

# Mitteilung über die Benützbarkeit des Gefügeprogrammes GELI am Interfakultären Rechenzentrum der Universität Wien

Von WALTER BAUMGARTNER

Schlüsselwörter

Datenverarbeitung  
Gefügestatistik  
Computerprogramm GELI

## Zusammenfassung

Das Gefügeprogramm GELI von KRÜCKEBERG, 1968, in der Fassung von KIRSCHKE, 1970, wird in vorliegender Arbeit zur Benützung an der Rechenanlage IBM 360/44 am Interfakultären Rechenzentrum der Universität Wien eingerichtet. Es werden die hier möglichen GELI Befehle angeführt. Weiters wird ein Verfahren zur Bestimmung des Regelungsgrades von Gefügediagrammen vorgeschlagen. Ein Beispiel erläutert dieses und Möglichkeiten des Programmes.

## 1. Beschreibung GELI

Ein Kartendeck dieses Programmes wurde freundlicherweise von D. KIRSCHKE (Karlsruhe) zur Verfügung gestellt. Daran notwendige Änderungen waren im wesentlichen durch das Betriebssystem bedingt. Die in der Literatur beschriebenen GELI-Befehle und Datenkartenstrukturen blieben bis auf geringfügige Änderungen unverändert, so daß dazu auf KRÜCKEBERG, 1968 und 1970, POLL, 1970, KIRSCHKE, 1970, und weitere Arbeiten in den Clausthaler Tektonischen Heften 8 (1968) und 10 (1970) verwiesen werden kann.

Da im Rechenzentrum kein Plotter (Zeichengerät) zur Verfügung steht, ist das Zeichnen von Isoliniendiagrammen nicht möglich. Es wurde jedoch eine Plotsimulation Routine geschrieben, die Isolinien in der Lambert'schen Projektion durch den Schnelldrucker darstellt.

Es sind somit die Befehle, die das Plotten von Diagrammen betreffen, nicht durchführbar. In Tabelle 1 ist eine Liste der möglichen Befehle angegeben. Sie sind wie von KRÜCKEBERG, 1968, und teilweise HUNGER, 1970, beschrieben zu verwenden, ausgenommen der Befehle FILTER und ROTATE. Die genaue Beschreibung dieser, sowie der nicht in KRÜCKEBERG, 1968, beschriebenen Befehle EXSIEB, PRISOL, PRDIAG und REWIND, können beim Verfasser erfragt werden.

Die Möglichkeiten des Programmes sind durch die schematische Befehlsbeschreibung der Tabelle 1 angedeutet. Anwendungen der meisten dieser Befehle sind in der oben zitierten Literatur beschrieben.

## 2. Bestimmung des Regelungsgrades von Gefügediagrammen

Nach BARNICK, 1965, S. 132, kann „der Regelungsgrad . . . als Maß der Konzentration möglichst hoher Polzahlen auf möglichst kleinen Netzarealen“ bezeichnet werden. Nach SANDER, 1930, genügen dieser und die Lage der Maxima meist, um ein Diagramm hinreichend zu beschreiben. Es existieren bereits zahlreiche Verfahren, den Regelungsgrad darzustellen (SANDER, 1930; FISCHER, 1960; BARNICK, 1965 u. a.). Das hier vorgeschlagene Verfahren ermöglicht es, rasch aus bereits durch GELI berechneten Parametern einen Regelungsindex ( $K$ ) zu ermitteln.

---

Anschrift des Autors: Dr. WALTER BAUMGARTNER, Geol. Inst. Univ. Wien, Universitätsstraße 7, A-1010 Wien.

GELI Befehl	Wirkungsweise
INCARD	Einlesen eines Datenkartenpaketes auf Band
PRLICD	Ausdruck der auf Band geschriebenen Daten
PRERCD	Ausdruck der auf Band geschriebenen formal fehlerhaften Daten
TRANCD	Umwandlung von Flächen in Normalenform
FILTER	aus einem Datensatz (in Normalenform) werden (nach bestimmten Merkmalen) Daten aussortiert
ROTATE	Rotation um eine beliebige Achse
CUTALL	Schneiden jedes Formelementes mit allen übrigen
CUTCUT	Schneiden der Ebenen zweier Gruppen
PRNOVL	Ausdruck der Normalen
PRPRVL	Ausdruck der Normalendurchstoßpunkte in x, y, z Koordinaten
COUNTP	Auszählung mit Kalotte und Addition in Gitterpunkten
PROZGI	Berechnung der prozentuellen Besetzungsdichte
MAXIMA	Ausdruck der maximalen Besetzungsdichte
PRLATT	Ausdruck der Besetzungsdichte an allen Gitterpunkten des Netzes
EFFACE	Löschen der Werte der Gitterpunkte des Netzes
PRISOL	Ausdruck von Isolinkoordinaten
EXSIEB	aus einem Datensatz von Meßwerten werden (nach bestimmten Merkmalen) Daten aussortiert
PRDIAG	Isolinkplotsimulation
REWIND	Rückspulen eines Bandes
STOPPP	Beendigung des Programmes

Tab. 1. Am Rechenzentrum der Universität Wien durchführbare GELI-Befehle.

### Verfahrensbeschreibung:

Mittels der durch den Befehl MAXIMA berechneten maximalen Besetzungsdichte (in Prozent), läßt sich — nach den folgenden Überlegungen — rasch eine „Maßzahl für den Schärfegrad eines Maximums“ — also ein Regelungsindex im obigen Sinne ermitteln.

2.1. In einen Gefügediagramm mit  $P$  Polpunkten erhält man bei idealhomogener Verteilung folgende Besetzungsdichte  $M$  (die gleichzeitig der kleinsten möglichen Besetzungsdichte entspricht):

$$(1a) \quad M = 100 \cdot \frac{1}{P} \quad \begin{array}{l} P \dots \text{Polpunktzahl} \\ M \dots \text{max. Besetzungsdichte in \%} \end{array}$$

Bei  $P$  Polpunkten ergibt das (nach obigen Voraussetzungen) eine max. Besetzungsdichte von  $M$  %, also:

$P$	$M$
0	$\infty$
1	100
2	50
3	33
10	10
100	1
$\infty$	0

Bei ideal inhomogener Verteilung (alle Polpunkte liegen in einem Netzpunkt) ist:

$$(1b) \quad M = 100$$

(1a) entspricht einer gleichseitigen Hyperbel, deren Asymptoten mit dem Koordinatensystem zusammenfallen;

(1 b) entspricht einer Geraden parallel zur Abszisse.

Logarithmiert man beide Gleichungen (1 a) und 1 b), so erhält man folgende Funktionen:

(2 a)  $\lg M = 2 - \lg P$

(2 b)  $\lg M = 2$

Man erkennt in beiden Funktionen Geradengleichungen.

Trägt man die beiden Geraden in ein Koordinatensystem ein ( $x \dots$  Abschnitt auf der Abszisse,  $y \dots$  Abschnitt auf der Ordinate), wobei  $x = \lg P$  und  $y = \lg M$  ist, so gilt für (2 a) und 2 b):

(3 a)  $y = -x + 2 \quad y' = 0$

(3 b)  $y = 2 \quad y' = -1$

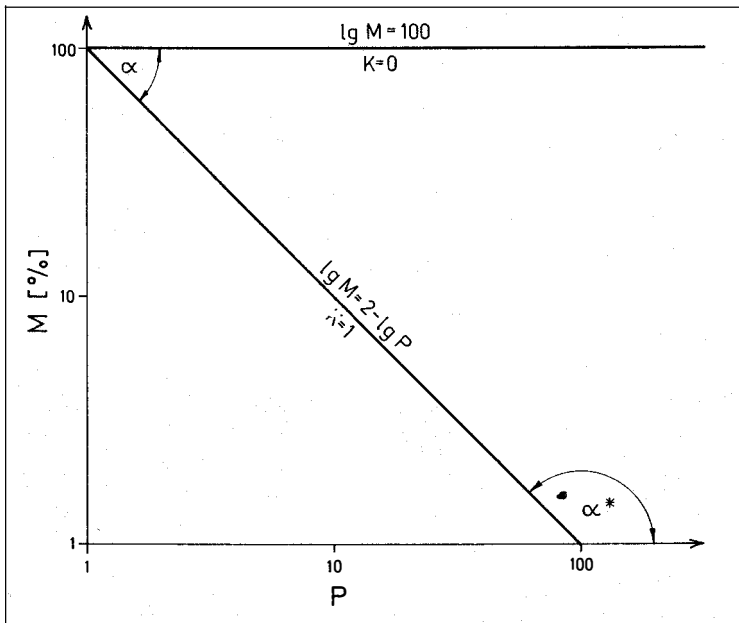


Abb. 1. Graphische Darstellung der Beziehungen (1 a), (1 b), (3 a) und (3 b).  
(Richtigstellung in Abb. 1: statt  $\lg M = 100$ , lies:  $\lg M = 2$ )

Nach Abbildung 1 gelten dabei folgende Beziehungen:

$y' = \operatorname{tg} \alpha^*$  und  $\alpha = 180 - \alpha^*$

Es ist somit

für (3 a)  $\alpha^* = 135^\circ$ ,  $\alpha = 45^\circ$ ,  $\operatorname{tg} \alpha = K = 1$ ;

für (3 b)  $\alpha^* = 180^\circ$ ,  $\alpha = 0^\circ$ ,  $\operatorname{tg} \alpha = K = 0$

$K = 1$  entspricht somit der ideal homogenen Verteilung,

$K = 0$  entspricht somit der ideal inhomogenen Verteilung,

wobei  $0 \leq K \leq 1$  ist.

Die  $K$ -Werte stellen somit eine geeignete Maßzahl zur Beschreibung des Regelungsgrades dar.

$K$  läßt sich auch aus (2 a) wie folgt ableiten:

$$(4) \quad K = \operatorname{tg} \alpha = \frac{2 - \lg M}{\lg P}$$

2.2. Der Vorteil des  $K$ -Wertes gegenüber der bloßen Maximaangabe liegt in der Berücksichtigung der Polpunkteanzahl. Ist letztere klein, ergeben sich leicht verhältnismäßig hohe maximale Besetzungsdichten mit geringer Aussagekraft. So ist z. B. in einem Diagramm mit drei Polpunkten die mögliche minimale Besetzungsdichte 33,3% (vgl. Formel [1 a]). Trotz dieses hohen Wertes wird man das Diagramm als nicht sehr zuverlässig einstufen, was sich auch in dem entsprechenden Wert für  $K = 1$  (nach Formel [4]) ausdrückt (idealthomogene Verteilung).

Oder, ein Diagramm mit zehn Polpunkten und einer max. Besetzungsdichte von 30% hat einen höheren („schlechteren“)  $K$ -Wert, als eines mit 100 Polpunkten und 15% max. Besetzungsdichte.

Das heißt somit auch, je höher die Polpunkteanzahl (bei gleichen max. Besetzungsdichten), um so verlässlicher wird ein Diagramm eingestuft.

2.3. Ein möglicher Nachteil des Verfahrens liegt darin, daß stets nur das absolut größte Maximum berücksichtigt wird. Eventuelle mehrgipfelige Verteilungen bleiben unberücksichtigt, der Wert der max. Besetzungsdichte wird kleiner sein und somit einen größeren  $K$ -Wert liefern.

Weiters können nicht mit verschiedenen Kalottengrößen ausgezählte Diagramme verglichen werden. Werden die max. Besetzungsdichten durch den Befehl MAXIMA errechnet, so ist die Formel (4) nur bei Kalottengröße  $Q = 1\%$  zu verwenden. In allgemeinerer Form lautet (4):

$$(5) \quad K = \operatorname{tg} \alpha = \frac{2 - \lg Q - \lg M}{\lg P} \quad Q \dots \text{Kalottengröße in } \%$$

Ist  $Q = 1\%$ , so ist  $\lg Q = 0$  (vgl. Formel [4]).

Abbildung 2 ist eine Erweiterung des Diagrammes von Abbildung 1. Dieses Diagramm (Abb. 2) ermöglicht die graphische Ermittlung von  $\alpha$  bzw. des  $K$ -Wertes. Die errechneten  $M$ - und  $P$ -Werte eines Gefügediagrammes werden an der (logarithmisch unterteilten) Abszisse bzw. Ordinate aufgetragen. Der beiden Werten entsprechende Punkt wird mit dem Punkt ( $P = 1$ ,  $M = 100$ ) verbunden. Der Winkel, den diese Gerade mit der Geraden ( $M = 100$ ) einschließt, ist der Winkel  $\alpha$ .

Z. B.: Verteilung A ( $P = 20$ ,  $M = 40\%$ ) ergibt  $\alpha \approx 31^\circ$  ( $K = 0,3$ ). Dies gilt bei verwendeter Auszählkalottengröße von 1%. In Abbildung 2 sind auch die Geraden ( $K = 1$ ) und ( $K = 0$ ) für Kalottengrößen von  $Q = 0,5$ ,  $Q = 2$  und  $Q = 3$  eingetragen.

### 3. Beispiel

Zahlreiche Programmbeispiele zu GELI sind in der bereits angeführten Literatur beschrieben. Hier soll ein kurzes Beispiel Möglichkeiten des Programmes und des Verfahrens zur Bestimmung des Regelungsgrades zeigen.

Gegeben sind 463 S-Flächen aus einem bestimmten Bereich des Gleinalm-autobahntunnels (frdlw. von W. Nowy zur Verfügung gestellt).

3.1. Es sollen die  $\beta$ -Schnittpunktlagen errechnet werden. Bei  $n = 463$  S-Flächen ergibt das  $n(n-1)$  Schnittpunkte, also 107053 (die mit der Hand praktisch nicht auszählbar

2

wären). Das Programm schneidet nur jene Ebenen, die mehr als  $1^\circ$  zueinander geneigt sind (also nicht „fast parallele“ Ebenen), und errechnet so lediglich 26720 Schnittpunkte.

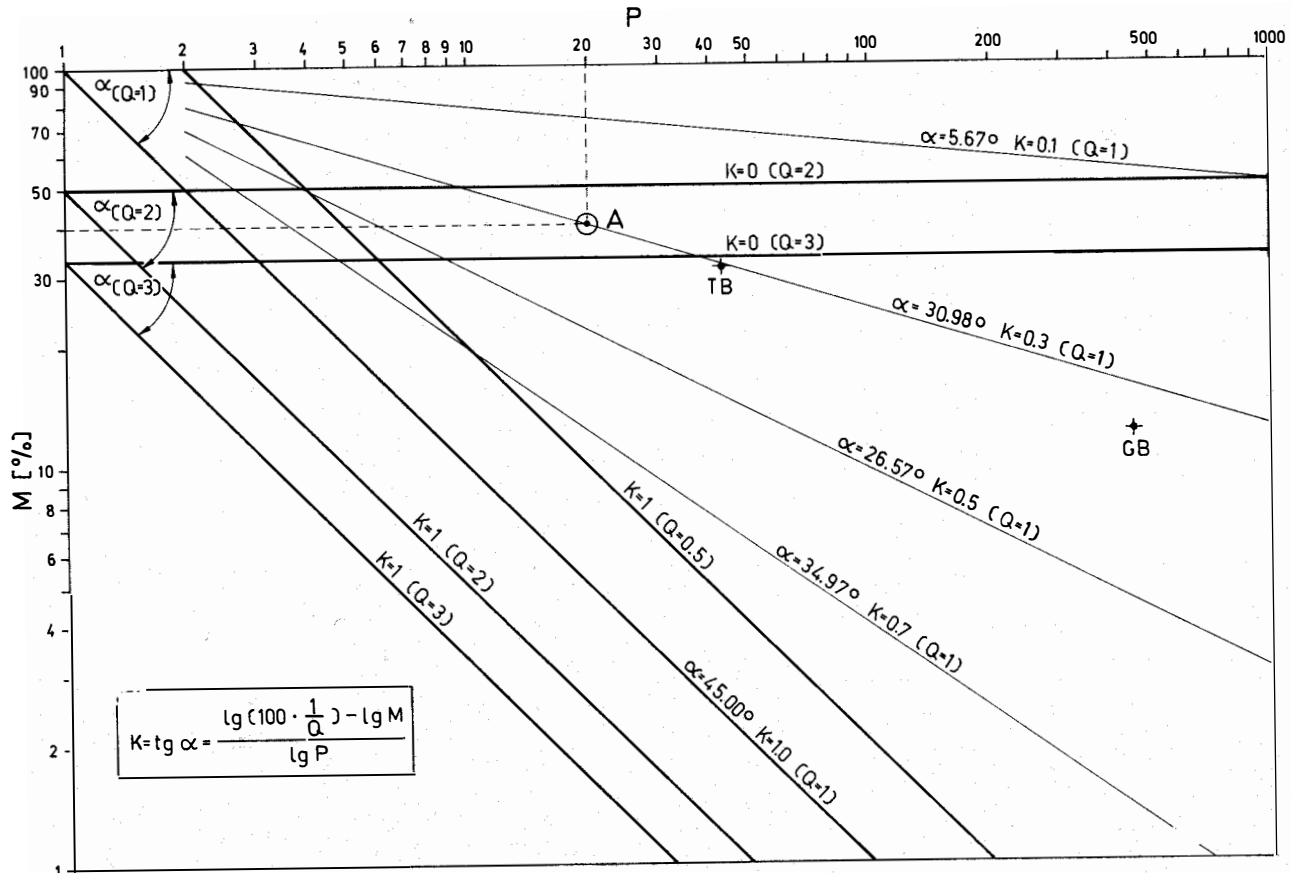


Abb. 2. Diagramm zur graphischen Ermittlung von  $\alpha$ . Für verschiedene Auszahlkalottengrößen ( $Q$ ) gelten verschiedene Geraden ( $K = 0$ ) und ( $K = 1$ ) und so auch verschiedene Winkelbereiche. Der Verteilung entsprechende  $M$ - und  $P$ -Werte werden als Punkt eingetragen.  $\alpha$  lässt sich dann unmittelbar ablesen.

Die Punkte  $GB$  bzw.  $TB$  repräsentieren die Verteilungen des Gesamtbereiches bzw. Teilbereiches des angeführten Beispiels (s. S. A 162).

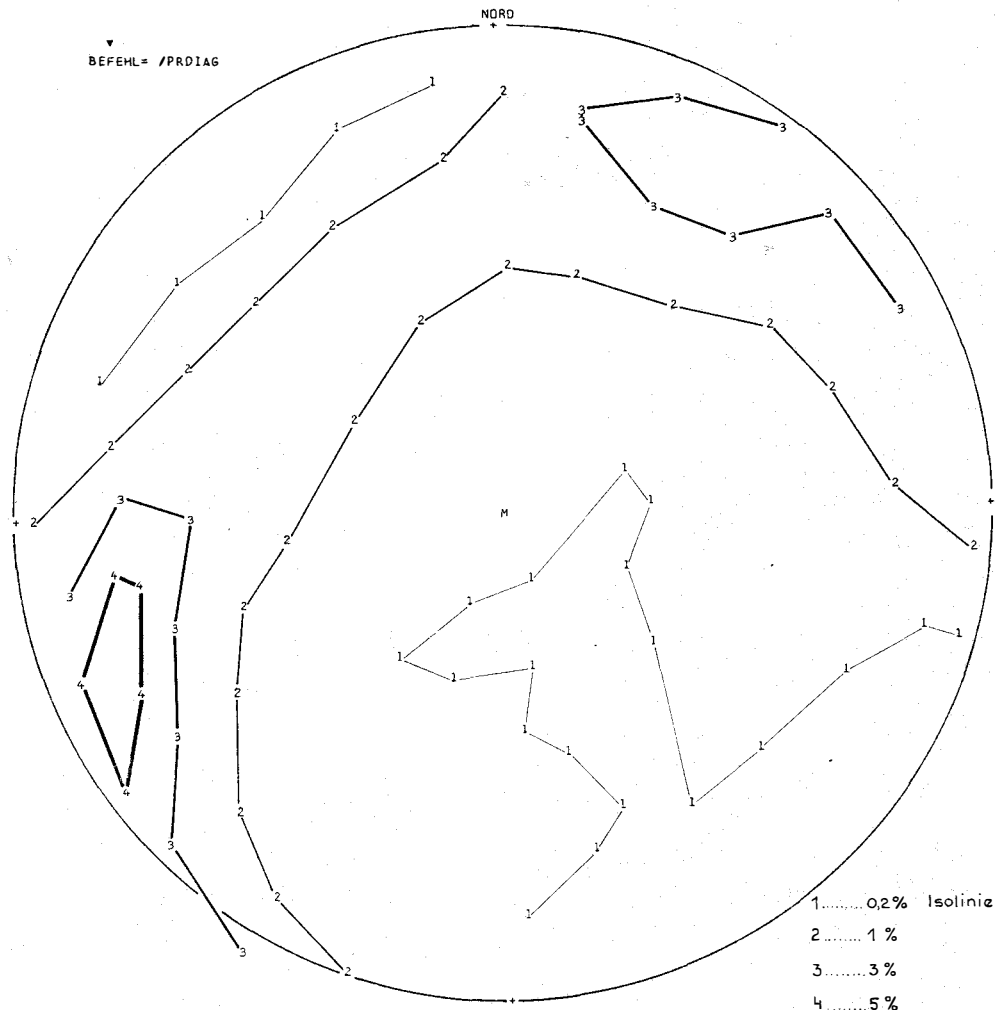


Abb. 3.  $\beta$ -Schnittpunktogramm des Beispiels (s. S. A 161) als Isolinienpunkte (dem Schmidt'schen Netz entsprechend) durch den Schnelldrucker ausgedruckt.

Auf Grund der diskreten Anordnung der möglichen Druckpositionen und möglichen Rundungsfehlern lassen sich kleine Ungenauigkeiten nicht vermeiden. Der Ausdruck gibt dennoch einen guten Überblick über die Anordnung der Besetzungsdichten.

Die errechnete Lage der Schnittpunktmaxima ist bei einer Auszählkalottengröße von 1 $\frac{0}{0}$ :  
 252/12 mit 6,4 $\frac{0}{0}$  Besetzungsdichte und  
 030/12 mit 4,4 $\frac{0}{0}$  Besetzungsdichte;

Abbildung 3 zeigt den dazugehörigen Ausdruck von Punkten der Isolinien verschiedener Besetzungsdichten.

3.2. Es soll untersucht werden, ob das S-Flächengefüge eines bestimmten Teilbereiches sich vom S-Flächengefüge des Gesamtbereiches unterscheidet. Das Programm errechnet die max. Besetzungsdichten und deren Lage (Auszählkalottengröße 1 $\frac{0}{0}$ ):

	Gesamtbereich	Teilbereich
Polpunkteanzahl	463	43
max. Besetzungsdichte	11,9%	30,2%
Lage in Normalendarstellung	138/57 144/54 *)	150/51
K-Wert	0,347	0,318
$\alpha$	19,1°	17,6°

\*) In beiden Punkten treten Besetzungsdichten von 11,9% auf.

Obwohl der Wert der max. Besetzungsdichte des Teilbereiches mehr als doppelt so groß wie der des Gesamtbereiches ist, ist der Regelungsgrad beider Verteilungen fast gleich (geringfügig besser im Teilbereich). Die Lage der Maxima ist ebenfalls nahezu gleich. Zur graphischen Methode vgl. Abbildung 2: hier sind beide den Verteilungen entsprechenden Punkte eingetragen und lassen die Werte für  $\alpha$  ablesen. Da das Programm die Besetzungsdichten aller Netzpunkte ausdrückt, ist es möglich zu beurteilen, ob ein- oder mehrgipfelige Verteilungen vorliegen. In diesem Beispiel liegt eingipfelige Verteilung vor.

Herrn Dipl.-Ing. D. KIRSCHKE sei für die Zusendung des Programmes und seine Hilfe herzlichst gedankt.

Diese Arbeit stellt Publikation Nr. 20 des Forschungsschwerpunktes der österreichischen Hochschulen N 25, „Geologischer Tiefbau der Ostalpen“, dar.

### Literatur

- BARNICK, H.: Zur Frage der Normung und Darstellung des Regelungsgrades von Gefügediagrammen. — *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, 9, 1—23, 17 Abb., Wien 1966.
- BARNICK, H.: Über den Einfluß der randlichen Verzerrung des SCHMIDT'schen Netzes auf die Auszählung von Gefügediagrammen. — *N. Jb. Min., Mh.*, 5, 129—135, 7 Abb., Stuttgart 1965.
- FISCHER, G.: Über die Auswertung von Gefügediagrammen. — *Abh. Deutsch. Ak. Wiss. Berlin*, Kl. III, 1, 283—299, 27 Abb., Berlin 1960.
- HUNGER, S., SCHMIDT, M. W., & WAUSCHUHN, U.: Das System GELI und dessen Werdegang. — *Clausthaler Tekt. H.*, 10, 115—126, Clausthal—Zellerfeld 1970.
- KIRSCHKE, D.: Die Programmiersprache GELI 1 in Fortran IV — Version für die Rechenanlage IBM/360. — *Clausthaler Tekt. H.*, 10, 133—138, Clausthal—Zellerfeld 1970.
- KRÜCKENBERG, F.: Eine Programmiersprache für gefügekundliche Arbeiten. — *Clausthaler Tekt. H.*, 8, 7—53, 23 Taf., 19 Abb., Clausthal—Zellerfeld 1968.
- KRÜCKENBERG, F.: Allgemeines zum System GELI. — *Clausthaler Tekt. H.*, 10, 109—114, Clausthal—Zellerfeld 1970.
- POLL, K.: Probleme der Datenverarbeitung von Linearen. — *Clausthaler Tekt. H.*, 10, 229—251, 7 Abb., 6 Tab., Clausthal—Zellerfeld 1970.
- SANDER, B.: *Gefügekunde der Gesteine*. — 352 S., Springer, Wien 1930.