



# GNEHM Härteprüfer AG

Oberdorfstrasse 33 CH-8812 Horgen SCHWEIZ  
Telefon +41 1 725 43 42 Fax +41 1 725 96 05  
E-mail: gnehmadm@bluewin.ch ISO 9001 Zert.-Nr. 200124

G N E H M 1 6 0

\*\*\*\*\*

Automatic Universal Rockwell Hardness-Tester

OPERATING INSTRUCTION

Direction for use GNEHM 160

	<u>page</u>
Prospectus	2
<u>Theory of hardness testing</u>	3
Rockwell procedure	3
Brinell procedure	6
Vickers procedure	7
<u>Prior to first use</u>	8
Maintenance	8
<u>Practically hardness Testing</u>	9
Rockwell hardness tests	9
Brinell hardness testing	12
Vickers hardness testing	12
<u>Tables</u>	
Härteprüfung von dünnen und eingesetzten Teilen	14
Mindestschichtdicken bei Rockwellprüfungen	15
Mindestschichtdicken bei Vickersprüfungen	16
Korrektur-Tabellen - zylindrische Teile	17
Härtezahlen nach Brinell	18
Härtezahlen nach Vickers	21
Vergleichstabelle Rockwell-Brinell-Vickers-Zugfestigkeit	25
Dimensions	26
Electronic Scheme	28
Principal mistakes by hardness testing general	29
Specific faults of hardness testers	30
Examination register	31



## GNEHM Härteprüfer AG

Oberdorfstrasse 33 CH-8812 Horgen SCHWEIZ  
Telefon +41 1 725 43 42 Fax +41 1 725 96 05  
E-mail: gnehmadm@bluewin.ch ISO 9001 Zert.-Nr. 200124

- 1 -

### Prior of first use

1. Carefully unpack hardness tester and place on a solid, vibrationfree table at the workstation. Provide bore for spindle passage.
2. Remove upper and rear covers.
3. Carefully remove padding.
4. Set adjusting lever for the test load level to 250.
5. Screw off the rake, suspend set of weights, weight no. 1 first.
6. Insert dial gauge into the tester in such a manner that the "ALBERT GNEHM" logo is horizontal. Then, secure at top with an allen wrench. Observe countersunk portion of the dial gauge mounting pin.
7. Level tester with the aid of the three level adjustment screws.
8. Establish electrical connection and observe voltage rating of 220 V.
9. Mount cover.

### Maintenance

The tester must be cleaned in the event of several soiling. Special attention must be given to the spindle and the thrust bearing below it as well as to the indenters and support. After cleaning, parts may only be slightly lubricated with lightweight oil.

Otherwise, the tester requires no maintenance.





## GNEHM Härteprüfer AG

Oberdorfstrasse 33 CH-8812 Horgen SCHWEIZ

Telefon +41 1 725 43 42 Fax +41 1 725 96 05

E-mail: gnehmadm@bluewin.ch ISO 9001 Zert.-Nr. 200124

- 2 -

### Measuring procedure

The minor load is applied by rotating the handwheel. The dial gauge is automatically set to zero. The major load is initiated by the built-in lifting motor. When the start switch on the control module is in the "automatic" position, initiation is carried out immediately by the built-in microswitch as soon as the small needle indicates the point on the dial gauge.

If the switch is in the "manual push button" position, it is made operative by actuating the start switch. The potentiometer which determines the load period is actuated as soon as the major load is fully applied. The load period can be selected between 1 and 30 seconds. Generally, the major load should be in effect for 2 seconds. The major load is removed after the preadjusted loading period lapses and the hardness value is indicated.

### Preparation for Rockwell hardness tests

1. Switch on main switch.
2. Insert table.
3. Insert indenter and select the test load according to the following table:

<u>Method</u>	<u>Indenter</u>	<u>Test load level</u>	<u>Minor load automatic</u>	<u>Scale</u>
HRB	Ball 1/16"	100	10	inner
HRC	Diamond 120°	150	10	middle
HRA	Diamond 120°	60	10	middle
HRD	Diamond 120°	100	10	middle
HRE	Ball 1/8"	100	10	inner
HRF	Ball 1/16"	60	10	inner
HRG	Ball 1/16"	150	10	inner
HRH	Ball 1/8"	60	10	inner
HRK	Ball 1/8"	150	10	inner
HRL	Ball 1/4"	60	10	inner
HRM	Ball 1/4"	100	10	inner
HRP	Ball 1/4"	150	10	inner
HRR	Ball 1/2"	60	10	inner
HRS	Ball 1/2"	100	10	inner
HRV	Ball 1/2"	150	10	inner
15 N	Diamond 120°	15	3	outer
30 N	Diamond 120°	30	3	outer
45 N	Diamond 120°	45	3	outer
15 T	Ball 1/16"	15	3	outer
30 T	Ball 1/16"	30	3	outer
45 T	Ball 1/16"	45	3	outer

4. Perform two measurements on a sample specimen.
5. Adjust load period on potentiometer to between 1 and 30 seconds. A 2 second load period is used in most cases.



## GNEHM Härteprüfer AG

Oberdorfstrasse 33 CH-8812 Horgen SCHWEIZ  
Telefon +41 1 725 43 42 Fax +41 1 725 96 05  
E-mail: gnehmadm@bluewin.ch ISO 9001 Zert.-Nr. 200124

- 3 -

### Rockwell hardness testing

Slight penetration of the indenter in the test specimen is obtained by turning the handwheel upward. This is the beginning of indentation depth measurement. The zero setting is carried out automatically since the dial gauge is provided with a safety clutch. Now, the test load is applied smoothly by means of a motor. The degree of penetration is indicated on the dial gauge. As soon as the needle stops, the major load is removed again after the time period adjusted on the potentiometer lapses. The indenter is at rest in the indentation when the minor load is applied, and the hardness value is directly indicated on the dial gauge.

Different test loads can be adjusted with the adjusting lever of the test load level. The adjusting lever may only be moved when the red START lamp is illuminated. In addition, the minor load is automatically increased from 3 to 10 when changing from 45 to 60. The dial gauge has an automatic zero setting feature. After shipment, it may occur that the needle does not correspond to the zero of the inner scale after application of the minor load, i.e. after clamping the test specimen. This situation is corrected by rotating the scale ring. This zero setting applies in the case of all measuring methods.

Measuring results are indicated on the following scales:

Rockwell tests with diamond indenter:	middle scale
Rockwell tests with ball indenter:	inner B scale
Super Rockwell tests with diamond or ball indenter:	outer scale.

The highest possible test load level should always be used for all measurement is inadmissible if the indentation produces a deformation on the other side of the test specimen. Hard test specimens can only be tested with the diamond indenter.

Since the indentation depth is measured the test specimen must be impeccably positioned on the platen. Soiling oil films or spring-action parts would falsify the measuring result.





## GNEHM Härteprüfer AG

Oberdorfstrasse 33 CH-8812 Horgen SCHWEIZ  
Telefon +41 1 725 43 42 Fax +41 1 725 96 05  
E-mail: gnehmadm@bluewin.ch ISO 9001 Zert.-Nr. 200124

- 4 -

### Test procedure:

1. Insert test specimen.
2. Apply minor load by rotating handwheel. The dial gauge is automatically set to zero (the 0 on the inner scale applies to all scales).
  - 2.1 Operation with the upper platen:  
Start switch in the "automatic" position, slowly rotate handwheel until test specimen is slightly clamped. The major load is automatically initiated.
  - 2.2 Operation without the upper platen:  
Start switch in the "manual push button" position, slowly rotate handwheel until the small needle is at the point on the dial gauge. The measuring process is initiated by actuating the start push button.
3. The Rockwell hardness value is indicated on the dial gauge. The middle scale applies to measurements according to Rockwell tests A, C, D (diamond 120°), the inner scale applies to Rockwell methods B, F, G (ball 1/16"). The outer scale applies to all Superrockwell methods.



## GNEHM Härteprüfer AG

Oberdorfstrasse 33 CH-8812 Horgen SCHWEIZ

Telefon +41 1 725 43 42 Fax +41 1 725 96 05

E-mail: gnehmadm@bluewin.ch ISO 9001 Zert.-Nr. 200124



- 5 -

### Brinell hardness testing

The GNEHM 160 can produce the following Brinell impressions which must then be measured.

Test loads level: 62,5 187,5 250  
Indenter: Ball dia. 5, 2,5

Load level	Ball diameter D	Hardness range	Application
D2	5	2,5	HB
30		187,5	140 - 450
10	250	62,5	50 - 315
			Cast iron, nonferrous metals, age-hardened aluminium
2,5	62,5		12 - 80
			very soft materials

### Vickers hardness testing

The following test load levels can be used for Vickers tests:

Test load level: 3 10 (minor loads of Rockwell tests)  
30, 60, 100

Indenter: Vickers diamond-pyramid with 136° angle between opposite faces. (Special accessory)

## Preparation for Brinell and Vickers measurement

1. Switch on main switch.
2. Insert table
3. Chuck indenter and select test load.

## Test procedure

1. Insert test specimen.
- 2.1 Operation with upper platen:  
Slowly rotate handwheel until test specimen is slightly clamped.
- 2.2 Operation without upper platen:  
Slowly rotate handwheel until the small needle indicates the point on the dial gauge.
3. The major load is required for Vickers tests with a test load of 3 and 10. Therefore, the start switch must be in the "start push button" position.

Adjusting lever: 15 - 45: 3 kp test load

Adjusting lever: 60 - 250: 10 kp test load

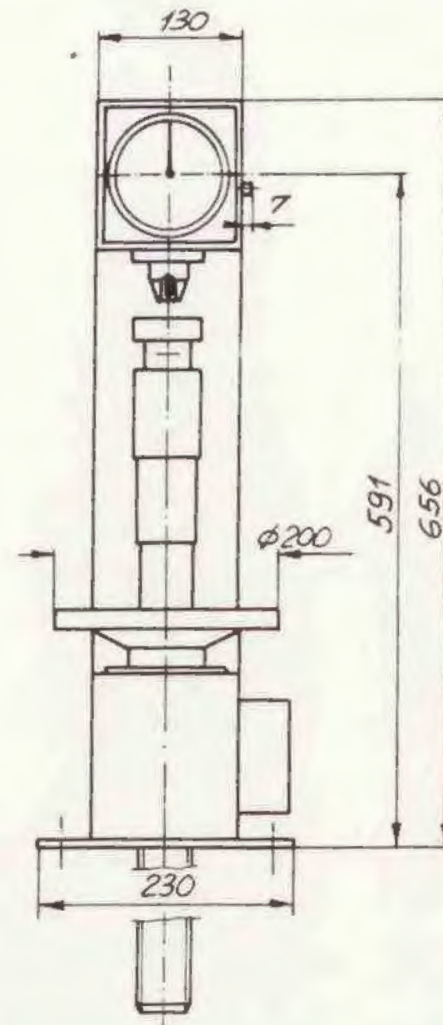
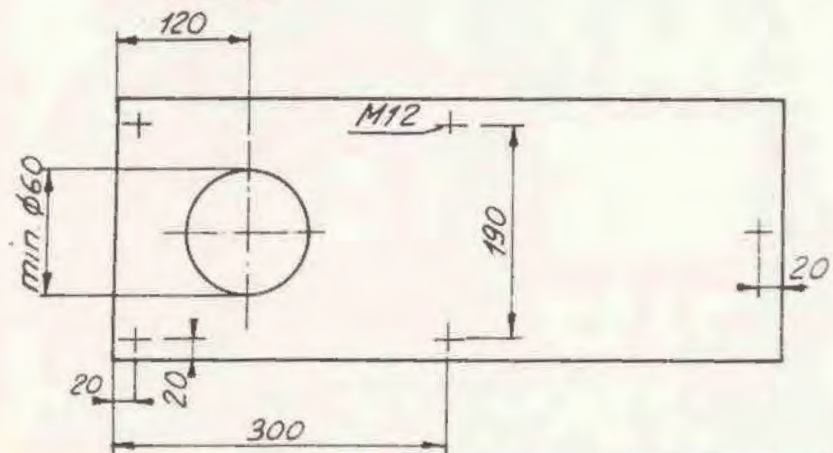
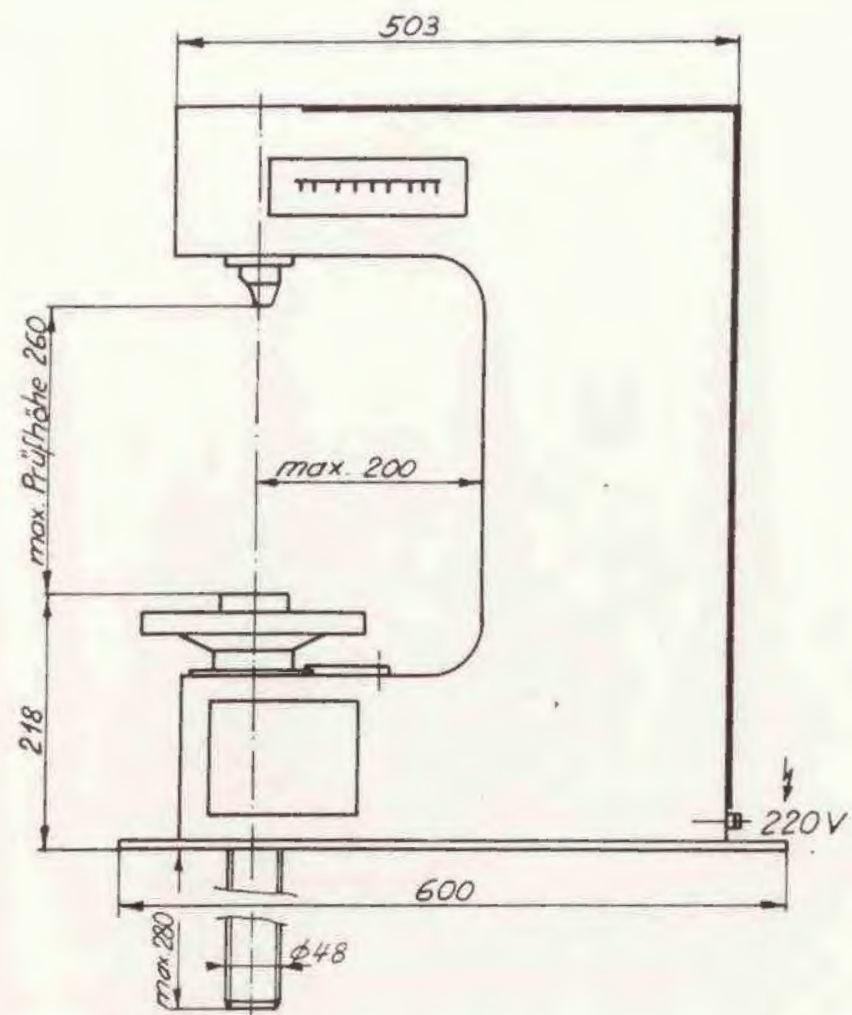
The procedures given in section 4 are not carried out.

- 4.1 Start switch in the automatic position:  
The major load is automatically initiated.
- 4.2 Start switch in the manual push button position:  
The measuring process is initiated by actuating the start push button.
5. Dechuck test specimen.
- 6.1 Brinell measurement:  
determine impression diameter (magnifying glass, measuring microscope)
- 6.2 Vickers measurement:  
determine length of diagonals (measuring microscope, projector)

$$d: \frac{d_1 + d_2}{2}$$

7. Refer to table for hardness value





Stückzahl Nombre de pièces	Gegenstand Spécification	Pos. Rap.	Wertstoff Matière	Gewicht & Stück Poids & pièce	Modell Modèle	Bemerkungen Observations
IV III II I	Anderungen: Modifications:					Ersetzt durch: Remplacé par: Ersatz für: Remplace:
<b>MASSBILD DIMENSIONS</b>				Maßstab Echelle 5:1	Gezeichnet Dessiné Geprüft Contrôlé Gezeichnet Vu	11.7.78 
				<b>ALBERT GNEHM HORGEN</b> Werkzeug- und Apparatefabrik		<b>GNEHM 160</b>

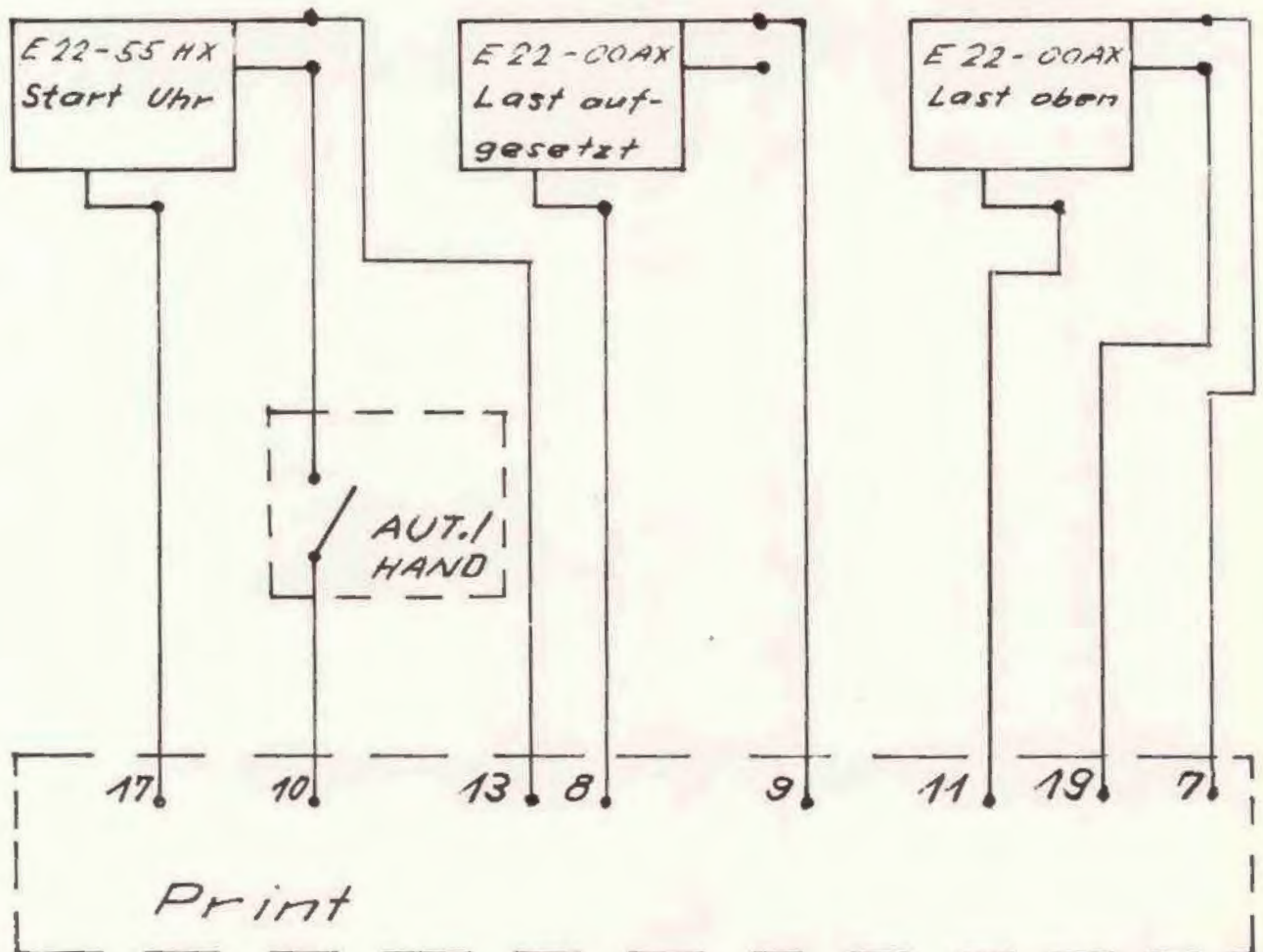


# GNEHM Härteprüfer AG

Oberdorfstrasse 33 CH-8812 Horgen SCHWEIZ  
Telefon +41 1 725 43 42 Fax +41 1 725 96 05  
E-mail: gnehmadm@bluewin.ch ISO 9001 Zert.-Nr. 200124

## VERDRAHTUNGSSCHEMA

GNEHM 160 / GNEHM 150 / GNEHM 100

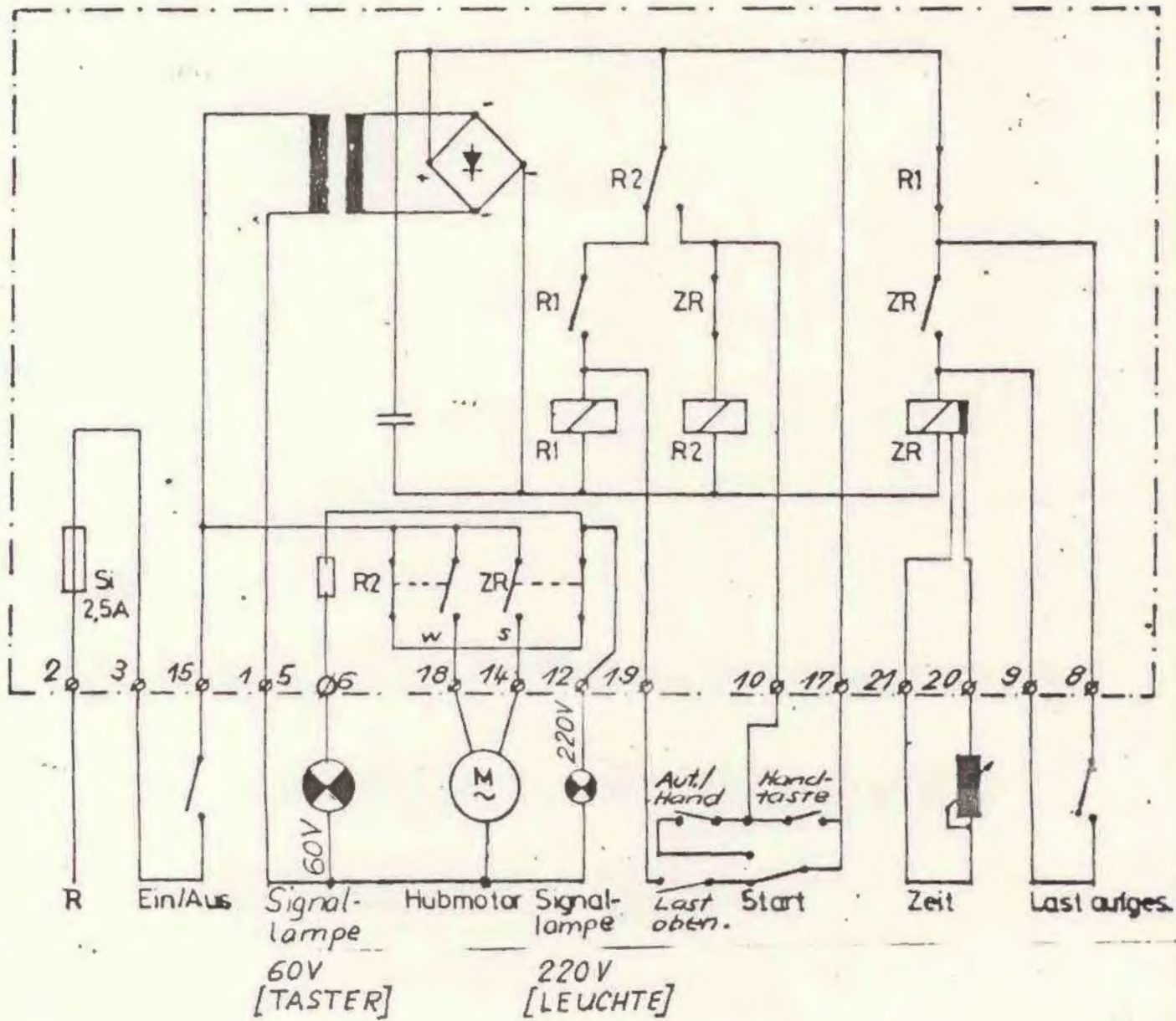


GNEHM 160 : AB SERIE 5  
GNEHM 150 A : ALLE MODELLE  
GNEHM 100 A : AB SERIE 13

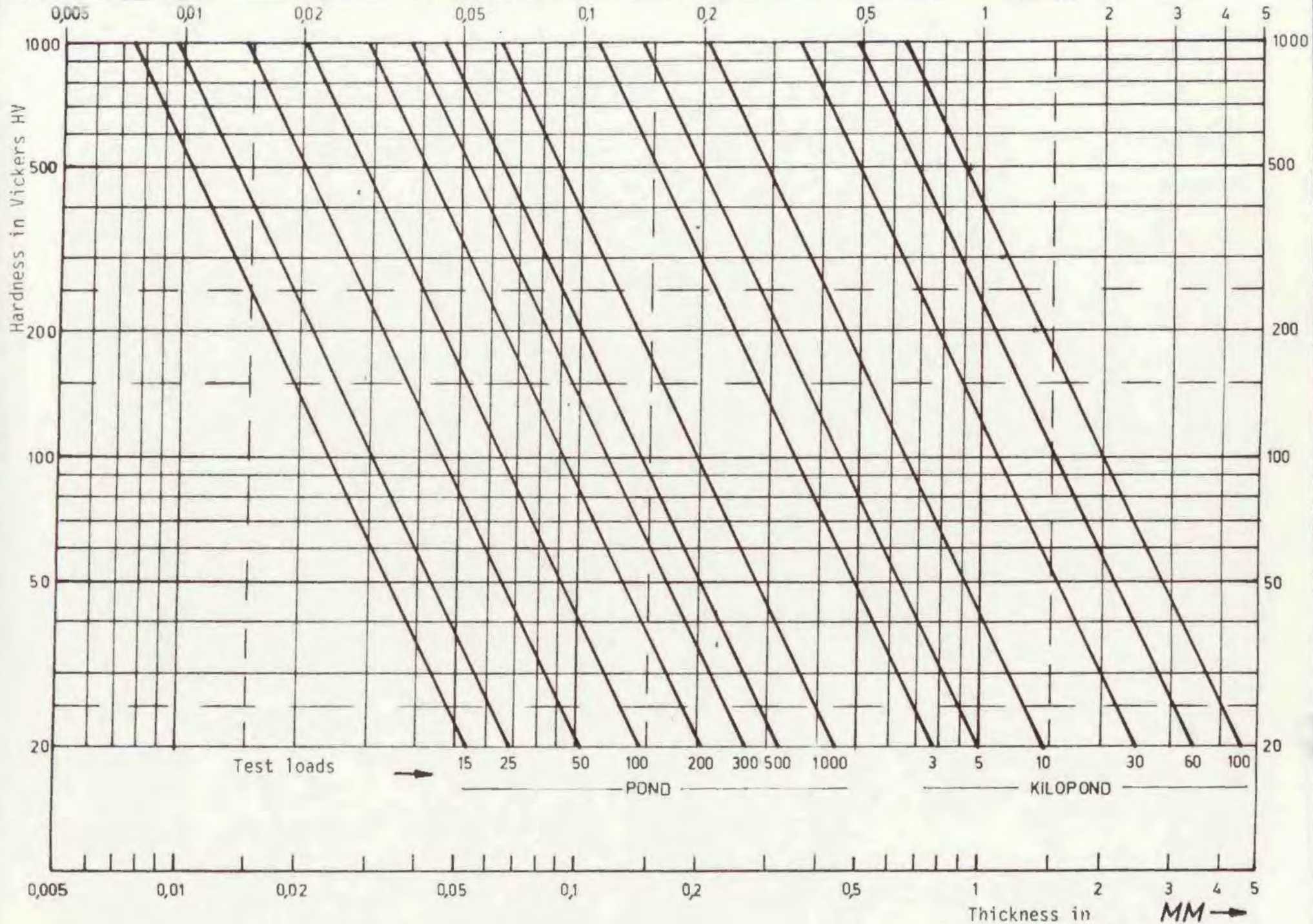


ELEKTRISCHES SCHEMA

GNEHM 160 / GNEHM 150 Automat / GNEHM 100 Automat



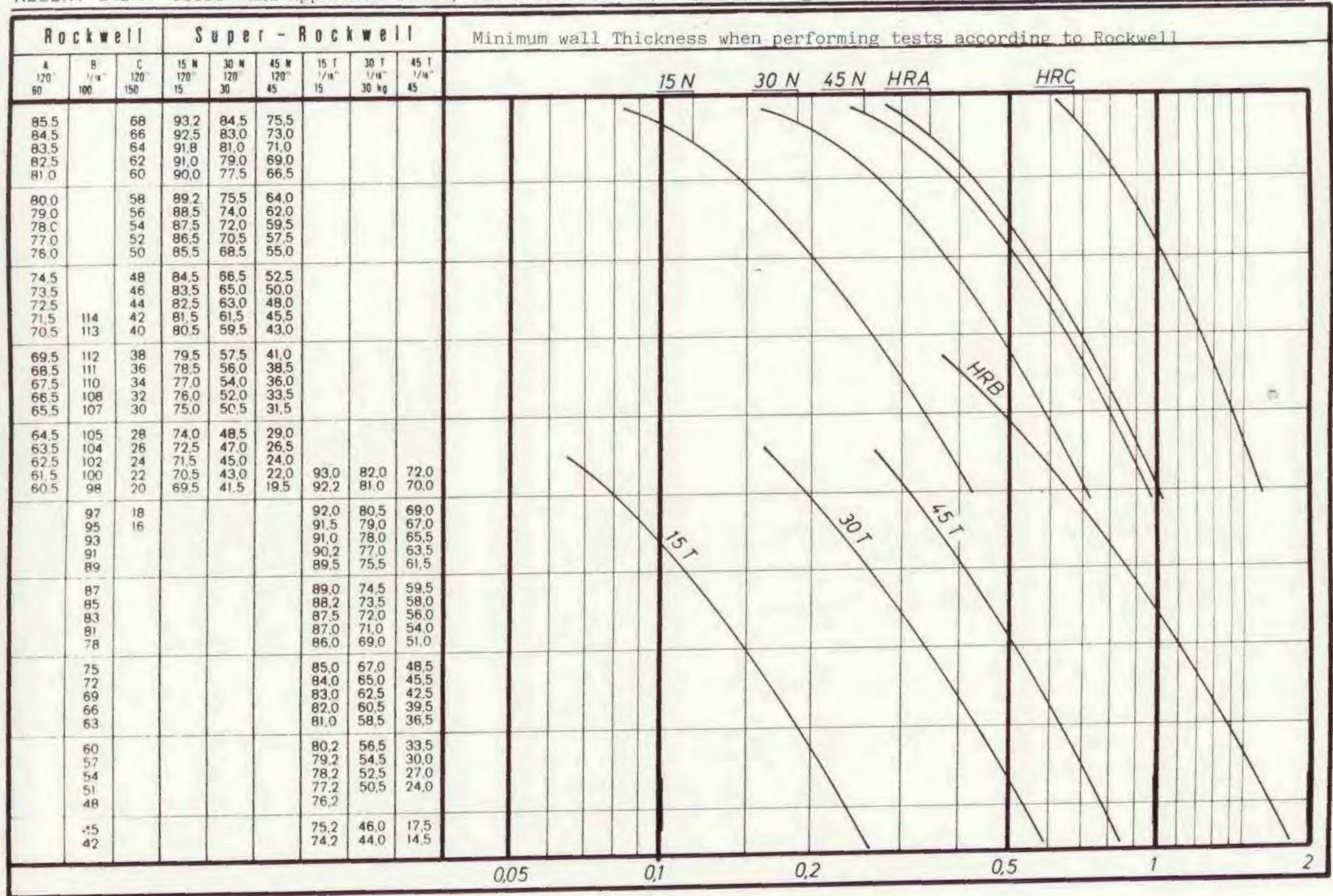




Minimum wall thickness when performing tests according to Vickers

GNEHM HORGEN







**TESTING THE HARDNESS OF THIN-WALLED AND CASE-HARDENED PRODUCTS**

---

When measuring thin-walled products it is important that the point of impression does not show through the part. If this should be the case, a reduced test load is to be employed, or a different method of testing must be selected.

Case-hardened products are tested with an ever-increasing load until a clear drop in hardness due to penetration of the case-hardened layer becomes apparent. Thereafter, a somewhat reduced load should be selected.

Minimum wall thicknesses when performing tests according to the Rockwell Superficial method

---

Method	Load kp	Minimum wall thicknesses at a HRC hardness of:					
		20	30	40	50	60	70
15 N	15	0,41	0,33	0,25	0,19	0,14	0,09
30 N	30	0,69	0,58	0,47	0,36	0,26	0,17
45 N	45	0,91	0,77	0,63	0,50	0,37	0,25

Minimum wall thicknesses when performing tests according to Rockwell A, B, C, D, F, G

---

The depth of indentation may be 1/10 of the material wall thickness at the maximum.

Examples of calculation:

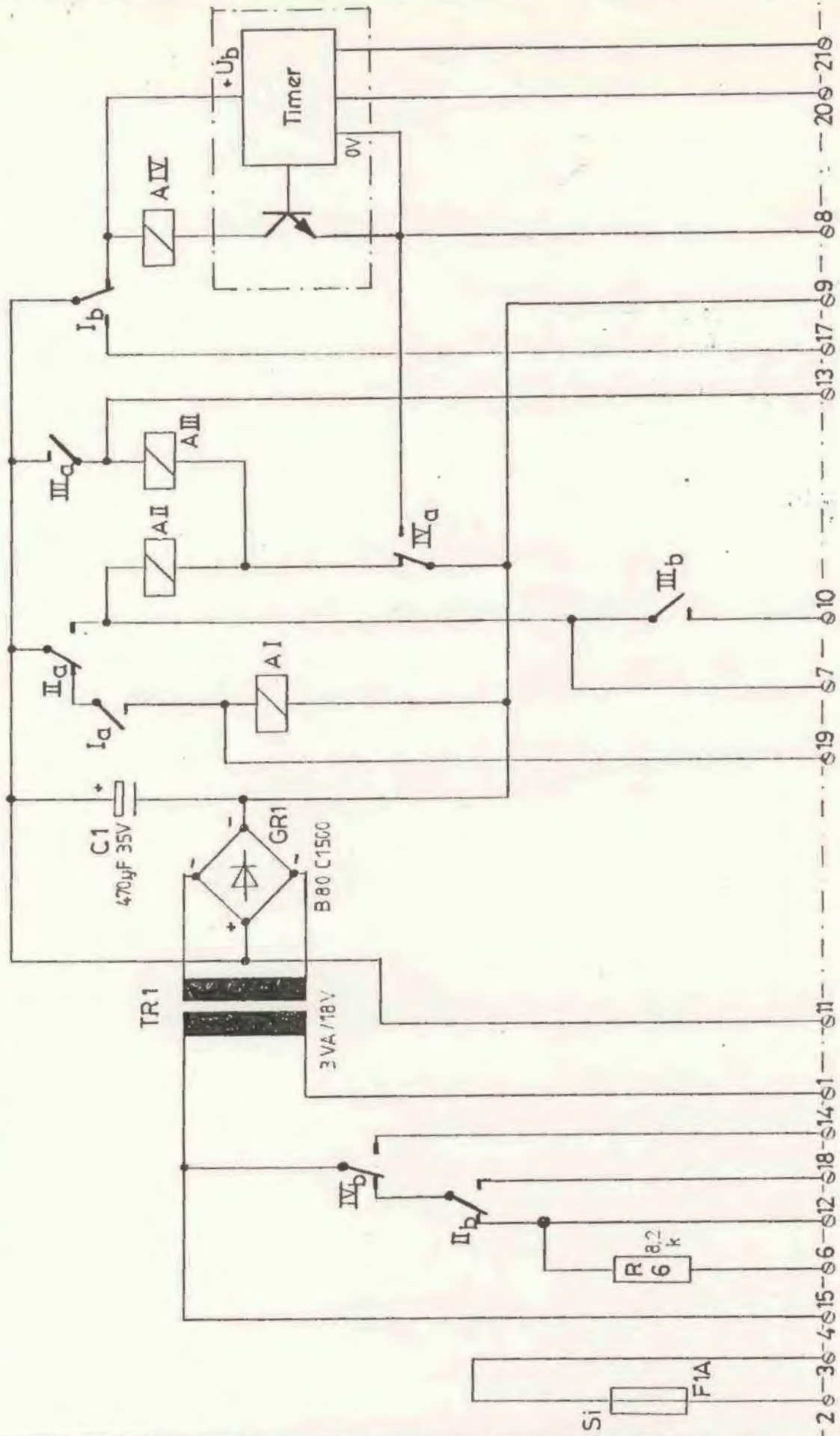
1. HRC hardness = 60  
 Indentation depth =  $100 - 60 \text{ HRC} = 40 \text{ units} = 40 \times 0.002 \text{ mm} = 0.08 \text{ mm}$   
 Minimum wall thickness =  $10 \times \text{indentation depth} = 10 \times 0.08 = 0.8 \text{ mm}$
  
2. HRB hardness = 80  
 Indentation depth =  $130 - 80 \text{ HRB} = 50 \text{ units} = 50 \times 0.002 \text{ mm} = 0.1 \text{ mm}$   
 Minimum wall thickness =  $10 \times \text{indentation depth} = 10 \times 0.1 = 1 \text{ mm}$

Table

Rockwell Scales A, C, D (Diamond)		20	30	40	50	60	70	80
Rockwell Scales B, F, G (Ball)	40	50	60	70	80	90	100	
Minimum wall thickness	mm	1,8	1,6	1,4	1,2	1	0,8	0,6



Main sources of error when testing hardness (GENERAL)	Effect on hardness read - off	
	Rockwell	Brinell, Vickers
<u>Service faults</u> 1. Reading off the wrong scale on the dial. 2. Using wrong rule, ocular or table. 3. Using wrong test load. 4. Using wrong indenter. 5. Anvil, spindle, ballbearing oily or dirty. 6. Jerky, too rapid application of the preload. (spindle up) 7. Jerky, too rapid reduction of total load. (using the hand lever). 8. Dirty anvil or test spot on testpiece.	wrong throughout right wrong throughout wrong throughout too deep occasionally wrong occasionally wrong too deep	right wrong throughout wrong throughout wrong throughout right occasionally wrong right right
<u>Instrument faults</u> 1. Instrument not level 2. Damaged indenter 3. Dial clutch set to weakly 4. Oil shock absorber empty or defect 5. Faulty fuse 6. Faulty lamp 7. Displaced load	wrong throughout wrong throughout occasionally wrong too deep - - occasionally wrong	wrong throughout wrong throughout right too deep - - occasionally wrong



Auftrag ALBERT GNEHM, CH-8812 HORGEN

BASSAG AG

Gerechnet	Det	Viz
Geprüft	11.8.87	Le
Gesehen		
ZV		
Übersetzt		

PRINT: Härteprüfer

Maßstab	Ersatz für
	Vordruck











## GNEHM Härteprüfer AG

Oberdorfstrasse 33 CH-8812 Horgen SCHWEIZ  
 Telefon +41 1 725 43 42 Fax +41 1 725 96 05  
 E-mail: gnehmadm@bluewin.ch ISO 9001 Zert.-Nr. 200124

The GNEHM 160 hardness tester can also be used for Brinell indentations. However, an additional measuring instrument is required for measuring the indentation diameter. We recommend our KH20 measuring microscope with lighting for this purpose.

### Theory of Brinell hardness testing

Brinell hardness is ascertained with steel ball indenters of 1 to 10mm  $\varnothing$  which produce the indentation at standardized test loads (0,5 to 3000 kg). Brinell hardness is determined in the following manner:

$$\text{Brinell hardness} = \frac{\text{Load}}{\text{Impression area}} \quad \frac{\text{kp}}{\text{mm}^2}$$

The result is given as an absolute number without units. Hardness is determined by measuring the diameter of the impression and the corresponding hardness value is derived from the table. It must be observed that the diameter of the impression is between 1/5 - 1/2 of the ball diameter.

Application: Since a steel ball is used for testing, only unhardened steel grades, cast steel and iron, and nonferrous metals can be tested. The impression must be measured and for this reason, the Brinell test is less economical than the Rockwell test. However, due to the fact that high test loads and indenters are most commonly used, the Brinell test is less sensitive to surface defects as well as coarse structure and is therefore optimally suited for testing raw materials and castings.

Load Ratio $D^2$	Ball Diameter D					Brinell Hardness Range	Applications					
	10		5		2.5			1.25		1		
	N	(kp)	N	(kp)	N	(kp)	N	(kp)	N	(kp)		
30	29420	(3000)	7355	(750)	1839	(187.5)	459.92	(46.9)	294.2	(30.0)	67 - 450	Steel, grey cast iron Non-metals, grey cast iron Aluminium, heat treated Aluminium, annealed Bearing metals Lead
10	9807	(1000)	2450	(250)	612.9	(62.5)	152.98	(15.6)	98.07	(10.0)	22 - 315	
5	4903	(500)	1226	(125)	306	(31.2)	76.49	(7.8)	49.03	(5.0)	11 - 158	
2.5	2452	(250)	612.9	(62.5)	152.98	(15.6)	38.25	(3.9)	24.52	(2.5)	6 - 79	
1.25	1226	(125)	306	(31.2)	76.49	(7.8)	19.61	(2.0)	11.77	(1.2)	3 - 39	



## GNEHM Härteprüfer AG

Oberdorfstrasse 33 CH-8812 Horgen SCHWEIZ  
Telefon +41 1 725 43 42 Fax +41 1 725 96 05  
E-mail: gnehmadm@bluewin.ch ISO 9001 Zert.-Nr. 200124

The GNEHM 160 can also produce Vickers indentations. In this case, however, a Vickers indenter must be purchased as a special accessory. In addition, a measuring instrument (measuring microscope, etc.) must be available for precise measurement of indentation diagonals. We recommend the KH40 measuring microscope with lighting for larger indentations (high test load, minimum hardness).

### Theory of Vickers hardness test

In a similar manner to the Brinell method, material hardness is determined from the relationship of the test load to the area of the square indentation of the diamond-pyramid indenter with a  $136^\circ$  angle between opposite faces. The mean value of both diagonals is measured and the associated hardness value is indicated in the table in Vickers units.

The Vickers test is the most accurate hardness test method and it can be used for all materials. Due to minimum impression depths produced during Vickers testing, it is also well suited for testing very thin or case hardened test specimens.



TABLES OF CORRECTIONS WHEN PERFORMING ROCKWELL HARDNESS TESTS ON CYLINDRICAL PARTS

The correction values are dependent on the hardness and the diameter of the parts tested. The effective hardness value is obtained by adding the correction value to that displayed on the dial gauge.

When performing the test, it is important that the test specimen is accurately aligned with the penetrator.

Table

Material: Hardened steel Methods: Rockwell A, C, D  
 Penetrator: Rockwell CAN

Hardness	Diameters of the test specimens						
	6	10	12	16	20	22	25
80	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0
70	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0	0
60	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
50	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5
40	3.5	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0
30	5.0	3.5	2.5	2.0	1.5	1.5	1.0
20	6.0	4.5	3.5	2.5	2.0	1.5	1.5

Table

Material: Unhardened steel  
 Penetrator: Rockwell 1/16"  
 Methods: Rockwell B, F, G

Hardness	Diameters of the test specimens						
	6	10	12	16	20	22	25
100	3.5	2.5	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5
90	4.0	3.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.0
80	5.0	3.5	2.5	2.0	1.5	1.5	1.5
70	6.0	4.0	3.0	2.5	2.0	2.0	1.5
60	7.0	5.0	3.5	3.0	2.5	2.0	2.0
50	8.0	5.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0
40	9.0	6.0	4.5	4.0	3.0	2.5	2.5
30	10.0	6.5	5.0	4.5	3.5	3.0	2.5
20	11.0	7.5	5.5	4.5	4.0	3.5	3.0
10	12.0	8.0	6.0	5.0	4.0	3.5	3.0
0	12.5	8.5	6.5	5.5	4.5	3.5	3.0

Table

Material: Hardened steel  
 Penetrator: Rockwell CAN  
 Methods: Rockwell Superficial 15N, 30N, 45N

Hardness	Diameters of the test specimens						
	3	6	10	12	16	20	25
90	0.5	0.5	0	0	0	0	0
85	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0
80	1.0	0.5	0.5	0.5	0	0	0
75	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0
70	2.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
65	2.5	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
60	3.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5
55	3.5	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5
50	3.5	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0	0.5
45	4.0	2.5	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0
40	4.5	3.0	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0

Table

Material: Unhardened steel  
 Penetrator: Rockwell 1/16"  
 Methods: Rockwell Superficial 15T, 30T, 45T

Hardness	Diameters of the test specimens						
	3	6	10	12	16	20	25
90	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
80	3.0	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5
70	5.0	3.5	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0
60	6.5	4.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.5
50	8.5	5.5	4.0	3.0	2.5	2.0	1.5
40	10.0	6.5	4.5	1.5	3.0	2.5	2.0
30	11.5	7.5	5.0	4.0	3.5	2.5	2.0
20	13.0	9.0	6.0	4.5	3.5	3.0	2.0



Hardness numbers after Brinell with balldiameter 2,5 mm									
d	HB Test load				d	HB Test load			
	187,5	62,5	31,25	15,625		187,5	62,5	31,25	15,625
0,41	1411	470	235	117	0,86	313	104	52,2	26,1
0,42	1344	448	224	112	0,87	306	102	50,9	25,5
0,43	1282	427	214	107	0,88	298	99,5	49,7	24,9
0,44	1223	408	204	102	0,89	292	97,2	48,6	24,3
0,45	1169	390	195	97,4	0,90	285	95,0	47,5	23,7
0,46	1119	373	186	93,2	0,91	278	92,8	46,4	23,2
0,47	1071	357	179	89,3	0,92	272	90,7	45,4	22,7
0,48	1027	342	171	85,6	0,93	266	88,7	44,4	22,2
0,49	985	328	164	82,1	0,94	260	86,8	43,4	21,7
0,50	945	315	158	78,8	0,95	255	84,9	42,4	21,2
0,51	908	303	151	75,7	0,96	249	83,0	41,5	20,8
0,52	873	291	146	72,8	0,97	244	81,3	40,6	20,3
0,53	840	280	140	70,0	0,98	239	79,6	39,8	19,9
0,54	809	270	135	67,4	0,99	234	77,9	38,9	19,5
0,55	780	260	130	65,0	1,00	229	76,3	38,1	19,1
0,56	752	251	125	62,6	1,01	224	74,7	37,3	18,7
0,57	725	242	121	60,4	1,02	219	73,2	36,6	18,3
0,58	700	233	117	58,3	1,03	215	71,7	35,8	17,9
0,59	676	225	113	56,3	1,04	211	70,2	35,1	17,6
0,60	653	218	109	54,4	1,05	207	68,8	34,4	17,2
0,61	632	211	105	52,7	1,06	202	67,5	33,7	16,9
0,62	611	204	102	50,9	1,07	198	66,2	33,1	16,5
0,63	592	197	98,6	49,3	1,08	195	64,9	32,4	16,2
0,64	573	191	95,5	47,8	1,09	191	63,6	31,8	15,9
0,65	555	185	92,6	46,3	1,10	187	62,4	31,2	15,6
0,66	538	179	89,7	44,9	1,11	184	61,2	30,6	15,3
0,67	522	174	87,0	43,5	1,12	180	60,1	30,0	15,0
0,68	507	169	84,4	42,2	1,13	177	59,0	29,5	14,7
0,69	492	164	81,9	41,0	1,14	174	57,9	28,9	14,5
0,70	477	159	79,6	39,8	1,15	170	56,8	28,4	14,2
0,71	464	155	77,3	38,7	1,16	167	55,8	27,9	13,9
0,72	451	150	75,1	37,6	1,17	164	54,8	27,4	13,7
0,73	438	146	73,0	36,5	1,18	161	53,8	26,9	13,4
0,74	426	142	71,0	35,5	1,19	158	52,8	26,4	13,2
0,75	415	138	69,1	34,6	1,20	156	51,9	25,9	13,0
0,76	404	135	67,3	33,6	1,21	153	51,0	25,5	12,7
0,77	393	131	65,5	32,7	1,22	150	50,1	25,0	12,5
0,78	383	128	63,8	31,9	1,23	148	49,2	24,6	12,3
0,79	373	124	62,1	31,1	1,24	145	48,4	24,2	12,1
0,80	363	121	60,5	30,3	1,25	143	47,5	23,8	11,9
0,81	354	118	59,0	29,5	1,26	140	46,7	23,4	11,7
0,82	345	115	57,5	28,8	1,27	138	45,9	23,0	11,5
0,83	337	112	56,1	28,1	1,28	135	45,1	22,6	11,3
0,84	329	110	54,8	27,4	1,29	133	44,4	22,2	11,1
0,85	321	107	53,4	26,7	1,30	131	43,7	21,8	10,9

d = Diameter of penetration in mm

Hardness numbers after Brinell with balldiameter 2,5 mm									
d	HB Test load				d	HB Test load			
	187,5	62,5	31,25	15,625		187,5	62,5	31,25	15,625
1,31	129	42,9	21,5	10,7	1,56	87,4	29,1	14,6	7,3
1,32	127	42,2	21,1	10,6	1,57	86,1	28,7	14,4	7,2
1,33	125	41,5	20,8	10,4	1,58	84,9	28,3	14,1	7,1
1,34	123	40,9	20,4	10,2	1,59	83,7	27,9	13,9	7,0
1,35	121	40,2	20,1	10,1	1,60	82,5	27,5	13,7	6,9
1,36	119	39,6	19,8	9,9	1,61	81,3	27,1	13,5	6,8
1,37	117	38,9	19,5	9,7	1,62	80,1	26,7	13,4	6,7
1,38	115	38,3	19,2	9,6	1,63	79,0	26,3	13,2	6,6
1,39	113	37,7	18,9	9,4	1,64	77,9	26,0	13,0	6,5
1,40	111	37,1	18,6	9,3	1,65	76,8	25,6	12,8	6,4
1,41	110	36,5	18,3	9,1	1,66	75,7	25,2	12,6	6,3
1,42	108	36,0	18,0	9,0	1,67	74,7	24,9	12,4	6,2
1,43	106	35,4	17,7	8,9	1,68	73,6	24,5	12,3	6,1
1,44	105	34,9	17,4	8,7	1,69	72,6	24,2	12,1	6,0
1,45	103	34,3	17,2	8,6	1,70	71,6	23,9	11,9	6,0
1,46	101	33,8	16,9	8,5	1,71	70,6	23,5	11,8	5,9
1,47	99,9	33,3	16,7	8,3	1,72	69,6	23,2	11,6	5,8
1,48	98,4	32,8	16,4	8,2	1,73	68,7	22,9	11,4	5,7
1,49	96,9	32,3	16,2	8,1	1,74	67,7	22,6	11,3	5,6
1,50	95,5	31,8	15,9	8,0	1,75	66,8	22,3	11,1	5,6
1,51	94,1	31,4	15,7	7,8					
1,52	92,7	30,9	15,4	7,7					
1,53	91,3	30,4	15,2	7,6					
1,54	90,0	30,0	15,0	7,5					
1,55	88,7	29,6	14,8	7,4					

d = Diameter of penetration in mm



Hardness numbers after Brinell with balldiameter 5mm									
d	HR Test load				d	HB Test load			
	750	250	125	62,5		750	250	125	62,5
0,81	1446	482	241	121	1,26	592	197	98,6	49,3
0,82	1411	470	235	117	1,27	582	194	97,1	48,6
0,83	1377	459	229	114	1,28	573	191	95,5	47,8
0,84	1344	448	224	112	1,29	564	188	94,0	47,0
0,85	1312	437	219	109	1,30	555	185	92,6	46,3
0,86	1282	427	214	107	1,31	547	182	91,1	45,6
0,87	1252	417	209	104	1,32	538	179	89,7	44,9
0,88	1223	408	204	102	1,33	530	177	88,4	44,2
0,89	1196	399	199	99,7	1,34	522	174	87,0	43,5
0,90	1169	390	195	97,4	1,35	514	171	85,7	42,9
0,91	1144	381	191	95,3	1,36	507	169	84,4	42,2
0,92	1119	373	186	93,2	1,37	499	166	83,2	41,6
0,93	1094	365	182	91,2	1,38	492	164	81,9	41,0
0,94	1071	357	179	89,3	1,39	485	162	80,8	40,4
0,95	1048	349	175	87,4	1,40	477	159	79,6	39,8
0,96	1027	342	171	85,6	1,41	471	157	78,4	39,2
0,97	1005	335	168	83,8	1,42	464	155	77,3	38,7
0,98	985	328	164	82,1	1,43	457	152	76,2	38,1
0,99	965	322	161	80,4	1,44	451	150	75,1	37,6
1,00	945	315	158	78,8	1,45	444	148	74,1	37,0
1,01	926	309	154	77,2	1,46	438	146	73,0	36,5
1,02	908	303	151	75,7	1,47	432	144	72,0	36,0
1,03	890	297	148	74,2	1,48	426	142	71,0	35,5
1,04	873	291	146	72,8	1,49	420	140	70,1	35,0
1,05	856	285	143	71,4	1,50	415	138	69,1	34,6
1,06	840	280	140	70,0	1,51	409	136	68,2	34,1
1,07	824	275	137	68,7	1,52	404	135	67,3	33,6
1,08	809	270	135	67,4	1,53	398	133	66,4	33,2
1,09	794	265	132	66,2	1,54	393	131	65,5	32,7
1,10	780	260	130	65,0	1,55	388	129	64,6	32,3
1,11	765	255	128	63,8	1,56	383	128	63,8	31,9
1,12	752	251	125	62,6	1,57	378	126	62,9	31,5
1,13	738	246	123	61,5	1,58	373	124	62,1	31,1
1,14	725	242	121	60,4	1,59	368	123	61,3	30,7
1,15	712	237	119	59,4	1,60	363	121	60,5	30,3
1,16	700	233	117	58,3	1,61	359	120	59,8	29,9
1,17	688	229	115	57,3	1,62	354	118	59,0	29,5
1,18	876	225	113	56,3	1,63	350	117	58,3	29,1
1,19	665	222	111	55,4	1,64	345	115	57,5	28,8
1,20	653	218	109	54,4	1,65	341	114	56,8	28,4
1,21	643	214	107	53,5	1,66	337	112	56,1	28,1
1,22	632	211	105	52,7	1,67	333	111	55,4	27,7
1,23	621	207	104	51,8	1,68	329	110	54,8	27,4
1,24	611	204	102	50,9	1,69	325	108	54,1	27,0
1,25	601	200	100	50,1	1,70	321	107	53,4	26,7

d - Diameter of penetration in mm

Hardness numbers after Brinell with balldiameter 5mm									
d	HB Test load				d	HB Test load			
	750	250	125	62,5		750	250	125	62,5
1,71	317	106	52,8	26,4	2,16	195	64,9	32,4	16,2
1,72	313	104	52,2	26,1	2,17	193	64,2	32,1	16,1
1,73	309	103	51,5	25,8	2,18	191	63,6	31,8	15,9
1,74	306	102	50,9	25,5	2,19	189	63,0	31,5	15,8
1,75	302	101	50,3	25,2	2,20	187	62,4	31,2	15,6
1,76	298	99,5	49,7	24,9	2,21	185	61,8	30,9	15,5
1,77	295	98,3	49,2	24,6	2,22	184	61,2	30,6	15,3
1,78	292	97,2	48,6	24,3	2,23	182	60,6	30,3	15,2
1,79	288	96,1	48,0	24,0	2,24	180	60,1	30,0	15,0
1,80	285	95,0	47,5	23,7	2,25	179	59,5	29,8	14,9
1,81	282	93,9	46,9	23,5	2,26	177	59,0	29,5	14,7
1,82	278	92,8	46,4	23,2	2,27	175	58,4	29,2	14,6
1,83	275	91,7	45,9	22,9	2,28	174	57,9	28,9	14,5
1,84	272	90,7	45,4	22,7	2,29	172	57,3	28,7	14,3
1,85	269	89,7	44,9	22,4	2,30	170	56,8	28,4	14,2
1,86	266	88,7	44,4	22,2	2,31	169	56,3	28,1	14,1
1,87	263	87,7	43,9	21,9	2,32	167	55,8	27,9	13,9
1,88	260	86,8	43,4	21,7	2,33	166	55,2	27,6	13,8
1,89	257	85,8	42,9	21,5	2,34	164	54,8	27,4	13,7
1,90	255	84,9	42,4	21,2	2,35	163	54,3	27,1	13,6
1,91	252	84,0	42,0	21,0	2,36	161	53,8	26,9	13,4
1,92	249	83,0	41,5	20,8	2,37	160	53,3	26,6	13,3
1,93	246	82,1	41,1	20,5	2,38	158	52,8	26,4	13,2
1,94	244	81,3	40,6	20,3	2,39	157	52,3	26,2	13,1
1,95	241	80,4	40,2	20,1	2,40	156	51,9	25,9	13,0
1,96	239	79,6	39,8	19,9	2,41	154	51,4	25,7	12,9
1,97	236	78,7	39,4	19,7	2,42	153	51,0	25,5	12,7
1,98	234	77,9	38,9	19,5	2,43	152	50,5	25,3	12,6
1,99	231	77,1	38,5	19,3	2,44	150	50,1	25,0	12,5
2,00	229	76,3	38,1	19,1	2,45	149	49,6	24,8	12,4
2,01	226	75,5	37,7	18,9	2,46	148	49,2	24,6	12,3
2,02	224	74,7	37,3	18,7	2,47	146	48,8	24,4	12,2
2,03	222	73,9	37,0	18,5	2,48	145	48,4	24,2	12,1
2,04	219	73,2	36,6	18,3	2,49	144	47,9	24,0	12,0
2,05	217	72,4	36,2	18,1	2,50	143	47,5	23,8	11,9
2,06	215	71,7	35,8	17,9	2,51	141	47,1	23,6	11,8
2,07	213	71,0	35,5	17,7	2,52	140	46,7	23,4	11,7
2,08	211	70,2	35,1	17,6	2,53	139	46,3	23,2	11,6
2,09	209	69,5	34,8	17,4	2,54	138	45,9	23,0	11,5
2,10	207	68,8	34,4	17,2	2,55	137	45,5	22,8	11,4
2,11	204	68,2	34,1	17,0	2,56	135	45,1	22,6	11,3
2,12	202	67,5	33,7	16,9	2,57	134	44,8	22,4	11,2
2,13	200	66,8	33,4	16,7	2,58	133	44,4	22,2	11,1
2,14	198	66,2	33,1	16,5	2,59	132	44,0	22,0	11,0
2,15	197	65,5	32,8	16,4	2,60	131	43,7	21,8	10,9

d - Diameter of penetration in mm



Hardness numbers after Brinell with ball diameter 5mm									
d	HB Test load				d	HB Test load			
	750	250	125	62,5		750	250	125	62,5
2,61	130	43,3	21,6	10,8	3,06	91,3	30,4	15,2	7,6
2,62	129	42,9	21,5	10,7	3,07	90,6	30,2	15,1	7,6
2,63	128	42,6	21,3	10,6	3,08	90,0	30,0	15,0	7,5
2,64	127	42,2	21,1	10,6	3,09	89,3	29,8	14,9	7,4
2,65	126	41,9	20,9	10,5	3,10	88,7	29,6	14,8	7,4
2,66	125	41,5	20,8	10,4	3,11	88,0	29,3	14,7	7,3
2,67	124	41,2	20,6	10,3	3,12	87,4	29,1	14,6	7,3
2,68	123	40,9	20,4	10,2	3,13	86,7	28,9	14,5	7,2
2,69	122	40,5	20,3	10,1	3,14	86,1	28,7	14,4	7,2
2,70	121	40,2	20,1	10,1	3,15	85,5	28,5	14,2	7,1
2,71	120	39,9	19,9	10,0	3,16	84,9	28,3	14,1	7,1
2,72	119	39,6	19,8	9,9	3,17	84,3	28,1	14,0	7,0
2,73	118	39,2	19,6	9,8	3,18	83,7	27,9	13,9	7,0
2,74	117	38,9	19,5	9,7	3,19	83,1	27,7	13,8	6,9
2,75	116	38,6	19,3	9,7	3,20	82,5	27,5	13,7	6,9
2,76	115	38,3	19,2	9,6	3,21	81,9	27,3	13,6	6,8
2,77	114	38,0	19,0	9,5	3,22	81,3	27,1	13,5	6,8
2,78	113	37,7	18,9	9,4	3,23	80,7	26,9	13,4	6,7
2,79	112	37,4	18,7	9,4	3,24	80,1	26,7	13,4	6,7
2,80	111	37,1	18,6	9,3	3,25	79,6	26,5	13,3	6,6
2,81	110	36,8	18,4	9,2	3,26	79,0	26,3	13,2	6,6
2,82	110	36,5	18,3	9,1	3,27	78,4	26,1	13,1	6,5
2,83	109	36,3	18,1	9,1	3,28	77,9	26,0	13,0	6,5
2,84	108	36,0	18,0	9,0	3,29	77,3	25,8	12,9	6,4
2,85	107	35,7	17,8	8,9	3,30	76,8	25,6	12,8	6,4
2,86	106	35,4	17,7	8,9	3,31	76,2	25,4	12,7	6,4
2,87	105	35,1	17,6	8,8	3,32	75,7	25,2	12,6	6,3
2,88	105	34,9	17,4	8,7	3,33	75,2	25,1	12,5	6,3
2,89	104	34,6	17,3	8,7	3,34	74,7	24,9	12,4	6,2
2,90	103	34,3	17,2	8,6	3,35	74,1	24,7	12,4	6,2
2,91	102	34,1	17,0	8,5	3,36	73,6	24,5	12,3	6,1
2,92	101	33,8	16,9	8,5	3,37	73,1	24,4	12,2	6,1
2,93	101	33,6	16,8	8,4	3,38	72,6	24,2	12,1	6,0
2,94	99,9	33,3	16,7	8,3	3,39	72,1	24,0	12,0	6,0
2,95	99,2	33,1	16,5	8,3	3,40	71,6	23,9	11,9	6,0
2,96	98,4	32,8	16,4	8,2	3,41	71,1	23,7	11,8	5,9
2,97	97,7	32,6	16,3	8,1	3,42	70,6	23,5	11,8	5,9
2,98	96,9	32,3	16,2	8,1	3,43	70,1	23,4	11,7	5,8
2,99	96,2	32,1	16,0	8,0	3,44	69,6	23,2	11,6	5,8
3,00	95,5	31,8	15,9	8,0	3,45	69,2	23,1	11,5	5,8
3,01	94,8	31,6	15,8	7,9	3,46	68,7	22,9	11,4	5,7
3,02	94,1	31,4	15,7	7,8	3,47	68,2	22,7	11,4	5,7
3,03	93,4	31,1	15,6	7,8	3,48	67,7	22,6	11,3	5,6
3,04	92,7	30,9	15,4	7,7	3,49	67,3	22,4	11,2	5,6
3,05	92,0	30,7	15,3	7,7	3,50	66,8	22,3	11,1	5,6

d = Diameter of penetration in mm

The multiplier x shows the relationship between Brinell hardness HB and tensile strength.

Multiplying the Brinell hardness with "x" the result will be the tensile strength in kp/mm<sup>2</sup>

$$K_z = x \cdot HB$$

Carbon steel	0,36
Alloy Cr-Ni steel	0,34
Copper, brass	0,40
Roll bronze	0,22
Casting bronze	0,23
Al-Cu-Mg-Alloy	0,35
Al-Mg-Alloy	0,44
Mg-Alloy	0,43
Al-casting	0,26



Vickers Hardness HV 3							
d	HV	d	HV	d	HV	d	HV
7,1	1103	11,1	452	16,2	213	24,2	95,0
7,2	1073	11,2	444	16,4	208	24,4	93,4
7,3	1045	11,3	436	16,6	203	24,6	91,9
7,4	1018	11,4	428	16,8	198	24,8	90,5
7,5	990	11,5	420	17,0	193	25,0	89,0
7,6	963	11,6	412	17,2	188	25,5	85,5
7,7	939	11,7	405	17,4	184	25,0	82,3
7,8	915	11,8	399	17,6	180	26,5	79,2
7,9	892	11,9	392	17,8	176	27,0	76,3
8,0	870	12,0	386	18,0	172	27,5	73,5
8,1	849	12,1	380	18,2	168	28,0	70,9
8,2	828	12,2	375	18,4	164	28,5	68,5
8,3	809	12,3	368	18,6	161	29,0	66,1
8,4	790	12,4	362	18,8	157	29,5	63,9
8,5	771	12,5	356	19,0	154	30,0	61,8
8,6	752	12,6	351	19,2	151	30,5	59,8
8,7	736	12,7	345	19,4	148	31,0	57,9
8,8	720	12,8	340	19,6	145	31,5	56,1
8,9	703	12,9	335	19,8	142	32,0	54,3
9,0	687	13,0	330	20,0	139	32,5	52,7
9,1	672	13,1	325	20,2	136	33,0	51,1
9,2	658	13,2	320	20,4	134	33,5	49,6
9,3	644	13,3	315	20,6	131	34,0	48,1
9,4	630	13,4	310	20,8	129	34,5	46,7
9,5	617	13,5	305	21,0	126	35,0	45,4
9,6	605	13,6	301	21,2	124	35,5	44,1
9,7	592	13,7	296	21,4	121	36,0	42,9
9,8	579	13,8	292	21,6	119	36,5	41,8
9,9	567	13,9	288	21,8	117	37,0	40,6
10,0	556	14,0	284	22,0	115	37,5	39,6
10,1	545	14,2	276	22,2	113	38,0	38,5
10,2	535	14,4	269	22,4	111	38,5	37,5
10,3	524	14,6	262	22,6	109	39,0	36,6
10,4	513	14,8	255	22,8	107	39,5	35,7
10,5	504	15,0	248	23,0	105	40,0	34,8
10,6	495	15,2	242	23,2	103	41,0	33,1
10,7	486	15,4	236	23,4	102	42,0	31,5
10,8	477	15,6	230	23,6	99,2	43,0	30,1
10,9	468	15,8	224	23,8	98,2	44,0	28,7
11,0	460	16,0	218	24,0	96,6	45,0	27,5

d = Length of the penetration diagonal in 1/100 mm

Vickers Hardness HV 4							
d	HV	d	HV	d	HV	d	HV
		12,1	506	18,2	224	28,0	94,6
8,2	1104	12,2	498	18,4	219	28,5	91,3
8,3	1078	12,3	490	18,6	214	29,0	88,2
8,4	1052	12,4	482	18,8	210	29,5	85,2
8,5	1028	12,5	475	19,0	205	30,0	82,4
8,6	1004	12,6	468	19,2	201	30,5	79,7
8,7	982	12,7	461	19,4	197	31,0	77,2
8,8	960	12,8	454	19,6	193	31,5	74,7
8,9	938	12,9	447	19,8	189	32,0	72,4
9,0	916	13,0	440	20,0	185	32,5	70,2
9,1	896	13,1	433	20,2	182	33,0	68,1
9,2	876	13,2	426	20,4	178	33,5	66,1
9,3	858	13,3	419	20,6	175	34,0	64,2
9,4	840	13,4	412	20,8	171	34,5	62,3
9,5	823	13,5	406	21,0	168	35,0	60,5
9,6	806	13,6	400	21,2	165	36	57,2
9,7	789	13,7	394	21,4	162	37	54,2
9,8	772	13,8	388	21,6	159	38	51,4
9,9	757	13,9	383	21,8	156	39	48,8
10,0	742	14,0	378	22,0	153	40	46,4
10,1	727	14,2	368	22,2	150	41	44,1
10,2	712	14,4	358	22,4	148	42	42,0
10,3	698	14,6	348	22,6	145	43	40,1
10,4	684	14,8	339	22,8	143	44	38,3
10,5	672	15,0	330	23,0	140	45	36,6
10,6	660	15,2	321	23,2	138	46	35,0
10,7	648	15,4	313	23,4	135	47	33,6
10,8	636	15,6	305	23,6	133	48	32,2
10,9	625	15,8	297	23,8	130	49	30,9
11,0	614	16,0	290	24,0	129	50	29,7
11,1	603	16,2	283	24,2	127	51	28,5
11,2	592	16,4	276	24,4	125	52	27,4
11,3	581	16,6	269	24,6	123	53	26,4
11,4	570	16,8	263	24,8	121	54	25,4
11,5	560	17,0	257	25,0	119	55	24,5
11,6	550	17,2	251	25,5	114	56	23,6
11,7	541	17,4	245	26,0	110	57	22,8
11,8	532	17,6	239	26,5	106	58	22,0
11,9	523	17,8	234	27,0	102	59	21,3
12,0	514	18,0	229	27,5	98,1	60	20,6

d = Length of the penetration diagonal in 1/100 mm



Vickers Hardness **HV 5**

d	HV	d	HV	d	HV	d	HV
9,1	1120	13,1	541	20,2	227	33,0	85,1
9,2	1095	13,2	532	20,4	223	33,5	82,6
9,3	1072	13,3	523	20,6	218	34,0	80,2
9,4	1050	13,4	515	20,8	214	34,5	77,9
9,5	1027	13,5	507	21,0	210	35,0	75,7
9,6	1005	13,6	500	21,2	206	35,5	73,6
9,7	985	13,7	492	21,4	202	36,0	71,5
9,8	965	13,8	485	21,6	199	36,5	69,6
9,9	946	13,9	478	21,8	195	37,0	67,7
10,0	928	14,0	472	22,0	192	37,5	65,9
10,1	910	14,2	460	22,2	188	38,0	64,2
10,2	892	14,4	447	22,4	185	38,5	62,6
10,3	873	14,6	435	22,6	181	39,0	60,9
10,4	855	14,8	423	22,8	178	39,5	59,4
10,5	840	15,0	412	23,0	175	40,0	57,9
10,6	825	15,2	401	23,2	172	41	55,1
10,7	810	15,4	391	23,4	169	42	52,6
10,8	795	15,6	381	23,6	166	43	50,1
10,9	781	15,8	371	23,8	164	44	47,9
11,0	767	16,0	362	24,0	161	45	45,8
11,1	743	16,2	353	24,2	158	46	43,8
11,2	739	16,4	345	24,4	156	47	42,0
11,3	725	16,6	336	24,6	153	48	40,2
11,4	712	16,8	328	24,8	151	49	38,6
11,5	699	17,0	321	25,0	148	50	37,1
11,6	687	17,2	313	25,5	143	51	35,6
11,7	676	17,4	306	26,0	137	52	34,3
11,8	665	17,6	299	26,5	132	53	33,0
11,9	653	17,8	293	27,0	127	54	31,8
12,0	642	18,0	286	27,5	123	55	30,6
12,1	632	18,2	280	28,0	118	56	29,6
12,2	622	18,4	274	28,5	114	57	28,5
12,3	612	18,6	268	29,0	110	58	27,6
12,4	602	18,8	262	29,5	107	59	26,7
12,5	593	19,0	257	30,0	103	60	25,8
12,6	585	19,2	252	30,5	99,6	61	24,9
12,7	576	19,4	246	31,0	96,5	62	24,1
12,8	567	19,6	241	31,5	93,4	63	23,4
12,9	558	19,8	236	32,0	90,5	64	22,6
13,0	550	20,0	232	32,5	87,8	65	21,9

d = Length of the penetration diagonal  
in 1/100 mm

Vickers Hardness **HV 10**

d	HV	d	HV	d	HV	d	HV
13,1	1083	19,2	503	27,2	251	46	87,6
13,2	1065	19,4	493	27,4	247	47	83,9
13,3	1047	19,6	483	27,6	243	48	80,5
13,4	1030	19,8	473	27,8	239	49	77,2
13,5	1015	20,0	464	28,0	236	50	74,2
13,6	1000	20,2	454	28,2	233	51	71,3
13,7	985	20,4	445	28,4	230	52	68,6
13,8	970	20,6	437	28,6	227	53	66,0
13,9	957	20,8	429	28,8	224	54	63,6
14,0	945	21,0	420	29,0	220	55	61,3
14,1	932	21,2	413	29,2	217	56	59,1
14,2	920	21,4	405	29,4	214	57	57,1
14,3	907	21,6	397	29,6	212	58	55,1
14,4	895	21,8	390	29,8	209	59	53,3
14,5	882	22,0	383	30,0	206	60	51,5
14,6	870	22,2	376	30,5	199	61	49,8
14,7	858	22,4	369	31,0	193	62	48,2
14,8	847	22,6	363	31,5	187	63	46,7
14,9	835	22,8	357	32,0	181	64	45,3
15,0	824	23,0	350	32,5	176	65	43,9
15,2	803	23,2	344	33,0	170	66	42,6
15,4	782	23,4	339	33,5	165	67	41,3
15,6	762	23,6	333	34,0	160	68	40,1
15,8	743	23,8	327	34,5	156	69	38,9
16,0	724	24,0	322	35,0	151	70	37,8
16,2	707	24,2	317	35,5	147	71	36,8
16,4	689	24,4	311	36,0	143	72	35,8
16,6	673	24,6	306	36,5	139	73	34,8
16,8	657	24,8	301	37,0	135	74	33,9
17,0	642	25,0	297	37,5	132	75	33,0
17,2	627	25,2	292	38,0	128	76	32,1
17,4	612	25,4	287	38,5	125	77	31,3
17,6	598	25,6	283	39,0	122	78	30,5
17,8	585	25,8	279	39,5	119	79	29,7
18,0	572	26,0	274	40,0	116	80	29,0
18,2	560	26,2	270	41	110	81	28,3
18,4	548	26,4	266	42	105	82	27,6
18,6	536	26,6	262	43	100	83	26,9
18,8	525	26,8	258	44	95,7	84	26,3
19,0	514	27,0	254	45	91,6	85	25,7

d = Length of the penetration diagonal  
in 1/100 mm



Vickers Hardness HV 20

d	HV	d	HV	d	HV	d	HV
18,6	1072	22,6	726	28,2	466	56	118
18,7	1062	22,7	720	28,4	460	57	114
18,8	1049	22,8	713	28,6	453	58	110
18,9	1038	22,9	707	28,8	447	59	107
19,0	1028	23,0	701	29,0	441	60	103
19,1	1016	23,1	695	29,2	435	61	99,7
19,2	1005	23,2	689	29,4	429	62	96,5
19,3	994	23,3	683	29,6	423	63	93,4
19,4	984	23,4	677	29,8	418	64	90,5
19,5	974	23,5	671	30,0	412	65	87,8
19,6	964	23,6	666	30,5	399	66	85,1
19,7	954	23,7	660	31,0	386	67	82,6
19,8	945	23,8	655	31,5	374	68	80,2
19,9	936	23,9	649	32,0	362	69	77,9
20,0	928	24,0	644	32,5	351	70	75,7
20,1	918	24,1	638	33,0	340	71	73,6
20,2	908	24,2	633	33,5	330	72	71,5
20,3	900	24,3	628	34,0	321	73	69,6
20,4	891	24,4	623	34,5	312	74	67,7
20,5	882	24,5	618	35,0	303	75	65,9
20,6	874	24,6	613	36	286	76	64,2
20,7	865	24,7	608	37	271	77	62,5
20,8	857	24,8	603	38	257	78	60,9
20,9	849	24,9	598	39	244	79	59,4
21,0	841	25,0	593	40	232	80	57,9
21,1	833	25,2	584	41	220	81	56,5
21,2	825	25,4	575	42	210	82	55,1
21,3	817	25,6	566	43	201	83	53,8
21,4	810	25,8	557	44	192	84	52,6
21,5	802	26,0	549	45	183	85	51,3
21,6	795	26,2	540	46	176	86	50,1
21,7	787	26,4	532	47	168	87	49,0
21,8	780	26,6	524	48	161	88	47,9
21,9	773	26,8	516	49	154	89	46,8
22,0	766	27,0	509	50	148	90	45,8
22,1	759	27,2	501	51	143	91	44,8
22,2	752	27,4	494	52	137	92	43,8
22,3	746	27,6	487	53	132	93	42,9
22,4	739	27,8	480	54	127	94	42,0
22,5	732	28,0	473	55	123	95	41,2

d — Length of the penetration diagonal  
in 1/100 mm

Vickers Hardness HV 30

d	HV	d	HV	d	HV	d	HV
		30,2	610	38,2	381	56	178
22,4	1108	30,4	602	38,4	377	57	171
22,6	1089	30,6	594	38,6	373	58	165
22,8	1070	30,8	586	38,8	370	59	160
23,0	1052	31,0	579	39,0	366	60	155
23,2	1033	31,2	571	39,2	362	61	150
23,4	1016	31,4	564	39,4	358	62	145
23,6	998	31,6	557	39,6	355	63	140
23,8	982	31,8	550	39,8	351	64	136
24,0	966	32,0	543	40,0	348	65	132
24,2	950	32,2	536	40,5	339	66	128
24,4	934	32,4	530	41,0	330	67	124
24,6	919	32,6	523	41,5	322	68	120
24,8	904	32,8	517	42,0	315	69	117
25,0	890	33,0	510	42,5	308	70	114
25,2	876	33,2	504	43,0	301	71	110
25,4	862	33,4	498	43,5	294	72	107
25,6	849	33,6	493	44,0	287	73	104
25,8	830	33,8	487	44,5	280	74	102
26,0	822	34,0	482	45,0	274	75	98,9
26,2	810	34,2	475	45,5	268	76	96,3
26,4	798	34,4	470	46,0	262	77	93,8
26,6	786	34,6	465	46,5	256	78	91,4
26,8	774	34,8	459	47,0	251	79	89,1
27,0	763	35,0	454	47,5	246	80	86,9
27,2	752	35,2	449	48,0	241	81	84,8
27,4	741	35,4	444	48,5	236	82	82,7
27,6	730	35,6	439	49,0	231	83	80,7
27,8	720	35,8	434	49,5	226	84	78,8
28,0	709	36,0	429	50,0	222	85	77,0
28,2	699	36,2	425	50,5	218	86	75,2
28,4	690	36,4	420	51,0	214	87	73,5
28,6	680	36,6	415	51,5	210	88	71,8
28,8	670	36,8	411	52,0	206	89	70,2
29,0	661	37,0	407	52,5	202	90	68,7
29,2	652	37,2	402	53,0	198	91	67,2
29,4	643	37,4	398	53,5	194	92	65,7
29,6	635	37,6	393	54,0	191	93	64,3
29,8	626	37,8	389	54,5	188	94	62,9
30,0	618	38,0	385	55,0	185	95	61,6

d — Length of the penetration diagonal  
in 1/100 mm



Vickers Hardness **HV 60**

d	HV	d	HV	d	HV	d	HV
		39,2	724	61	299	101	109
		39,4	717	62	289	102	107
31,6	1114	39,6	709	63	280	103	105
31,8	1100	39,8	702	64	272	104	103
32,0	1086	40,0	696	65	262	105	101
		40,5	678	66	255	106	99,0
32,2	1073	41,0	660	67	248	107	97,2
32,4	1059	41,5	645	68	241	108	95,4
32,6	1046	42,0	630	69	234	109	93,6
32,8	1034	42,5	616	70	227	110	92,0
33,0	1021						
		43,0	602	71	221	111	90,3
33,2	1009	43,5	588	72	215	112	88,7
33,4	997	44,0	574	73	209	113	87,1
33,6	985	44,5	561	74	203	114	85,6
33,8	974	45,0	548	75	198	115	84,1
34,0	962						
		45,5	536	76	193	116	82,6
34,2	951	45,0	524	77	188	117	81,3
34,4	940	46,5	513	78	183	118	79,9
34,6	929	47,0	502	79	178	119	78,6
34,8	919	47,5	492	80	174	120	77,3
35,0	908						
		48,0	482	81	170	121	76,0
35,2	898	48,5	472	82	166	122	74,8
35,4	888	49,0	462	83	162	123	73,5
35,6	878	49,5	453	84	158	124	72,3
35,8	868	50,0	444	85	154	125	71,2
36,0	858						
		50,5	436	86	150	126	70,1
36,2	849	51,0	428	87	147	127	69,0
36,4	840	51,5	420	88	144	128	67,9
36,6	831	52,0	412	89	140	129	66,9
36,8	822	52,5	404	90	137	130	65,8
37,0	813						
		53,0	396	91	134	131	64,8
37,2	804	53,5	389	92	131	132	63,9
37,4	795	54,0	382	93	129	133	62,9
37,6	787	54,5	376	94	126	134	61,9
37,8	778	55,0	370	95	123	135	61,0
38,0	770						
		56	356	96	121	136	60,1
38,2	762	57	342	97	118	137	59,3
38,4	754	58	330	98	116	138	58,4
38,6	747	59	319	99	114	139	57,6
38,8	739	60	309	100	111	140	56,8
39,0	732						

d = Length of the penetration diagonal  
in 1/100 mm

Vickers Hardness **HV 100**

d	HV	d	HV	d	HV	d	HV
41,2	1093	49,2	766	76	321	116	138
41,4	1082	49,4	760	77	313	117	135
41,6	1071	49,6	754	78	305	118	133
41,8	1061	49,8	748	79	297	119	131
42,0	1051	50,0	742	80	290	120	129
		50,5	727	81	283	121	127
42,2	1041	51,0	712	82	276	122	125
42,4	1031	51,5	698	83	269	123	123
42,6	1021	52,0	685	84	263	124	121
42,8	1012	52,5	672	85	257	125	119
43,0	1003						
		53,0	660	86	251	126	117
43,2	994	53,5	648	87	245	127	115
43,4	984	54,0	636	88	240	128	113
43,6	975	54,5	625	89	234	129	111
43,8	967	55,0	614	90	229	130	110
44,0	958						
		55,5	603	91	224	131	108
44,2	949	56,0	592	92	219	132	106
44,4	941	56,5	581	93	214	133	105
44,6	932	57,0	570	94	210	134	103
44,8	924	57,5	560	95	205	135	102
45,0	916						
		58,0	550	96	201	136	100
45,2	907	58,5	541	97	197	137	98,8
45,4	900	59,0	532	98	193	138	97,4
45,6	892	59,5	523	99	189	139	96,0
45,8	884	60,0	515	100	185	140	94,6
46,0	876						
		61	499	101	181	142	92,0
46,2	869	62	483	102	178	144	89,4
46,4	861	63	468	103	174	146	87,0
46,6	854	64	454	104	171	148	84,7
46,8	847	65	439	105	168	150	82,4
47,0	840						
		66	425	106	165	152	80,3
47,2	832	67	413	107	162	154	78,2
47,4	825	68	401	108	159	156	76,2
47,6	818	69	389	109	156	158	74,3
47,8	811	70	378	110	153	160	72,4
48,0	805						
		71	368	111	150	162	70,7
48,2	798	72	358	112	148	164	68,9
48,4	791	73	348	113	145	166	67,3
48,6	785	74	339	114	143	168	65,7
48,8	779	75	330	115	140	170	64,2
49,0	772						

d = Length of the penetration diagonal  
in 1/100 mm



Specific faults of hardness testers

Model	Fault	reason	correction
Automates	"Start light does not come on when work piece is taken off." Further tests impossible.	Electric motor stops before reaching the highest point.	Turn the motor cover setting screw once clockwise.
<u>OM-250</u>	Choice of programm impossible.	Faulty electronic controls.	Exchange control unit.
	Wrong indenter works.	Capstan in wrong position.	Correct capstan position manually.
	Brinell and Vickers indenters do not appear on the centre-line of the ground glass screen.	Capstan not matched.	Match.
<u>OM-250</u> <u>OM-150</u>	Image on the ground glass screen too dark.	Dirty optics. Badly adjusted protection bulb.	Clean, adjust.
<u>OM-150</u>	Vickers read off HV1, 3, 5 too deep.	Rate of penetration too high.	Use lever slowly.
<u>OM-150</u>	Image not on the centre of ground glass screen.	Slide, indenter or ocular not matched.	Use lever slowly.
<u>OM-150</u>	Results wrong throughout.	Additional loads 1, 3, 5, applied inadvertently.	Take them off.





## GNEHM Härteprüfer AG

Oberdorfstrasse 33 CH-8812 Horgen SCHWEIZ  
Telefon +41 1 725 43 42 Fax +41 1 725 96 05  
E-mail: gnehmadm@bluewin.ch ISO 9001 Zert.-Nr. 200124

### GNEHM 160 Automatic Universal Rockwell Hardness Tester

#### Introduction

The GNEHM 160 testers are primarily used to perform Rockwell hardness tests.

#### Theory of Rockwell hardness testing

The indenter penetrates the test specimen at standardized loads. The hardness value is derived from the difference of the penetration depth of the indenter - measured under the effect of the minor load - prior to and after the influence of the test load. The Rockwell hardness value is directly indicated on the dial gauge. The Rockwell process is especially well suited for production testing.

A diamond cone indenter with  $120^\circ$  point angle and a rounded 0,2mm radius tip is used for testing hard materials (hardened steel, etc.) and a hardened steel ball is used for soft materials.

A minor test load of 10 kp and major test loads of 60, 100 or 150 kp are used in Rockwell hardness testing. One Rockwell unit corresponds to 0,002mm indentation depth so that the harder the material the higher the numbers on the scale. In Rockwell tests C, A and D, indentation is expressed in Rockwell units subtracted from 100 and in Rockwell units subtracted from 130 in the case of tests B, E up to V.

Rockwell indentations are relatively deep so that thin materials and parts with minimum case hardness depth cannot be tested. The Super Rockwell method was developed to perform testing in this case. It is similar to the standard Rockwell methods but test loads are substantially less. The minor test load is 3 kp and the major test load is 15, 30 or 45 kp. One Super Rockwell unit corresponds to a 0,001mm indentation depth.

The different methods are designated by an initial. Specified combinations of indenters and test loads are compiled in the following table.

Therefore, each Rockwell method has its own hardness table (as many tables as methods).



Minimum wall thicknesses when performing testing according of the Vickers methods

---

The thickness of material must be at least 1,5 times the length of the diagonals.

Test load kp	Minimum wall thickness at a HV hardness of:				
	100	200	300	500	800
1	0.20	0.16	0.12	0.09	0.07
2	0.29	0.20	0.17	0.14	0.10
3	0.35	0.25	0.20	0.16	0.13
5	0.45	0.32	0.27	0.21	0.16
10	0.65	0.46	0.37	0.29	0.23
20	0.91	0.65	0.53	0.41	0.32
30	1.1	0.79	0.65	0.50	0.40
40	1.3	0.91	0.75	0.58	0.46
60	1.5	1.1	0.91	0.70	0.56
100	2.0	1.4	1.2	0.92	0.72

Minimum wall thickness when performing Brinell tests

---

The thickness of material must be double that of the diameter of impression for hard materials and 1,5 times this diameter for soft materials.