Wie fallen Mikado-Stäbchen?

Caroline Brinkmann
Leckingser Str. 149
D-58640 Iserlohn
Tel.: 02371/460375
Fax.: 02371/944478
e-mail: astrid.brinkmann@fernuni-hagen.de

Ich habe mich gefragt, ob das Mikadospielen leichter oder schwerer sein kann, wenn ich die Stäbchen unterschiedlich werfe.

Das Aufnehmen von Mikadostäbchen ist besonders schwer, wenn viele Stäbchen übereinander liegen oder die Stäbchen sehr dicht beieinander liegen. Ich wollte wissen, wie ich werfen muss, damit es besonders schwer oder besonders leicht ist, die Mikadostäbchen aufzunehmen.

Ich habe deshalb verschiedene Wurftechniken ausprobiert. Bei jedem Wurf habe ich gezählt, wieviel Stäbchen höchstens übereinander lagen. Diese Zahl habe ich **maximale Schichtzahl** genannt und mit **n** bezeichnet.

Außerdem habe ich den maximalen Durchmesser und den minimalen Durchmesser von der Fläche gemessen, auf der die Mikadostäbchen verteilt waren. Große Durchmesser zeigen, dass die Stäbchen weit verstreut sind. Dann muss es Stäbchen geben, die weit genug auseinander liegen, so dass man sie leicht aufnehmen kann. Kleine Durchmesser zeigen, dass die Stäbchen eng beieinander liegen und Mikadospielen schwer ist. Ich habe zum messen einen Zollstock verwendet und die Ergebnisse in cm aufgeschrieben. Da man nicht sehr genau messen kann, ist es nicht sinnvoll, die Ergebnisse in mm anzugeben. Den **maximalen Durchmesser** habe ich mit **D** bezeichnet, den **minimalen Durchmesser** habe ich mit **d** bezeichnet.

Ich habe 5 verschiedene Wurftechniken ausprobiert und mit jeder Technik die Stäbchen 100 mal geworfen und n, D und d gemessen und in Tabellen aufgeschrieben. Meine Mutter hat mir dann gezeigt, wie ich diese Tabellen mit dem Computer schreiben kann.

1. Wurftechnik: Stäbchen senkrecht und gerade auf der Tischplatte aufsetzen, mit 2 Händen festhalten und gleichzeitig loslassen.

Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm
1.	3	41	23	26.	4	36	22	51.	2	39	21	76.	4	33	22
2.	4	34	25	27.	4	38	20	52.	2	31	27	77.	3	39	21
3.	3	39	27	28.	4	31	29	53.	2	30	23	78.	4	36	25
4.	3	37	20	29.	4	30	27	54.	4	34	29	79.	4	40	22
5.	4	37	28	30.	3	40	30	55.	2	34	20	80.	3	41	23
6.	3	31	25	31.	5	41	21	56.	2	31	22	81.	2	40	26
7.	3	30	29	32.	3	40	22	57.	3	35	28	82.	3	33	29
8.	4	36	26	33.	3	41	23	58.	4	37	21	83.	3	35	20
9.	4	34	22	34.	2	33	23	59.	3	39	20	84.	3	31	21
10.	4	37	23	35.	4	35	24	60.	4	31	22	85.	4	30	20
11.	3	38	28	36.	4	36	26	61.	4	30	29	86.	4	36	23
12.	4	31	21	37.	4	39	20	62.	2	31	21	87.	2	39	22
13.	3	30	20	38.	3	30	28	63.	3	37	20	88.	4	34	25
14.	3	40	29	39.	3	34	28	64.	2	33	23	89.	3	33	20
15.	4	41	26	40.	2	39	22	65.	2	31	24	90.	3	36	21
16.	4	40	23	41.	3	33	22	66.	4	31	25	91.	2	33	29
17.	3	42	26	42.	2	33	21	67.	2	39	22	92.	4	39	25
18.	2	40	21	43.	4	33	28	68.	3	31	29	93.	3	41	24
19.	3	31	29	44.	4	39	29	69.	4	38	27	94.	3	40	21
20.	2	34	27	45.	3	35	21	70.	3	37	25	95.	2	36	20
21.	2	37	28	46.	2	36	20	71.	3	38	25	96.	4	42	30
22.	4	38	20	47.	2	39	27	72.	3	39	26	97.	2	34	29
23.	3	31	29	48.	3	33	21	73.	4	30	29	98.	2	35	28
24.	2	32	27	49.	4	39	28	74.	2	38	20	99.	2	30	27
25.	3	39	28	50.	4	41	23	75.	2	37	23	100.	3	41	21

2. Wurftechnik: Stäbchen senkrecht und gerade auf der Tischplatte aufsetzen, mit 2 Händen festhalten, Hände in unterschiedlicher Richtung leicht drehen und mit beiden Händen die Stäbchen gleichzeitig loslassen.

Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm
1.	4	42	18	26.	4	49	10	51.	4	55	15	76.	2	49	19
2.	4	39	20	27.	4	39	29	52.	4	52	11	77.	2	49	19
3.	3	55	21	28.	3	33	25	53.	5	29	11	78.	4	36	17
4.	4	50	19	29.	4	44	11	54.	5	33	22	79.	3	37	18
5.	4	47	17	30.	4	60	27	55.	4	36	23	80.	4	38	19
6.	2	37	18	31.	5	37	29	56.	2	39	28	81.	4	45	27
7.	2	77	16	32.	5	39	27	57.	3	46	27	82.	3	47	29
8.	3	59	20	33.	3	36	11	58.	3	49	19	83.	2	28	25
9.	4	58	29	34.	4	33	19	59.	2	58	17	84.	5	49	22
10.	3	66	27	35.	4	47	11	60.	2	50	17	85.	5	52	24
11.	3	33	22	36.	3	44	22	61.	3	55	25	86.	5	55	26
12.	2	39	20	37.	3	49	30	62.	4	58	22	87.	5	43	28
13.	4	67	21	38.	3	36	25	63.	5	25	23	88.	4	33	25
14.	3	39	29	39.	2	44	14	64.	3	60	20	89.	3	36	25
15.	4	47	28	40.	3	40	18	65.	2	61	21	90.	2	29	19
16.	4	66	17	41.	4	39	29	66.	5	60	27	91.	2	29	19
17.	2	59	11	42.	3	46	21	67.	4	43	10	92.	2	22	18
18.	3	67	20	43.	2	44	18	68.	4	40	11	93.	4	43	17
19.	3	66	21	44.	2	60	19	69.	5	24	22	94.	3	55	22
20.	3	55	22	45.	2	65	22	70.	3	33	24	95.	5	44	28
21.	4	36	25	46.	3	29	24	71.	3	30	23	96.	5	32	29
22.	2	44	18	47.	4	41	10	72.	4	39	29	97.	3	33	20
23.	2	58	17	48.	4	55	10	73.	3	32	26	98.	4	30	28
24.	4	60	23	49.	4	30	20	74.	2	33	27	99.	3	39	29
25.	4	56	25	50.	4	60	20	75.	2	31	28	100.	2	36	28

3. Wurftechnik: Stäbchen ca. 20cm über der Tischplatte senkrecht und gerade mit 2 Händen festhalten und gleichzeitig loslassen.

Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm
1.	3	98	43	26.	4	80	33	51.	4	79	33	76.	4	76	30
2.	5	95	38	27.	4	63	39	52.	3	77	33	77.	4	79	39
3.	5	54	39	28.	3	77	41	53.	3	69	39	78.	3	77	30
4.	5	80	45	29.	5	54	41	54.	4	55	39	79.	4	79	36
5.	4	75	47	30.	3	46	31	55.	3	55	43	80.	4	78	30
6.	5	84	30	31.	4	60	36	56.	4	60	31	81.	4	78	38
7.	5	55	23	32.	3	80	43	57.	3	78	44	82.	5	77	31
8.	3	58	40	33.	4	77	33	58.	3	73	45	83.	5	55	41
9.	4	73	50	34.	4	76	39	59.	4	72	48	84.	4	78	44
10.	5	53	31	35.	3	71	33	60.	3	63	30	85.	3	56	40
11.	4	47	37	36.	5	80	39	61.	3	63	37	86.	4	58	41
12.	3	42	33	37.	3	49	40	62.	4	77	44	87.	3	80	40
13.	4	53	36	38.	3	64	46	63.	4	80	36	88.	4	76	41
14.	4	58	39	39.	4	78	41	64.	5	68	39	89.	3	80	44
15.	3	76	45	40.	3	53	36	65.	4	66	30	90.	5	56	43
16.	4	70	41	41.	3	60	33	66.	4	79	40	91.	4	60	33
17.	3	76	45	42.	4	60	39	67.	3	78	41	92.	3	79	41
18.	4	48	31	43.	3	79	43	68.	3	78	40	93.	5	77	42
19.	3	80	30	44.	3	80	39	69.	4	70	44	94.	5	71	42
20.	4	49	39	45.	5	70	33	70.	3	74	40	95.	3	70	43
21.	4	60	41	46.	4	60	30	71.	4	60	30	96.	5	78	41
22.	3	80	36	47.	3	80	33	72.	3	80	33	97.	4	80	44
23.	4	80	39	48.	4	69	44	73.	3	58	41	98.	3	80	41
24.	5	76	33	49.	4	55	41	74.	5	55	44	99.	4	71	40
25.	5	46	45	50.	5	80	40	75.	3	80	30	100.	5	76	37

4. Wurftechnik: Stäbchen ca. 20cm über der Tischplatte senkrecht und gerade mit 2 Händen festhalten, Hände in unterschiedlicher Richtung leicht drehen und mit beiden Händen die Stäbchen gleichzeitig loslassen.

Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm
1.	3	52	24	26.	4	80	40	51.	4	79	39	76.	4	68	39
2.	5	102	28	27.	2	60	40	52.	3	78	33	77.	3	67	44
3.	5	53	34	28.	3	78	44	53.	3	77	36	78.	2	80	46
4.	4	50	24	29.	3	70	48	54.	2	80	39	79.	5	80	48
5.	4	64	39	30.	4	78	46	55.	2	66	37	80.	4	80	44
6.	2	59	39	31.	4	76	40	56.	4	60	37	81.	4	66	47
7.	5	57	20	32.	4	76	40	57.	4	78	30	82.	3	69	49
8.	5	53	44	33.	3	80	48	58.	4	79	39	83.	3	77	44
9.	3	56	41	34.	2	50	47	59.	4	70	39	84.	4	70	44
10.	4	60	40	35.	5	60	29	60.	3	60	39	85.	2	70	40
11.	4	66	39	36.	4	80	29	61.	2	77	30	86.	3	70	44
12.	4	80	33	37.	4	77	33	62.	2	78	39	87.	4	77	46
13.	3	69	36	38.	3	70	34	63.	2	70	33	88.	4	80	33
14.	2	76	30	39.	3	66	33	64.	2	77	33	89.	3	66	36
15.	4	70	33	40.	2	68	38	65.	3	66	40	90.	3	66	36
16.	3	74	39	41.	3	60	37	66.	5	80	44	91.	3	66	39
17.	3	78	36	42.	3	68	33	67.	4	70	36	92.	4	68	39
18.	4	80	37	43.	2	60	34	68.	4	77	34	93.	2	78	30
19.	4	80	30	44.	2	80	33	69.	3	70	33	94.	2	80	33
20.	3	70	33	45.	4	80	39	70.	4	80	33	95.	5	55	37
21.	3	70	29	46.	4	77	30	71.	4	80	39	96.	5	55	44
22.	2	77	30	47.	4	79	36	72.	4	76	44	97.	4	56	34
23.	4	77	30	48.	3	76	38	73.	3	69	43	98.	4	58	39
24.	3	79	36	49.	5	77	33	74.	3	60	33	99.	3	60	39
25.	3	80	38	50.	5	78	36	75.	4	66	36	100.	4	77	36

5. Wurftechnik: Stäbchen in 2 etwa gleich große Bündel aufteilen, mit jeder Hand ein Bündel festhalten, senkrecht und gerade auf der Tischplatte aufsetzen, wobei die Arme parallel und gestreckt sind, und mit beiden Händen die Stäbchen gleichzeitig loslassen.

Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm	Nr.	n	D in cm	d in cm
1.	3	71	25	26.	4	60	30	51.	4	55	30	76.	4	77	29
2.	4	54	20	27.	4	60	39	52.	3	56	37	77.	4	77	22
3.	3	55	20	28.	3	68	38	53.	2	58	39	78.	4	80	33
4.	3	66	18	29.	3	63	10	54.	2	50	30	79.	3	50	31
5.	3	68	15	30.	5	75	11	55.	5	55	33	80.	4	86	30
6.	5	50	11	31.	5	78	11	56.	2	50	39	81.	2	77	33
7.	4	68	18	32.	4	76	19	57.	3	55	33	82.	2	77	40
8.	5	60	19	33.	4	77	19	58.	3	55	32	83.	4	55	39
9.	3	62	11	34.	4	70	30	59.	2	56	31	84.	4	55	39
10.	4	54	13	35.	3	86	29	60.	4	77	30	85.	3	55	36
11.	4	50	13	36.	2	77	27	61.	4	77	33	86.	4	80	33
12.	3	55	20	37.	3	77	28	62.	4	79	33	87.	4	77	32
13.	3	60	24	38.	4	78	20	63.	3	78	39	88.	3	55	31
14.	2	66	29	39.	4	76	11	64.	2	70	39	89.	2	55	30
15.	5	68	23	40.	3	78	19	65.	4	70	36	90.	4	50	29
16.	5	80	26	41.	3	60	16	66.	4	77	33	91.	5	55	22
17.	4	55	29	42.	3	77	12	67.	4	78	36	92.	5	50	22
18.	4	50	30	43.	3	65	18	68.	3	77	39	93.	4	50	23
19.	3	56	36	44.	3	69	11	69.	2	88	37	94.	4	50	29
20.	2	57	39	45.	4	86	30	70.	4	88	37	95.	3	55	26
21.	3	59	30	46.	4	80	29	71.	5	70	15	96.	2	55	27
22.	4	50	39	47.	4	86	30	72.	3	78	22	97.	2	56	28
23.	4	50	33	48.	3	77	33	73.	4	77	22	98.	5	56	22
24.	3	68	36	49.	2	78	37	74.	3	80	23	99.	5	55	23
25.	5	67	37	50.	4	50	36	75.	3	86	20	100.	3	58	26

Ich wollte erfahren, ob eher große oder eher kleine Werte für n, D bzw. d bei den einzelnen Wurftechniken vorkommen.

Deshalb habe ich nun für jede Wurftechnik gezählt, wie oft ich die einzelnen Werte von n, D bzw. d gemessen habe. Die Ergebnisse habe ich in Tabellen eingetragen.

Beim Zählen habe ich gemerkt, dass man sich auch leicht verzählen kann. Ich habe deshalb für jede Tabelle nachgerechnet, ob die absoluten Häufigkeiten zusammengezählt 100 ergeben. Dann konnte ich einigermaßen sicher sein, dass ich richtig gezählt hatte.

In den Tabellen für D und d habe ich die Anzahlen von 2 und später von 4 benachbarten Durchmesserwerten zusammengefasst. So wurden die Tabellen etwas übersichtlicher und ich konnte hinterher besser Zeichnungen zu den Tabellen machen.

Meine Mutter hat mir gezeigt, wie man die Verteilung von Häufigkeiten in Zeichnungen darstellen kann: mit Stabdiagrammen, Histogrammen oder Häufigkeitspolygonen. Ich habe Häufigkeitspolygone gewählt, denn so konnte ich Ergebnisse für verschiedene Wurftechniken gut in einer Zeichnung darstellen und vergleichen. Ich habe drei Zeichnungen gemacht: eine für n, eine für D und eine für d. Für die 1. Wurftechnik habe ich das Häufigkeitspolygon rot gemalt, für die 2. Wurftechnik blau, für die 3. Wurftechnik orange, für die 4. Wurftechnik grün und für die 5. Wurftechnik schwarz.

Die Zeichnung für D war nicht sehr übersichtlich. Deshalb habe ich in den Tabellen für die Häufigkeiten von D noch eine Spalte hinzugefügt, und in dieser Spalte habe ich die Häufigkeit von je 8 benachbarten Werten von D zusammengefasst. Dafür habe ich auch eine Zeichnung gemacht.

1. Wurftechnik:

n	2	3	4	5
absolute Häufigkeit	27	37	35	1

D in cm	absolute Häufigkeit		
25-26	0		
27-28	0	0	
29-30	9		
31-32	14	23	23
33-34	18		
35-36	13	31	
37-38	14		
39-40	22	36	67
41-42	10		
43-44	0	10	
45-46	0		
47-48	0	0	10

d in cm	absolute Häufigkeit	
17-18	0	
19-20	14	14
21-22	25	
23-24	14	39
25-26	14	
27-28	18	32
29-30	15	
31-32	0	15

2. Wurftechnik:

n	2	3	4	5
absolute Häufigkeit	23	29	35	13

D in cm	absolute Häufigkeit		
17-18	0		
19-20	0	0	
21-22	1		
23-24	1	2	2
25-26	1		
27-28	1	2	
29-30	7		
31-32	3	10	12
33-34	8		
35-36	7	15	
37-38	4		
39-40	11	15	30
41-42	2		
43-44	9	11	
45-46	3		
47-48	4	7	18
49-50	8		
51-52	2	10	
53-54	0		
55-56	7	7	17
57-58	5		
59-60	8	13	
61-62	1		
63-64	0	1	14
65-66	4		
67-68	2	6	
69-70	0		
71-72	0	0	6
73-74	0		
75-76	0	0	
77-78	1		
79-80	0	1	1

d in cm	absolute Häufigkeit	
9-10	4	
11-12	7	11
13-14	1	
15-16	2	3
17-18	14	
19-20	17	31
21-22	13	
23-24	7	20
25-26	10	
27-28	15	25
29-30	10	
31-32	0	10

3. Wurftechnik:

n	2	3	4	5
absolute Häufigkeit	0	38	41	21

D in cm	absolute Häufigkeit		
41-42	1		
43-44	0	1	
45-46	2		
47-48	2	4	5
49-50	2		
51-52	0	2	
53-54	5		
55-56	8	13	15
57-58	4		
59-60	8	12	
61-62	0		
63-64	4	4	16
65-66	1		
67-68	1	2	
69-70	6		
71-72	4	10	12
73-74	3		
75-76	8	11	
77-78	15		
79-80	23	38	49
81-82	0		
83-84	1	1	
85-86	0		
87-88	0	0	1
89-90	0		
91-92	0	0	
93-94	0		
95-96	1	1	1
97-98	1		
99-100	0	1	
101-102	0		
103-104	0	0	1

d in cm	absolute Häufigkeit	
21-22	0	
23-24	1	1
25-26	0	
27-28	0	0
29-30	10	
31-32	5	15
33-34	12	
35-36	6	18
37-38	5	
39-40	22	27
41-42	16	
43-44	14	30
45-46	6	
47-48	2	8
49-50	1	
51-52	0	1

4. Wurftechnik:

n	2	3	4	5
absolute Häufigkeit	18	32	40	10

D in cm	absolute Häufigkeit		
49-50	2		
51-52	1	3	
53-54	2		
55-56	4	6	9
57-58	2		
59-60	10	12	
61-62	0		
63-64	1	1	13
65-66	9		
67-68	5	14	
69-70	15		
71-72	0	15	29
73-74	1		
75-76	5	6	
77-78	20		
79-80	22	42	48
81-82	0		
83-84	0	0	
85-86	0		
87-88	0	0	0
89-90	0		
91-92	0	0	
93-94	0		
95-96	0	0	0
97-98	0		
99-100	0	0	
101-102	1		
103-104	0	1	1

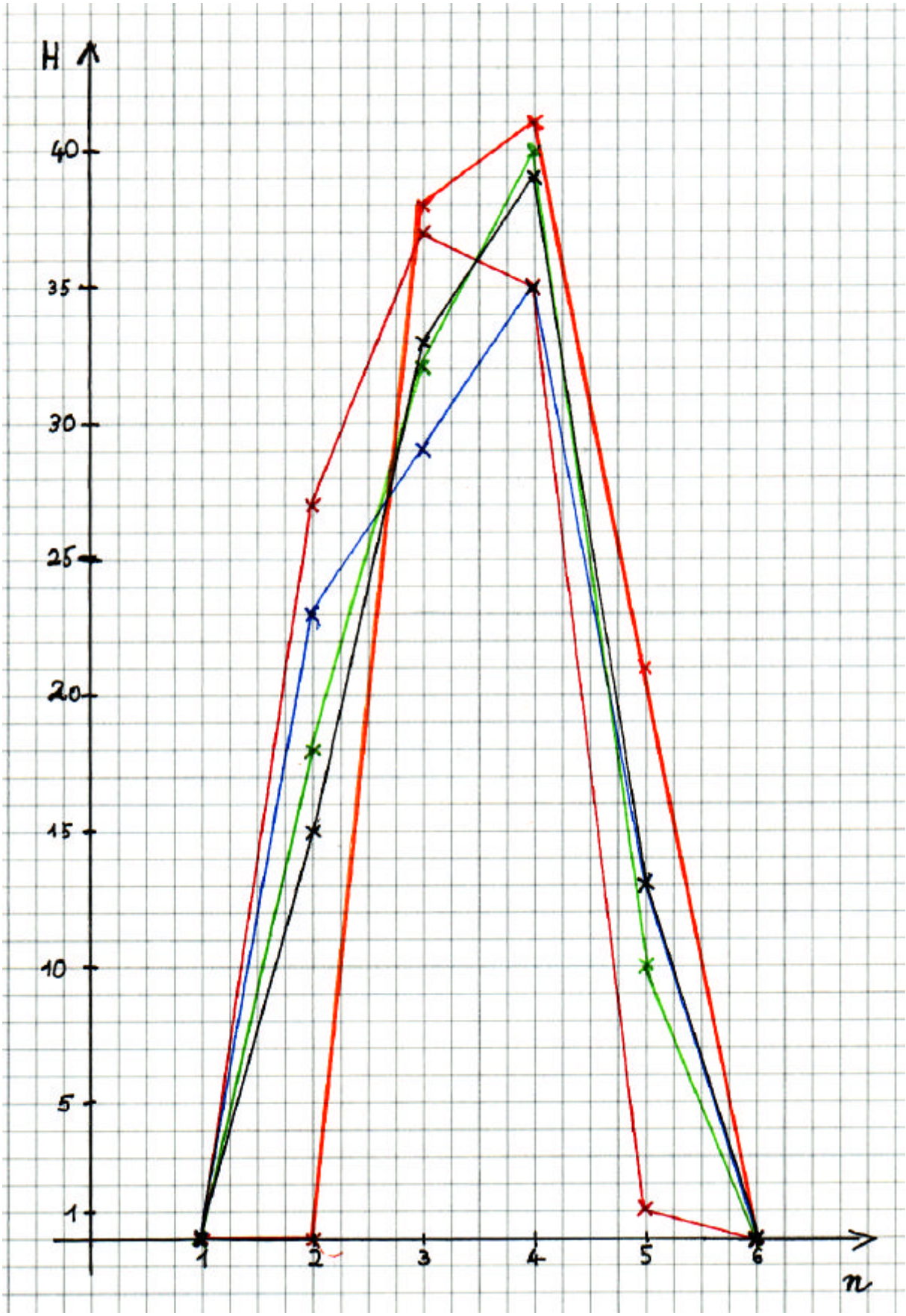
d in cm	absolute Häufigkeit	
17-18	0	
19-20	1	1
21-22	0	
23-24	2	2
25-26	0	
27-28	1	1
29-30	11	
31-32	0	11
33-34	21	
35-36	11	32
37-38	8	
39-40	24	32
41-42	1	
43-44	11	12
45-46	3	
47-48	5	8
49-50	1	
51-52	0	1

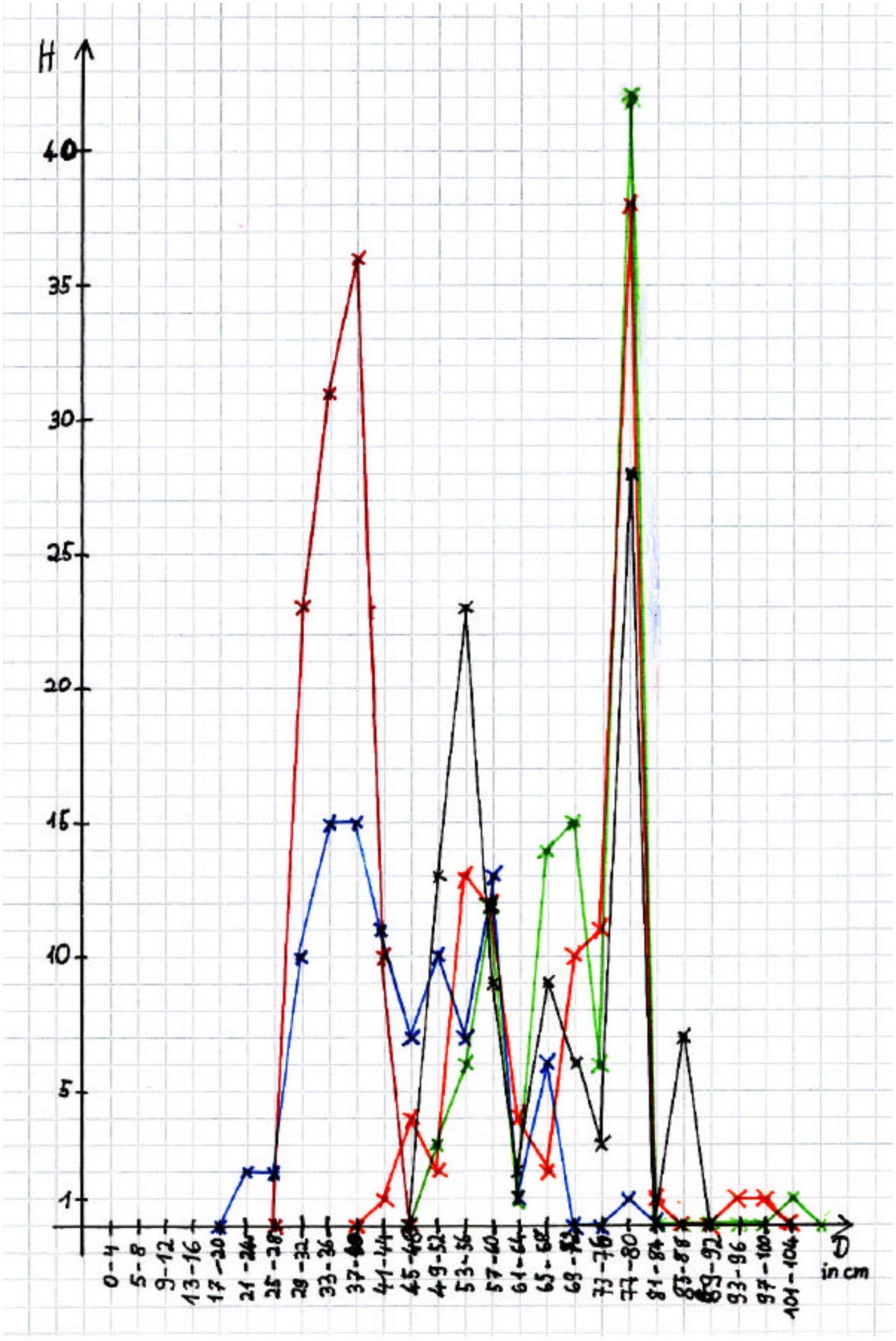
5. Wurftechnik:

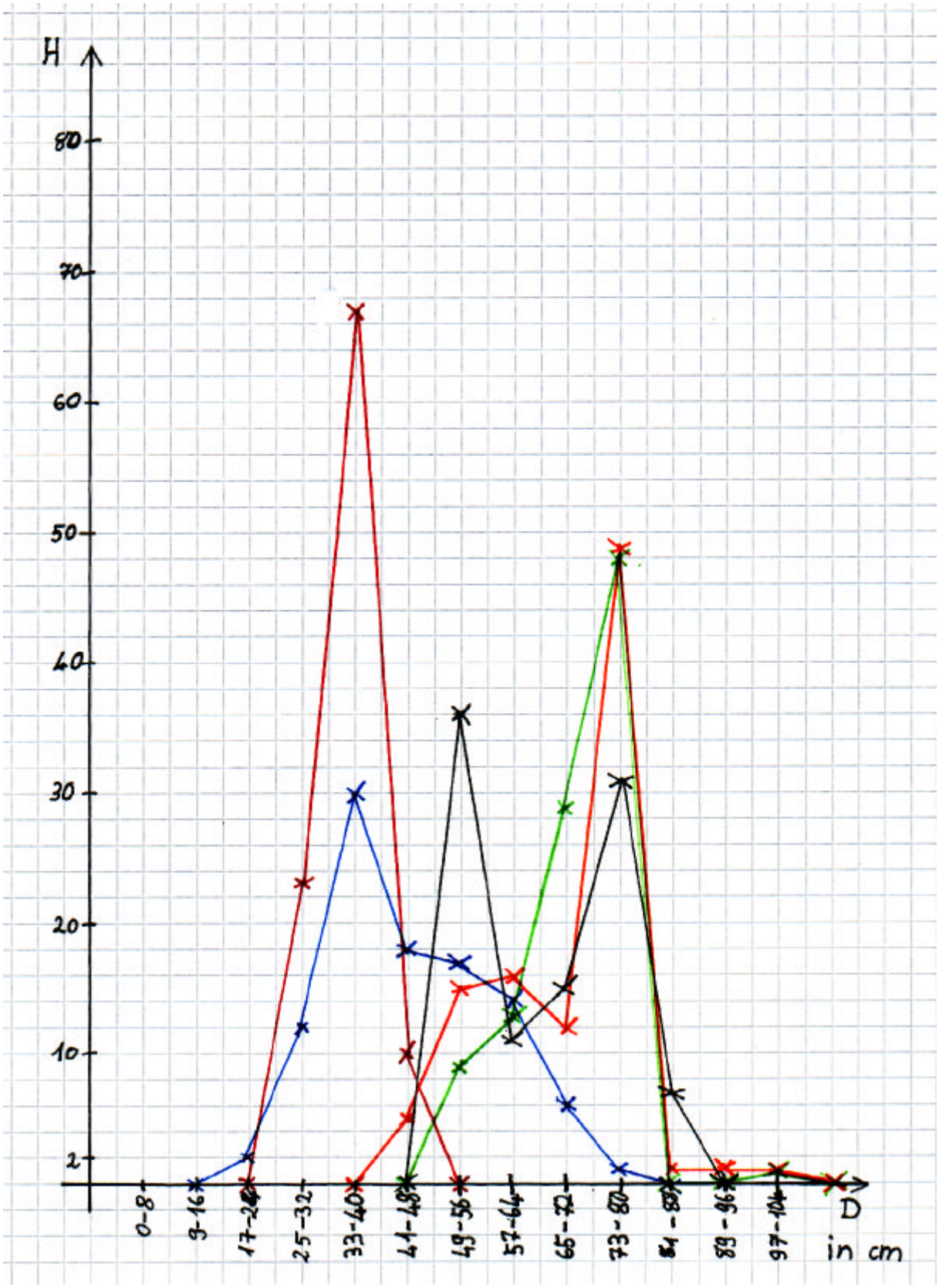
n	2	3	4	5
absolute Häufigkeit	15	33	39	13

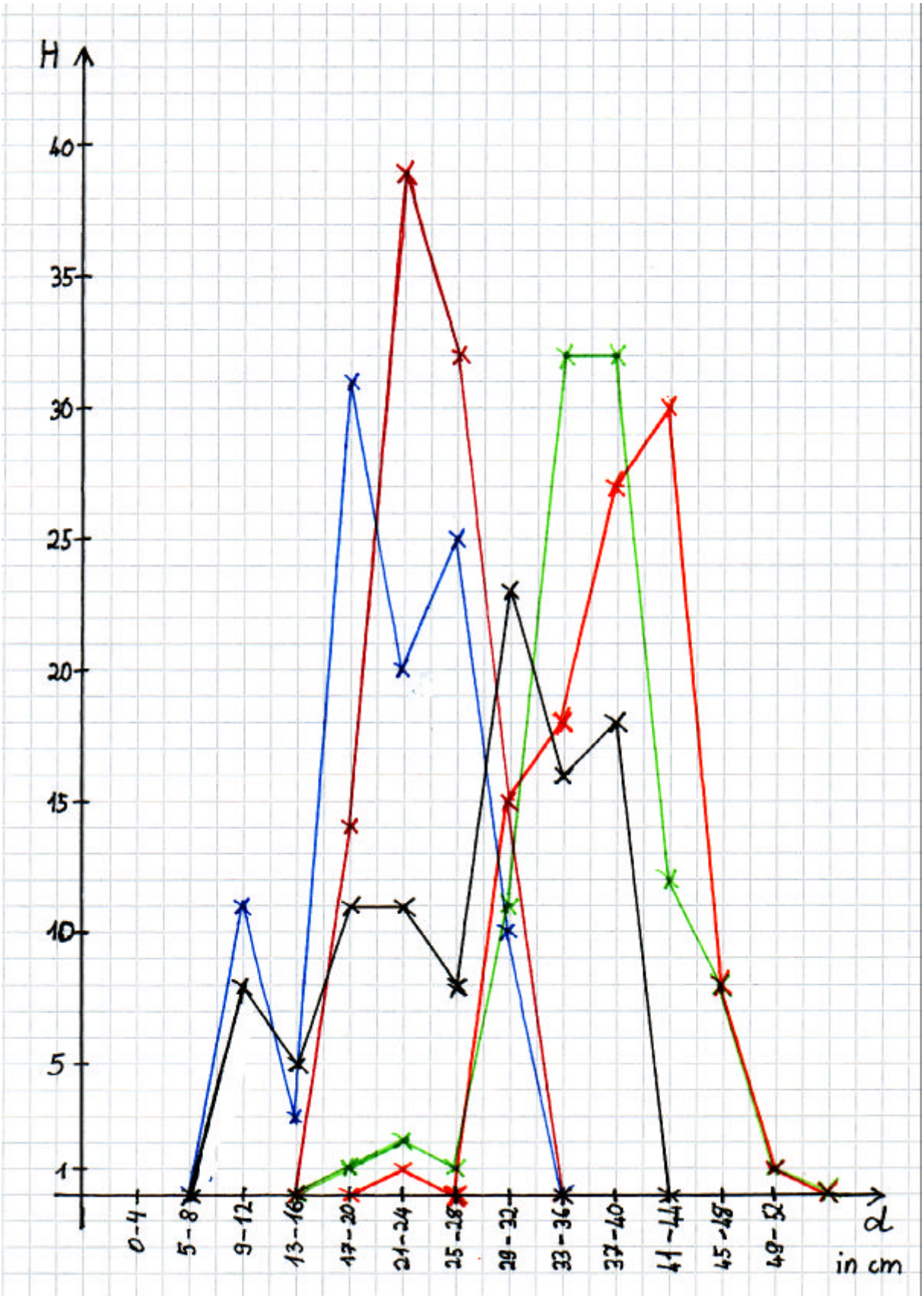
D in cm	absolute Häufigkeit		
49-50	13		
51-52	0	13	
53-54	2		
55-56	21	23	36
57-58	3		
59-60	6	9	
61-62	1		
63-64	1	2	11
65-66	3		
67-68	6	9	
69-70	5		
71-72	1	6	15
73-74	0		
75-76	3	3	
77-78	22		
79-80	6	28	31
81-82	0		
83-84	0	0	
85-86	5		
87-88	2	7	7

d in cm	absolute Häufigkeit	
9-10	1	
11-12	7	8
13-14	2	
15-16	3	5
17-18	3	
19-20	8	11
21-22	6	
23-24	5	11
25-26	4	
27-28	4	8
29-30	18	
31-32	5	23
33-34	10	
35-36	6	16
37-38	6	
39-40	12	18


H
40
35
30
25
20
15
10
5
1
1
2
3
4
5
6
n


H
40
35
30
25
20
15
10
5
1
0-4
5-8
9-12
13-16
17-20
21-24
25-28
29-32
33-36
37-40
41-44
45-48
49-52
53-56
57-60
61-64
65-68
69-72
73-76
77-80
81-84
85-88
89-92
93-96
97-100
101-104
in cm


H
80
70
60
50
40
30
20
10
2
0-8
9-16
17-24
25-32
33-40
41-48
49-56
57-64
65-72
73-80
81-88
89-96
97-104
D
in cm


H
40
35
30
25
20
15
10
5
1
0-4
5-8
9-12
13-16
17-20
21-24
25-28
29-32
33-36
37-40
41-44
45-48
49-52
d
in cm

Ergebnisse:

In der Zeichnung zur maximalen Schichtzahl n sieht man, bei welchen Wurftechniken größere bzw. kleinere n wahrscheinlich sind. Die Reihenfolge der Wurftechniken für größer werdendes n ist:

1. (rot), 2. (blau), 4. (grün), 5. (schwarz), 3. (orange).
→ n

In den Zeichnungen für D und d erkennt man folgende Reihenfolge der Wurftechniken für größer werdendes D bzw. d:

1. (rot), 2. (blau), 5. (schwarz), 3. (orange), 4.(grün),
→ D

2. (blau), 1. (rot), 5. (schwarz), 4. (grün), 3. (orange).
→ d

Bei der 3. und 4. Wurftechnik hat man eher große maximale und minimale Durchmesser. Also liegt hier oft ein Teil der Stäbchen so weit auseinander, dass man sie leicht aufnehmen kann. Bei diesen Wurftechniken kommt es aber auch oft vor, dass sich Stäbchen an bestimmten Stellen besonders hoch stapeln (großes n), besonders bei der 3. Wurftechnik. Diese Stäbchen kann man schwer aufnehmen. Bei der 3. und 4. Wurftechnik kann man also oft einen Teil der Stäbchen sehr leicht aufnehmen, es ist aber schwer, alle Stäbchen aufzunehmen.

Bei der 1. und 2.Wurftechnik hat man meistens kleine Durchmesser. Hier liegen die Stäbchen dichter beieinander und man kann sie deshalb nicht sehr gut aufnehmen. Aber die maximale Schichtzahl ist meistens nicht sehr groß. Dies macht das Aufnehmen der Stäbchen wieder etwas leichter. Die Stäbchen sind bei diesen Wurftechniken also gleichmäßiger verteilt als bei der 3. oder 4. Wurftechnik. Das Aufnehmen der einzelnen Stäbchen ist nicht so unterschiedlich schwer, wie bei der 3. oder 4. Wurftechnik.

Bei der 5. Wurftechnik ist Mikadospielen mittelschwer bis schwer (mittlere Durchmesserwerte, mittlere bis große maximale Schichtzahl).