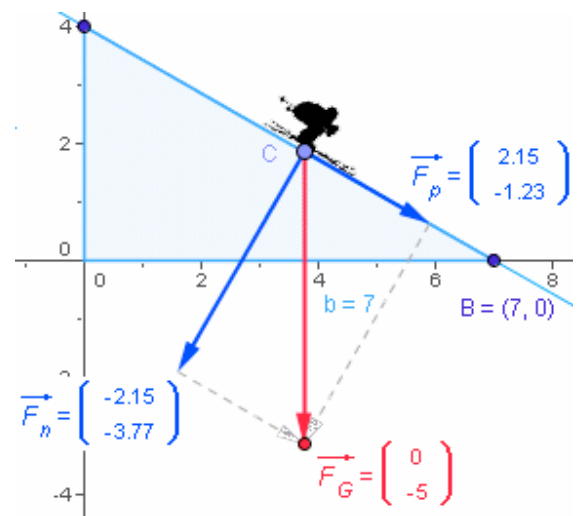


Didaktischer Kommentar: Vektorrechnung in der Ebene, Teil 1

Dieser Lernpfad bietet einen Einstieg in die Grundlagen der Vektorrechnung. Durch interaktive Applets, Übungen und Aufgaben mit Lösungen sollen die SchülerInnen die Darstellung von Vektoren und das Rechnen mit diesen erlernen. In mehreren Anwendungsbeispielen aus der Physik sollen die Notwendigkeit und die Einsatzmöglichkeiten für das Rechnen mit Vektoren erläutert werden, wobei auf eine Kombination von Lernen am Computer und mit Heft bzw. Mappe Wert gelegt wird. Eine Anleitung zum Arbeiten mit Vektoren in GeoGebra runden das Angebot ab.



Kurzinformation	
Schulstufe	9. Schulstufe
Dauer	6 Stunden
Unterrichtsfächer	Mathematik
Verwendete Medien	Java-Applets, Dynamische Geometrie Software (DGS)
Technische Voraussetzungen	Java
Autoren	Andreas Lindner, Markus Hohenwarter, Thomas Himmelbauer, Anita Dorfmayr, Ramona Weilhartner

Voraussetzungen

- technische Voraussetzungen: Java (kostenlos von www.java.com), Internet, eventuell GeoGebra (kostenlos von www.geogebra.at)
- technisches Vorwissen: Elementarer Umgang mit dem Computer, Verwendung von dynamischen Applets
- fachliche Voraussetzungen: Vektorrechnung im R2 auf elementarem Niveau
- Vorwissen der SchülerInnen: ablesen von Koordinaten, zeichnen von Punkten, Grundrechnungsarten, Umfang Vielecke (Dreieck, Parallelogramm)

Lerninhalte und Lernziele

Lerninhalt	Lernziel
Einleitung Weg und Geschwindigkeit eines Zuges	Die Notwendigkeit für die Einführung von gerichteten Größen verstehen.
Pfeile Pfeile Länge eines Pfeils Pfeile / Vektoren	Die koordinatenweise Schreibweise für Vektoren verwenden können. Die Unterscheidung zwischen Pfeil und Vektor wiedergeben können. Die Länge eines Pfeiles berechnen können.
Schiebung	Vektoren als Mittel zur Schiebung einsetzen können.
Rechenarten Vektoraddition Gegenvektor Vektorsubtraktion Rechenregeln	Die grundlegenden Rechenarten Addition und Subtraktion rechnerisch und graphisch beherrschen. Den Gegenvektor zu einem gegebenen Vektor rechnerisch und graphisch bestimmen können.
Anwendungen Einleitung Beleuchtung Laterne Schiefe Ebene Kräftegleichgewicht	Vektoren in Komponenten zerlegen können und die Einsatzmöglichkeiten in der Technik verstehen.
Vielfaches	Die Multiplikation eines Vektors mit einem Skalar rechnerisch nachvollziehen und graphisch interpretieren können.
Parallele Vektoren	Parallele Vektoren rechnerisch nachvollziehen und graphisch interpretieren können.
Übungen Vektoren ablesen Vektor zeichnen Vektoren addieren Kommutativgesetz	Durch die Übungen die Rechensicherheit im Umgang mit Vektoren erhöhen.
Anleitungen	Die Anleitungen verwenden und effizient einsetzen können

Genderaspekte

In folgenden Bereichen wurden Genderaspekte berücksichtigt:
Es werden/es wird

Inhalt und Material

- an den Interessen beider Geschlechter angeknüpft
- geschlechtersensitive bzw. geschlechtsneutrale Bilder verwendet

Genderbewusste Sprache

- eine genderbewusste Sprache in allen Texten und Aufgaben verwendet
- in der Sprache und beim Sprechen beide Geschlechter sichtbar gemacht und / oder geschlechtsneutrale Begriffe verwendet
- weibliche und männliche und / oder geschlechtsneutrale Sprachformen verwendet

Genderansätze in den Lernmaterialien

- sind an den Lebenswelten von SchülerInnen angelehnt (Zug, Skifahren, Hundeleine etc.)
- interaktive (Experimentier-)Anteile eingesetzt
- kreative Lernfortschrittsüberprüfungen angeboten
- verschiedene Lerntypen angesprochen
- verschiedene Sozialformen eingesetzt
- die mathematischen Inhalte schrittweise exaktifiziert

Kompetenzen

Folgende Handlungsdimensionen kommen im Lernpfad vor, dabei ist in Klammer angegeben, wo die Kompetenzen im Lernpfad zu finden sind:

Rechnen, Operieren

- Mit Vektoren addieren, subtrahieren und mit einem Skalar multiplizieren können (Vektoraddition, Vektorsubtraktion, Vielfaches, Parallele Vektoren).
- Vektoren, Punkte und Pfeile aus den interaktiven Applets ablesen können und damit rechnen können (im gesamten Lernpfad).

Darstellen, Modellieren

- Definition der Addition, Subtraktion und der Multiplikation mit einem Skalar kennen (Aufgabe der Vektoraddition, der Subtraktion, des Vielfachen).
- Alle Rechenoperationen verständlich einsetzen können (in den Aufgaben der Rechenregeln sowie in den Anwendungsbeispielen).
- Vektoren geometrisch, als Punkte bzw. Pfeile darstellen können (gesamter Lernpfad).

Interpretieren/ Dokumentieren

- Vektoraddition, Vektorsubtraktion und Multiplikation eines Vektors mit einem Skalar verständlich einsetzen und deuten können (Aufgabe der Addition); Aufgabe der Subtraktion – Aufgabe (Vektortest); Aufgabe Vielfaches von Vektoren)
- Vektoren als Zahlentupel verständlich einsetzen und im Kontext interpretieren können (Einleitung)
- Vektoren als Punkte bzw. Pfeile interpretieren können (Pfeile; Rechenarten; Anwendungen)

Argumentieren, Begründen

Grundsätzlich sind SchülerInnen dazu aufgefordert, im gesamten Lernpfad Fragen zu interaktiven Übungen zu beantworten und ihre Antworten zu begründen. Besonders bei den Anwendungsbeispielen müssen SchülerInnen mathematische Argumente nennen können, bzw. Begründungen schriftlich festhalten.

Einsatz im Unterricht

Bei den Materialien zu diesem Lernpfad finden Sie zwei ausgearbeitete Vorschläge zum Einsatz des Lernpfades im Unterricht. Für diese beiden Unterrichtsvorschläge ist die Führung einer Projektmappe vorgesehen. Diese Projektmappe besteht aus einem Deckblatt, einer Bedienungsanleitung, einem Arbeitsplan, Liste für Hausübungsbeispiele, einem Arbeitsblatt, sowie einer Checkliste. Die Bedienungsanleitung für SchülerInnen beinhaltet eine Auflistung aller notwendigen Dokumente für die Projektmappe und eine Formulierung der Lernziele. Der Arbeitsplan gibt den SchülerInnen genaue Anweisung zum Arbeiten mit dem Lernpfad. Die Liste für Hausübungsbeispiele besteht lediglich aus einem Raster. Sie können somit selbst entscheiden welche Beispiele Sie (als Vertiefung) den SchülerInnen aufgeben wollen. Das Arbeitsblatt zum Lernpfad beinhaltet alle wichtigen Informationen, welche SchülerInnen nach dem Arbeiten mit dem Lernpfad besitzen sollen. Die Lösung dazu befindet sich am Ende der Datei Info_Lehrer.pdf. Die Checkliste soll, im Hinblick auf die Reifeprüfung, für SchülerInnen eine abschließende Kontrolle sein. Sie können damit nochmal das erworbene Wissen kontrollieren.

1. Unterrichtsvorschlag:

Dieser Unterrichtsvorschlag besteht aus einer Lernspirale nach Klippert. Der Inhalt des Lernpfades wurde in einzelne Arbeitsinseln aufgeteilt, und wird durch ein sehr abwechslungsreiches Arbeiten zu zweit oder alleine erarbeitet. Die Datei Info_Schueler.pdf beinhaltet alle notwendigen Dateien für Ihre SchülerInnen.

2. Unterrichtsvorschlag:

Dieser Unterrichtsvorschlag beinhaltet ebenfalls ein sehr abwechslungsreiches Arbeiten zu zweit oder alleine. Dieser Vorschlag unterscheidet sich zum ersten Unterrichtsentwurf darin, dass die Aufteilung der Einzel- und Partnerarbeit etwas anders erfolgte. Außerdem ist abschließend ein Projekt vorgesehen, bei welchen SchülerInnen die Anwendungsbeispiele aus der Physik selbständig ausarbeiten sollen. Die Datei_Schueler.pdf beinhaltet, wie beim ersten Vorschlag, alle notwendigen Dateien für SchülerInnen.

Selbstverständlich steht es Ihnen frei, diesen Vorschlag Ihren eigenen Bedürfnissen und Vorlieben anzupassen. Beim Einsatz dieses Lernpfades stehen Sie als Lehrperson Ihren SchülerInnen als Moderator mit Hilfestellungen zur Seite und organisieren den Ablauf (z.B. Wechsel der Sozialform, Gruppeneinteilung, ...).

Für den Einsatz des Lernpfades im Unterricht sind verschiedene Szenarien denkbar:

- Einzelarbeit an einem PC
- Partnerarbeit an einem PC
- Stationenbetrieb mit mehreren PCs, bei denen jede Station aus einem Teil des Lernpfades besteht

Es ist nicht notwendig, dass der Lernpfad in aufeinanderfolgenden Stunden bearbeitet wird. In der Regel wird dies von der Verfügbarkeit von Computern abhängen. Inhaltlich steht es Ihnen frei, bestimmte Teile aus dem Lernpfad auszuwählen, die Reihenfolge ihrer Behandlung im Unterricht zu verändern oder Ihren SchülerInnen nur bestimmte Übungen bearbeiten zu lassen. In diesem Lernpfad wechseln sich Arbeiten am Computer und im Heft ab. Daher sollte auf den Tischen neben den Computern genügend Platz zum Schreiben vorhanden sein.

Kombination der Medien

In dem vorliegenden Lernpfad wird versucht, durch interaktive Applets das erforschende Lernen der SchülerInnen zu fördern. Die neu gewonnenen Erkenntnisse sollen im Anschluss daran durch händisches Rechnen vertieft und gefestigt werden. Viele der Aufgabenstellungen sind eine Verflechtung von Arbeiten am Computer und Rechnen mit Papier und Bleistift, wobei die Lösungen der Übungen entweder aus der Konstruktion ersichtlich sind oder an geeigneter Stelle angeführt werden.

Besonders wichtig für die Ergebnissicherung sind neben der Arbeit am Computer daher auch Diskussionen in Kleingruppen und mit der ganzen Klasse.

Lernmedien der SchülerInnen

Die SchülerInnen arbeiten mit diesem Lernpfad nicht nur am Computer. Sie sollen auch Definitionen und Ergebnisse von Übungen im Heft festhalten - auf diese Art kann ein Lerntagebuch zur Vektorrechnung entstehen.

Leistungsbeurteilung

Die Ergebnisse der SchülerInnen sollten als Basis für Diskussionen und Zusammenfassungen in Gruppen oder der ganzen Klasse verwendet werden, wobei die Mitarbeit der einzelnen SchülerInnen bewertet werden kann. Weitere Möglichkeiten zur Leistungsbeurteilung sind das Absammeln der Hefte, entsprechende Schularbeitsbeispiele, Hausübungsbeispiele in einer Lernplattform oder auch eine schriftliche Überprüfung der Mitarbeit am Ende des Lernpfades.

Die Leistungsbeurteilung hängt natürlich sehr stark davon ab, wie Sie den Lernpfad im Unterricht einsetzen. So wird sich die Beurteilung prinzipiell beim Einsatz einer Lernplattform auf andere Kriterien stützen müssen als beim Einsatz des Lernpfades zur Wiederholung und Festigung eines schon größtenteils bekannten Lerninhalts.

1.1. Lernspirale

**Lernspirale zum Thema
Vektorrechnung in der Ebene, Teil 1**

5. Klasse

**von
Ramona Weihartner**

**zum Lernpfad von
Markus Hohenwarter, Andreas Lindner, Thomas Himmelbauer und
Anita Dorfmayr
Überarbeitet von Ramona Weihartner**

Themenbereich/Inhalte:	
Vektorrechnung in der Ebene, Teil 1	
Fachliche	
Voraussetzungen:	Ziele:
<ul style="list-style-type: none"> • Ablesen von Koordinaten • Zeichnen von Punkten • Grundrechnungsarten • Umfang Vielecke (Dreieck, Parallelogramm) 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Verwendung von Vektoren in der Praxis kennen und Beispiele nennen können. • Den Unterschied zwischen Pfeil und Vektor deuten und erklären können. • Vektoren mit Hilfe von Koordinaten angeben können. • Vektoren addieren, subtrahieren und diese auch definieren können. • Vielfache von Vektoren und parallelen Vektoren berechnen und definieren können. • Die Länge eines Vektors berechnen können.

Methodische

Voraussetzungen:	Ziele:
<ul style="list-style-type: none"> • Informationen selbstständig schriftlich festhalten können • mit Partner und in Gruppe arbeiten können • Methoden zur Partner- und Gruppenfindung kennen • Ergebnisse präsentieren können 	<ul style="list-style-type: none"> • mathematische Inhalte selbstständig erarbeiten können • über mathematische Inhalte sprechen können • wichtige Informationen filtern und schriftlich festhalten können • Eigenverantwortung beim Lernprozess stärken • elektronische Lernhilfen sinnvoll nutzen können

Technische	
Voraussetzungen:	Ziele:
<ul style="list-style-type: none"> • Computer mit Internetzugang oder Computer mit dem installierten Lernpfad Vektorrechnung in der Ebene, Teil 1 • Projektor • Grundfertigkeiten im Umgang mit GeoGebra 	<ul style="list-style-type: none"> • Vektoren mit GeoGebra zeichnen können • Interaktive Konstruktionen zur Visualisierung von Zusammenhängen und Eigenschaften nutzen können • technische Anleitungen (Eingabeanweisungen) selbstständig nutzen können

Makrospirale zur Vektorrechnung in der Ebene, Teil 1

Arbeitsinseln mit grau hinterlegter Nummer sind ausgearbeitet.

Im Folgenden ist ein Ablauf für 5 bis 7 Unterrichtsstunden ausgearbeitet. Die 7. Unterrichtseinheit (Anwendungsbeispiele) kann als Vertiefung des Themas verwendet werden.

Vorwissen /Voreinstellungen aktivieren

A 00	Einführung
------	------------

Neue Kenntnisse/ Verfahrensweisen erarbeiten

A 01	Pfeile
------	--------

A 02	Länge eines Pfeiles
------	---------------------

A 03	Schiebung
------	-----------

A 04	Rechenarten
------	-------------

A 05	Vielfaches von Vektoren
------	-------------------------

A 06	Parallele Vektoren
------	--------------------

Komplexere Anwendungs-/Transferaufgaben

A 07	Anwendungen der Vektorrechnung (eventuell)
------	--

Arbeitsmittel für alle Arbeitsinseln sind PC und der Lernpfad Vektorrechnung in der Ebene, Teil 1 sowie die Projektmappe für Mitschriften.

Mikrospirale A 00: Einführung

Schritt	Lernaktivitäten der SchülerInnen	Sozialform	Zeit	Arbeitsmittel
1	Das einleitende Beispiel wird in einer Partnerarbeit durchgeführt. Ergebnisse werden in der Mappe festgehalten.	PA	10'	
2	Die Ergebnisse werden mit einem anderen Paar besprochen und verglichen.	GA	5'	

Mikrospirale A 01: Pfeile

1	<i>Koordinaten von Pfeilen:</i> SchülerInnen lernen die Darstellung und Schreibweise eines Pfeiles kennen (interaktive Übung). Die Ergebnisse der Aufgaben werden in der Mappe festgehalten.	EA	10'	
2	Zu zweit werden die Ergebnisse der einführenden Aufgabe (Koordinaten von Pfeile) besprochen.	PA	3'	
3	<i>Pfeile und Vektoren:</i> Zu zweit lernen die SchülerInnen die grafische Darstellung eines Vektors (interaktive Übung) kennen. Die Ergebnisse der einzelnen Aufgaben werden in der Mappe festgehalten und mit der Zusammenfassung (nächste Seite) verglichen und wenn nötig ergänzt.	PA	15'	
4	Die Ergebnisse werden mit einem anderen Paar verglichen.	GA	5'	

Fortsetzung Mikrospirale A 01: Pfeile

Beginn der 2. Unterrichtseinheit				
1	<i>Verschiedene Pfeile- derselbe Vektor.</i> Die SchülerInnen lernen verschiedene Repräsentanten eines Vektors kennen.	EA	12'	
2	Zu zweit werden die Ergebnisse der Aufgabe besprochen.	PA	3'	

Mikrospirale A 02: Länge eines Pfeils

Schritt	Lernaktivitäten der SchülerInnen	Sozialform	Zeit	Arbeitsmittel
1	<i>Länge eines Pfeils:</i> Gemeinsam wird die Länge eines Pfeils bzw. eines Vektors erarbeitet. Die Definitionen und Ergebnisse der Aufgabe werden in die Mappe eingetragen.	PA	10'	
2	<i>Aufgabe zu Länge eines Pfeiles:</i> Die SchülerInnen bearbeiten je ein Beispiel. Der ältere bearbeitet das erste Beispiel der jüngere das zweite. Ergebnisse werden in die Mappe eingetragen.	EA	5'	
3	Die Partner erklären sich nun gegenseitig die erarbeiteten Beispiele und machen sich Notizen im Heft.	GA	10'	

Zurück zur Makrospirale

Mikrospirale A 03: Schiebung

Schritt	Lernaktivitäten der SchülerInnen	Sozialform	Zeit	Arbeitsmittel
1	<i>Schiebung</i> : Der Lernschritt Schiebung wird von den SchülerInnen selbstständig erarbeitet und Notizen in die Mappe gemacht.	EA	8'	

Zurück zur Makrospirale

Mikrospirale A04: Rechenarten

Beginn der 3. Unterrichtseinheit				
Schritt	Lernaktivitäten der SchülerInnen	Sozialform	Zeit	Arbeitsmittel
1	Die Lernschritte <i>Vektoraddition</i> und <i>Aufgabe</i> werden in Einzelarbeit durchgeführt und alle wichtigen Informationen und Ergebnisse in der Mappe festgehalten.	EA	8'	
2	Zu zweit werden die Ergebnisse der Einzelarbeit besprochen und die <i>Definition</i> mit der anschließenden <i>Übung zur Vektorrechnung</i> gemeinsam bearbeitet. Die Ergebnisse werden in der Mappe festgehalten.	PA	10'	
3	Der Lernschritt <i>Gegenvektor</i> wird von den SchülerInnen einzeln erarbeitet und Notizen in der Mappe gemacht.	EA	6'	
4	In einer Partnerarbeit wird das Thema Gegenvektor nochmals besprochen.	PA	5'	
5	Der Lernschritt <i>Vektorsubtraktion</i> wird zu zweit erarbeitet. Die Antworten der Aufgaben werden in der Mappe festgehalten.	PA	10'	
6	<i>Definition und Übung</i> : Die SchülerInnen erarbeiten diesen Lernschritt selbstständig und machen Notizen in die Mappe.	EA	10'	

Zurück zur Makrospirale

Fortsetzung Mikrospirale A 04: Rechenarten

Beginn der 4. Unterrichtseinheit

1	Gruppenrallye: <i>Rechenregeln:</i> In einer 5er-Gruppe werden alle sechs Rechenregeln arbeitsteilig erarbeitet. Wobei ein/e SchülerIn „neutrales und inverses Element“ zusammen erarbeitet.	GA	5'	
2	Wurde die Darstellung und die Rechenregel aus dem Lernpfad verstanden, so behandelt nun jeder mit den vorgegebenen Vektoren (nächste Seite) die ihm/ihr zugeteilte Rechenregel. Dies kann entweder händisch oder mit GeoGebra dargestellt werden.	EA	10'	
3	Nun schließen sich alle SchülerInnen, welche die selbe Rechenregel erarbeiten mussten, zusammen und vergleichen ihre Ergebnisse	GA	15'	
4	Je eine SchülerIn aus der neu gebildeten Gruppe präsentiert eine Rechenregel.	Plenum	10'	
5	Alle SchülerInnen verfolgen die Präsentationen und notieren sich anschließend die restlichen Rechenregeln.	EA	10'	

Mikrospirale A 05: Vielfaches von Vektoren

Beginn der 5. Unterrichtseinheit

Schritt	Lernaktivitäten der SchülerInnen	Sozialform	Zeit	Arbeitsmittel
1	Der Lernschritt <i>Vielfaches eines Vektors</i> wird in einer Einzelarbeit erarbeitet (interaktive Übung) und Notizen gemacht.	EA	8'	
2	In einer Partnerarbeit wird das eben Erarbeitete besprochen.	PA	5'	
3	<i>Anwendung – Das Vielfache eines Vektors:</i> Gemeinsam wird diese Anwendung (interaktive Übung) durchgearbeitet und die Fragen beantwortet.	PA	10'	

Zurück zur Makrospirale

Mikrospirale A 06: Parallele Vektoren

1	<i>Parallele Vektoren:</i> SchülerInnen lernen nun die Parallelität von zwei Vektoren kennen (interaktive Übung).	EA	10'	
2	Je zwei SchülerInnen versuchen nochmals den Sachverhalt <i>Parallele Vektoren</i> sich gegenseitig zu erklären.	PA	5'	
3	In einer Einzelarbeit versuchen die SchülerInnen nun die Aufgabe <i>Parallele Vektoren</i> zu lösen.	EA	7'	
4	Je zwei SchülerInnen gehen zusammen und vergleichen ihre Lösungen inklusive Skizzen.	PA	5'	
5	Die SchülerInnen haben nun den gesamten Stoff durchgearbeitet. Abschließend kann jeder den sogenannten Vektortest (Vektorsubtraktion-> Aufgabe) für einige Vektoren durchführen.	EA	10'	
	Die SchülerInnen können nun die restliche Zeit für die Hausübung verwenden.	EA	13'	Arbeitsblatt

Zurück zur Makrospirale

Mikrospirale A 07: Anwendungen (eventuell)

Beginn der 6./7. Unterrichtseinheit				
Schritt	Lernaktivitäten der SchülerInnen	Sozialform	Zeit	Arbeitsmittel
1	Gruppenralley: (Gruppenbildung nach Farbkärtchen) Anwendungen: In 4er-Gruppen werden je ein Anwendungsbeispiel (Beleuchtung, Laterne, Schiefe Ebene, Kräftegleichgewicht) ausgearbeitet.	GA	25'	
2	Jede einzelne Gruppe gestaltet ein Plakat für die anschließende Präsentation.	GA	25'	Plakat, Stifte
	Fortsetzung (7. Unterrichtseinheit)			
3	Die 4 Gruppen präsentieren nun ihren KollegInnen die einzelnen Anwendungsbeispiele.	Plenum	40'	
4	SchülerInnen machen sich nun einige Notizen zu den Anwendungsbeispielen, welche im Klassenraum aufgehängt werden.	EA	10'	

Lösung:

Arbeitsblatt – Vektorrechnung**Was ist ein Vektor?**

Ein Vektor wird durch ein Zahlenpaar dargestellt. Man kann einen Vektor \vec{v} in einer Spaltenform oder in einer Zeilenform angeben.

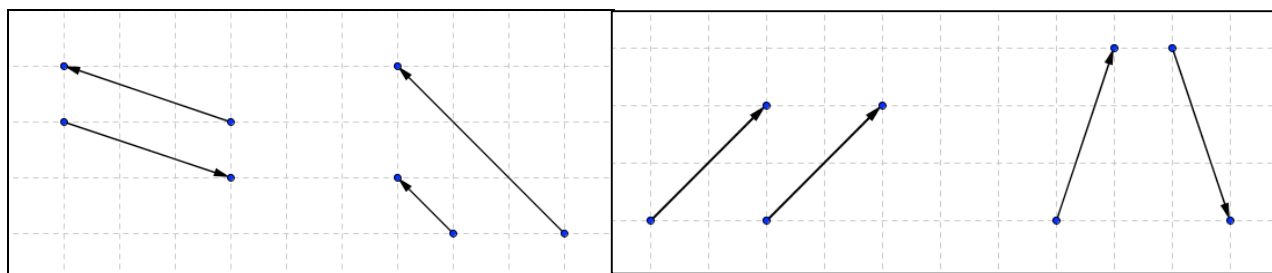
Geometrisch wird ein Vektor durch einen Pfeil mit Anfangspunkt A und Endpunkt E dargestellt.

Man kann stets aus zwei Punkten einen Vektor ermitteln.

Schreib diesen Rechengang in allgemeiner Schreibweise mit $A=(x_A|y_A)$ und $B=(x_B|y_B)$ auf:

Verschiedene Pfeile repräsentieren denselben Vektor, wenn sie gleich lang, parallel und gleich orientiert sind.

Beischeibe die unten abgebildeten Pfeile:



.....

.....

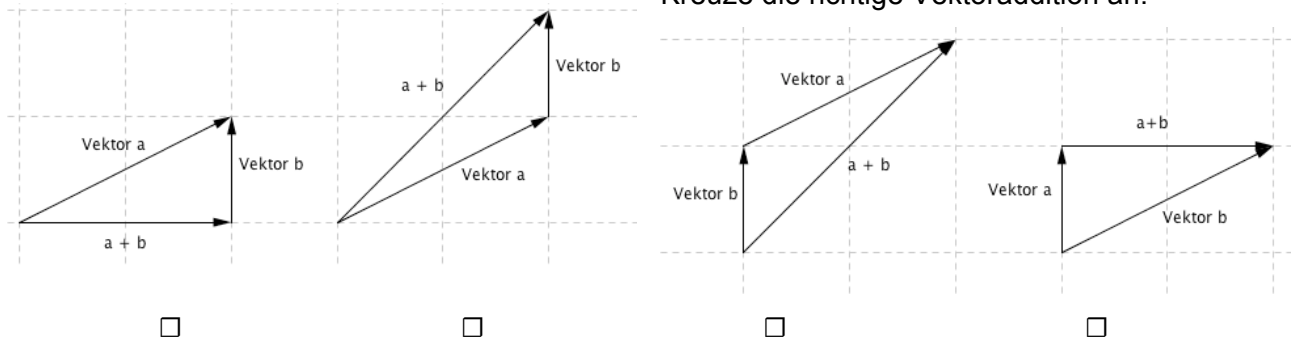
.....

.....

Der Betrag eines Vektors $|\vec{v}|$ ergibt die Länge des Vektors \vec{v} .

Addition und Subtraktion eines Vektors

Kreuze die richtige Vektoraddition an:



Der Vektor $-\vec{v}$ heißt Gegenvektor und ist zum Vektor \vec{v} entgegengesetzt.

Zwei Vektoren \vec{v} und \vec{w} werden subtrahiert, in dem man Vektor \vec{v} mit dem Gegenvektor von \vec{w} addiert. Schreibe diesen Rechengang allgemein auf:

Mit Vektoren kann man in Hinblick auf Addition und Subtraktion wie mit reellen Zahlen rechnen, es gelten dieselben Rechenregeln!

Vielfaches von Vektoren / Parallele Vektoren

Wird ein Vektor \vec{v} mit einer Zahl t multipliziert, spricht man von einer Skalarmultiplikation.

$\vec{w} = t \cdot \vec{v}$ Der Vektor \vec{w} ist dabei ein Vielfaches des Vektors \vec{v} .

Vektoren, welche sich nur durch eine Multiplikation mit einem Skalar t unterscheiden, sind parallel.