

8.4 Messdatenerfassung in GeoGebra

8.4.1 Befehle

In GeoGebra können Zellen der Tabelle mit dem Befehl $Zelle(i, j)$ (Spalte i , Zeile j) referenziert werden. Somit kann eine Liste mit Datenpunkten (wobei Spalte 1 die x-Daten und Spalte 2 die y-Daten enthält) mit dem Befehl

$$Data1 = Folge(\underbrace{Zelle(1, j)}_{\text{Datenpunkt aus der x-Daten Spalte}}, \underbrace{Zelle(2, j)}_{\text{Datenpunkt aus der y-Daten Spalte}}, \underbrace{j, 1, n}_{\text{alle Datenpunkte von Zeile 1 bis } n})$$

erstellt werden. n kann als Variable im Algebrafenster oder als Schieberegler im Grafikfenster definiert werden.⁷ Analog kann für die restlichen Datenreihen $Data2$ usw. erstellt werden. Um bei einem anderen Experiment die Spaltenreihenfolge zu ändern, muss die erste Zahl im $Zelle()$ Befehl verändert werden. Da es sehr umständlich wäre, immer im Befehl selbst die Nummer der Spalte zu ändern, wird dies mit Variablen geregelt: Es werden die Mengen

$$x_{Spalte} = \{\dots\}$$

$$y_{Spalte} = \{\dots\}$$

in GeoGebra definiert. In diesen Mengen können beliebig viele Elemente stehen. Die k -te Zahl der Menge x_{Spalte} gibt an, in welcher Spalte die x-Daten der k -ten Messreihe stehen. Dies entspricht dem Befehl $x_{Spalte}(k)$ in GeoGebra. Außerdem sollen die ersten drei Spalten der Tabelle frei bleiben für Notizen, die zu messende Größe und Einheit. Die neuen Befehle lauten nun

$$Data1 = Folge((Zelle(x_{Spalte}(1), 3 + j), Zelle(y_{Spalte}(1), 3 + j)), j, 1, n)$$

$$Data2 = Folge((Zelle(x_{Spalte}(2), 3 + j), Zelle(y_{Spalte}(2), 3 + j)), j, 1, n)$$

...

Es können beispielsweise fünf Datenreihen über diese Befehle definiert werden. Enthält die Menge x_{Spalte} oder y_{Spalte} weniger Elemente, so ist $Data5$ nicht definiert und wird nicht angezeigt. Somit kann einfach mehr programmiert werden als benötigt wird und es müssen nicht im Anschluss neue Befehle ausgedacht werden.⁸

⁷Wird n als Schieberegler im Grafikfenster definiert, so ist es sinnvoll, diesen entsprechend zu benennen (z.B. „Anzahl der Datenpunkte“). Der Schieberegler ist dann zum Verschieben durch die SuS gedacht. Wird er nur im Algebrafenster definiert, so empfiehlt es sich, n auf einen großen Wert zu setzen, z.B. $n = 50$ oder $n = 100$, da sonst eine lange Datenreihe einfach abgeschnitten wird.

⁸Tatsächlich müssen die verwendeten Befehle nicht einmal verstanden sein. Es kann mit dem Applet gearbeitet werden, indem nur die Mengen verändert werden. Deshalb ist dieses Applet sehr nützlich; es erfordert keine Expertise der Lehrkraft.

Die Unsicherheiten bestehen aus Strecken, die von dem jeweiligen Datenpunkt ausgehen. Mit x- und y-Unsicherheiten entsteht so ein Kreuz. Der waagerechte Teil des Kreuzes lässt sich mit

$$\begin{aligned}
 & Folge(Strecke(\\
 & \quad \underbrace{Data1(j) - (Zelle(err_x(1), 3 + j), 0)}_{\substack{\text{linker Punkt des Kreuzes:} \\ \text{Datenpunkt abzüglich Unsicherheit}}}, \underbrace{Data1(j) + (Zelle(err_x(1), 3 + j), 0)}_{\substack{\text{rechter Punkt des Kreuzes:} \\ \text{Datenpunkt zuzüglich Unsicherheit}}} \\
 & \quad), j, 1, n)
 \end{aligned}$$

erzeugen. Analog lässt sich der senkrechte Teil mit

$$\begin{aligned}
 & Folge(Strecke(\\
 & \quad \underbrace{Data1(j) - (Zelle(err_y(1), 3 + j), 0)}_{\substack{\text{unterer Punkt des Kreuzes:} \\ \text{Datenpunkt abzüglich Unsicherheit}}}, \underbrace{Data1(j) + (Zelle(err_y(1), 3 + j), 0)}_{\substack{\text{oberer Punkt des Kreuzes:} \\ \text{Datenpunkt zuzüglich Unsicherheit}}} \\
 & \quad), j, 1, n)
 \end{aligned}$$

erzeugen.

Um zu viele verschiedene Objekte in der Algebraansicht zu vermeiden, werden diese beiden Befehle in einem Objekt definiert (Beide Objekte mit einer Mengenklammer verbinden. Der neue Befehl lautet schließlich

$$\begin{aligned}
 Err1 = \{ & Folge(Strecke(Data1(j) - (Zelle(err_x(1), 3 + j), 0), \\
 & \quad Data1(j) + (Zelle(err_x(1), 3 + j), 0)), j, 1, n), \\
 & Folge(Strecke(Data1(j) - (0, Zelle(err_y(1), 3 + j)), \\
 & \quad Data1(j) + (0, Zelle(err_y(1), 3 + j))), j, 1, n) \}
 \end{aligned}$$

Für die restlichen Datenreihen kann $Err2$ usw. analog definiert werden, z.B.

$$\begin{aligned}
 Err2 = \{ & Folge(Strecke(Data2(j) - (Zelle(err_x(2), 3 + j), 0), \\
 & \quad Data2(j) + (Zelle(err_x(2), 3 + j), 0)), j, 1, n), \\
 & Folge(Strecke(Data2(j) - (0, Zelle(err_y(1), 3 + j)), \\
 & \quad Data2(j) + (0, Zelle(err_y(2), 3 + j))), j, 1, n) \}
 \end{aligned}$$

8.4.2 Erstellen des individuellen Applets

Zunächst muss ein eigenes GeoGebra Profil erstellt werden. In GeoGebra (<https://www.geogebra.org/m/fqcnm79w>) kann das Applet nun geöffnet werden, indem auf die drei Punkte oben rechts geklickt wird und anschließend „Öffnen mit App“ ausgewählt wird. Es öffnet sich GeoGebra Classic (im Browser).

Nun soll das Algebrafenster geöffnet werden. Dafür wählt man im Hamburgermenu oben rechts „Ansicht“ und setzt einen Haken bei „Algebra“. Das Fenster kann man an der Zwischenwand zwischen Algebra und Tabellenfenster größer oder kleiner machen.

Nun muss überlegt werden, welche Spalten die x-Daten, y-Daten und ihre Unsicherheiten sind. Diese Daten werden sortiert und die entsprechenden Variablen in GeoGebra ergänzt: Die Spaltenzahlen der x-Daten der Messreihen werden in ihrer Reihenfolge aufgeschrieben:

$$x_{Spalte} = \{ \langle \text{x-Daten der ersten Messreihe} \rangle, \langle \text{x-Daten der zweiten Messreihe} \rangle, \dots \}$$

$$y_{Spalte} = \{ \langle \text{y-Daten der ersten Messreihe} \rangle, \langle \text{y-Daten der zweiten Messr.} \rangle, \dots \}$$

$$err_x = \{ \langle \text{x-Unsicherh. der ersten Messr.} \rangle, \langle \text{x-Unsicherh. der zweiten Messr.} \rangle, \dots \}$$

$$err_y = \{ \langle \text{y-Unsicherh. der ersten Messr.} \rangle, \langle \text{y-Unsicherh. der zweiten Messr.} \rangle, \dots \}$$

Die entsprechenden Bezeichnungen (Größe, Einheit, Notizen) können in der Tabelle verändert werden.

Nun wird das Algebrafenster geschlossen (siehe oben, Hamburgermenu \rightarrow „Ansicht“ \rightarrow „Algebra“) und die Fenster so verschoben, dass die Tabellenbreite mit der Fensterbreite übereinstimmt. Das Applet kann nun gesichert werden, indem im Hamburgermenu „Datei“ und dann „Speichern“ („Geteilt“ auswählen) ausgewählt wird. Dem Applet kann nun ein Name vergeben werden und es wird im Profil gespeichert.

Soll das Applet nur von der Lehrkraft bedient werden, so kann es einfach in der Aktivität selbst bearbeitet werden (keine gute Idee, da eine Internetverbindung notwendig ist und der Fortschritt bei Neuladen der Website verschwindet) oder im Programm geöffnet und bearbeitet werden.⁹ Dabei muss darauf geachtet werden, immer eine Kopie des Applets zu bearbeiten, da es sonst schwierig ist, das leere Applet für das nächste Experiment herzustellen.

Soll dieses Applet mit den SuS geteilt werden, bietet sich der GeoGebra Classroom an. Dafür wird das Applet geöffnet (man findet das Applet im Profil unter „Materialien“) und unter drei Punkte \rightarrow „Aktivität bearbeiten“ ein paar Einstellungen für das Applet vorgenommen (siehe [Abbildung 8.4.1](#)):

- Größe des Applets: Die Größe des Applets sollte nicht breiter als 1400 sein, man sollte jedoch alles gut sehen (sowohl Tabelle, als auch genug von der Grafik). Das Applets sollte auch nicht zu quadratisch sein; im Vollbildmodus sollte es circa passen. Das Applet in der GeoGebra Datei hat die Maße 1300x800.

⁹Im Programm mit Profil anmelden. Hamburgermenu \rightarrow „Öffnen“ \rightarrow Applet im Profil auswählen oder in GeoGebra Materialien (online) suchen

- Rechtsklick und Tastatur aktivieren: Nur so kann die Tabelle bearbeitet werden, also Daten eingefügt werden (für Copy Paste ist Rechtsklick notwendig).
- Bewegung der Ansicht und Zoom: Damit kann die Grafik verschoben und gezoomt werden.
- Rest: Sollte ausgestellt werden. Die Funktionen des Applets sind auf das beschränkt, das verändert werden soll. Beispielsweise eine Werkzeugliste würde eher verwirren und ist nicht nötig.

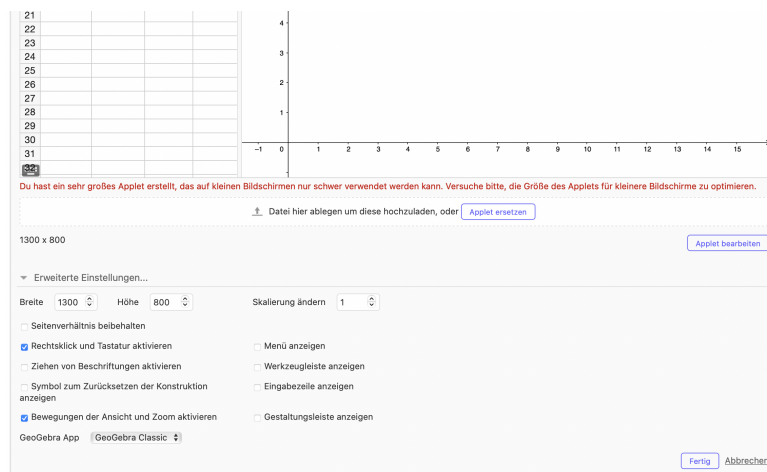


Abbildung 8.4.1: Erweiterte Einstellungen des Applets

Nun wird oben rechts auf „Einheit erstellen“ geklickt. Der Rest ist selbsterklärend, die SuS müssen nur den Code bei GeoGebra Classroom <https://www.geogebra.org/classroom> eingeben.

Beispiel: $x_{Spalte} = \{1, 5\}$, $y_{Spalte} = \{3, 6\}$, $err_x = \{2, 7\}$, $err_y = \{4, 8\}$

In [Abbildung 8.4.2](#) ist dargestellt, was durch die Lehrkraft verändert wird: Die Mengen x_{Spalte} , y_{Spalte} , err_x und err_y und die Beschriftungen in der Tabelle. Wenn gewünscht kann die Variable n auf einen bestimmten Wert gesetzt werden und der Schieberegler in der Grafikanzeige ausgeblendet werden (grüne Markierung). In [Abbildung 8.4.3](#) ist dargestellt, wie das GeoGebra Fenster nach Schließen der Algebraansicht aussieht. Es sollte die Trennwand so weit verschoben werden, dass die Tabellenbreite der Breite des Tabellenfensters entspricht. Weiterführend sollten die Achsen sinnvoll skaliert werden (Shift und Verschieben) und eventuell die Achsenbeschriftung¹⁰ angepasst werden.

¹⁰Hamburgermenu der Grafikanzeige → Einstellungen, siehe grüne Markierung

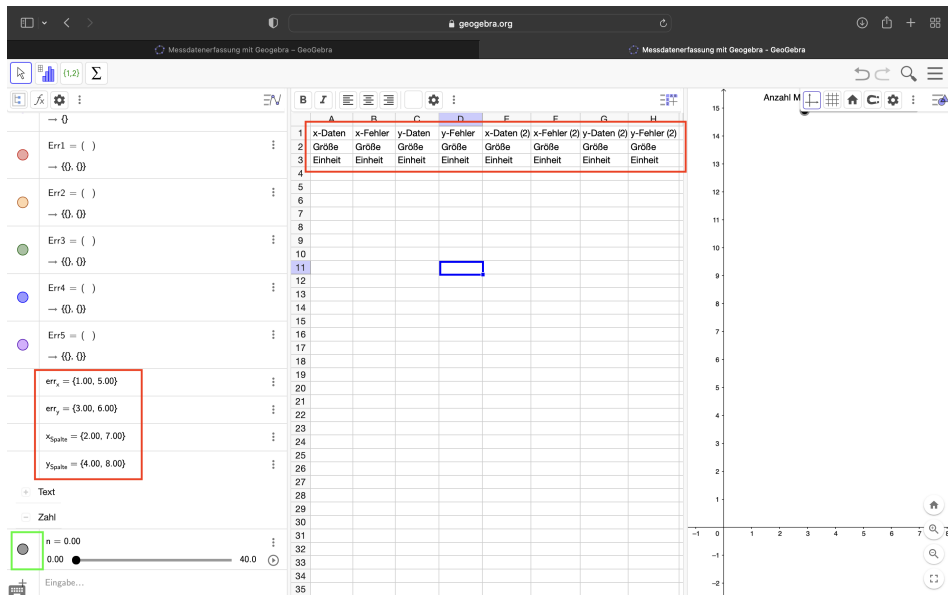


Abbildung 8.4.2: Beispiel individuelle Spaltenvergabe, rot markiert sind die Objekte, die die Lehrkraft verändert

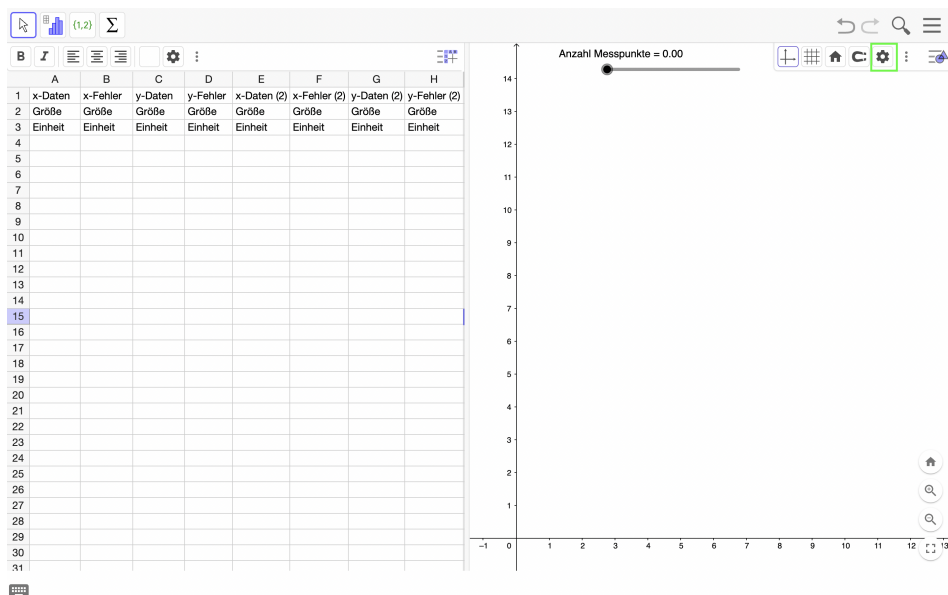


Abbildung 8.4.3: Beispiel individuelle Spaltenvergabe, Ansicht nach Schließen des Algebrafensters