

# Kugelstoßen – a1)

Kugelstoßen ist eine Disziplin bei den Olympischen Sommerspielen.

Eine Metallkugel muss so weit wie möglich aus einem Kreis in einen vorgegebenen Aufschlagbereich gestoßen werden.

a) Im Jahr 1948 wurde bei den Männern ein neuer Weltrekord mit der Weite 17,68 m aufgestellt.

Eine Faustregel besagt, dass sich seit 1948 der Weltrekord bei den Männern alle 2,5 Jahre um 34 cm verbessert hat. Die Weltrekordweite (in Metern) soll gemäß dieser Faustregel in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  (in Jahren) durch eine lineare Funktion  $f$  beschrieben werden.

1) Erstellen Sie eine Gleichung der Funktion  $f$ . Wählen Sie  $t = 0$  für das Jahr 1948. [1 Punkt]

# Kugelstoßen – a1)

	list1	list2	list3
1	0	17.68	
2	2.5	18.02	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

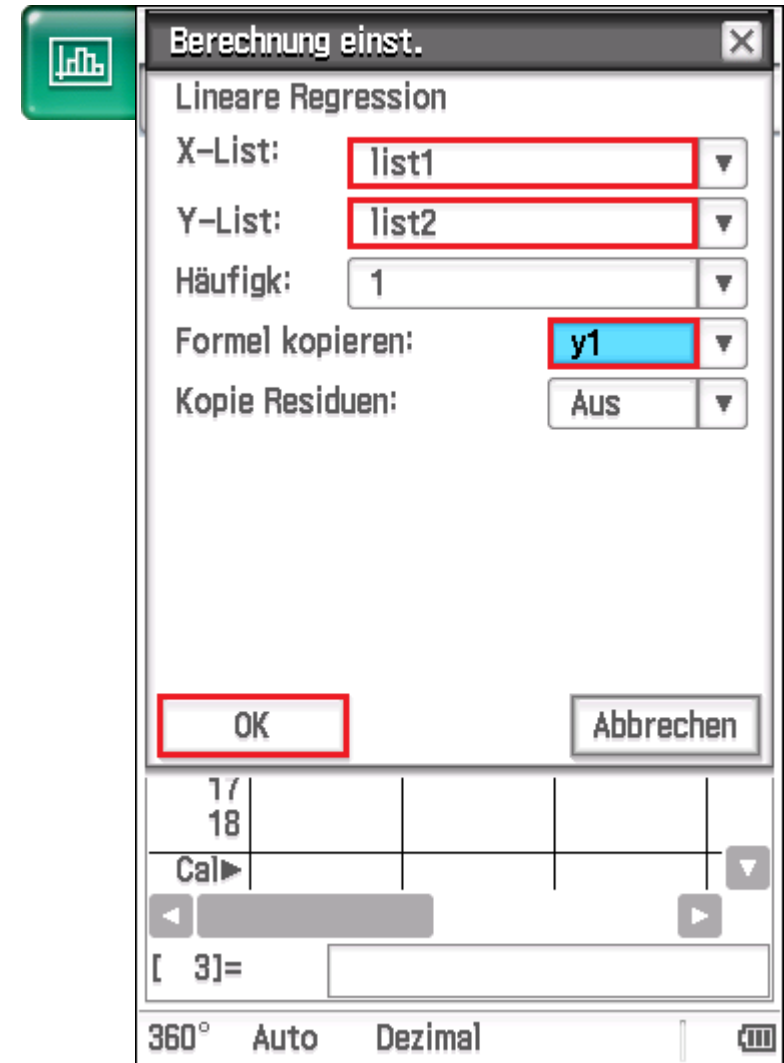
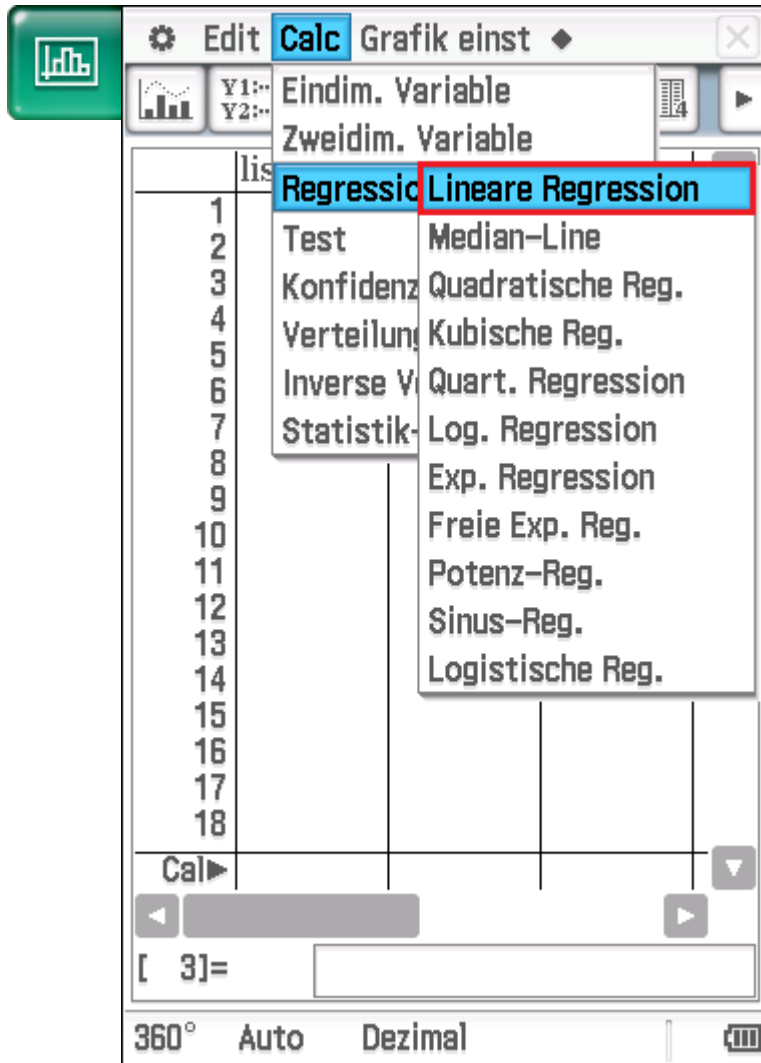
Cal▶

[ 3]=

360° Auto Dezimal

Daten in Listen eintragen

# Kugelstoßen – a1)



# Kugelstoßen – a1)

The screenshot shows the 'Stat. Berechnung' (Statistical Calculation) window on a Casio calculator. The window title is 'Stat. Berechnung'. Below the title, it says 'Lineare Regression' and shows the equation  $y = a \cdot x + b$ . The results are displayed as follows:

a	=	0.136
b	=	17.68
r	=	1
r <sup>2</sup>	=	1
MSe	=	

Below the results, there are buttons for 'OK', 'OK', and 'Abbrechen'. At the bottom of the window, there is a display area showing '17', '18', 'Cal▶', and a numeric keypad with '[ 3 ] ='. The bottom status bar shows '360° Auto Dezimal'.

Lösung:  $f(t) = 0,136 \cdot t + 17,68$

# Kugelstoßen – a2)

Im Jahr 1988 betrug der Weltrekord bei den Männern 23,06 m.

- 2) Ermitteln Sie für das Jahr 1988 die Abweichung des Funktionswerts von  $f$  von dieser Weltrekordweite. *[1 Punkt]*

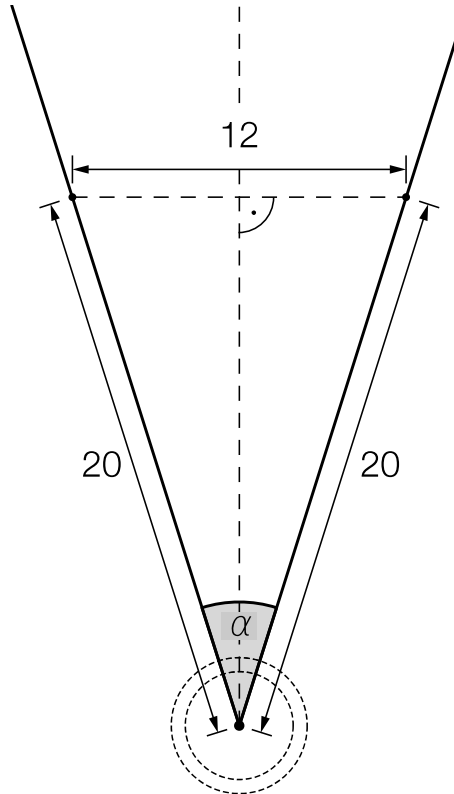
# Kugelstoßen – a1)

The screenshot shows the 'Edit Aktion Interaktiv' window of a Casio calculator. The display area contains the expression  $y_1(40) - 23.06$  and the result  $0.06$ . Below the display is a keyboard with four tabs: 'abc', ' $\alpha\beta\gamma$ ', 'Math', and 'Symbol'. The 'abc' tab is active, and the 'y' key is highlighted with a red box. The bottom of the window shows mode indicators: 'Algeb', 'Dezimal', 'Reell', and '360°', along with a calculator icon.

Lösung: Abweichung von  $0,06 \text{ m} = 6 \text{ cm}$

# Kugelstoßen – b1)

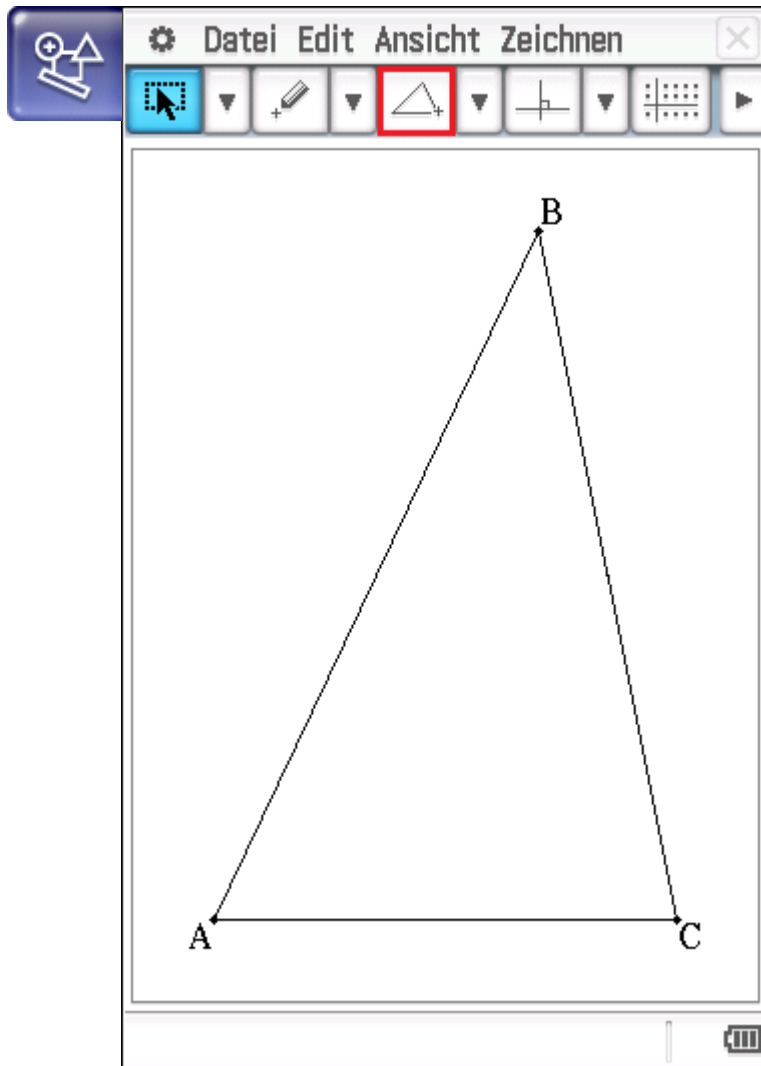
- b) Der Aufschlagbereich ist in der nachstehenden Abbildung in der Ansicht von oben dargestellt (alle Angaben in Metern).



- 1) Berechnen Sie den in der obigen Abbildung markierten Winkel  $\alpha$ .

[1 Punkt]

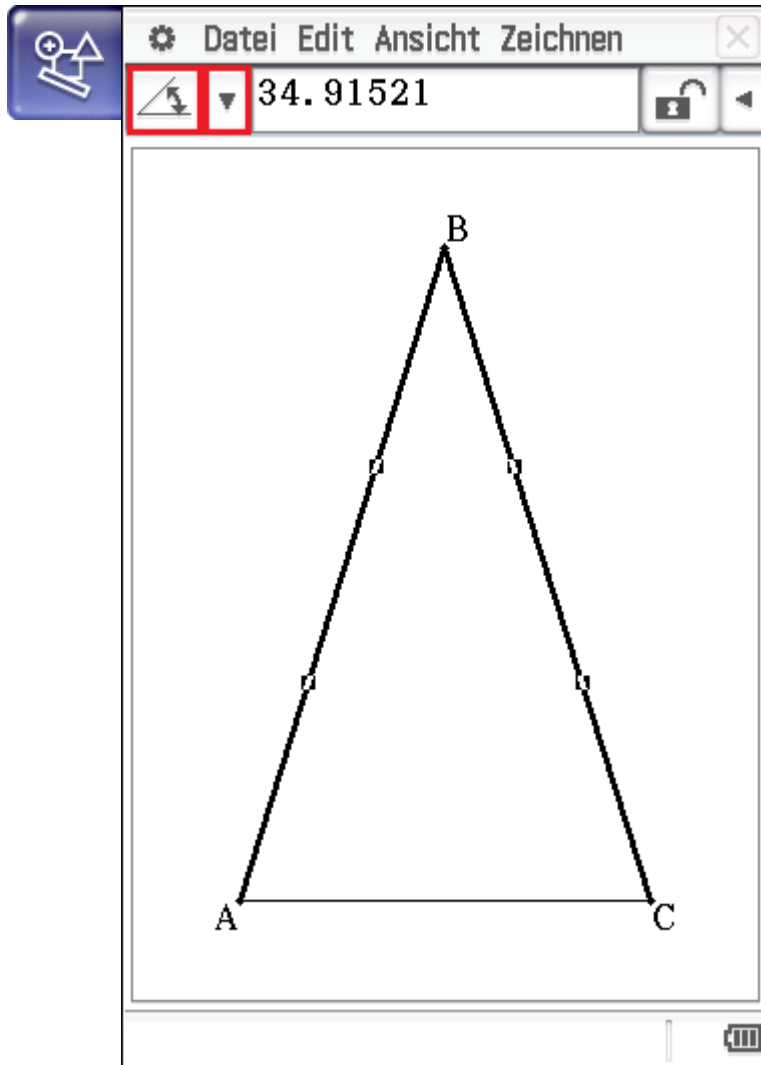
# Kugelstoßen – b1)



Dreieck mit  zeichnen



# Kugelstoßen – b1)



Seitenlängen im Messfeld anpassen;  
Steigung von AC auf 0 fixieren

AB und BC auswählen;  
Winkel mit  anzeigen

Lösung: Markierter Winkel beträgt  $\alpha \approx 34,9^\circ$

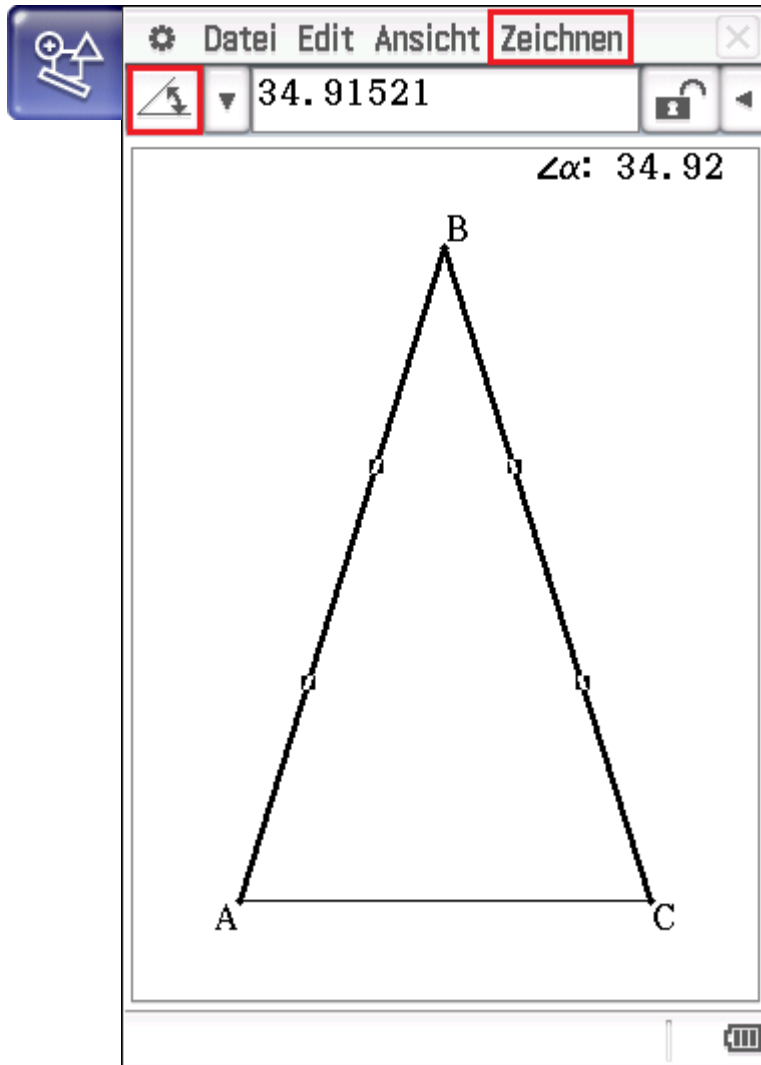
## Kugelstoßen – b2)

- 2) Markieren Sie in der obigen Abbildung diejenige Strecke, deren Länge durch den folgenden Ausdruck berechnet werden kann:

$$\frac{6}{\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

*[1 Punkt]*

# Kugelstoßen – b1)

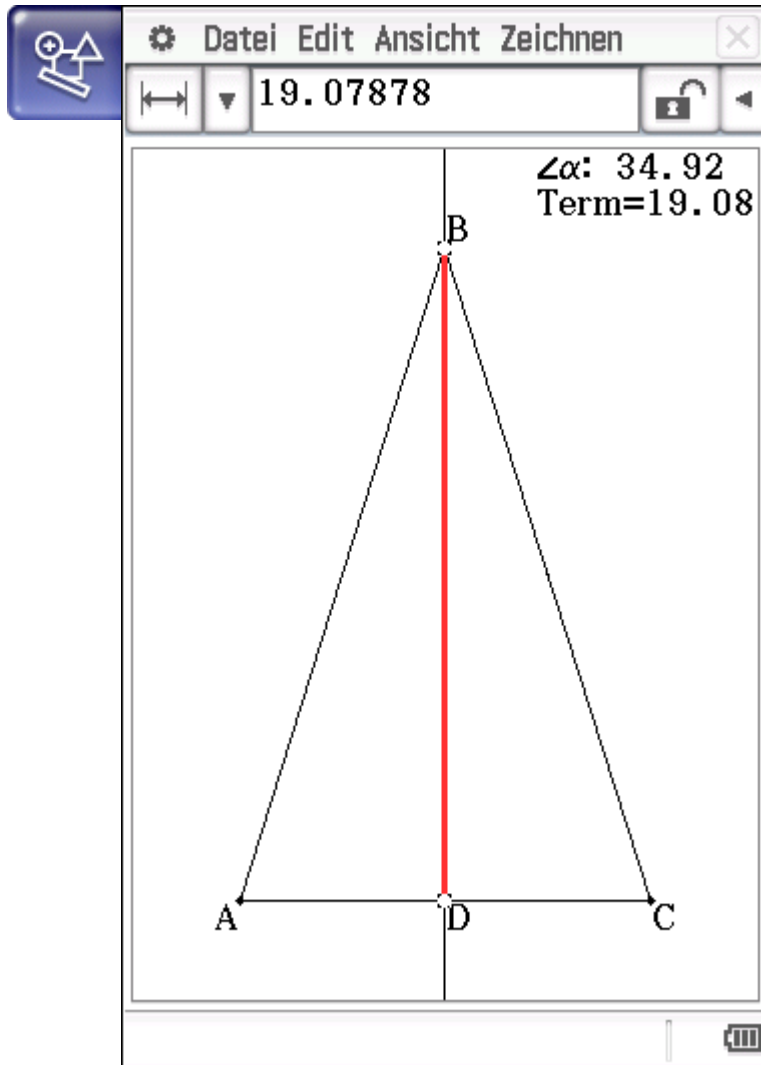


Winkel durch  antippen dauerhaft anzeigen

Über „Zeichnen“, „Formelterm“ eingeben:

$$6 / (\tan(@1^\circ / 2))$$

# Kugelstoßen – b1)



Mittelpunkt von AC konstruieren

Abstand BD prüfen

Lösung: Markierte Linie entspricht  $\frac{6}{\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$

# Kugelstoßen – c1)

- c) Die Bahnkurve einer gestoßenen Kugel lässt sich näherungsweise durch den Graphen der quadratischen Funktion  $h$  beschreiben:

$$h(x) = -0,05 \cdot x^2 + 0,75 \cdot x + 2 \quad \text{mit } x \geq 0$$

$x$  ... horizontale Entfernung der Kugel von der Abstoßstelle in m

$h(x)$  ... Höhe der Kugel über dem Boden bei der horizontalen Entfernung  $x$  in m

- 1) Geben Sie an, in welcher Höhe die Kugel abgestoßen wird.

*[1 Punkt]*

# Kugelstoßen – c1)

The screenshot shows the 'Edit Aktion Interaktiv' window of a Casio calculator. The function  $h(x) = -0.05x^2 + 0.75x + 2$  is defined. The calculator displays the function and its value at  $x=0$ , which is 2. A keyboard overlay is shown at the bottom, with several keys highlighted in red: 'Define', 'h', 'abc', and the left arrow key. The 'Dezimal' mode is selected at the bottom.

Define  $h(x) = -0.05x^2 + 0.75x + 2$   
done  
 $h(x)$   
 $-0.05 \cdot x^2 + 0.75 \cdot x + 2$   
 $h(0)$   
2

Math1	Line	$\frac{\square}{\square}$	$\sqrt{\square}$	$\pi$	$\Rightarrow$
Math2	Define	f	g	i	$\infty$
Math3	solve(	dSlv	'	{ $\square$ , $\square$ }	
Trig	<	>	( )	{ }	[ ]
Var	$\leq$	$\geq$	=	$\neq$	$\angle$
abc	$\leftarrow$	$\rightarrow$	Ans	EXE	

abc	$\alpha\beta\gamma$				Math	Symbol				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	-
q	w	e	r	t	y	u	i	o	p	@
a	s	d	f	g	h	j	k	l	;	:
$\uparrow$	z	x	c	v	b	n	m	,	.	CAPS
$\leftarrow$	$\rightarrow$	Leerz.				EXE				

Lösung: Abstoßhöhe 2 m bei  $x = 0$

Bildschirmtastatur mit **Keyboard** anzeigen

The keyboard overlay is shown in detail. The 'Define' key in the Math2 row and the 'h' key in the Math3 row are highlighted in red. The left arrow key in the bottom row is also highlighted in red. The 'abc' key in the bottom row is highlighted in red. The 'Dezimal' mode is selected at the bottom.

# Kugelstoßen – c1)

- 2) Ermitteln Sie, in welcher horizontalen Entfernung von der Abstoßstelle die Kugel auf dem Boden aufschlägt. *[1 Punkt]*

# Kugelstoßen – d)

Edit Aktion Interaktiv

Define  $h(x) = -0.05x^2 + 0.75x + 2$

done

$h(x)$

$-0.05 \cdot x^2 + 0.75 \cdot x + 2$

$h(0)$

2

$h(x) = 0$

Math1: Line,  $\frac{\square}{\square}$ ,  $\sqrt{\square}$ ,  $\pi$ ,  $\Rightarrow$

Math2: Define, f, g, i,  $\infty$

Math3: solve(, dSlv, ',  $\left\{ \begin{matrix} \square \\ \square \end{matrix} \right\}$ , |

Trig: <, >, ( ), { }, [ ]

Var:  $\leq$ ,  $\geq$ , =,  $\neq$ ,  $\angle$

abc:  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ ,  $\uparrow$ , Ans, EXE

Algeb | Dezimal | Reell | 2 $\pi$  |

Gleichung markieren



# Kugelstoßen – d)

The screenshot shows the 'Interaktiv' menu of a Casio calculator. The menu is open, and the 'solve' option is highlighted with a red box. The menu items include: Umformungen, Weiterführend, Berechnungen, Komplex, Liste, Matrix, Vektor, (Un-)Gleichung, Manuell, Verteilung, Finanzmat, and Define. The 'Define' option is also highlighted with a red box. The calculator's display shows 'h(x)=0'.

Kontrollieren →

The screenshot shows the 'solve' dialog box of a Casio calculator. The 'Solve' option is selected. The equation 'h(x)=0' is entered in the 'Gleichung:' field, and 'x' is entered in the 'Variable:' field. The 'OK' button is highlighted with a red box. The calculator's display shows 'h(x)=0'.

# Kugelstoßen – d)

The screenshot shows a Casio calculator interface with the following content:

- Top bar:  $\sqrt{\alpha}$  icon, "Edit Aktion Interaktiv" title, and a close button.
- Function bar:  $0.5 \frac{1}{2}$ ,  $\int dx$ ,  $\int dx$ ,  $\int dx$ ,  $\int dx$ ,  $\int dx$ ,  $\int dx$ ,  $\int dx$ ,  $\int dx$ ,  $\int dx$ .
- Equation input:  $-0.05 \cdot x^2 + 0.75 \cdot x + 2$
- Function call:  $h(0)$
- Result:  $2$
- Solve command:  $\text{solve}(h(x)=0, x)$
- Solution set:  $\{x=-2.310708435, x=17.310\}$
- Filter:  $\text{ans} | x > 0$
- Final solution:  $\{x=17.31070844\}$
- Calculator keypad with "Trig" and ">" buttons highlighted in red.
- Bottom bar: "Algeb", "Dezimal", "Reell", "2 $\pi$ ", and a grid icon.

→ Lösung: Aufschlag etwa 17,31 m horizontal entfernt von Abstoßstelle

## Kugelstoßen – d)

d) Für die bei den Männern verwendeten Kugeln gelten folgende Vorgaben:

- Die Masse beträgt 7 257 g.
- Der Durchmesser der Kugel liegt zwischen 11 cm und 13 cm.

Eine Messing-Eisen-Legierung hat eine Dichte von  $8,2 \text{ g/cm}^3$ .

Die Masse  $m$  ist das Produkt aus Volumen  $V$  und Dichte  $\rho$ , also  $m = V \cdot \rho$ .

- 1) Überprüfen Sie nachweislich, ob man aus dieser Messing-Eisen-Legierung eine Kugel herstellen kann, die diese Vorgaben erfüllt. *[1 Punkt]*

# Kugelstoßen – d)

The screenshot shows the 'Edit Aktion Interaktiv' window of a Casio calculator. The main display area contains the equation  $7257 = \left(\frac{4}{3} \times \pi \times r^3\right) \times 8.2$ . Below the display is a keypad with various mathematical functions. The 'Math1' tab is selected. The keypad includes buttons for 'Line', 'frac', 'sqrt', 'pi', 'math1', 'math2', 'math3', 'trig', 'var', 'abc', and 'ans'. The 'pi' button and the 'math1' button are highlighted with red boxes. The 'var' button is also highlighted with a red box. The 'ans' button is highlighted with a black box. The 'Keyboard' button is also highlighted with a black box.

Kugelvolumen:  $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$

Bildschirmtastatur mit **Keyboard** anzeigen

# Kugelstoßen – d)

The screenshot shows the 'Interaktiv' menu of a Casio calculator. The menu is open, and the 'solve' option is highlighted in blue. The calculator's display shows the equation  $7257 = \left(\frac{4}{3} \times \pi\right)$ . The calculator is in 'Algeb' mode.

Nach  $r$  lösen →

The screenshot shows the 'solve' dialog box of a Casio calculator. The 'Solve' option is selected. The equation is  $7257 = \left(\frac{4}{3} \times \pi\right)$  and the variable is  $r$ . The 'OK' button is highlighted in red. The calculator is in 'Algeb' mode.

# Kugelstoßen – d)

The screenshot shows the 'Edit Aktion Interaktiv' window of a Casio calculator. The main display area contains the equation  $\text{solve}\left(7257 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot 8.2, r\right)$  and its solution  $\{r=5.955957002\}$ . Below this, the expression  $2 \times \text{ans}$  is shown with the result  $\{2 \cdot r=11.911914\}$ . The calculator's keypad is visible at the bottom, with the 'Ans' button highlighted in red. A red box also highlights the  $0.5 \frac{1}{2}$  button in the top toolbar. A black arrow points from the 'Ans' button to the text 'Lösung:'.

Ergebnisse markieren und mit  $\frac{0.5}{2}$  umwandeln

Lösung:

Vorgabe erfüllt, da  $d \approx 11,9 \in [11; 13]$  (in cm)