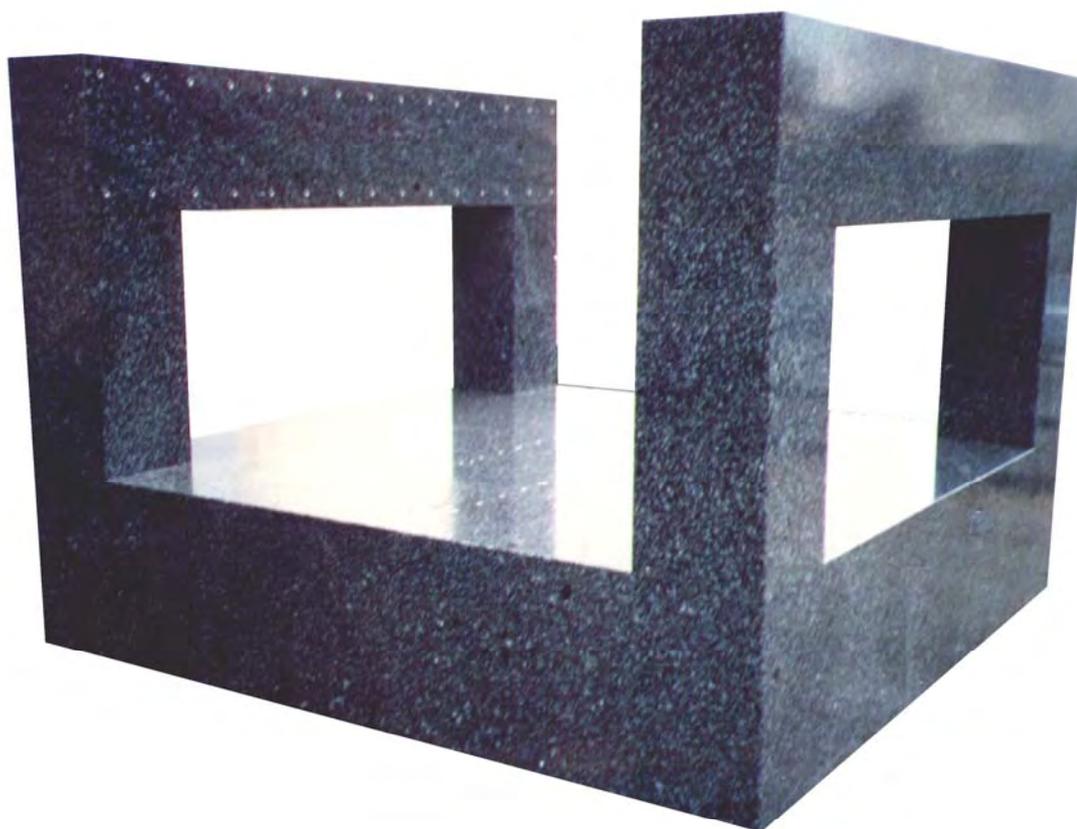


Präzisionsgranitteile von THOME Präzision



Sonderanfertigungen aus Granit nach Ihren Vorgaben

				
Messplatten	Messlineale Messbalken	Winkel Dreieckform	Winkel Rechteckform	Würfel



INHALT

1. Granit. Ein moderner Werkstoff für hochpräzise Teile	3
1.1. Gegenüberstellung der Materialeigenschaften von Granit und konkurrierenden Werkstoffen wie Polymerbeton oder Gusseisen:	3
Tabelle 1: Physikalische Eigenschaften verschiedener Konstruktionswerkstoffe im Maschinenbau	3
1.2. Neben den in Tabelle 1 dargestellten Eigenschaften sprechen weitere Vorteile für den Einsatz von Hartgestein:	4
1.3. Sonderanfertigungen aus Granit nach Ihren Zeichnungen	5
1.3. Beispielbildern von Sonderanfertigungen aus Granit:	5
1.3. Beispielbildern von Sonderanfertigungen aus Granit:	6
2. Gewindeeinsätze	7
3. T-Nuten	8
4. Messplatten aus Hartgestein	9
4.1. Abmessungen der Messplatten	10
Tabelle 3: Messplatten / Kontrollplatten Standardabmessungen. Alle Messplatten werden mit Prüfprotokoll ausgeliefert!	10
4.3. Aufstellen einer Messplatte	11
4.4. Die „Besselschen Auflagepunkte“	11
5. Messbalken aus Hartgestein nach DIN 874	12
6. Hartgesteinwinkel Quadratform und Rechteckform zur Überprüfung und Justage von Rechtwinkligkeiten nach DIN 875	13
7. Granitwinkel in Dreieckform nach DIN 875	15
8. Würfel aus Granit. Ideal zum schnellen Überprüfen aller Geometrien	16
9. DIN 874, Toleranz der Ebenheit und Parallelität	17
10. DIN 875, Toleranz der Winkel	18
11. DIN 876, Toleranz der Ebenheit	19
12. Hintergrundinformationen zu Granit	20



1. Granit. Ein moderner Werkstoff für hochpräzise Teile

Hochpräzise Bauteile können ideal in Granit angefertigt werden. Dieses sehr harte Gestein hat extrem gute Materialeigenschaften:

- Feinkristalline Struktur
- Geringen Ausdehnungskoeffizienten
- Hohe Abriebsfestigkeit
- Optimale Schwingungsdämpfung
- Frei von Eigenspannungen

Naturhartgestein ist die optimale Grundlage zur Herstellung von Präzisionsprodukten.

Bei der Bearbeitung von Hartgestein kann man eine sehr feine Oberflächenqualität erreichen. Dadurch eignen sich Graniteile besonders für luftgelagerte Führungen. Dabei wird der Luftverbrauch durch die hohe Oberflächenqualität auf ein Minimum reduziert.

Der Einsatz von Granit lohnt sich in jedem Fall immer dann, wenn die Stückzahlen der Teile, wie z.B. Maschinenbetten oder hochgenaue Basisplatten für Führungen, relativ klein sind. Sollten die Stückzahlen über 50 pro Jahr steigen, dann kann man den Einsatz von Polymerbeton erwägen. Auch für die Herstellung von Polymerbetonbauteilen unterbreiten wir ihnen gerne ein Angebot. Beachten sie jedoch die hohen Anfangskosten aufgrund der Herstellung der Gießform.

1.1. Gegenüberstellung der Materialeigenschaften von Granit und konkurrierenden Werkstoffen wie Polymerbeton oder Gusseisen:

Eigenschaft	Einheit	Granit	Polymerbeton	Stahl	Gusseisen
Dichte	kg/dm ³	2,9	2,1 - 2,4	7,85	7,15
Biegefestigkeit	N/mm ²	13	25 - 35	310 - 630	290
Druckfestigkeit	N/mm ²	250	100 - 180	260 - 1200	720 - 1150
Längenausdehnung	µm/(m°K)	5 - 7	12 - 20	12	10
Wärmeleitfähigkeit	W/(m°K)	3,0	1,3 - 2,0	50	50
Spez. Wärmekapazität	J/(kg°K)	845	900 - 1100	500	500
E-Modul	kN/mm ²	60 - 90	30 - 40	210	88 - 113

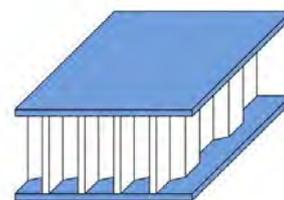
Tabelle 1: Physikalische Eigenschaften verschiedener Konstruktionswerkstoffe im Maschinenbau

1.2. Neben den in Tabelle 1 dargestellten Eigenschaften sprechen weitere Vorteile für den Einsatz von Hartgestein:

1. Vickers-Härte 850-900 (härter als Stahl)
2. niedriger linearer Ausdehnungskoeffizient
3. das spezifische Gewicht ist vergleichbar mit dem von Aluminium
4. die Elastizität vergleichbar mit der von Gusseisen
5. keine Gratbildung
6. nicht magnetisch
7. Spannungsfrei
8. nicht stromleitend



Granitbauteile können in sehr großen Abmessungen angefertigt werden. Aus einem Stück können Werkstücke bis zu 8 Meter Länge hergestellt werden. Darüber hinaus kann man Bauteile auch durch Kleben oder Verschrauben verbinden. Um Gewicht zu reduzieren ist eine Sandwichbauweise möglich.



Bei der Sandwichbauweise wird zwischen zwei Granitplatten ein Wabenmaterial geklebt. Dies ist äußerst stabil und spart ca. 30% des Gewichts. Bei den Wabenmaterialien gibt es generell unterschiedliche Ausführungen. Im Falle von Aluminiumwaben muss man die starke thermische Ausdehnung des Wabenmaterials beachten. Waben aus Aramidfasern sind dagegen thermisch stabil.

1.3. Sonderanfertigungen aus Granit nach Ihren Zeichnungen

Heute werden hochgenaue Präzisionsgranitteile weit verbreitet eingesetzt. Man findet sie in Leiterplattenbohrmaschinen, Messmaschinen, Schleifmaschinen, Fräsmaschinen und anderen Anwendungen.



Granit kann man besonders genau bearbeiten. Bis unter 0,001 mm/m sind möglich. Die Oberflächengüte ist extrem gut. Dadurch lassen sich sehr genaue Führungen in Kombination mit Luftlagern realisieren. Aber auch als Basis für Kugelumlauf Führungen wird Granit häufig eingesetzt. Die Ausführung in Hartgestein lohnt sich besonders dann, wenn nur kleine Stückzahlen mit hoher Präzision gebraucht werden.

Die Granitbauteile werden in sehr genau klimatisierten Räumen Endbearbeitet. Bei der Bearbeitung ist es sehr wichtig, das Sie uns die Auflagepunkte angeben, auf denen das Teil im eingebauten Zustand gelagert wird. Nur so kann höchste, wiederholbare Genauigkeit erreicht werden.

Die Endkontrolle wird mit Laserinterferometern, Autokollimationsfernrohren und elektronischen Neigungswaagen höchster Präzision durchgeführt.



1.3. Beispielbildern von Sonderanfertigungen aus Granit:



2. Gewindeinsätze

Nach Ihren Vorgaben bringen wir entsprechende Gewindebohrungen, T-Nuten oder diverse Metallteile in den Granitkörper ein. Dabei arbeiten wir mit einem hochfesten, speziell für die Verklebung von Stahl / Granit konzipierten zwei Komponenten Kleber.



Um Gewinde in Hartgestein einzubringen, geht man wie folgt vor:

Es werden zunächst in den Granit größere Löcher mit Hilfe von Diamanthohlkronenbohrern vorgebohrt.

Die stehen gebliebenen Granitzapfen werden ausgeschlagen. Gewindeinsätze mit speziell geformten Außenflächen werden in die Bohrlöcher eingeklebt.

Die Gewindeinsätze werden ca. 0,5 bis 1 mm unter die Granitoberfläche zurückgesetzt. Dadurch werden angeschraubte Bauteile immer auf die Granitoberfläche gepresst.

Man darf die eingebrachten Gewindebohrungen nicht überlasten, sonst kann es zur Rissbildung oder zum Ausreißen der Gewindeinsätze kommen.

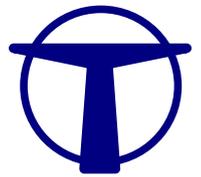
Gewindeinsätze werden aus nichtrostendem Edelstahl hergestellt. Die Positionsgenauigkeit der Gewindebohrungen

liegt bei +/-0,1 mm.

Die Tabelle 2 gibt die maximalen Drehmomente und die Abmessungen der Standardgewindeinsätze an. Auf Wunsch können größere Lastmomente realisiert werden.

Gewindedurchmesser	Einsatzdurchmesser[mm]	Einsatzlänge [mm]	Minimale Gewindetiefe [mm]	Anzugsmoment [Nm]	Minimaler Randabstand [mm]
M20	35	70	30	195	65
M16	30	60	30	175	60
M12	22	50	25	85	40
M10	20	40	20	47	35
M8	20	40	15	25	35
M6	16	40	15	10	20
M5	16	40	15	5,3	20
M4	12	30	10	3,0	20

Tabelle 2: Abmessungen und Anzugsmomente von Gewinde in Granitbauteilen



3. T-Nuten

Auch T-Nuten können nach ihren Vorgaben in den Granit eingebracht werden.

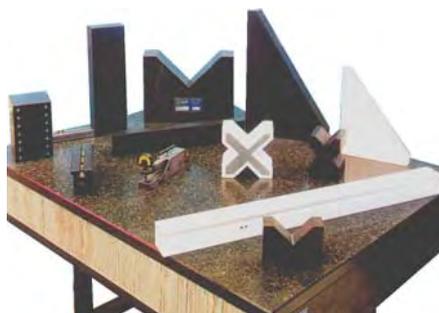


Bei den T-Nuten unterscheidet man eingeklebte Stahl-T-Nuten und direkt eingefräste T-Nuten. Die direkt eingefrästen T-Nuten haben eine geringere Belastbarkeit, da der Granit bei punktueller Last zum Ausbrechen neigt. Man kann aber die Last durch lange T-Nutensteine gleichmäßig auf die Nut verteilen, so daß ein punktuellies Ausbrechen der T-Nut vermieden wird.

4. Messplatten aus Hartgestein

Messplatten aus Granit dienen als Basis für Kontroll-, Montage- und Laborzwecke. Die Messplatten werden aus schwarzem Hartgestein (Granit) hergestellt. Die Oberfläche der Messplatten werden zunächst feingeschliffen und anschließend geläppt.

Die Seitenflächen der Messplatten sind sauber geschliffen. Die Messplatten werden umseitig gefast. Die Ebenheit der Messplatten wird nach DIN 876 klassifiziert.



Das linke Bild zeigt eine Messplatte in Sandwichbauweise. Auf der Messplatte befinden sich verschiedene Messwerkzeuge wie Granitwinkel, Prismen aus Keramik und Granit, Granitlineale, Granitwürfel und andere Präzisionsgranitteile.



Auf dem linken Bild sieht man eine typische Messplatte mit Untergestell. Das Untergestell kann in geschweißter oder verschraubter Ausführung geliefert werden. Kleine Untergestelle werden in der Regel in geschraubter Ausführung geliefert. Bei größeren Messplatten werden aus Stabilitätsgründen geschweißte Untergestelle eingesetzt.



Auf Wunsch kann das Untergestell für die Messplatte in ihrer Lieblingsfarbe angefertigt werden.



Auch Untergestelle mit integrierter Schwingungsdämpfung können wir liefern. Hierbei können verschiedene Schwingungsdämpfer eingesetzt werden. Gummierte Maschinenfüße dämpfen bis zu ca. 30Hz. Einfache Luftfederisolatoren dämpfen bis ca. 20 Hz. Hochwertige Luftfederisolatoren mit aktiver Niveauregelung sind die hochwertigste Art der Schwingungsisolierung. Hierbei können Schwingungen bis herunter auf ca. 10 Hz gedämpft werden.



4.1. Abmessungen der Messplatten

Abmessungen (mm)			Gewicht (kg)	Auflagepunkte		DIN 876 / Güte 00			DIN 876 / Güte 0		
Länge	Breite	Höhe		Anzahl	Abstand (mm)	Ebenheit (μ)	Belastbar (kg)	Bestell-Nr. mit Link zum Shop	Ebenheit (μ)	Belastbar (kg)	Bestell-Nr. mit Link zum Shop
140	80	40	5	3	100/60	3	50	G-14-8-4-00	6	60	G-14-8-4-0
250	200	50	10	3	200/150	3	60	G-25-20-5-00	6	100	G-25-20-5-0
300	200	50	12	3	240/150	3	70	G-30-20-5-00	6	120	G-30-20-5-0
300	300	70	14	3	240/240	3	75	G-30-30-7-00	6	140	G-30-30-7-0
400	250	70	15	3	300/150	3	80	G-40-25-7-00	6	160	G-40-25-7-0
400	400	100	48	3	300/300	3	130	G-40-40-10-00	6	260	G-40-40-10-0
630	400	100	55	5	500/300	3	115	G-63-40-10-00	7	265	G-63-40-10-0
630	630	100	85	5	500/500	3	170	G-63-63-10-00	7	350	G-63-63-10-0
800	500	130	180	5	500/500	4	230	G-80-50-13-00	7	460	G-80-50-13-0
900	600	130	180	5	500/500	4	230	G-90-60-13-00	7	460	G-90-60-13-0
1000	630	150	170	5	700/500	4	160	G-100-63-15-00	8	320	G-100-63-15-0
1000	750	150	350	5	700/700	4	470	G-100-75-15-00	8	940	G-100-75-15-0
1000	1000	150	450	5	700/700	4	470	G-100-100-15-00	8	940	G-100-100-15-0
1200	800	150	335	5	700/500	5	560	G-120-80-15-00	9	930	G-120-80-15-0
1600	1000	200	800	5	1000/700	5	580	G-160-100-20-00	10	950	G-160-100-20-0
2000	1000	250	1450	5	1400/700	6	800	G-200-100-25-00	12	1600	G-200-100-25-0
2000	1600	300	2800	5	1400/1000	6	2050	G-200-160-30-00	12	4100	G-200-160-30-0
2500	1600	300	3450	7	1500/1000	7	2000	G-250-150-30-00	14	3900	G-250-150-30-0
3000	2000	500	7100	7	1800/1400	8	3400	G-300-200-50-00	16	5450	G-300-200-50-0

Tabelle 3: Messplatten / Kontrollplatten Standardabmessungen. Alle Messplatten werden mit Prüfprotokoll ausgeliefert!



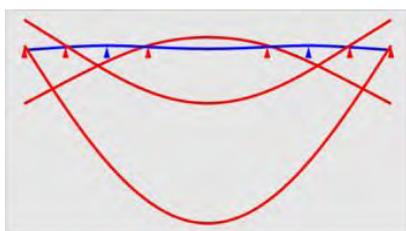
4.3. Aufstellen einer Messplatte

Die Ebenheit der Messplatten ist nur gewährleistet bei richtiger Aufstellung. Bitte gehen Sie wie folgt vor:

1. Stellen Sie die Messplatte auf das Untergestell oder die Unterstellböcke. Beachten sie die drei gekennzeichneten Auflagepunkte unter der Granitplatte.
2. Nehmen sie eine genaue Maschinenwasserwaage mit einer Genauigkeit von mindestens ca. $0,020 \mu\text{m/m}$ oder besser. Stellen sie die Wasserwaage zunächst mittig zwischen die beiden Auflagepunkte mit dem kleineren Abstand, so dass die Wasserwaage parallel zu der kurzen Kante der Messplatte steht. Richten sie zunächst diese Richtung durch Verstellen an den Justageschrauben des Untergestelles aus.
3. Prüfen sie die Ausrichtung durch eine Umschlagsmessung mit der Wasserwaage und richten sie bei Bedarf etwas nach.
4. Stellen sie die Wasserwaage nun über den dritten weit entfernten Auflagepunkt, so dass sie Waage parallel zu der langen Seite der Messplatte steht.
5. Richten sie jetzt an dem dritten Auflagepunkt die Messplatte aus. Prüfen sie die Einstellung durch eine Umschlagsmessung und richten sie evtl. nach.
6. Alle weiteren Stützpunkte dienen nur als Kippsicherung und werden locker mit der Hand beigestellt, so dass sie gerade die Platte berühren.

4.4. Die „Besselschen Auflagepunkte“

Bei allen Standard Messplatten von THOME Präzision entsprechen die Auflagepunkte den Besselschen Auflagepunkten. Ca. 22% vom Rand befinden sich die Auflagepunkte mit der geringsten Durchbiegung.



Das linke Bild zeigt die Verbiegung eines gleichmäßig belasteten Balkens für verschiedene Paare von Auflagepunkten. Die blaue Kurve zeigt die Lagerung in den Bessel-Punkten. Hier ist die Durchbiegung durch das Eigengewicht der Platte am geringsten. Der vertikale im Bild Maßstab ist sehr stark überhöht.

5. Messbalken aus Hartgestein nach DIN 874

Bei den Messbalken aus Granit liegt der wesentliche Augenmerk auf der Parallelität der Längsflächen zueinander. Die zugrunde liegende Norm ist die DIN 874 für Parallelitäten. Hauptsächlich werden Messbalken für die Geradheits- und Parallelitätskontrolle von Führungen und für Ausrichtzwecke eingesetzt.

Unsere Standardmessbalken sind wie folgt ausgeführt:

Dunkles Hartgestein, die zwei schmalen Längsflächen sind parallel zueinander geläpft, alle übrigen Flächen sind sauber geschliffen, an den Besselschen Auflagepunkten sind jeweils zwei Handlingbohrungen eingebracht. Die Anlieferung erfolgt in einem Holzetui.

Abmessung (mm)			Gewicht (kg)	Transport-Querbohrung	Güte 0			Güte 1		
Länge	Breite	Höhe			Ebenh. (μ)	Parall. (μ)	Bestell-Nr.	Ebenh. (μ)	Parall. (μ)	Bestell-Nr.
400	25	60	5	-	6	12	G-40-6-2-0	10,6	21,2	G-40-6-2-1
630	35	100	6	-	8,3	16	G-63-10-3-0	14,5	29	G-63-10-3-1
1000	50	160	26	30	12	24	G-100-16-5-0	20,6	41,2	G-100-16-5-1
1600	80	250	77	30	18	36	G-160-25-8-0	30,6	61,2	G-160-25-8-1
2000	100	300	150	50	22	44	G-200-30-10-0	37,3	74,6	G-200-30-10-1
3000	150	500	600	100	32	64	G-300-15-50-0	54	108	G-300-50-15-1

Tabelle 4: Messbalken aus Hartgestein nach DIN 874

Auf Wunsch können wir auch höhere Genauigkeiten anfertigen. Sie sehen hier nur einen Auszug unseres Lieferprogramms. Auch können Handlingsbohrungen und andere Sonderwünsche realisiert werden. Wir bitten sie jedoch bei Sonderwünschen eine Zeichnung oder Skizze anzufertigen, um Missverständnisse zu vermeiden.

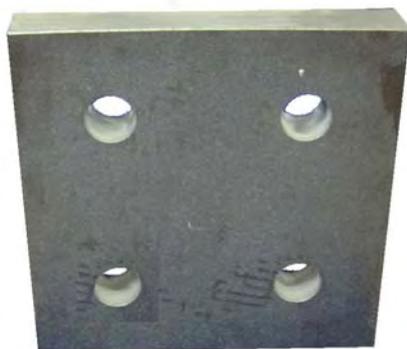
In Sonderausführung kann THOME Präzision auch Messbalken liefern, mit 4 Längsflächen parallel und rechtwinklig zueinander geläpft. Fragen sie alle Sonderwünsche bitte individuell an.



Messbalken aus Granit können auch in sehr großen Abmessungen hergestellt werden. Bohrungen und Einfräsungen bringen wir je nach Kundenwunsch ein.

6. Hartgesteinswinkel Quadratform und Rechteckform zur Überprüfung und Justage von Rechtwinkligkeiten nach DIN 875

Hartgesteins Winkelnormale werden in erster Linie zur Kontrolle des 90°-Winkels verwendet. Die Winkelnormale sind ideal geeignet zum schnellen Ausrichten von Winkligkeiten. (z.B. für Messmaschinen oder Werkzeugmaschinen).



Die Granitwinkel sind aus dunklem Hartgestein hergestellt. Vier schmale Flächen der Winkelnormale sind zueinander parallel und rechtwinklig geläppt. Zudem ist eine der großen Flächen ebenfalls eben und winklig zu den 4 schmalen Seiten geläppt.

Die Angabe der Winkelgenauigkeit ist bezogen auf den langen Schenkel.

Zur Gewichtsreduzierung und zum besseren Handling sind Durchgangsbohrungen eingebracht. Auf Wunsch können auch Gewindeeinsätze für Ringschrauben eingebracht werden.

Die zugrunde liegende Norm ist die DIN 875 für Rechtwinkligkeiten. Im Lieferumfang ist ein Holzetui und ein Prüfprotokoll enthalten.

Quadratische Winkelnormale aus Granit haben den Vorteil, dass sie die Genauigkeit durch ihre symmetrische Form länger gewährleisten und auch thermisch stabiler sind.

Rechteckwinkelnormale aus Granit sind ideal geeignet zum Prüfen von Maschinengeometrien.



Abmessung (mm)		Gewicht t (kg)	Güte 00			Güte 0		
Schenkellänge	Breite		Parall. (μ)	Rechtw. (μ)	Bestell-Nr.	Parall. (μ)	Rechtw. (μ)	Bestell-Nr.
100 x 100	20	4	3,3	3	G-10-10-2-00	6	7	G-10-10-2-0
160 x 160	25	5	4,2	3,6	G-16-16-2-00	7,2	8,2	G-16-16-2-0
200 x 200	25	8	4,6	4	G-20-20-2-00	8	9	G-20-20-2-0
250 x 250	30	10	5,4	4,5	G-25-25-3-00	9	10	G-25-25-3-0
300 x 300	30	13	6	5	G-30-30-3-00	10	11	G-30-30-3-0
400 x 400	40	15	7,4	6	G-40-40-4-00	12	13	G-40-40-4-0
500 x 500	50	27	8,6	7	G-50-50-5-00	14	15	G-50-50-5-0
600 x 400	60	37	10/7,4	6	G-60-40-6-00	16/12	13	G-60-40-6-0
600 x 600	60	58	10	8	G-60-60-6-00	16	17	G-60-60-6-0
800 x 400	80	75	12,6/7,4	6	G-80-40-8-00	20/12	13	G-80-40-8-0
800 x 800	100	130	12,6	10	G-80-80-10-00	20	21	G-80-80-10-0
1000 x 500	120	150	15,4/8,6	7	G-100-50-12-00	24/14	15	G-100-50-12-0
1200 x 1200	150	350	18	14	G-120-120-15-00	28	29	G-120-120-15-0

Tabelle 5: Winkelnormal aus Hartgestein 90°- Rechteckform nach DIN 875

7. Granitwinkel in Dreieckform nach DIN 875



Diese Granitwinkelnormale werden zur Kontrolle von 90°-Winkeln verwendet. Sie werden aus dunklem Hartgestein hergestellt. Die zwei schmalen Schenkelflächen sind rechtwinklig zueinander geläppt, die restlichen Flächen sind sauber geschliffen. Die Winkelgenauigkeit ist bezogen auf den längeren Schenkel. Zur Gewichtsreduzierung und zum besseren Handling sind Durchgangsbohrungen eingebracht. Die zugrunde liegende Norm ist die DIN 875 für Rechtwinkligkeiten. Im Lieferumfang ist ein Holzetui und ein Prüfprotokoll enthalten.

Abmessung (mm)		Gewicht (kg)	Güte 000			Güte 00		
Schenkellänge	Breite		Ebenh. (μ)	Rechtw. (μ)	Bestell Nr.	Ebenh. (μ)	Rechtw. (μ)	Bestell Nr.
400 x 250	50	8,5	1,5/1,0	1,5	DW4025	2,0 / 1,5	2,5	DW4025-00
500 x 300	60	15	1,5/1,0	2,0	DW5030	2,5 / 2,0	3,0	DW5030-00
600 x 400	70	28	1,5/1,5	2,0	DW6040	2,5 / 2,0	3,0	DW6040-00
800 x 600	90	69	2,0/1,5	2,5	DW8060	3,0 / 2,5	3,5	DW8060-00
1000 x 600	120	130	2,0/1,5	3,0	DW10060	3,5 / 2,5	4,0	DW10060-00

Tabelle 6: Winkelnormal aus Hartgestein 90°-Dreieckform nach DIN 875

8. Würfel aus Granit. Ideal zum schnellen Überprüfen aller Geometrien.



Diese Hartgesteinswürfel werden als Winkelnormale eingesetzt. Die Winkelüberprüfung ist zeitsparend und überaus genau. Granitwürfel werden bei Werkzeugmaschinen und bei Messmaschinen zur schnellen Geometrieprüfung eingesetzt. Die Hartgesteinswürfel werden aus dunklem Hartgestein hergestellt. Alle 6 Seiten sind rechtwinklig zueinander geläpft, die gegenüberliegenden Seiten sind parallel. Die Winkelgenauigkeit ist bezogen auf den längeren Schenkel. Zur Gewichtsreduzierung und zum besseren Handling können Durchgangsbohrungen oder Gewindeeinsätze je nach Kundenwunsch eingebracht werden. Die zugrunde liegende Norm ist die [DIN 875](#) für Rechtwinkigkeiten. Im Lieferumfang ist ein Holzetui und ein Prüfprotokoll enthalten.

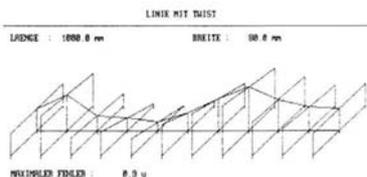
Abmessung (mm)		Gewicht (kg)	Transport-Einsatz		Güte 000			Güte 00		
Länge x Breite	Höhe		Grösse	Anzahl	Parall. (μ)	Recht w. (μ)	Bestell-Nr.	Parall. (μ)	Recht w. (μ)	Bestell-Nr.
150 x 150	150	10	M 12	1	2,0	1,0	WW151515	2,5	2,0	WW151515-00
300 x 300	300	78	M 16	1	2,5	1,5	WW303030	3,0	2,5	WW303030-00
400 x 400	400	185	M 16	2	2,5	1,5	WW404040	3,5	2,5	WW404040-00
500 x 500	500	365	M 20	2+2	3,0	2,0	WW505050	4,0	3,0	WW505050-00
600 x 600	600	365	M 20	2+2	3,0	2,0	WW505050	4,0	3,0	WW505050-00
750 x 750	750	1230	M 24	4+4	3,5	2,5	WW757575	5,0	3,5	WW757575-00
1000 x 1000	1000	2900	M 30	4+4	4,0	3,0	WW100100100 0	6,0	4,0	WW100100100 -00

Tabelle 6: Würfel aus Hartgestein, 90° Winkel nach DIN 875

Granitwürfel können an allen 6 Seiten winklig, parallel und eben gearbeitet werden. Zusätzlich werden je nach Kundenwunsch, Gewindebohrungen zum besseren Handling eingebracht.

9. DIN 874, Toleranz der Ebenheit und Parallelität

Genauigkeits Güte	00	0	1	2
Toleranz der Ebenheit	$1+L/150$	$2+L/100$	$4+L/60$	$8+L/40$
Toleranz der Parallelität	$(1+L/150)*2$	$(2+L/100)*2$	$(4+L/60)*2$	$(8+L/40)*2$
L [mm]	Toleranz Güte 00 [µm]	Toleranz Güte 0 [µm]	Toleranz Güte 1 [µm]	Toleranz Güte 2 [µm]
500	4	7	12	21
750	6	9	17	27
1000	8	12	21	33
1500	11	17	29	46
2000	14	22	37	58
2500	18	27	46	71
3000	21	32	54	83
4000	28	42	71	108
5000	34	52	87	133



Ebenheit eines Messbalkens



10. DIN 875, Toleranz der Winkel

Genauigkeits Güte	00	0	1	2
Toleranz der Winkel	$2+L1/100$	$5+L1/50$	$10+L1/20$	$20+L1/10$
L1 (Länge des kurzen Schenkels) [mm]	Toleranz Güte 00 [μm]	Toleranz Güte 0 [μm]	Toleranz Güte 1 [μm]	Toleranz Güte 2 [μm]
100	3	7	15	30
150	4	8	18	35
200	4	9	20	40
300	5	11	25	50
400	6	13	30	60
500	7	15	35	70
600	8	17	40	80
800	10	21	50	100
1000	12	25	60	120



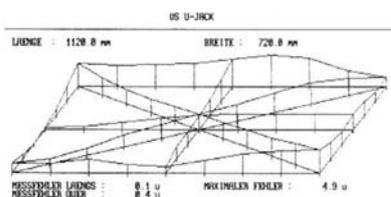
Hauptfläche eines Standardwinkels



11. DIN 876, Toleranz der Ebenheit

Die Ebenheit wird nach DIN 876 spezifiziert. Sie gibt an, dass alle Abweichungen einer Fläche innerhalb zweier Ebenen liegen müssen deren Abstand die Ebenheitstoleranz festlegt.

Genauigkeits Güte	00	0	1	2
Toleranz der Ebenheit	$2+a/500$	$4+a/250$	$10+a/100$	$20+a/50$
a (Länge) [mm]	Toleranz Güte 00 [µm]	Toleranz Güte 0 [µm]	Toleranz Güte 1 [µm]	Toleranz Güte 2 [µm]
100	2	4	11	22
200	2	4	12	24
300	3	5	13	26
400	3	6	14	28
500	3	6	15	30
600	3	7	16	33
800	4	7	18	36
1000	4	8	20	40
1200	4	9	22	44
1500	5	10	25	50
2000	6	12	30	60
2500	7	14	35	70
3000	8	16	40	80



Protokoll einer Ebenheitsmessung



12. Hintergrundinformationen zu Granit

Magmatische Gesteine entstehen durch das Erkalten heißen geschmolzenen Materials aus dem Erdinneren, des so genannten Magmas.

Findet das Erkalten unterirdisch statt, spricht man von Plutoniten oder Intrusivgesteinen.

Durch die verhältnismäßig gute Wärmeisolation der aufliegenden Gesteine kühlt sich die Magmaschmelze nur langsam ab, so dass große Mineralkristalle entstehen können.

Beispiele für plutonische Gesteine sind Granit oder Gabbro. Das Magma kann riesige Gesteinsmassen, die so genannten Plutone bilden, die oft mehrere Tausend Kubikkilometer Gestein umfassen.

Granite (von ital. granito, „gekörnt“) sind massige, relativ grobkristalline, magmatische Tiefengesteine (Plutonite), die reich an Quarz und Feldspäten sind, aber auch dunkle Minerale, zum Beispiel Glimmer, enthalten. Der Merksatz Feldspat, Quarz und Glimmer, die drei vergess' ich nimmer gibt die Zusammensetzung von Granit etwas vereinfacht wieder.



Granit ist ein Naturmaterial und wird aus Steinbrüchen gewonnen.



Die für die Messtechnik geeigneten Granitsorten werden überwiegend in Südafrika, Schweden, Indien und China gefunden.