

# sketchometry

## Herausgeber

Universität Bayreuth

Forschungsstelle für Mobiles Lernen mit digitalen Medien  
sketchometry

Universitätsstraße 30

95447 Bayreuth

## Internet

<http://heftreihe.sketchometry.org>



## Lizenz

Diese Publikation ist unter folgender Lizenz erschienen:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>



## Titel

sketchometry

## Heft

11

Mobiles Lernen mit digitalen Medien – Unterrichten mit sketchometry

## Autoren

Peter Baptist

Lehrstuhl für Mathematik und ihre Didaktik – Universität Bayreuth  
Bayreuth

## Erscheinungsjahr

2017

## ISSN

2364-5520



## Mobiles Lernen mit digitalen Medien

### Unterrichten mit sketchometry


Forschend-entdeckendes Lehren und Lernen lässt sich im Geometrieunterricht mit der gestenbasierten Software sketchometry auf vielfältige Weise realisieren. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten mit Tablets oder Smartphones und nutzen sketchometry, das online direkt im Browser bzw. als App für unterschiedliche Betriebssysteme verfügbar ist (<http://sketchometry.org>). Die Software ist kostenlos und kann sowohl in der Schule als auch privat frei verwendet werden. Ein großer Vorteil besteht darin, dass die Lernenden mit eigenen Geräten arbeiten können und man somit nicht auf eine spezielle Ausstattung der Schulen angewiesen ist. Im Fokus von sketchometry stehen die grundlegenden Inhalte des Geometrieunterrichts, die Gesten sind intuitiv und somit ist die Software unmittelbar im Unterricht einsetzbar. Auf der o.g. Website finden sich auch Fortbildungsmaterialien, Beispiele von Arbeitsblättern mit zugehörigen Videos und Berichte aus dem Unterricht. Entwickelt und erprobt wurden die Software sowie zugehörige Konzepte zum Lehren und Lernen an der Forschungsstelle *Mobiles Lernen mit digitalen Medien* der Universität Bayreuth (<http://mobiles-lernen.uni-bayreuth.de>).

### Tablet bzw. Smartphone – ein elektronischer Skizzenblock

Wie Taschenrechner sind Tablets oder Smartphones – sinnvoll eingesetzt – ein wertvolles Lernwerkzeug im Mathematikunterricht. Schülerinnen und Schüler nutzen diese Geräte mit sketchometry als elektronischen Skizzenblock. Mit dem Finger zeichnen sie Figuren, die automatisch in eine akkurate Zeichnung umgewandelt werden. Das innovative charakteristische Merkmal bei sketchometry sind intuitive Gesten, die die üblichen Werkzeuge der herkömmlichen dynamischen Software ersetzen. Außerdem lassen sich mit einem bzw. zwei Fingern geometrische Objekte „anfassen“ und kontinuierlich verändern. Einzelne Punkte können dabei Spuren (Ortskurven) auf der Zeichenfläche hinterlassen. Durch dieses Visualisieren und Dynamisieren werden die Lernenden eher in die Lage versetzt, Zusammenhänge selbst zu erkennen und eigene Vermutungen anzustellen.

## Eigene Wege beim Lernen gehen

Mit den von uns konzipierten sketchometry-Arbeitsblättern ermöglichen wir den Lernenden erste erfolgreiche Schritte, um von einem passiv-rezeptiven Unterricht zu einem aktiv-entdeckenden Lernen zu gelangen. Bei unserer Vorgehensweise werden die Inhalte nicht als „fertiges System“ präsentiert. In einer *Konstruktionsphase* erhalten die Lernenden zunächst auf den Arbeitsblättern Anweisungen zur Konstruktion von Objekten und Konfigurationen mit sketchometry. In der anschließenden *Erkundungsphase* werden Arbeitsaufträge gegeben, die die Lernenden zum eigenständigen Experimentieren auffordern.

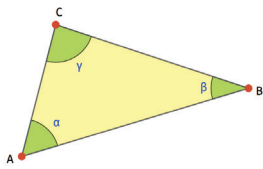



---

### Winkelsumme im Dreieck

**Konstruieren**

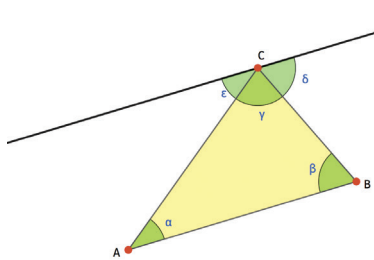
- ▶ Zeichne das Dreieck ABC und markiere die Winkel an den drei Eckpunkten.
- ▶ Miss die Winkel sowie die Summe der Winkel und platziere die Winkelmaße auf der Zeichenebene.



$\alpha = 58,8^\circ$   
 $\beta = 34,9^\circ$   
 $\gamma = 86,3^\circ$   
 $\alpha + \beta + \gamma = 180,0^\circ$


**Erkunden**

- ▶ Verändere die Form des Dreiecks durch Ziehen an einem der Eckpunkte und beobachte die Winkelmaße.
- ▶ Schreibe eine Vermutung über die Winkelsumme im Dreieck auf.
- ▶ Zur Begründung deiner Vermutung:  
Zeichne eine Parallele zu [AB] durch C und markiere die auftretenden Wechselwinkel.  
Schreibe eine Begründung auf.



$\alpha = 37,9^\circ$      $\epsilon = 37,9^\circ$   
 $\beta = 65,8^\circ$      $\delta = 65,8^\circ$   
 $\gamma = 76,3^\circ$   
 $\alpha + \beta + \gamma = 180,0^\circ$

---


sketchometry.org – Forschungsstelle für Mobiles Lernen mit digitalen Medien – Universität Bayreuth

Beispiel eines Schülerarbeitsblattes: Winkelsumme im Dreieck

Die Lehrkräfte achten darauf, dass die Lernenden verstehen, worum es inhaltlich bei dem jeweiligen Arbeitsblatt geht. Ansonsten halten sie sich möglichst zurück und greifen nur bei Bedarf ein, indem sie beispielsweise auf Nachfrage Hinweise geben. Im Vergleich zum herkömmlichen Unterricht findet somit eine Rollenänderung statt. Die Lehrkräfte geben nicht mehr überwiegend eigenes Wissen an die Lernenden weiter, sondern sie unterstützen die Lernenden bei einem möglichst eigenständigen Zugang zu neuem Wissen.

Zu jedem Schülerarbeitsblatt gibt es ein Informationsblatt für Lehrkräfte. Dort werden Voraussetzungen und Ziele bzgl. der Bearbeitung des Schülerarbeitsblattes angegeben, benötigte sketchometry-Gesten aufgeführt sowie zusätzliche thematische Anregungen gegeben.


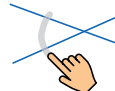



## Winkelsumme im Dreieck

### Voraussetzungen und Ziele

- ▶ Die Schülerinnen und Schüler kennen die Begriffe *Dreieck* und *(Innen-)Winkel*.
- ▶ Sie sollen an einer dynamischen Konstruktion erkennen, dass die Summe der (Innen-)Winkel eines Dreiecks immer  $180^\circ$  beträgt.
- ▶ Sie sollen mithilfe von Wechselwinkeln die Aussage über die Winkelsumme begründen.


### sketchometry

Die Schülerinnen und Schüler sollen wissen,

- ▶ wie man ein Dreieck zeichnet, 
- ▶ wie man Winkel markiert, 
- ▶ wie man Winkel bzw. die Summe von Winkeln misst, 
  -  *Messen* > (mehrere) Winkel antippen > Zeichenfläche (an einer freien Stelle) antippen, um die Messung zu platzieren.
- ▶ wie man die Parallele zu einer Strecke zeichnet, 

### Zusätzliche Anregungen

- ▶ Winkelsumme im Viereck: Analoge Vorgehensweise wie beim Dreieck. Begründung durch Zurückführen auf einen bekannten Fall: Ein Viereck wird mithilfe einer Diagonalen in zwei Dreiecke aufgeteilt.


sketchometry

Arbeits- und Informationsblätter zu unterschiedlichen geometrischen Themen stehen als PDF-Dateien auf [sketchometry.org](http://sketchometry.org) im Bereich *Download* zur Verfügung.

## Experimentieren am Tablet oder Smartphone

### Dokumentieren im Lerntagebuch

Die Vorgehensweise „Konstruieren und Erkunden“ mit den sketchometry-Arbeitsblättern ermöglicht eine Arbeitsform im Unterricht, die bislang im Fach Mathematik zu wenig genutzt wird. Mathematik erweist sich als ein experimentelles Fach. An selbst erstellten Konstruktionen können die Lernenden experimentieren, beobachten und entdecken.

Lediglich mit der Durchführung der „Experimente“ ist es jedoch nicht getan. Damit die gewonnenen Erkenntnisse nicht in Vergessenheit geraten, müssen die Ergebnisse dokumentiert werden. Bei den Aufträgen zum Erkunden werden die Lernenden immer wieder aufgefordert, Eintragungen in einem besonderen Heft, dem sog. Lerntagebuch, vorzunehmen. Hier sollen sie u. a.

- ▶ ihre Beobachtungen notieren,
- ▶ aussagekräftige Figuren skizzieren,
- ▶ Vermutungen formulieren,
- ▶ Erklärungen und Begründungen aufschreiben,
- ▶ persönliche Eindrücke festhalten.

Diese individuellen Aufzeichnungen dienen zusammen mit dem jeweiligen Arbeitsblatt als Dokumentation des behandelten Lehrstoffs und können zur Vorbereitung auf Leistungsnachweise genutzt werden.

Um den Lernenden – insbesondere in der Anfangsphase – die individuellen Aufzeichnungen zu erleichtern, kann zu jedem Arbeitsblatt auch ein sog. *Ergebnisblatt* erstellt werden. Durch entsprechende Textvorgaben lassen sich die zu erwartenden Eintragungen übersichtlich strukturieren. Art und Umfang der Strukturierungsvorgaben richten sich nach der Selbständigkeit der Lernenden. Wenn diese genügend Erfahrungen im Bearbeiten von Arbeitsblättern gesammelt haben, erübrigen sich die vorstrukturierten Ergebnisblätter.

---

### Winkelsumme im Dreieck

- ▶ Verändere die Form des Dreiecks durch Ziehen an einem der Eckpunkte und beobachte die Winkelmaße.  
Was stellst du fest?
  
- ▶ Formuliere eine Vermutung über die Winkelsumme im Dreieck.
  
- ▶ Begründe deine Vermutung (mit Skizze).  
Orientiere dich an der Zeichnung auf dem Arbeitsblatt.



## Ideen diskutieren – Ergebnisse präsentieren

Nach dem individuellen Bearbeiten eines Arbeitsblattes können die Lernenden ihre Aufzeichnungen auf dem Ergebnisblatt bzw. im Lerntagebuch miteinander vergleichen und diskutieren. Dabei lernen sie, mathematische Inhalte in eigenen Worten zu beschreiben, aber auch sich in der Fachsprache auszudrücken. Zudem führt dieses aktive Kommunizieren zu einem tieferen Verständnis der Lerninhalte.



In der anschließenden *Besprechungsphase* werden die Ergebnisse präsentiert. Soweit erforderlich greift die Lehrkraft korrigierend ein, vervollständigt und ergänzt die Ausführungen. Sinnvoll ist hierfür eine technische Infrastruktur, die es ermöglicht, die Displayinhalte einzelner Schülertablets beispielsweise via AppleTV oder Android GoogleCast über einen Projektor für die gesamte Klasse sichtbar zu machen. Die Lernenden können so von ihrem Arbeitsplatz aus ihre Ergebnisse vorstellen.

Mit dem hier beschriebenen Einsatz der sketchometry-Arbeitsblätter wird somit problemorientiertes und kooperatives Lernen gefördert. Diese Art des Lehrens und Lernens sollte in den Schulen keine Besonderheit mehr sein, sondern unterrichtlicher Alltag.

## Schule ist kein Ort des Belehrens, sondern des Lernens

Während sich die Lernenden mit dem Arbeitsblatt befassen, beobachtet die Lehrperson die Klasse, steht für Fragen zur Verfügung, bietet Hilfe zur Selbsthilfe an. In der *Besprechungsphase* leitet sie das Präsentieren und die Diskussion der Beiträge der Lernenden. In einer abschließenden lehrerzentrierten *Instruktionsphase* erfolgen eine Zusammenfassung der besprochenen Inhalte sowie die Einordnung in den Unterrichtsstoff. Hier können auch alternative Vorgehensweisen und Begründungen angesprochen sowie neue Fachbegriffe eingeführt werden.

## Arbeitsblätter als Videos

Die sketchometry-Arbeitsblätter werden lebendig. Lehramtsstudierende der Universität Bayreuth haben die auf der Website bereitgestellten Arbeitsblätter als Videos mit unterschiedlichen „Drehbüchern“ umgesetzt. Die Videos sind eine zusätzliche Motivation für die Lernenden, sich mit den entsprechenden Inhalten auseinanderzusetzen. Zudem eignen sich die Videos sehr gut, um mit der Unterrichtsmethode „Inverted (Flipped) Classroom“ zu arbeiten. Auf [sketchometry.org](http://sketchometry.org) sind im Bereich *Download Arbeitsblätter (einzeln)* die Videos zu den entsprechenden Themen aufrufbar.

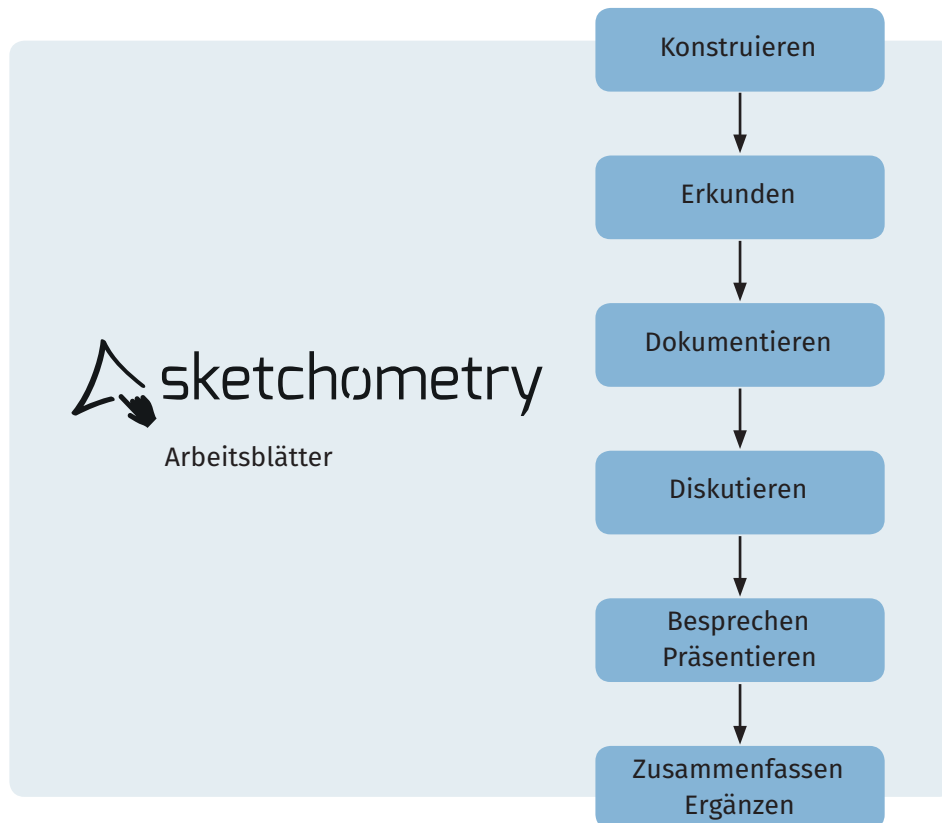
## Inverted Classroom

Im traditionellen Unterricht dienen Hausaufgaben meist zum Einüben und Vertiefen im Unterricht besprochener Inhalte. Bei der Methode des Inverted Classrooms können erste Schritte zu neuen Inhalten im Rahmen einer Hausaufgabe erfolgen. Das Vertiefen und Festigen geschieht dann gemeinsam im Unterricht.

Die Lernenden nehmen nicht passiv Wissen auf, sondern müssen sich dieses aktiv erarbeiten. Dies geschieht mithilfe der sketchometry-Arbeitsblätter. In der Konstruktions-, Erkundungs- und Dokumentationsphase arbeiten die Lernenden eigenständig. Zur Unterstützung stehen Videos zu den entsprechenden Arbeitsblättern zur Verfügung. Die Präsentationsphase sowie die lehrerzentrierte Instruktionsphase erfolgen dann in der Schule.



Sind die Lernenden noch nicht an eigenständiges Arbeiten gewöhnt, ist es sinnvoll, diese Methode zunächst in schülerzentrierten Arbeitsphasen in der Schule einzuführen. Die Lehrperson steht als Berater zur Verfügung und greift nur bei Bedarf ein.



Auf einen Blick:

## Gründe für den Einsatz der sketchometry-Arbeitsblätter

In der nachfolgenden Liste sind nochmals Vorteile zusammengefasst, die den Einsatz der oben beschriebenen sketchometry-Arbeitsblätter im Unterricht nahelegen; insbesondere auch im Vergleich zu traditionellen dynamischen Arbeitsblättern.

- ▶ Durch das eigenständige Konstruieren werden die Lernenden automatisch mit der jeweiligen Aufgabenstellung vertrauter.
- ▶ Eine selbst erstellte Konstruktion vermittelt ein erstes Erfolgserlebnis. Dadurch erhöht sich die Motivation für die Bearbeitung der Erkundungsaufgaben.
- ▶ Durch das zunächst erforderliche Konstruieren ist – im Unterschied zu einer vorgefertigten Konstruktion – kein schnelles unreflektiertes Probieren an einer dynamischen Konfiguration möglich. Die Lernenden müssen sich mit der Thematik des Arbeitsblattes befassen.



- ▶ „Entschleunigen“ der Arbeitsweise aufgrund der immer wieder notwendigen handschriftlichen Aufzeichnungen.
- ▶ Wer schreibt, muss zunächst darüber nachdenken, was er schreiben will. Die Lernenden müssen ihre Gedanken strukturieren.
- ▶ Durch das Nachdenken und Aufschreiben befassen sich die Lernenden intensiver mit der jeweiligen Thematik. Somit prägt sich diese nachhaltiger im Gedächtnis ein.
- ▶ Die Lernenden müssen aktiv sein.
- ▶ Selbständiges Arbeiten wird gefördert.
- ▶ Die Lernenden können ihr Lerntempo weitgehend selbst bestimmen.
- ▶ Es sind keinerlei technische Vorkenntnisse notwendig.
- ▶ Es sind keine Erfahrungen mit mathematischer Software erforderlich.

Überarbeitete Fassung eines Artikels für:

Wissensschule.de

Themenbeitrag Digitalisierung in Schulen (2016)

Prof. Dr. Peter Baptist

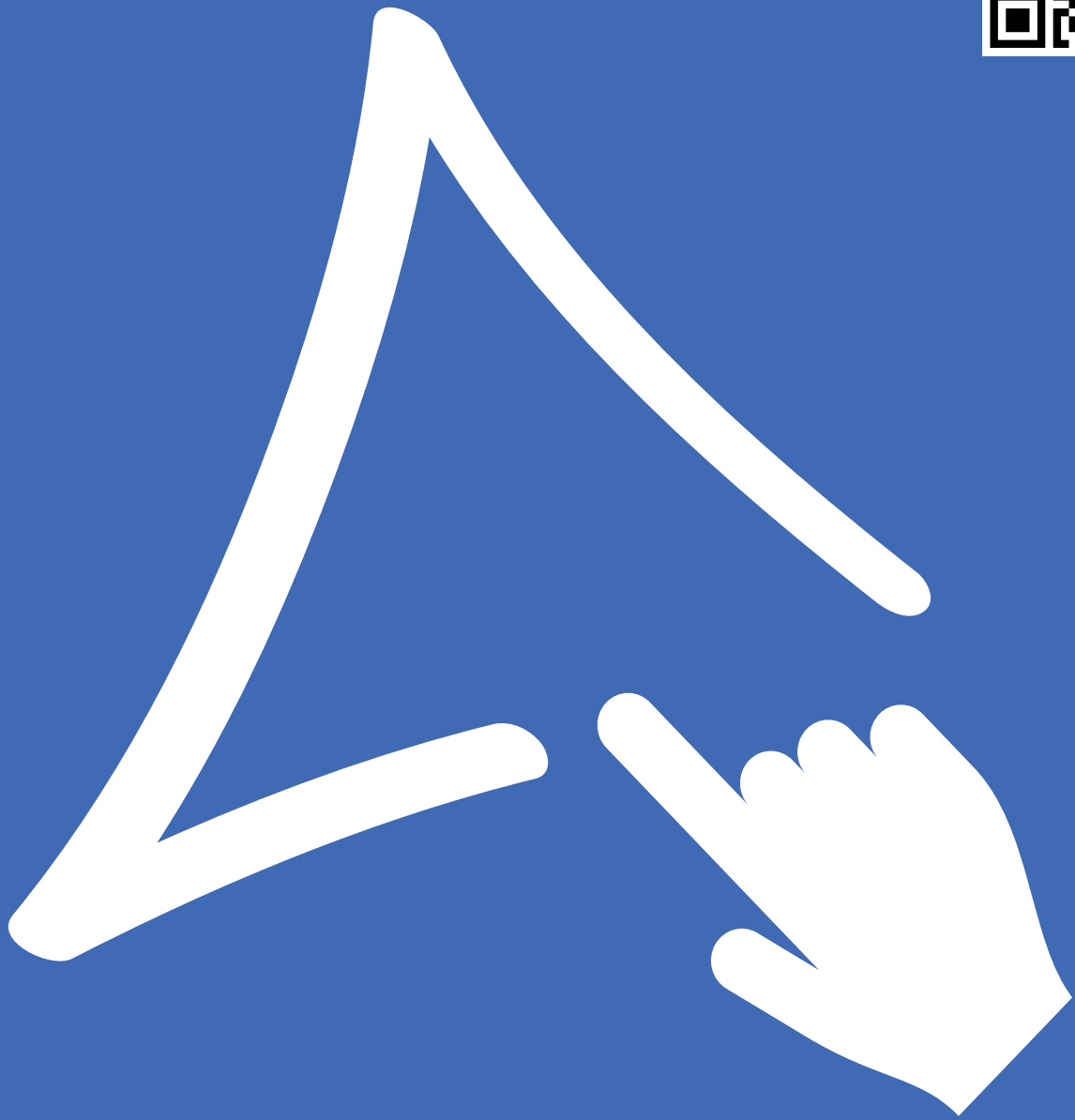
peter.baptist@uni-bayreuth.de

Universität Bayreuth

Forschungsstelle *Mobiles Lernen mit digitalen Medien*

95440 Bayreuth

<http://sketchometry.org>



sketchometry