

Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin und Kriminalistik  
der Karl-Marx-Universität Leipzig  
(Direktor: Prof. Dr. med. habil. WOLFGANG DÜRWARD)

## Untersuchungen zum Gc-System\*

Von

G. HOLZHAUSEN, W. DÜRWARD und H. HUNGER

Mit 1 Textabbildung

(Eingegangen am 4. Februar 1964)

Im Rahmen der forensischen Abstammungsuntersuchungen gewinnen die erblichen Serumeigenschaften zunehmend an Bedeutung, weil hierdurch die Ausschlußchancen von zu Unrecht in Anspruch genommenen Männern in erheblichem Maße gesteigert werden. Von der Mehrzahl der Gerichte werden Untersuchungen des Haptoglobin- und Gm-Systems bei der Gutachtenanforderung prinzipiell verlangt. Durch die Einführung des Gc-Systems läßt sich die Ausschlußchance weiter steigern. Dieses Serumgruppensystem wurde 1959 erstmalig von HIRSCHFELD beschrieben, der bei immunoelektrophoretischen Untersuchungen im Bereiche des  $\alpha_2$ -Globulins im Agargel drei verschieden schnell wandernde Präcipitationslinien nachweisen konnte. Analog der Bezeichnung der Haptoglobingruppen benannte HIRSCHFELD seine drei gefundenen Typen mit Gc (group-specific-component) 1—1 (schnell wandernde Komponente), Gc 2—2 (langsam wandernde) und Gc 2—1 (intermediär wandernde Komponente).

Seit der Entdeckung der Gc-Gruppen sind inzwischen zahlreiche Veröffentlichungen über Frequenzangaben (s. Tabelle 1) und die von HIRSCHFELD aufgestellte Erbtheorie erschienen. Untersuchungen von Mutter-Kind-Paaren und Familien in verschiedenen Ländern bestätigen letztere Theorie.

In der bisherigen Weltliteratur wurden bis zum heutigen Zeitpunkt unter etwa 8000—9000 Bestimmungen der Gc-Gruppen drei Serien gefunden, die auch bei wiederholten Untersuchungen nicht eindeutig klassifiziert werden konnten. HIRSCHFELD nennt den einen Typ Gc 1—X, den zweiten Gc 1—Y und den dritten Gc X—X.

In letzter Zeit berichtete HIRSCHFELD über die Anwendbarkeit des Gc-Systems bei 142 strittigen Vaterschaftsfällen und erwähnte, daß infolge der günstigen Gen-Verteilung die Anwendung des Gc-Systems eine beträchtliche Steigerung der Ausschlußchance für zu Unrecht als Väter in Anspruch genommene Männer erkennen läßt.

\* Unter technischer Mitarbeit von Fr. A. BOHNE.

Tabelle 1

*Übersicht der bisher veröffentlichten Ge-Frequenz-Angaben aus dem europäischen Raum*

Bevölkerung	Autor	Anzahl	Ge 1—1 %	Ge 2—1 %	Ge 2—2 %	Ge <sup>1</sup>	Ge <sup>2</sup>
Schweden	HIRSCHFELD (1960, 1962, 1963)	2259	55,64	37,91	6,45	0,7459	0,2541
Schweizer (Bern)	HESS, BÜTLER (1962)	200	53,5	35,5	11,0	0,713	0,287
Dänen	NERSTRØM (1963)	1312	52,90	39,25	7,85	0,725	0,275
Dänen	MANSA, OLSEN	126	58,73	36,51	4,76	0,770	0,230
Norweger	REINSKOU	383	52,74	38,90	8,36	0,722	0,278
Tschechen	KOŘINEK, KOUT (1963)	228	46,49	43,85	9,64	0,684	0,316
Engländer	HIRSCHFELD	49	48,98	44,90	6,12	0,714	0,286
Deutsche (Berlin)	SCHLESINGER, VOGT, PROKOP (1963)	854	52,34	39,81	7,85	0,7225	0,2775
Deutsche (Südwesten)	BAITSCH, RITTER (1963)	805	54,29	38,88	6,83	0,737	0,263
Deutsche	WENDT, THEILE (1963)	769	53,06	40,31	6,63	0,732	0,268
Deutsche (Schleswig- Holstein)	HALLERMANN, STÜRNER (1963)	400	50,0	41,0	9,0	0,705	0,295
Deutsche (Bayern)	BAITSCH, JENSSEN	208	57,21	32,69	10,10	0,736	0,264
Deutsche (Leipzig)	HOLZHAUSEN, DÜRWARD, HUNGER (1964)	736	56,11	37,77	6,12	0,750	0,250

*Eigene Untersuchungen*

Unsere Untersuchungen erstreckten sich auf ein Material von 736 un-  
ausgewählten Seren von Blutspendern aus Leipzig und Umgebung, von  
denen 332 Männer und 404 Frauen waren.

*Methode*

Wir verwendeten die von HIRSCHFELD angegebene Pufferlösung. Zur Her-  
stellung des Agars wurden 12 g Fadenagar in 600 ml Aqua dest. im Wasserbad so-  
lange erhitzt, bis sich der Agar klar zeigte. Anschließend erfolgte die Reinigung des  
flüssigen Agars durch Filterung und schließlich das Erstarren in einer Schale. Der  
so hergestellte Agar wurde je nach Bedarf in Würfel geschnitten und diese in Aqua  
dest. mehrere Tage gewaschen.

Als Platten dienten gereinigte Photoplatten in der Abmessung 18:13 cm. Vor  
dem Gebrauch wurden die in Alkohol aufbewahrten Glasplatten noch kurz durch  
die Flamme gezogen. Danach kam auf die waagrecht liegenden Platten etwa  
35 ml gelöstes 1%iges Agargel. Nach dem Erstarren erfolgte die Ausstanzung von

zwölf Löchern im Durchmesser von 2 mm, in diese wurde mittels einer feinen Capillare je ein Tropfen des zu untersuchenden Serums eingebracht. Die Trennung in der Elektrophorese dauerte maximal 2 Std, wobei wir pro Platte eine Spannung von etwa 90 Volt und eine Stromstärke von etwa 40 mA benötigten (7 Volt/cm). Nach der Auftrennung erfolgte die Aushebung 4 cm langer, zwischen den Löchern gelegener Kanäle, deren Breite 2 mm betrug. Die Aushebung wurde mit einer Schablone und einer Impflanzette oder einem feinen Skalpell durchgeführt. Nach der Einbringung des Gc-Antiserums in die Kanäle kamen die Platten bei 37° C für 18—20 Std zur Präcipitation in den Brutschrank. Anschließend erfolgte das Trocknen der Platten mittels Filterpapier für 20—22 Std bei Zimmertemperatur. Die Auswässerung in physiologischer Kochsalzlösung und Aqua dest. dauerte etwa 6—8 Std. Als Farblösung verwendeten wir Amidoschwarz 10 B, zur Entfärbung wurde das von HIRSCHFELD angegebene Gemisch von Eisessig, Methanol und Aqua dest. benutzt.

Zum Nachweis der Gc-Gruppen wurde anfangs ein uns freundlicher Weise von Herrn KOŘINEK (Prag) überlassenes antihumanes Pferdeimmenserum (kommerzielles Erzeugnis des Institutes für Seren und Impfstoffe in Prag) benutzt. An dieser Stelle möchten wir Herrn KOŘINEK für die Unterstützung unserer Arbeit, insbesondere auch für die Austestung von Vergleichsseren danken.

Die zwischenzeitlich durchgeführte Immunisierung von Kaninchen erfolgte nach dem Immunisierungsschema, das SCHLESINGER, VOGT und PROKOP angegeben haben. In Übereinstimmung mit den vorgenannten Autoren fanden wir auf diese Art unter zehn Kaninchen dreimal für Gc-Bestimmung brauchbare Seren, von denen besonders eines die mitunter etwas schwierige Differenzierung der Gc-Typen 1—1 und 2—1 bedeutend erleichtern half (Abb. 1). Weitere Immunisierungsversuche an Pferden werden seit einiger Zeit durchgeführt, allerdings gelang es uns nach fast sechsmonatiger Immunisierung von zwei Pferden noch nicht, hier ein für den Nachweis der Gc-Komponenten brauchbares Antimensch-Serum zu gewinnen.

Wie bereits HIRSCHFELD erwähnt hat, ist die Ausschlußchance für zu Unrecht in Anspruch genommene Männer auf Grund der günstigen Gen-Verteilung recht beachtlich. Auf Grund unserer Gen-Frequenzen ergibt sich nach der Formel von STEINHAUS in diesem System eine Ausschlußchance von 15,25%.

Die Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 2 einander gegenübergestellt.

Unsere für den Raum Leipzig angegebene prozentuale Häufigkeit der Gc-Typen stimmt annähernd mit der Verteilung der von HIRSCHFELD veröffentlichten Gc-Typen bei 2259 untersuchten Schweden überein.

Tabelle 2

Typ	Anzahl	Häufigkeit %
Gc 1—1	413	56,11
Gc 2—1	278	37,77
Gc 2—2	45	6,12
Zusammen	736	

Errechnete Gen-Frequenzen:  
Gc<sup>1</sup> = 0,750, Gc<sup>2</sup> = 0,250.

Auch gegenüber den Ergebnissen von PROKOP (Frequenzangaben aus dem Raum Berlin) sind keine größeren Unterschiede zu erkennen.

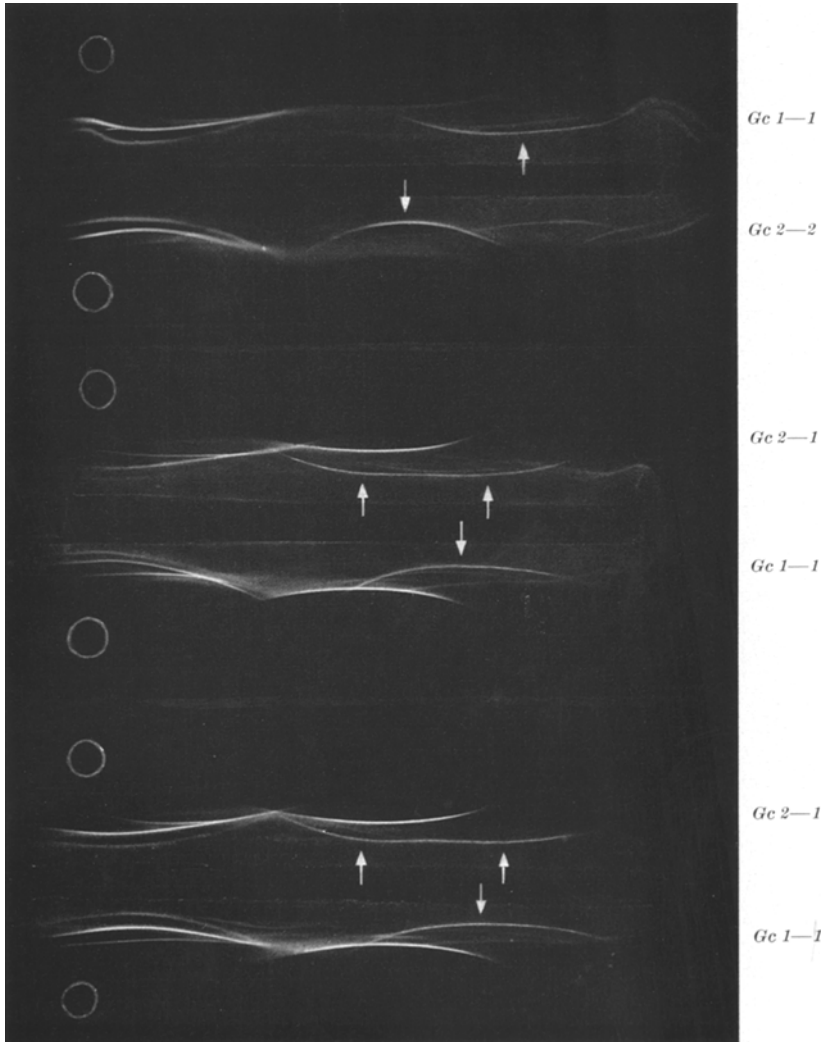


Abb. 1

Anlässlich einer Arbeit über die Bestimmung von Gm-Typen bei Blut-erkrankungen hatten wir Gelegenheit, einen Teil der pathologischen Seren auf das Vorhandensein von möglichen Gc-Anomalien zu unter-suchen. Besonders interessant war in diesen Fällen der Vergleich zwischen den quantitativ mittels der Papierelektrophorese festgestellten Werten der  $\alpha_2$ -Globulinfraktion und der Nachweisbarkeit der Präci-

Tabelle 3. Übersicht der Gc-Typen und der papierelektrophoretischen Werte (rel. %) bei 39 Patienten mit Bluterkrankungen

Lfd. Nr.	Name	Diagnose	Hp	Gc	Albu- min	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\beta$	$\gamma$
1	Z.M.	Chronische Lymphadenose	2-1	1-1	42,3	9,4	14,1	11,8	22,4
2	H.C.	Chronische Lymphadenose	2-2	1-1	65,3	5,6	7,5	9,5	12,2
3	D.P.	Chronische Lymphadenose	2-2	2-1	55,3	5,7	9,7	13,0	16,6
4	K.H.	Chronische Lymphadenose	2-2	2-1	65,2	5,4	6,8	10,2	12,4
5	Z.L.	Chronische Lymphadenose	2-1	1-1	65,9	5,3	5,4	9,8	13,6
6	T.H.	Chronische Lymphadenose	1-1	1-1	43,2	6,3	5,4	9,9	35,2
7	R.M.	Chronische Myelose	1-1	2-1	54,0	8,0	10,0	12,0	16,0
8	F.F.	Chronische Myelose	2-1	1-1	59,3	5,1	8,8	10,2	16,6
9	B.M.	Chronische Myelose	2-2	2-2	56,7	9,2	6,4	9,2	18,5
10	S.H.	Chronische Myelose	2-2	1-1	69,8	4,2	4,2	8,8	13,0
11	P.J.	Chronische Myelose	2-1	1-1	61,8	4,0	6,0	11,4	16,8
12	S.G.	Chronische Myelose	2-1	2-1	56,7	3,9	5,5	11,0	22,9
13	S.W.	Pancytopenie	2-2	1-1	55,9	4,8	6,0	11,3	22,9
14	M.W.	Pancytopenie	—	2-1	62,2	6,7	5,6	11,1	14,1
15	M.L.	Pancytopenie	2-2	2-1	45,1	8,8	15,7	15,7	14,7
16	J.G.	Pancytopenie	2-2	1-1	60,0	6,7	8,9	11,1	13,2
17	H.P.	Pancytopenie	—	2-1	67,6	2,9	6,5	7,9	15,1
18	S.W.	Morbus Hodgkin	2-1	2-1	53,1	7,1	11,5	12,4	15,9
19	W.W.	Morbus Hodgkin	2-2	1-1	65,3	4,0	4,5	8,9	17,3
20	B.J.	Morbus Hodgkin	1-1	1-1	50,0	3,8	7,5	13,7	25,0
21	G.W.	Morbus Hodgkin	1-1	2-1	34,3	12,9	14,3	10,0	28,5
22	Z.E.	Hämolytische Anämie	2-1	1-1	59,2	5,6	4,8	10,4	20,0
23	T.G.	Hämolytische Anämie	—	2-1	59,3	4,5	6,6	9,9	19,7
24	S.M.	Hämolytische Anämie	2-2	2-1	53,0	5,1	6,1	8,1	27,2
25	G.C.	Hämolytische Anämie	2-1	1-1	55,4	6,0	8,4	10,8	19,4
26	K.E.	Osteomyelofibrose	1-1	1-1	58,8	3,9	9,2	11,1	17,0
27	F.M.	Osteomyelofibrose	2-1	2-1	59,0	2,9	5,2	8,1	24,8
28	S.O.	Osteomyelofibrose	2-2	2-2	52,2	6,5	8,7	10,9	21,7
29	K.D.	Plasmocytom	2-1	2-2	60,0	4,3	6,7	15,5	13,5
30	V.C.	Plasmocytom	2-1	2-1	65,3	6,4	7,4	9,9	11,0
31	Z.O.	Inf. Mononucleose	2-1	2-1	50,7	6,3	8,5	13,0	21,1
32	S.D.	Inf. Mononucleose	—	1-1	61,9	4,8	4,0	11,1	18,2
33	S.P.	Inf. Mononucleose	2-1	1-1	55,6	5,7	7,4	13,0	18,4
34	S.J.	Idiopathische Thrombo- cytopenie	2-1	2-1	47,7	6,7	11,4	13,2	21,0
35	K.A.	Idiopathische Thrombo- cytopenie	2-2	2-1	60,0	4,5	4,0	7,0	24,5
36	G.S.	Akute Leukämie	1-1	1-1	37,5	4,9	9,0	8,3	40,3
37	T.M.	Agranulocytose	1-1	1-1	47,6	5,9	8,9	15,8	21,8
38	W.S.	Koagulopathie	1-1	2-1	61,4	6,3	9,5	10,6	12,1
39	H.A.	Polycythaemia vera	2-1	—	67,2	5,2	4,3	9,5	13,8

pitationslinien nach der immunelektrophoretischen Auftrennung. Über diese Verhältnisse unterrichtet Tabelle 3. Lediglich in einem Falle gelang der Nachweis des Gc-Typs nicht, und zwar bei einer Polycythaemia vera. Zwar lag hier der  $\alpha_2$ -Wert unterhalb der Norm, jedoch ist uns in anderen Fällen mit noch geringeren Werten der Nachweis ohne weiteres gelungen. Wir glauben deshalb nicht, daß hier unbedingt ein Zusammenhang besteht. Eine Beeinflussung der Gc-Eigenschaft durch eine der aufgeführten Erkrankungen haben wir nicht feststellen können.

### *Zusammenfassung*

Es wird über Untersuchungen von Seren 736 unausgewählter Blutspender aus Leipzig und Umgebung im Gc-System berichtet (Frequenzangaben  $Gc^1 = 0,750$ ,  $Gc^2 = 0,250$ ). Des weiteren wird ein Überblick über die uns erreichbaren Frequenzangaben aus dem europäischen Raume gegeben. Außerdem konnten noch 39 Seren von Patienten mit verschiedenen Bluterkrankungen in die Untersuchung einbezogen werden. Eine Beeinflussung der Gc-Eigenschaft haben wir hierbei nicht gefunden.

### Literatur

- BAITSCH, H., u. W. JENSSEN: Zur Populationsgenetik des Gc-Systems: Allelenhäufigkeit in einer Stichprobe bayrischer Blutspender. *Anthrop. Anz.* **25**, 185 (1962).
- , u. H. RITTER: Untersuchungen zur Genetik der Serumproteine: Der Gc-Faktor nach HIRSCHFELD und seine Allelenhäufigkeit in Südwestdeutschland. *Blut* **9**, 278 (1963).
- HALLERMANN, W., u. K. H. STÜRNER: Die Verteilung der Gc(Postalbumin)-Typen in Schleswig-Holstein. *Blut* **9**, 185 (1963).
- HESS, M., u. S. R. BÜTLER: Untersuchungen über die Gc-Gruppen von HIRSCHFELD. *Schweiz. med. Wschr.* **92**, 1351 (1962).
- HIRSCHFELD, J.: Immunoelktrophoresis—procedure and application to the study of group-specific variations in sera. *Sci. Tools* **7**, 18 (1960).
- The use of immunoelctrophoresis in the analysis of normal sera and in studies of the inheritance of certain serum proteins. *Sci. Tools* **8**, 17 (1962).
- The Gc-sytem. Immuno-electrophoretic studies of normal human serum with special reference to a new genetically determined serum system (Gc). *Progr. Allergy* **6**, 155 (1962).
- , and A. HEIKEN: Application of the Gc-system in paternity cases. *Amer. J. hum. Genet.* **15**, 19 (1963).
- HIRSZFELD, L.: Probleme der Blutgruppenforschung. Jena: VEB Gustav Fischer 1960.
- KOŘINEK, J., u. M. KOUT: Beitrag zum Nachweis der Gc-gruppenspezifischen Komponente in menschlichen Seren. *Z. Immun.-Forsch.* **125**, 191 (1963).
- MANSA, B.: Zit. nach H. BAITSCH u. H. RITTER, Untersuchungen zur Genetik der Serumproteine: Der Gc-Faktor nach HIRSCHFELD und seine Allelenhäufigkeit in Südwestdeutschland. *Blut* **9**, 278 (1963).
- NERSTRØM, B.: Further investigations on the inheritance of the Gc-system. A Danish mother-child material. *Acta genet. (Basel)* **13**, 150 (1963).
- REINSKOU, T., and J. MOHR: Inheritance of the Gc-types: 95 Norwegian families with 343 children. *Acta genet. (Basel)* **12**, 51 (1962).
- SCHLESINGER, D., A. VOGT u. O. PROKOP: Die Methodik der Gc-Bestimmung (mit Frequenzangaben für Berlin). *Dtsch. Gesundh.-Wes.* **18**, 332 (1963).
- WENDT, G. G., u. U. THEILE: Untersuchungen über den Gc-Faktor. *Dtsch. med. Wschr.* **88**, 696 (1963).

Oberarzt Dr. GÜNTER HOLZHAUSEN, Prof. Dr. med. habil. W. DÜRWARD  
und Oberarzt Dr. HORST HUNGER,  
Leipzig C 1, Johannisallee 28