

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			

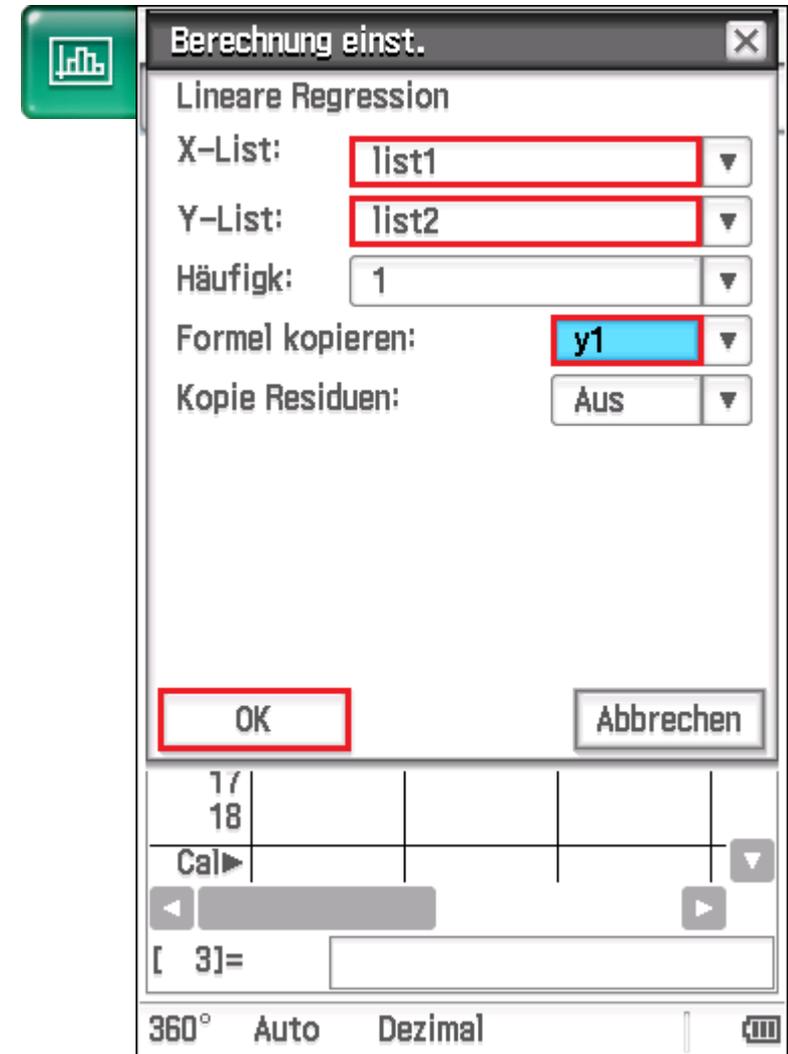
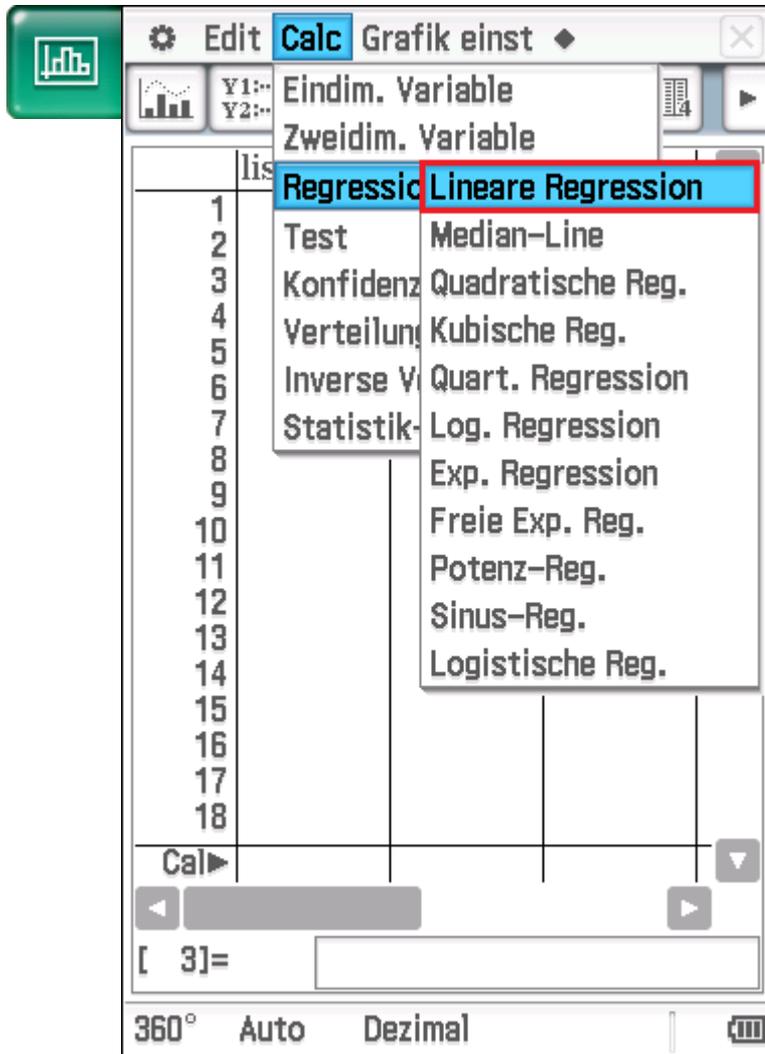
Cal▶

[3]=

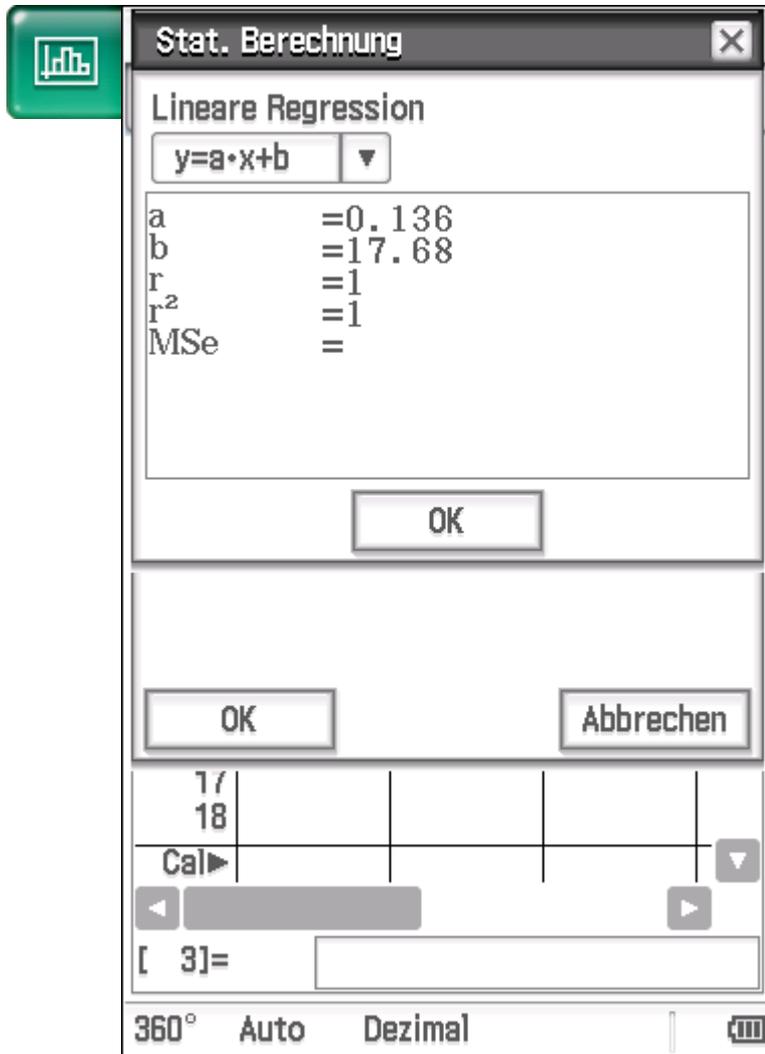
360° Auto Dezimal

Daten in Listen eintragen

Kugelstoßen – a1)



Kugelstoßen – a1)



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

a	=	0.136
b	=	17.68
r	=	1
r ²	=	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 calculator keypad interface with '[3]='. The bottom status bar shows '360°', 'Auto', 'Dezimal', and a calculator icon.

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

Kugelstoßen – a2)

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

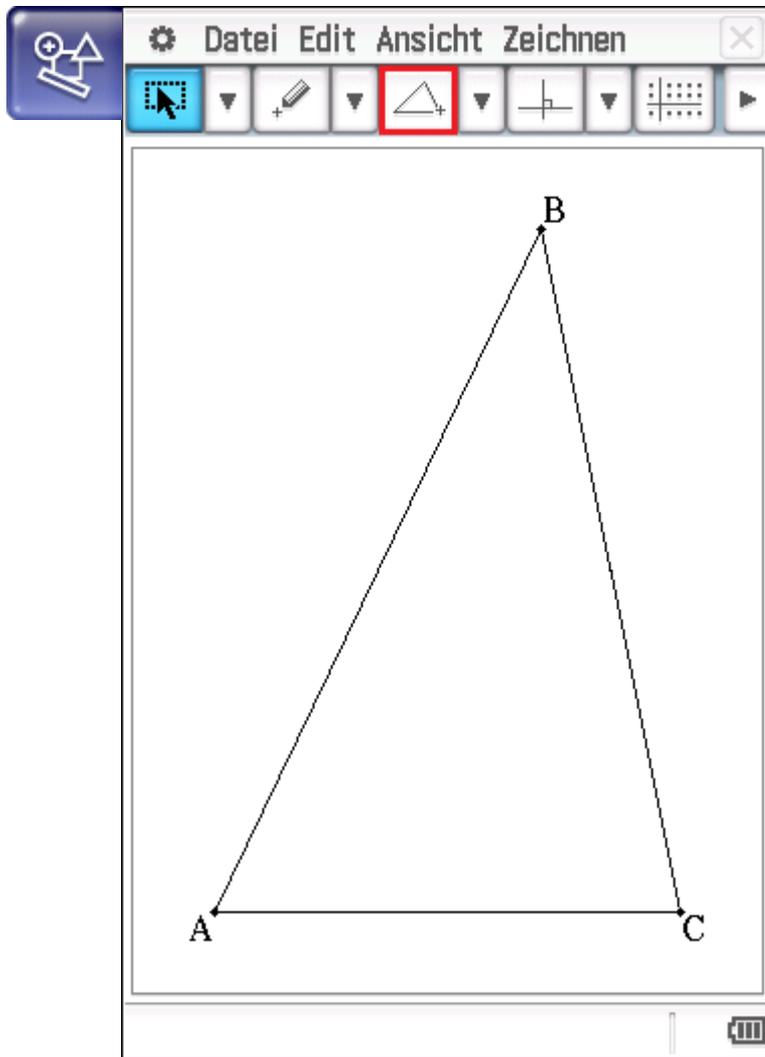
- 2) Ermitteln Sie für das Jahr 1988 die Abweichung des Funktionswerts von f von dieser Weltrekordweite. *[1 Punkt]*

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 the mode selection bar with 'Algeb', 'Dezimal', 'Reell', and '360°' options.

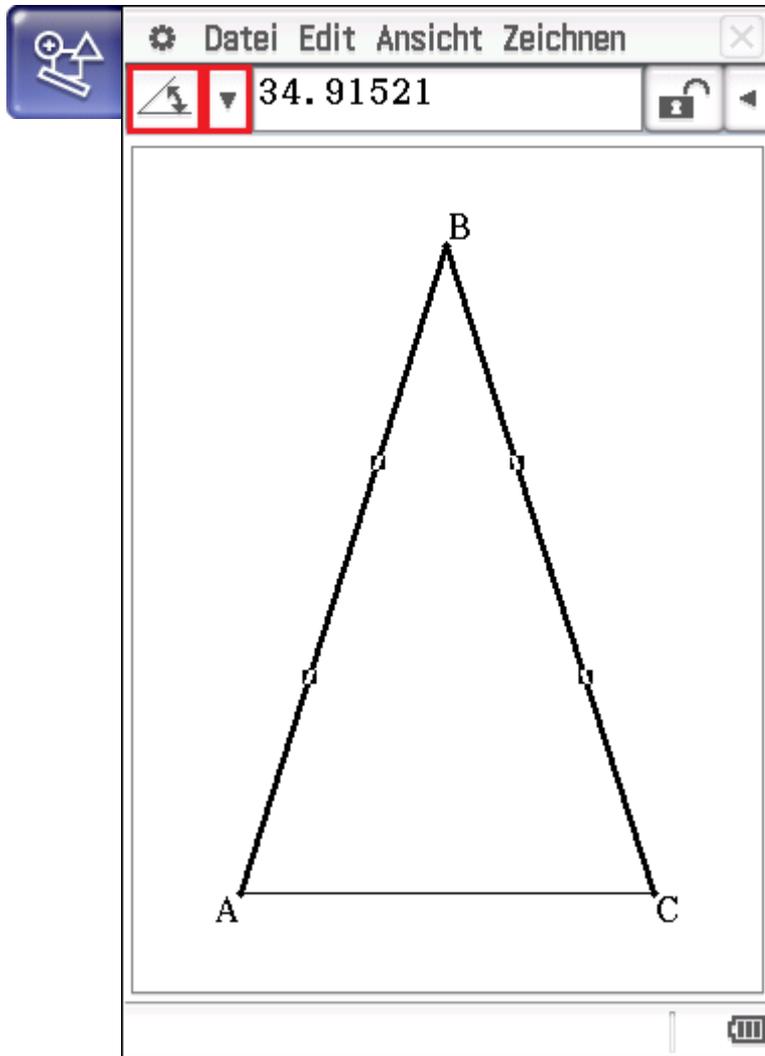
Lösung: Abweichung von $0,06 \text{ m} = 6 \text{ cm}$

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 $\alpha \approx 34,9^\circ$

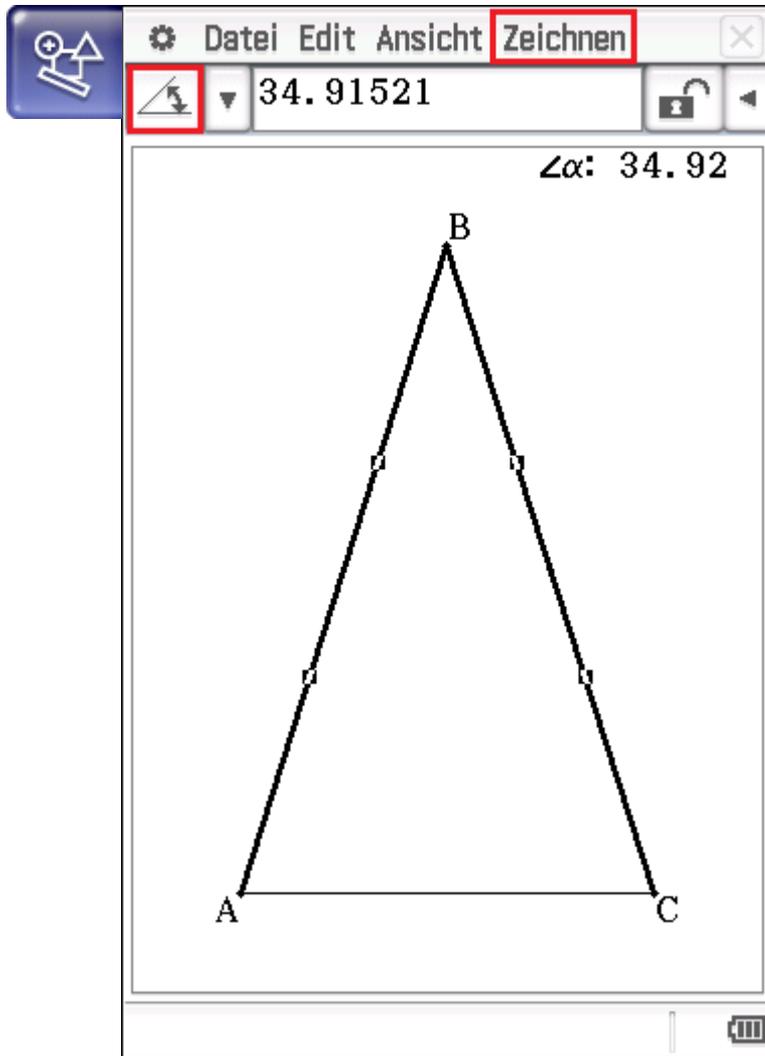
Kugelstoßen – b2)

- 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)

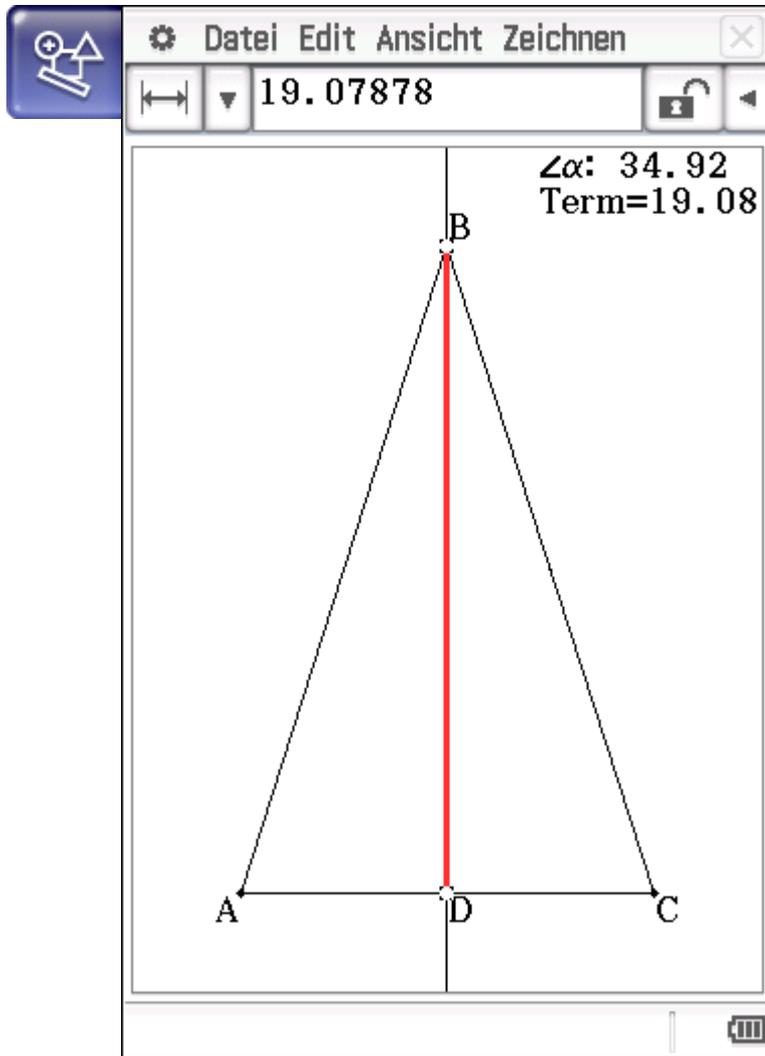


Winkel durch  antippen dauerhaft anzeigen

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 main display area contains the following text:

```
Define h(x)=-0.05xx^2+0.75x+2
done
h(x)
-0.05·x2+0.75·x+2
h(0)
2
□
```

Below the display is a grid of function keys:

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

At the bottom, there are mode selection buttons: Algeb, Dezimal, Reell, 2 π .

Lösung: Abstoßhöhe 2 m bei $x = 0$

Bildschirmtastatur mit **Keyboard** anzeigen

The screenshot shows a virtual on-screen keyboard with four columns: abc, $\alpha\beta\gamma$, Math, and Symbol. The 'h' key in the 'abc' column is highlighted with a red box. Below the main keyboard is a secondary row with a \leftarrow key (highlighted with a red box), a \rightarrow key, a 'Leerz.' key, and an 'EXE' key.

Kugelstoßen – c1)

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

Kugelstoßen – d)

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	$\frac{\square}{\square}$	$\sqrt{\square}$	π	\Rightarrow
Math2	Define	f	g	i	∞
Math3	solve(dSlv	'	$\left\{ \begin{matrix} \square \\ \square \end{matrix} \right\}$	
Trig	<	>	()	{ }	[]
Var	\leq	\geq	=	\neq	\angle
abc	\leftarrow	\rightarrow	Ans	EXE	

Algeb Dezimal Reell 2 π

Gleichung markieren

Kugelstoßen – d)

The screenshot shows the main menu of a CASIO calculator. The 'Interaktiv' tab is active. The '(Un-)Gleichung' option is highlighted in blue. The 'solve' option is also highlighted in blue. The 'h(x)=0' equation is entered in the input field.

Math1	Line				
Math2	Define	f			
Math3	solve(dSlv			
Trig	<	>	(
Var	≤	≥			
abc					

Kontrollieren →

The screenshot shows the 'solve' dialog box. The 'Solve' option is selected. The equation 'h(x)=0' is entered in the 'Gleichung:' field. The variable 'x' is entered in the 'Variable:' field. The 'OK' button is highlighted in red.

Math1	Line	$\frac{\square}{\square}$	$\sqrt{\square}$	π	\rightarrow
Math2	\square^{\square}	e^{\square}	ln	$\log_{\square}\square$	$\sqrt[\square]{\square}$
Math3	$ \square $	x^2	x^{-1}	$\log_{10}(\square)$	solve(
Trig	$\square\square\square$	toDMS	{ $\frac{\square}{\square}$ }	{ \square }	(\square)
Var	sin	cos	tan	$^{\circ}$	$^{\square}$
abc					

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: $0.5 \frac{1}{2}$, $\int dx$.
- 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: $\text{ans} | x > 0$
- Filtered solution: $\{x=17.31070844\}$
- Calculator keypad with red boxes around the **Trig** tab, the **>** key, and the **|** key.

→ 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 ρ , 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' tab are highlighted with red boxes. The 'var' tab is also highlighted with a red box. The 'ans' button is highlighted with a red box. The 'Keyboard' button is 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 with a red box. 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 $7257 = \left(\left(\left(4\right) / \left(\right.\right.\right)$. The variable 'r' is entered in the 'Variable:' field and is highlighted with a red box. The 'OK' button is also highlighted with a red box. 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 text '2xans' is displayed, followed by the result $\{2 \cdot r=11.911914\}$. A red box highlights the '0.5 1/2' button in the top toolbar. The keyboard below has a red box around the 'Ans' key. An arrow points from the 'Ans' key to the text 'Lösung:'.

Ergebnisse markieren und mit $\left[\frac{0.5}{1/2} \right]$ umwandeln

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