 STEP -1
WRITE #1,linie(i%)
NEXT i%
CLOSE #1

GOSUB frage3
GOTO auswahl

```

```

REM =====
REM einordnen in arithmetrische grenzen
  ar:
  CLS:LOCATE 2,12:PRINT fn$(2)
  IF pname#="unbenannt" THEN PRINT:PRINT "      Name fehlt !":GOSUB frage3:GOTO aus
wahl
  GOSUB hilflesen
  LOCATE 15,1:PRINT "Wahl der Klassengrenzen in arithmetrischer Einordnung : "
  GOSUB frage3
  ar1:
  CLS:LOCATE 4,5:PRINT "Maximaler Durchmesser ist ";dmax%
  LOCATE 5,5:INPUT "Wieviele Klassen (max.100) ";nk%
  IF nk%>100 THEN GOTO ar1
  IF nk%<1 THEN GOTO ar1
  breite=dmax%/nk%
  Klasse(1,1)=dmax%
  FOR i%=1 TO nk%-1
  Klasse(i%,2)=Klasse(i%,1)-breite
  Klasse(i%+1,1)=Klasse(i%,2)
  Klasse(i%,0)=0
  NEXT i%
  Klasse(nk%,0)=0:Klasse(nk%,2)=0
  FOR i%=nk%+1 TO 100
  FOR j%=0 TO 2
  Klasse(i%,j%)=0
  NEXT j%
  NEXT i%
  nn=1
  ar5:
  CLS:PRINT "Klassengrenzen sind : "
  FOR i%=nn TO nn+9
  PRINT i%,,Klasse(i%,1),Klasse(i%,2)
  NEXT i%
  GOSUB frage3
  IF nn+9<nk% THEN nn=nn+10:GOTO ar5
  CLS:PRINT "Einordnen in die Klassen"
  j%=1:anzahl=0
  FOR i%=dmax% TO 1 STEP -1
  IF Klasse(j%,2)<i% THEN Klasse(j%,0)=Klasse(j%,0)+linie(i%)
  IF i%=<Klasse(j%+1,1) THEN j%=j%+1:Klasse(j%,0)=Klasse(j%,0)+linie(i%)
  ar2:
  NEXT i%
  maxzahl=0
  FOR i%=1 TO nk%
  IF Klasse(i%,0)>maxzahl THEN maxzahl=Klasse(i%,0)
  anzahl=anzahl+Klasse(i%,0)
  NEXT i%
  CLS:PRINT:PRINT " Verteilung der Schnittlinien in arithmetrischen Grenzen"
  CALL MOVETO (50,50):CALL LINETO (50,150):CALL LINETO (50+10*nk%,150)
  FOR i%=1 TO nk%
  Klasse(i%,7)=Klasse(i%,0)
  CALL MOVETO (50+10*(nk%-i%+1),150):CALL LINETO (50+10*(nk%-i%+1),150-100*(Klasse(i%,0)/ma
xzahl))
  NEXT i%
  LOCATE 15,4:PRINT "Klassenbreite : ";breite;" Max.Durchmesser : ";dmax%

  LOCATE 16,4:PRINT "Gesamtlaenge : ";laenge;" Laengenanteil in % : ";100*laenge/(10*nr*6
00)
  LOCATE 17,4:PRINT "Anzahl der Schnittlinien : ";anzahl

  GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====

```

```

REM einordnen in geometrische grenzen
ge:
CLS:LOCATE 2,12:PRINT fr$(3)
IF pname$="unbenannt" THEN PRINT:PRINT "          Name fehlt !":GOSUB frage3:GOTO aus
wahl
GOSUB hilflesen
GOSUB frage3
ge1:

CLS:LOCATE 4,5:PRINT "Maximaler Durchmesser ist ";dmax%
LOCATE 5,5:INPUT "Welcher Modul (>1<2) ";modul
IF modul<1 OR modul >2 THEN GOTO ge1
Klasse(1,1)=dmax%
FOR i%=1 TO 100
Klasse(i%,2)=Klasse(i%,1)/modul
Klasse(i%+1,1)=Klasse(i%,2)
Klasse(i%,0)=0
IF Klasse(i%,2)<modul THEN nk%=i%+1:GOTO ge2
NEXT i%
ge2:
Klasse(nk%,2)=0:Klasse(nk%,1)=Klasse(nk%-1,2):rest=Klasse(nk%,1)
nn=1
ge5:
CLS:PRINT "Klassengrenzen sind :          Klassenzahl : ";nk%;"          Rest : ";rest"
FOR i%=nn TO nn+9
PRINT i%,,Klasse(i%,1),Klasse(i%,2)
NEXT i%
GOSUB frage3
IF nn+9<nk% THEN nn=nn+10:GOTO ge5
CLS:PRINT "Einordnen in die Klassen"
j%=1:anzahl=0
FOR i%=dmax% TO 1 STEP -1
IF Klasse(j%,2)<i% THEN Klasse(j%,0)=Klasse(j%,0)+linie(i%)
IF i%<Klasse(j%+1,1) THEN j%=j%+1:Klasse(j%,0)=Klasse(j%,0)+linie(i%)

NEXT i%

maxzahl=0
FOR i%=1 TO nk%
IF Klasse(i%,0)>maxzahl THEN maxzahl=Klasse(i%,0)
anzahl=anzahl+Klasse(i%,0)
NEXT i%
CLS:PRINT:PRINT " Verteilung der Teilchen in geometrischen Grenzen"
CALL MOVETO (50,50):CALL LINETO (50,150):CALL LINETO (50+200,150)
FOR i%=1 TO nk%
Klasse(i%,7)=Klasse(i%,0)
CALL MOVETO (50+200*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)),150):CALL LINETO (50+200*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)),150-100*(Klasse(i%,0)/maxzahl))
NEXT i%
LOCATE 14,4:PRINT "Modul : ";modul;" Max.Durchmesser : ";dmax%
LOCATE 15,4:PRINT "Anzahl der Klassen : ";nk%;" Breite d.kleinsten Klasse : ";rest

LOCATE 16,4:PRINT "Laenge : ";laenge;" Laengenanteil% : ";100*laenge/(10*nr*600)
LOCATE 17,4:PRINT "Anzahl der Schnittlinien : ";anzahl
GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM einordnen in flexible grenzen
f1:
CLS:LOCATE 2,12:PRINT fr$(4)
IF pname$="unbenannt" THEN PRINT:PRINT "          Name fehlt !":GOSUB frage3:GOTO aus

```

```

wahl
  GOSUB hilfslesen
  GOSUB frage3
f11:
  CLS:LOCATE 4,5:INPUT "Zahl pro Klasse : ";tzahl
  Klasse(1,1)=dmax%:i%=1:p=0
  laenge=0:anzahl=0:nk%=0
  FOR j%=dmax% TO 1 STEP -1
  p=p+linie(j%):anzahl=anzahl+linie(j%):laenge=laenge+j%*linie(j%)
  IF p>=tzahl THEN nk%=nk%+1:Klasse(nk%,2)=j%:Klasse(nk%+1,1)=j%:Klasse(nk%,0)=tzahl:p=p-tz
ahl
  NEXT j%
  Klasse(nk%+1,1)=Klasse(nk%,2):Klasse(nk%+1,2)=0:Klasse(nk%+1,0)=p
  nk%=nk%+1
  nn=1
f12:
  CLS:PRINT "Klasse      Menge pro Klasse      obere      untere Grenze"
  PRINT
  FOR i%=nn TO nn+9
  PRINT " ";i%;TAB(15);Klasse(i%,0);TAB(28);Klasse(i%,1);TAB(39);Klasse(i%,2)
  NEXT i%
  PRINT:PRINT "Zahl der Klassen : ";nk%
  PRINT "Teilchenzahl : ";anzahl
  PRINT "Laenge : ";laenge
  GOSUB frage3
  nn=nn+10:IF nn<nk% THEN GOTO f12
  maxzahl=0
REM Korrektur,wenn obere und untere Grenzen zusammenfallen
  a%=0:b%=nk%
  FOR i%=1 TO b%
  a%=a%+1
  fflm:
  IF Klasse(a%,1)>Klasse(a%,2) THEN GOTO f113
  Klasse(a%,2)=Klasse(a%+1,2):Klasse(a%,0)=Klasse(a%,0)+Klasse(a%+1,0):Klasse(a%+1,0)=0
  nk%=nk%-1
  FOR j%=a%+1 TO nk%
  Klasse(j%,0)=Klasse(j%+1,0): Klasse(j%,1)=Klasse(j%+1,1): Klasse(j%,2)=Klasse(j%+1,2)
  NEXT j%
  GOTO fflm
  f113:
  IF Klasse(a%,0)>maxzahl THEN maxzahl=Klasse(a%,0)
  NEXT i%
  Klasse(0,0)=maxzahl:Klasse(0,7)=maxzahl
  CLS:PRINT:PRINT " Verteilung der Teilchen in flexiblen Grenzen"
  CALL MOVETO (50,50):CALL LINETO (50,150):CALL LINETO (50+200,150)
  FOR i%=1 TO nk%
  Klasse(i%,7)=Klasse(i%,0)
  CALL MOVETO (50+200*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)),150):CALL LINETO (50+200*(Klasse(i%,1)/Kla
sse(1,1)),150-100*(Klasse(i%,0)/maxzahl))
  NEXT i%
  LOCATE 14,4:PRINT "Zahl/Klasse : ";tzahl;" Max.Laenge : ";dmax%
  LOCATE 15,4:PRINT "Anzahl der Klassen : ";nk%
  LOCATE 16,4:PRINT "Laenge : ";laenge;" Laengenanteil in % : ";100*laenge/(10*nn*600)
  LOCATE 17,4:PRINT "Anzahl getroffener Teilchen : ";anzahl
  LOCATE 18,4:PRINT "Gesamtzahl : ";gesamtzahl
  GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM analyse durch rekursive berechnung
durchfuehren:
  CLS:LOCATE 5,20:PRINT fr$(5)

```

```

maxz=0:maxz1=0
CLS:PRINT " Verteilungen : "
LOCATE 9,1:PRINT " Sehnenlaenge          Getroffene Kugeln  Getroffene Kugeln n.Korr.
"
LOCATE 18,1:PRINT " Kugeln im Raum          Volumina          Oberflaechen"
REM laengenverteilung

FOR i%=1 TO nk%
  IF klasse(i%,0)>maxz1 THEN maxz1=klasse(i%,0)

NEXT i%
klasse(0,0)=maxz1:klasse(0,7)=maxz1
CALL MOVETO (20,20):CALL LINETO (20,120):CALL LINETO (120,120)
FOR i%=1 TO nk%
CALL MOVETO (20+100*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)),120):CALL LINETO (20+100*(klasse(i%,1)/klasse(
1,1)), 120-100*klasse(i%,0)/maxz1)
NEXT i%
REM berechnung der Kugelverteilung
FOR i%=1 TO nk%
klasse(i%,3)=klasse(i%,0)*((4*(klasse(i%,1)/2)^2)/(klasse(i%,1)^2-klasse(i%,2)^2)
IF klasse(i%,3)>maxz THEN maxz=klasse(i%,3)

abzug=0
FOR j%=i%+1 TO nk%
abzug=klasse(i%,3)*(klasse(j%,1)^2-klasse(j%,2)^2)/(4*(klasse(i%,1)/2)^2)
klasse(j%,0)=klasse(j%,0)-abzug
NEXT j%
NEXT i%
klasse(0,3)=maxz:klasse(0,8)=maxz
REM Kugelverteilung in der schnittebene unkorrigiert
REM LPRINT
CALL MOVETO (150,20):CALL LINETO (150,120):CALL LINETO (250,120)
FOR i%=1 TO nk%
REM LPRINT " i : ";i%,klasse(i%,7),klasse(i%,3),klasse(i%,1),klasse(i%,2)
CALL MOVETO (150+100*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)),120):CALL LINETO (150+100*(klasse(i%,1)/klass
e(1,1)), 120-100*klasse(i%,3)/maxz)
klasse(i%,8)=klasse(i%,3)
NEXT i%
REM korrektur negativer zahlen
maxz=0
FOR i%=nk% TO 1 STEP-1
IF klasse(i%,3)<0 THEN klasse(i%-1,3)=klasse(i%-1,3)+klasse(i%,3):klasse(i%,3)=0
IF klasse(i%,3)>maxz THEN maxz=klasse(i%,3)
NEXT i%
klasse(0,3)=maxz
CALL MOVETO (280,20):CALL LINETO (280,120):CALL LINETO (380,120)
FOR i%=1 TO nk%
CALL MOVETO (280+100*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)),120):CALL LINETO (280+100*(klasse(i%,1)/klass
e(1,1)), 120-100*klasse(i%,3)/maxz)
NEXT i%
REM verteilung der Kugeln im raum
maxz=0:gesamtzahl=0
FOR i%=1 TO nk%
klasse(i%,4)=klasse(i%,3)*(klasse(1,1)^2/klasse(i%,1)^2)
klasse(i%,4)=INT(klasse(i%,4)+.5)
IF klasse(i%,4)>maxz THEN maxz=klasse(i%,4)
gesamtzahl=gesamtzahl+klasse(i%,4)
NEXT i%
klasse(0,4)=maxz
CALL MOVETO (20,150):CALL LINETO (20,250):CALL LINETO (120,250)
FOR i%=1 TO nk%
CALL MOVETO (20+100*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)),250):CALL LINETO (20+100*(klasse(i%,1)/klasse(

```

```

1,1)), 250-100*klasse(i%,4)/maxz)
NEXT i%
REM Verteilung der volumina
maxv=0:gesamtvolumen=0
FOR i%=1 TO nk%
klasse(i%,5)=klasse(i%,4)*(4/3)*3.1416*(klasse(i%,1)/2)^3
IF klasse(i%,5)>maxv THEN maxv=klasse(i%,5)
gesamtvolumen=gesamtvolumen+klasse(i%,5)
NEXT i%
klasse(0,5)=maxv
CALL MOVETO (150,150):CALL LINETO (150,250):CALL LINETO (250,250)
FOR i%=1 TO nk%
CALL MOVETO (150+100*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)),250):CALL LINETO (150+100*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)), 250-100*klasse(i%,5)/maxv)
NEXT i%
REM verteilung der oberflaechen
maxfl=0:oberflaeche=0
FOR i%=1 TO nk%
klasse(i%,6)=klasse(i%,4)*4*3.1416*(klasse(i%,1)/2)^2
IF klasse(i%,6)>maxfl THEN maxfl=klasse(i%,6)
oberflaeche=oberflaeche+klasse(i%,6)
NEXT i%
klasse(0,6)=maxfl
CALL MOVETO (280,150):CALL LINETO (280,250):CALL LINETO (380,250)
FOR i%=1 TO nk%
CALL MOVETO (280+100*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)),250):CALL LINETO (280+100*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)), 250-100*klasse(i%,6)/maxfl)
NEXT i%
GOSUB frage3
CLS:PRINT " Kennwerte : "
PRINT:PRINT " Laenge der Sehnen : "
PRINT " Laengenanteil in % : "
PRINT " Gesamtzahl der Kugeln : "
PRINT " Gesamtzahl der Kugeln pro Vol.Element : "
PRINT " Volumenanteil in % : "
PRINT " Oberflaeche der Kugeln : "
PRINT " spez.Oberflaeche : "

LOCATE 3,40:PRINT laenge
LOCATE 4,40:PRINT 100*laenge/(10*nr*600)
LOCATE 5,40:PRINT gesamtzahl
LOCATE 6,40:PRINT gesamtzahl/(10*nr*600*3.1416*(klasse(1,1)/2)^2)
LOCATE 7,40:PRINT 100*gesamtvolumen/(10*nr*600*3.1416*(klasse(1,1)/2)^2)
LOCATE 8,40:PRINT oberflaeche
LOCATE 9,40:PRINT oberflaeche/(10*nr*600*3.1416*(klasse(1,1)/2)^2)

GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM drucken
drucken:
CLS:LOCATE 5,20:PRINT fr$(6)
LOCATE 7,20:PRINT "Drucker einschalten !":GOSUB frage3
LPRINT "Teilchenanalyse von ";pname$
LPRINT "======"
LPRINT "Spektrum : "
LPRINT "Klasse Sehnenzahl untere obere Grenze Teilchenzahl Volumina Oberflaechen"
"
FOR i%=1 TO nk%
LPRINT " ";i%;TAB(11);klasse(i%,7);TAB(21);klasse(i%,2);TAB(33);klasse(i%,1);TAB(45);klasse(i%,4);TAB(58);klasse(i%,5);TAB(73);klasse(i%,6)
NEXT i%

```

```

LPRINT:LPRINT " Kennwerte : "
LPRINT:LPRINT " Laenge der Sehnen :";laenge
LPRINT " Laengenanteil in % :"; 100*laenge/(10*nr*600)
LPRINT " Gesamtzahl der Kugeln :";gesamtzahl
LPRINT " Gesamtzahl der Kugeln pro Vol.Element : ";gesamtzahl/(10*nr*600*3.1416*(Klasse(1,1)/
2)^2)
LPRINT " Volumenanteil in % : " ;100*gesamtvolumen/(10*nr*600*3.1416*(Klasse(1,1)/2)^2)
LPRINT " Oberflaeche der Kugeln : ";oberflaeche
LPRINT " spez.Oberflaeche :";oberflaeche/(10*nr*600*3.1416*(Klasse(1,1)/2)^2)
LPRINT "spez.O.flaeche aus Schnittzahl : ";anzahl*4/(10*nr*600)
CLS:LOCATE 10,20:PRINT "Drucken beendet"
  GOSUB frage3:GOTO auswahl
  REM =====
REM zeichnen
zeichnen:
CLS:LOCATE 5,20:PRINT fr$(7)
LOCATE 7,20:PRINT "Plotter einschalten !":GOSUB frage3
CLS:LOCATE 7,20:PRINT fr$(7)
OPEN "com1:1200,n,7" AS#1
fed%=2:GOSUB federplott
FOR u%=1 TO 2
FOR v%=1 TO 3
xp%=20+(v%-1)*500:yp%=1500-(u%-1)*600:GOSUB hinplott
xp%=20+(v%-1)*500:yp%=1500-(u%-1)*600-400:GOSUB linieplott
xp%=20+(v%-1)*500+400:yp%=1500-(u%-1)*600-400:GOSUB linieplott
NEXT v%
NEXT u%
fed%=4 :GOSUB federplott
xp%=20:yp%=1700:GOSUB hinplott
Kommentar$="Linearanalyse von "+pname$
GOSUB textplott
xp%=20:yp%=1050:GOSUB hinplott
Kommentar$="Sehnenlaengen":GOSUB textplott
xp%=520:yp%=1050:GOSUB hinplott
Kommentar$="Kugeln":GOSUB textplott
xp%=1020:yp%=1050:GOSUB hinplott
Kommentar$="Kugeln korr.":GOSUB textplott
xp%=20:yp%=450:GOSUB hinplott
Kommentar$="Kugeln gesamt":GOSUB textplott
xp%=520:yp%=450:GOSUB hinplott
Kommentar$="Volumina":GOSUB textplott
xp%=1020:yp%=450:GOSUB hinplott
Kommentar$="Oberflaechen":GOSUB textplott
maxzf=Klasse(0,7)
FOR i%=1 TO nk%
xp% =20+400*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)):yp%=1100:GOSUB hinplott
xp% =20+400*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)):yp%=1100+400*Klasse(i%,7)/maxzf:GOSUB linieplott
NEXT i%
maxz=Klasse(0,8)
FOR i%=1 TO nk%
xp% =520+400*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)):yp%=1100:GOSUB hinplott
xp% =520+400*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)):yp%=1100+400*Klasse(i%,8)/maxz:GOSUB linieplott
NEXT i%
maxz=Klasse(0,3)
FOR i%=1 TO nk%
xp% =1020+400*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)):yp%=1100:GOSUB hinplott
xp% =1020+400*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)):yp%=1100+400*Klasse(i%,3)/maxz:GOSUB linieplott
NEXT i%
maxz=Klasse(0,4)
FOR i%=1 TO nk%
xp% =20+400*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)):yp%=500:GOSUB hinplott
xp% =20+400*(Klasse(i%,1)/Klasse(1,1)):yp%=500+400*Klasse(i%,4)/maxz:GOSUB linieplott

```



```

NEXT i%
maxv=klasse(0,5)
FOR i%=1 TO nk%
xp%=520+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=500:GOSUB hinplott
xp%=520+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=500+400*klasse(i%,5)/maxv:GOSUB linieplott
NEXT i%
maxf=klasse(0,6)
FOR i%=1 TO nk%
xp%=1020+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=500:GOSUB hinplott
xp%=1020+400*(klasse(i%,1)/klasse(1,1)):yp%=500+400*klasse(i%,6)/maxf:GOSUB linieplott
NEXT i%

xp%=1520:yp%=1500:kommentar#=" Kennwerte : "
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1450:kommentar#=" Laenge : "
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1350:kommentar#=" Laengenanteil in % : "
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1250:kommentar#=" Gesamtzahl der Kugeln : "
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1150:kommentar#=" Zahl d.Kugeln/Vol.Element : "
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1050:kommentar#=" Volumenanteil in % : "
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=950:kommentar#=" Oberflaeche der Kugeln : "
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=850:kommentar#=" spez.Oberflaeche : "
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=750:kommentar#=" spez.Ob.fl aus Schnittzahl : "
GOSUB hinplott:GOSUB textplott

xp%=1520:yp%=1400:kommentar#=STR$( laenge)
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1300:kommentar#=STR$( 100*laenge/(10*nr*600))
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1200:kommentar#=STR$( gesamtzahl)
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1100:kommentar#=STR$(gesamtzahl/(10*nr*600*3.1416*(klasse(1,1)/2)^2))
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=1000:kommentar#=STR$( 100*gesamtvolumen/(10*nr*600*3.1416*(klasse(1,1)/2)^2))
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=900:kommentar#=STR$( oberflaeche)
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=800:kommentar#=STR$(oberflaeche/(10*nr*600*3.1416*(klasse(1,1)/2)^2))
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=1520:yp%=700:kommentar#=STR$(anzahl*4/(10*nr*600))
GOSUB hinplott:GOSUB textplott

xp%=20:yp%=350:kommentar#="Klassenzahl : "+STR$(nk%)
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=20:yp%=300:kommentar#="Klassenbreite : "+STR$(breite)
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=20:yp%=250:kommentar#="Modul : "+STR$(modul)
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=20:yp%=200:kommentar#="Breite d.kleinsten geom.Klasse : "+STR$(rest)
GOSUB hinplott:GOSUB textplott
xp%=20:yp%=150:kommentar#="Zahl in flexiblen Klassen : "+STR$(tzahl)
GOSUB hinplott:GOSUB textplott

CLOSE #1
GOSUB frage3:GOTO auswahl

```

```

REM =====
REM zurueck
  zurueck:
  CLS:LOCATE 5,25:PRINT "Freier Platz"
  GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM =====
REM beenden
  beenden:
  CLS
  MENU RESET:STOP
REM =====
REM ++++++
REM unterprogramme
REM ++++++
REM
  frage1:
  w$="":w$=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO frage1
  xw%=ASC(w$):IF xw%<48 OR xw%>58 THEN GOTO frage1
  xw%=xw%-48
  RETURN
REM ++++++
REM
  frage2:
  PRINT "Richtig oder zur Auswahl ? (r/a)"
  mfrage2:
  w$="":w$=INKEY$:IF w$<>"r" AND w$<>"a" THEN GOTO mfrage2
  IF w$="r" THEN xw%=1:RETURN
  IF w$="a" THEN xw%=2:RETURN
REM ++++++
REM
  frage3:
  LOCATE 19,20:PRINT "Weiter mit Taste w"
  mfrage3:
  w$="":w$=INKEY$:IF w$<>"w" THEN GOTO mfrage3
  RETURN
REM ++++++
REM
  frage4:
  LOCATE 19,20:PRINT "Weiter oder Auswahl (w/a)"
  mfrage4:
  w$="":w$=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO mfrage4
  IF w$="w" THEN xw%=1:RETURN
  IF w$="a" THEN xw%=2:RETURN
  GOTO mfrage4
REM ++++++
REM
  frage5:
  LOCATE 19,15:PRINT "Vor,zurueck,nochmal,Auswahl (v/z/n/a)"
  mfrage5:
  w$="":w$=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO mfrage5
  IF w$="v" THEN xw%=1:RETURN
  IF w$="z" THEN xw%=2:RETURN
  IF w$="n" THEN xw%=3:RETURN
  IF w$="a" THEN xw%=4:RETURN
  GOTO mfrage5

REM ++++++
REM ++++++
REM #####
REM plotterroutinen

```

```

federplott:
  pl#="PS" +STR$(fed%)+";":PRINT #1,pl#
RETURN
REM
hinplott:
  pl#="MA"+STR$(xp%)+","+STR$(yp%)+";":PRINT #1,pl#
RETURN
REM
linieplott:
  pl#="DA"+STR$(xp%)+","+STR$(yp%)+";":PRINT #1,pl#
RETURN
REM
textplott:
  pl#="PL"+Kommentar# +CHR$(3)+";":PRINT #1,pl#
RETURN
REM
kreisplott:
FOR vv%=r% TO 0 STEP-2
  pl#="CA" +STR$(vv%)+","+STR$(xp%)+","+STR$(yp%)+";":PRINT #1,pl#
NEXT vv%
RETURN
REM #####

REM ++++++
REM wiederlesen der linien
hilfslesen:
  bez#=pname#+ " li "+" Hilf"
  OPEN "i",#1,bez#
  INPUT #1,gesamtzahl,dmax%,laenge,maxzahl,linienbreite%,nr
  FOR i%=dmax% TO 1 STEP-1
  INPUT #1,linie(i%)
  NEXT i%
  CLOSE #1

  LOCATE 11,1:PRINT "Gesamtzahl : ";gesamtzahl;" Max.Linienlaenge : ";dmax%
  LOCATE 12,1:PRINT "Gesamtlaenge : ";laenge;"Max.Zahl einer Laenge : ";maxzahl
  LOCATE 13,1:PRINT "Abstand der Linien : ";linienbreite%;"Zahl der Linien pro Bild : ";nr
  CALL MOVETO (20,50):CALL LINETO (20,150):CALL LINETO (20+100,150)

  FOR i%=1 TO dmax%
  CALL MOVETO (20+100*i%/dmax%,150):CALL LINETO (20+100*i%/dmax%,150-100*linie(i%)/maxzahl)
  NEXT i%

RETURN
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++
REM ++++++

```

```

REM ellsimul
REM
REM programm zur simulation von ellipsoiden im raum
REM
    DIM typ%(10,10)
REM typ gibt sortennummer,drei halbachsen,
REM erwuenschte und erreichte teilchenzahl
REM minimale und maximale neigungswinkel des ellipsoides in drei
REM richtungen
    DIM ellipsoid%(5000,8)
    maxzahl = 5000:REM maximal erreichbare zahl
REM zahl ist bisher angegebene zahl der ellipsoide
REM gesamtzahl ist erreichte besetzung
REM ellipsoid% gibt nummer des teilchens,drei halbachsen, ortskoordinaten x,y und z
REM des mittelpunktes,drei neigungswinkel des ellipsoides
REM
    pname$="unbenannt"
    DIM fr$(10)
    fr$(0)="Benennen des Modells"
    fr$(1)="Angabe der Groesse und Anzahl"
    fr$(2)="Besetzen der Plaetze"
    fr$(3)="Tafel der Verteilung"
    fr$(4)="Schnitte anlegen und zeichnen"
    fr$(5)="Weiter nach Unterbrechung"
    fr$(6)="Schnitte anlegen und speichern"
    fr$(7)="Einlesen des Modells"
    fr$(8)="Abspeichern des Modells"
    fr$(9)="Beenden"
    FOR i%=1 TO 10
    FOR j%=5 TO 9 STEP 2:typ%(i%,j%)=0:NEXT j%
    FOR j%=6 TO 10 STEP 2:typ%(i%,j%)=180:NEXT j%
    NEXT i%
    MENU 1,0,1," Ellipsoide im Raum

    WINDOW 1,"a",(<0,20)-(512,342),4
    CALL TEXTFONT (0):CALL TEXTSIZE (12)
REM *****
    auswahl:
    CLS
    PRINT:PRINT " Das Programm verteilt bis zu 5000 Ellipsoide mit maximal"
    PRINT " 10 Sorten, Halbachsen von 1-50, zufaellig in einem Wuerfel von "
    PRINT " 600 Pixel Kantenlaenge"
    PRINT:PRINT " Auswahl"
    PRINT
    FOR i%=1 TO 5
    PRINT i%-1;" ";fr$(i%-1);TAB(33);i%+4;" ";fr$(i%+4)
    NEXT i%

    PRINT:PRINT " Bitte Zahlentaste druecken"
    GOSUB frage1
    PRINT:PRINT " Gewaehlt wurde Taste ";xw%;" mit : ";fr$(xw%)
    xww%=xw%
    LOCATE 18,18:GOSUB frage2
    IF xw%=2 THEN GOTO auswahl
    xww%=xww%+1
ON xww% GOTO benennen,besetzen,verteilen,verteilung,zeichnen,weitermachen,schnitte,einlesen,abspeichern,beenden

REM *****
REM =====
REM benennen

```

```

.benennen:
CLS:
LOCATE 2,20:PRINT fr$(0)
PRINT:PRINT "Das Model heisst : ";pname$
PRINT "(Wenn keine Aenderung stattfinden soll,mit Enter-Taste weiter)"
PRINT:INPUT "Neuer Name : ";p$:IF p$="" THEN p$=pname$
pname$=p$
PRINT:PRINT "Name lautet jetzt : ";pname$
GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM besetzen
besetzen:
CLS:
LOCATE 1,20:PRINT fr$(1)
LOCATE 2,12:PRINT "(Max.Durchmesser 50,Max:Anzahl gesamt 5000)"
zahl=0:gmax=0
PRINT "Sorte"
LOCATE 3,7:PRINT "Halbachse a"
LOCATE 3,18:PRINT "b"
LOCATE 3,22:PRINT "c"
LOCATE 3,27:PRINT "Anzahl"
LOCATE 3,34:PRINT "neu a"
LOCATE 3,40:PRINT "neu b"
LOCATE 3,46:PRINT "neu c"
LOCATE 3,54:PRINT "Neue Anzahl"

FOR i%=1 TO 10
PRINT i%
LOCATE 3+i%,11
PRINT typ%(i%,0):LOCATE 3+i%,17:PRINT typ%(i%,1):LOCATE 3+i%,21:PRINT typ%(i%,2)
LOCATE 3+i%,26:PRINT typ%(i%,3)
NEXT i%

FOR i%=1 TO 10
REM achse a
LOCATE i%+3,34:INPUT g$:IF g$="" THEN g$=STR$(typ%(i%,0))
IF VAL(g$)>20000 THEN g$=STR$(20000)
typ%(i%,0)=INT(VAL(g$)):IF typ%(i%,0)>gmax THEN gmax=typ%(i%,0)
LOCATE i%+3,34:PRINT typ%(i%,0);"
REM achse b
LOCATE i%+3,40:INPUT g$:IF g$="" THEN g$=STR$(typ%(i%,1))
IF VAL(g$)>20000 THEN g$=STR$(20000)
typ%(i%,1)=INT(VAL(g$)):IF typ%(i%,1)>gmax THEN gmax=typ%(i%,1)
LOCATE i%+3,40:PRINT typ%(i%,1);"
REM achse c
LOCATE i%+3,46:INPUT g$:IF g$="" THEN g$=STR$(typ%(i%,2))
IF VAL(g$)>20000 THEN g$=STR$(20000)
typ%(i%,2)=INT(VAL(g$)):IF typ%(i%,2)>gmax THEN gmax=typ%(i%,2)
LOCATE i%+3,46:PRINT typ%(i%,2);"
REM anzahl
LOCATE i%+3,54:INPUT g$:IF g$="" THEN g$=STR$(typ%(i%,3))
IF VAL(g$)>20000 THEN g$=STR$(20000)
typ%(i%,3)=INT(VAL(g$)):zahl=zahl+typ%(i%,3)
LOCATE i%+3,54:PRINT typ%(i%,3);"
NEXT i%
PRINT
IF gmax>50 THEN PRINT "Max.Halbachse von 50 wurde ueberschritten ! Bitte neu besetzen !"
IF gmax>50 THEN GOSUB frage3:GOTO besetzen
IF zahl>5000 THEN PRINT "Max.Teilchenzahl von 5000 wurde ueberschritten ! "
IF zahl>5000 THEN GOSUB frage3:GOTO besetzen
PRINT " angegebene Teilchenzahl : ";zahl
GOSUB frage3

```

```

bes2: CL$
LOCATE 1,16:PRINT "Angabe der Neigungswinkel"
LOCATE 2,11:PRINT "(Min.und max.Winkel des Ellipsoides in Grad, 0-180)"
PRINT:INPUT " Gewuenschte Sorte (1-10) ";i%:IF i%<1 THEN i%=1
IF i%>10 THEN i%=10
LOCATE 5,2
PRINT "Sorte Nr. : ";i%;"          ";TAB(16);"Minimaler Neigungswinkel theta : ";typ%(i%,5)
LOCATE 6,2:PRINT "
LOCATE 6,2:INPUT "Neuer Winkel ";w#
IF w#="" THEN w#=STR$(typ%(i%,5))
IF VAL(w#)<0 THEN w#="0"
IF VAL(w#)>180 THEN w#="180"
typ%(i%,5)=VAL(w#):LOCATE 6,2:PRINT "Minimaler Neigungswinkel : ";w#;"
"

LOCATE 7,2:PRINT "Sorte Nr. : ";i%;TAB(16);"Maximaler Neigungswinkel theta : ";typ%(i%,6)
LOCATE 8,2:PRINT "
LOCATE 8,2:INPUT "Neuer Winkel ";w#
IF w#="" THEN w#=STR$(typ%(i%,6))
IF VAL(w#)<0 THEN w#="0"
IF VAL(w#)>180 THEN w#="180"
typ%(i%,6)=VAL(w#):LOCATE 8,2:PRINT "Maximaler Neigungswinkel : ";w#;"
"

LOCATE 9,2:PRINT "Sorte Nr. : ";i%;TAB(16);"Minimaler Winkel psi : ";typ%(i%,7)
LOCATE 10,2:PRINT "
LOCATE 10,2:INPUT "Neuer Winkel ";w#
IF w#="" THEN w#=STR$(typ%(i%,7))
IF VAL(w#)<0 THEN w#="0"
IF VAL(w#)>180 THEN w#="180"
typ%(i%,7)=VAL(w#):LOCATE 10,2:PRINT "Minimaler Winkel : ";w#;"
"

LOCATE 11,2:PRINT "Sorte Nr. : ";i%;TAB(16);"Maximaler Winkel psi : ";typ%(i%,8)
LOCATE 12,2:PRINT "
LOCATE 12,2:INPUT "Neuer Winkel ";w#
IF w#="" THEN w#=STR$(typ%(i%,8))
IF VAL(w#)<0 THEN w#="0"
IF VAL(w#)>180 THEN w#="180"
typ%(i%,8)=VAL(w#):LOCATE 12,2:PRINT "Maximaler Winkel : ";w#;"
"

LOCATE 13,2:PRINT "Sorte Nr. : ";i%;TAB(16);"Minimaler Winkel phi : ";typ%(i%,9)
LOCATE 14,2:PRINT "
LOCATE 14,2:INPUT "Neuer Winkel ";w#
IF w#="" THEN w#=STR$(typ%(i%,9))
IF VAL(w#)<0 THEN w#="0"
IF VAL(w#)>180 THEN w#="180"
typ%(i%,9)=VAL(w#):LOCATE 14,2:PRINT "Minimaler Winkel : ";w#;"
LOCATE 15,2:PRINT "Sorte Nr. : ";i%;TAB(16);"Maximaler Winkel phi : ";typ%(i%,10)
LOCATE 16,2:PRINT "
LOCATE 16,2:INPUT "Neuer Winkel ";w#
IF w#="" THEN w#=STR$(typ%(i%,10))
IF VAL(w#)<0 THEN w#="0"
IF VAL(w#)>180 THEN w#="180"
typ%(i%,10)=VAL(w#):LOCATE 16,2:PRINT "Maximaler Winkel : ";w#;"
"

```

```

GOSUB frage4:ON xw% GOTO bes2,auswahl

```

```

REM =====

```

```

REM verteilen

```

```

verteilen:
CLS:LOCATE 2,22:PRINT fr$(2):PRINT
RANDOMIZE TIMER:wurfbzahl%=0
FOR i%=1 TO gesamtzahl

```

```

FOR j%=0 TO 6
  ellipsoid%(i%,j%)=0
NEXT j%
NEXT i%
PRINT "Wurfzahl :                               Unterbrechen mit Taste u"
PRINT "Sortennummer  Halbachse a           b           c           Freie Anzahl  Besetzte Anzahl"
FOR i%=1 TO 10
  PRINT " ";i%;TAB(18);typ%(i%,0);TAB(27);typ%(i%,1);TAB(34);typ%(i%,2);TAB(40);typ%(i%,3)
;TAB(52);typ%(i%,4)
  NEXT i%
  PRINT:PRINT "Summe besetzt                               Summe frei"
REM zufaelliges aussuchen der sorte
vert1:
  w%=INKEY$:IF w%="u" THEN GOTO vertunt
  sorte%=INT(10*RND(1)+1):zahl=0:gesamtzahl=0:wurfzahl%=wurfzahl%+1

  LOCATE 4,12:PRINT wurfzahl%;" "
  FOR p%=1 TO 10
    zahl=zahl+ typ%(p%,3):gesamtzahl=gesamtzahl+typ%(p%,4)
  NEXT p%
  IF zahl=0 THEN CLS:PRINT "           Keine Ellipsoide mehr zu verteilen":GOSUB frage3:GOTO ausw
ah1
  IF typ%(sorte%,3)=0 THEN GOTO vert1
  IF typ%(sorte%,0)=0 THEN GOTO vert1
  IF typ%(sorte%,1)=0 THEN GOTO vert1
  IF typ%(sorte%,2)=0 THEN GOTO vert1
  IF wurfzahl%>1000 THEN GOTO vertabbruch
vert2:
REM zufaellige bestimmung der koordinaten
  x%=INT(600*RND(1)):y%=INT(600*RND(1)):z%=INT(600*RND(1))
REM pruefen ,ob noch platz vorhanden ist
  xxxx=x%:yyyy=y%:zzz=z%:rrrr=typ%(sorte%,0)
  IF rrrr<typ%(sorte%,1) THEN rrrr=typ%(sorte%,1)
  IF rrrr<typ%(sorte%,2) THEN rrrr=typ%(sorte%,2)
  FOR i%=1 TO gesamtzahl
    xxx=ellipsoid%(i%,3):yyy=ellipsoid%(i%,4):zzz=ellipsoid%(i%,5)
    rrr=ellipsoid%(i%,0)
    IF rrr<ellipsoid%(i%,1) THEN rrr=ellipsoid%(i%,1)
    IF rrr<ellipsoid%(i%,2) THEN rrr=ellipsoid%(i%,2)
    ab=(xxx-xxxx)^2+(yyy-yyyy)^2+(zzz-zzzz)^2
    ab=SQR(ab)
    IF ab < rrrr+rrr+4 THEN GOTO vert1
  NEXT i%
REM eintragen in liste
  wurfzahl%=0
  ellipsoid%(gesamtzahl+1,0)=typ%(sorte%,0)
  ellipsoid%(gesamtzahl+1,1)=typ%(sorte%,1)
  ellipsoid%(gesamtzahl+1,2)=typ%(sorte%,2)
  ellipsoid%(gesamtzahl+1,3)=x%
  ellipsoid%(gesamtzahl+1,4)=y%
  ellipsoid%(gesamtzahl+1,5)=z%
  typ%(sorte%,3)=typ%(sorte%,3)-1
  typ%(sorte%,4)=typ%(sorte%,4)+1
  ellipsoid%(i%,6)=(ABS(typ%(sorte%,6)-typ%(sorte%,5)))*RND(1)+typ%(sorte%,5)
  ellipsoid%(i%,7)=(ABS(typ%(sorte%,8)-typ%(sorte%,7)))*RND(1)+typ%(sorte%,7)
  ellipsoid%(i%,8)=(ABS(typ%(sorte%,10)-typ%(sorte%,9)))*RND(1)+typ%(sorte%,9)
  LOCATE 5+sorte%,40:PRINT typ%(sorte%,3)
  LOCATE 5+sorte%,52:PRINT typ%(sorte%,4)
  LOCATE 17,17:PRINT gesamtzahl+1;" "
  LOCATE 17,50:PRINT zahl-1;" "
  GOTO vert1

```

```

vertunt: CLS:PRINT "Lauf wurde unterbrochen":unter#="verteilen"
GOSUB frage3:GOTO auswahl
vertabbruch: CLS:PRINT "Bereits 1000 Wuerfe vergeblich.Es wird abgebrochen"
GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM verteilung zeigen
verteilung:
CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(3)
PRINT :PRINT "Sorte Achsen f b theta
psi phi "
FOR i%=1 TO 10
PRINT " ";i%;TAB(6);typ%(i%,0);TAB(10);typ%(i%,1);TAB(14);typ%(i%,2);TAB(19);typ%(i%,3);TAB
(27);typ%(i%,4);TAB(34);typ%(i%,5);TAB(39);typ%(i%,6);TAB(44);typ%(i%,7);TAB(49);typ%(i%,8);TAB(
54);typ%(i%,9);TAB(59);typ%(i%,10)
NEXT i%
GOSUB frage3
CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(3)
LOCATE 2,20:PRINT "Ausdrucken der Verteilung ?"
LOCATE 5,20:GOSUB frage2: ON xw% GOTO v1,auswahl
v1:
LPRINT "Verteilung der Teilchen"
LPRINT "Name des Modells : ";pname$
LPRINT "Sorte Achsen f b theta psi phi "
FOR i%=1 TO 10
LPRINT " ";i%;TAB(6);typ%(i%,0);TAB(10);typ%(i%,1);TAB(14);typ%(i%,2);TAB(19);typ%(i%,3);TA
B(27);typ%(i%,4);TAB(34);typ%(i%,5);TAB(39);typ%(i%,6);TAB(44);typ%(i%,7);TAB(49);typ%(i%,8);TAB
( 54);typ%(i%,9);TAB(59);typ%(i%,10)
NEXT i%
LPRINT
GOSUB frage3
CLS:LOCATE 1,22:PRINT "Lage der Ellipsoiden "
PRINT:INPUT " Ab welcher Teilchen-Nummer ";nn%
PRINT "Nr. Achsen x y z theta
psi phi "
vertzeig1:
mm%=0
IF nn%<1 THEN nn%=1
IF nn%>4991 THEN nn%=4991
FOR i%=nn% TO nn%+9
mm%=mm%+1
LOCATE 6+mm%,1:PRINT i%
LOCATE 6+mm%,8:PRINT ellipsoid%(i%,0);" "
LOCATE 6+mm%,12:PRINT ellipsoid%(i%,1);" "
LOCATE 6+mm%,16:PRINT ellipsoid%(i%,2);" "
LOCATE 6+mm%,20:PRINT ellipsoid%(i%,3);" "
LOCATE 6+mm%,24:PRINT ellipsoid%(i%,4);" "
LOCATE 6+mm%,28:PRINT ellipsoid%(i%,5);" "
LOCATE 6+mm%,32:PRINT ellipsoid%(i%,6);" "
LOCATE 6+mm%,36:PRINT ellipsoid%(i%,7);" "
LOCATE 6+mm%,40:PRINT ellipsoid%(i%,8);" "
NEXT i%
GOSUB frage5:ON xw% GOTO vertzeig2,vertzeig3,vertzeig1,auswahl
vertzeig2: nn%=nn%+10:GOTO vertzeig1
vertzeig3: nn%=nn%-10:GOTO vertzeig1
REM =====
REM zeichnen
zeichnen:
CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(4)
LOCATE 4,20:PRINT "Plotter anschalten !"
GOSUB frage3
z1:
CLS:PRINT:INPUT " Welche Schnitthoehe (1-600) erwuenscht : ";h%

```



```

IF h%<1 OR h%>600 THEN GOTO z1
z2:
CLS:PRINT " Schnittbild wird in Hoehe ";h%;" gezeichnet"
OPEN "com1:1200,n,7" AS#1
fed%=2:GOSUB federplott
xp%=20:yp%=1500:GOSUB hinplott
xp%=1220:yp%=1500:GOSUB linieplott
xp%=1220:yp%=300:GOSUB linieplott
xp%=20:yp%=300:GOSUB linieplott
xp%=20:yp%=1500:GOSUB linieplott
fed%=4:GOSUB federplott
xp%=20:yp%=1700:GOSUB hinplott
Kommentar$="Schnittbild von "+pname$+" in Hoehe "+STR$(h%)+ " mit "+STR$(gesamtzahl)+" Ell
ipsoiden"
GOSUB textplott
PRINT:PRINT " Ausgabe der Kennwerte ueberspringen ? (j/n)"
z3: w$=""
w$=INKEY$:IF w$<>"j" AND w$<>"n" THEN GOTO z3
IF w$="j" THEN GOTO z4
xp%=1250:yp%=1580:GOSUB hinplott
Kommentar$="Halbachsen Zahl Vol.der Ell."
GOSUB textplott
volumen=0
FOR i%=1 TO 10
vol=typ%(i%,4)*(4/3)*3.1416*(typ%(i%,0)*typ%(i%,1)*typ%(i%,2)):volumen=volumen +vol
xp%=1230:yp%=1520-60*i%:GOSUB hinplott
vol= (INT(100*vol))/100
Kommentar$=STR$(typ%(i%,0))+ " "+STR$(typ%(i%,1))+ " "+STR$(typ%(i%,2))
GOSUB textplott
xp%=1550:yp%=1520-60*i%:GOSUB hinplott
Kommentar$=" "+STR$(typ%(i%,4))
GOSUB textplott
xp%=1870:yp%=1520-60*i%:GOSUB hinplott
Kommentar$=STR$(vol)
GOSUB textplott
NEXT i%

xp%=1220:yp%=800:GOSUB hinplott
Kommentar$="Gesamt-Vol : "+STR$(volumen)
GOSUB textplott

volumen=100*volumen/(600^3)
xp%=1220:yp%=740:GOSUB hinplott
Kommentar$="Gesamt-Vol% : "+STR$(volumen)
GOSUB textplott

z4:
REM zeichnen nach pruefen des abstandes von der schnittebene
PRINT:PRINT " Unterbrechen mit Taste u"
treffer=0:flaeche=0:eflaeche=0
FOR i%=1 TO gesamtzahl
w$=INKEY$:IF w$="u" THEN CLOSE #1:unter$="zeichnen":PRINT:PRINT "Unterbrochen":GOSUB frag
e3:GOTO auswahl

ee=ellipsoid%(i%,0)
IF ee<ellipsoid%(i%,1) THEN ee=ellipsoid%(i%,1)
IF ee<ellipsoid%(i%,2) THEN ee=ellipsoid%(i%,2)

dh=(ellipsoid%(i%,5)-h%)
IF ABS(dh)>ee THEN GOTO z5

```

```

        zs=dh
REM zeichnen der lage der zs-achse in der xs-ys-ebene
        fed%=2:GOSUB federplott
        xp%=2*ellipsoid%(i%,3)+20:yp%=2*ellipsoid%(i%,4)+300:r%=4
        GOSUB kreisplott
        fed%=4:GOSUB federplott
        treffer=treffer+1
        LOCATE 8,3:PRINT "Treffer Nr. : ";treffer
REM geometrische konstanten
        phi=ellipsoid%(i%,6):psi=ellipsoid%(i%,7):kappa=ellipsoid%(i%,8)

        phi=3.1416*phi/180:psi=3.1416*psi/180:kappa=3.1416*kappa/180

        GOSUB faktoren
        a=ellipsoid%(i%,0):b=ellipsoid%(i%,1):c=ellipsoid%(i%,2)
        GOSUB transformation
REM plotten der ellipse
        eee=2*INT(ee+1)

        FOR j%=-eee TO eee

                ys=j%
                p=(ys*wa4+zs*wa5)/wa1:q=(ys*ys*wa2+zs*zs*wa3+ys*zs*wa6-wa7)/wa1
REM quadratische gleichung
                wu=((p^2)/4)-q
                IF wu<0 THEN GOTO zz6
                xs1=-p/2+SQR(wu)
                xs2=-p/2-SQR(wu)
REM
                LPRINT "y : ";ys;" x1 : ";xs1;" x2 : ";xs2;" p : ";p;" q : ";q
                x1=xs1+ellipsoid%(i%,3)
                x2=xs2+ellipsoid%(i%,3)
                xp%=INT(2*x1+.5)+20:yp%=2*(ys+ellipsoid%(i%,4))+300:GOSUB hinplott
                xp%=INT(2*x2+.5)+20:yp%=2*(ys+ellipsoid%(i%,4))+300:GOSUB linieplott
                flaeche=flaeche+ABS(xs1-xs2)+1
                zz6:
                NEXT j%

z5:
        NEXT i%

        xp%=1320:yp%=620:GOSUB hinplott
        kommentar$="Trefferzahl : "+STR$(treffer)
        GOSUB textplott
        xp%=1320:yp%=560:GOSUB hinplott
        kommentar$="Flaeche : "+STR$(flaeche)
        GOSUB textplott
        flaeche=100*flaeche/(600*600)
        xp%=1320:yp%=500:GOSUB hinplott
        kommentar$="Flaechen% : "+STR$(flaeche)
        GOSUB textplott
z6:
        CLOSE #1
        PRINT:PRINT " Trefferzahl in der Ebene von ";h%;" : ";treffer
        GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM weiter
        weitermachen:
        CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(5)
        GOSUB frage3
        IF unter$="verteilen" THEN GOTO verteilen
        IF unter$="zeichnen" THEN GOTO zeichnen

```

```

      GOTO auswahl
REM =====
REM schnitte
REM schnitte werden als linie mit nummer,hoehe y
REM x links und x rechts gespeichert
  schnitte:
  CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(6)
  h%=-30
  FOR schnitt%=1 TO 10
  h%=h%+60:CLS:PRINT "Schnitthoehe ist ";h%
  lzahl=0:treffer=0
  ablage$=pname$+" li "+STR$(schnitt%-1)
  OPEN ablage$ FOR OUTPUT AS #1
  FOR i%=1 TO gesamtzahl
  ee=ellipsoid%(i%,0)
  IF ee<ellipsoid%(i%,1) THEN ee=ellipsoid%(i%,1)
  IF ee<ellipsoid%(i%,2) THEN ee=ellipsoid%(i%,2)
  dh=(ellipsoid%(i%,5)-h%)
  IF ABS(dh)>ee THEN GOTO s5
  zs=dh
REM zeichnen der lage der zs-achse in der xs-ys-ebene
  FOR p%=-2 TO +2
  PSET (ellipsoid%(i%,3)+p%,ellipsoid%(i%,4))
  PSET (ellipsoid%(i%,3),ellipsoid%(i%,4)+p%)
  NEXT p%
  treffer=treffer+1:LOCATE 2,1:PRINT "Treffer : ";treffer
  WRITE #1,treffer+5000
REM geometrische konstanten
  phi=ellipsoid%(i%,6):psi=ellipsoid%(i%,7):kappa=ellipsoid%(i%,8)
  phi=3.1416*phi/180:psi=3.1416*psi/180:kappa=3.1416*kappa/180
  GOSUB faktoren
  a=ellipsoid%(i%,0):b=ellipsoid%(i%,1):c=ellipsoid%(i%,2)
  GOSUB transformation
  eee=2*INT(ee+1)
  FOR j%=-eee TO eee
  ys=j%
  p=(ys*wa4+zs*wa5)/wa1;q=(ys*ys*wa2+zs*zs*wa3+ys*zs*wa6-wa7)/wa1
REM quadratische gleichung
  wu=((p^2)/4)-q
  IF wu<0 THEN GOTO ss6
  xs1=-p/2+SQR(wu)
  xs2=-p/2-SQR(wu)
  x1=xs1+ellipsoid%(i%,3)
  x2=xs2+ellipsoid%(i%,3)
  ys=ys+ellipsoid%(i%,4)
  x1=INT(x1+.5):x2=INT(x2+.5)
  lzahl=lzahl+1:LOCATE 3,1:PRINT "Linienzahl : ";lzahl
  CALL MOVETO (x1,ys):CALL LINETO (x2,ys)
  WRITE#1,lzahl,ys,x1,x2
  ss6:
  NEXT j%

s5:
  NEXT i%
  CLOSE#1
  GOSUB frage4:ON xw% GOTO s6,auswahl
s6:
  NEXT schnitt%
  CLS:LOCATE 12,16:PRINT "Abspeichern der Schnitte beendet"
  GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====

```

```

REM einlesen
  einlesen:
  CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(7)
  IF pname$="unbenannt" THEN PRINT " Modell hat keinen Namen !":GOSUB frage3:GOTO auswahl
  bez$=pname$+" Ellipsoide"
  OPEN "i",#1,bez$
  FOR i%=1 TO 10
  FOR j%=0 TO 10
  INPUT #1,typ%(i%,j%)
  NEXT j%
  NEXT i%
  INPUT #1,gesamtzahl
  FOR i%=1 TO gesamtzahl
  FOR j%=0 TO 8
  INPUT #1,ellipsoid%(i%,j%)
  NEXT j%
  NEXT i%
  CLOSE #1
  LOCATE 10,20:PRINT "Einlesen beendet"
  GOSUB frage3:GOTO auswahl

```

```

REM =====
REM beenden
  beenden:
  CLS
  MENU RESET:STOP

```

```

REM =====
REM abspeichern
  abspeichern:
  CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(8)
  IF pname$="unbenannt" THEN PRINT " Modell hat keinen Namen !":GOSUB frage3:GOTO auswahl
  bez$=pname$+" Ellipsoide"
  OPEN bez$ FOR OUTPUT AS #1
  FOR i%=1 TO 10
  FOR j%=0 TO 10
  WRITE #1,typ%(i%,j%)
  NEXT j%
  NEXT i%
  WRITE #1,gesamtzahl
  FOR i%=1 TO gesamtzahl
  FOR j%=0 TO 8
  WRITE #1,ellipsoid%(i%,j%)
  NEXT j%
  NEXT i%
  CLOSE #1
  LOCATE 10,20:PRINT "Abspeichern beendet"
  GOSUB frage3:GOTO auswahl

```

```

REM =====
REM ++++++
REM unterprogramme
REM ++++++
REM

```

```

  frage1:
    w$=" ":w$=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO frage1
    xw%=ASC(w$):IF xw%<48 OR xw%>58 THEN GOTO frage1
    xw%=xw%-48
    RETURN

```

```

REM ++++++
REM
  frage2:

```

```

        PRINT "Richtig oder zur Auswahl ? (r/a)"
        mfrage2:
        w$="":w$=INKEY$:IF w$<>"r" AND w$<>"a" THEN GOTO mfrage2
        IF w$="r" THEN xw%=1:RETURN
        IF w$="a" THEN xw%=2:RETURN
REM ++++++
REM
        frage3:
        LOCATE 19,20:PRINT "Weiter mit Taste w"
        mfrage3:
        w$="":w$=INKEY$:IF w$<>"w" THEN GOTO mfrage3
        RETURN
REM ++++++
REM
        frage4:
        LOCATE 19,20:PRINT "Weiter oder Auswahl (w/a)"
        mfrage4:
        w$="":w$=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO mfrage4
        IF w$="w" THEN xw%=1:RETURN
        IF w$="a" THEN xw%=2:RETURN
        GOTO mfrage4
REM ++++++
REM
        frage5:
        LOCATE 19,15:PRINT "Vor,zurueck,nochmal,Auswahl (v/z/n/a)"
        mfrage5:
        w$="":w$=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO mfrage5
        IF w$="v" THEN xw%=1:RETURN
        IF w$="z" THEN xw%=2:RETURN
        IF w$="n" THEN xw%=3:RETURN
        IF w$="a" THEN xw%=4:RETURN
        GOTO mfrage5

REM ++++++
REM ++++++
REM #####
REM plotterroutinen
        federplott:
        p1$="PS" +STR$(fed%)+";":PRINT #1,p1$
        RETURN
REM
        hinplott:
        p1$="MA"+STR$(xp%)+"," +STR$(yp%)+";":PRINT #1,p1$
        RETURN
REM
        linieplott:
        p1$="DA"+STR$(xp%)+"," +STR$(yp%)+";":PRINT #1,p1$
        RETURN
REM
        textplott:
        p1$="PL"+Kommentar$ +CHR$(3)+";":PRINT #1,p1$
        RETURN
REM
        kreisplott:
        FOR vv%=r% TO 0 STEP-2
        p1$="CA" +STR$(vv%)+"," +STR$(xp%)+"," +STR$(yp%)+";":PRINT #1,p1$
        NEXT vv%
        RETURN
REM #####
REM ++++++

```

```

faktoren;
a11=COS(psi)*COS(kappa)
a12=-1*COS(psi)*SIN(kappa)
a13=SIN(psi)
a21=COS(phi)*SIN(kappa)+SIN(phi)*SIN(psi)*COS(kappa)
a22=COS(phi)*COS(kappa)-SIN(phi)*SIN(psi)*SIN(kappa)
a23=-1*SIN(phi)*COS(psi)
a31=SIN(phi)*SIN(kappa)-COS(phi)*SIN(psi)*COS(kappa)
a32=SIN(phi)*COS(kappa)+COS(phi)*SIN(psi)*SIN(kappa)
a33=COS(phi)*COS(psi)
RETURN

```

```

REM ++++++
transformation:

```

```

p1=(b^2)*(c^2);p2=(a^2)*(c^2);p3=(a^2)*(b^2)
wa1=p1*a11*a11+p2*a21*a21+p3*a31*a31
wa2=p1*a12*a12+p2*a22*a22+p3*a32*a32
wa3=p1*a13*a13+p2*a23*a23+p3*a33*a33
wa4=2*p1*a11*a12+2*p2*a21*a22+2*p3*a31*a32
wa5=2*p1*a11*a13+2*p2*a21*a23+2*p3*a31*a33
wa6=2*p1*a12*a13+2*p2*a22*a23+2*p3*a32*a33
wa7=(a^2)*(b^2)*(c^2)

```

```

RETURN

```

```

REM ++++++

```

```

REM quasimul
REM
REM programm zur simulation von quadern im raum
REM
    DIM typ%(10,10)
REM typ gibt sortennummer,drei kantenlaengen,
REM erwuenschte und erreichte teilchenzahl
REM minimale und maximale neigungswinkel des quaders in drei
REM richtungen
    DIM quader%(5000,8)
    maxzahl = 5000:REM maximal erreichbare zahl
REM zahl ist bisher angegebene zahl der quader
REM gesamtzahl ist erreichte besetzung
REM quader% gibt nummer des teilchens,drei kanten, ortskoordinaten x,y und z
REM des mittelpunktes,drei neigungswinkel des quaders
REM eckpunkte der schnittflaeche
    DIM ecke(12,2)
REM koordinaten der schnittkanten
    DIM kante(12,6)
REM koordinaten der eckpunkte des gedrehten quaders
    DIM pxs(8),pys(8),pzs(8)
    pname$="unbenannt"
    DIM fr$(10)
    fr$(0)="Benennen des Modells"
    fr$(1)="Angabe der Groesse und Anzahl"
    fr$(2)="Besetzen der Plaetze"
    fr$(3)="Tafel der Verteilung"
    fr$(4)="Schnitte anlegen und zeichnen"
    fr$(5)="Weiter nach Unterbrechung"
    fr$(6)="Schnitte anlegen und speichern"
    fr$(7)="Einlesen des Modells"
    fr$(8)="Abspeichern des Modells"
    fr$(9)="Beenden"
    FOR i%=1 TO 10
    FOR j%=5 TO 9 STEP 2:typ%(i%,j%)=0:NEXT j%
    FOR j%=6 TO 10 STEP 2:typ%(i%,j%)=180:NEXT j%
    NEXT i%
    MENU 1,0,1,"
    "
    "
    WINDOW 1,"a", (0,20)-(512,342),4
    CALL TEXTFONT (0):CALL TEXTSIZE (12)
REM *****
auswahl:
CLS
PRINT:PRINT " Das Programm verteilt bis zu 5000 Quader mit maximal"
PRINT " 10 Sorten,Kantenlaengen von 1-50,zufaeellig in einem Wuerfel von "
PRINT " 600 Pixel Kantenlaenge"
PRINT:PRINT "
Auswahl"
PRINT
FOR i%=1 TO 5
PRINT i%-1;" ";fr$(i%-1);TAB(33);i%+4;" ";fr$(i%+4)
NEXT i%

PRINT:PRINT "
Bitte Zahlentaste druecken"
GOSUB frage1
PRINT:PRINT " Gewaehlt wurde Taste ";xw%;" mit : ";fr$(xw%)
xww%=xw%
LOCATE 18,18:GOSUB frage2
IF xw%=2 THEN GOTO auswahl
xww%=xww%+1:ON xww% GOTO benennen,besetzen,verteilen,verteilung,zeichnen,weitemachen,sch
nitte,einlesen,abspeichern,beenden

REM *****

```

```

REM =====
REM benennen
  benennen:
    CLS:
    LOCATE 2,20:PRINT fr$(0)
    PRINT:PRINT "Das Model heisst : ";pname$
    PRINT "(Wenn keine Aenderung stattfinden soll,mit Enter-Taste weiter)"
    PRINT:INPUT "Neuer Name : ";p$:IF p$="" THEN p$=pname$
    pname$=p$
    PRINT:PRINT "Name lautet jetzt : ";pname$
    GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM besetzen
  besetzen:
    CLS:
    LOCATE 1,20:PRINT fr$(1)
    LOCATE 2,12:PRINT "(Max.Durchmesser 50,Max:Anzahl gesamt 5000)"
    zahl=0:gmax=0
    PRINT "Sorte"
    LOCATE 3,7:PRINT "Kante a"
    LOCATE 3,18:PRINT "b"
    LOCATE 3,22:PRINT "c"
    LOCATE 3,27:PRINT "Anzahl"
    LOCATE 3,34:PRINT "neu a"
    LOCATE 3,40:PRINT "neu b"
    LOCATE 3,46:PRINT "neu c"
    LOCATE 3,54:PRINT "Neue Anzahl"

    FOR i%=1 TO 10
      PRINT i%
      LOCATE 3+i%,11:PRINT typ%(i%,0)
      LOCATE 3+i%,17:PRINT typ%(i%,1)
      LOCATE 3+i%,21:PRINT typ%(i%,2)
      LOCATE 3+i%,26:PRINT typ%(i%,3)
    NEXT i%

    FOR i%=1 TO 10
      REM achse a
      LOCATE i%+3,34:INPUT g$:IF g$="" THEN g$=STR$(typ%(i%,0))
      IF VAL(g$)>20000 THEN g$=STR$(20000)
      typ%(i%,0)=INT(VAL(g$)):IF typ%(i%,0)>gmax THEN gmax=typ%(i%,0)
      LOCATE i%+3,34:PRINT typ%(i%,0);"
      REM achse b
      LOCATE i%+3,40:INPUT g$:IF g$="" THEN g$=STR$(typ%(i%,1))
      IF VAL(g$)>20000 THEN g$=STR$(20000)
      typ%(i%,1)=INT(VAL(g$)):IF typ%(i%,1)>gmax THEN gmax=typ%(i%,1)
      LOCATE i%+3,40:PRINT typ%(i%,1);"
      REM achse c
      LOCATE i%+3,46:INPUT g$:IF g$="" THEN g$=STR$(typ%(i%,2))
      IF VAL(g$)>20000 THEN g$=STR$(20000)
      typ%(i%,2)=INT(VAL(g$)):IF typ%(i%,2)>gmax THEN gmax=typ%(i%,2)
      LOCATE i%+3,46:PRINT typ%(i%,2);"
      REM anzahl
      LOCATE i%+3,54:INPUT g$:IF g$="" THEN g$=STR$(typ%(i%,3))
      IF VAL(g$)>20000 THEN g$=STR$(20000)
      typ%(i%,3)=INT(VAL(g$)):zahl=zahl+typ%(i%,3)
      LOCATE i%+3,54:PRINT typ%(i%,3);"
    NEXT i%
    PRINT
    IF gmax>50 THEN PRINT "Max.Kantenlaenge von 50 wurde ueberschritten ! Bitte neu besetzen !":GOS
    UB frage3:GOTO besetzen
    IF zahl>5000 THEN PRINT "Max.Teilchenzahl von 5000 wurde ueberschritten ! Bitte neu besetzen !"

```



```

:GOSUB frage3:GOTO besetzen
PRINT " angegebene Teilchenzahl : ";zahl
GOSUB frage3
  bes2: CLS
LOCATE 1,16:PRINT "Angabe der Neigungswinkel"
LOCATE 2,11:PRINT "(Min.und max.Winkel des Quaders in Grad, 0-180)"
PRINT:INPUT " Gewuenschte Sorte (1-10) ";i%:IF i%<1 THEN i%=1
IF i%>10 THEN i%=10
LOCATE 5,2
PRINT "Sorte Nr. : ";i%;"          ";TAB(16);"Minimaler Neigungswinkel theta : ";typ%(i%,5)
LOCATE 6,2:PRINT "
LOCATE 6,2
INPUT "Neuer Winkel ";w$
IF w$="" THEN w$=STR$(typ%(i%,5))
IF VAL(w$)<0 THEN w$="0"
IF VAL(w$)>180 THEN w$="180"
typ%(i%,5)=VAL(w$)
LOCATE 6,2:PRINT "Minimaler Neigungswinkel : ";w%;"          "
LOCATE 7,2
PRINT "Sorte Nr. : ";i%;TAB(16);"Maximaler Neigungswinkel theta : ";typ%(i%,6)
LOCATE 8,2:PRINT "
LOCATE 8,2:INPUT "Neuer Winkel ";w$
IF w$="" THEN w$=STR$(typ%(i%,6))
IF VAL(w$)<0 THEN w$="0"
IF VAL(w$)>180 THEN w$="180"
typ%(i%,6)=VAL(w$):LOCATE 8,2
PRINT "Maximaler Neigungswinkel : ";w%;"          "

LOCATE 9,2:PRINT "Sorte Nr. : ";i%;TAB(16);"Minimaler Winkel psi : ";typ%(i%,7)
LOCATE 10,2
PRINT "
LOCATE 10,2:INPUT "Neuer Winkel ";w$
IF w$="" THEN w$=STR$(typ%(i%,7))
IF VAL(w$)<0 THEN w$="0"
IF VAL(w$)>180 THEN w$="180"
typ%(i%,7)=VAL(w$)
LOCATE 10,2:PRINT "Minimaler Winkel : ";w%;"          "
LOCATE 11,2:PRINT "Sorte Nr. : ";i%;TAB(16);"Maximaler Winkel psi : ";typ%(i%,8)
LOCATE 12,2:PRINT "
LOCATE 12,2:INPUT "Neuer Winkel ";w$
IF w$="" THEN w$=STR$(typ%(i%,8))
IF VAL(w$)<0 THEN w$="0"
IF VAL(w$)>180 THEN w$="180"
typ%(i%,8)=VAL(w$)
LOCATE 12,2:PRINT "Maximaler Winkel : ";w%;"          "
LOCATE 13,2:PRINT "Sorte Nr. : ";i%;TAB(16);"Minimaler Winkel phi : ";typ%(i%,9)
LOCATE 14,2:PRINT "
LOCATE 14,2:INPUT "Neuer Winkel ";w$
IF w$="" THEN w$=STR$(typ%(i%,9))
IF VAL(w$)<0 THEN w$="0"
IF VAL(w$)>180 THEN w$="180"
typ%(i%,9)=VAL(w$):LOCATE 14,2
PRINT "Minimaler Winkel : ";w%;"          "
LOCATE 15,2
PRINT "Sorte Nr. : ";i%;TAB(16);"Maximaler Winkel phi : ";typ%(i%,10)
LOCATE 16,2:PRINT "
LOCATE 16,2:INPUT "Neuer Winkel ";w$
IF w$="" THEN w$=STR$(typ%(i%,10))
IF VAL(w$)<0 THEN w$="0"
IF VAL(w$)>180 THEN w$="180"
typ%(i%,10)=VAL(w$):LOCATE 16,2
PRINT "Maximaler Winkel : ";w%;"          "

```

```

      GOSUB frage4:ON xw% GOTO bes2,auswahl
REM =====
REM verteilen
  verteilen:
  CLS:LOCATE 2,22:PRINT fr$(2):PRINT
  RANDOMIZE TIMER:wurfzahl%=0
  FOR i%=1 TO gesamtzahl
  FOR j%=0 TO 6
    quader%(i%,j%)=0
  NEXT j%
  NEXT i%
  PRINT "Wurfzahl :                               Unterbrechen mit Taste u"
  PRINT "Sortennummer  Kanten      a      b      c      Freie Anzahl  Besetzte Anzahl"
1"
  FOR i%=1 TO 10
  PRINT "  ";i%;TAB(18);typ%(i%,0);TAB(27);typ%(i%,1);TAB(34);typ%(i%,2);TAB(40);typ%(i%,3)
;TAB(52);typ%(i%,4)
  NEXT i%
  PRINT:PRINT "Summe besetzt                               Summe frei"

REM zufaelliches aussuchen der sorte
vert1:
  w%=INKEY$:IF w%="u" THEN GOTO vertunt
  sorte%=INT(10*RND(1)+1):zahl=0:gesamtzahl=0:wurfzahl%=wurfzahl%+1

  LOCATE 4,12:PRINT wurfzahl%;"          "
  FOR p%=1 TO 10
  zahl=zahl+ typ%(p%,3):gesamtzahl=gesamtzahl+typ%(p%,4)
  NEXT p%
  IF zahl=0 THEN CLS:PRINT "          Keine Quader mehr zu verteilen":GOSUB frage3:GOTO auswahl
  IF typ%(sorte%,3)=0 THEN GOTO vert1
  IF typ%(sorte%,0)=0 THEN GOTO vert1
  IF typ%(sorte%,1)=0 THEN GOTO vert1
  IF typ%(sorte%,2)=0 THEN GOTO vert1
  IF wurfzahl%>1000 THEN GOTO vertabbruch
vert2:
REM zufaelliche bestimmung der Koordinaten
  x%=INT(600*RND(1)):y%=INT(600*RND(1)):z%=INT(600*RND(1))
REM pruefen ,ob noch platz vorhanden ist
  xxxx=x%:yyyy=y%:zzzz=z%:
  rrrr=(typ%(sorte%,0)/2)^2+(typ%(sorte%,1)/2)^2+(typ%(sorte%,2)/2)^2
  rrrr=SQR(rrrr)
  FOR i%=1 TO gesamtzahl
  xxx=quader%(i%,3):yyy=quader%(i%,4):zzz=quader%(i%,5)
  rrr=(quader%(i%,0)/2)^2+(quader%(i%,1)/2)^2+(quader%(i%,2)/2)^2
  rrr=SQR(rrr)
  ab=(xxx-xxxx)^2+(yyy-yyyy)^2+(zzz-zzzz)^2
  ab=SQR(ab)

  IF ab < rrrr+rrr+2 THEN GOTO vert1
  NEXT i%
REM eintragen in liste
  wurfzahl%=0
  quader%(gesamtzahl+1,0)=typ%(sorte%,0)
  quader%(gesamtzahl+1,1)=typ%(sorte%,1)
  quader%(gesamtzahl+1,2)=typ%(sorte%,2)
  quader%(gesamtzahl+1,3)=x%
  quader%(gesamtzahl+1,4)=y%
  quader%(gesamtzahl+1,5)=z%
  typ%(sorte%,3)=typ%(sorte%,3)-1
  typ%(sorte%,4)=typ%(sorte%,4)+1
  quader%(i%,6)=(ABS(typ%(sorte%,6)-typ%(sorte%,5))*RND(1)+typ%(sorte%,5))

```

```

    quader%(i%,7)=(ABS(typ%(sorte%,8)-typ%(sorte%,7))*RND(1)+typ%(sorte%,7)
    quader%(i%,8)=(ABS(typ%(sorte%,10)-typ%(sorte%,9))*RND(1)+typ%(sorte%,9)
LOCATE 5+sorte%,40:PRINT typ%(sorte%,3)
LOCATE 5+sorte%,52:PRINT typ%(sorte%,4)
LOCATE 17,17:PRINT gesamtzahl+1;"      "
LOCATE 17,50:PRINT zahl-1;"      "
GOTO vert1
vertunt: CLS:PRINT "Lauf wurde unterbrochen":unter#="verteilen"
GOSUB frage3:GOTO auswahl
vertabbruch: CLS:PRINT "Bereits 1000 Wuerfe vergeblich.Es wird abgebrochen"
GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM verteilung zeigen
    verteilung:
    CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(3)
    PRINT :PRINT "Sorte      Kanten          f          b          theta
psi      phi "
    FOR i%=1 TO 10
    PRINT " ";i%;TAB(6);typ%(i%,0);TAB(10);typ%(i%,1);TAB(14);typ%(i%,2);TAB(19);typ%(i%,3);TAB
(27);typ%(i%,4);TAB(34);typ%(i%,5);TAB(39);typ%(i%,6);TAB(44);typ%(i%,7);TAB(49);typ%(i%,8);TAB
(54);typ%(i%,9);TAB(59);typ%(i%,10)
    NEXT i%
    GOSUB frage3
    CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(3)
    LOCATE 2,20:PRINT "Ausdrucken der Verteilung ?"
    LOCATE 5,20:GOSUB frage2: ON xw% GOTO v1,v11
    v1:
    LPRINT "Verteilung der Teilchen"
    LPRINT "Name des Modells : ";pname$
    LPRINT "Sorte      Kanten      f      b      theta      psi      phi "
    FOR i%=1 TO 10
    LPRINT " ";i%;TAB(6);typ%(i%,0);TAB(10);typ%(i%,1);TAB(14);typ%(i%,2);TAB(19);typ%(i%,3);TA
B(27);typ%(i%,4);TAB(34);typ%(i%,5);TAB(39);typ%(i%,6);TAB(44);typ%(i%,7);TAB(49);typ%(i%,8);TAB
(54);typ%(i%,9);TAB(59);typ%(i%,10)
    NEXT i%
    LPRINT
    GOSUB frage3
    v11:
    CLS:LOCATE 1,22:PRINT "Lage der Quader "
    PRINT:INPUT "      Ab welcher Teilchen-Nummer ";nn%
    PRINT "Nr.      Kanten          x          y          z          theta
psi      phi "
vertzeig1:
    mm%=0
    IF nn%<1 THEN nn%=1
    IF nn%>4991 THEN nn%=4991
    FOR i%=nn% TO nn%+9
    mm%=mm%+1
    LOCATE 6+mm%,1:PRINT i%
    LOCATE 6+mm%,8:PRINT quader%(i%,0);"      "
    LOCATE 6+mm%,12:PRINT quader%(i%,1);"      "
    LOCATE 6+mm%,16:PRINT quader%(i%,2);"      "
    LOCATE 6+mm%,25:PRINT quader%(i%,3);"      "
    LOCATE 6+mm%,31:PRINT quader%(i%,4);"      "
    LOCATE 6+mm%,37:PRINT quader%(i%,5);"      "
    LOCATE 6+mm%,45:PRINT quader%(i%,6);"      "
    LOCATE 6+mm%,52:PRINT quader%(i%,7);"      "
    LOCATE 6+mm%,59:PRINT quader%(i%,8);"      "
    NEXT i%
    GOSUB frage5:ON xw% GOTO vertzeig2,vertzeig3;vertzeig1,auswahl
    vertzeig2: nn%=nn%+10:GOTO vertzeig1
    vertzeig3: nn%=nn%-10:GOTO vertzeig1

```

```

REM =====
REM zeichnen
  zeichnen:
  CLS:LOCATE 1,20:PRINT fn$(4)
  LOCATE 4,20:PRINT "Plotter anschalten !"
  GOSUB frage3
  z1:
  CLS:PRINT:INPUT "      Welche Schnitthoehe (1-500) erwuenscht : ";h%
  IF h%<1 OR h%>500 THEN GOTO z1
  z2:
  CLS:PRINT "  Schnittbild wird in Hoehe ";h%;" gezeichnet"
  OPEN "com1:1200,n,7" AS#1
  fed%=2:GOSUB federplott
  xp%=20:yp%=1500:GOSUB hinplott
  xp%=1220:yp%=1500:GOSUB linieplott
  xp%=1220:yp%=300:GOSUB linieplott
  xp%=20:yp%=300:GOSUB linieplott
  xp%=20:yp%=1500:GOSUB linieplott
  fed%=4:GOSUB federplott
  xp%=20:yp%=1700:GOSUB hinplott
  Kommentar$="Schnittbild von "+pname$+" in Hoehe "+STR$(h%)+
  " mit "+STR$(gesamtzahl)+" Qua
  dern"
  GOSUB textplott
  PRINT:PRINT "  Ausgabe der Kennwerte ueberspringen ? (j/n)"
  z3: w$=""
  w$=INKEY$:IF w$<>"j" AND w$<>"n" THEN GOTO z3
  IF w$="j" THEN GOTO z4
  xp%=1250:yp%=1580:GOSUB hinplott
  Kommentar$="Kanten      Zahl  Vol.der Qua."
  GOSUB textplott
  volumen=0
  FOR i%=1 TO 10
  e=typ%(i%,0)
  ee=typ%(i%,2)
  f=typ%(i%,1)
  g=typ%(i%,4)

  vol=e*ee*f*g:volumen=volumen +vol
  xp%=1230:yp%=1520-60*i%:GOSUB hinplott

  Kommentar$=STR$(typ%(i%,0))+
  "+STR$(typ%(i%,1))+
  "+STR$(typ%(i%,2))
  GOSUB textplott
  xp%=1550:yp%=1520-60*i%:GOSUB hinplott
  Kommentar$=" "+STR$(typ%(i%,4))
  GOSUB textplott
  xp%=1870:yp%=1520-60*i%:GOSUB hinplott
  Kommentar$=STR$(vol)
  GOSUB textplott
  NEXT i%

  xp%=1220:yp%=800:GOSUB hinplott
  Kommentar$="Gesamt-Vol : "+STR$(volumen)
  GOSUB textplott

  volumen=100*volumen/(600^3)
  xp%=1220:yp%=740:GOSUB hinplott
  Kommentar$="Gesamt-Vol% : "+STR$(volumen)
  GOSUB textplott

  z4:
REM zeichnen nach pruefen des abstandes von der schnittebene
  PRINT:PRINT "  Unterbrechen mit Taste u"

```

```

    treffer=0:flaeche=0:eflaeche=0
    FOR i%=1 TO gesamtzahl
    w#=INKEY$:IF w#="u" THEN CLOSE #1:unter#="zeichnen":PRINT:PRINT "Unterbrochen":GOSUB frag
e3:GOTO auswahl
    REM abstand pruefen
    GOSUB abstand
    IF ABS(dh)>ee+2 THEN GOTO z5
    zs=dh
    REM zeichnen der lage der zs-achse in der xs-ys-ebene
    fed%=2:GOSUB federplott
    xp%=2*quader%(i%,3)+20:yp%=2*quader%(i%,4)+300:r%=4
    GOSUB kreisplott
    fed%=4:GOSUB federplott
    treffer=treffer+1
    LOCATE 8,3:PRINT "Treffer Nr. : ";treffer
    REM geometrische konstanten
    GOSUB gkonst
    GOSUB faktoren
    a=quader%(i%,0):b=quader%(i%,1):c=quader%(i%,2)
    REM lage der eckpunkte um den mittelpunkt
    GOSUB ecklage
    REM drehung der koordinaten um den mittelpunkt
    GOSUB drehung
    REM verschiebung der eckpunkte gemaess lage des quaders
    GOSUB schiebung
    REM kanten im raum
    GOSUB kanten

    IF schnittzahl%=0 THEN GOTO z5
    REM lage der eckpunkte in der schnittebene
    GOSUB eckschnitt
    REM
    REM kommende frage gilt aeussertem linken und rechten schnittpunkt
    REM von y mit den linien zwischen den eckpunkten

    FOR z%=miny% TO maxy%
    GOSUB rlpunkt
    IF maxr=0 AND minl=600 THEN GOTO z6
    xs1=INT(minl+.5):xs2=INT(maxr+.5)
    flaeche=flaeche+ABS(xs1-xs2)+1
    xp%=2*xs1+20:yp%=2*z%+300:GOSUB hinplott
    xp%=2*xs2+20:yp%=2*z%+300:GOSUB linieplott
    z6:
    NEXT z%
    z5:
    NEXT i%
    REM abschlusstext
    xp%=1320:yp%=620:GOSUB hinplott
    kommentar#="Trefferzahl : "+STR$(treffer)
    GOSUB textplott
    xp%=1320:yp%=560:GOSUB hinplott
    kommentar#="Flaeche : "+STR$(flaeche)
    GOSUB textplott
    flaeche=100*flaeche/(600*600)
    xp%=1320:yp%=500:GOSUB hinplott
    kommentar#="Flaechen% : "+STR$(flaeche)
    GOSUB textplott

    CLOSE #1
    PRINT:PRINT " Trefferzahl in der Ebene von ";h%;" : ";treffer
    GOSUB frage3:GOTO auswahl
    REM =====

```

```

REM weiter
    weitermachen:
    CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(5)
    GOSUB frage3
    IF unter$="verteilen" THEN GOTO verteilen
    IF unter$="zeichnen" THEN GOTO zeichnen
    GOTO auswahl
REM =====
REM schnitte
REM schnitte werden als linie mit nummer,hoehe y
REM x links und x rechts gespeichert
    schnitte:
    CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(6)
    h%=-30
    FOR schnitt%=1 TO 10
    h%=h%+60:CLS:PRINT "Schnitthoehe ist ";h%
    lzah1=0:treffer=0
    ablage$=pname$+" li "+STR$(schnitt%-1)
    OPEN ablage$ FOR OUTPUT AS #1
    flaeche=0
    FOR i%=1 TO gesamtzahl
REM ablauf der befehle und Kommentare analog zu Kapitel zeichnen
    GOSUB abstand
    IF ABS(dh)>ee+2 THEN GOTO s5
    zs=dh
REM markieren der mittelpunkte
    PSET (quader%(i%,3),quader%(i%,4)),33
    treffer=treffer+1:LOCATE 2,1:PRINT "Treffer : ";treffer
    WRITE#1,treffer+5000
    GOSUB gKonst
    GOSUB faktoren
    a=quader%(i%,0):b=quader%(i%,1):c=quader%(i%,2)
    GOSUB ecklage
    GOSUB drehung
    GOSUB schiebung
    GOSUB kanten
    IF schnittzahl%=0 THEN GOTO s5
    GOSUB eckschnitt
    FOR z%=miny% TO maxy%
        GOSUB rlpunkt
        IF maxr=0 AND minl=600 THEN GOTO s6
        xs1=INT(minl+.5):xs2=INT(maxr+.5)
        flaeche=flaeche+ABS(xs1-xs2)+1
        lzah1=lzah1+1
        CALL MOVETO (xs1,z%):CALL LINETO (xs2,z%)
        WRITE #1,lzah1,z%,xs1,xs2
    s6:
    NEXT z%
s5:
    NEXT i%
    CLOSE#1
    GOSUB frage4:ON xw% GOTO s7,auswahl
s7:
    NEXT schnitt%
    CLS:LOCATE 12,16:PRINT "Abspeichern der Schnitte beendet"
    GOSUB frage3:GOTO auswahl
REM =====
REM einlesen
    einlesen:
    CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(7)
    IF pname$="unbenannt" THEN PRINT " Modell hat keinen Namen !":GOSUB frage3:GOTO auswahl

```

```

bez$=pname$+" Quader"
OPEN "i",#1,bez$
FOR i%=1 TO 10
FOR j%=0 TO 10
INPUT #1,typ%(i%,j%)
NEXT j%
NEXT i%
INPUT #1,gesamtzahl
FOR i%=1 TO gesamtzahl
FOR j%=0 TO 8
INPUT #1,quader%(i%,j%)
NEXT j%
NEXT i%
CLOSE #1
LOCATE 10,20:PRINT "Einlesen beendet"
GOSUB frage3:GOTO auswahl

```

```
REM =====
```

```

REM beenden
    beenden:
    CLS
    MENU RESET:STOP

```

```
REM =====
```

```

REM abspeichern
    abspeichern:
    CLS:LOCATE 1,20:PRINT fr$(8)
    IF pname$="unbenannt" THEN PRINT " Modell hat keinen Namen !":GOSUB frage3:GOTO auswahl
    bez$=pname$+" Quader"
    OPEN bez$ FOR OUTPUT AS #1
    FOR i%=1 TO 10
    FOR j%=0 TO 10
    WRITE #1,typ%(i%,j%)
    NEXT j%
    NEXT i%
    WRITE #1,gesamtzahl
    FOR i%=1 TO gesamtzahl
    FOR j%=0 TO 8
    WRITE #1,quader%(i%,j%)
    NEXT j%
    NEXT i%
    CLOSE #1
    LOCATE 10,20:PRINT "Abspeichern beendet"
    GOSUB frage3:GOTO auswahl

```

```
REM =====
```

```

REM ++++++
REM unterprogramme
REM ++++++
REM

```

```

frage1:
    w$="":w%=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO frage1
    xw%=ASC(w$):IF xw%<48 OR xw%>58 THEN GOTO frage1
    xw%=xw%-48
    RETURN

```

```
REM ++++++
```

```

REM
frage2:
    PRINT "Richtig oder zur Auswahl ? (r/a)"
mfrage2:
    w$="":w%=INKEY$:IF w$<>"r" AND w$<>"a" THEN GOTO mfrage2
    IF w$="r" THEN xw%=1:RETURN
    IF w$="a" THEN xw%=2:RETURN

```

```

REM ++++++
REM
    frage3:
        LOCATE 19,20:PRINT "Weiter mit Taste w"
        mfrage3:
            w$="":w$=INKEY$:IF w$("<"w" THEN GOTO mfrage3
        RETURN
REM ++++++
REM
    frage4:
        LOCATE 19,20:PRINT "Weiter oder Auswahl (w/a)"
        mfrage4:
            w$="":w$=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO mfrage4
            IF w$="w" THEN xw%=1:RETURN
            IF w$="a" THEN xw%=2:RETURN
            GOTO mfrage4
REM ++++++
REM
    frage5:
        LOCATE 19,15:PRINT "Vor,zurueck,nochmal,Auswahl (v/z/n/a)"
        mfrage5:
            w$="":w$=INKEY$:IF w$="" THEN GOTO mfrage5
            IF w$="v" THEN xw%=1:RETURN
            IF w$="z" THEN xw%=2:RETURN
            IF w$="n" THEN xw%=3:RETURN
            IF w$="a" THEN xw%=4:RETURN
            GOTO mfrage5

REM ++++++
REM ++++++
REM #####
REM plotterroutinen
    federplott:
        p1$="PS" +STR$(fed%)+";":PRINT #1,p1$
        RETURN
REM
    hinplott:
        p1$="MA"+STR$(xp%)+"," +STR$(yp%)+";":PRINT #1,p1$
        RETURN
REM
    linieplott:
        p1$="DA"+STR$(xp%)+"," +STR$(yp%)+";":PRINT #1,p1$
        RETURN
REM
    textplott:
        p1$="PL"+Kommentar$ +CHR$(3)+";":PRINT #1,p1$
        RETURN
REM
    kreisplott:
        FOR vv%=r% TO 0 STEP-2
            p1$="CA" +STR$(vv%)+"," +STR$(xp%)+"," +STR$(yp%)+";":PRINT #1,p1$
        NEXT vv%
        RETURN
REM #####
REM ++++++
    faktoren:
        a11=COS(psi)*COS(kappa)
        a12=-1*COS(psi)*SIN(kappa)
        a13=SIN(psi)
        a21=COS(phi)*SIN(kappa)+SIN(phi)*SIN(psi)*COS(kappa)
        a22=COS(phi)*COS(kappa)-SIN(phi)*SIN(psi)*SIN(kappa)

```



```

a23=-1*SIN(phi)*COS(psi)
a31=SIN(phi)*SIN(kappa)-COS(phi)*SIN(psi)*COS(kappa)
a32=SIN(phi)*COS(kappa)+COS(phi)*SIN(psi)*SIN(kappa)
a33=COS(phi)*COS(psi)
RETURN

REM ++++++
gerade:
schnittzahl%=schnittzahl%+1
kante(schnittzahl%,1)=pxs(u%):kante(schnittzahl%,2)=pys(u%):kante(schnittzahl%,3)=pzs(u%)
kante(schnittzahl%,4)=pxs(uu%):kante(schnittzahl%,5)=pys(uu%):kante(schnittzahl%,6)=pzs(uu%)
RETURN
REM ++++++
abstand:
ee=(quader%(i%,0)/2)^2+(quader%(i%,1)/2)^2+(quader%(i%,2)/2)^2
ee=SQR(ee)
dh=(quader%(i%,5)-h%)
RETURN
REM ++++++
gkonst:
phi=quader%(i%,6):psi=quader%(i%,7):kappa=quader%(i%,8)
phi=3.1416*phi/180:psi=3.1416*psi/180:kappa=3.1416*kappa/180
RETURN
REM ++++++
ecklage:
p1x=a/2:p1y=-b/2:p1z=c/2
p2x=a/2:p2y=b/2:p2z=c/2
p3x=-a/2:p3y=b/2:p3z=c/2
p4x=-a/2:p4y=-b/2:p4z=c/2

p5x=a/2:p5y=-b/2:p5z=-c/2
p6x=a/2:p6y=b/2:p6z=-c/2
p7x=-a/2:p7y=b/2:p7z=-c/2
p8x=-a/2:p8y=-b/2:p8z=-c/2
RETURN
REM ++++++
drehung:
pxs(1)=a11*p1x+a21*p1y+a31*p1z:pys(1)=a12*p1x+a22*p1y+a32*p1z:pzs(1)=a13*p1x+a23*p1y+a33*p1z
pxs(2)=a11*p2x+a21*p2y+a31*p2z:pys(2)=a12*p2x+a22*p2y+a32*p2z:pzs(2)=a13*p2x+a23*p2y+a33*p2z
pxs(3)=a11*p3x+a21*p3y+a31*p3z:pys(3)=a12*p3x+a22*p3y+a32*p3z:pzs(3)=a13*p3x+a23*p3y+a33*p3z
pxs(4)=a11*p4x+a21*p4y+a31*p4z:pys(4)=a12*p4x+a22*p4y+a32*p4z:pzs(4)=a13*p4x+a23*p4y+a33*p4z

pxs(5)=a11*p5x+a21*p5y+a31*p5z:pys(5)=a12*p5x+a22*p5y+a32*p5z:pzs(5)=a13*p5x+a23*p5y+a33*p5z
pxs(6)=a11*p6x+a21*p6y+a31*p6z:pys(6)=a12*p6x+a22*p6y+a32*p6z:pzs(6)=a13*p6x+a23*p6y+a33*p6z
pxs(7)=a11*p7x+a21*p7y+a31*p7z:pys(7)=a12*p7x+a22*p7y+a32*p7z:pzs(7)=a13*p7x+a23*p7y+a33*p7z
pxs(8)=a11*p8x+a21*p8y+a31*p8z:pys(8)=a12*p8x+a22*p8y+a32*p8z:pzs(8)=a13*p8x+a23*p8y+a33*p8z
RETURN
REM ++++++
schiebung:
FOR u%=1 TO 8
pxs(u%)=pxs(u%)+quader%(i%,3)
pys(u%)=pys(u%)+quader%(i%,4)
pzs(u%)=pzs(u%)+quader%(i%,5)
NEXT u%
RETURN
REM ++++++
kanten:
schnittzahl%=0
FOR u%=1 TO 4
uu%=u%+1:IF u%=4 THEN uu%=1
IF pzs(u%)>h% AND pzs(uu%)<h% THEN GOSUB gerade
IF pzs(u%)<h% AND pzs(uu%)>h% THEN GOSUB gerade

```

```

NEXT u%
FOR u%=1 TO 4
  uu%=u%+4
  IF pzs(u%)>h% AND pzs(uu%)<h% THEN GOSUB gerade
  IF pzs(u%)<h% AND pzs(uu%)>h% THEN GOSUB gerade
NEXT u%
FOR u%=5 TO 8
  uu%=u%+1:IF u%=8 THEN uu%=5
  IF pzs(u%)>h% AND pzs(uu%)<h% THEN GOSUB gerade
  IF pzs(u%)<h% AND pzs(uu%)>h% THEN GOSUB gerade
NEXT u%
RETURN
REM ++++++
      eckschnitt:
FOR u%=1 TO schnittzahl%
ecke(u%,1)=kante(u%,1)+((h%-kante(u%,3))/(kante(u%,6)-kante(u%,3)))*(kante(u%,4)-kante(u%,1))
ecke(u%,2)=kante(u%,2)+((h%-kante(u%,3))/(kante(u%,6)-kante(u%,3)))*(kante(u%,5)-kante(u%,2))
      REM xp%=2*ecke(u%,1)+20:yp%=2*ecke(u%,2)+300:r%=2
      REM GOSUB kreisplott

NEXT u%
FOR u%=1 TO schnittzahl%-1
FOR v%=1 TO schnittzahl%-1
IF ecke(v%,2)<ecke(v%+1,2) THEN SWAP ecke(v%,2),ecke(v%+1,2):SWAP ecke(v%,1),ecke(v%+1,1)
NEXT v%
NEXT u%
minx%=INT(ecke(schnittzahl%,1)+.5):miny%=INT(ecke(schnittzahl%,2)+.5)
FOR u%=1 TO schnittzahl%-1
maxab=100
FOR v%=u%+1 TO schnittzahl%
ab=(ecke(u%,1)-ecke(v%,1))^2+(ecke(u%,2)-ecke(v%,2))^2
ab=SQR(ab):IF ab<maxab THEN maxab=ab:SWAP ecke(v%,1),ecke(u%+1,1):SWAP ecke(v%,2),ecke(u%
+1,2)
NEXT v%
NEXT u%

maxx%=INT(ecke(1,1)+.5):maxy%=INT(ecke(1,2)+.5)
RETURN
REM ++++++
      rlpunkt:
minl=600:maxr=0
FOR u%=1 TO schnittzahl%
FOR v%=1 TO schnittzahl%
IF u%=v% THEN GOTO zzz
IF ecke(u%,2)>z% AND ecke(v%,2)>z% THEN GOTO zzz
IF ecke(u%,2)<z% AND ecke(v%,2)<z% THEN GOTO zzz
xs=((z%-ecke(u%,2))/(ecke(v%,2)-ecke(u%,2)))*(ecke(v%,1)-ecke(u%,1))+ecke(u%,1)
IF xs<minl THEN minl=xs
IF xs>maxr THEN maxr=xs
zzz:
NEXT v%
NEXT u%
RETURN
REM ++++++

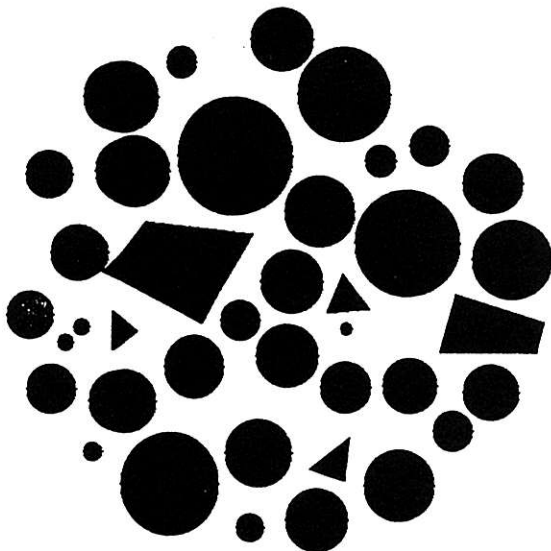
```

In diesem Anhang sind Schnitte von Modellen abgebildet. Die Bilder B-1 bis B-10 zeigen die Schnitte eines Holzmodells aus 504 Kugeln mit 2 cm Durchmesser, 95 Kugeln mit 3 cm Durchmesser und 100 Holzwürfel mit 3 cm Kantenlänge in einem Plexiglasrohr von 14,4 cm Durchmesser und 55 cm Höhe.

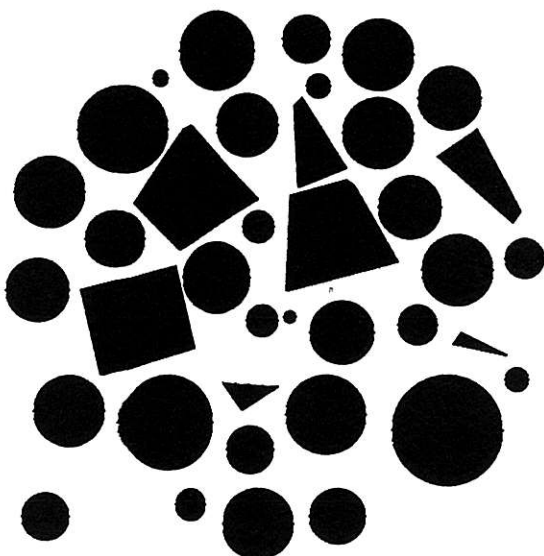
Die Bilder B-11 bis B-18 zeigen Schnitte eines Probekörpers, der durch Verpressen von verkupferten Bleikugeln einheitlicher Größe hergestellt wurde. Die Schnitte wurden luftgeätzt, mit einer Videokamera aufgenommen und digitalisiert. Zur klaren Trennung der Teilchen wurden sie durch Erosion verkleinert.

Die Probekörper für die Bilder B-19 bis B-26 sind aus einem Gemisch von 1275 Kugeln mit 3 mm Durchmesser und 2632 Kugeln mit 2 mm Durchmesser entstanden und wurden wie die vorangegangenen behandelt.

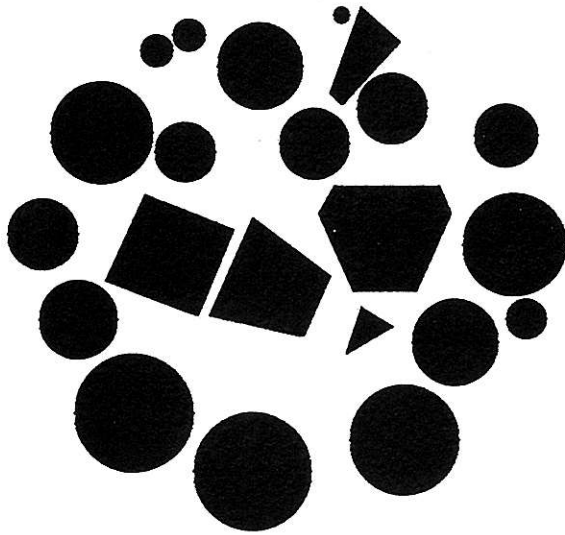
B1 - B10



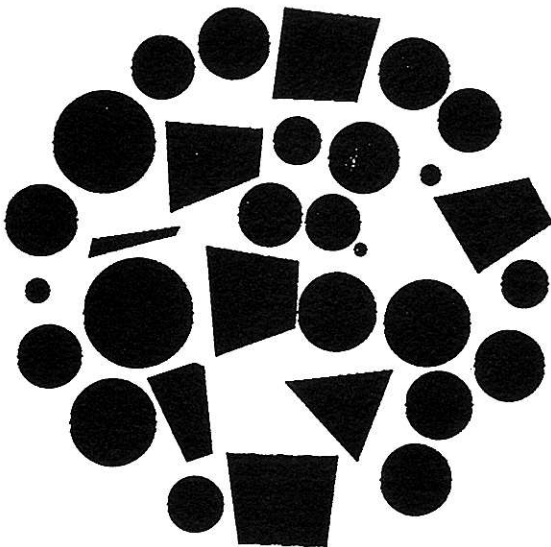
Ellipsenzahl : 34
Ellipsenflaeche : 104927.8
Flaechenanteil : 29.1466
Polyederzahl : 5
Polyederflaeche : 15887.97
Flaechenanteil : 4.413326
Gesamtzahl : 39
Gesamtflaeche : 120815.7
Flaechenanteil ges. : 33.55993



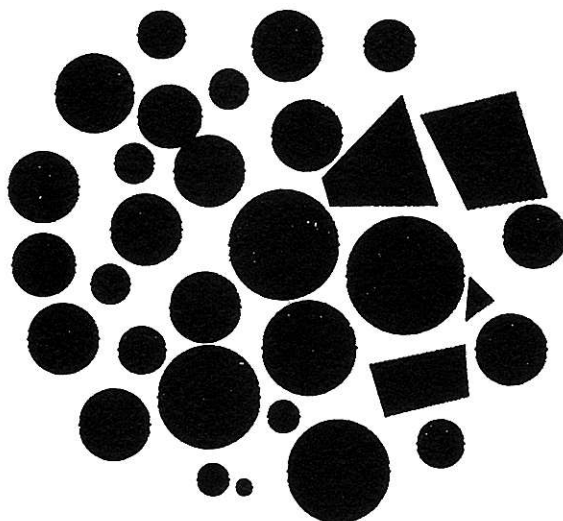
Ellipsenzahl : 31
Ellipsenflaeche : 94118.92
Flaechenanteil : 26.14414
Polyederzahl : 7
Polyederflaeche : 32697.91
Flaechenanteil : 9.082751
Gesamtzahl : 38
Gesamtflaeche : 126816.8
Flaechenanteil ges. : 35.2269



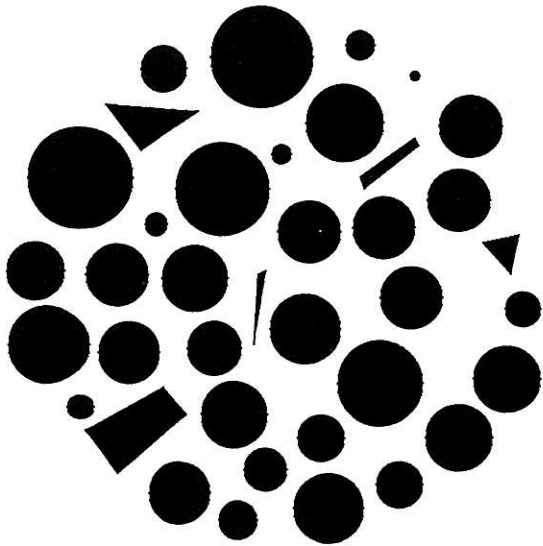
Ellipsenzahl : 17
 Ellipsenflaeche : 87857.44
 Flaechenanteil : 24.40484
 Polyederzahl : 5
 Polyederflaeche : 33839.88
 Flaechenanteil : 9.399967
 Gesamtzahl : 22
 Gesamtflaeche : 121697.3
 Flaechenanteil ges. : 33.80481



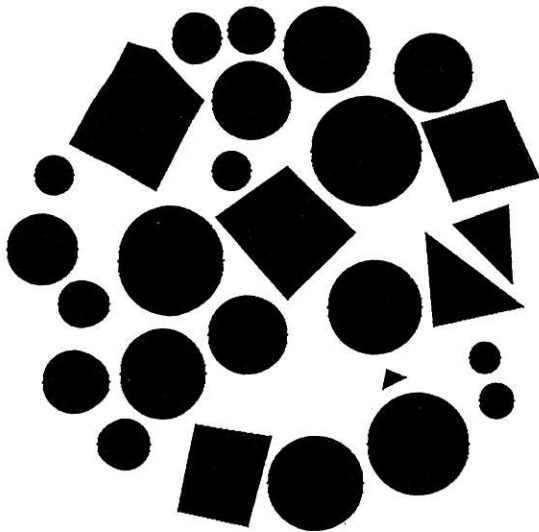
Ellipsenzahl : 23
 Ellipsenflaeche : 85739.94
 Flaechenanteil : 23.81665
 Polyederzahl : 8
 Polyederflaeche : 48239.81
 Flaechenanteil : 13.39995
 Gesamtzahl : 31
 Gesamtflaeche : 133979.7
 Flaechenanteil ges. : 37.21659



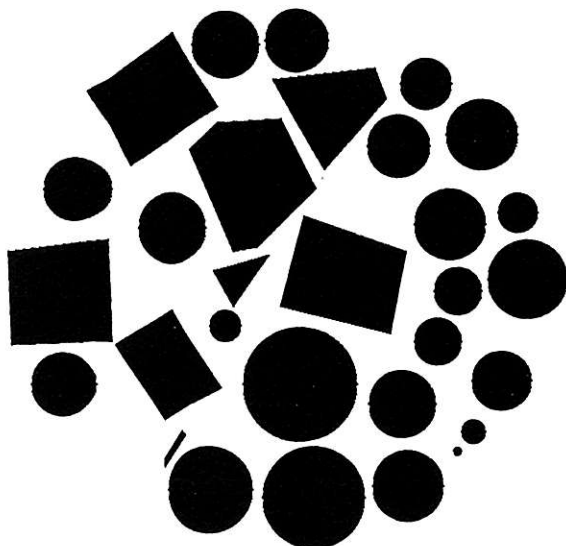
Ellipsenzahl : 28
 Ellipsenflaeche : 109656
 Flaechenanteil : 30.46002
 Polyederzahl : 4
 Polyederflaeche : 23061.97
 Flaechenanteil : 6.406103
 Gesamtzahl : 32
 Gesamtflaeche : 132718
 Flaechenanteil ges. : 36.86613



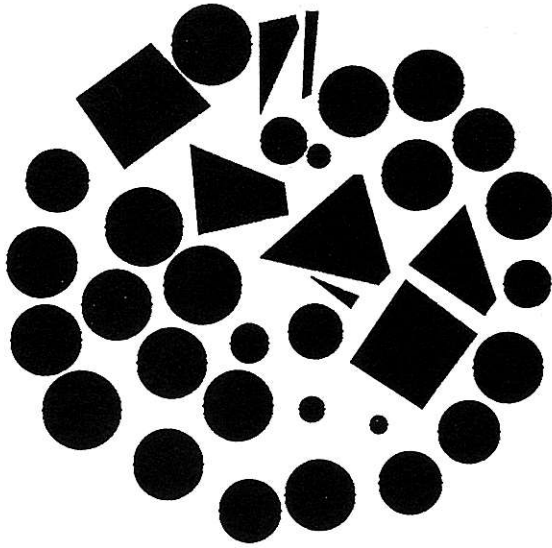
Ellipsenzahl : 34
Ellipsenflaeche : 105389.7
Flaechenanteil : 29.2749
Polyederzahl : 5
Polyederflaeche : 8356.988
Flaechenanteil : 2.321386
Gesamtzahl : 39
Gesamtflaeche : 113746.6
Flaechenanteil ges. : 31.59629



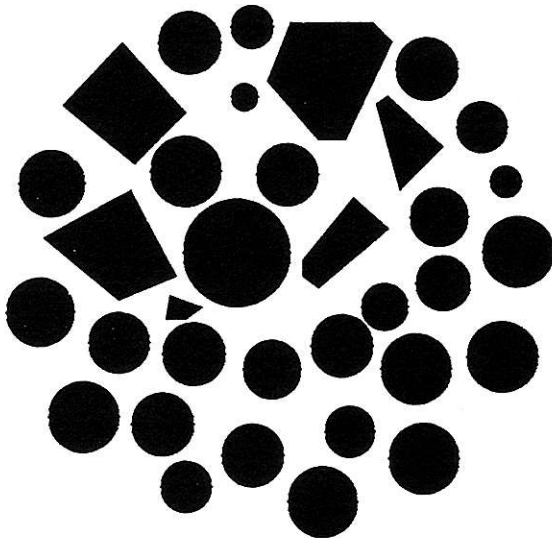
Ellipsenzahl : 20
Ellipsenflaeche : 89836.73
Flaechenanteil : 24.95465
Polyederzahl : 7
Polyederflaeche : 43346.87
Flaechenanteil : 12.0408
Gesamtzahl : 27
Gesamtflaeche : 133183.6
Flaechenanteil ges. : 36.99545



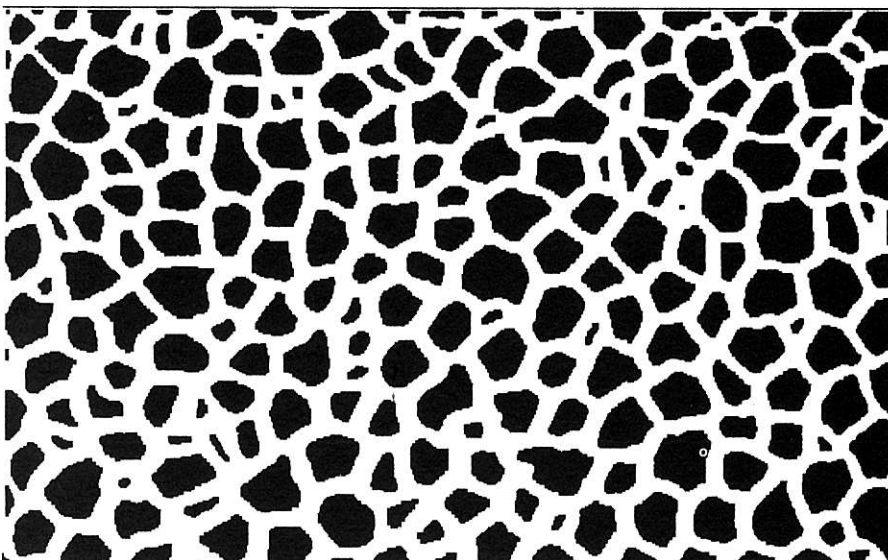
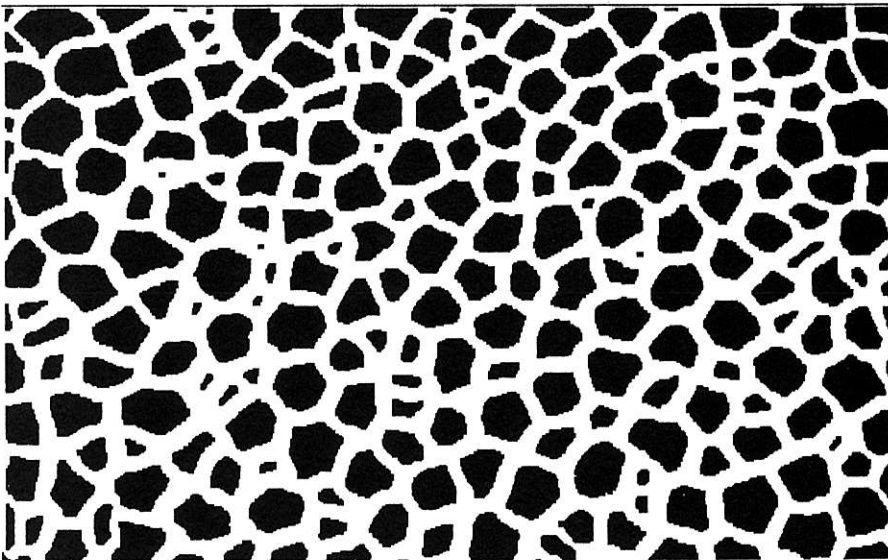
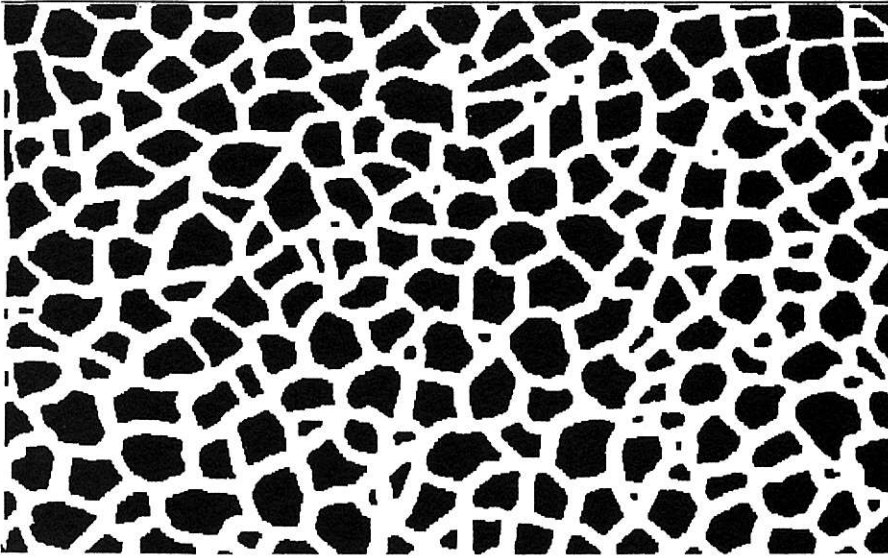
Ellipsenzahl : 22
Ellipsenflaeche : 77581.06
Flaechenanteil : 21.55029
Polyederzahl : 8
Polyederflaeche : 55379.79
Flaechenanteil : 15.38328
Gesamtzahl : 30
Gesamtflaeche : 132960.8
Flaechenanteil ges. : 36.93357

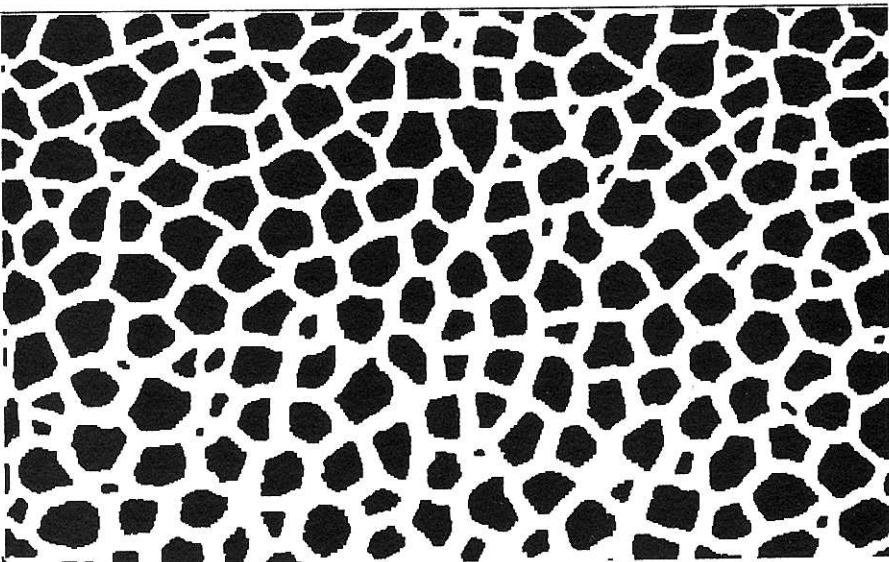
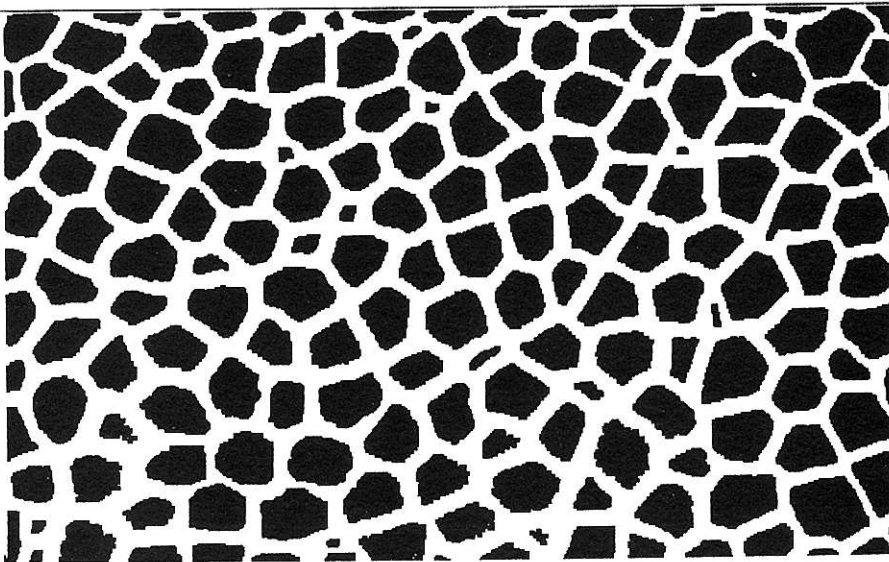
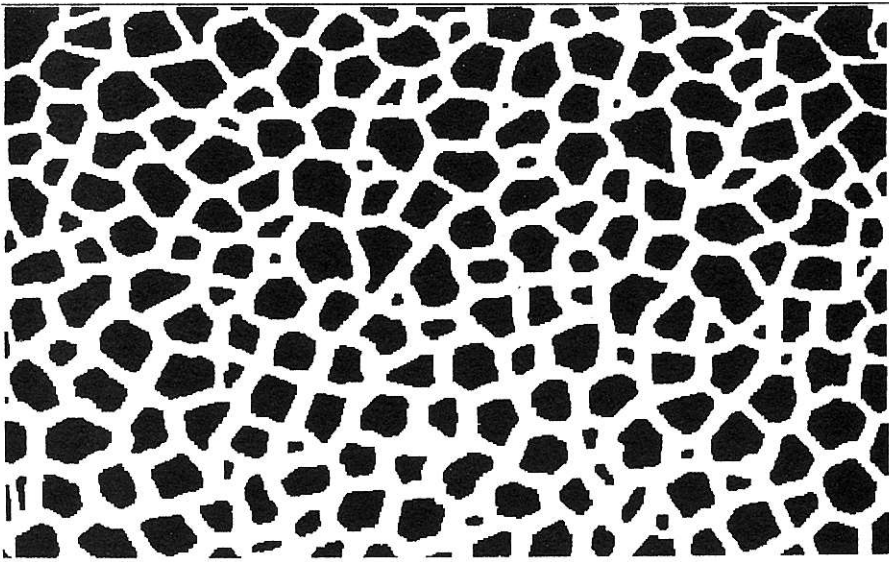


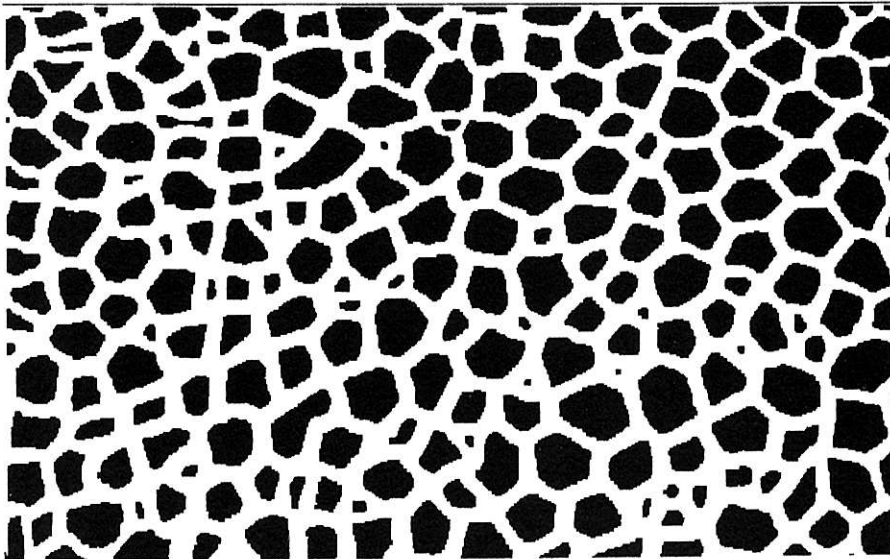
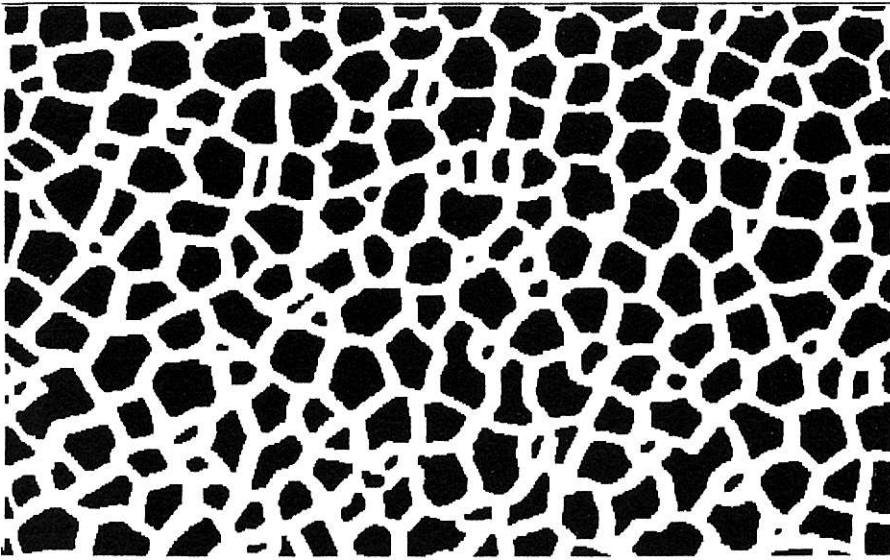
Ellipsenzahl : 28
Ellipsenflaeche : 93257.38
Flaechenanteil : 25.90483
Polyederzahl : 8
Polyederflaeche : 39525.72
Flaechenanteil : 10.97937
Gesamtzahl : 36
Gesamtflaeche : 132783
Flaechenanteil ges. : 36.88419

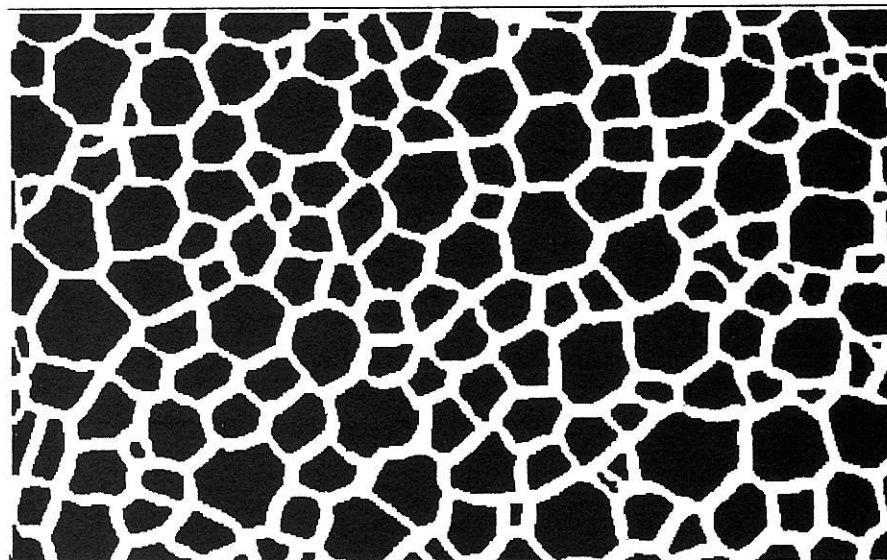
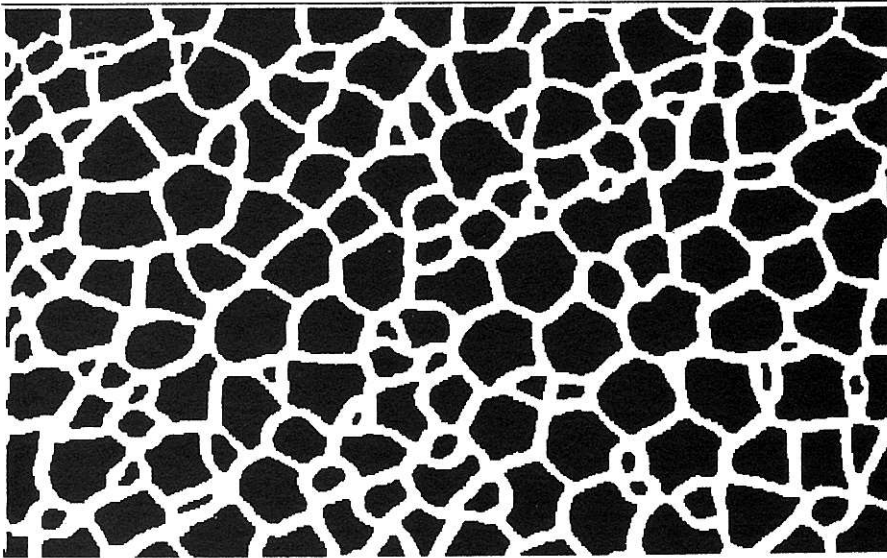
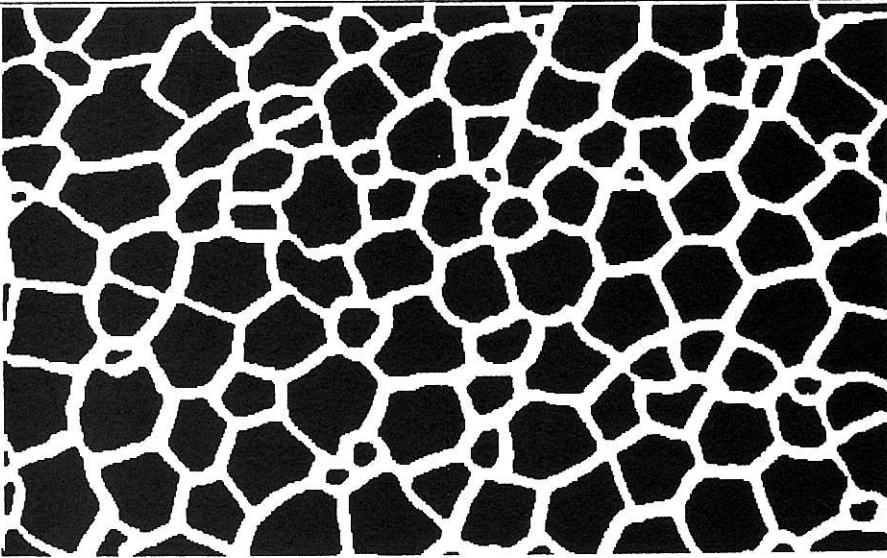


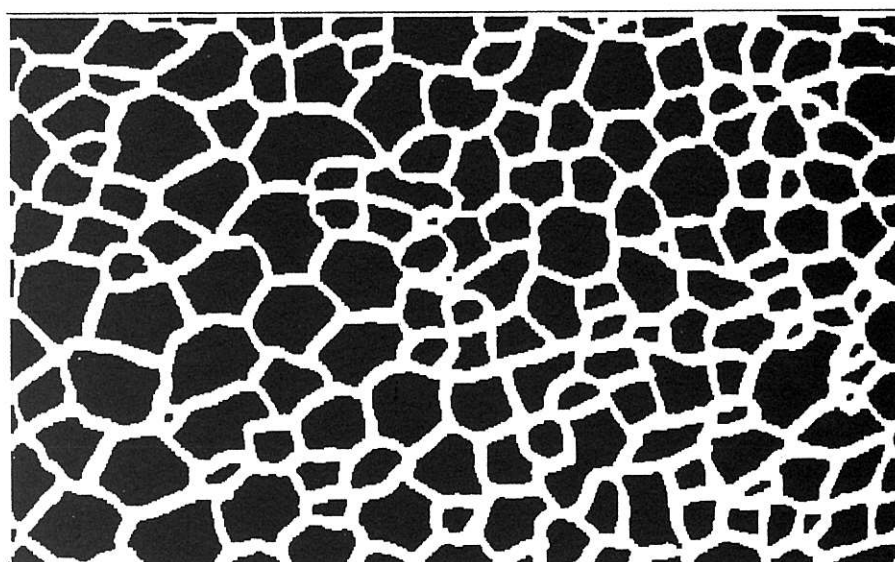
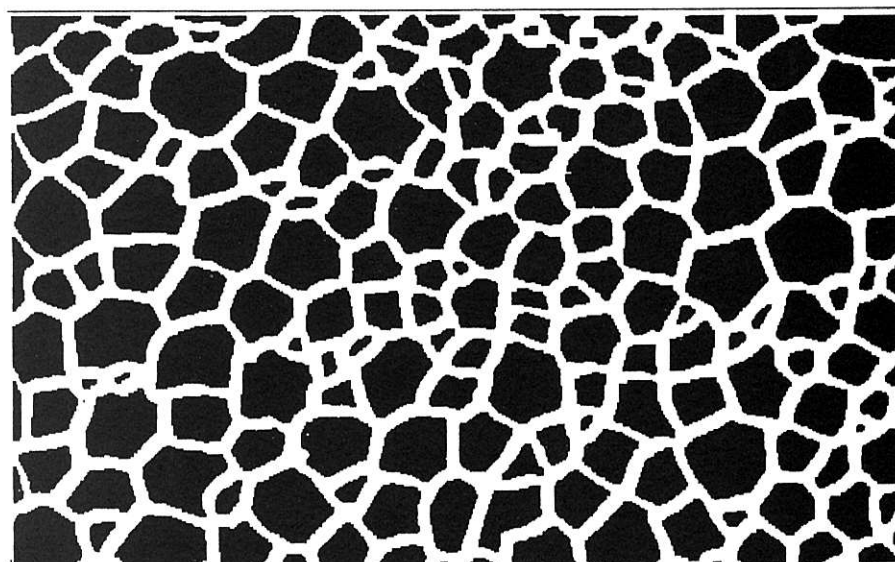
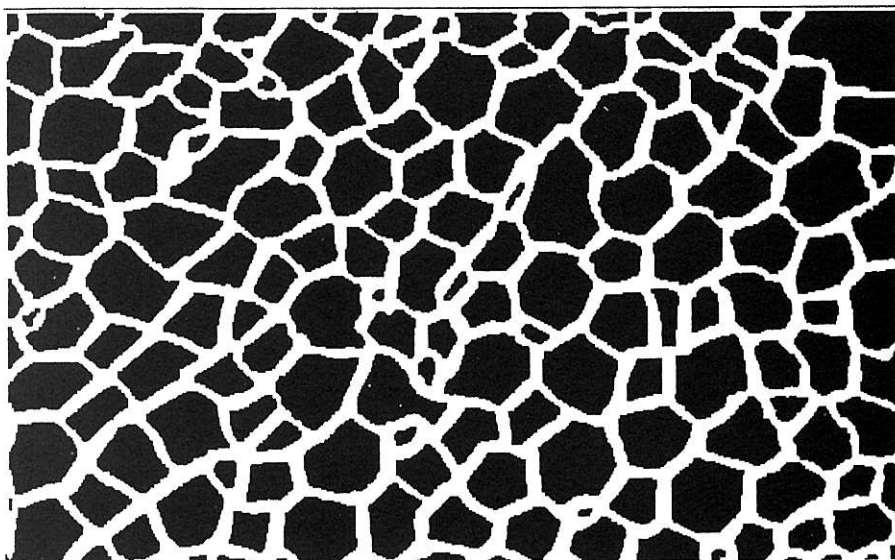
Ellipsenzahl : 28
Ellipsenflaeche : 90077.94
Flaechenanteil : 25.02165
Polyederzahl : 6
Polyederflaeche : 33631.93
Flaechenanteil : 9.342201
Gesamtzahl : 34
Gesamtflaeche : 123709.9
Flaechenanteil ges. : 34.36385

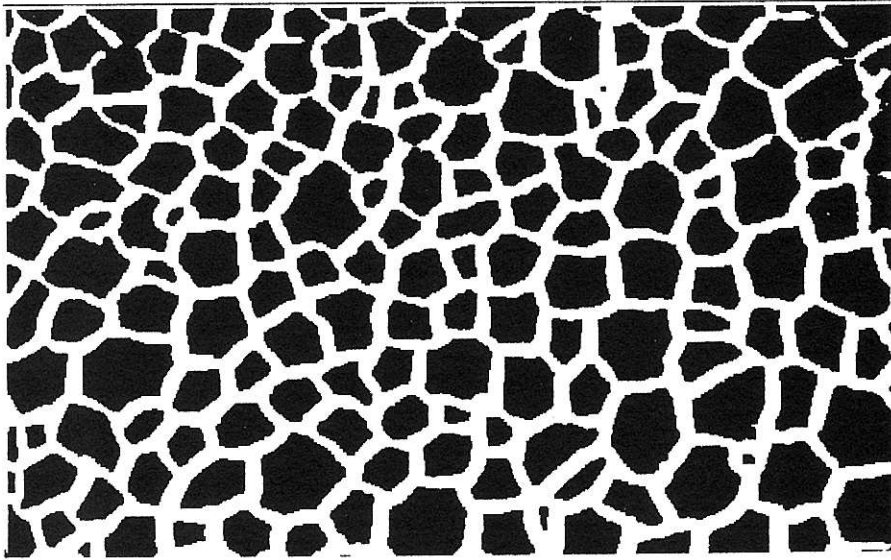
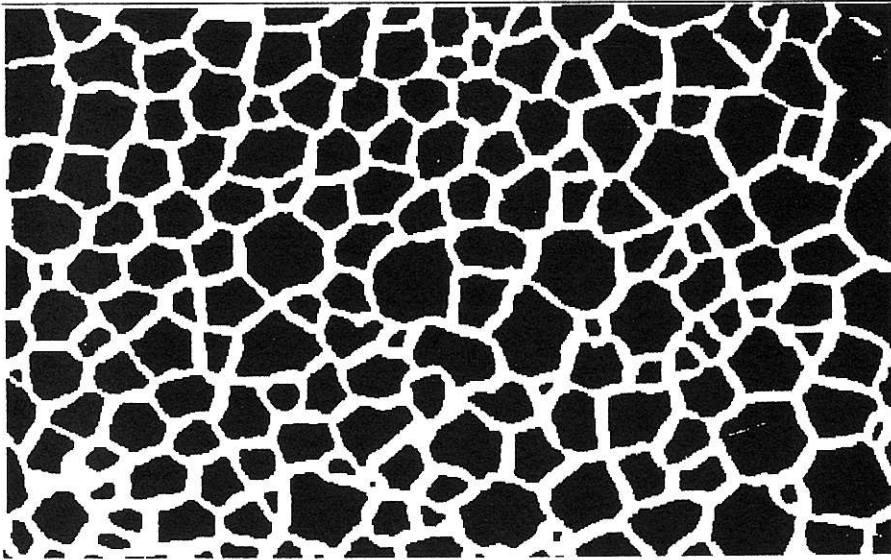












Bisher erschienene Forschungsberichte der BAM

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

- Nr. 54/Okttober 1978
Magnetisches Verhalten dünner Eisenschichten bei mechanischer Wechselbeanspruchung
von Dr.-Ing. Harro Sander
- Nr. 55/November 1978
Beobachtung und Orientierungsbestimmung der Oberflächenkristallite polykristalliner 99,999 %-Al-Proben bei Biegewechselbeanspruchung
von Dr.-Ing. Dieter Klaffke
- Nr. 56/Januar 1979
Stabilität von Sandwichbauteilen
von Dipl.-Ing. W. Brüner und Prof. Dr.-Ing. C. Langlie
- Nr. 57/März 1979
Untersuchungen an Prüfmitteln für die Magnetpulverprüfung
Investigations on Inspection-Media for Magnetic-Particle-Testing
von Dipl.-Ing. Meinhard Stadthaus
- Nr. 58/März 1979
Ermittlung des Bauteilwiderstandes aus Versuchsergebnissen bei vereinbartem Sicherheitsniveau
von Dr.-Ing. Werner Struck
- Nr. 59/Juli 1979
Ermittlung der Verformungen biegebeanspruchter Stahlbetonbalken mit der Methode der Finiten Elemente unter besonderer Berücksichtigung des Verbundes zwischen Beton und Stahl
von Dr.-Ing. Günther Plauk
- Nr. 60/August 1979
Untersuchungen zur Erfassung der Kaltformbarkeit von Feinblechen beim Strecken
von Dr.-Ing. H. Spreckelmeyer, Dr.-Ing. R. Helms und Dr.-Ing. J. Ziebs
- Nr. 61/Dezember 1979
Beschreibung von Problemen der höheren Farbmetrie mit Hilfe des Gegenfarbensystems
von Dr. Klaus Richter
- Nr. 62/Dezember 1979
Geomagnetobiologisch bedingter Zusammenhang zwischen der Fraßaktivität von Termiten und der Zahl der Sterbefälle
von Dir. u. Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Gerisch und Prof. Dr. habil. Dr. h. c. Günther Becker
- Nr. 63/Dezember 1979
Untersuchungen an Stopfbuchsen von Ventilen und Schiebern für Gase
von Dipl.-Ing. E. Behrend und Dipl.-Ing. J. Ludwig
- Nr. 64/Februar 1980
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
von Dr.-Ing. Werner Rücker
- Nr. 65/Februar 1980
Untersuchungen über den Einfluß des Spannungszustandes auf bruchmechanische Kennwerte
von Dr.-Ing. Peter Schmidt, Dr.-Ing. Dietmar Aurich, Dr.-Ing. Rolf Helms, Dr.-Ing. Helmut Veith und Dr.-Ing. Josef Ziebs
- Nr. 66/Mai 1980
Auswirkung von Druckentlastungsvorgängen auf die Umgebung
von Dr. rer. nat. Martin Hattwig
- Nr. 67/Mai 1980
Beitrag zur dynamischen Analyse von vorgespannten und vorbelasteten Feder-Masse-Systemen mit veränderlicher Gliederung unter stoßartiger Beanspruchung
von Dr.-Ing. Wolfgang Matthees
- Nr. 68/Mai 1980
Oberflächenmeßverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Stereomeßtechnik.
Entwicklung eines vollzentrischen Präzisions-Goniometers
von Dr. rer. nat. Dieter Petersohn
- Nr. 69/Juni 1980
Untersuchungen zur Integrität des Liners von Reaktorsicherheitschillen (Containments) in Stahlbeton- und Spannbetonbauweise
von Dr.-Ing. Frank Buchhardt und Dipl.-Ing. Peter Brandl
- Nr. 70/August 1980 (vergriffen)
Schwellenwerte beim Betondruckversuch
von Dr.-Ing. Gerald Schickert
- Nr. 71/August 1980
Untersuchungen über durch den Boden gekoppelte dynamische Wechselwirkungen benachbarter Kernkraftwerksbauten großer Masse unter seismischen Einwirkungen
von Dr.-Ing. Wolfgang Matthees und Dipl.-Ing. Götz Magiera
- Nr. 72/September 1980
Übertragbarkeit der Ergebnisse von Brandprüfungen am Beispiel von Stahl- und Holzstützen
von Dr.-Ing. Reinald Rudolphi
- Nr. 73/November 1980
Vergleichende Untersuchungen zum Tragverhalten von Klemmkupplungen für Stahlrohrgerüste nach bestehenden deutschen Prüfvorschriften und geplanten europäischen bzw. internationalen Prüfnormen
von Dipl.-Ing. Peter Wegener
- Nr. 74/November 1980
ALGOL-Computerprogramm zur Berechnung zweidimensionaler instationärer Temperaturverteilungen mit Anwendungen aus dem Brand- und Wärmeschutz
von Dr.-Ing. Reinald Rudolphi und Dipl.-Inform. Renate Müller
- Nr. 75/November 1980
Beitrag zur Kenntnis des zeitlichen und örtlichen Druckverlaufs bei der plötzlichen Entlastung unter Druck stehender Behälter und Behälterkombinationen
von Dir. u. Prof. Dr. Hans-Jürgen Heinrich
- Nr. 76/November 1980
Deformationsverhalten von Rein- und Reinstaluminium sowie Cu 99,9 und St 37 bei Biegewechselbeanspruchung im Rasterelektronenmikroskop
von Dr.-Ing. Dieter Klaffke und Prof. Dr.-Ing. Wolfgang-Werner Maennig
- Nr. 77/April 1981
Untersuchung des Verhaltens von Lagerzementen
von Dipl.-Ing. Michael Gierloff und Dr.-Ing. Matthias Maultzech
- Nr. 78/September 1981
Dynamische Wechselwirkung eines Schienen-Schwellensystems mit dem Untergrund
von Dr.-Ing. Werner Rücker
- Nr. 79/Dezember 1981
Ein Beitrag zur Untersuchung der wasserstoffbeeinflussten Kaltritzneigung höherfester niedriglegierter Feinkornbaustähle mit dem Implantversuch
von Dr.-Ing. Volker Neumann
- Nr. 80/Dezember 1981
Ursachen des Teileinsturzes der Kongreßhalle in Berlin-Tiergarten
von Dr.-Ing. Arno Plank, Dr.-Ing. Werner Struck und Dr.-Ing. Manfred Tzschätzsch
- Nr. 81/Dezember 1981
Graphisch-rechnerisches Verfahren zum Erfassen der Zündhäufigkeit zündbarer Stoffe; Anwendung auf Datenmaterial aus dem Bereich der Statistik
von Dipl.-Ing. Jürgen Schmidt
- Nr. 82/April 1982
Zur werkstoffmechanischen Beurteilung des Kerbschlagbiegeversuches
Assessment of the mechanical behaviour of materials in the notched bar impact test
von Rolf Helms, Hans-Joachim Kühn und Siegmund Ledworowski
- Nr. 83/Juli 1982
Tribologisches Verhalten von thermoplastischen Kunststoffen
— Kontaktdeformation, Reibung und Verschleiß, Oberflächenuntersuchungen —
von Prof. Dr.-Ing. Horst Czichos und Dr.-Ing. Paul Feinle
- Nr. 84/Juli 1982
Übertragbarkeit der Ergebnisse von Brandprüfungen im Kleinprüfstand (Vergleichsversuche)
von Dipl.-Inform. Renate Müller und Dr.-Ing. Reinald Rudolphi
- Nr. 85/ISBN 3-88314-231-X/Okttober 1982
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“ —
von Prof. Dr. Horst Czichos
- Nr. 86/ISBN 3-88314-232-8/November 1982
Zur quantitativen Kennzeichnung des Verwitterungsverhaltens von Naturwerksteinen anhand ihrer Gefügekennkmale
von Dr.-Ing. Konrad Niesel und Dr. rer. nat. Peter Schimmelwitz
- Nr. 87/ISBN 3-88314-240-9/Dezember 1982
Einfluß baupraktischer Umgebungsbedingungen auf das Korrosionsverhalten von Spannstählen vor dem Injizieren
von Dr.-Ing. Bernd Isecke und Dr.-Ing. Wolfgang Stichel
- Nr. 88/ISBN 3-88314-254-9/Februar 1983
Untersuchungen zur Ausbreitung von Longitudinalwellen an Oberflächen bei der Materialprüfung mit Ultraschall
von Dr.-Ing. Anton Erhard
- Nr. 89/ISBN 3-88314-263-8/April 1983
Untersuchungen zur Zerfallsfähigkeit von Distickstoffoxid
von Dr. rer. nat. Dietrich Conrad und Dr.-Ing. Siegmund Dietlen
- Nr. 90/ISBN 3-88314-264-6/April 1983
Kinetische Grenztragfähigkeit von stoßartig belasteten Stahlbetonbauteilen
Kinetic Load Bearing Capacity of Impulsively Loaded Reinforced Concrete Members
von Dr.-Ing. Klaus Brandes, Dipl.-Ing. Ernst Limberger und Dipl.-Ing. Jürgen Herter
- Nr. 91/ISBN 3-88314-265-4/April 1983
Dreidimensionale Analyse von unbewehrtem Beton mit nichtlinear-elastischem Materialgesetz
von Dr.-Ing. Michael Weber
- Nr. 92/ISBN 3-88314-266-2/August 1983
Ausbreitung von Erschütterungen durch den Boden
von Dipl.-Ing. Lutz Auersch
- Nr. 93/ISBN 3-88314-283-2/August 1983
Unterdrückung stick-slip-induzierter Kurvengeräusche schienengebundener Fahrzeuge durch eine physikalisch-chemische Oberflächenbehandlung der Schienen
von Dr. rer. nat. Peter Studt
- Nr. 94/ISBN 3-88314-284-0/August 1983
Untersuchungen der Störschwingungen beim Kerbschlagbiegeversuch und deren Abschwächungen
von Dr.-Ing. Xian-Quan Dong
- Nr. 95/ISBN 3-88314-289-1/August 1983
Über die Fokussierung des Schallfeldes von Ultraschall-Prüfköpfen mit Fresnelschen Zonenplatten
von Dr.-Ing. Manfred Römer
- Nr. 96/ISBN 3-88314-296-4/Okttober 1983
Verbundverhalten zwischen Beton und geripptem Betonstahl sowie sein Einfluß auf inelastische Verformungen biegebeanspruchter Stahlbetonbalken
von Dr.-Ing. Heinz Eifler
- Nr. 97/ISBN 3-88314-297-2/November 1983
Typische Bruchflächenbildung thermoplastischer Kunststoffe nach wechselnder mechanischer Beanspruchung
von Dipl.-Ing. Gerhard Fuhrmann und Prof. Dr. rer. nat. Wolfram Schwarz
- Nr. 98/ISBN 3-88314-312-X/Dezember 1983
Bestimmung des elastischen Verhaltens von Maschinenwaren
— Stretch- und Erholungsvermögen —
von Dr. rer. nat. Edmund Schnabel
- Nr. 99/ISBN 3-88314-317-0/Dezember 1983
Kinetische Grenztragfähigkeit von stoßartig belasteten Stahlbetonbauteilen
Kinetic Load Bearing Capacity of Impulsively Loaded Reinforced Concrete Members
von Dr.-Ing. Klaus Brandes, Dipl.-Ing. Ernst Limberger und Dipl.-Ing. Jürgen Herter
- Nr. 100/ISBN 3-88314-298-0/Januar 1984
Untersuchungen zur Prüfung von Beton auf Frostwiderstand
von Günter Klamrowski und Paul Neustupny
- Nr. 101/ISBN 3-88314-327-8/Februar 1984
Röntgen- und Gammastrahlen Computer-Tomographie
von Dr.-Ing. Peter Reimers, Dr. rer. nat. Jürgen Goebbels, Dr.-Ing. Heinrich Heidt, Dr.-Ing. Hans-Peter Weise und Dipl.-Phys. Kay Wilding
- Nr. 102/ISBN 3-88314-335-9/März 1984
Weiterentwicklung des hydraulischen Kompensationsverfahrens zur Druckspannungsmessung in Beton
von Dr.-Ing. Götz Magiera
- Nr. 103/ISBN 3-88314-328-6/März 1984
Radiographie mit Elektronen aus Metallverstärkerfolien
von Dr.-Ing. Dierk Schnitger
- Nr. 104/ISBN 3-88314-339-1/April 1984
Beeinflussung von Betoneigenschaften durch Zusatz von Kunststoffdispersionen
von Dr.-Ing. Michael Gierloff
- Nr. 105/ISBN 3-88314-345-6/Juni 1984
Beitrag zum Bremsverhalten energieumwandelnder Aufsetzpuffer in Aufzugsanlagen
von Dr.-Ing. Bernd Schulz-Forberg
- Nr. 106/ISBN 3-88314-360-X/Okttober 1984
Setzung von Fundamenten infolge dynamischer Last
von Dr.-Ing. Jan Lehnert

- Nr. 107/ISBN 3-88314-361-8/Oktober 1984
Korrosion von Stahlradiatoren
von Dr.-Ing. Wolfgang Stichel und Jörg Ehreke
- Nr. 108/ISBN 3-88314-363-4/Oktober 1984
Durch Bodenerschütterungen angeregte Gebäude-schwingungen — Ergebnisse von Modellrechnungen
von Dipl.-Ing. Lutz Auersich
- Nr. 109/ISBN 3-88314-381-2/Februar 1985
Zur Wirkung der Schruppbehinderung auf den Schweißspannungszustand und das Sprödbruchverhalten von unterpulvergeschweißten Blechen aus St E 460 N
von Dr.-Ing. Mohamed Omar
- Nr. 110/ISBN 3-88314-382-0/Februar 1985
Wasserstoff als Energieträger
von Dr. Hermann Walde (Mitglied des Kuratoriums der BAM i. R.) und Dr. Bernhard Kropp
- Nr. 111/ISBN 3-88314-383-9/Februar 1985
Über den Einfluß der Initiierung auf die detonative Umsetzung von Andex-Sprengstoffen unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer Gesichtspunkte
von Dr.-Ing. Kurt Ziegler
- Nr. 112/ISBN 3-88314-409-6/Juli 1985
Zeitstandverhalten und strukturelle Veränderungen von vielfach wiederverarbeiteten Polyethylenen
von Dr.-Ing. Wolfgang Lützw
- Nr. 113/ISBN 3-88314-410-X/Juli 1985
Untersuchungen zum Frequenzeinfluß auf die Schwingungskorrosion von Offshore-Konstruktionen
von Rolf Helms, Horst Henke, Gerhard Oelrich (BAM, Berlin) und Tetsuya Saito (NRI, Japan)
- Nr. 114/ISBN 3-88314-419-3/Juli 1985
Neue Verfahren für die Prüfung von Reaktorkomponenten mittels Röntgen- und Gammastrahlen
von Dipl.-Ing. Peter Rose, Dipl.-Ing. Peter Raabe, Dipl.-Ing. Werner Däum und Andreas Szameit
- Nr. 115/ISBN 3-88314-420-7/Juli 1985
Farbempfindungsmerkmal Elementaruntunton und Buntheitsabstände als Funktion von Farbart und Leuchtdichte von In- und Umfeld
von Privatdozent Dr. Klaus Richter
- Nr. 116/ISBN 3-88314-460-6/Oktober 1985
Theoretische Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Fensterkonstruktionen unter besonderer Berücksichtigung der Rahmenproblematik
von Dr. rer. nat. Franz-Josef Kasper, Dipl.-Inform. Renate Müller, Dr.-Ing. Reinald Rudolphi und Dr.-Ing. Armin Wagner
- Nr. 117/ISBN 3-88314-468-1/Oktober 1985
Materials Technologies and Techno-Economic Development
A study for the German Foundation for International Development (Deutsche Stiftung für Internationale Entwicklung)
by Prof. Dr. H. Czichos in cooperation with Dr. G. Sievers, Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT), Bonn
- Nr. 118/ISBN 3-88314-469-X/Oktober 1985
Brand- und Explosionsgefahren explosionsgefährlicher Stoffe bei Herstellung und Lagerung
Modellversuche mit pyrotechnischen Sätzen und Gegenständen
von Dr. rer. nat. Hartwig Treumann, Dipl.-Ing. Hilmar Andre, Dr. rer. nat. Eduard Blossfeld, Dr. rer. nat. Norbert Pfeil und Ing. grad. Matthias-Michael Zindler
- Nr. 119/ISBN 3-88314-472-X/November 1985
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
von Dipl.-Ing. Jürgen Herter, Dr.-Ing. Klaus Brandes und Dipl.-Ing. Ernst Limberger
- Nr. 120/ISBN 3-88314-514-9/April 1986
Zerstörungsfreie Korngrößenbestimmung an austenitischen Feinblechen mit Hilfe der Ultraschallrückstreuung
von Dr.-Ing. Andreas Hecht
- Nr. 121/ISBN 3-88 314-530-0/Juni 1986
Versagenskriterien von Stahlgleitpaarungen unter Mischreibungsbedingungen: Einflüsse von Stahlsammensetzung und Wärmebehandlung
von Dr.-Ing. Paul Feinle und Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Habig
- Nr. 122/ISBN 3-88 314-521-1/Juli 1986
Entsorgung kerntechnischer Anlagen
von J. Mischke
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 3-88 314-531-9/Juli 1986
Physikalisch-chemische Analyse sowie toxische Beurteilung der beim thermischen Zerfall organisch-chemischer Baustoffe entstehenden Brandgase
von Dr. rer. nat. Detlef Rennoch
- Nr. 124/ISBN 3-88 314-538-6/Juli 1986
Zur Anwendung des Impuls-Wirbelstromverfahrens in der zerstörungsfreien Materialprüfung
von Dr.-Ing. Hans-Martin Thomas
- Nr. 125/ISBN 3-88 314-540-8/Juli 1986 (vergriffen)
Untersuchungen zur Wirksamkeit der Brandschutzisolation von Flüssiggas-Lagertanks
von Dr.-Ing. Bernhard Droste und Dipl.-Ing. Ulrich Probst
- Nr. 126/ISBN 3-88 314-547-5/August 1986
Korrosion und Korrosionsschutz von Metallen in Schwimmhallen
von Dr.-Ing. Wolfgang Stichel
- Nr. 127/ISBN 3-88 314-564-5/November 1986 (vergriffen)
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
von / by Dipl.-Ing. Ernst Limberger, Dr.-Ing. Klaus Brandes, Dipl.-Ing. Jürgen Herter und Dipl.-Ing. Klaus Berner
- Nr. 128/ISBN 3-88 314-568-8/November 1986 (vergriffen)
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
von / by Dipl.-Ing. Ernst Limberger, Dr.-Ing. Klaus Brandes, Dipl.-Ing. Jürgen Herter und Dipl.-Ing. Klaus Berner
- Nr. 129/ISBN 3-88 314-569-6/November 1986 (vergriffen)
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
von / by Dr.-Ing. Klaus Brandes, Dipl.-Ing. Ernst Limberger, Dipl.-Ing. Jürgen Herter und Dipl.-Ing. Klaus Berner
- Nr. 130/ISBN 3-88 314-570-X/November 1986
Einfache Abschätzung der Durchbiegung und der Energieaufnahme von Trägern aus duktilem Material bei Belastung durch eine Einzelkraft
von Dr.-Ing. Werner Struck
- Nr. 131/ISBN 3-88 314-585-8/November 1986
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
von / by Dipl.-Ing. Ernst Limberger, Dr.-Ing. Klaus Brandes und Dipl.-Ing. Jürgen Herter
- Nr. 132/ISBN 3-88 314-595-5/Januar 1987
Ermittlung der Ursachen von Schäden an bituminösen Dachabdichtungen unter besonderer Berücksichtigung klimatischer Beanspruchungen
von Dipl.-Ing. Christian Herold und Dipl.-Ing. Frank-Ulrich Vogdt
- Nr. 133/ISBN 3-88 314-609-9/Januar 1987 (vergriffen)
Technisch-physikalische Grundlagen zum tribologischen Verhalten keramischer Werkstoffe
von Dipl.-Ing. Mathias Woydt und Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Habig
- Nr. 134/ISBN 3-88 314-615-3/Februar 1987
Über den Kernstrahlungseinfluß auf Dehnungsmeßstreifen
von Dr. Götz Andreae und Gottfried Niessen
- Nr. 135/ISBN 3-88 314-618-8/Februar 1987
Untersuchungen über das Verhalten von Tankcontainern für unter Druck verflüssigte Gase bei Fallbeanspruchungen
von Dipl.-Ing. Jörg Ludwig, Dipl.-Ing. Wolf-Dietrich Mischke und Dipl.-Ing. Armin Ulrich
- Nr. 136/ISBN 3-88314-636-6/April 1987
Untersuchung zur Beurteilung von Brettschichtverleimungen für den Holzbau
von Prof. Dr. rer. silv. Hans-Joachim Deppe und Klaus Schmidt
- Nr. 137/ISBN 3-88314-637-4/Mai 1987
Analyse und Weiterentwicklung bruchmechanischer Versagenskonzepte auf der Grundlage von Forschungsergebnissen auf dem Gebiet der Komponentensicherheit
Projektleiter: Dr. Dietmar Aurich
- Nr. 138/ISBN 3-88314-635-8/Mai 1987
Zur geowissenschaftlichen Einordnung des Gebietes der Bundesrepublik Deutschland und einer sicheren Auslegung technischer Systeme gegen den Lastfall Erdbeben.
von Dipl.-Geol. Michael Dogunke und Dr.-Ing. Frank Buchardt
- Nr. 139/ISBN 3-88314-658-7/Juni 1987
Numerische Untersuchung zum Verhalten des Hochtemperaturwerkstoffes Nimonic PE 16 unter monotoner und zyklischer Belastung bei Verwendung verschiedener plastischer und viskoplastischer Materialmodelle.
von Dipl.-Ing. Jürgen Olschewski und Sven-Peter Scholz
- Nr. 140/ISBN 3-88314-643-9/Juni 1987
Kinetische Grenztragfähigkeit von stoßartig belasteten Stahlbetonbauteilen
Kinetic Load Bearing Capacity of Impulsively Loaded Reinforced Concrete Members
von / by Dr.-Ing. Klaus Brandes, Dipl.-Ing. Ernst Limberger und Dipl.-Ing. Jürgen Herter
- Nr. 141/ISBN 3-88314-694-3/Oktober 1987
Zum Einfluß des Sicherheits- und Auslegungserdbebens auf die Bemessung von Kernkraftwerken
von Dr.-Ing. Frank Buchardt, Dr.-Ing. Wolfgang Matthees, Dr.-Ing. Götz Magiera und Dr.-Ing. Friedrich Mathiak
- Nr. 142/ISBN 3-88314-695-1/Oktober 1987
Sicherheitstechnische Kenndaten und Gefahrdzahlen binärer Mischungen aus oxidierenden und verbrennlichen Substanzen
von Dr. rer. nat. Hartwig Treumann, Ing. Günter Krüger, Dr. rer. nat. Norbert Pfeil und Dr. rer. nat. Sigrid von Zahn-Ullmann
- Nr. 143/ISBN 3-88314-701-X/November 1987
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
von/by Dr.-Ing. Klaus Brandes, Dipl.-Ing. Ernst Limberger, Dipl.-Ing. Jürgen Herter
- Nr. 144/ISBN 3-88314-702-8/November 1987
Nichtlineare dynamische Berechnungen zum Penetrationsverhalten des AVR-Reaktorgebäudes
von Dr.-Ing. Frank Buchardt, Dr.-Ing. Götz Magiera, Dr.-Ing. Wolfgang Matthees, Dr.-Ing. Michael Weber, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Dr.-Ing. Jürgen Altes,
Kernforschungsanlage Jülich GmbH (KFA)
- Nr. 145/ISBN 3-88314-711-7/November 1987
Untersuchung selbstähnlicher Systeme zur Bestimmung von Materialeigenschaften von Reibungsböden
von Dr.-Ing. Ulrich Holzlhöner
- Nr. 146/ISBN 3-88314-714-1/November 1987
Untersuchungen zur Wirksamkeit von Wasserberieselungseinrichtungen als Brandschutzmaßnahme für Flüssiggas-Lagertanks
von Dipl.-Ing. Wolfgang Schön und Dipl.-Ing. Michael Mallon
- Nr. 147/ISBN 3-88314-720-6/Dezember 1987
Lösung dynamischer Biege- und Torsionsprobleme von Stabsystemen aus dünnwandigen elastischen Stäben mit offenem Querschnitt mittels frequenzabhängiger Ansatzfunktionen
von Dipl.-Ing. Hans-Dieter Kleinschrodt
- Nr. 148/ISBN 3-88314-774-5/Mai 1988
Theoretische Untersuchung von Variationsprinzipien für elastoplastisches Materialverhalten sowie Entwicklung und numerische Erprobung von Finite-Element-Verfahren für den ebenen Spannungszustand
von Dipl.-Ing. Wilfried Müller
- Nr. 149/ISBN 3-88314-775-3/Mai 1988
Bestimmung baugrunderdynamischer Kenngrößen aus der Untersuchung von Bodenproben
von Dr.-Ing. Ulrich Holzlhöner

Nr. 150/ISBN 3-88314-776-1/Mai 1988
VG3D Zeichenprogramm für die Vektorgraphische Darstellung dreidimensionaler Strukturen
von Dr.-Ing. Michael Weber

Nr. 151/ISBN 3-88314-785-0/Juni 1988
Wechselwirkung starrer und flexibler Strukturen mit dem Baugrund insbesondere bei Anregung durch Bodenerschütterungen
von Dipl.-Ing. Lutz Auersch-Saworski

Nr. 152/ISBN 3-88314-796-6/Juli 1988
Untersuchung des baulichen Zustandes und der Tragfähigkeit vorgespannter Riegel von Verkehrszeichenbrücken der Berliner Stadtautobahn
von Dr.-Ing. Günther Plauk, Dipl.-Ing. Günter Kretschmann, Dipl.-Ing. Rolf-G. Rohrmann

Nr. 153/ISBN 3-88314-797-4/Juli 1988
Magnetisches Verhalten von Eisenproben bei mechanischer Wechselbeanspruchung
von Dr.-Ing. Harro Sander, Professor Dr.-Ing. Wolfgang-Werner Maennig

Nr. 154/ISBN 3-88314-822-9/Okttober 1988
Druckgesinterte Stähle als zertifiziertes Referenzmaterial für die Spektrometrie
von Dr. rer. nat. Konrad Breitkreutz, Dr. rer. nat. Rüdiger Uttech, Dr.-Ing. Kurt Haedecke

Nr. 155/ISBN 3-88314-825-3/Okttober 1988
Zur Entstehung und Ausbreitung von Schienenverkehrserschütterungen: Theoretische Untersuchungen und Messungen am Hochgeschwindigkeitszug Intercity Experimental
von Dr.-Ing. Lutz Auersch

Nr. 156/ISBN 3-88314-887-3/April 1989
Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit von Faserzementen
von Dr.-Ing. Günter Klamrowski, Dipl.-Ing. Paul Neustupny, Prof. Dr. habil. Hans-Joachim Deppe, Ing. Klaus Schmidt und Dr.-Ing. Jürgen Hundt

Nr. 157/ISBN 3-88314-888-1/April 1989
Versuche zum Verhalten von Stahlbetonbalken mit Übergreifungsstößen der Zugbewehrung unter stoßartiger Belastung
von Dipl.-Ing. Ernst Limberger und Dr.-Ing. Klaus Brandes

Nr. 158/ISBN 3-88314-889-X/April 1989
Physikalisch-chemische Grundlagen der Feststoffschmierung — Literaturübersicht —
von Dr.-Ing. Rolf Wäsche und Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Habig

Nr. 159/ISBN 3-88314-890-3/Mai 1989
Berechnung des Wärmedurchlaßwiderstandes und der Temperaturverteilung im Querschnitt von Hausschornsteinen nach DIN 18160 Teil 6
von Dipl.-Inform. Renate Müller und Dr.-Ing. Reinald Rudolphi

Nr. 160/ISBN 3-88314-917-9/Juli 1989
Entwicklung eines Makroelementes durch Kondensation am Beispiel der Lastfälle Flugzeugabsturz und Erdbeben bei Boden-Bauwerk-Wechselwirkung mit biegeweichen Fundamenten
von Dr.-Ing. Wolfgang Matthees

Nr. 161/ISBN 3-88314-920-9/Juli 1989
Untersuchung zur Ermittlung der Biegefestigkeit von Flachglas für bauliche Anlagen
von Dipl.-Ing. Günter Mellmann, Dr.-Ing. Matthias Maultzsch

Nr. 162/ISBN 3-88314-921-7/Juli 1989
Untersuchungen zur Tragfähigkeit großer Glasscheiben
von Dipl.-Ing. Wolfgang Brünner

Nr. 163/ISBN 3-88314-922-5/Juli 1989
Biegefestigkeit und Tragfähigkeit von Scheiben aus Flachglas für bauliche Anlagen
von Dipl.-Ing. Wolfgang Brünner, Dipl.-Ing. Günter Mellmann, Dr.-Ing. Werner Struck

Nr. 164/ISBN 3-88314-934-9/September 1989
Zur Schwingfestigkeit großer geschweißter Stahlträger
Rolf Helms, Bernd Jaenicke, Hartmut Wohler, Claus-Peter Bork

Nr. 165/ISBN 3-88314-935-7/September 1989
Untersuchung zur Erarbeitung von Kennwerten bei Einrichtungsmaterialien (Holzwerkstoffen, Möbeln und Textilien) hinsichtlich der Formaldehyd-Emission. Teil B: Textilien
von Dipl.-Chem. Petra Göbel, Dr.-Ing. Lothar Meckel, Dr. rer. nat. Wolfgang Schiller

Nr. 166/ISBN 3-88314-936-5/September 1989
Modelle für Stereologische Analysen
von Dr. rer. nat. Konrad Breitkreutz

Nr. 167/ISBN 3-88314-937-3
Erschütterungsausbreitung im elastischen Halbraum bei transienten Belastungsvorgängen
von Dipl.-Ing. Alkiviadis Mitakidis, Dr.-Ing. Werner Rucker

**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**

