

Terme mit Variablen:

In Termen können **Variablen** vorkommen. Die Variablen sind **Stellvertreter** für Zahlen und Größen.

$$\underbrace{3 + 2x}_{\text{Term}} \rightarrow \text{Variable}$$

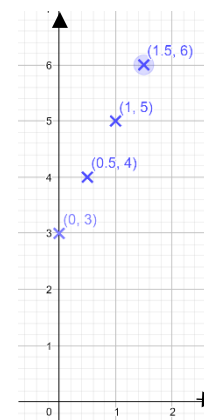
Terme werden oft mit Großbuchstaben bezeichnet: $T(x) = 3 + 2x$



Darstellung der Termwerte in einer Wertetabelle:

x	0	0,5	1	1,5	2	2,5
$T(x) = 3 + 2x$	3	4	5	6	7	8

Veranschaulichung in einem Koordinatensystem:



Berechnen von Termwerten:

- Wenn alle vorkommenden Variablen ersetzt werden, kann der Termwert berechnet werden.

$$T(a; b) = 2a + 3b \rightarrow T(3; 4) = 2 \cdot 3 + 3 \cdot 4 = 6 + 12 = 18$$

- Für gleiche Variablen müssen gleiche Zahlen eingesetzt werden. Verschiedene Variablen können durch verschiedene aber auch durch gleiche Zahlen ersetzt werden.

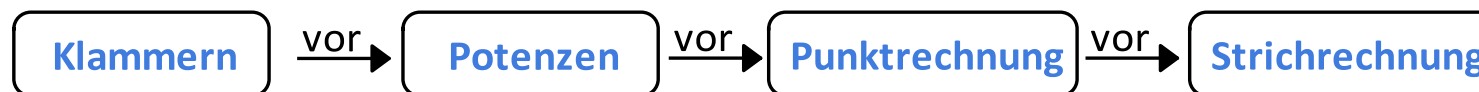
$$T(a; b) = a^2 + 2a + 3b \rightarrow T(1; 2) = 1^2 + 2 \cdot 1 + 3 \cdot 2$$

$$T(a; b) = a^2 + 2a + 3b \rightarrow T(1; 1) = 1^2 + 2 \cdot 1 + 3 \cdot 1$$

- Anstatt Zahlen können auch Größen eingesetzt werden.

$$A(a; b) = a^2 + b^2 \rightarrow A(3cm; 4cm) = (3cm)^2 + (4cm)^2 = 9cm^2 + 16cm^2 = 25cm^2$$

Für die Termwertberechnungen gelten die bekannten Rechenregeln:



$$T(x) = 3(x + 1)^2 - 4$$

$$T(-2) = 3(-2 + 1)^2 - 4 = 3 \cdot (-1)^2 - 4 = 3 \cdot 1 - 4 = 3 - 4 = -1$$

Aufstellen und Interpretieren von Termen:

Vorgehensweise	Beispiel
<p>1. Untersuchung des Sachverhalts an konkreten Beispielen und Suche nach einer Gesetzmäßigkeit.</p>	<p>Gegeben ist die Folge mit den Gliedern:</p> $68 \cdot 72 = (70 - 1 \cdot 2)(70 + 1 \cdot 2) = P(1)$ $66 \cdot 74 = (70 - 2 \cdot 2)(70 + 2 \cdot 2) = P(2)$ $64 \cdot 76 = (70 - 3 \cdot 2)(70 + 3 \cdot 2) = P(3)$ $62 \cdot 78 = (70 - 4 \cdot 2)(70 + 4 \cdot 2) = P(4)$ <p>Gesetzmäßigkeit:</p>
<p>2. Einführung von Variablen und Beschreibung der gefundenen Gesetzmäßigkeit durch einen Term.</p>	$P(n) = (70 - n \cdot 2)(70 + n \cdot 2)$

Ein Term kann erst interpretiert werden, wenn die Bedeutung der Variablen geklärt ist.

$$A = a \cdot b$$

a und b stehen für die Seitenlängen eines Rechtecks. Damit gibt der Term $A = a \cdot b$ den Flächeninhalt des Dreiecks wieder.

Gleichwertige Terme:

Zwei Terme heißen **gleichwertig** oder **äquivalent**, wenn sie bei jeder möglichen Ersetzung der Variablen durch Zahlen jeweils den gleichen Termwert ergeben. Durch Anwendung der Rechengesetze kann man einen Term in einen äquivalenten Term umformen.

$T_1(a; x) = x \cdot \left(a - \frac{1}{2}x\right)$ und $T_2(a; x) = ax - \frac{1}{2}x^2$ sind äquivalent, da sich T_1 durch Ausmultiplizieren der Klammer in T_2 umformen lässt.

$T_1(x) = 2x - 2$ und $T_2(x) = x + 1$ sind nicht äquivalent, da $T_1(1) = 2 \cdot 1 - 2 = 0$ und damit ungleich $T_2(1) = 1 + 1 = 2$ ist.

Wiederholung Rechengesetze:

Für alle rationalen Zahlen a, b, c gilt:

Gesetz	Beispiel
<i>Kommutativgesetz:</i> $a + b = b + a$ und $a \cdot b = b \cdot a$	$\frac{1}{2} + \frac{3}{4} = \frac{3}{4} + \frac{1}{2}$ $2 \cdot \left(-\frac{2}{3}\right) = \left(-\frac{2}{3}\right) \cdot 2$
<i>Assoziativgesetz:</i> $a + (b + c) = a + b + c = (a + b) + c$ $a \cdot (b \cdot c) = a \cdot b \cdot c = (a \cdot b) \cdot c$	$2x + (3x + 4) = 2x + 3x + 4 = (2x + 3x) + 4$ $\frac{1}{2} \cdot (2x \cdot 5y) = \frac{1}{2} \cdot 2x \cdot 5y = \left(\frac{1}{2} \cdot 2x\right) \cdot 5y$
<i>Distributivgesetz:</i> $(a + b) \cdot c = a \cdot c + b \cdot c$	$(2x + 3y) \cdot x = 2x \cdot x + 3y \cdot x = 2x^2 + 3xy$

Mathematik 7	M 7.1 Terme mit Variablen M 7.1.2 Umformen von Termen (2)	AKG Schwabach
<p style="text-align: center;"><u>Umformungen in Produkten:</u></p> <p>Gleiche Faktoren können zu Potenzen zusammengefasst werden:</p> <p>1. Gleiche Basis: $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$ $a^3 \cdot a^4 = a^{3+4} = a^7$</p> <p>2. Gleicher Exponent: $a^m \cdot b^m = (a \cdot b)^m$ $a^5 \cdot b^5 = (a \cdot b)^5$</p> <p>3. Potenzen von Potenzen: $(a^n)^m = a^{n \cdot m}$ $(a^3)^4 = a^{3 \cdot 4} = a^{12}$</p>	<p style="text-align: center;"><u>Summen gleichartiger Terme:</u></p> <p>Zwei Produkte, in denen genau die gleichen Variablen in jeweils gleicher Potenz auftreten, nennt man gleichartig. Sie können addiert und subtrahiert werden.</p> <p>$3a \cdot 4b + \frac{3}{4}a \cdot 2b + ab^2 =$</p> <p>$12ab + \frac{3}{2}ab + ab^2 =$ (12ab und $\frac{3}{2}ab$ sind gleichartig)</p> <p>$13,5ab + ab^2$ (13,5ab und ab^2 sind nicht gleichartig)</p>	
<p style="text-align: center;"><u>Klammerregeln:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Es steht ein + vor der Klammer → Klammern können weggelassen werden $5x + (3x - 2) = 5x + 3x - 2$ • Es steht ein – vor der Klammer → Vorzeichen in der Klammer werden geändert und dann die Klammer weggelassen $5x - (3x - 2) = 5x - 3x + 2$ 	<p style="text-align: center;"><u>Ausklammern und Ausmultiplizieren:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausmultiplizieren: Produkte werden mithilfe des Distributivgesetzes in Summen umgeformt $5u \cdot \left(2v - \frac{3}{15}u^2\right) = 5u \cdot 2v - 5u \cdot \frac{3}{15}u^2 = 10uv - u^3$ • Ausklammern (Faktorisieren): Summen werden mithilfe des Distributivgesetzes in Produkte umgeformt. $15x^2 - 5xy = 5x \cdot (3x - y)$ 	

Multiplizieren von Summen:

Zwei Summen werden multipliziert, indem man jeden Summanden der ersten Summe mit jedem Summanden der zweiten Summe multipliziert und die dabei entstehenden Produkte addiert:

$$(a + b) \cdot (x + y) = a \cdot x + a \cdot y + b \cdot x + b \cdot y = ax + ay + bx + by$$

Bsp.: $(u + 2v) \cdot (u - v) = u \cdot u - u \cdot v + 2v \cdot u - 2v \cdot v = u^2 - uv + 2uv - 2v^2 = u^2 + uv - 2v^2$

Binomische Formeln:

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

$$(a + b) \cdot (a - b) = a^2 - b^2$$

Beispiele:

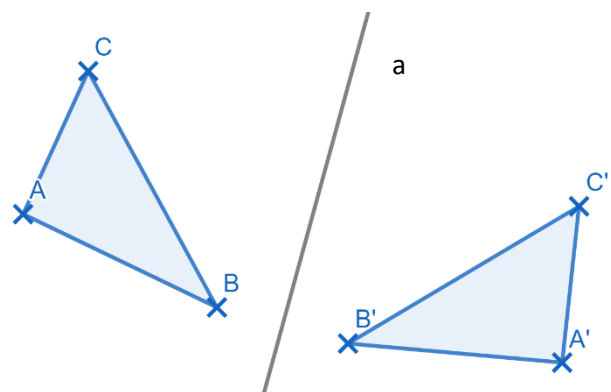
$$(2x + 3y)^2 = 4x^2 + 2 \cdot 2x \cdot 3y + 9y^2 = 4x^2 + 12xy + 9y^2$$

$$(2t - s^2)^2 = 4t^2 - 2 \cdot 2t \cdot s^2 + s^4 = 4t^2 - 4s^2t + s^4$$

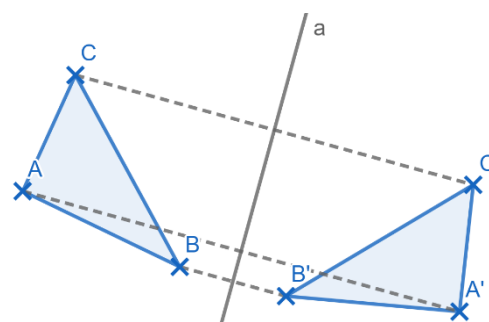
$$(2x + 3y) \cdot (2x - 3y) = 4x^2 - 9y^2$$

Achsensymmetrie:

Figuren, die durch Spiegelung an einer Achse a ineinander übergehen, nennt man **achsensymmetrisch bezüglich der Achse a** .



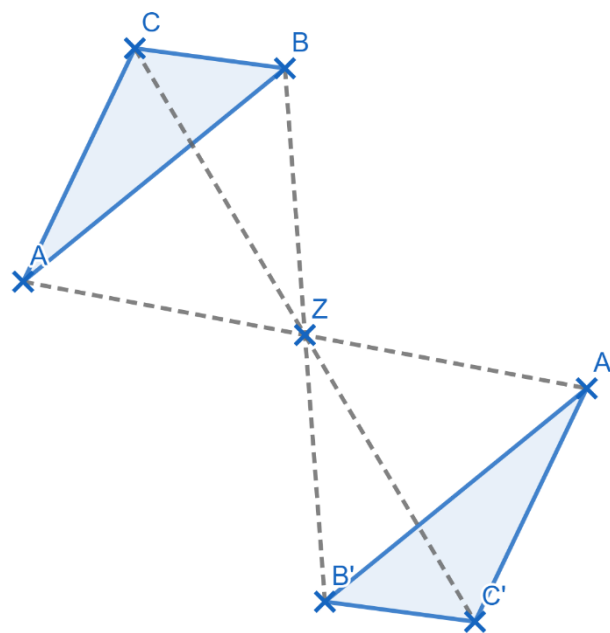
Das Dreieck $A'B'C'$ ist achsensymmetrisch zum Dreieck ABC bezüglich der Achse a .



A und A' sind symmetrisch bzgl. a (auch $B - B'$, $C - C'$).
 $\overline{AA'}$ steht senkrecht auf a .
 $\overline{AA'}$ wird von a halbiert.

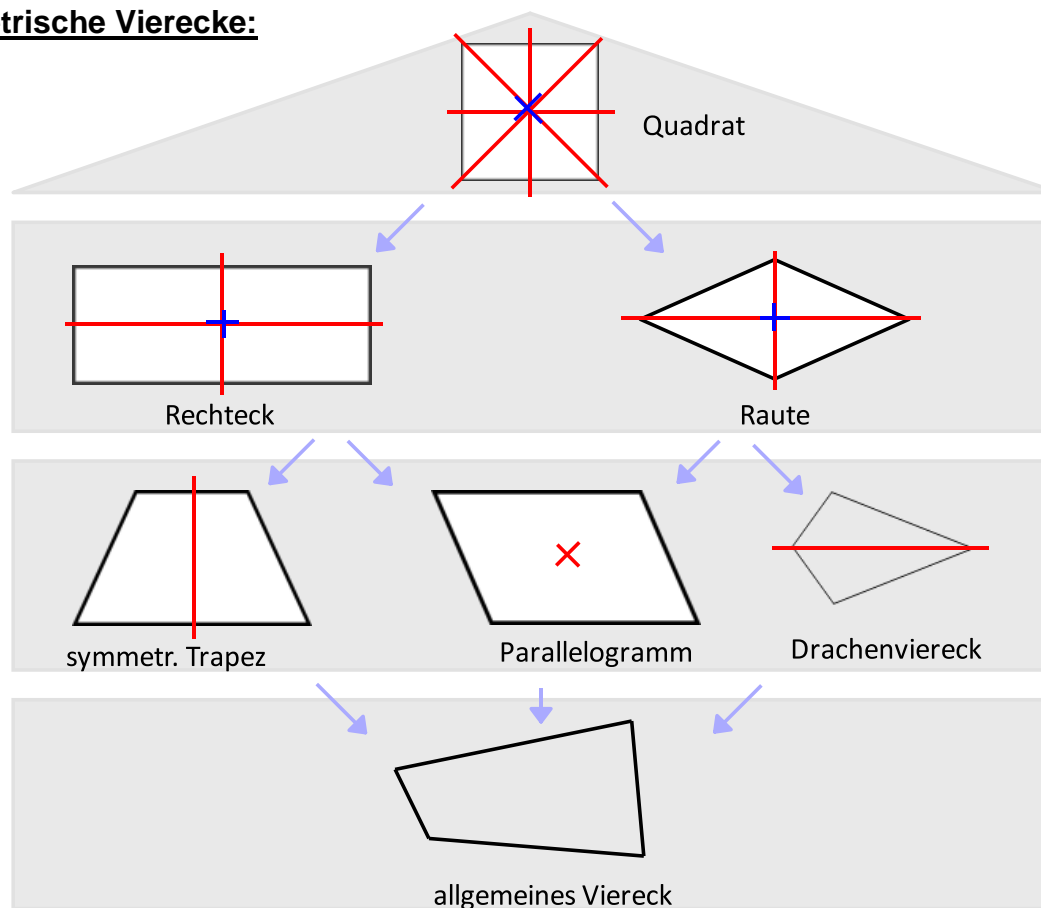
Punktsymmetrie:

Figuren, die bei einer Halbdrehung um ihr Zentrum Z ineinander übergehen, nennt man punktsymmetrisch bezüglich des Punktes Z.



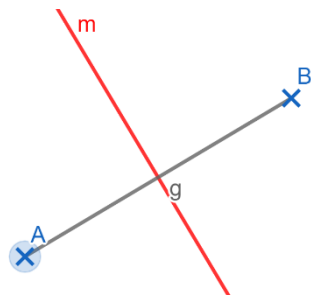
Die Verbindungsstrecke zweier zueinander
punktsymmetrischer Punkte wird vom
Symmetriezentrum halbiert.

Achsen- und punktsymmetrische Vierecke:



Konstruktionen:

Mittelsenkrechte m

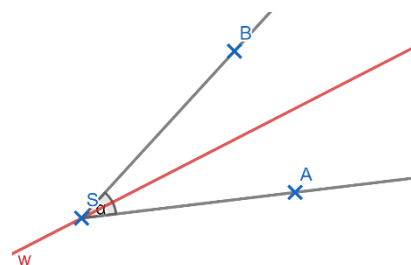


Konstruktionsbeschreibung:

- Zeichne $k(A; r > \frac{1}{2} \overline{AB})$.
- Zeichne $k(B; r > \frac{1}{2} \overline{AB})$.
- Durch das Verbinden der Schnittpunkte erhält man m.

Kurz: Konstruiere die Symmetrieachse zu den Punkten A und B.

Winkelhalbierende w

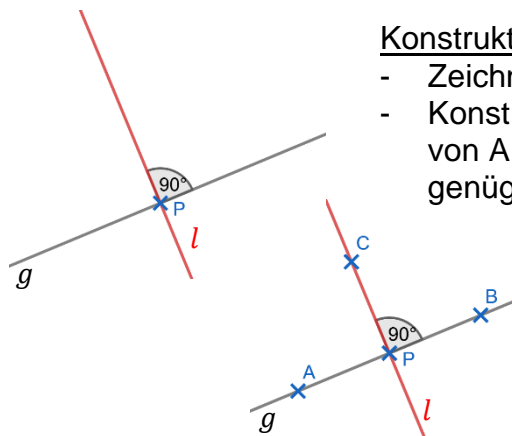


Konstruktionsbeschreibung:

- Zeichne $k(S; r = \text{beliebig})$
- k schneidet die Schenkel in in zwei Punkten
- Konstruiere die Symmetrieachse zu A und B (ein Punkt genügt, da S bereits ein Punkt ist)

Kurz: Konstruiere die Symmetrieachse der beiden Schenkel des Winkels.

Lot zu einer Geraden g durch einen Punkt P (P liegt auf g)

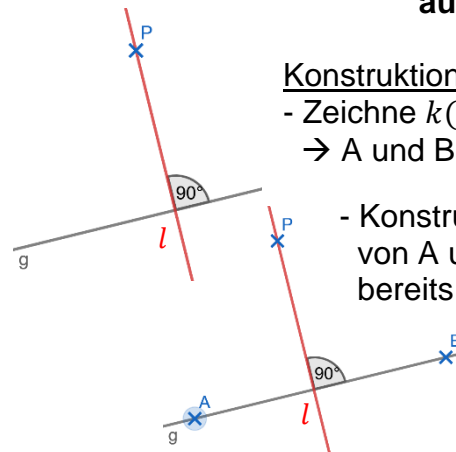


Konstruktionsbeschreibung:

- Zeichne $k(P; r \text{ beliebig}) \rightarrow A, B$.
- Konstruiere die Symmetrieachse von A und B (ein weiterer Punkt C genügt, da P bereits auf l liegt)

*P nennt man **Lotfußpunkt**.*

Lot zu einer Geraden g durch einen Punkt P (P liegt nicht auf g)

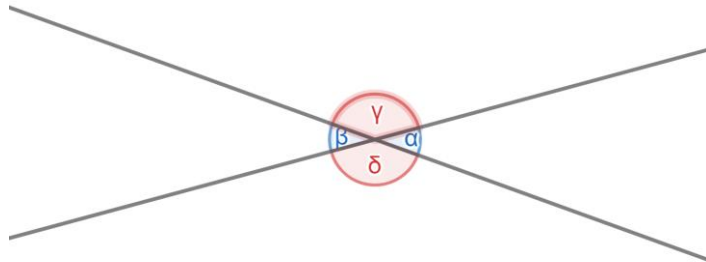


Konstruktionsbeschreibung:

- Zeichne $k(P; r \text{ so groß, dass } k \text{ } g \text{ schneidet}) \rightarrow A \text{ und } B$

- Konstruiere die Symmetrieachse von A und B (ein Punkt genügt, da P bereits auf l liegt).

Scheitelwinkel und Nebenwinkel:



An einer Geradenkreuzung nennt man

- gegenüberliegende Winkel **Scheitelwinkel**
 α und β sind Scheitelwinkel
 γ und δ sind Scheitelwinkel

Scheitelwinkel sind gleich groß.

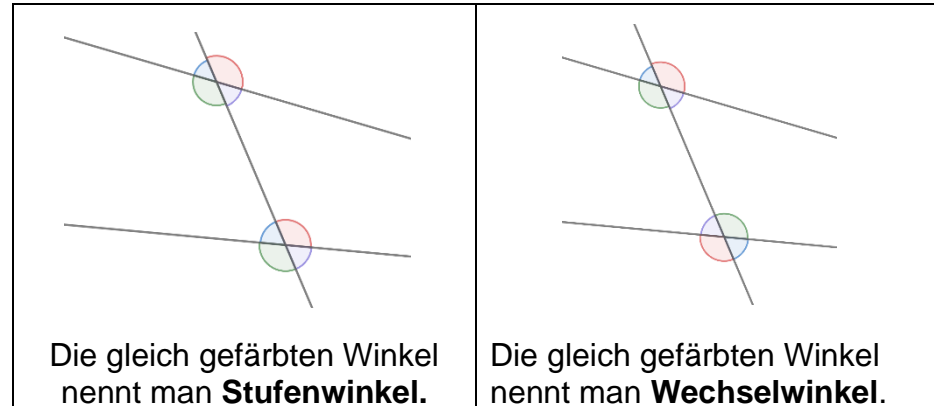
$$\alpha = \beta \quad \gamma = \delta$$

- nebeneinanderliegende Winkel **Nebenwinkel**
 α und γ sind Nebenwinkel; γ und β sind Nebenwinkel
 β und δ sind Nebenwinkel; δ und α sind Nebenwinkel

Nebenwinkel ergänzen sich zu 180° .

$$\alpha + \gamma = 180^\circ \quad \beta + \delta = 180^\circ$$

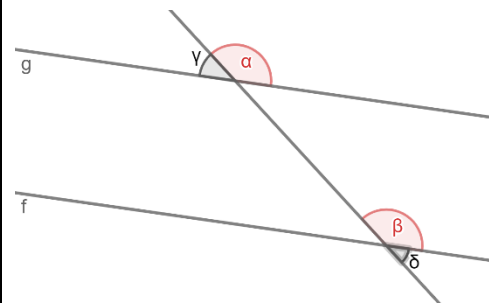
Stufenwinkel und Wechselwinkel:



Die gleich gefärbten Winkel nennt man **Stufenwinkel**.

Die gleich gefärbten Winkel nennt man **Wechselwinkel**.

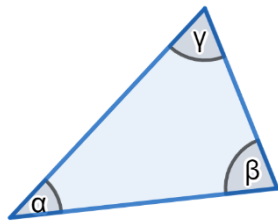
Werden zwei parallele Geraden von einer dritten Geraden geschnitten, so sind Stufen- und Wechselwinkel gleich groß. (Ebenso gilt die Umkehrung: Sind Stufen- und Wechselwinkel gleich groß, so sind die Geraden parallel.)



Es gilt: $g \parallel f$:
 $\rightarrow \alpha$ und β sind Stufenwinkel und $\alpha = \beta$
 $\rightarrow \gamma$ und δ sind Wechselwinkel und $\gamma = \delta$

Winkelsumme im Dreieck:

In jedem Dreieck beträgt die Summe der Größen der drei Innenwinkel 180° .



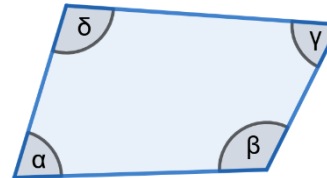
Gegeben sind $\alpha = 40^\circ$ und $\beta = 75^\circ$.
Berechne γ .

$$\alpha + \beta = 40^\circ + 75^\circ = 115^\circ$$

Innenwinkelsumme im Dreieck:
 $\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta) = 180^\circ - 115^\circ$
 $\gamma = 65^\circ$

Winkelsumme im Viereck:

In jedem Viereck beträgt die Summe der Größen der vier Innenwinkel 360° .



Gegeben sind $\alpha = 70^\circ$, $\beta = 110^\circ$ und $\gamma = 65^\circ$.
Berechne δ .

$$\alpha + \beta + \gamma = 70^\circ + 110^\circ + 65^\circ = 245^\circ$$

Innenwinkelsumme im Viereck:
 $\delta = 360^\circ - 245^\circ = 115^\circ$

Winkelsumme im Vieleck:

Die Winkelsumme in einem n-Eck beträgt: $(n - 2) \cdot 180^\circ$

Für ein Fünfeck gilt:

$$(5 - 2) \cdot 180^\circ = 3 \cdot 180^\circ = 540^\circ$$

→ Die Innenwinkelsumme eines Fünfecks beträgt 540° .

Für ein Achteck gilt:

$$(8 - 2) \cdot 180^\circ = 6 \cdot 180^\circ = 1080^\circ$$

→ Die Innenwinkelsumme eines Achtecks beträgt 1080° .

Gleichungen:

$5x - 13 = 17$ ist eine Gleichung, denn:

- Eine Gleichung besteht **aus zwei Termen** ($5x - 13$ und 17), die **durch ein Gleichheitszeichen miteinander verbunden** sind.
- Es muss wenigstens in einem der beiden Terme eine **Variable** vorkommen (x in $5x - 13$).
- Ergeben sich aus dem Einsetzen einer Zahl (oder Größe) für die Variable die gleichen Termwerte auf beiden Seiten der Gleichung, so nennt man die Zahl (oder Größe) **eine Lösung der Gleichung**.

6 ist eine Lösung der obigen Gleichung, denn: $5 \cdot 6 - 13 = 30 - 13 = 17 \rightarrow 17 = 17$

Lineare Gleichungen (mit einer Variablen):

Eine Gleichung (mit der Variablen x), in der x nur in der Form $a \cdot x$ vorkommt, heißt **lineare Gleichung**.

- $3x - 4 = 2x + 3 - 5x$ ist eine **lineare Gleichung**.
- $x^2 + 4 = 2x - 3$ ist **keine** lineare Gleichung, da x^2 vorkommt.

Äquivalenzumformungen von Gleichungen:

Eine **Äquivalenzumformung** einer Gleichung ist eine Umformung einer Gleichung, nach der sie die gleichen Lösungen besitzt wie vorher.

Wichtige Äquivalenzumformungen:

<p><i>Termumformungen:</i></p>	$9x(x - 2) = 3x \cdot 3x$ $9x^2 - 18x = 9x^2$
<p><i>Addition oder Subtraktion einer Zahl oder Terms auf beiden Seiten der Gleichung:</i></p>	$4 - x = -5x + 3 \quad + 5x$ $4 + 4x = 3 \quad - 4$ $4x = -1$
<p><i>Multiplikation der beiden Seiten der Gleichung mit einer Zahl ($\neq 0$) oder Division beider Seiten durch eine Zahl ($\neq 0$):</i></p>	$4x = -1 \quad : 4$ $x = -\frac{1}{4}$

Lösungsverfahren für lineare Gleichungen:

Eine lineare Gleichung mit der Variablen x kann man immer in den folgenden Schritten lösen:

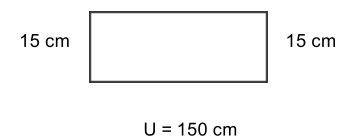
Bsp: $19(2 - x) = 5x + 2(x + 7)$

<p>1. Termumformungen bis zur Gestalt $ax + b = cx + d$.</p>	$38 - 19x = 5x + 2x + 14$ $-19x + 38 = 7x + 14$
<p>2. Addition bzw. Subtraktion und Zusammenfassen, sodass nur noch die Variable oder ein Vielfaches von ihr auf nur einer Seite steht.</p>	$-19x + 38 = 7x + 14 \quad - 38$ $-19x = 7x - 24 \quad - 7x$ $-26x = -24$
<p>3. Division durch den Vorfaktor vor dem x.</p>	$-26x = -24 \quad : (-26)$ $x = \frac{24}{26} = \frac{12}{13}$
<p>Zur Überprüfung des Ergebnisses kann man die Probe durch Einsetzen der Lösung durchführen.</p>	<p>Probe:</p> <p>Linke Seite: $19\left(2 - \frac{12}{13}\right) = \frac{266}{13}$</p> <p>Rechte Seite: $5 \cdot \left(\frac{12}{13}\right) + 2\left(\frac{12}{13} + 7\right) = \frac{60}{13} + \frac{206}{13} = \frac{266}{13}$</p>

Gleichungen in Anwendungssituationen:

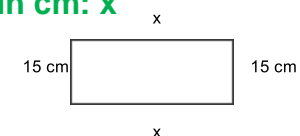
Hilfreich ist die Beachtung folgender Schritte:

Bsp.: Gegeben ist die Breite eines Rechtecks und dessen Umfang ($b = 15\text{cm}; U = 150\text{cm}$). Berechne die Länge der fehlenden Rechtecksseite.



1. Variable einführen

Länge der fehlenden Rechtecksseite in cm: x



2. Gleichung aufstellen

Da sich der Umfang aus der Summe der Längen aller Rechtecksseiten ergibt, gilt:

$$2x + 30 = 150$$

3. Gleichung lösen

$$2x + 30 = 150 \quad | - 30$$

$$2x = 120 \quad | : 2$$

$$x = 60 \text{ [cm]}$$

4. Ergebnis überprüfen und formulieren

Linke Seite: $2 \cdot 60 + 30 = 150$ Rechte Seite: 150

A: Die fehlende Rechtecksseite ist 60 cm lang.

Grundgleichung der Prozentrechnung:

$$\text{Prozentsatz} \cdot \text{Grundwert} = \text{Prozentwert}$$

Fragestellungen aus der Prozentrechnung lassen sich mit der Grundgleichung der Prozentrechnung beantworten, indem man sie nach der gesuchten Größe auflöst.

$$\rightarrow \text{Grundwert} = \text{Prozentwert} : \text{Prozentsatz}$$

$$\rightarrow \text{Prozentsatz} = \text{Prozentwert} : \text{Grundwert}$$

20% von 160€ sind 32€.



Bsp.: Nach einer Preissenkung um 15% kostet ein Fahrrad noch 93,50€. Berechne wie teuer das Fahrrad ursprünglich war.

$$0,85 \cdot x = 93,50€ \quad | : 0,85$$

$$x = 93,50€ : 0,85$$

$$x = 110€$$

Der ursprüngliche Preis war 110€.

Median:

Der Median eines Datensatzes ist bei **ungerader Anzahl von Daten** der Wert in der Mitte des geordneten Datensatzes.

Weglänge in km	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6
Platzziffer	1	2	3	4	5	6	7	8	9

unterer Block

Median 1,1

oberer Block

Der Median eines Datensatzes ist bei **gerader Anzahl von Daten** das arithmetische Mittel der beiden in der Mitte stehenden Werte des geordneten Datensatzes.

Median 1,2 ($= \frac{1,1+1,3}{2}$)

Weglänge in km	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6
Platzziffer	1	2	3	4	5	6	7	8

unterer Block

oberer Block

Spannweite:

Die Spannweite eines Datensatzes ist die **Differenz aus größtem und kleinstem Wert** des Datensatzes.

Weglänge in km	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6
Platzziffer	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Spannweite:
 $1,6 - 0,7 = 0,9$

Quartile:

Der Median „zerlegt“ einen geordneten Datensatz in einen unteren und einen oberen Block.

Das untere Quartil ist der Median des unteren Blocks des geordneten Datensatzes.

Das obere Quartil ist der Median des oberen Blocks des geordneten Datensatzes.

unteres Quartil: 0,95

oberes Quartil: 1,45

Weglänge in km	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6
Platzziffer	1	2	3	4	5	6	7	8

unterer Block

oberer Block

unteres Quartil

oberes Quartil

Weglänge in km	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
Platzziffer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

unterer Block

oberer Block

Statistische Kenngrößen:

Statistische Kenngrößen eines Datensatzes sind das arithmetische Mittel, der Median, die Spannweite und die Quartile.

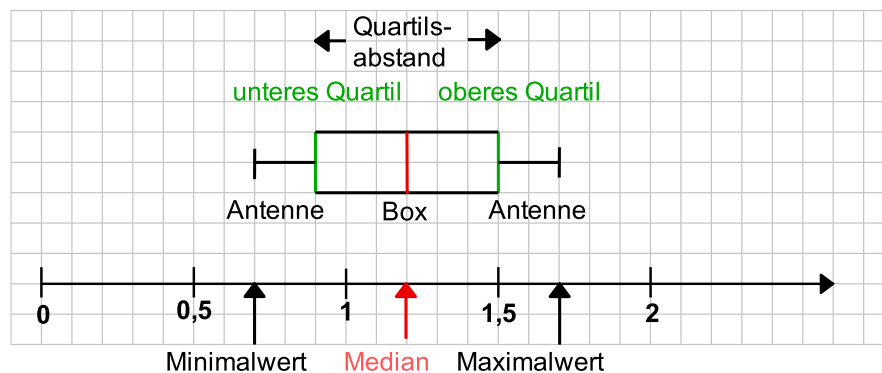
Boxplot:

Mithilfe von Median, Quartilen und Spannweite können Daten übersichtlich in einem **Boxplot** zusammengefasst werden.

Bsp.: Schulweglängen

Weglänge in km	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
Platznummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Man zeichnet eine zugehörige Achse für die Schulweglängen und trägt alle Kenngrößen ein.



- Ein Boxplot besteht aus einer Box (Rechteck) und zwei Antennen.
- Unteres und oberes Quartil begrenzen die Box.
- Der Median liegt in der Box.
- Die Antennen werden durch das Minimum und Maximum der Werte festgelegt.
- Zu jedem Boxplot gehört eine Achse mit Werten.

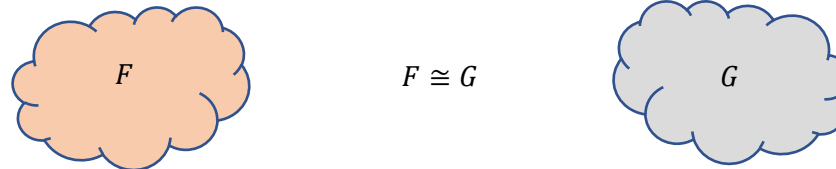
Erkenntnisse:

- Ein Boxplot veranschaulicht die Streuung der Daten.
- Je kürzer die Box, desto weniger Streuung der Daten zwischen unterem und oberem Quartil.
- Die Längen der Antennen veranschaulichen die Abstände von Minimal- bzw. Maximalwert zu den Längen der nächstgelegenen Quartilen.

Kongruente Figuren:

Zwei deckungsgleiche Figuren F und G nennt man auch zueinander kongruent.

Man schreibt: $F \cong G$



Kongruenzsätze für Dreiecke:

Zwei Dreiecke sind zueinander kongruent, wenn sie:

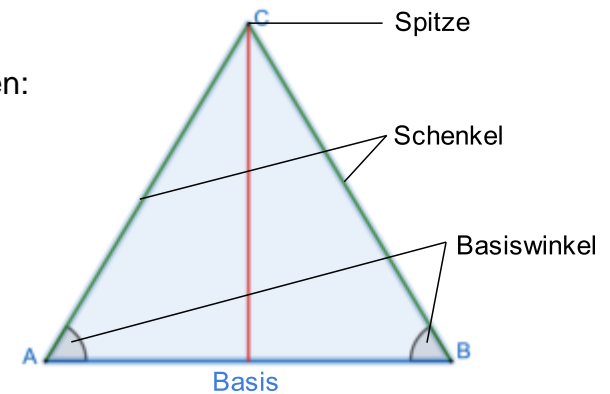
- in allen drei Seiten (**SSS**)
- in einer Seite und zwei gleich liegenden Winkeln (**WSW, SWW**)
- in zwei Seiten und deren eingeschlossenem Winkel (**SWS**)
- in zwei Seiten und dem Gegenwinkel (= gegenüberliegender Winkel) der längeren Seite (**SsW**)

übereinstimmen.

Satz vom gleichschenkligen Dreieck:

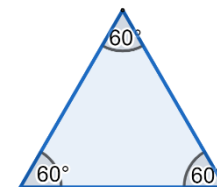
Trifft für ein Dreieck eine der folgenden Aussagen zu, so gelten auch die beiden anderen:

- Das Dreieck ist **gleichschenkelig**.
- Das Dreieck ist **achsensymmetrisch**.
- Das Dreieck besitzt **zwei gleich große Winkel**.



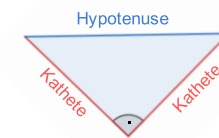
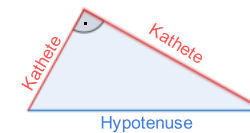
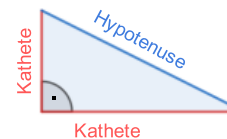
Gleichseitiges Dreieck:

Im gleichseitigen Dreieck betragen alle Winkel 60° .



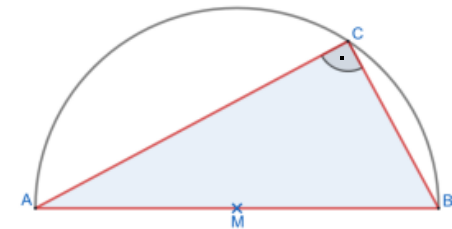
Bezeichnungen im rechtwinkligen Dreieck:

- Seiten, die den rechten Winkel einschließen: **Katheten**
- Seite, die dem rechten Winkel gegenüber liegt: **Hypotenuse**



Satz des Thales:

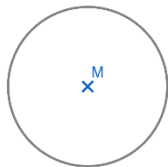
Ein Dreieck hat genau dann bei C einen rechten Winkel, wenn C auf dem Halbkreis über \overline{AB} liegt.
Der Kreis mit dem Durchmesser \overline{AB} heißt **Thaleskreis** über \overline{AB} .



Beachte: Es gilt ebenfalls die **Umkehrung des Satzes!**

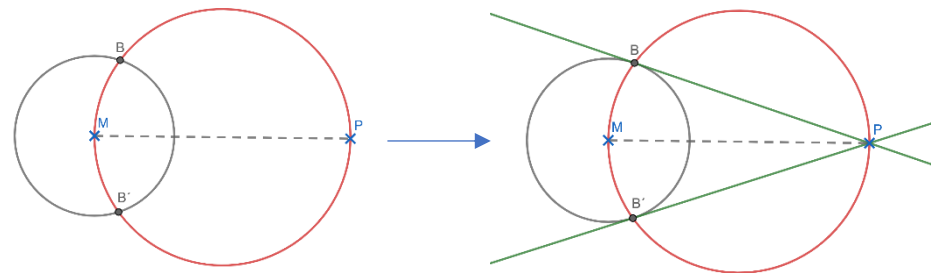
Konstruktion einer Tangente (mittels Thaleskreis):

Gesucht sind die Tangenten an den Kreis um M vom Punkt P aus.



Konstruktionsbeschreibung:

1. Konstruiere den Thaleskreis über \overline{MP} .
Man erhält die Berührungspunkte B und B' der Tangenten.
2. Zeichne die Tangenten BP und $B'P$.

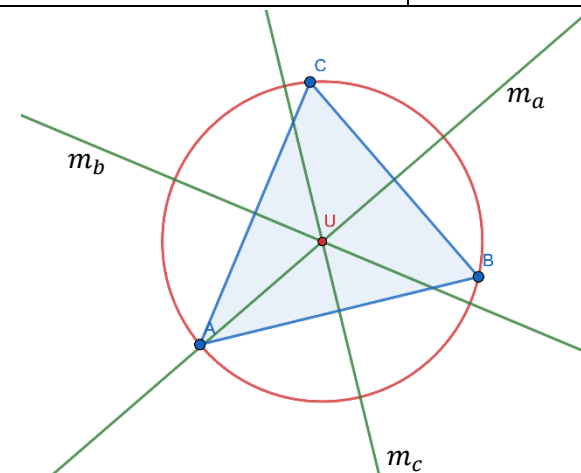


Satz von den Mittelsenkrechten im Dreieck:

In jedem Dreieck schneiden sich die Mittelsenkrechten der drei Dreiecksseiten in einem Punkt U. Der Punkt U ist der Mittelpunkt des Umkreises des Dreiecks.

Hinweis:

Konstruktion Mittelsenkrechtliche siehe S.10



Satz von den Winkelhalbierenden im Dreieck:

In jedem Dreieck schneiden sich die Winkelhalbierenden der drei Innenwinkel in einem Punkt I. Der Punkt I ist der Mittelpunkt des Inkreises des Dreiecks.

Hinweis: Konstruktion Winkelhalbierende siehe S.10

