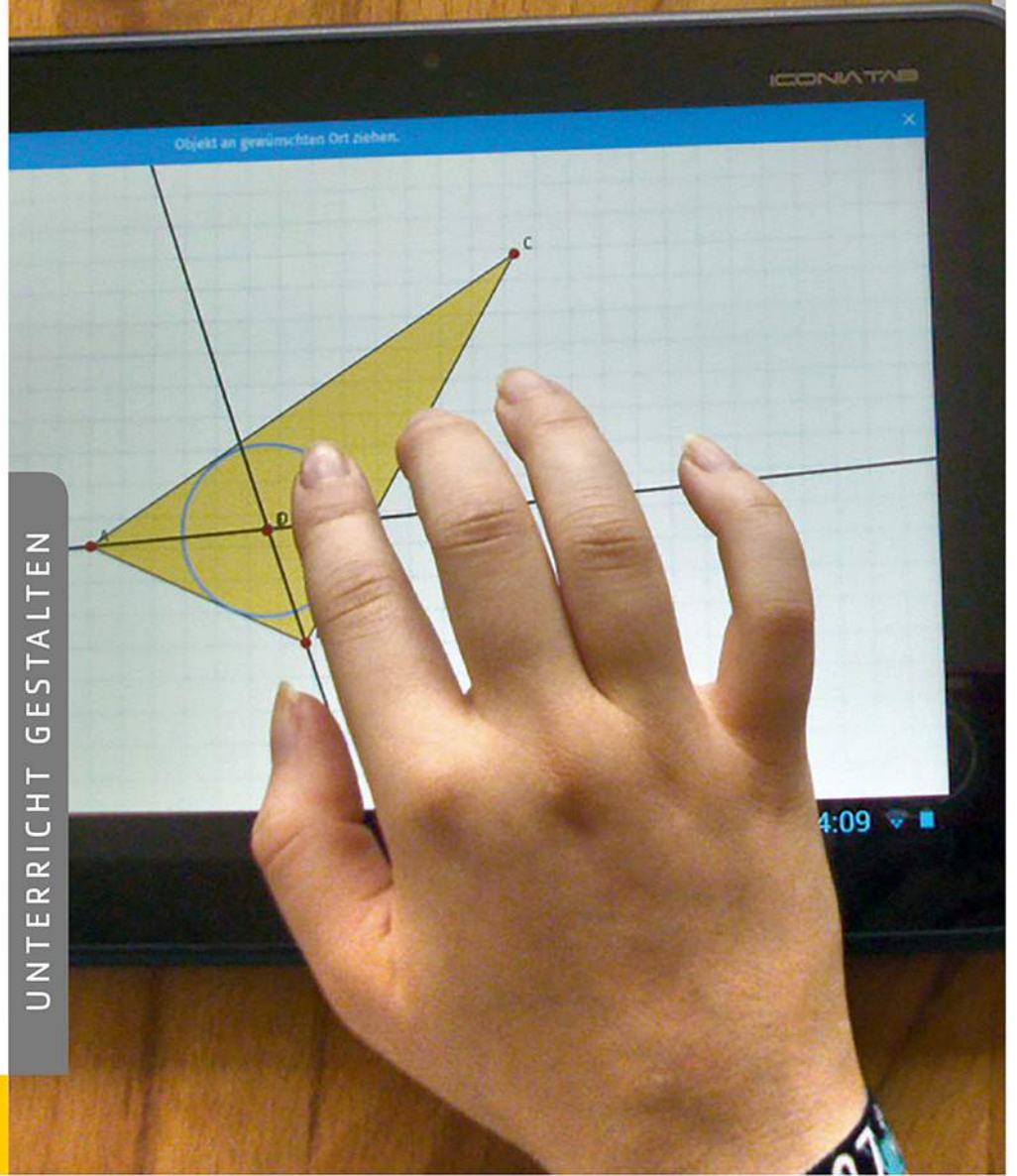


■ Werner Heubeck und Edgar Höniger

Geometrische Ortslinien und Ortsbereiche auf dem Tablet – sketchometry im Unterricht

UNTERRICHT GESTALTEN



Willkommen beim Netzwerk mathematisch-naturwissenschaftlicher Schulen Deutschlands!

Der Verein MINT-EC ist eine Initiative der Wirtschaft zur Förderung mathematisch-naturwissenschaftlicher Schulen mit Sekundarstufe II und zur Qualifizierung von MINT-Nachwuchskräften in Deutschland. Wir sind aktiv für die Sicherung des MINT-Nachwuchses in Wirtschaft und Wissenschaft.

Unseren Netzwerkschulen bieten wir ein breites Angebot für Schülerinnen und Schüler, für Lehrkräfte und für die Schulleitungen. Der Zugang zum MINT-EC-Netzwerk ist über ein bundesweit einmaliges Auswahlverfahren möglich, das Qualität und Quantität der MINT-Angebote der Schulen prüft und dabei höchste Standards ansetzt.

Der Verein MINT-EC ist eine gemeinnützige Institution, die der excellenten MINT-Bildung an Schulen mit Sekundarstufe II dient. In Kooperationen mit Partnern aus Schule, Wirtschaft und Wissenschaft entwickeln wir innovative und bedarfsgerechte Maßnahmen und Angebote für unsere MINT-EC-Schulen.

Zu dieser Schriftenreihe:

Beiträge und Resultate aus den vielfältigen Aktivitäten des nationalen Excellence-Netzwerks MINT-EC und seiner Netzwerkschulen werden in dieser Schriftenreihe zusammengeführt und veröffentlicht.

In verschiedenen Themenclustern erarbeiten MINT-EC-Lehrkräfte und Schulleitungen Schul- und Unterrichtskonzepte, entwickeln diese weiter und nehmen dabei neue Impulse aus Wissenschaft und Forschung und aus aktuellen Herausforderungen der schulischen Praxis auf.

Aus Kooperationen des MINT-EC und seiner Schulen mit wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen entstehen ebenfalls Anregungen für Schulen, die ihre Schülerinnen und Schüler für MINT begeistern wollen.

Diese Schriftenreihe nimmt drei wesentliche Aktionsfelder in den Blick, denen die einzelnen Publikationen zugeordnet werden:

- Schule entwickeln
- Unterricht gestalten
- Talente fördern

Kommentare und Anregungen senden Sie gern an:

info@mint-ec.de

UNTERRICHT GESTALTEN

Geometrische Ortslinien und Ortsbereiche auf dem Tablet – sketchometry im Unterricht



Das nationale
Excellence-Schulnetzwerk

Vorwort

Mobiles Lernen mit Tablets

Schülerinnen und Schüler sollten möglichst oft mit dynamischer Mathematiksoftware im Unterricht arbeiten. Diese Wunschvorstellung lässt sich bisher allerdings kaum realisieren. Schulen steht meist nur eine begrenzte Anzahl von Computerarbeitsplätzen zur Verfügung und die Reservierung eines Computerraums erfordert eine genaue Vorausplanung, die nicht immer geleistet werden kann. Zudem ist beispielsweise ein situationsbedingter spontaner Einsatz einer dynamischen Veranschaulichung oftmals nicht möglich. Auch Notebook-Klassen brachten bislang nicht den erhofften Durchbruch. Tablets erleichtern künftig das Lehren und Lernen. Wie der Taschenrechner haben diese Geräte eher die Funktion eines Werkzeugs. Sie passen auf jeden Schülerarbeitsplatz und sind sofort einsatzbereit. Die o.g. Hemmnisse spielen hier keine Rolle. Die Lehrperson muss sich um keine organisatorischen Details mehr kümmern und kann sich auf ihr Kerngeschäft, das Unterrichten, konzentrieren. Auch ein zeitlich kurzer bzw. ein spontaner Einsatz der Geräte ist möglich und sinnvoll. Mit der entsprechenden Hardwareausstattung allein verbessert sich allerdings die Unterrichtssituation nicht. Um alle Vorteile dieser mobilen Geräte nutzen zu können, benötigen wir geeignete Software, dazugehörige Unterrichtskonzepte sowie entsprechende Arbeitsmaterialien.

sketchometry – Geometrie mit dem Finger

Daher wurde am Lehrstuhl für Mathematik und Didaktik bzw. der Forschungsstelle für *Mobiles Lernen mit digitalen Medien* der Universität Bayreuth das Programm **sketchometry**

<http://sketchometry.org> entwickelt. Dessen innovatives Bedienkonzept mit Sketch- und Gestensteuerung nutzt die Vorteile einer Touchbedienung umfassend aus und ermöglicht schülergerechtes unmittelbares Konstruieren. Die Software ist nicht menüorientiert, lediglich durch Skizzieren mit dem Finger entstehen geometrische Objekte bzw. Konstruktionen. Konfigurationen lassen sich mit einem oder zwei Fingern verändern, verschieben bzw. drehen. Für grundlegende Konstruktionen wie beispielsweise Mittelpunkt einer Strecke, Tangente oder Senkrechte gibt es intuitive Gesten.

Natürlich lässt sich **sketchometry** auch auf elektronischen Tafeln, Smartphones und PCs (hier mit der Maus statt dem Finger) nutzen. Vorteilhaft ist das identische Erscheinungsbild der Software auf allen diesen Geräten. Es gibt Apps für Android, iOS und firefoxOS.

Die Entwicklung von **sketchometry** wird ermöglicht durch die großzügige Unterstützung durch think ING. <http://www.think-ing.de>.

Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe I

Der Einsatz von Tablets mit der gestengesteuerten Software **sketchometry** ermöglicht ein verändertes Vorgehen im Geometrieunterricht. Schülerinnen und Schüler lassen sich unmittelbar zu forschend-entdeckendem Lernen anregen. Sie können am Tablet experimentieren und beobachten und so geometrische Zusammenhänge bzw. Gesetzmäßigkeiten entdecken. Erleichtert wird ein solches Unterrichten durch entsprechend aufbereitete Materialien. Das vorliegende Heft bietet eine Fülle von Anregungen für den Geometrieunterricht in der Sekundarstufe I. Entwickelt wurden die Arbeitsblätter und Unterrichtsvorschläge von Edgar Höniger und Werner Heubeck, zwei sehr erfahrenen Realschullehrern. Beide freuen sich auf Rückmeldungen sowie auf ergänzende Vorschläge.

Peter Baptist

Universität Bayreuth

Inhaltsverzeichnis

00 Einführung

06 Einführung

01 Der Kreis – Das Kreisinnere – Das Kreisäußere

10 Lehrerhandreichung

13 Schülermaterial

02 Die Mittelsenkrechte – Halbebenen – Der Umkreis von Dreiecken und Vierecken

16 Lehrerhandreichung

19 Schülermaterial

03 Die Winkelhalbierende

22 Lehrerhandreichung

26 Schülermaterial

04 Die Mittelparallele – Der Streifen

29 Lehrerhandreichung

32 Schülermaterial

05 Das Parallelenpaar

35 Lehrerhandreichung

37 Schülermaterial

06 Die Mittelsenkrechten im Dreieck – Der Umkreis

39 Lehrerhandreichung

42 Schülermaterial

07 Die Winkelhalbierenden im Dreieck – Der Inkreis

45 Lehrerhandreichung

48 Schülermaterial

08 Der THALES-Kreis – Der Satz des THALES

51 Lehrerhandreichung

56 Schülermaterial

09 Ein Motiv für die Konstruktion der Winkelhalbierenden

59 Lehrerhandreichung

62 Schülermaterial

Einführung

Grundkenntnisse

- Der solide Umgang mit Zirkel und Lineal

Grundwissen

- Die Konstruktion der Mittelsenkrechten
- Die Konstruktion der Winkelhalbierenden

Vereinbarungen

- Unter der kürzesten Entfernung zweier Punkte A und B versteht man die *Länge der Strecke [AB]*.
- Unter allen Entfernungen eines Punktes P zu einer Geraden g gibt es eine kürzeste. Diese kürzeste Entfernung heißt *Abstand des Punktes P von der Geraden g*.

Hinweise

- In einer älteren Version von sketchometry wir die Länge einer Strecke [AB] mit |AB| abgekürzt, später mit AB.
- In den Zeichnungen wurde in sketchometry jeweils per Hand noch *LE* hinzugefügt.

Der Ablauf einer Unterrichtsstunde mit dem Tablet

Die Schülerinnen und Schüler sitzen mit ihren Arbeitsblättern – anders als bei Lernumgebungen – anfangs vor einem leeren Bildschirm. Darauf sollen sie selbst eine Zeichnung erstellen, die sie an das Thema heranführt. Die dazu notwendigen Gesten kann ihnen entweder die Lehrkraft (auch in Form einer Einführungsstunde) erläutern oder die Schülerinnen und Schüler können sich die momentan notwendige Geste zunächst in einem Video anschauen. Die entsprechenden Videos finden sie auf <http://em.uni-bayreuth.de/ortslinien>. Die Bedeutung zu jedem Video ist auf der nächsten Seite beschrieben.

Die Schülerinnen und Schüler finden auf ihrem Arbeitsblatt eine Skizze vor, die ihnen als Vorlage für die Zeichnung auf dem Bildschirm dient. Anleitungen zu den Zeichnungen geben die jeweils genannten Videos. Die Zeichnung lässt sich nun dynamisch so verändern, dass sich eine Punktmenge ergibt, die eine bestimmte Eigenschaft aufweist. Die Schülerinnen und Schüler formulieren zunächst mündlich eine möglichst genaue Beschreibung dieser Eigenschaften.

Die Schülerinnen und Schüler können ihre Beobachtung testen, indem sie die betreffende **Ortslinie** einzeichnen: Die dynamisch erzeugte Punktmenge muss auf dieser Ortslinie liegen. Auch zugehörige **Ortsbereiche** können im gleichen Zuge dynamisch erforscht werden.

Es empfiehlt sich, die *Taufe* der betreffenden Ortslinie nicht vor dem Ende der Überlegungen vorzunehmen. Dann erst sollte die Überschrift in das Arbeitsblatt eingetragen werden.

Anhand einer Zeichnung (oder Konstruktion) werden die Erkenntnisse dann auf dem betreffenden Arbeitsblatt notiert. Zu jeder Ortslinie gehören im Allgemeinen zwei Arbeitsblätter, damit **Satz und Kehrsatz** mit der jeweiligen Begründung festgehalten werden können:

- (1) „Wenn alle Elemente in einer Punktmenge eine gemeinsame geometrische Eigenschaft (oder mehrere gemeinsame Eigenschaften) besitzen, dann liegen sie auf (*Name der Ortslinie*).“
- (2) „Alle Punkte, die auf (*Name der Ortslinie*) liegen, erfüllen die Bedingung(en), dass sie (...).“

In dieser Broschüre wird zuerst auf die Formulierung (1) zurückgegriffen, da sie die Experimentierfreude der Schülerinnen und Schüler schon in eine bestimmte Richtung lenkt: **Erst wird eine Punktmenge mit vorgegebenen Eigenschaften erzeugt**, dann erscheint die zugehörige Ortslinie.

Geben wir dagegen wie im Satz (2) die Ortslinie vor, dann ist es für die Schülerinnen und Schüler manchmal schwierig, die zugehörigen Eigenschaften zu entdecken: Wieso folgt z.B. allein schon aus der Darstellung eines Winkels, dass alle Punkte auf seiner Halbierenden jeweils den gleichen Abstand zu den Schenkeln besitzen?

Zuweilen müssen die Schülerinnen und Schüler Messungen von Streckenlängen oder Winkelmaßen vornehmen. Jede Messung liefert nur gerundete Maßzahlen. Lehrkräfte sollten dieses *Manko* als Motiv für saubere Begründungen im Unterricht willkommen heißen.

Gesten

Eine geometrische Figur auf dem Bildschirm eines Tablets entsteht dadurch, dass darauf mit der Fingerkuppe oder einem speziellen Stift die entsprechende Bewegung, *Geste* genannt, ausgeführt wird. Diese Gesten sind dem Bild, das entstehen soll, nachempfunden. So wird z.B. mit einer Art *W* die Winkelhalbierende eingezeichnet. Jede Geste erzeugt auf dem Bildschirm eine saubere Zeichnung.

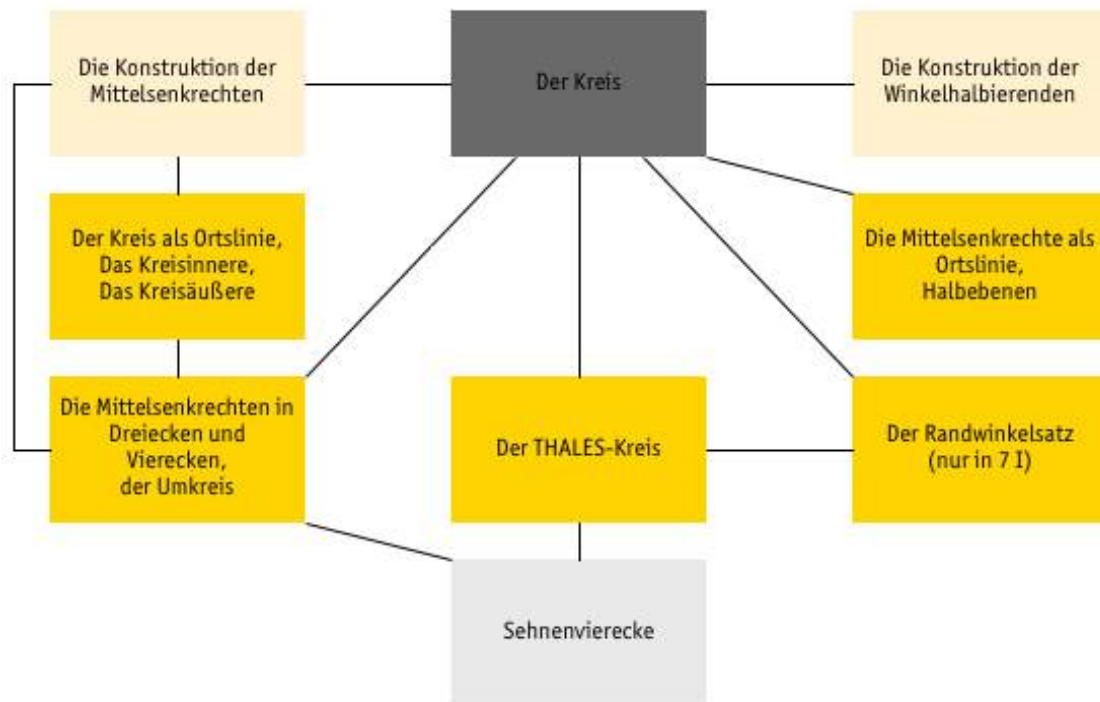
Videos zu einzelnen Gesten

Die Videos zu den einzelnen Gesten sind im Internet unter folgender Adresse abrufbar:
<http://em.uni-bayreuth.de/ortslinien>

- Video 01 – Die Messung einer Streckenlänge
- Video 02 – Die Konstruktion einer Kreislinie aus ihrem Mittelpunkt und einem Punkt auf der Kreislinie
- Video 03 – Das Kopieren eines Kreises; das Verschieben dieser Kopie an ihrem Mittelpunkt auf einen anderen Punkt
- Video 04 – Der Mittelpunkt einer Strecke
- Video 05 – Einen Punkt in den Spurmodus setzen
- Video 06 – Eine Parallele zu einer Geraden zeichnen
- Video 07 – Eine Senkrechte zu einer Geraden zeichnen
- Video 08 – Die Messung eines Winkels
- Video 09 – Die Zeichnung eines Kreisbogens
- Video 10 – Die Winkelhalbierende einzeichnen
- Video 11 – Ein frei beweglicher Punkt wird zu einem Gleiter auf einem Kreis
- Video 12 – Ein frei beweglicher Punkt wird zu einem Gleiter auf einer Geraden

Die Vernetzung geometrischer Ortslinien und Ortsbereiche

Teil 1



Teil 2

