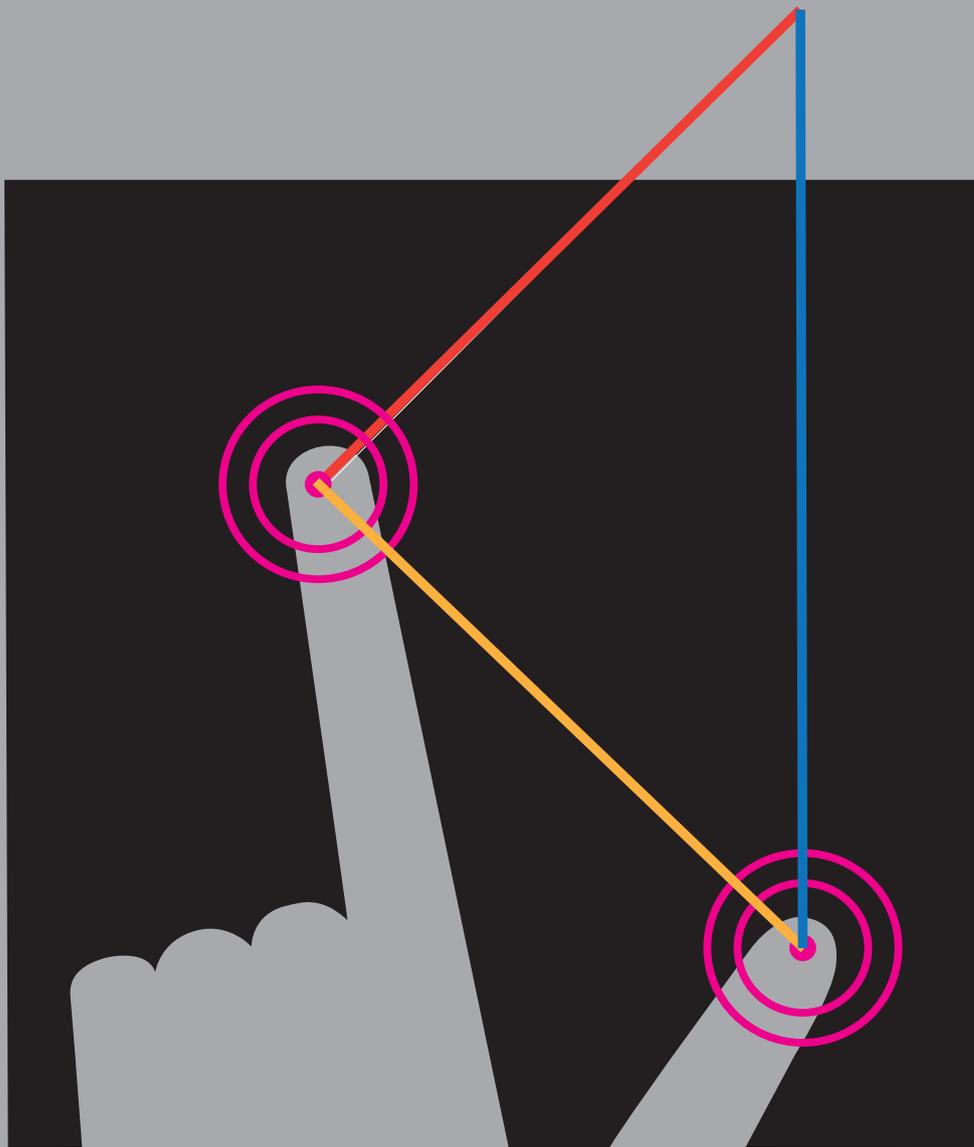




21

MINI-EBOOK

sketchometry



Vorwort

Die MINT²¹-Hefte umfassen Unterrichtsideen für die Unterstufe und ergänzen das bestehende Online-Angebot (MINT²¹-Datenbank und MINT-Konkret) um einen weiteren praxiserprobten Baustein. Die Hefte richten sich an alle MINT-Lehrkräfte, insbesondere auch an jene, die sich erstmals mit MINT beschäftigen. Sie können beispielsweise für die Forscherklassen, für MINT-Stunden, im regulären Mathematikunterricht oder in Vertretungsstunden eingesetzt werden. Die Materialien dienen darüber hinaus als Anregung für die Entwicklung weiterer Ideen zum Thema oder zur Fortführung in höheren Jahrgangsstufen. Alle Stunden wurden von uns ausgearbeitet und sind mit Schüler*innen erfolgreich erprobt worden. Für einen unkomplizierten Praxis-Einsatz stehen je nach Sequenz und Stundenthema Arbeitsblätter, Lösungsvorschläge, Kopiervorlagen und methodisch-didaktische Informationen zur Verfügung. Alle Hefte sind als E-Book zum kostenlosen Download und als Print-Version in kleiner Auflage verfügbar.

Die MINT²¹-Koordinator*innen

Download unter:

www.realschule.bayern.de

www.bildunginbayern.de

www.isb.bayern.de

www.sprungbrett-bayern.de



Inhalt

sketchometry kennenlernen	6
Punkt, Strecke, Gerade, Halbgerade und deren Beziehungen zueinander	12
Lage von Geraden und Abstand	19
Mit Winkeln experimentieren	26
Übung zu Kreisen	34
Das Koordinatensystem erforschen	41
Scheitel- und Nebenwinkel	46
Besondere Dreiecke	55
Vierecke erkunden	62



Vorwort

Im MINT-Unterricht spielt das Beobachten, Erforschen und Begründen eine zentrale Rolle. Für den Mathematikunterricht stellt das Programm sketchometry (gefördert durch Arbeitgeberverband Gesamtmetall, Initiative thinkING, Berlin) eine sehr gute Möglichkeit dar, diese Desiderata umzusetzen und eine Lernumgebung für problemorientiertes und kooperatives Lernen zu schaffen. Die Aufgaben in diesem Heft wurden so gestaltet, dass Schüler*innen geometrische Zusammenhänge gemeinsam erkunden und Ergebnisse selbstständig formulieren. Zusätzliche Aufgaben vertiefen und festigen das erworbene Wissen.

Der besondere Vorteil und die Stärke von sketchometry besteht darin, dass Skizzen und Gesten mit dem Finger auf berührungsempfindlichen Oberflächen, wie Smartphones, Tablets oder elektronischen Tafeln automatisch in Konstruktionen umgewandelt werden, die für weitere Erkundungen verändert und verschoben werden können. Aber auch die Bedienung mit der Maus ist möglich, wenn mit sketchometry am PC gearbeitet wird. Das Programm ist zudem sehr leicht zu erlernen, frei verfügbar und die Finger-Gesten sind selbsterklärend.

Hinweise zum Einsatz des Heftes

Alle Arbeitsblätter sind von den MINT²¹-Koordinator*innen für die Jahrgangsstufe 5, in der der neue LehrplanPLUS zum Einsatz kommt, entwickelt und erprobt worden. Sie können unabhängig voneinander und unabhängig vom Stoffverteilungsplan eingesetzt werden. Es empfiehlt sich, das Programm in der Klasse zuerst mit dem Arbeitsblatt „sketchometry kennenlernen“ vorzustellen, damit die Schüler*innen grundsätzlich mit der App und den Einstellungen umzugehen lernen. Alle neuen Gesten, die für ein Thema benötigt werden, sollten durch die Lehrkraft vorgeführt werden und können zum Beispiel auch auf einem Plakat im Klassenzimmer ausgehängt werden (Druckvorlagen für Gesten auf der sketchometry-Website). Die Schüler*innen können sowohl alleine als auch sinnvoller-

weise zu zweit an einem Gerät arbeiten. Die Stundenentwürfe umfassen folgende Informationen und Kopiervorlagen:

- Information für Lehrkräfte mit Voraussetzungen, Lernzielen und Kompetenzerwartungen
- Konstruieren und Erkunden
- Ergebnissicherung
- Übung und Anwendung
- Lösungsvorschlag

Hinweise zum Programm

Das Programm wurde von der Forschungsstelle für Mobiles Lernen mit digitalen Medien unter Federführung von Prof. Dr. Alfred Wassermann an der Universität Bayreuth entwickelt. Es ist kostenlos, darf in der Schule und privat frei verwendet werden, ist plattformunabhängig und kann auch im Browser ausgeführt werden. Auf der Homepage www.sketchometry.org sind die Downloads, hilfreiche Materialien, das Gestenblatt, Videos, didaktische Analysen, die Dokumentation des Modellversuchs und weitere Arbeitsblätter zu finden. Das Programm und das Gestenblatt werden ständig aktualisiert.

Ausdrücklich möchten wir uns für die konstruktive Zusammenarbeit mit Herrn Prof. em. Dr. Peter Baptist, Lehrstuhl für Mathematik und ihre Didaktik sowie Didaktik der Informatik an der Universität Bayreuth, und seinem Team von der Forschungsstelle für Mobiles Lernen mit digitalen Medien (Universität Bayreuth) bedanken.

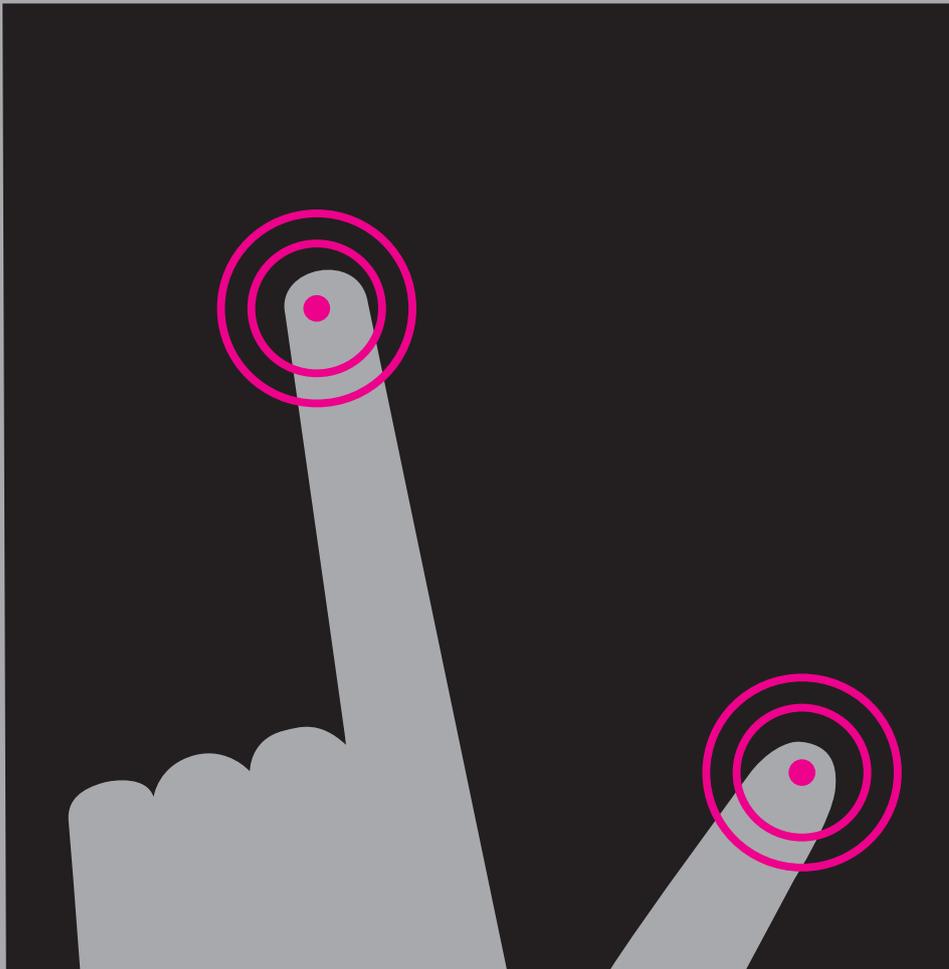
Die Autor*innen:
Jürgen Katzenberger
Alexandra Köhler
Andrea Ranner
Liane Schuster

Mitwirkung:
Alexandra Gebhardt
Ursula Meisinger-Schmidt



Lernumgebung sketchometry:
Geometrische Grundbegriffe

sketchometry kennenlernen



Information für Lehrkräfte



Voraussetzungen und Lernziele

In dieser Stunde machen Schüler*innen der Jahrgangsstufe 5 erste Erfahrungen mit dem Programm sketchometry. Die Lehrkraft zeigt zu Beginn wichtige Programmeinstellungen wie das Öffnen und Löschen von Zeichnungen oder die Spracheinstellung und führt notwendige Schritte und Konstruktionen am Tablet vor. Dazu gehört auch, den Unterschied zwischen dem Modus „Ziehen“ und dem Modus „Konstruieren“ zu erklären, das Löschen von Objekten und das Rückgängigmachen von Schritten zu zeigen.

Ziel der Stunde ist, dass die Schüler*innen möglichst keine Probleme mehr im Umgang mit dem Programm haben und sich auf die mathematischen Inhalte und Entdeckungen konzentrieren können.

Kompetenz-erwartungen

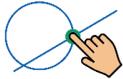
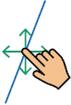
Die Schüler*innen zeichnen Punkte, Strecken, Geraden und Halbgeraden mit dem Finger, dabei machen sie erste Erfahrungen mit dem Programm sketchometry und untersuchen experimentell den Zusammenhang zwischen den geometrischen Grundbegriffen.

- Die Schüler*innen öffnen das Programm, ändern Grundeinstellungen, legen Konstruktionen an und löschen diese wieder.
- Die Schüler*innen unterscheiden die Modi „Konstruieren“ und „Ziehen“.
- Die Schüler*innen zeichnen, löschen und bewegen Punkte, Strecken, Geraden, Kreise und Vielecke.
- Die Schüler*innen legen Schnittpunkte fest und benennen sie um.
- Die Schüler*innen benennen Objekte um und verändern ihre Eigenschaften, wie z.B. die Farbe.
- Die Schüler*innen geben einen Text ein und positionieren ihn auf der Oberfläche.

Kenntnisse über sketchometry

Die Schüler*innen benötigen folgende Gesten:



<ul style="list-style-type: none"> • Punkt  	<ul style="list-style-type: none"> • Strecken zeichnen 
<ul style="list-style-type: none"> • Punkt ziehen  	<ul style="list-style-type: none"> • Schnittpunkt 
<ul style="list-style-type: none"> • Halbgerade  	<ul style="list-style-type: none"> • Freier Kreis 
<ul style="list-style-type: none"> • freie Gerade  	<ul style="list-style-type: none"> • Gerade 
<ul style="list-style-type: none"> • Gerade bewegen  	<ul style="list-style-type: none"> • Gerade bewegen 
<ul style="list-style-type: none"> • Gleiter  	<ul style="list-style-type: none"> • Dreieck 

Konstruieren und Erkunden



1. Das Programm

→ Programm öffnen und Deutsch als Sprache einstellen.



→ Unterschied zwischen „Ziehen“ und „Konstruieren“.



→ Wichtige Befehle: ein Objekt löschen und einen Schritt rückgängig machen.

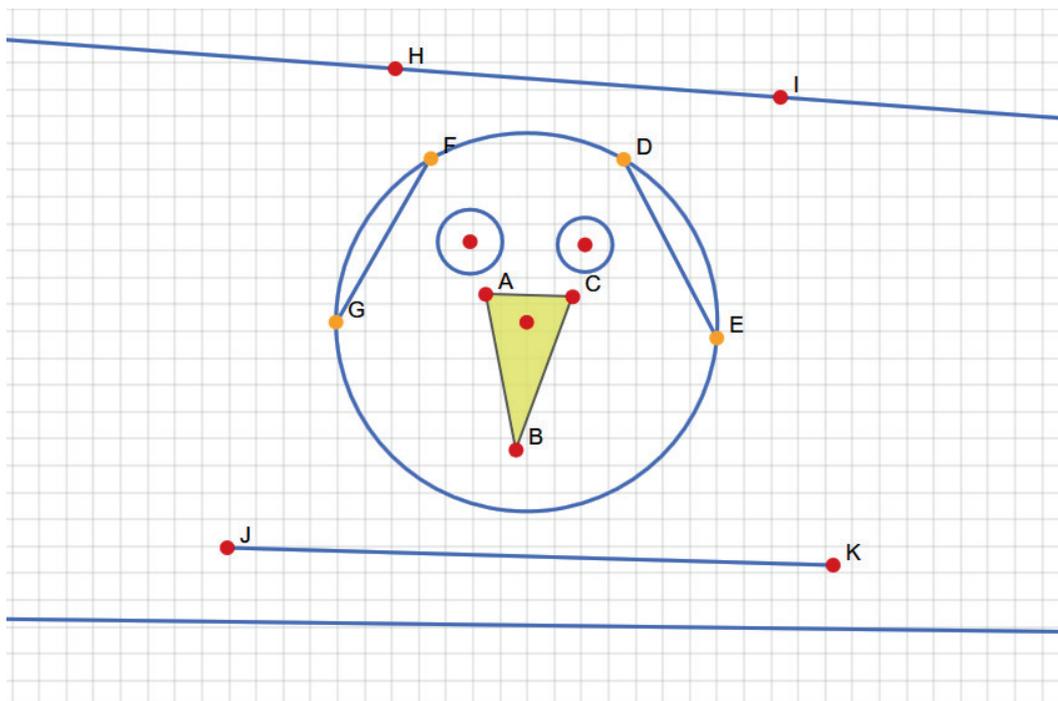


→ In der blauen Zeile am oberen Rand steht immer, welche Geste / welches Werkzeug das Programm erkannt hat.



2. Unsere erste Zeichnung

Modus „Konstruieren“:



Modus „Ziehen“:

- Nach den Veränderungen soll der Vogel immer noch als Vogel erkennbar sein.
- Bewege jedes Objekt mit einem Finger und beobachte, was sich verändert.
- Drehe einzelne Objekte mit zwei Fingern.
- Vergrößere und verkleinere die Kreise.

Eigenschaften:

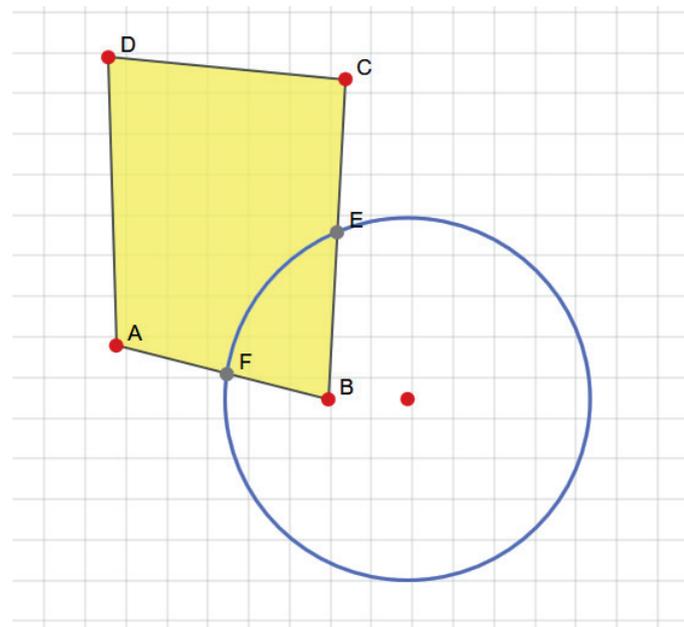
- Färbe das Dreieck mit einer anderen Farbe ein.
- Benenne die Eckpunkte des Dreiecks in X, Y und Z um.
- Gib dem Mittelpunkt des großen Kreises den Namen M.
- Verändere weitere Eigenschaften.



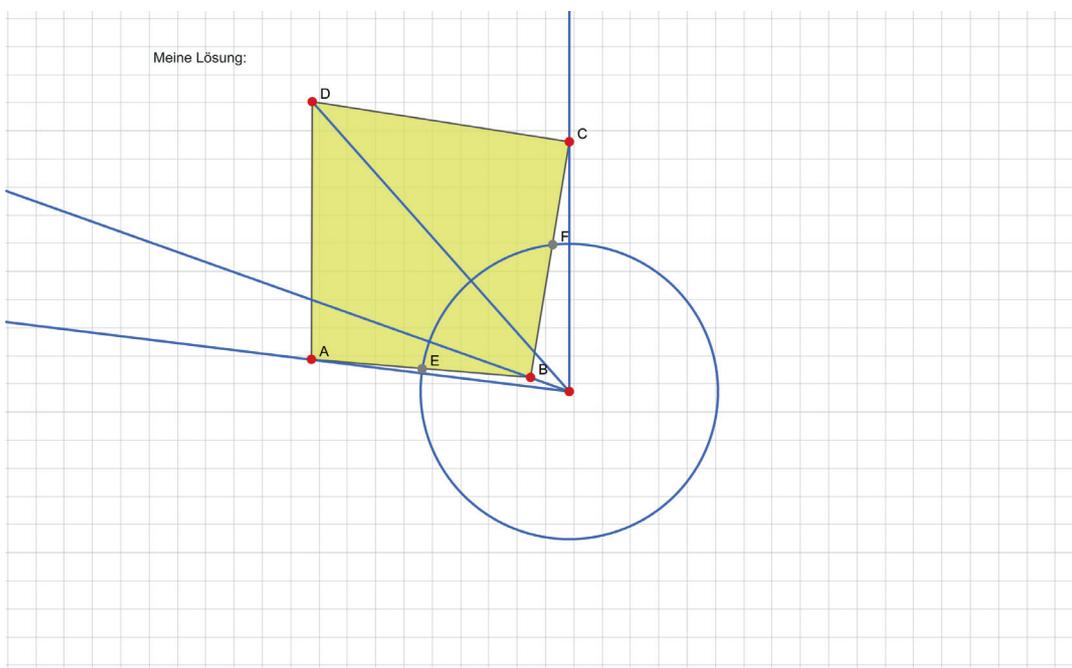
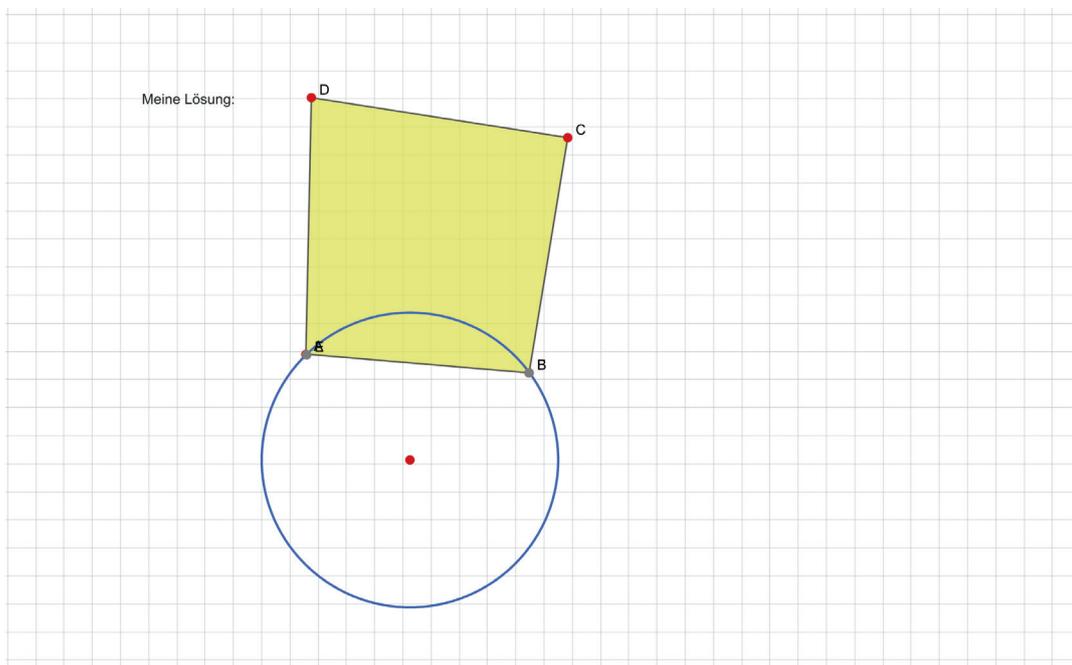
3. Unsere zweite Zeichnung



- Zeichne ein Viereck und einen Kreis, der zwei Seiten des Vierecks schneidet.
- Lege E und F als Schnittpunkte fest.
- Bewege den Kreis so, dass der Punkt F auf A und der Punkt E auf B landet.
- Schreibe den Text „Meine Lösung“ zu deiner Konstruktion.
- Bewege den Kreis wieder in die Ausgangslage.
- Zeichne jetzt vom Mittelpunkt des Kreises vier Halbgeraden durch die Ecken des Vierecks.



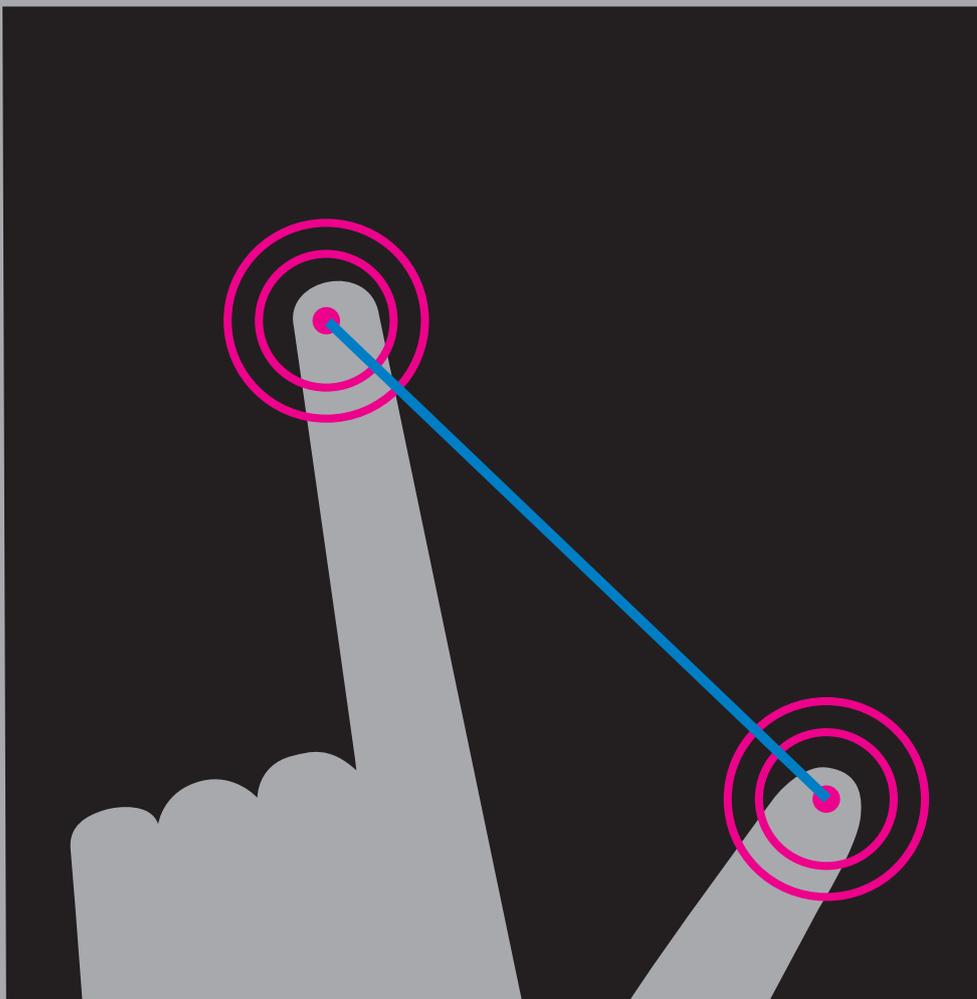
Lösungsvorschlag zu 3





Lernumgebung sketchometry:
Geometrische Grundbegriffe

Punkt, Strecke, Gerade, Halbgerade und deren Beziehungen zueinander



Information für Lehrkräfte



Voraussetzungen und Lernziele

Die Schüler*innen haben die wesentlichen Begriffe zu den geometrischen Grundbegriffen (Punkt, Strecke, Gerade, Halbgerade, Abstand, parallel, senkrecht, Schnittpunkt, Element von, nicht Element von) im Unterricht bereits behandelt. Mit Hilfe von sketchometry vertiefen die Schüler*innen die ersten Erfahrungen mit geometrischen Grundbegriffen, indem sie diese mit dem Finger genau untersuchen.

Kompetenz-erwartungen

- Die Schüler*innen zeichnen Punkte, Strecken, Geraden und Halbgeraden mit sketchometry.
- Die Schüler*innen erkennen, dass unendlich viele Punkte eine Gerade bilden, dabei lernen sie die Begriffe "Element" und "nicht Element" kennen.
- Die Schüler*innen erleben, dass Strecken Teilmengen von Geraden sein können.
- Die Schüler*innen untersuchen die Lage von Geraden zueinander und benennen Schnittpunkte.
- Die Schüler*innen zeichnen parallele Geraden ein.

Kenntnisse über sketchometry

Die Schüler*innen benötigen folgende Gesten:



<ul style="list-style-type: none"> • Punkte ziehen 	<ul style="list-style-type: none"> • Schnittpunkt 
<ul style="list-style-type: none"> • Halbgerade 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerade mit zwei Punkten 
<ul style="list-style-type: none"> • freie Gerade 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerade drehen 
<ul style="list-style-type: none"> • Gerade bewegen 	<ul style="list-style-type: none"> • Parallele 
<ul style="list-style-type: none"> • Gleiter 	

Konstruieren und Erkunden



Beim Konstruieren zeigt die Lehrkraft die einzelnen Gesten am Tablet.

- Zeichne zwei Punkte A und B.
- Verbinde diese zur Strecke \overline{AB} .
- Zeichne zwei Punkte C und D.
- Zeichne eine Halbgerade, beginnend in C durch D.
- Zeichne zwei Punkte E und F.
- Zeichne eine Gerade durch E und F.
- Zeichne eine weitere Gerade g.
- Setze zwei Punkte G und H auf die Gerade g, verbinde diese zur Strecke und ändere die Farbe der Strecke \overline{GH} .
- Zeichne zu einer der Geraden eine parallele Gerade ein.



- Bewege die Punkte G und H auf der Geraden und beobachte die Lage der Punkte. Wie viele Punkte bilden eine Gerade?
- Bewege die Endpunkte der Strecke \overline{GH} mit zwei Fingern auf der Geraden.
- Verändere die Lage der Geraden, indem du sie mit einem Finger ziehst oder mit zwei Fingern drehst.
- Welche Lage können die Geraden EF und GH zueinander haben?
Wie viele Schnittpunkte sind möglich?
- Bewege diese beiden Geraden so, dass sie sich schneiden, markiere den Schnittpunkt und bezeichne ihn mit S.

Ergebnissicherung



- a) Kreuze die richtigen Aussagen an
- Eine Gerade besteht aus unendlich vielen Punkten.
 - Eine Gerade besteht aus zwei Punkten.
 - Eine Gerade ist eine Linie ohne Punkte.
 - Eine Halbgerade wird durch zwei Punkte begrenzt.
 - Eine Strecke wird durch zwei Punkte begrenzt.
 - Eine Halbgerade hat einen Anfangspunkt und keinen Endpunkt.
 - Eine Strecke hat einen Anfangspunkt und keinen Endpunkt.
- b) Unterscheide die Begriffe **Teilmenge**, **Element von** und **nicht Element von**, indem du sie in den Text richtig einsetzt, benutze anschließend die Formelzeichen \in , \notin und \subset .

„Ein Punkt P, der auf einer Geraden g liegt, ist ein

der Geraden g. Punkte, die nicht auf der Geraden g liegen, sind _____ von g. Eine Strecke, die auf einer Geraden liegt, ist immer eine _____ dieser Geraden.“

G _____ g
 A _____ g
 \overline{GH} _____ g

- c) Nenne die drei Lagen, die zwei Geraden g und h zueinander haben können, in Worten und in mathematischer Schreibweise. Benutze dazu den Wortspeicher. Aber Vorsicht: Nicht alle Begriffe aus dem Wortspeicher werden benötigt.

- _____
 - _____
 - _____

schief, schneiden, kleiner, identisch, krumm, parallel, aufeinander, größer

$g \cap h$, $g < h$, $g = h$, $g > h$, $g \parallel h$

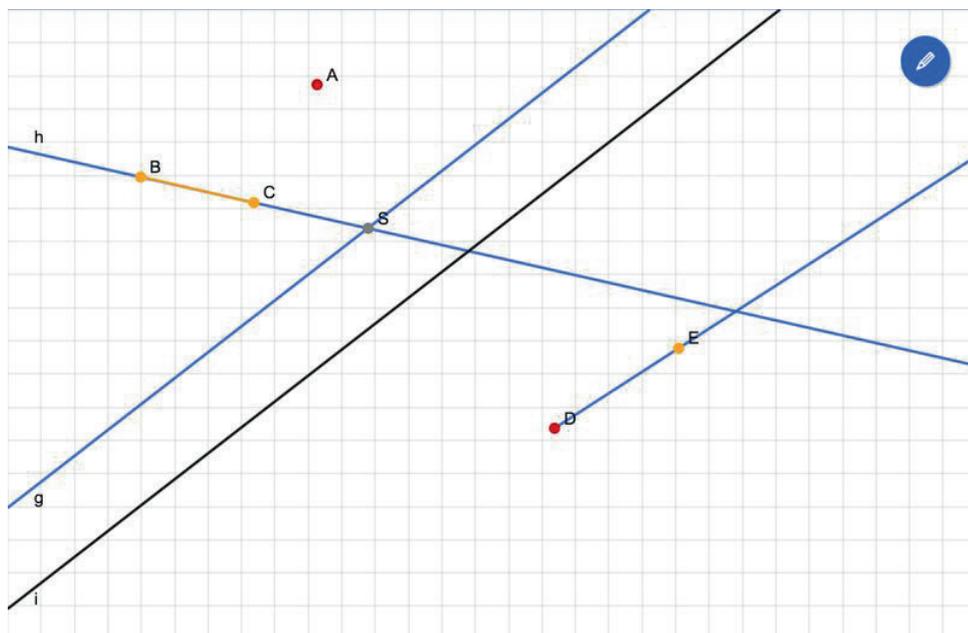
Übung und Anwendung



1. Experimentiere mit den geometrischen Formen.

- Zeichne zwei Punkte und verbinde diese zu einer Strecke.
- Zeichne zwei Punkte und verbinde diese zu einer Halbgeraden.
- Zeichne zwei Punkte, wähle einen als Anfangspunkt und zeichne von ihm aus eine Halbgerade durch den zweiten Punkt.
- Zeichne eine Gerade.
- Bewege die Geraden mit einem Finger.
- Drehe die Geraden mit zwei Fingern.
- Zeichne parallele Geraden.
- Zeichne zwei Geraden, die sich schneiden und markiere den Schnittpunkt.

2. Übernimm folgende Zeichnung mit sketchometry. Die Geraden g und i sind parallel.



Schreibe nun folgende Aussagen in mathematischer Schreibweise:

- Der Punkt A ist nicht Element der Geraden g : _____
- Die Strecke mit den Endpunkten B und C ist eine Teilmenge der Geraden h : _____
- Die Geraden g und h schneiden sich im Punkt S : _____
- Die Geraden g und i sind parallel: _____
- Die Halbgerade, die in D beginnt und durch E verläuft, schneidet die Gerade h : _____

Lösungsvorschlag



d) Kreuze die richtigen Aussagen an.

- Eine Gerade besteht aus unendlich vielen Punkten.
- Eine Gerade besteht aus zwei Punkten.
- Eine Gerade ist eine Linie ohne Punkte.
- Eine Halbgerade wird durch zwei Punkte begrenzt.
- Eine Strecke wird durch zwei Punkte begrenzt.
- Eine Halbgerade hat einen Anfangspunkt und keinen Endpunkt.
- Eine Strecke hat einen Anfangspunkt und keinen Endpunkt.

e) Unterscheide die Begriffe **Teilmenge**, **Element von** und **nicht Element von**, indem du sie in den Text richtig einsetzt, benutze anschließend die Formelzeichen \in , \notin und \subset .

„Ein Punkt P , der auf einer Geraden g liegt, ist ein **Element von** der Geraden g . Punkte, die nicht auf der Geraden g liegen, sind **nicht Element von** g . Eine Strecke, die auf einer Geraden liegt, ist immer eine **Teilmenge** dieser Geraden.“

$$G \in g$$

$$A \notin g$$

$$\overline{GH} \subset g$$

f) Nenne die drei Lagen, die zwei Geraden g und h zueinander haben können, in Worten und in mathematischer Schreibweise. Benutze dazu den Wortspeicher. Aber Vorsicht: Nicht alle Begriffe aus dem Wortspeicher werden benötigt.

– schneiden: $g \cap h$

– identisch: $g = h$

– parallel: $g \parallel h$

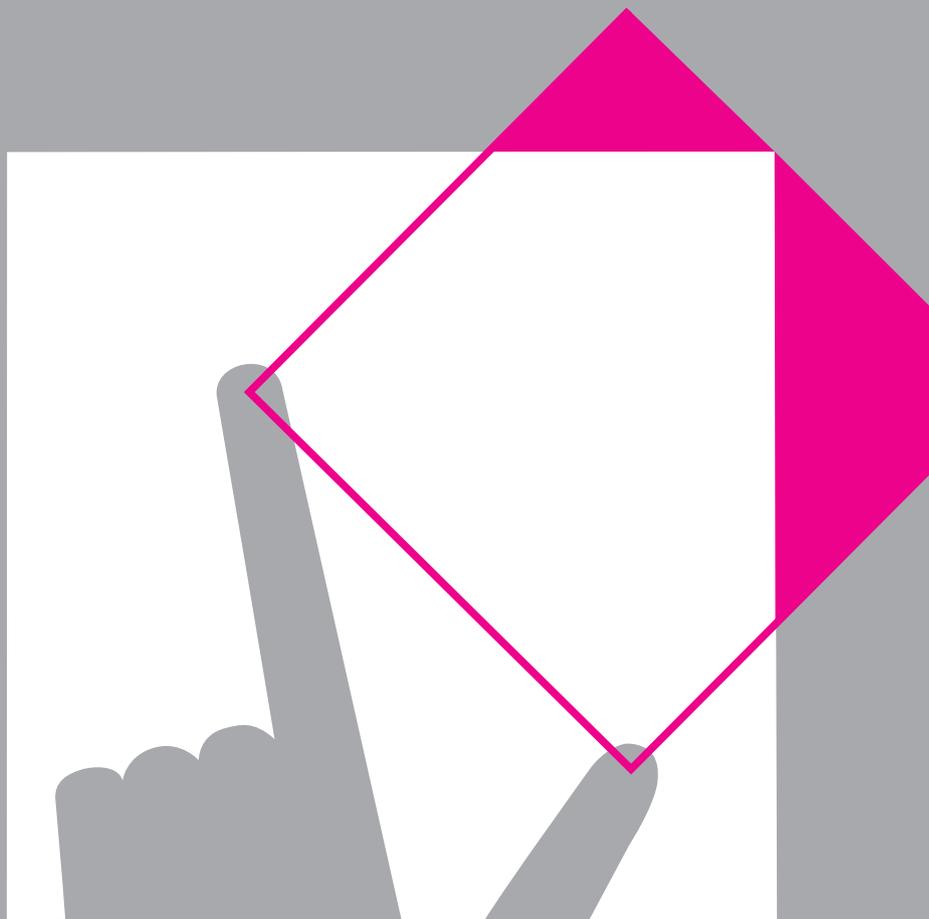
schief, schneiden, kleiner, identisch, krumm, parallel, aufeinander, größer

$g \cap h$, $g < h$, $g = h$, $g > h$, $g \parallel h$

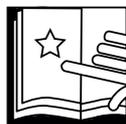


Lernumgebung sketchometry:
Geometrische Grundbegriffe

Lage von Geraden und Abstand



Information für Lehrkräfte



Voraussetzungen und Lernziele

Aus den Vorstunden sind die Begriffe Gerade, Halbgerade, Strecke und die Lage von Linien zueinander bekannt. Die Schüler*innen können Senkrechte und Parallele mit dem Geodreieck zeichnen. Den Begriff Abstand lernen sie jetzt mit Hilfe von sketchometry kennen und richtig anwenden. In dieser Stunde nutzen die Schüler*innen außerdem die App, um ihre Zeichnung auf Richtigkeit zu prüfen. Um eine Messung genauer anzugeben, zeigt die Lehrkraft, wie die Anzahl der Nachkommastellen von Dezimalzahlen in den Optionen verändert werden kann, ohne den Begriff Dezimalzahl vorwegzunehmen, der erst in der Jahrgangsstufe 6 eingeführt wird. In einer Zusatzaufgabe oder als Hausaufgabe können die Begriffe lotrecht (vertikal) und waagrecht (horizontal) richtig in den mathematischen Zusammenhang eingeordnet werden.

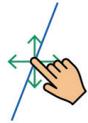
Kompetenz-erwartungen

- Die Schüler*innen zeichnen Senkrechte und Parallelen, auch durch vorgegebene Punkte.
- Die Schüler*innen entdecken, dass die kürzeste Verbindung zwischen zwei parallelen Geraden mit Hilfe einer senkrechten Strecke ermittelt wird.
- Die Schüler*innen nennen die kürzeste Verbindung zwischen Punkt und Gerade jetzt Abstand. Die Länge dieses Lotes heißt Abstand eines Punktes von einer Geraden.
- Die Schüler*innen übertragen den Begriff Abstand auf andere geometrische Situationen.
- Die Schüler*innen interpretieren die neue Schreibweise richtig.

Kenntnisse über sketchometry

Die Schüler*innen benötigen folgende Gesten:



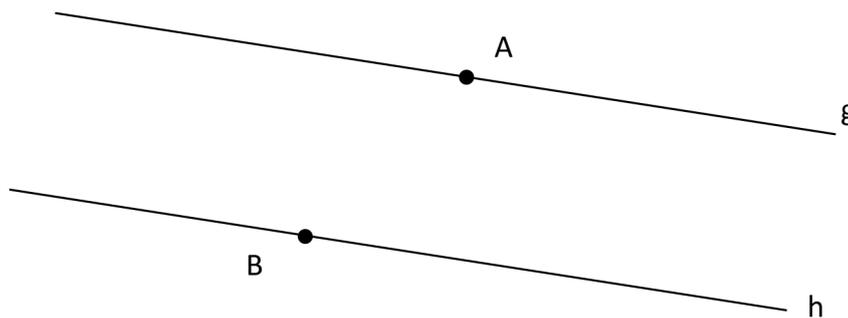
<ul style="list-style-type: none"> • Punkte zeichnen  	<ul style="list-style-type: none"> • freie Geraden zeichnen 
<ul style="list-style-type: none"> • Punkte verschieben  	<ul style="list-style-type: none"> • Geraden bewegen 
<ul style="list-style-type: none"> • Gleiter auf Geraden festlegen  	<ul style="list-style-type: none"> • Geraden drehen 
<ul style="list-style-type: none"> • Senkrechte zeichnen  	<ul style="list-style-type: none"> • Parallele zeichnen 
<ul style="list-style-type: none"> • Senkrechte durch einen Punkt zeichnen  	<ul style="list-style-type: none"> • Parallele durch einen Punkt zeichnen 
<ul style="list-style-type: none"> • Senkrechte durch einen Punkt auf der Linie zeichnen  	<ul style="list-style-type: none"> • Messen 

Konstruieren und Erkunden

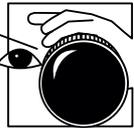


Aufgabe 1

- a) Zeichne zu g eine parallele Gerade h und lege einen Punkt B als Gleiter fest. Zeichne die Strecke \overline{AB} und miss ihre Länge mit drei Nachkommastellen.

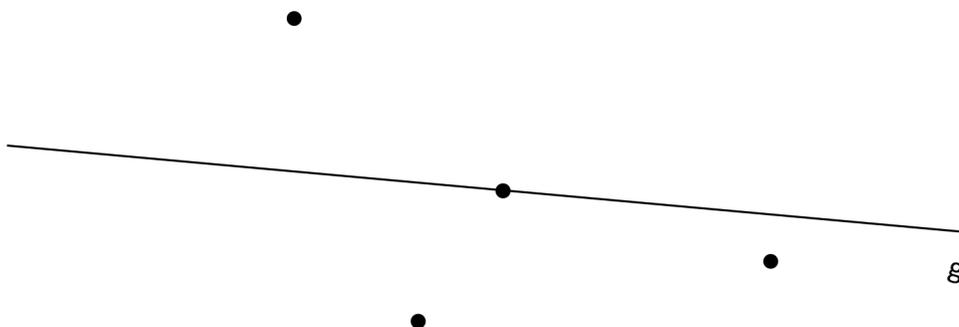


- b) Bewege den Punkt B auf h hin und her. Beobachte dabei, wie sich die Streckenlänge AB ändert. Notiere, für welche Lage der Strecke ihre Länge am kürzesten ist. Zeichne mit dem Geodreieck diese Situation in dein Heft.



Aufgabe 2

- a) Zeichne eine Gerade g , einen Punkt, der auf der Geraden liegt, und drei Punkte, die nicht auf der Geraden liegen. Zeichne durch jeden Punkt eine Parallele zu g und durch jeden Punkt eine Senkrechte zu g . Ergänze dann das Bild unten mit dem Geodreieck und vergleiche mit dem Tablet.



- b) Verschiebe die Objekte so, dass eine Art Schachbrettmuster entsteht.

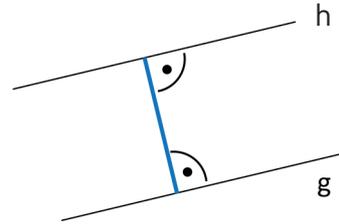


Ergebnissicherung

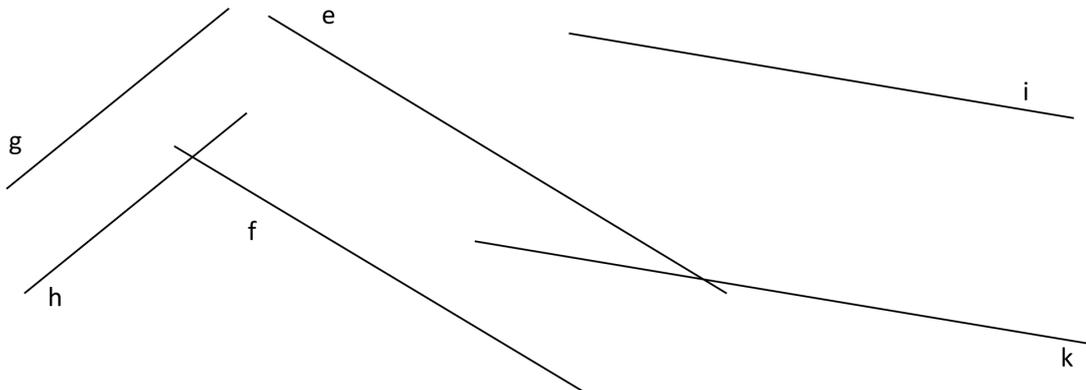


Die kürzeste Streckenlänge zwischen zwei parallelen Geraden heißt Abstand d (Englisch: distance). Diese Strecke steht auf den beiden Geraden senkrecht.

Neue Schreibweise für den Abstand: $d(g; h)$



1. Zeichne bei jedem Bild mit dem Geodreieck den Abstand zwischen den parallelen Geraden ein und gib seine Länge an.

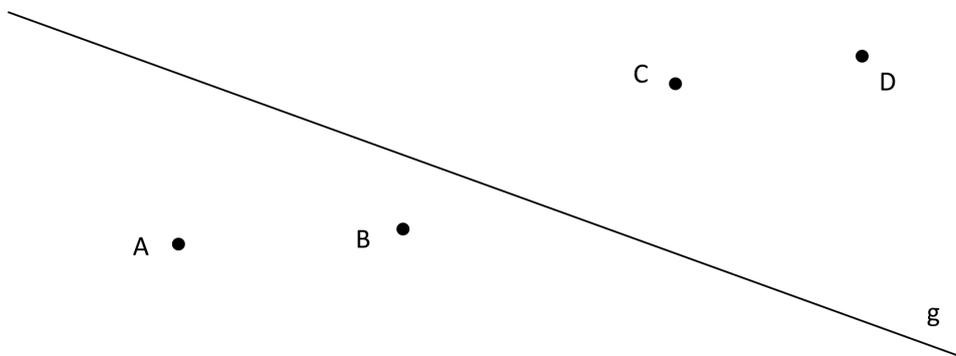


$d(g; h) =$

$d(e; f) =$

$d(i; k) =$

2. Zeichne für jeden Punkt mit dem Geodreieck den Abstand zur Geraden g ein und gib seine Länge an.



$d(A; g) =$

$d(C; g) =$

$d(B; g) =$

$d(D; g) =$

Übung und Anwendung



1. Stelle das Bild mit Hilfe von vier Geraden mit sketchometry dar. Alle Straßen sind gleich breit.
2. Zeichne jeweils ein passendes Bild in den Kasten.



Fotos: pixabay.com

$d(P; g) = 2 \text{ cm}$	$d(Q; \overline{AB}) = 1 \text{ cm}$
$d(T; EF) = 3 \text{ cm}$	$d([CD; h) = 2 \text{ cm}$ Überlegt in Partnerarbeit

3. Zusatzaufgabe / Hausaufgabe

Senkrechte und parallele Strecken und Geraden gibt es überall. Damit beschreibst du deren Lage zueinander. Es gibt aber auch zwei zusätzliche Eigenschaften, die sie im Raum haben können.

Strecken und Geraden können

- **lotrecht (vertikal)** liegen. Sie zeigen zum Erdmittelpunkt.
- **waagrecht (horizontal)** liegen. Sie sind senkrecht zu den lotrechten Strecken und Geraden.

Suche in deiner Umgebung, z.B. in deinem Kinderzimmer, vier lotrechte Strecken.

Suche in deiner Umgebung vier waagrechte Strecken.

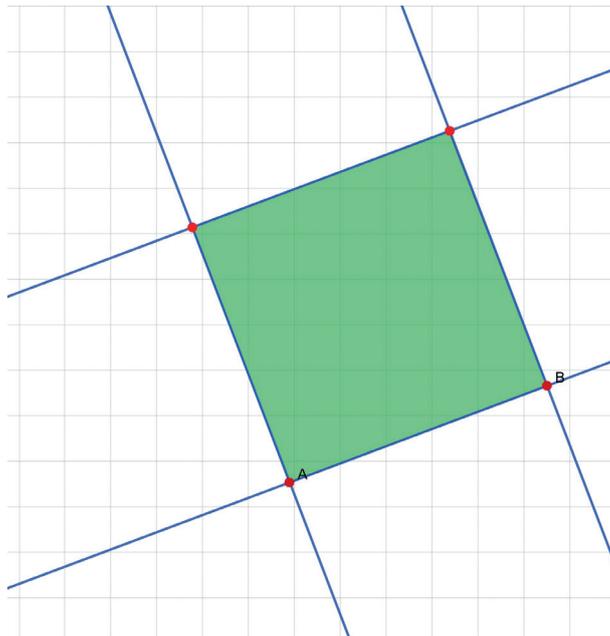


Fotos: pixabay.com

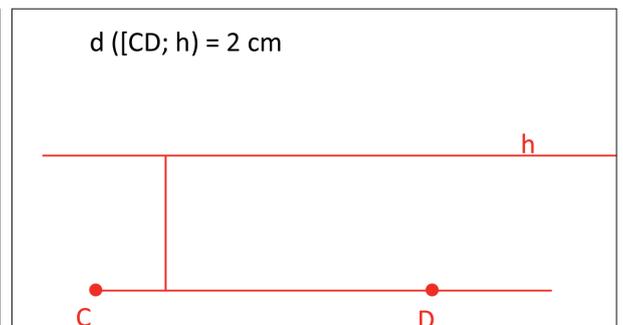
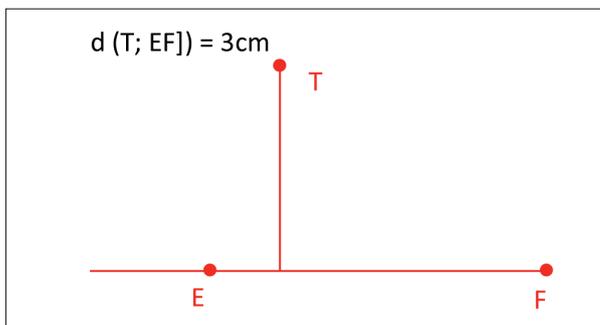
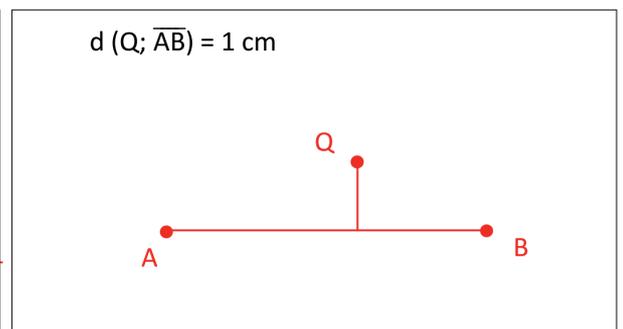
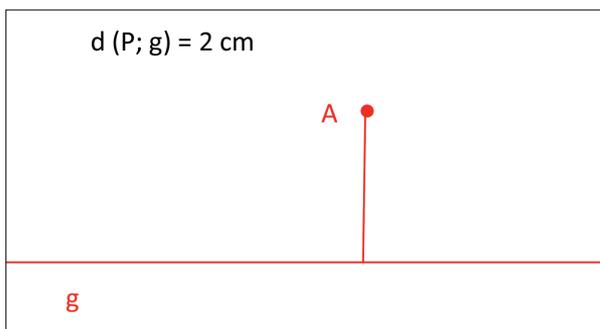


Lösungsvorschlag

1. Stelle das Bild mit Hilfe von vier Geraden mit sketchometry dar. Alle Straßen sind gleich breit.



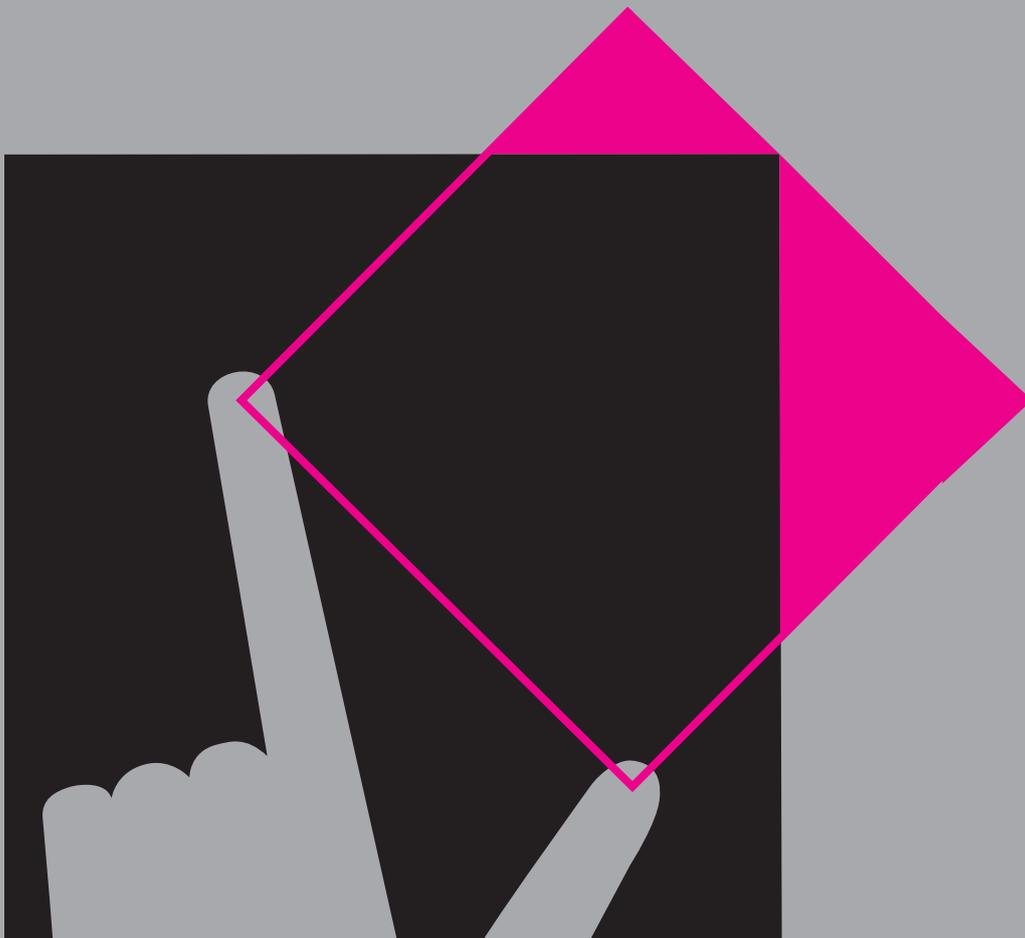
2. Zeichne jeweils ein passendes Bild in den Kästen.





Lernumgebung sketchometry:
Geometrische Grundbegriffe

Mit Winkeln experimentieren



Information für Lehrkräfte



Voraussetzungen und Lernziele

Die Schüler*innen haben die wesentlichen Begriffe zum Thema Winkel (Schenkel, Scheitel, Winkeleinteilung, Winkel zeichnen, Winkel messen, Winkelarten) bereits behandelt. Mit Hilfe von sketchometry vertiefen die Schüler*innen die Erfahrungen beim Zeichnen / Messen von Winkeln und festigen ihre Vorstellungen von den verschiedenen Winkelarten. Darüber hinaus üben die Schüler*innen das Einzeichnen und Messen von Winkeln in Dreiecken und Vierecken.

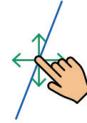
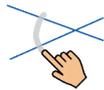
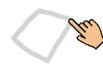
Kompetenz-erwartungen

- Die Schüler*innen zeichnen zwei Schenkel und einen Scheitelpunkt und beschriften diese sicher.
- Die Schüler*innen messen Winkel selbstständig.
- Die Schüler*innen zeichnen Winkel und untersuchen die verschiedenen Winkelarten.
- Die Schüler*innen zeichnen Winkel in einem Dreieck ein und messen diese.
- Die Schüler*innen zeichnen Winkel in Vierecken ein und messen diese.

Kenntnisse über sketchometry

Die Schüler*innen benötigen folgende Gesten:



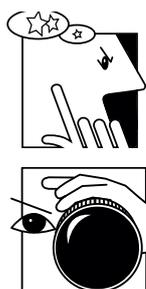
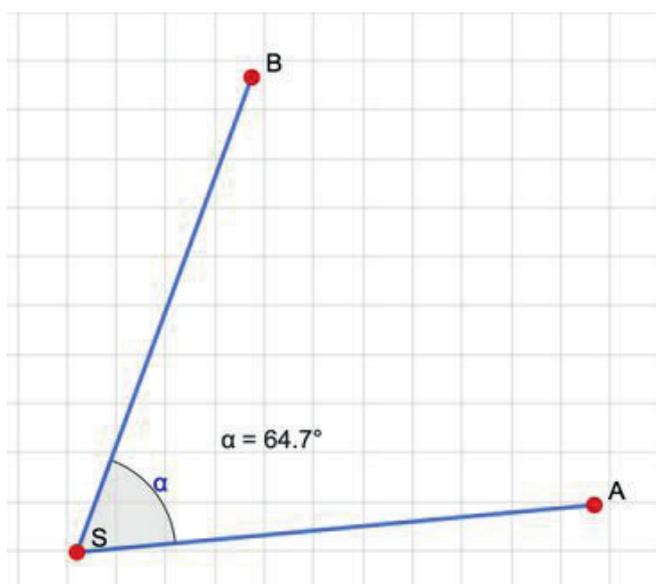
<ul style="list-style-type: none"> • Punkte zeichnen  	<ul style="list-style-type: none"> • freie Geraden zeichnen 
<ul style="list-style-type: none"> • Punkte verschieben  	<ul style="list-style-type: none"> • Geraden bewegen 
<ul style="list-style-type: none"> • Strecke  	<ul style="list-style-type: none"> • Dreieck 
<ul style="list-style-type: none"> • Winkel  	<ul style="list-style-type: none"> • Vieleck 

Konstruieren und Erkunden



Aufgabe 1

- Zeichne drei Punkte A, B und C, ähnlich wie in der Abbildung.
- Benenne den Punkt B in S und den Punkt C in B um.
- Zeichne den Winkel $\sphericalangle ASB$ ein.
- Miss den Winkel $\sphericalangle ASB$ und lass dir das Winkelmaß anzeigen.

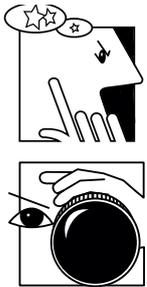
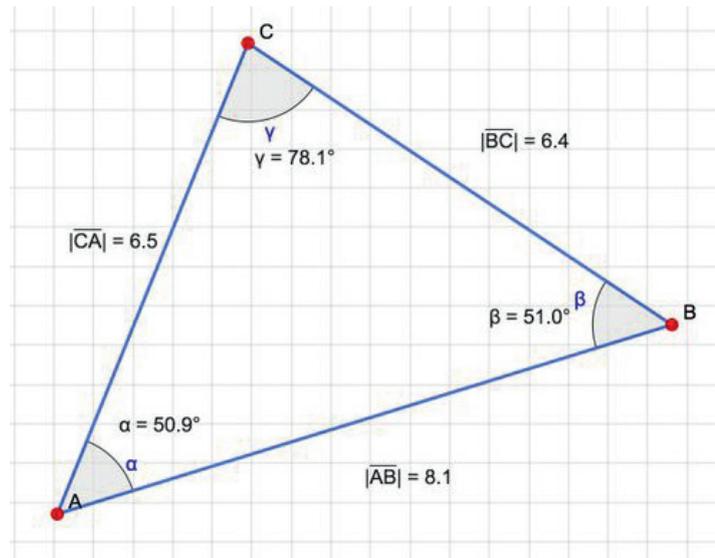


Bewege abwechselnd die Punkte A und B und beobachte das Maß des Winkels $\sphericalangle ASB$. Stelle nacheinander einen spitzen Winkel, einen stumpfen Winkel, einen rechten Winkel, einen gestreckten Winkel, einen überstumpfen Winkel und einen Vollwinkel dar.



Aufgabe 2

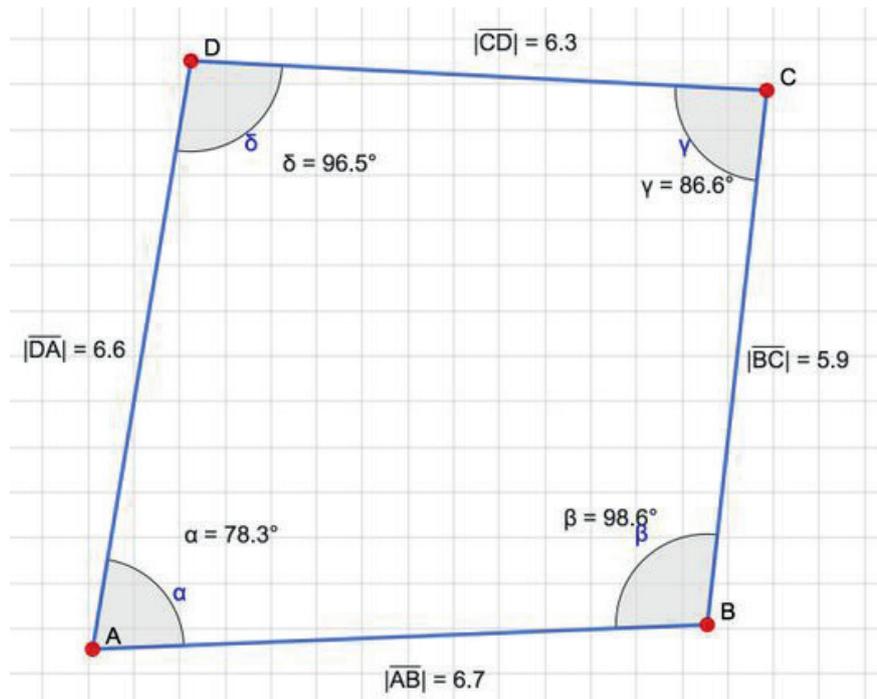
- Zeichne ein Dreieck ABC, bei dem alle drei Winkel spitze Winkel sind.
- Zeichne diese Winkel wie in der Abbildung ein.
- Miss die drei Winkel und lass dir die Winkelmaße α , β und γ anzeigen.
- Miss die drei Seiten des Dreiecks und lass dir die Längenmaße anzeigen.



- Bewege den Punkt C und beobachte, wie sich die Winkelmaße α , β und γ verändern.
- Bewege den Punkt C so lange, bis ein Winkel das Maß 90° hat. Kannst du noch einen weiteren Winkel mit dem Maß 90° erhalten?
- Bewege den Punkt C so lange, bis ein Winkel ein Maß größer als 90° hat. Kannst du noch einen weiteren Winkel mit einem Maß größer als 90° erhalten?
- Bewege den Punkt C so lange, bis zwei der Dreiecksseiten gleich lang sind und beobachte die Winkelmaße. Was stellst du fest?
- Bewege den Punkt C so lange, bis alle drei Dreiecksseiten gleich lang sind und beobachte die Winkelmaße. Was stellst du fest?

Aufgabe 3

- Zeichne ein Viereck ABCD und die dazugehörigen Winkel.
- Miss die vier Winkel und lass dir wie in der Abbildung die Maße anzeigen.
- Miss die vier Seitenlängen und lass dir die Maße anzeigen.

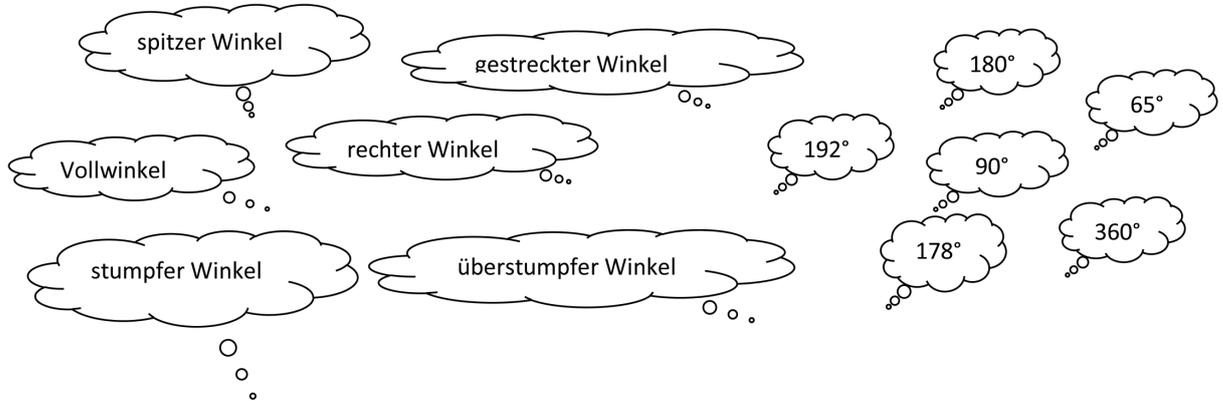


- Bewege die Punkte C und D so lange, bis alle vier Seiten gleich lang sind und beobachte die Winkelmaße. Was stellst du fest?
- Bewege die Eckpunkte A, B, C und D so lange, bis zwei Winkel das Maß 90° anzeigen und beobachte die Seitenlängen. Was stellst du fest?

Ergebnissicherung



a) Ordne den Winkelmaßen die richtigen Bezeichnungen zu.



b) Nimm zu den folgenden Aussagen Stellung – was hast du herausgefunden?

- Wenn in einem Dreieck ein Winkel das Maß 90° hat, dann kann es keinen weiteren rechten Winkel in diesem Dreieck geben.

- Wenn in einem Dreieck ein Winkel ein Maß größer als 90° hat, dann kann es keinen weiteren stumpfen Winkel in diesem Dreieck geben.

- Wenn bei einem Dreieck zwei Seiten gleich lang sind, dann fällt mir an den Winkelmaßen Folgendes auf:

- Wenn bei einem Dreieck drei Seiten gleich lang sind, dann fällt mir an den Winkelmaßen Folgendes auf:

- Wenn bei einem Viereck alle Seiten gleich lang sind, dann fällt mir an den Winkelmaßen Folgendes auf:

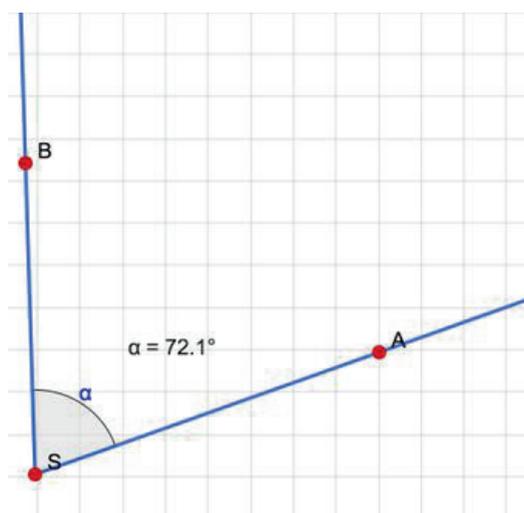
- Wenn ich bei einem Viereck zwei rechte Winkel festlege, entsteht folgendes besondere Viereck (zwei Möglichkeiten):

Übung und Anwendung



Aufgabe 1

Auf dem Bild siehst du die zwei Schenkel eines Winkels $\sphericalangle ASB$ und die Angabe des Winkelmaßes α .



Zeichne diese Situation mit sketchometry und beschrifte deine Zeichnung dementsprechend. Bewege nun die Schenkel der Winkel durch Drehung der Schenkel an den Punkten A und B und beobachte das Winkelmaß α . Erzeuge Winkel mit folgenden Maßen:

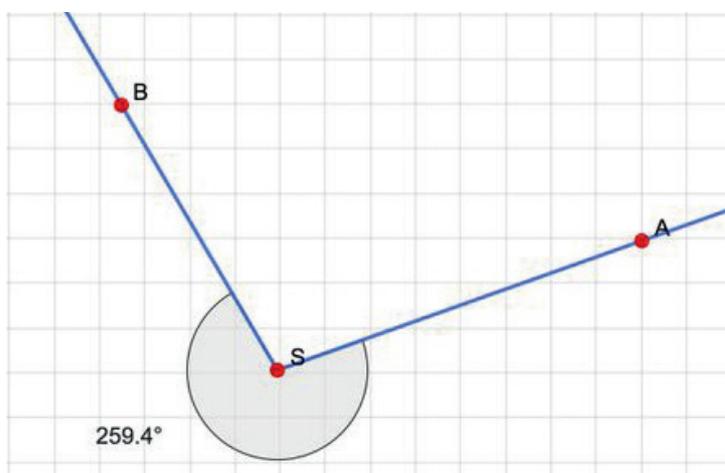
$$\alpha = 126^\circ$$

$$\alpha = 217^\circ$$

$$\alpha = 350^\circ$$

Aufgabe 2

Auf dem Bild siehst du die zwei Schenkel eines Winkels $\sphericalangle BSA$ und die Angabe seines Winkelmaßes.

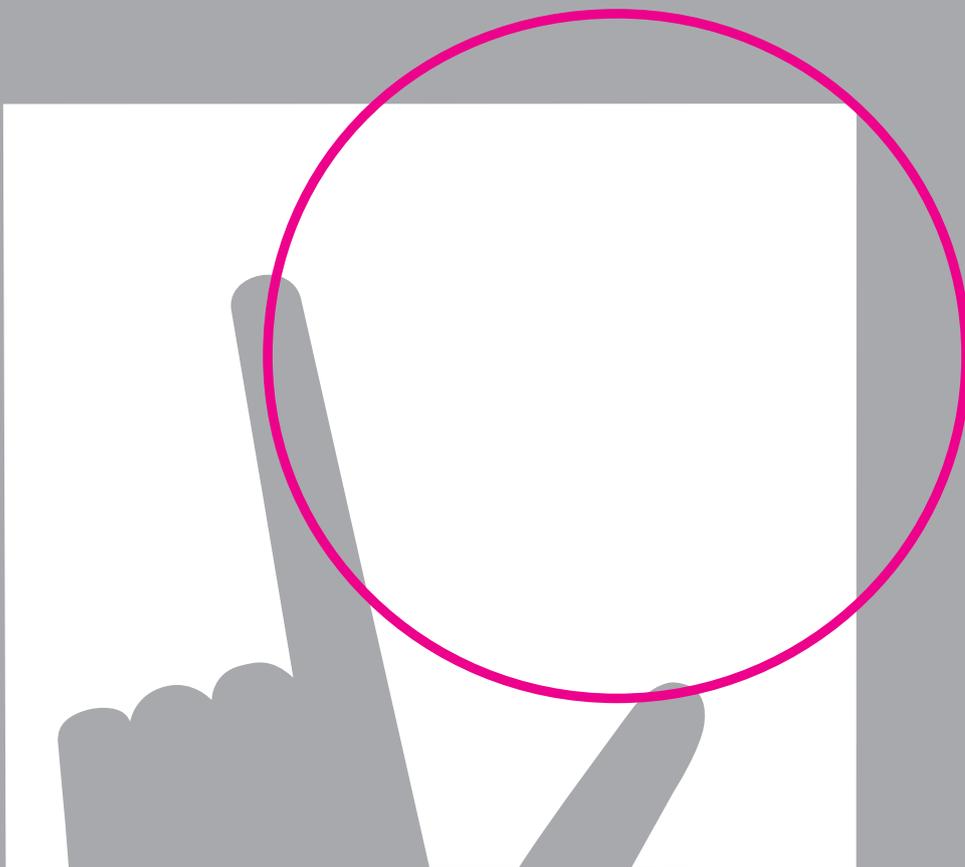


Zeichne diese Situation mit sketchometry und verändere den Winkel durch Drehung der Schenkel an den Punkten A und B.



Lernumgebung sketchometry:
Geometrische Grundbegriffe

Übung zu Kreisen



Information für Lehrkräfte



Voraussetzungen und Lernziele

In dieser Stunde können die Schüler*innen ihr Wissen zu Kreisen üben und anwenden. Die Schüler*innen kennen schon die Begriffe Kreis, Kreislinie, Kreisfläche, Radius, Durchmesser und können Kreise mit dem Zirkel zeichnen. Mit sketchometry erkunden die Schüler*innen die Lage von Kreisen zueinander und ein Kreismuster ohne aufwändiges Konstruieren mit dem Zirkel.

Kompetenz-erwartungen

- Die Schüler*innen überprüfen durch Zeichnen, dass der Durchmesser die größte Streckenlänge in einem Kreis ist, wenn die Endpunkte der Strecke auf der Kreislinie liegen.
- Die Schüler*innen überprüfen durch Zeichnen, dass der Radius immer gleich lang ist.
- Die Schüler*innen erkunden die Struktur geometrischer Kreismuster mit Hilfe von Symmetrien.
- Die Schüler*innen finden durch systematisches Probieren, welche verschiedenen Lagen Kreise zueinander haben können.

Kenntnisse über sketchometry

Die Schüler*innen benötigen folgende Gesten:



<ul style="list-style-type: none"> • Punkte verschieben 		<ul style="list-style-type: none"> • Messen 	
<ul style="list-style-type: none"> • freien Kreis zeichnen 		<ul style="list-style-type: none"> • Kreis zeichnen (Mittelpunkt) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Kreis bewegen 		<ul style="list-style-type: none"> • Radius verändern 	
<ul style="list-style-type: none"> • einen Kreis kopieren 			

Übungsstunde: Kreise

Konstruieren und Erkunden



Aufgabe 1:
Kreise zeichnen

- Zeichne einen freien Kreis.
- Zeichne einen Kreis mit Mittelpunkt A und Strecke AB als Radius.
- Verändere die Größe und die Lage von beiden Kreisen mit einem Finger und mit zwei Fingern.
- Versuche, die beiden Kreise direkt übereinander zu legen.



Aufgabe 2:
An Kreisen messen

- Zeichne einen freien Kreis und lege auf der Kreislinie zwei Punkte A und B fest.
- Zeichne vom Mittelpunkt des Kreises zu jedem Punkt eine Strecke und miss die Länge beider Strecken.
- Bewege jetzt beide Punkte auf der Kreislinie. Was stellst du fest?

- Zeichne einen neuen freien Kreis und lege zwei Punkte C und D auf der Kreislinie fest. Zeichne die Strecke \overline{CD} und miss ihre Länge.
- Verändere die Streckenlänge so, dass sie möglichst groß wird. Bewege dazu nur einen der beiden Punkte. Beschreibe die Lage der Strecke.

Aufgabe 3:
Die Lage von Kreisen zueinander

- Zeichne vier Punkte A bis D.
- Zeichne mit Hilfe von A und B einen großen Kreis und zeichne mit Hilfe von C und D einen kleineren Kreis.
- Verschiebe die Kreise, so dass die Kreise unterschiedliche Positionen zueinander einnehmen. Finde mindestens fünf Möglichkeiten.

Ergebnissicherung



1. Kreuze die richtigen Aussagen an.

- Kreise haben einen Mittelpunkt.
- Eine Kreislinie besteht aus endlich vielen Punkten.
- Um den Durchmesser zu zeichnen, musst du zwei beliebige Punkte auf der Kreislinie verbinden.
- Die längste Strecke in einem Kreis verläuft durch den Mittelpunkt.
- Der Radius ist eine Halbgerade.
- Der Durchmesser hat die halbe Streckenlänge des Radius.

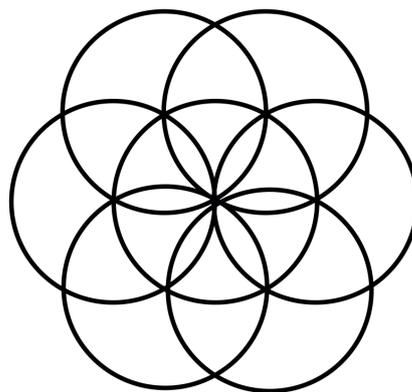
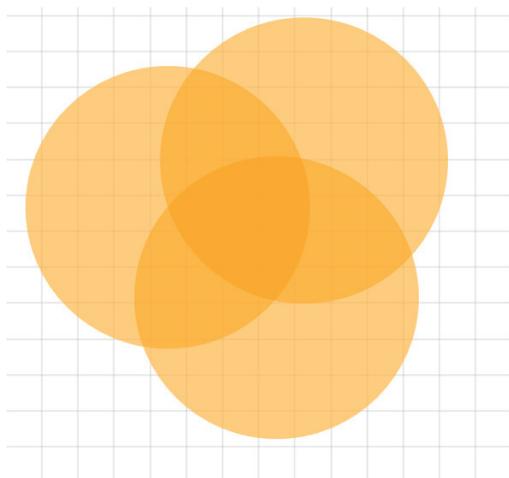
2. Zwei Kreise können wie in Aufgabe 3 unterschiedliche Positionen zueinander einnehmen. Zeichne diese unterschiedlichen Möglichkeiten mit der freien Hand in die Kästen.

Übung und Anwendung



Aufgabe 1: Muster zeichnen

- Zeichne mehrere gleich große Kreise mit Hilfe der passenden Geste.
- Zeichne erst das linke Muster nach.
- Zeichne dann das rechte Muster nach.



Aufgabe 2: Spiel*

Spielt zu zweit auf einem Gerät und lest die Spielregeln bis zum Ende durch.

- Zeichnet einen großen freien Kreis.
- Jede/r Spieler/in markiert jeweils acht Punkte auf dem Kreis.
- Jetzt verbindet jede/r Spieler/in abwechselnd zwei beliebige Punkte zu einer Strecke. Jeder Punkt darf aber nur einmal verwendet werden.
- Nach jeder neu gezeichneten Strecke ergibt jeder Schnittpunkt mit einer anderen Strecke für diese/n Spieler/in einen Punkt.
- Wer die meisten Punkte sammelt, hat gewonnen.
- Verändere die Regeln des Spiels zu einem neuen Spiel.

* Spielidee in Übung 2 © Westermann Gruppe, Braunschweig
aus: Englmaier/Götz/Liebau/Mohr/Widl, Realschule Bayern, Mathematik 5, Ausgabe 2009, Seite 132

Lösungsvorschlag

1. Kreuze die richtigen Aussagen an.

Kreise haben einen Mittelpunkt.

Eine Kreislinie besteht aus endlich vielen Punkten.

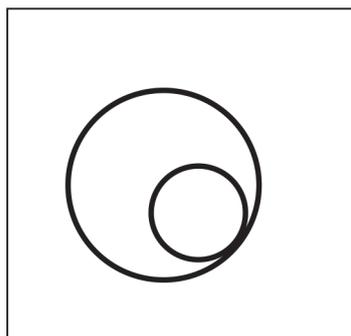
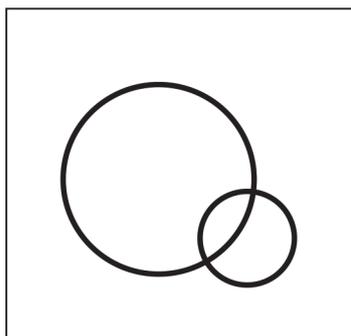
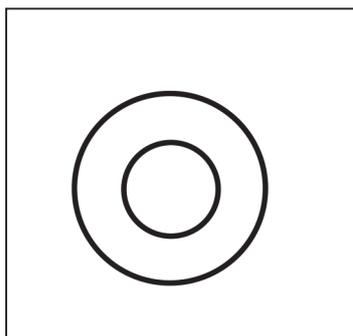
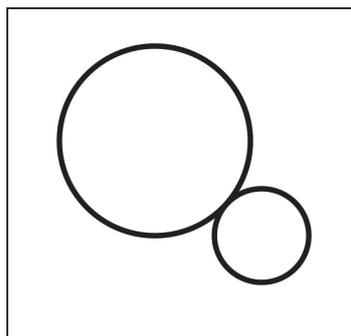
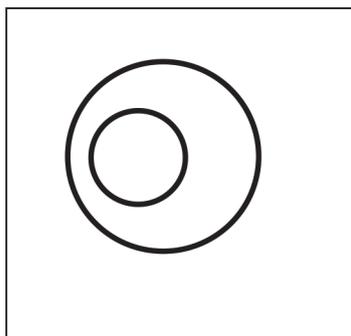
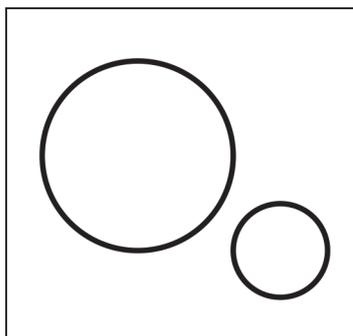
Um den Durchmesser zu zeichnen, musst du zwei beliebige Punkte auf der Kreislinie verbinden.

Die längste Strecke in einem Kreis verläuft durch den Mittelpunkt.

Der Radius ist eine Halbgerade.

Der Durchmesser hat die halbe Streckenlänge des Radius.

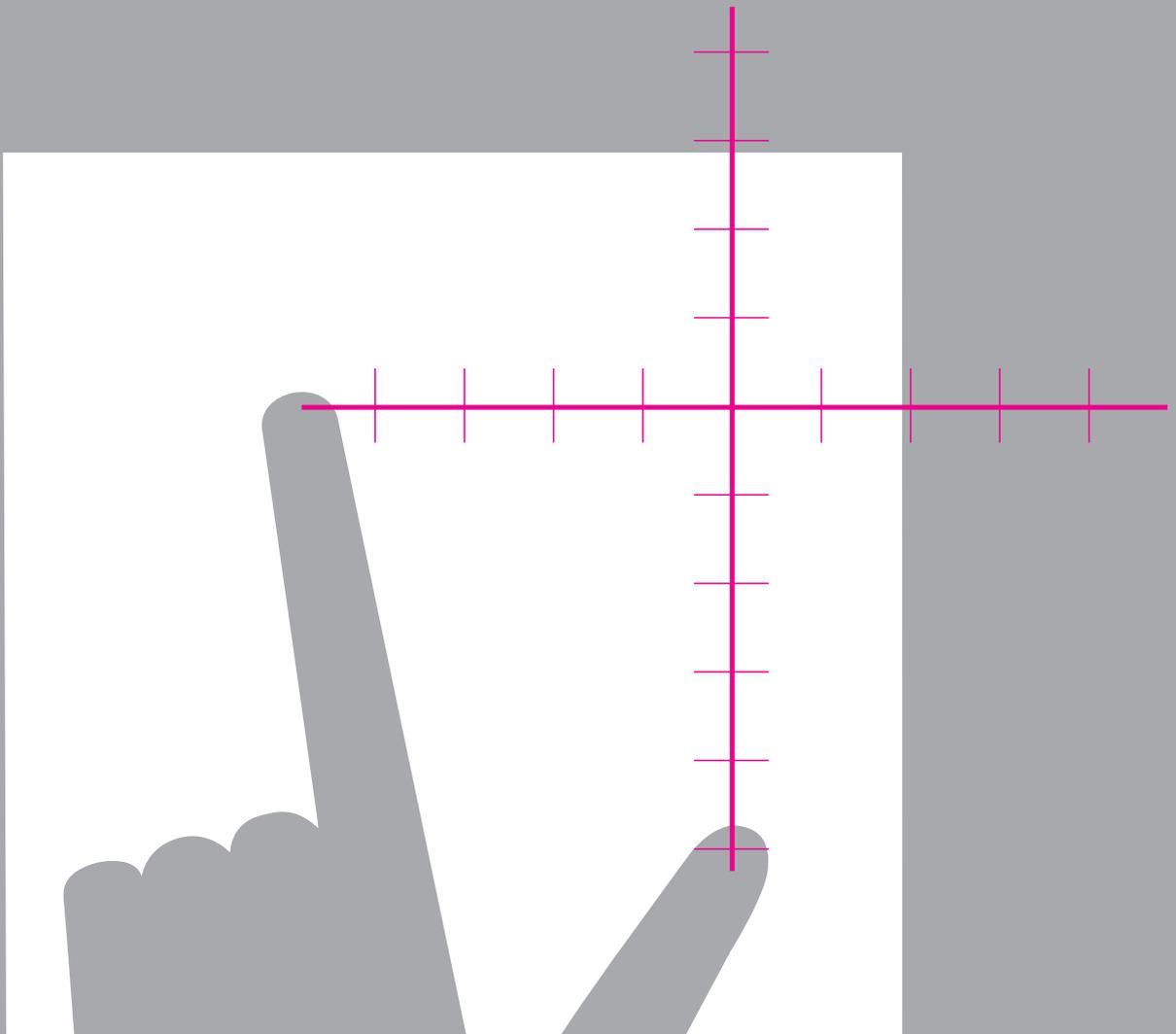
2. Zwei Kreise können wie in Aufgabe 3 unterschiedliche Positionen zueinander einnehmen. Zeichne diese unterschiedlichen Möglichkeiten mit der freien Hand in die Kästen.



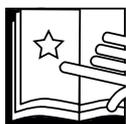


Lernumgebung sketchometry:
Geometrische Grundbegriffe

Das Koordinatensystem erforschen



Information für Lehrkräfte



Voraussetzungen und Lernziele

Der Begriff Gitternetz ist den Schüler*innen bereits aus der Grundschule bekannt. Die Einführung des Koordinatensystems setzt voraus, dass neben den natürlichen Zahlen bereits die Menge der ganzen Zahlen eingeführt wurde. So können die Schüler*innen Punktkoordinaten in allen Quadranten eintragen oder ablesen und verschiedene Übungen dazu ausführen.

In dieser Einheit benötigen die Schüler*innen zusätzlich zu den Gesten noch weitere Optionen von sketchometry: Koordinatensystem sichtbar machen, Einrasten von Punkten am Gitter, Zoomen und Navigieren im Koordinatensystem.

Kompetenz-erwartungen

Die Schüler*innen tragen Punkte in die vier Quadranten des Koordinatensystems ein und lesen die Koordinaten von Punkten aus dem Koordinatensystem ab. Dabei gewinnen sie zunehmend Sicherheit und können auch komplexere Aufgabenstellungen bearbeiten und lösen.

- Die Schüler*innen tragen Punkte mit vorgegebenen Koordinaten routiniert in ein Koordinatensystem ein.
- Die Schüler*innen geben die Koordinaten von Punkten aus einer Zeichnung sicher an.
- Die Schüler*innen können aufgrund seiner Koordinaten sichere Aussagen zu der Lage eines Punktes im Koordinatensystem machen.



Kenntnisse über sketchometry

Die Schüler*innen benötigen folgende Gesten:

<ul style="list-style-type: none"> • Punkt 	
<ul style="list-style-type: none"> • Punkt ziehen 	
<ul style="list-style-type: none"> • Strecke 	

Konstruieren und Erkunden



Aufgabe 1

- a) Öffne die App sketchometry.
b) Klicke in der Menüleiste auf „Eigenschaften“.



- c) Klicke anschließend die Befehle „Zeige Gitter“, „Achsen“ und „Einrasten auf Gitter“ an.

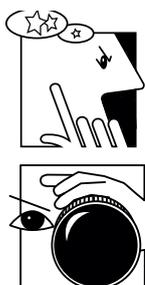


- d) Nun hast du ein Koordinatensystem und Kästchen auf dem Bildschirm. So kannst du das Bild vergrößern, verkleinern oder nach rechts oder links verschieben.



Mit dem „+“ kannst du dein Bild wieder in der Mitte zentrieren. Probiere es aus.

- e) Trage nun folgende Punkte in das Koordinatensystem ein:
A(-3|-1), B(1|-4); C(4|2) und D(-1|3).
f) Verbinde die Punkte in der Reihenfolge A, B, C und D zu einem Viereck.



Aufgabe 2

- a) Schalte den Befehl „Konstruieren“ aus und den Befehl „Ziehen“ an.
b) Verändere die Lage der Punkte so, dass sie alle auf einer waagrechten Linie liegen.
Lies die Koordinaten der Punkte ab. Was stellst du fest?
c) Verändere die Lage der Punkte so, dass sie alle auf einer senkrechten Linie liegen.
Lies die Koordinaten der Punkte ab. Was stellst du fest?
d) Bilde mit den vier Punkten ein Quadrat, dessen Seiten parallel zu den Koordinatenachsen liegen.
Lies die Koordinaten der Punkte ab. Was stellst du fest?
e) Öffne eine neue Seite mit einem neuen Koordinatensystem.
Zeichne acht bis zehn Punkte ein und verbinde sie zu einer Figur.
Tausche dein Gerät mit dem/der Nachbarn/in. Bestimme alle Punktkoordinaten der Punkte, die dein/e Nachbar/in eingezeichnet hat und trage die Koordinaten in das Arbeitsblatt ein.
f) So kannst du kontrollieren, ob du richtig abgelesen hast: Klicke auf „Eigenschaften“ und anschließend auf einen der Punkte.
Links oben öffnet sich ein Fenster, in dem die Koordinaten des Punktes angezeigt werden.

Übung und Anwendung

Aufgabe 1: Quadranten erraten

Kreuze in der Tabelle an, in welchem der vier Quadranten sich die Punkte befinden. Zeichne sie anschließend mit sketchometry in ein Koordinatensystem ein und überprüfe deine Tabelle.

Punkt	I. Quadrant	II. Quadrant	III. Quadrant	IV. Quadrant	Besondere Lage? Beschreibe.
A(4 -2)					
B(3 5)					
C(1 0)					
D(-6 -1)					
E(0 -5)					
F(-4 1)					

Aufgabe 2: Figuren überprüfen

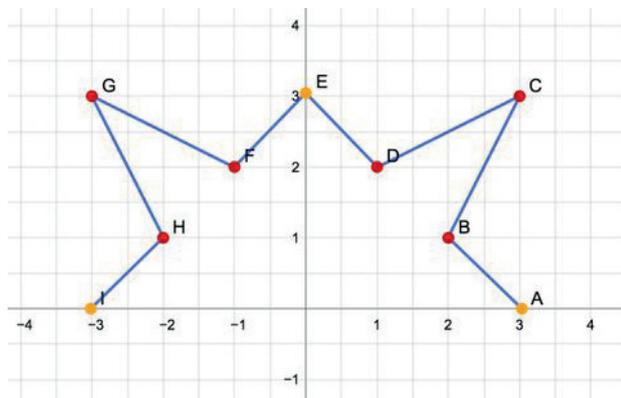
Löse die folgende Aufgabe zuerst im Kopf und überprüfe dein Ergebnis anschließend mit sketchometry:

Tina möchte ein Quadrat in ein Koordinatensystem zeichnen und hat sich dafür folgende Koordinaten ausgesucht: A(-3|-1); B(1|-1); C(2|3) und D(-3|3). Ein Punkt ist falsch – welcher?

Welche Koordinaten muss dieser Punkt haben, damit das Viereck ABCD ein Quadrat ist?

Aufgabe 3: Symmetrische Figur

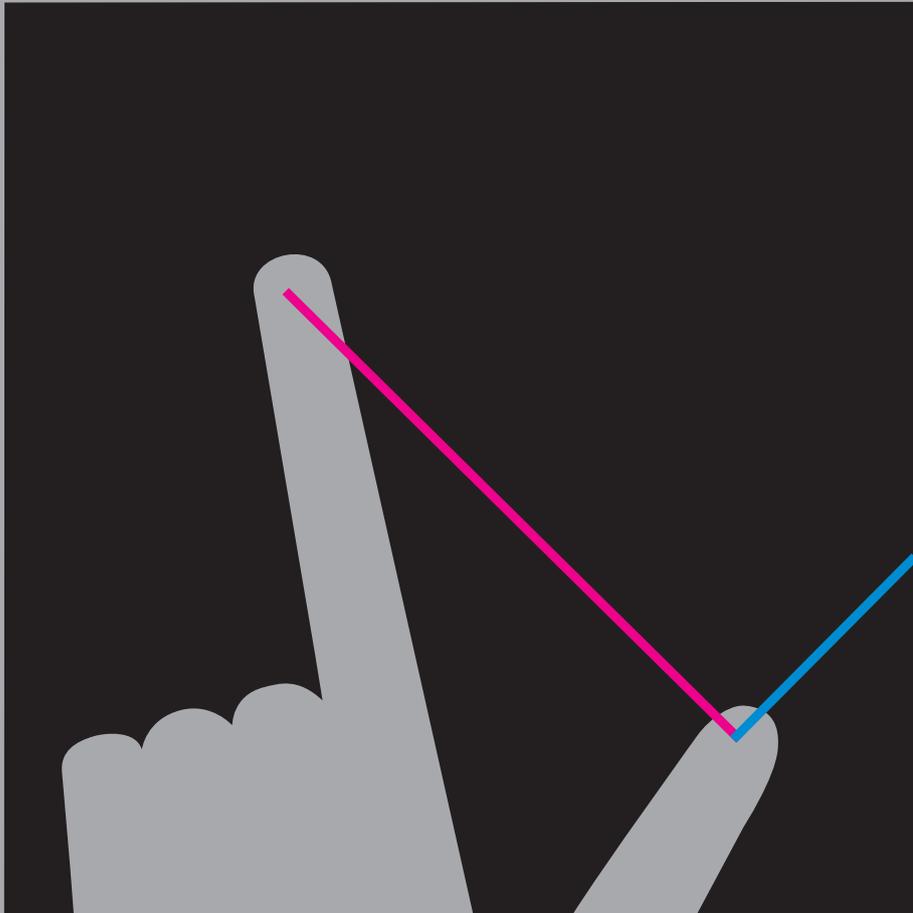
Zeichne die Figur mit sketchometry.
Ergänze sie mit Punkten zu einer symmetrischen Figur.
Vergleiche dann die Koordinaten der Punkte D, E und H mit den Koordinaten der Spiegelpunkte.
Was fällt dir auf?



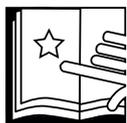


Lernumgebung sketchometry:
Geometrische Grundbegriffe

Scheitel- und Nebenwinkel



Information für Lehrkräfte



Voraussetzungen und Lernziele

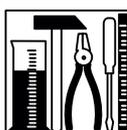
Die Schüler*innen kennen alle wichtigen Begriffe zum Thema Winkel, können diese zeichnen und messen. Mit sketchometry erweitern sie ihr Wissen, indem sie die Winkel an sich schneidenden Geraden experimentell erkunden. Sie erkennen, welche Eigenschaften die Winkel haben und lernen die beiden neuen Fachbegriffe Neben- und Scheitelwinkel kennen.

Kompetenz-erwartungen

- Die Schüler*innen erkunden, welche Winkelmaße an sich schneidenden Geraden gleich sind und welche sich zu 180° ergänzen.
- Die Schüler*innen ordnen die Begriffe Neben- und Scheitelwinkel richtig zu.
- Die Schüler*innen erkennen die neuen Winkel auch in komplexeren Zeichnungen.

Kenntnisse über sketchometry

Die Schüler*innen benötigen folgende Gesten:



<ul style="list-style-type: none"> • Punkte zeichnen  	<ul style="list-style-type: none"> • freie Geraden zeichnen 
<ul style="list-style-type: none"> • Gerade  	<ul style="list-style-type: none"> • Geraden drehen 
<ul style="list-style-type: none"> • Halbgerade  	<ul style="list-style-type: none"> • Winkel 

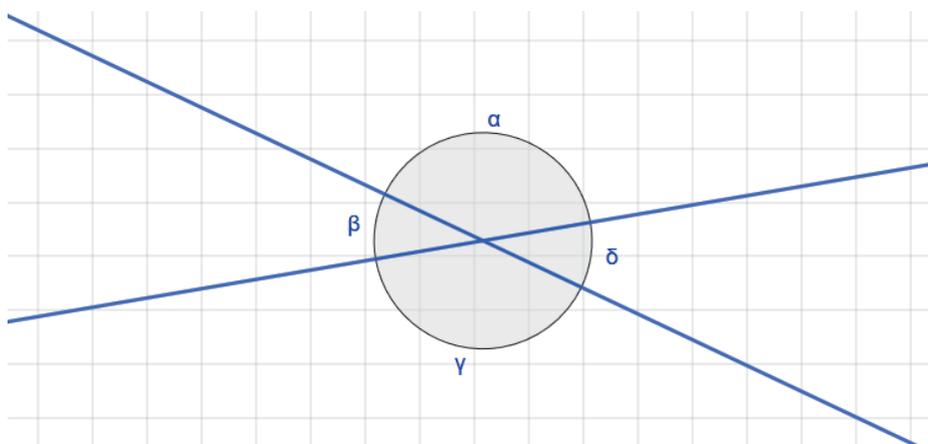
Die Schüler*innen müssen einen Winkel messen können.

Messmodus aktivieren → Antippen des Winkels → Antippen der Zeichenfläche, um die Messung zu platzieren.

Konstruieren und Erkunden

- Zeichne eine Gerade und eine weitere Gerade, die die erste Gerade schneidet.
- Markiere die entstandenen Winkel (siehe Skizze) und gib deren Maß an.

Skizze:



- Gib die Winkelmaße α , β , γ und δ an.

$\alpha =$ _____ $\beta =$ _____ $\gamma =$ _____ $\delta =$ _____

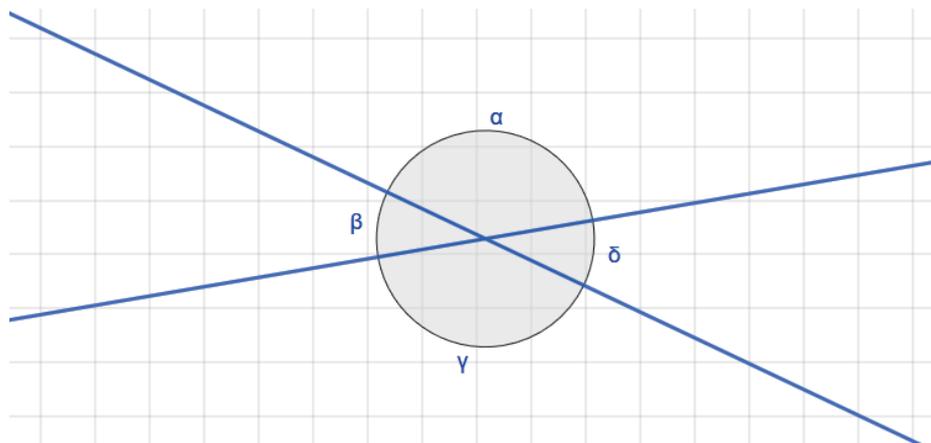
- Drehe eine der beiden Geraden und beobachte die Winkelmaße.
Was stellst du fest?

- Drehe die andere der beiden Geraden. Beobachte die Winkelmaße.
Was stellst du fest?

- Was kannst du über die Winkelmaße der nebeneinanderliegenden und gegenüberliegenden Winkel sagen?

Ergebnissicherung

An zwei sich schneidenden Geraden treten insgesamt vier Winkel auf.



Scheitelwinkel sind gegenüberliegende Winkel, sie sind _____.

$\alpha =$ _____ und $\beta =$ _____

Nebenwinkel sind nebeneinanderliegende Winkel, die sich immer zu

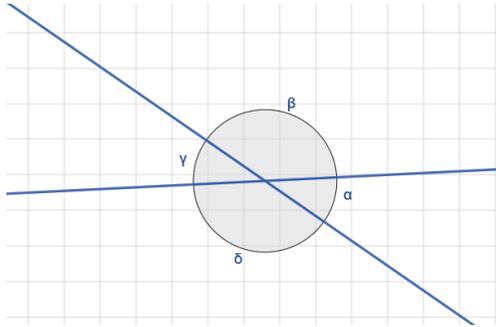
_____ ergänzen.

$\alpha +$ _____ = _____ und $\beta +$ _____ = _____



Übung und Anwendung

1. Gib die fehlenden Winkelmaße an und begründe. Es gilt: $\delta = 125^\circ$.

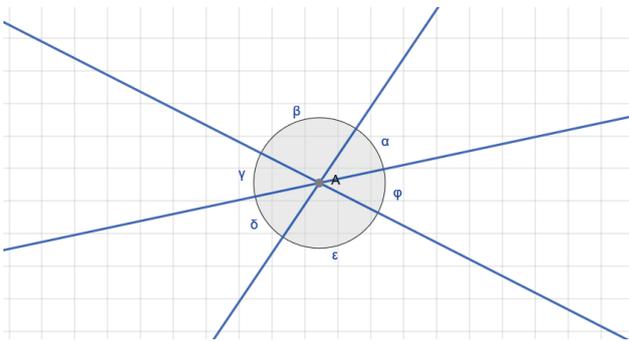


$\alpha =$ _____, weil _____

$\beta =$ _____, weil _____

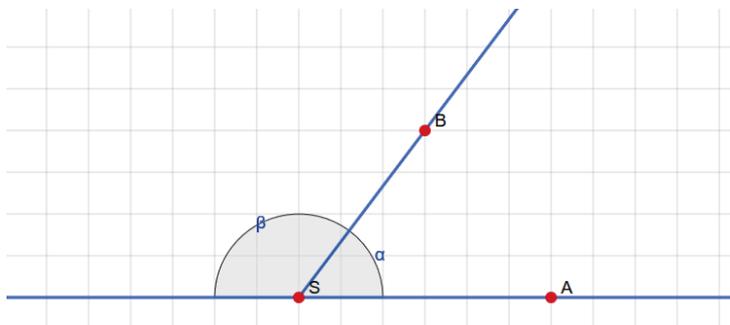
$\gamma =$ _____, weil _____

2. Ermittle die fehlenden Winkelmaße. Es gilt $\alpha = 35^\circ$ und $\gamma = 28^\circ$.



$\beta =$ _____ $\delta =$ _____ $\epsilon =$ _____ $\phi =$ _____

3. Ermittle jeweils das Maß α des Winkels $\sphericalangle ASB$. Zur Veranschaulichung kannst du die Figur mit sketchometry nachbilden und dein Ergebnis durch Messen der Winkel überprüfen.



a) Der Nebenwinkel β zum Winkel $\sphericalangle ASB$ hat das Maß 124° . $\alpha =$ _____

b) Das Maß β des Nebenwinkels zu $\sphericalangle ASB$ ist so groß wie α . $\alpha =$ _____



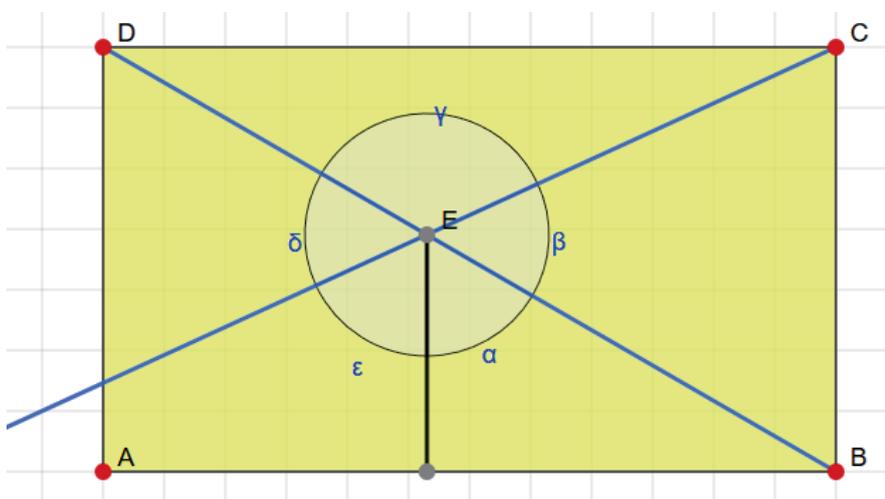
c) Das Maß β des Nebenwinkels zu $\sphericalangle ASB$ ist um 68° größer als α .
Überlegt in Partnerarbeit.

$\alpha =$ _____

d) Der Nebenwinkel zum Winkel $\sphericalangle ASB$ ist 8-mal so groß wie α .
Überlegt in Partnerarbeit.

$\alpha =$ _____

4. Gegeben ist folgende Figur:



a) Welche Winkel sind zueinander Neben- bzw. Scheitelwinkel?

Nebenwinkel zueinander sind: _____

Scheitelwinkel zueinander sind: _____

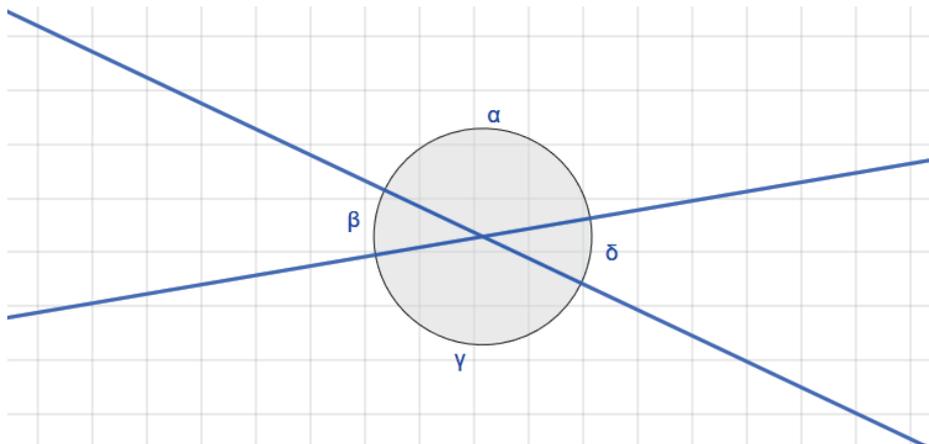
b) Berechne die fehlenden Winkel, wenn $\beta = 35^\circ$ und $\epsilon = 48^\circ$ ist.

$\alpha =$ _____ $\gamma =$ _____ $\delta =$ _____

Lösungsvorschlag



An zwei sich schneidenden Geraden treten insgesamt vier Winkel auf.



Scheitelwinkel sind gegenüberliegende Winkel, sie sind **maßgleich**.

$$\alpha = \gamma \quad \text{und} \quad \beta = \delta$$

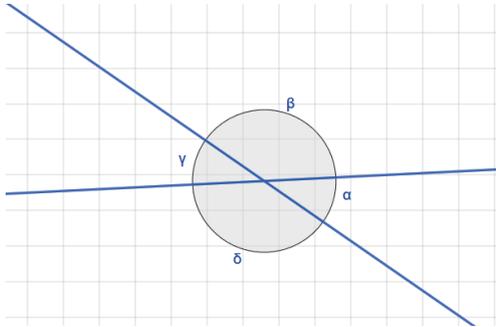
Nebenwinkel sind nebeneinanderliegende Winkel, die sich immer zu **180°** ergänzen.

$$\alpha + \beta = 180^\circ \quad \text{und} \quad \beta + \delta = 180^\circ$$

Lösungsvorschlag

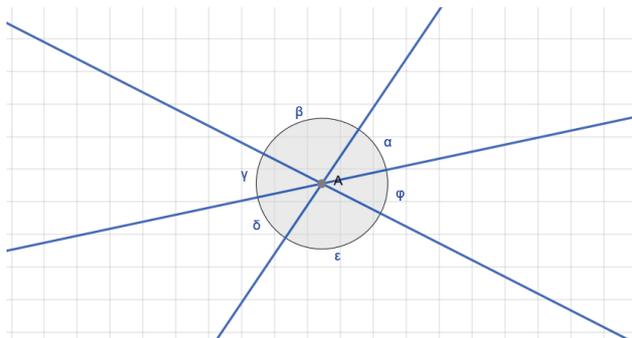


1. Gib die fehlenden Winkelmaße an und begründe. Es gilt: $\delta = 125^\circ$.



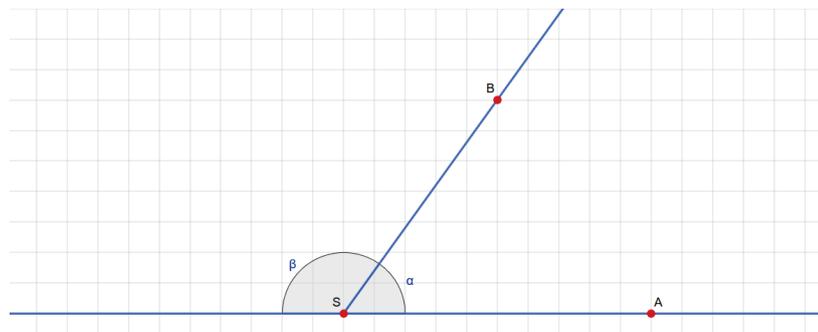
$\alpha = 55^\circ$, weil α ein Nebenwinkel zu δ ist.
 $\beta = 125^\circ$, weil β ein Scheitelwinkel zu δ ist.
 $\gamma = 55^\circ$, weil γ ein Scheitelwinkel zu α ist.

2. Ermittle die fehlenden Winkelmaße. Es gilt $\alpha = 35^\circ$ und $\gamma = 28^\circ$.



$\beta = 117^\circ$ $\delta = 35^\circ$ $\epsilon = 117^\circ$ $\phi = 28^\circ$

3. Ermittle jeweils das Maß α des Winkels $\sphericalangle ASB$. Zur Veranschaulichung kannst du die Figur mit sketchometry nachbilden und dein Ergebnis durch Messen der Winkel überprüfen.



- a) Der Nebenwinkel β zum Winkel $\sphericalangle ASB$ hat das Maß 124° . $\alpha = 56^\circ$
- b) Das Maß β des Nebenwinkels zu $\sphericalangle ASB$ ist so groß wie α . $\alpha = 90^\circ$



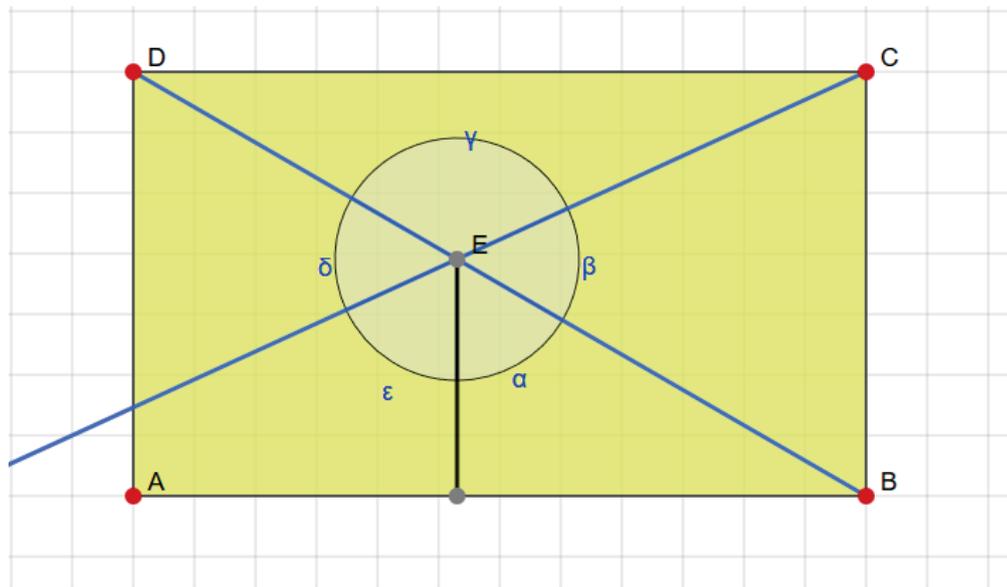
c) Das Maß β des Nebenwinkels zu $\sphericalangle ASB$ ist um 68° größer als α .

$$\alpha = 56^\circ$$

d) Der Nebenwinkel zum Winkel $\sphericalangle ASB$ ist 8-mal so groß wie α .

$$\alpha = 20^\circ$$

4. Gegeben ist folgende Figur:



a) Welche Winkel sind zueinander Neben- bzw. Scheitelwinkel?

Nebenwinkel zueinander sind: **β und γ sowie γ und δ .**

Scheitelwinkel zueinander sind: **β und δ .**

b) Berechne die fehlenden Winkel, wenn $\beta = 35^\circ$ und $\epsilon = 48^\circ$ ist.

$$\alpha = 97^\circ$$

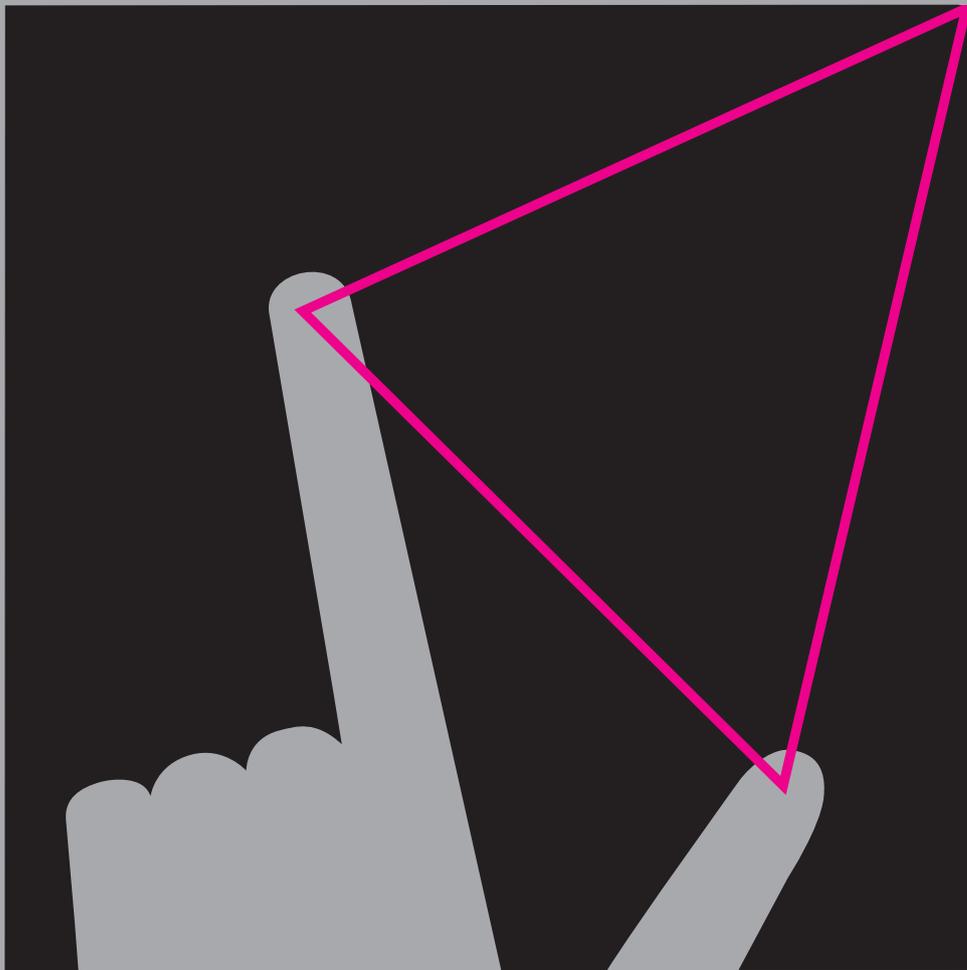
$$\gamma = 145^\circ$$

$$\delta = 35^\circ$$

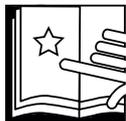


Lernumgebung sketchometry:
Geometrische Grundbegriffe

Besondere Dreiecke



Information für Lehrkräfte



Voraussetzungen und Lernziele

Die Schüler*innen kennen die geometrischen Grundbegriffe Punkt, Strecke, Winkel sowie Dreieck und können das Maß eines Winkels bestimmen, auch mit sketchometry. Aus dem Unterricht müssen die Begriffe stumpfer Winkel, spitzer Winkel und rechter Winkel bekannt sein. Mit sketchometry lernen Schüler*innen experimentell, verschiedene Dreiecke hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu erkennen und teilen diese in Kategorien ein.

Kompetenz-erwartungen

- Die Schüler*innen erkunden, ob ein Dreieck spitzwinklig, rechtwinklig oder stumpfwinklig ist.
- Die Schüler*innen ordnen die Begriffe spitzwinklig, rechtwinklig und stumpfwinklig vorgegebenen Dreiecken richtig zu.

Kenntnisse über sketchometry

Die Schüler*innen benötigen folgende Gesten:



<ul style="list-style-type: none"> • Punkt  	<ul style="list-style-type: none"> • Strecke 
<ul style="list-style-type: none"> • Punkte ziehen  	<ul style="list-style-type: none"> • Dreieck 
<ul style="list-style-type: none"> • Winkel  	

Die Schüler*innen müssen einen Winkel messen können.

Messmodus aktivieren ➡ Antippen des Winkels ➡ Antippen der Zeichenfläche, um die Messung zu platzieren.

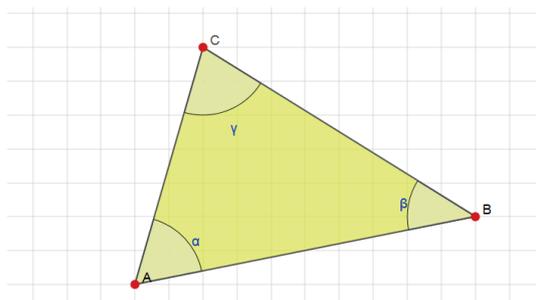
Konstruieren und Erkunden



a) Zeichne ein Dreieck ABC und kennzeichne die drei Winkel an den drei Eckpunkten (siehe Skizze).

b) Bestimme die drei Winkelmaße und platziere sie auf der Zeichenebene.

Skizze



c) Verändere die Form des Dreiecks durch Ziehen an den Punkten und kreuze an, welche Dreiecke möglich sind.

	a)	b)	c)	d)	e)	f)
α	stumpf	stumpf	spitz	stumpf	recht	spitz
β	stumpf	stumpf	spitz	recht	spitz	spitz
γ	stumpf	spitz	spitz	spitz	spitz	stumpf
Ist dies möglich?						



Für diese verschiedenen Dreiecksformen gibt es jeweils einen Fachbegriff. Verbinde die drei Fachbegriffe mit dem richtigen Satz.

Spitzwinkliges Dreieck

Ein Winkel ist größer als 90° .

Rechtwinkliges Dreieck

Alle Winkel sind kleiner als 90° .

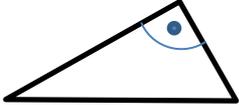
Stumpfwinkliges Dreieck

Ein Winkel hat das Maß 90° .

Ergebnissicherung



Dreiecke werden nach ihrer Form näher bezeichnet. Dabei werden sie nach den **vorhandenen Winkeln** unterschieden.

Zeichnung	Begriff	Erklärung
	Spitzwinkliges Dreieck	
		
		Ein Winkel ist größer als 90° .

Übung und Anwendung



1. Zeichne mit sketchometry unter Verwendung des Einrastmodus die beiden Punkte A (1 | 1) und B (11 | 1) in ein Koordinatensystem ein.

Zeichne nun das Dreieck ABC_1 mit C_1 (10 | 6). Bestimme die Form folgender Dreiecke, indem du den Eckpunkt C jeweils neu wählst.

- a) Dreieck ABC_1 mit C_1 (10 | 6): _____
- b) Dreieck ABC_2 mit C_2 (10 | 4): _____
- c) Dreieck ABC_3 mit C_3 (10 | 2): _____
- d) Dreieck ABC_4 mit C_4 (6 | 6): _____
- e) Dreieck ABC_5 mit C_5 (3 | 3): _____

2. Gib die Dreiecksart an.

- a) $\alpha = 60^\circ$ $\beta = 100^\circ$ $\gamma = 20^\circ$: _____
- b) $\alpha = 90^\circ$ $\beta = 32^\circ$ $\gamma = 58^\circ$: _____
- c) $\alpha = 48^\circ$ $\beta = 70^\circ$ $\gamma = 62^\circ$: _____

3. Überlegt in Partnerarbeit und zeichnet dann selbständig unter Verwendung des Einrastmodus die beiden Punkte A(2 | 1) und B(8 | 1) in ein Koordinatensystem ein.

a) Finde einen Punkt C_1 mit der y-Koordinate 5, damit für das Dreieck ABC_1 gilt: $|AC_1| = |BC_1|$.

Solch ein Dreieck nennt man ein gleichschenkliges Dreieck.

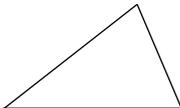
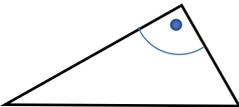
C_1 (____|____)

b) Finde nun einen Punkt C_2 , damit das Dreieck ABC_2 sowohl rechtwinklig als auch gleichschenkelig ist.

C_2 (____|____)

Lösungsvorschlag



Dreiecke werden nach ihrer Form näher bezeichnet. Dabei werden sie nach den vorhandenen Winkeln unterschieden.		
Zeichnung	Begriff	Erklärung
	Spitzwinkliges Dreieck	Alle Winkel sind kleiner als 90° .
	Rechtwinkliges Dreieck	Ein Winkel hat das Maß 90° .
	Stumpfwinkliges Dreieck	Ein Winkel ist größer als 90° .



Ergebnissicherung

1. Zeichne mit sketchometry unter Verwendung des Einrastmodus die beiden Punkte A (1 | 1) und B (11 | 1) in ein Koordinatensystem ein.

Zeichne nun das Dreieck ABC_1 mit C_1 (10 | 6). Bestimme die Form folgender Dreiecke, indem du den Eckpunkt C jeweils neu wählst.

- a) Dreieck ABC_1 mit C_1 (10 | 6): **spitzwinkliges Dreieck.**
- b) Dreieck ABC_2 mit C_2 (10 | 4): **rechtwinkliges Dreieck.**
- c) Dreieck ABC_3 mit C_3 (10 | 2): **stumpfwinkliges Dreieck.**
- d) Dreieck ABC_4 mit C_4 (6 | 6): **rechtwinkliges Dreieck.**
- e) Dreieck ABC_5 mit C_5 (3 | 3): **stumpfwinkliges Dreieck.**

2. Gib die Dreiecksart an.

- a) $\alpha = 60^\circ$ $\beta = 100^\circ$ $\gamma = 20^\circ$ **stumpfwinkliges Dreieck**
- b) $\alpha = 90^\circ$ $\beta = 32^\circ$ $\gamma = 58^\circ$ **rechtwinkliges Dreieck**
- c) $\alpha = 48^\circ$ $\beta = 70^\circ$ $\gamma = 62^\circ$ **spitzwinkliges Dreieck**

3. Überlegt in Partnerarbeit und zeichnet dann selbständig unter Verwendung des Einrastmodus die beiden Punkte A(2 | 1) und B(8 | 1).

- a) Finde einen Punkt C_1 mit der y-Koordinate 5, damit für das Dreieck ABC_1 gilt:
 $|\overline{AC_1}| = |\overline{BC_1}|$.
 Solch ein Dreieck nennt man ein gleichschenkliges Dreieck.

$$C_1 (5|5)$$

- b) Finde nun einen Punkt C_2 , damit das Dreieck ABC_2 sowohl rechtwinklig als auch gleichschenkelig ist.

$$C_2 (5|4)$$

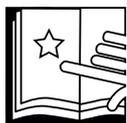


Lernumgebung sketchometry:
Geometrische Grundbegriffe

Vierecke erkunden



Information für Lehrkräfte



Voraussetzungen und Lernziele

In dieser Unterrichtseinheit erzeugen die Schüler*innen mit Hilfe von sketchometry Vierecke. Die Schüler*innen haben die wesentlichen Begriffe Winkel, Kreis, Strecke, Gerade und Mittelpunkt einer Strecke bereits behandelt. Sie beherrschen das Bestimmen von Streckenlängen und Winkelmaßen. Lagebeziehungen verschiedener Geraden sind schon bekannt. Außerdem kennen die Schüler*innen bereits die negativen Zahlen und damit nicht nur das Gitternetz, sondern auch das Koordinatensystem. Sie sind bereits in der Lage, Punkte in das Koordinatensystem einzuzeichnen.

In dieser Einheit nennen die Schüler*innen gemeinsame Eigenschaften und wiederholen auf dieser Grundlage die charakteristischen Eigenschaften der Vierecke. Im Weiteren wenden sie die erworbenen Kenntnisse an.

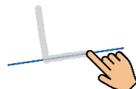
Kompetenz-erwartungen

- Die Schüler*innen zeichnen mit Hilfe von Koordinaten unterschiedliche Vierecke.
- Die Schüler*innen erschließen Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Vierecke und ordnen sie Vierecksarten zu.
- Die Schüler*innen wenden die Kenntnisse über die Eigenschaften der Vierecke zum Lösen weiterer Aufgaben an.
- Die Schüler*innen entdecken durch systematisches Probieren, wodurch sich Parallelogramme, die in einer Seite und einem Winkel übereinstimmen, unterscheiden.

Kenntnisse über sketchometry

Die Schüler*innen benötigen folgende Gesten:

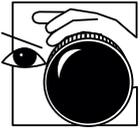


<ul style="list-style-type: none"> • Punkt  	<ul style="list-style-type: none"> • Strecken zeichnen 
<ul style="list-style-type: none"> • Punkt ziehen  	<ul style="list-style-type: none"> • Messen 
<ul style="list-style-type: none"> • Mittelpunkt  	<ul style="list-style-type: none"> • Gerade 
<ul style="list-style-type: none"> • Kreis (Mittelpunkt)  	<ul style="list-style-type: none"> • Parallele 
<ul style="list-style-type: none"> • Viereck  	<ul style="list-style-type: none"> Winkel(markierung) 
<ul style="list-style-type: none"> • Senkrechte  	

Konstruieren und Erkunden



- Aufgabe 1** a) Zeichne die folgenden vier Vierecke mit sketchometry in das Koordinatensystem ein.
Zeichne dazu zuerst die Punkte ein und verbinde diese zum Viereck.



Viereck 1: A $(-5|1)$, B $(-3|1)$, C $(-3|2)$ und D $(-5|2)$

Viereck 2: E $(-2|1)$, F $(0|1)$, G $(1|2)$ und H $(-1|2)$

Viereck 3: I $(1|1)$, J $(4|1)$, L $(2|2)$ und K $(3|2)$

Viereck 4: M $(5|1)$, N $(6|1)$, O $(6|2)$ und P $(5|2)$



- b) Zeichne die beiden Geraden $g = DO$ und $h = AN$ in deine Zeichnung ein.
- c) Untersuche die Lagebeziehung der Geraden g und h .
- d) Was bedeutet diese Lagebeziehung für die Eigenschaften der Vierecke?
- e) Beschreibe Gemeinsamkeiten und Unterschiede der vier Vierecke. Du kannst dazu, wenn nötig, die Seitenlängen und Innenwinkel messen.

- Aufgabe 2** a) Zeichne vier weitere Vierecke mit sketchometry in das Koordinatensystem von Aufgabe 1 ein.
Zeichne dazu zuerst die Punkte ein und verbinde diese jeweils zu einem Viereck.

Viereck A: A' $(-8|-2)$, B' $(-6|-3)$, C' $(-4|-2)$ und D' $(-6|-1)$

Viereck B: E' $(-4|-1)$, F' $(-2|-3)$, G' $(0|-3)$ und H' $(0|-1)$

Viereck C: I' $(1|-2)$, J' $(2|-3)$, K' $(3|-2)$ und L' $(2|-1)$

Viereck D: M' $(4|-1)$, N' $(4|-3)$, O' $(5|-3)$ und P' $(5|-1)$

- b) Zeichne die drei Geraden $g' = D'P'$, $h' = B'O'$ und $i' = A'K'$ in deine Zeichnung ein.
- c) Untersuche die Lage der Geraden g' , h' und i' zueinander.
- d) Was bedeutet diese Lagebeziehung für die Eigenschaften der Vierecke?
- e) Beschreibe Gemeinsamkeiten und Unterschiede der vier Vierecke. Du kannst dazu die Seitenlängen und Innenwinkel messen.

Aufgabe 3 Lies dir folgendes Grundwissen durch und ergänze in der Klammer dahinter jeweils, auf welche Vierecke aus Aufgaben 1 und 2 es zutrifft.

Grundwissen:

- Jedes Viereck mit vier gleich langen Seiten und vier rechten Winkeln ist ein Quadrat. (_____)
- Jedes Viereck mit vier gleich langen Seiten ist eine Raute. (_____)
- Jedes Viereck mit vier rechten Winkeln ist ein Rechteck. (_____)
- Jedes Viereck mit zwei Paaren paralleler Seiten ist ein Parallelogramm. (_____)
- Jedes Viereck mit einem Paar paralleler Seiten ist ein Trapez. (_____)
- Jedes Viereck mit zwei Paaren gleich langer, benachbarter Seiten ist ein Drachenviereck. (_____)

Übung und Anwendung



Aufgabe 1 Auf dem Bild siehst du jeweils zwei Seiten eines Vierecks. Zeichne mit sketchometry diese Seiten nach und ergänze sie zu

- a) einem Rechteck,
- b) einem Quadrat,
- c) einem Parallelogramm,
- d) einer Raute,
- e) einem symmetrischen Trapez und
- f) einem Drachenviereck.

<p>a) (Bild Aufgabe 4 a)</p>	<p>b) (Bild Aufgabe 4 b)</p>
<p>c) (Bild Aufgabe 4 c)</p>	<p>d) (Bild Aufgabe 4 d)</p>
<p>e) (Bild Aufgabe 4 e)</p>	<p>f) (Bild Aufgabe 4 f)</p>



Aufgabe 2 Gegeben sind die Punkte A $(-3|-1)$, B $(3|1)$ und H $(-2|6)$.

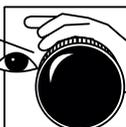
- Zeichne mit sketchometry die drei Punkte in einem Koordinatensystem ein und verbinde die Strecke A und B sowie Strecke \overline{AB} und A und H zur Geraden AH.
- Zeichne den Winkel \sphericalangle BAH ein. Miss das Maß α dieses Winkels.
- Zeichne nun mit sketchometry drei unterschiedliche Parallelogramme, deren Eckpunkte A und B gemeinsam sind und deren Innenwinkel bei A stets konstant bleibt.
- Wodurch unterscheiden sich deine Parallelogramme?



Aufgabe 3 Auf dem Kreis um M $(1|1)$ liegt der Punkt A $(-2|-3)$.

- Zeichne mit sketchometry den Kreis um M mit dem Radius $r = \overline{MA}$.
- Zeichne den Punkt B $(5|-2)$ in deine Zeichnung von a) ein und ergänze die Punkte C und D auf dem Kreis so, dass die vier Punkte ein Trapez ergeben.
- Trage in eine neue Zeichnung von a) wieder den Punkt B $(1|-4)$ ein und ergänze diesmal die Punkte C und D so, dass die vier Punkte ein Rechteck bilden.

Lösungsvorschlag



Aufgabe 1 Zeichne die folgenden vier Vierecke mit sketchometry in das Koordinatensystem ein.

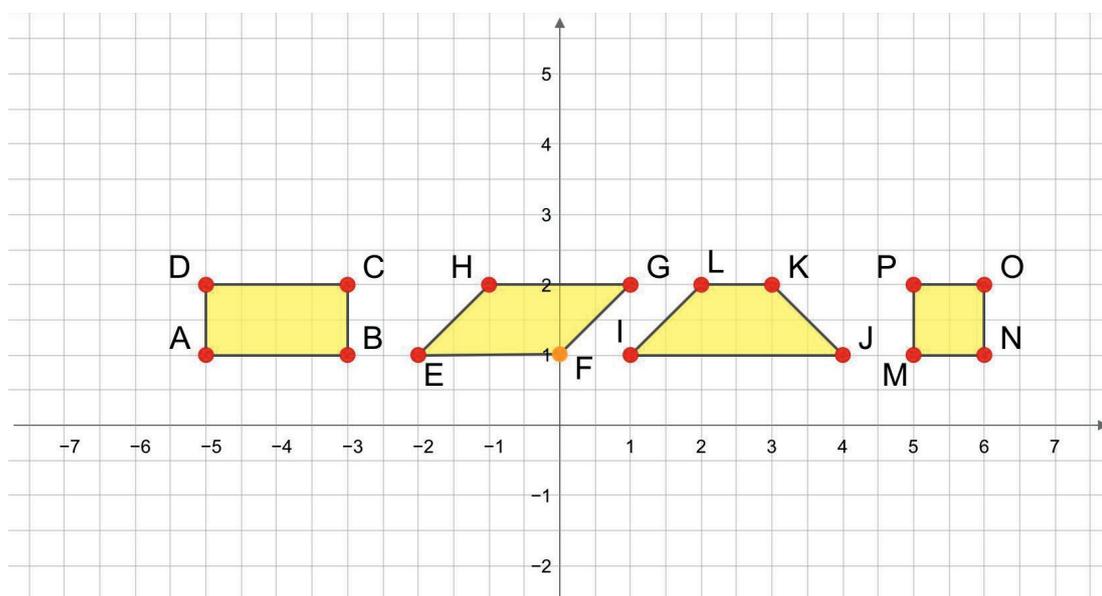
Zeichne dazu zuerst die Punkte ein und verbinde diese zu einem Viereck.

Viereck 1: A (-5|1), B (-3|1), C (-3|2) und D (-5|2)

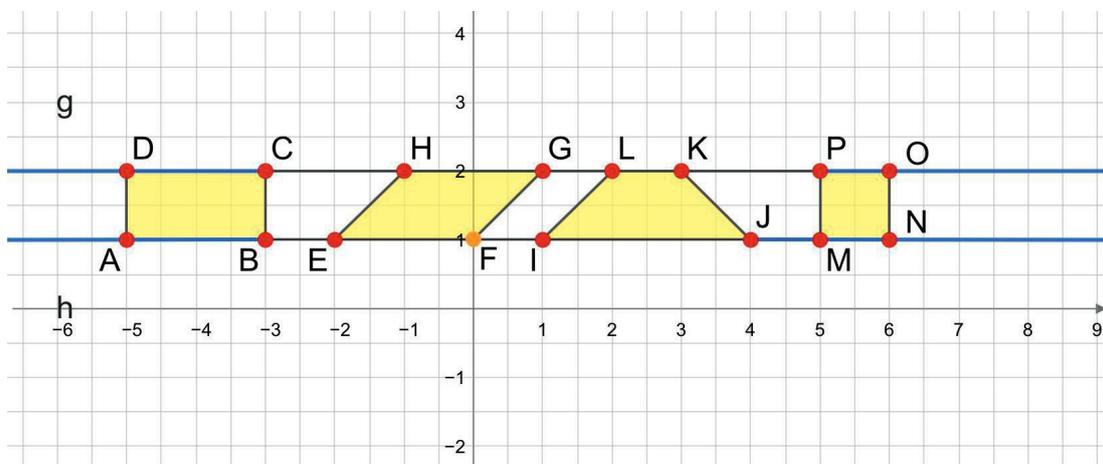
Viereck 2: E (-2|1), F (0|1), G (1|2) und H (-1|2)

Viereck 3: I (1|1), J (4|1), L (2|2) und K (3|2)

Viereck 4: M (5|1), N (6|1), O (6|2) und P (5|2)



Zeichne die beiden Geraden $g = DO$ und $h = AN$ in deine Zeichnung ein.



a) Untersuche die Lage der Geraden g und h zueinander.

Die Geraden g und h sind parallel.

b) Was bedeutet diese Lage für die Seiten der Vierecke?

Da je zwei gegenüberliegende Seiten jedes Vierecks auf zueinander parallelen Geraden liegen, sind in jedem der Vierecke zwei gegenüberliegende Seiten parallel.

c) Beschreibe Gemeinsamkeiten und Unterschiede der vier Vierecke.

Du kannst dazu, wenn nötig, die Seitenlängen und Innenwinkelmaße bestimmen.

Viereck 1: Gegenüberliegende Seiten (nur bei einem Paar) sind gleich lang und parallel; es hat vier rechte Winkel.

Viereck 2: Gegenüberliegende Seiten (nur bei einem Paar) sind gleich lang und parallel.

Viereck 3: Zwei Seiten sind parallel, die anderen beiden sind gleich lang.

Viereck 4: Alle vier Seiten sind gleich lang, gegenüberliegende Seiten (nur bei einem Paar) sind parallel; es hat vier rechte Winkel.

Aufgabe 2

Zeichne vier weitere Vierecke mit sketchometry in das Koordinatensystem von Aufgabe 1 ein.

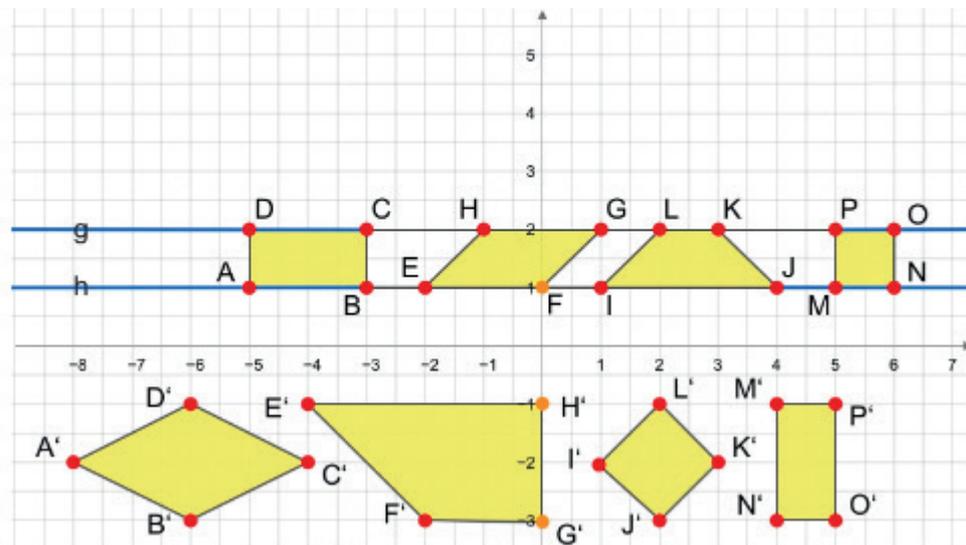
Zeichne dazu zuerst die Punkte ein und verbinde diese jeweils zu einem Viereck.

Viereck A: $A'(-8|-2)$, $B'(-6|-3)$, $C'(-4|-2)$ und $D'(-6|-1)$

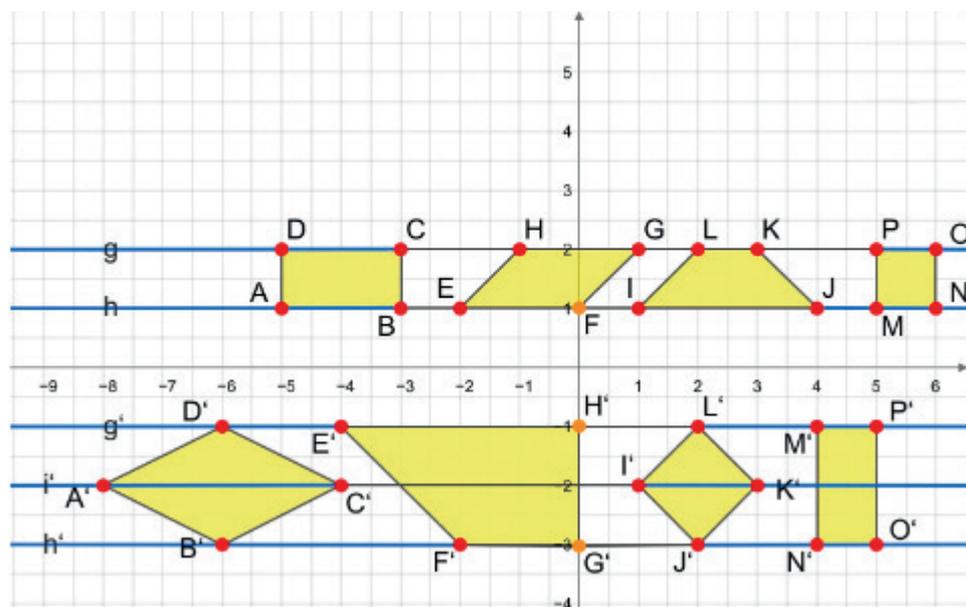
Viereck B: $E'(-4|-1)$, $F'(-2|-3)$, $G'(0|-3)$ und $H'(0|-1)$

Viereck C: $I'(1|-2)$, $J'(2|-3)$, $K'(3|-2)$ und $L'(2|-1)$

Viereck D: $M'(4|-1)$, $N'(4|-3)$, $O'(5|-3)$ und $P'(5|-1)$



Zeichne die drei Geraden $g' = D'P'$, $h' = B'O'$ und $i' = A'K'$ in deine Zeichnung ein.



a) Untersuche die Lage der Geraden g' , h' und i' zueinander.

Die Geraden g' , h' und i' sind parallel und haben jeweils einen Abstand von 1 cm zueinander.

b) Was bedeutet diese Lage für die Seiten der Vierecke?

Viereck A und C sind achsensymmetrisch (LP 3/4, Lernbereich 2, Grundschule). Da bei den Vierecken B und D je zwei gegenüberliegende Seiten jedes Vierecks auf zueinander parallelen Geraden liegen, sind in jedem dieser Vierecke zwei gegenüberliegende Seiten parallel.

c) Beschreibe Gemeinsamkeiten und Unterschiede der vier Vierecke. Du kannst dazu die Seitenlängen und Innenwinkelmaße bestimmen.

Viereck A: Gegenüberliegende Seiten sind gleich lang und parallel.

Viereck B: Ein Paar gegenüberliegender Seiten ist parallel.

Viereck C: Alle vier Seiten sind gleich lang, gegenüberliegende Seiten sind parallel; es hat vier rechte Winkel.

Viereck D: Gegenüberliegende Seiten sind gleich lang und parallel; es hat vier rechte Winkel.

Aufgabe 3

Lies dir folgendes Grundwissen durch und ergänze in der Klammer dahinter jeweils, auf welche Vierecke aus Aufgaben 1 und 2 dies zutrifft.

Grundwissen:

- Jedes Viereck mit vier gleich langen Seiten und vier rechten Winkeln ist ein Quadrat. (4, C)
- Jedes Viereck mit vier gleich langen Seiten ist eine Raute. (4, A, C)
- Jedes Viereck mit vier rechten Winkeln ist ein Rechteck. (1, 4, C, D)
- Jedes Viereck mit zwei Paaren paralleler Seiten ist ein Parallelogramm. (1, 2, 4, A, C, D)
- Jedes Viereck mit einem Paar paralleler Seiten ist ein Trapez. (1, 2, 3, 4, A, B, C, D)
- Jedes Viereck mit zwei Paaren gleich langer, benachbarter Seiten ist ein Drachenviereck. (4, A, C)

Lösungsvorschlag



Aufgabe 1 Auf dem Bild siehst du jeweils zwei Linien eines Vierecks. Zeichne mit sketchometry diese Linien nach und ergänze sie zu

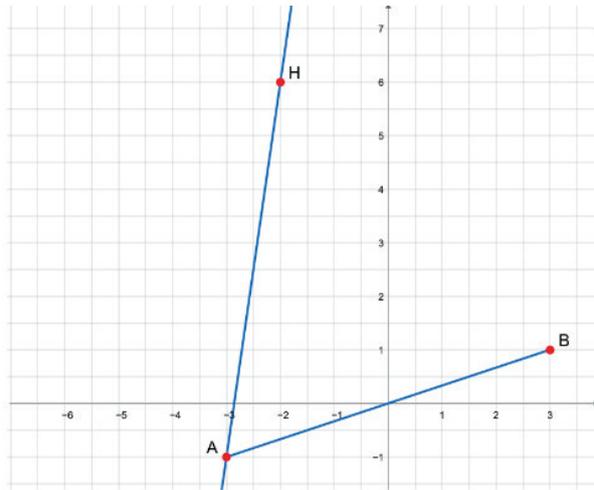
- a) einem Rechteck,
- b) einem Quadrat,
- c) einem Parallelogramm,
- d) einer Raute,
- e) einem symmetrischen Trapez und
- f) einem Drachenviereck.

<p>a) (Bild Lösung 4 a)</p>	<p>b) (Bild Lösung 4 b)</p>
<p>c) (Bild Lösung 4 c)</p>	<p>d) (Bild Lösung 4 d)</p>
<p>e) (Bild Lösung 4 e)</p>	<p>f) (Bild Lösung 4 f)</p>

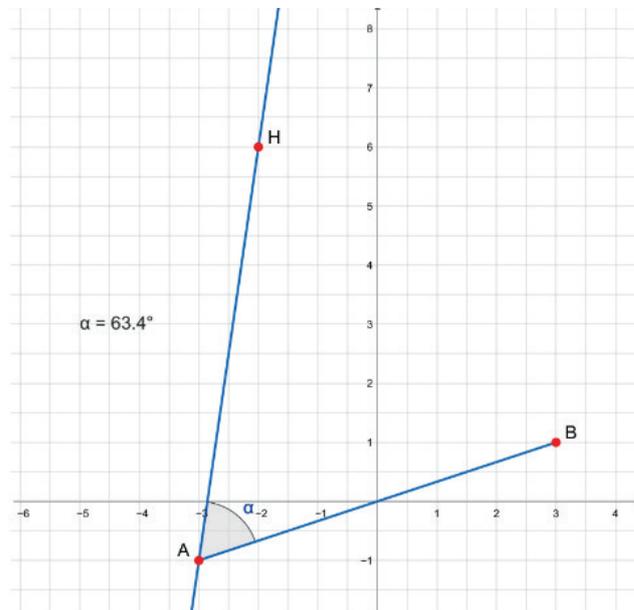


Aufgabe 2 Gegeben sind die Punkte $A(-3|-1)$, $B(3|1)$ und $H(-2|6)$.

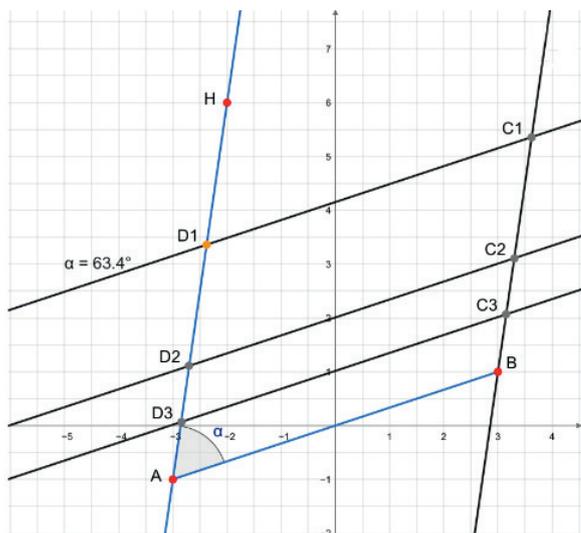
a) Zeichne mit sketchometry die drei Punkte ein und verbinde A und B zur Strecke \overline{AB} und A und H zur Geraden AH.



b) Zeichne den Winkel $\sphericalangle BAH$ ein. Miss das Maß α dieses Winkels.



c) Zeichne nun mit sketchometry drei unterschiedliche Parallelogramme, deren Eckpunkte A und B gemeinsam sind und deren Innenwinkel bei A stets konstant bleibt.



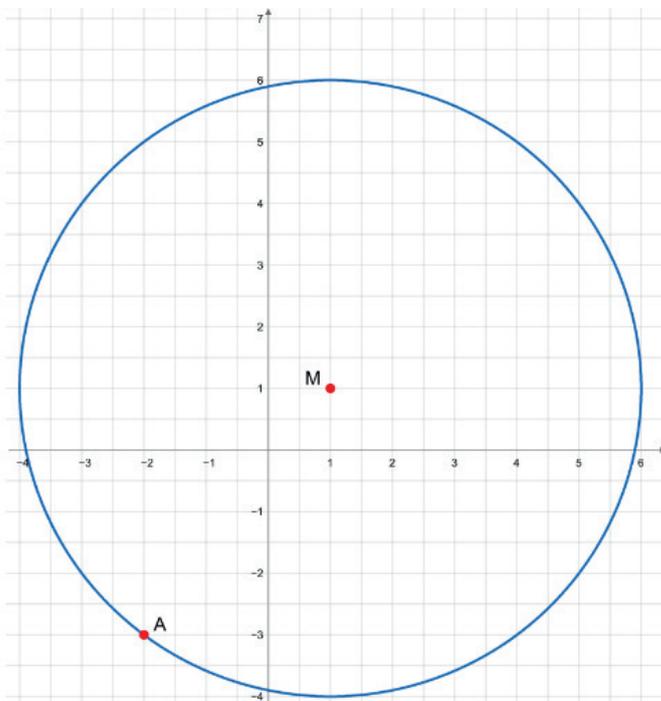
Es handelt sich hierbei um eine Beispiellösung.

d) Wodurch unterscheiden sich deine Parallelogramme?

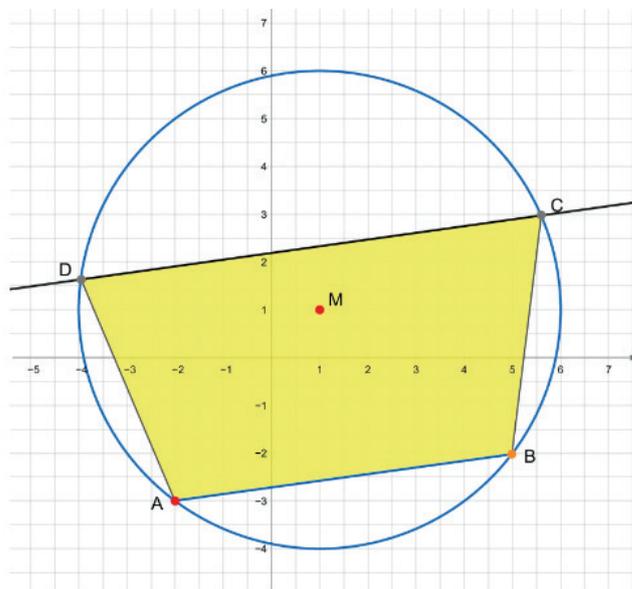
Sie unterscheiden sich nur in dem Abstand der Seiten \overline{AB} und \overline{CD} .

Aufgabe 2 Auf dem Kreis um $M(1|1)$ liegt der Punkt $A(-2|-3)$.

a) Zeichne mit sketchometry den Kreis um M mit dem Radius $r = \overline{MA}$.

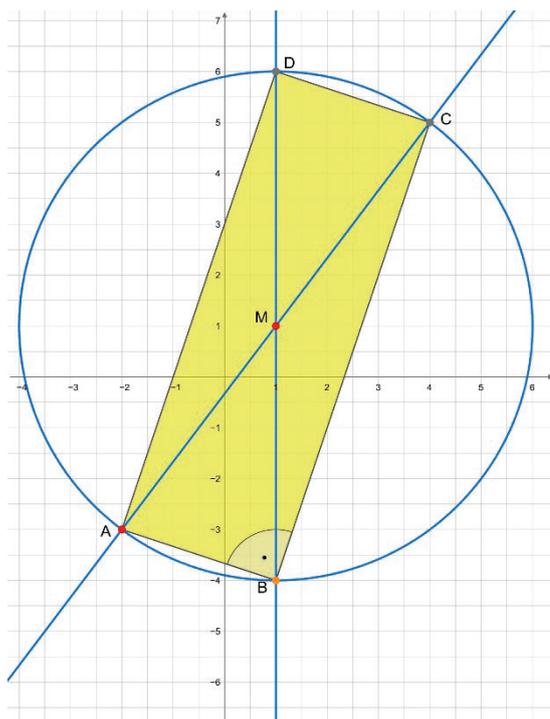


- b) Zeichne den Punkt B (5|-2) in deine Zeichnung von a) ein und ergänze die Punkte C und D auf dem Kreis so, dass die vier Punkte ein Trapez ergeben.



Es handelt sich hierbei um eine Beispiellösung.

- c) Trage in eine neue Zeichnung von a) wieder den Punkt B(5|-2) ein und ergänze diesmal die Punkte C und D so, dass die vier Punkte ein Quadrat bilden.



DIE MINT²¹-PROJEKTSCHULEN

Unterfranken

Staatliche Realschule Arnstein
 Staatliche Realschule Aschaffenburg
 Staatliche Realschule Bad Königshofen
Staatliche Realschule Bessenbach
 Staatliche Realschule Haßfurt
 Staatliche Realschule Höchberg
 Staatliche Realschule Hösbach
 Staatliche Realschule Marktheidenfeld
 Staatliche Realschule Würzburg III

Mittelfranken

Staatliche Realschule Ansbach
 Staatliche Realschule Erlangen
 Staatliche Realschule Lauf
 Staatliche Realschule Wassertrüdingen
Markgraf-Georg-Friedrich Realschule Heilsbronn
 Veit-Stoß-Realschule Nürnberg
 Staatliche Realschule Rothenburg o.d.T.
 Staatliche Realschule Zirndorf

Schwaben

Staatliche Realschule Babenhausen
 Staatliche Realschule Bobingen
 Staatliche Realschule Ichenhausen
Inge-Aicher-Scholl Realschule Neu-Ulm/Pfuhl
 Staatliche Realschule Mering
 Staatliche Realschule Wemding
 Staatliche Realschule Wertingen
 Staatliche Realschule Zusmarshausen

Oberbayern-west

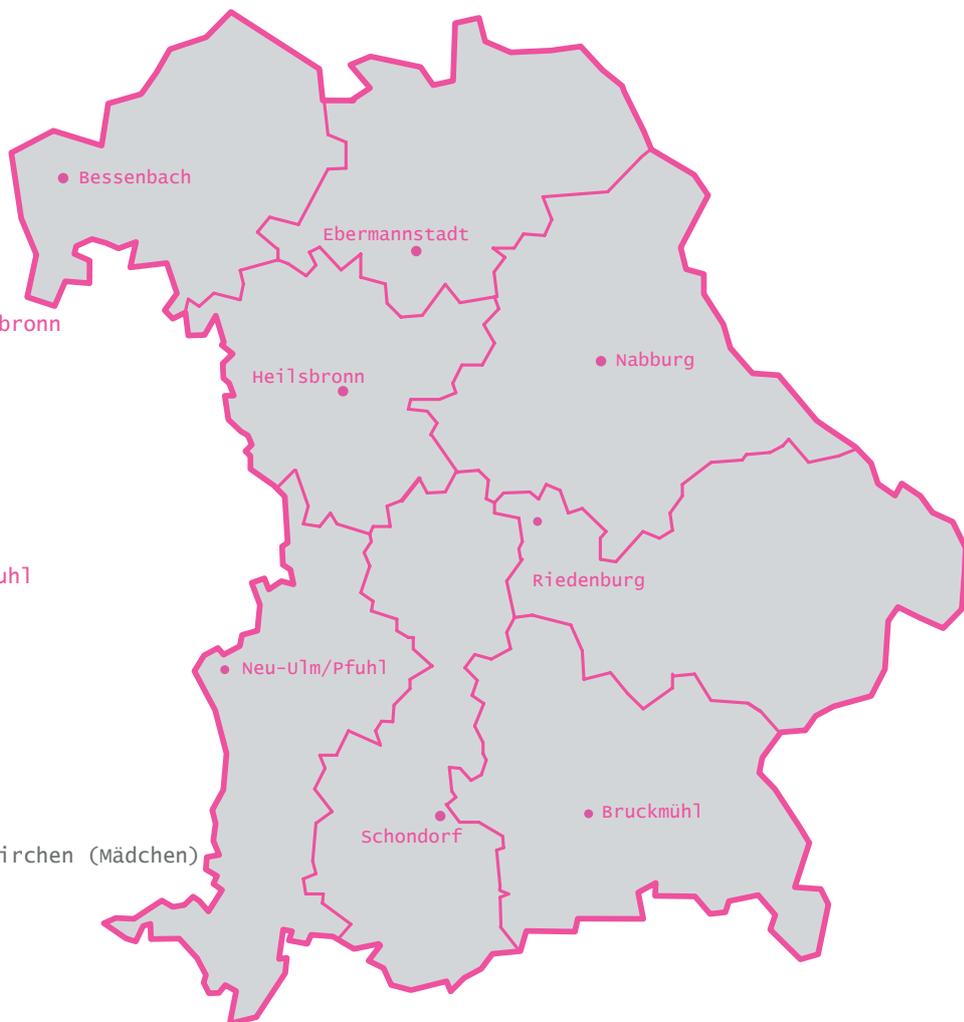
Staatliche Realschule Beilngries
 Staatliche Realschule Herrsching
 Städtische Anne-Frank-Realschule München
 St.-Irmengard-Realschule Garmisch-Partenkirchen (Mädchen)
 Staatliche Realschule Kaufering
 Staatliche Realschule Penzberg
 Staatliche Realschule Puchheim
 Knabenrealschule Rebdorf
Wolfgang-Kubelka-Realschule Schondorf
 Benedictus-Realschule Tutzing

Oberfranken

Staatliche Realschule Bayreuth I
 Staatliche Realschule Coburg II
Staatliche Realschule Ebermannstadt
 Staatliche Realschule Ebrach
 Staatliche Realschule Forchheim
 Evangelische Ganztagschule Gefrees
 Staatliche Realschule Kronach I
 Staatliche Realschule Pegnitz
 Staatliche Realschule Rehau

Oberpfalz

Staatliche Realschule Amberg
 Staatliche Realschule Kemnath
Naabtal-Realschule Nabburg
 Staatliche Realschule für Mädchen Neumarkt i.d.Opf.
 Staatliche Realschule Regensburg II
 Staatliche Realschule Schwandorf
 Staatliche Realschule Vohenstrauß
 Mädchenrealschule d.Z. Waldsassen
 Staatliche Realschule Weiden/Mädchen



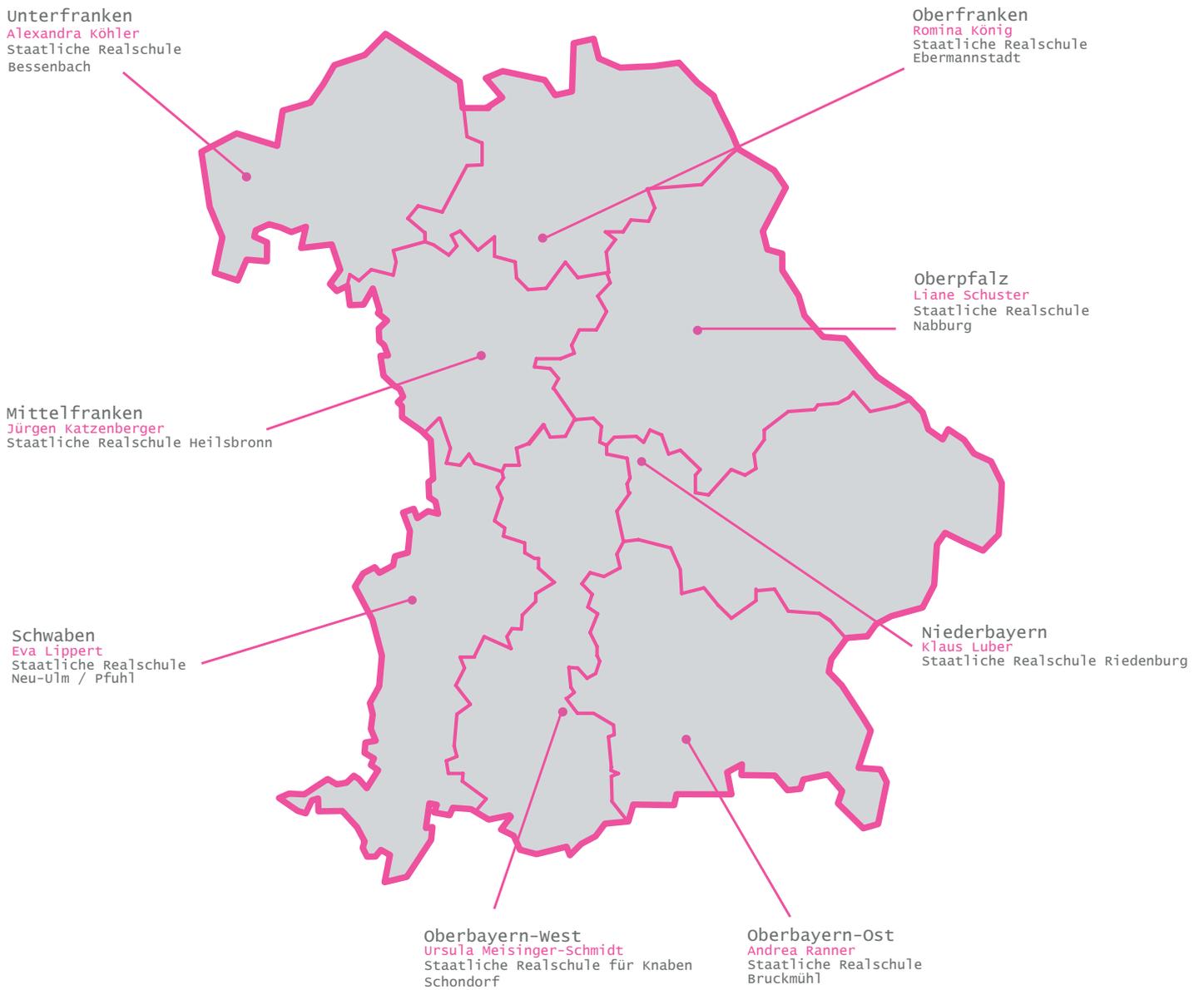
Niederbayern

Staatliche Realschule Arnstorf
 Staatliche Realschule Eggenfelden
 Staatliche Realschule Landau a.d.I.
 Staatliche Realschule Osterhofen
 Staatliche Realschule Pfarrkirchen
 Staatliche Realschule Plattling
Johann-Simon-Mayr Schule Riedenburg
 Staatliche Realschule Vilsbiburg

Oberbayern-Ost

Staatliche Realschule Altötting
 Staatliche Realschule Bad Tölz
Staatliche Realschule Bruckmühl
 Staatliche Realschule Brannenburg
 Staatliche Realschule Freising
 Staatliche Realschule Geretsried
 Städtische Realschule für Mädchen Rosenheim
 Staatliche Realschule Rosenheim
 Staatliche Realschule Traunreut
 Staatliche Realschule Trostberg

DIE **MINT** ²¹ -KOORDINATIONS-NETZWERKSCHULEN



Herausgeber

bayme vbm – Bayerische Metall+Elektro Arbeitgeber
vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V.
Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e. V.

In Kooperation mit dem

Bayerischen Staatsministerium
für Unterricht und Kultus

Impressum

Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e. V.
Dr. Andreas Hochholzer
Infanteriestr. 8
80797 München

Redaktion: Dr. Andreas Hochholzer
Fotografie / Grafik: Josef Fiedler
Gestaltung: Josef Marschalek
Lektorat: Andrea Haidu

Informationen und Kontakte

Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e. V.
Dr. Andreas Hochholzer
Andreas.Hochholzer@stmuk.bayern.de

Staatsinstitut für Schulqualität
und Bildungsforschung (ISB)
Michael Reisinger
michael.reisinger@isb.bayern.de

Weiterführende Links:
www.realschule.bayern.de
www.bildunginbayern.de
www.isb.bayern.de
www.sprungbrett-bayern.de