



GUTACHTEN

Grundlagenforschung zum
Wasserbehandlungsgerät
„GABRIEL“

O.Univ.Prof. Dr. F. Steinhäusler
Ordinarius für Biophysik und Physik (für Bio-und Geowissenschaften)
an der
Universität Salzburg
Österreich

18. September 1996

O. UNIV. PROF. DR. F. STEINHÄUSLER

ORDINARIUS F. BIOPHYSIK U. PHYSIK
(F. BIO- U. GEOWISSENSCHAFTEN)
AN DER
UNIVERSITÄT SALZBURG
A-5020 SALZBURG

SALZBURG,

Gutachterliche Stellungnahme Nr. 1809/96

1. Antragsteller

J. W. CAPPELEN

2. Aufgabenstellung

Durchführung von Studien auf dem Gebiet der Grundlagenforschung bezüglich des „GABRIEL-Wasserbehandlungsgerätes“ mit den Zielvorgaben:

1.1. Wissenschaftlicher Beitrag zur offenen Frage des Wirkungsmechanismus des „GABRIEL-Wasserbehandlungsgerätes“ auf der Basis von anerkannten physikalischen Grundlagen.

1.2. Identifizierung und Optimierung einer physikalischen Untersuchungsmethode hinsichtlich ihrer Eignung zur quantitativen Beschreibung der Wirkungsweise des „GABRIEL-Wasserbehandlungsgerätes“. Die ausgewählte Methode soll im Sinne einer Qualitätskontrolle bei der Herstellung und dem Vertrieb des „GABRIEL-Wasserbehandlungsgerätes“ Anwendung finden.

3. Untersuchtes Gerät

Das „GABRIEL-Wasserbehandlungsgerät“ hat die folgenden Abmessungen:

Höhe: 10 cm

Breite: 15 cm

Länge: 70 cm

Das Gerät wurde zur Durchführung der nachstehend beschriebenen Untersuchungen nicht geöffnet und befand sich in dem in Abb. 1 dargestellten Zustand. Es wurde seitens des Auftraggebers in versiegeltem Zustand für die Dauer der Untersuchungen zur Verfügung gestellt.

4. Durchführung

4.1. Wasserzulieferung

Die experimentellen Untersuchungen des mit dem „GABRIEL-Gerät“ behandelten Trinkwassers (Zulieferer: Wasserwerke der Stadt Salzburg) aus der am Institut installierten Teststrecke mittels *LASER-Durchfluß-Spektrometrie* wurden im Zeitraum vom 11. Juli 1996 bis 5. September 1996 durchgeführt.

4.2. Wasserproben

- Probe A: Leitungswasser vor GABRIEL-Gerät
- Probe B: Leitungswasser nach GABRIEL-Gerät
- Probe C: Wasser aus GABRIEL-Gerät (in Flaschen zur Verfügung gestellt);
Inhalt unbekannt

4.3. Untersuchungs-Methode

- Durchflußspektrometrische Analyse
- Gerät: Durchflußspektrometer FACStar Plus von Becton & Dickinson
- Lichtquelle: Argon-Laser (Wellenlänge: 488 nm)

Meßprinzip ist die Lichtstreuung von kohärentem Licht an Streuzentren in einer Suspension (Abb. 2). Die Probensuspension wird in einen Flüssigkeitsstrahl eingekoppelt, der als Transportmedium für die in der Probe enthaltenen Streuzentren dient (hydrodynamische Fokussierung). Zweck dieser hydrodynamischen Fokussierung ist, alle in der Suspension enthaltenen Streuzentren nacheinander an einem Laserstrahl vorbeizuführen. Beim Auftreffen des Laserstrahles auf ein einzelnes Streuzentrum kommt es zur Lichtstreuung. Für die Analyse wird die Lichtstreuung mit einem Winkel von 0° Ablenkung (FWS Forward Scatter) und 90° Ablenkung zum Laserstrahl (SSC Side Scatter) verwendet. Die Größe des Forward Scatter Signals gibt Auskunft über die Größe des Streuzentrums, die Größe des Side Scatters Signals liefert Informationen über die Oberflächenbeschaffenheit oder Innenstruktur des Streuzentrums. Sind die Streuzentren durchscheinend, so wirkt sich eine inhomogene Lichtstreuung innerhalb des Teilchens ebenfalls auf das SSC-Signal aus.

4.4. Probennahme

Es wurden über einen mehrtägigen Versuchszeitraum Proben vor dem GABRIEL-Gerät (A1 - A31) und Proben nach dem GABRIEL-Gerät (B1 - B31) bei eingeschalteter Versuchsanlage entnommen. Die Entnahme der korrespondierenden Proben A1/B1, A2/B2, etc. erfolgte zu gleichen Zeitpunkten. Proben C1 - C31 wurden in bereits abgefüllten Fläschchen zur Verfügung gestellt. Die Wasserproben wurden unmittelbar vor der Analyse in 5ml Kunststoffröhrchen (Firma Falcon) abgefüllt.

5. Analysenergebnis

Weder die Daten für das Forward Scatter Signal, noch jene für das Side Scatter Signal lassen eine signifikante Aussage über bestimmte Verteilungsmuster oder bevorzugte Oberflächenausprägungen der untersuchten Streuzentren in den Wasserproben zu (Abb. 3 - 5). Der für diese Untersuchung verwendbare Parameter ist der Mittelwert der Durchflußrate von Streuzentren pro Sekunde. Für jede Probenmessung wurden 5000 Streuzentren gezählt. Die ermittelten Werte sind in Tabelle 1 enthalten.

Zur Abschätzung der Größe der Streuzentren wurden Kalibrationskugeln verwendet (Abb. 6). Die kleinsten zur Verfügung stehenden Kugeln haben eine Größe von 4,4 μm . Mit Hilfe dieser Kugeln ergibt die Größenabschätzung, daß >96% der pro Probe erfassten Streuzentren unter 2 μm liegen.

Tabelle 1

	Probe A (vor GABRIEL)	Probe B (nach GABRIEL)	Probe C Fläschchen
Proben Nr.	mittlere Durchflußrate (Streuzentren/Sekunde)	mittlere Durchflußrate (Streuzentren/Sekunde)	mittlere Durchflußrate (Streuzentren/Sekunde)
01	357.14	128.21	51.55
02	156.25	333.33	37.31
03	138.89	185.19	116.28
04	172.41	208.33	47.17
05	263.16	151.52	72.46
06	312.50	178.57	24.15
07	147.06	238.10	20.41
08	192.31	106.38	19,80
09	238.10	102.04	16.18
10	238.10	71.43	16.78
11	135.14	32.89	18.52
12	217.39	68.49	37.31
13	312.50	98.04	67.57
14	312.50	102.04	73.53
15	333.33	92.59	108.70
16	178.57	46.30	96.15
17	128.21	35.97	29.94
18	131.58	58.82	26.88
19	178.57	90.91	26.88
20	156.25	64.10	27.17
21	161.29	48.54	61.73
22	263.16	96.15	74.63
23	277.78	111.11	34.01
24	217.39	94.34	70.42
25	227.27	70.42	92.59
26	166.67	46.73	100,00
27	108.70	86.21	113.64
28	208.33	72.46	98.04
29	238.10	90.91	106.38
30	263.16	90.90	135.14
31	312.50	108.70	

Für die statistische Auswertung der Meßreihen wurde als adäquates Testverfahren der U-Test (Mann-Whitney Test) ausgewählt. Es ist das parameterfreie Äquivalent zum T-Test für kleine Stichproben. Diese Methode hat den inherenten Vorteil, daß die Meßwerte nicht in einer normalverteilten Form vorliegen müssen.

***** Mann-Whitney Test Analysis Results *****

Probe_A vs. Probe_B: Probe A ... Leitungswasser vor GABRIEL-Gerät
 Probe B ... Leitungswasser nach GABRIEL-Gerät

Column Name	Probe_A	Probe_B
Sample Size	31	31
Total Sum	6744.3100	3309.7330
Mean	217.5584	106.7656
Minimum Sample Size =	31	
U =	98.000000	
R1 =	1359.000000	
Standard Deviation =	71.029923	
z-score =	5.385054	
Two-tailed P value =	0.000000	

***** Mann-Whitney Test Analysis Results *****

Probe_A vs. Probe_C: Probe A ... Leitungswasser vor GABRIEL-Gerät
 Probe C ... Fläschchen

Column Name	Probe_A	Probe_C
Sample Size	31	30
Total Sum	6744.3100	1820.6000
Mean	217.5584	60.6867
Minimum Sample Size =	30	
U =	924.000000	
R1 =	471.000000	
Standard Deviation =	69.318107	
z-score =	6.621646	
Two-tailed P value =	0.000000	

***** Mann-Whitney Test Analysis Results *****

Probe_B vs. Probe_C: Probe B ... Leitungswasser nach GABRIEL-Gerät
Probe C ... Fläschchen

Column Name	Probe_B	Probe_C
Sample Size	31	30
Total Sum	3309.7330	1820.6000
Mean	106.7656	60.6867
Minimum Sample Size = 30		
U = 674.500000		
R1 = 720.500000		
Standard Deviation = 69.318107		
z-score = 3.022298		
Two-tailed P value = 0.002511		

Die für die Irrtumswahrscheinlichkeit α entsprechenden Wert für eine zweiseitige Fragestellung ist in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2

	U_α	U_α
α	einseitig	zweiseitig
0.05	1.64	1.96
0.01	2.33	2.58
0.001	3.09	3.29

Ergebnis der statistischen Auswertung:

Probe A vs Probe B:

Die normierte Prüfgröße z-score = 5.38 ist bei zweiseitiger Fragestellung über 3.29. Die Irrtumswahrscheinlichkeit ist daher kleiner als 1%. Das bedeutet, daß zwischen beiden Proben ein signifikanter Unterschied besteht.

Probe A vs Probe C:

Die normierte Prüfgröße z-score = 6.62 ist bei zweiseitiger Fragestellung über 3.29. Die Irrtumswahrscheinlichkeit ist daher kleiner als 1%. Das bedeutet, daß zwischen beiden Proben ein signifikanter Unterschied besteht.

Probe B vs Probe C:

Die normierte Prüfgröße z-score = 3.02 ist bei zweiseitiger Fragestellung über 2.58. Die Irrtumswahrscheinlichkeit ist daher bei 1%. Das bedeutet, daß zwischen beiden Proben ein signifikanter Unterschied besteht.

6. Zusammenfassung

Die Analyse von 92 Untersuchungen (ca. 460 000 Einzelmessungen von Streuvorgängen) ergibt, daß:

a) die Anwendung der Laser-Durchflußspektrometrie auf Proben, die aus Trinkwasser entnommen wurden, das mit dem GABRIEL-Gerät behandelt worden ist, einen statistisch signifikanten Unterschied zu unbehandelten Kontrollen (Parameter: Durchflußrate von Streuzentren pro Sekunde) zeigt (statistischer Signifikanztest Probe A vs. Probe B, Seite 7).

b) Weiters besteht ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen einer Probe aus dem unbehandelten Trinkwasser und der seitens des Auftraggebers zur Verfügung gestellten Probe mit unbekanntem Inhalt (statistischer Signifikanztest Probe A vs. Probe C, Seite 7).


c) Ebenso besteht ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen einer Probe des nach der GABRIEL-Methode behandelten Wassers und der seitens des Auftraggebers zur Verfügung gestellten Probe mit unbekanntem Inhalt (statistischer Signifikanztest Probe A vs. Probe C, Seite 7).

d) Die Laser-Durchflußspektrometrie stellt damit eine geeignete Methode dar, um den Unterschied zwischen unbehandeltem bzw. nach GABRIEL behandelten Wasserproben quantitativ zu erfassen. Eine Aussage hinsichtlich des potentiellen Wirkungsmechanismus ist jedoch aufgrund der vorliegenden Daten nicht möglich.



C. Atzmüller

O. Univ.-Prof.
Dr. F. Steinhäusler
Universität
5020 Salzburg



O.Univ.Prof.Dr.F.Steinhäusler
(Institutsvorstand)

Abb. 1:
Wasserbehandlungsgerät „GABRIEL“

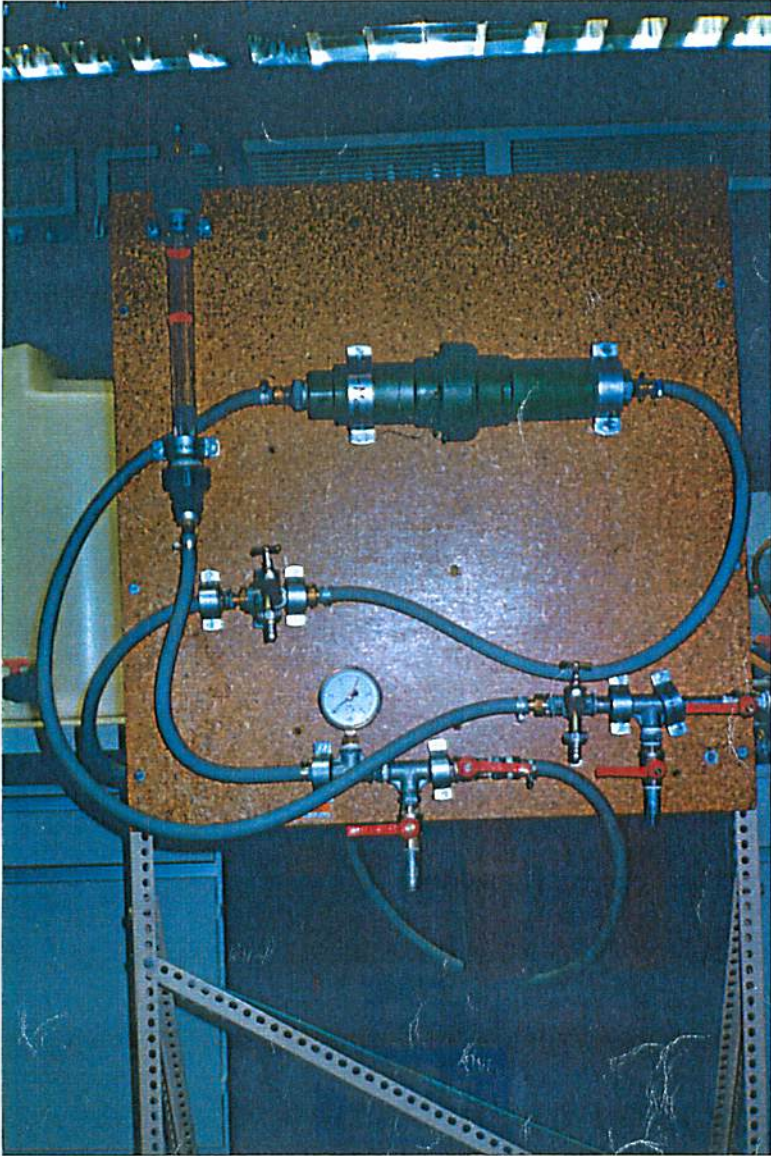


Abb. 2:
Schematische Darstellung eines Laser-Durchflußspektrometers

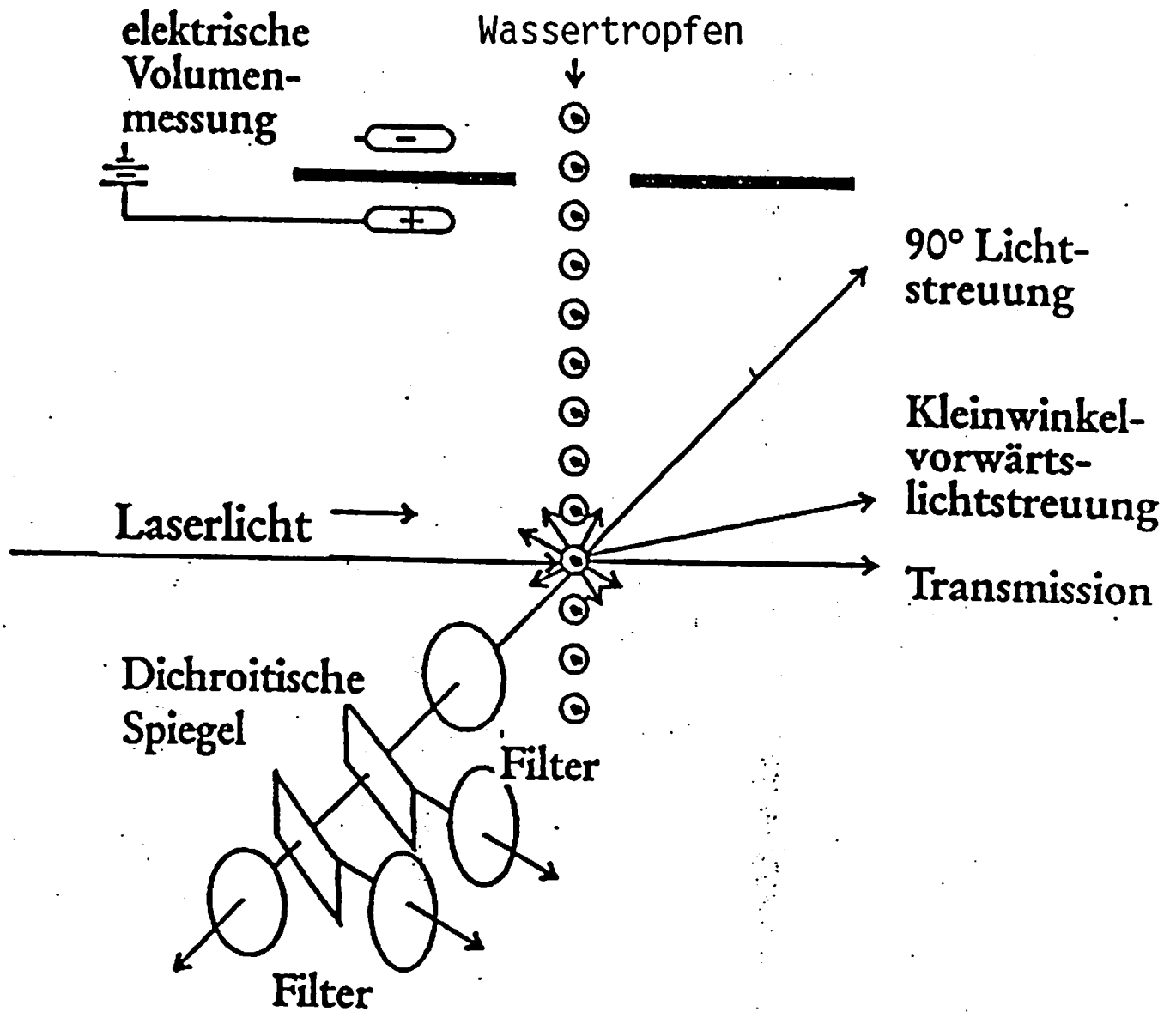
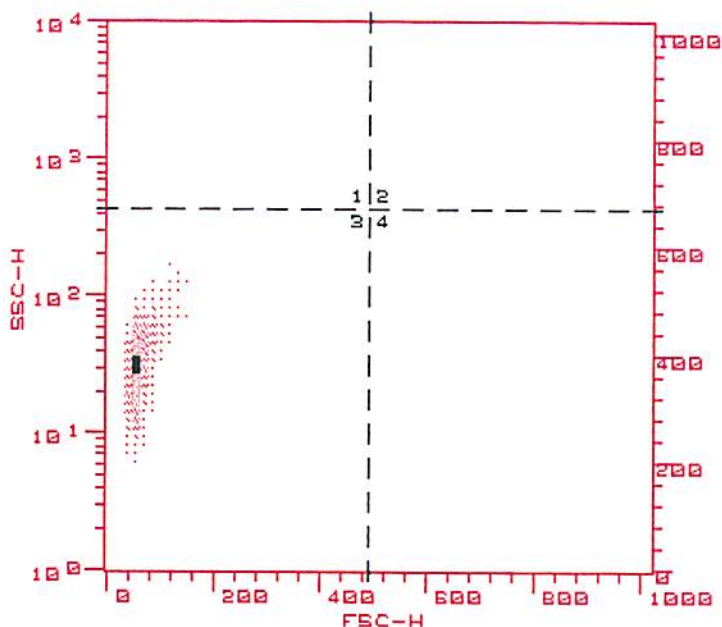


Abb. 3:
Verteilungsmuster der Streuzentren einer Probe A

Quadrant Statistics

Events Off
Events: 5000

Average Rate: 312.50



CStar PLUS Menu 2.3.2

- Dot Plot Quadrant Statistics

Sample ID: SAMPLE 015

Label:

File ID: WAVOR 013

Events Off

Gated Events: 5000

Parameters: FSC vs SSC

Total Events: 5000

Average Rate: 312.50

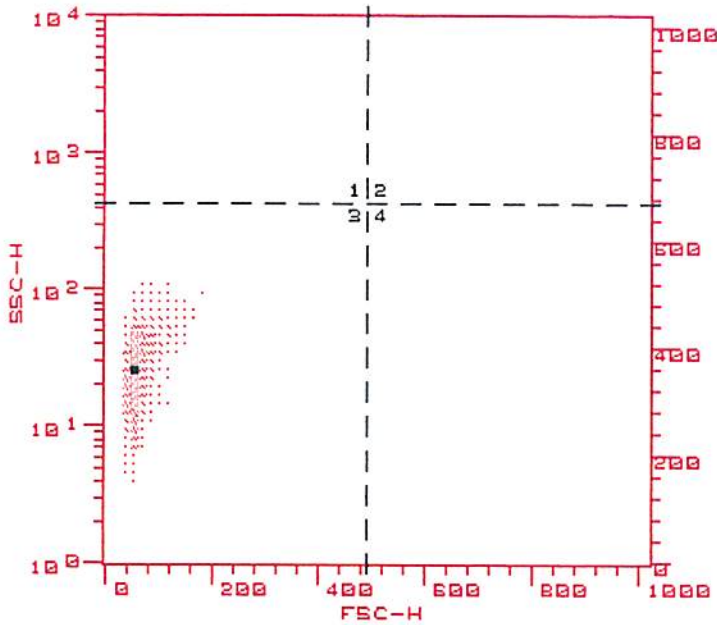
Quadrant	X Lower	X Upper	Events	% Total	% Gated	X Mean	X Mode	Peak Ht
Y Lower	Y Upper					Y Mean	Y Mode	
1	0	492	27	0.54	0.54	316	288	2
	673	1023				757	688	
2	493	1023	17	0.34	0.34	717	672	3
	673	1023				778	752	
3	0	492	4946	98.92	98.92	78	48	162
	0	672				438	384	
4	493	1023	10	0.20	0.20	640	496	1
	0	672				598	640	

Abb. 4:
Verteilungsmuster der Streuzentren einer Probe B

Quadrant Statistics

tes Off
ents: 5000

Average Rate: 102.04



CStar PLUS Menu 2.3.2

- Dot Plot Quadrant Statistics

mples ID: SAMPLE 016

Label:

Sample ID: WANACH 013

tes Off

Gated Events: 5000

Parameters: FSC vs SSC

Total Events: 5000

Average Rate: 102.04

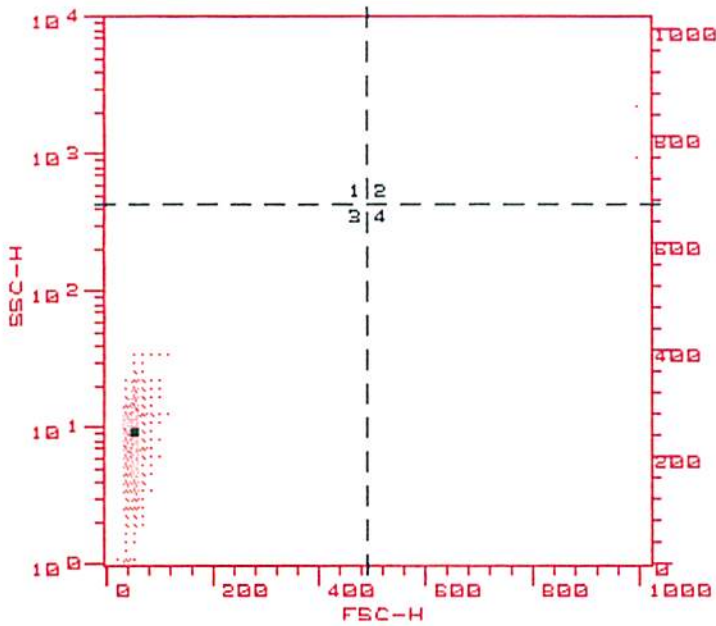
ad	X Lower	X Upper	Events	% Total	% Gated	X Mean	X Mode	Peak
	Y Lower	Y Upper				Y Mean	Y Mode	Ht
1	0	492	31	0.62	0.62	272	240	2
	673	1023				728	688	
2	493	1023	20	0.40	0.40	786	704	2
	673	1023				755	736	
3	0	492	4922	98.44	98.44	85	48	132
	0	672				421	352	
4	493	1023	27	0.54	0.54	645	544	2
	0	672				589	576	

Abb. 5:
Verteilungsmuster der Streuzentren einer Probe C

Quadrant Statistics

Events Off
Gates: 5000

Average Rate: 24.15



ACStar PLUS Menu 2.3.2

Dot Plot Quadrant Statistics

Sample ID: SAMPLE 005
Label:
File ID: WASA 036
Events Off

Gated Events: 5000

Parameters: FSC vs SSC
Total Events: 5000
Average Rate: 24.15

Quad	X Lower	X Upper	Events	% Total	% Gated	X Mean	X Mode	Peak Ht
	Y Lower	Y Upper				Y Mean	Y Mode	
1	0	492	10	0.20	0.20	227	48	2
	673	1023				719	688	
2	493	1023	138	2.76	2.76	946	992	14
	673	1023				840	752	
3	0	492	4676	93.52	93.52	86	48	133
	0	672				329	240	
4	493	1023	176	3.52	3.52	745	992	9
	0	672				582	672	

Abb. 6:
Verteilungsmuster der Kalibrationsteilchen

BECTON
DICKINSON

FACStar PLUS Research Software Version 2.01 3/89

te: 18-SEP-96
tometer ID: FACSTAR PLUS

Time: 10:31:37

mple ID: SAMPLE 051
quisition Date: 24-JUL-96

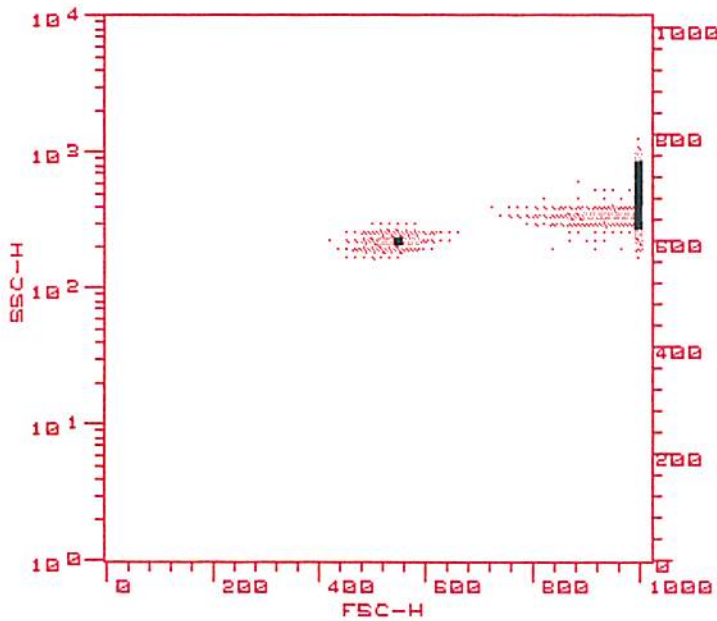
Start Time: 16:23:53

File Name: GROESSE000
Stop Time: 16:24:32

Dot Plot Analysis

tes Off
ents: 10000

Average Rate: 256.41



LEVELS

1:	10,	2:	24,	3:	38,	4:	52,		
5:	66,	6:	80,	7:	94,	8:	108,	9:	122