



1. Graphen treffen – Match it

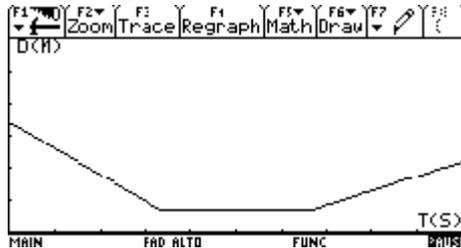
Diese Aktivität erhöht das Verständnis für stückweise definierte lineare Funktionen, (bzw. überhaupt für die Darstellung von gleichförmigen Bewegungen durch lineare Funktionen)

Programm Ranger – Applications – Meter – Distance Match (oder Velocity Match)

Aufgabe: Der Schüler soll durch Bewegung, die vom CBR im Realtime-Modus aufgezeichnet wird, mit einem vom Rechner vorgegebenen Graphen Übereinstimmung erzielen. Dabei hält der Schüler das CBR zu einer Wand gerichtet in der einen Hand, den Voyage in der anderen. (Besser: das Bild am Voyage für alle über den ViewScreen an die Wand projizieren)

Günstig vorher: Markierungen am Boden anbringen in jeweils 50 cm Abständen von der Wand weg bis in 4 m Entfernung.

Sobald der Rechner einen aus drei linearen Funktionen bestehenden Graphen vorgibt, stellt sich der Schüler an die Position, an der der Graph beginnt und überlegt einmal, wie er sich bewegen soll. Ein typisches Diagramm zeigt die Abbildung:



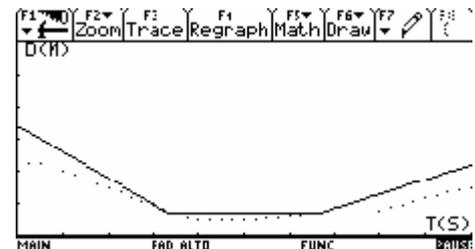
Was kann man aus dem Diagramm ablesen?

- Startpunkt 3,5 m vor der Wand
- auf die Wand zu bewegen in 3 s bis auf 0,5 m
- ca. 3,5 s dort still stehen
- von der Wand wieder langsamer wegbewegen,

Die Messung wird nun mit Enter gestartet.

Sie erfolgt im Realtime Modus und wird punktiert über den vorgegebenen Graphen gelegt.

Nach der Messung gelangt man mit ENTER in ein Menü, das eine Wiederholung desselben Beispiels erlaubt (Same Match) oder auch ein neues Beispiel aufruft (New Match).



Die Schüler können anhand dieser Beispiele überlegen:

- Was ist auf den einzelnen Achsen aufgetragen
- Wie erkennt man am Graphen, ob man sich zur oder von der Wand weg bewegen soll
- Wie erkennt man ob man sich schnell oder langsam bewegen soll,
- Wie kann man die Geschwindigkeit im Diagramm ablesen, kann man eine allgemeine Formel dafür angeben?
- Welcher Kenngröße einer linearen Funktion entspricht die Geschwindigkeit
- Wie muss man sich bei „horizontalen“ Abschnitten bewegen,
-

Eine Steigerung bietet die Wahl von „Velocity Match“ (das Menü Application wieder aufrufen) Hier muss ein vorgegebener Geschwindigkeits-Zeit-Graph getroffen werden, was wesentlich schwieriger ist als der Weg-Zeit-Graph.



2. Aufnahme einer harmonischen Schwingung – Federpendel

Programm Ranger – Main Menu - Setup/Sample

| | | |
|--|--|--|
| | <p>CBR unter dem Pendelkörper anordnen, Abstand > 0,5m Pendelkörper nicht zu klein wählen, um gute Reflexion des Ultraschalls</p> | |
|--|--|--|

Sofort nach der Messung wird das Weg-Zeit Diagramm am Display angezeigt.

Drücken der Enter Taste? Menü mit Auswahl: 1: Distance Time, 2: Velocity Time, 3: Acceleration Time, für das Aufrufen dieser Diagramme.

Das Programm liefert diese Diagramme jeweils getrennt, sodass das Erkennen von Zusammenhängen nur schwer möglich ist. Zur Nachbehandlung der Daten ist es daher vorteilhaft diese in den Data Matrix Rechner zu übertragen. Ranger speichert die Daten beim Schließen des Programmes in Listen: L1= Zeit in s, L2 = Abstand in m, L3 = Geschwindigkeit in m/s, L4= Beschleunigung in m/s^2 .

Öffnen (APPS) des Data/Matrix Editors, New,....

Schreibt man in die Zelle c1 nun l1, erhält man in dieser Spalte sofort die Zeitwerte, in c2 schreibt man l2 und erhält sofort die Abstandswerte,.....

| <thead> <tr> <th></th> <th>t(s)</th> <th>s(m)</th> <th>v(m/s)</th> <th>a(m/s²)</th> <th>c5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.000</td><td>.650</td><td>-.365</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>.054</td><td>.610</td><td>-.705</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>.108</td><td>.574</td><td>-.623</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>.161</td><td>.543</td><td>-.479</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>.215</td><td>.522</td><td>-.282</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>.269</td><td>.513</td><td>.063</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>.323</td><td>.515</td><td>.163</td><td></td><td></td></tr> </tbody> | | t(s) | s(m) | v(m/s) | a(m/s ²) | c5 | 1 | 0.000 | .650 | -.365 | | | 2 | .054 | .610 | -.705 | | | 3 | .108 | .574 | -.623 | | | 4 | .161 | .543 | -.479 | | | 5 | .215 | .522 | -.282 | | | 6 | .269 | .513 | .063 | | | 7 | .323 | .515 | .163 | | |
|---|-------|------|--------|----------------------|----------------------|----|---|-------|------|-------|--|--|---|------|------|-------|--|--|---|------|------|-------|--|--|---|------|------|-------|--|--|---|------|------|-------|--|--|---|------|------|------|--|--|---|------|------|------|--|--|
| | t(s) | s(m) | v(m/s) | a(m/s ²) | c5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0.000 | .650 | -.365 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | .054 | .610 | -.705 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | .108 | .574 | -.623 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | .161 | .543 | -.479 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | .215 | .522 | -.282 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | .269 | .513 | .063 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | .323 | .515 | .163 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

 Nullpunktseinstellung für den Weg vornehmen: aus den Messergebnissen Mittelwert zweier benachbarter Extremwerte berechnen und Abstände um diesen Wert vermindern | |

Nun kann man die Graphen am Display darstellen:

F2-Plot Setup Plot1 für Messergebnisse, F1-Define (xyline, Dot, x...c1, y... c2)

Plot2 für verschobenes Diagramm F1- x ...c1, y...c5

Die Plots können nun im Graphic Fenster dargestellt werden:

| | | |
|--|--|--|
| | <p>Genauso kann man auch das Geschwindigkeits-Zeit Diagramm z.B. in Plot3 darstellen oder das Beschleunigungs-Zeit Diagramm in Plot 4. Dabei könnte es notwendig werden, die Window-Einstellungen zu verändern z.B. mit F2 Zoon – 9 ZoomData</p> | |
|--|--|--|

Welche Erkenntnisse lassen sich aus den Graphen gewinnen?

- Periodizität von Weg und Geschwindigkeit sind gleich
- Hat Weg ein Max. oder Min. ist Geschwindigkeit gleich Null
- Maximale Geschwindigkeit im Nulldurchgang
-



3. Hüpfender Ball – ball bounce

Lässt man einen Ball aus einer gegebenen Höhe fallen, springt er mehrmals auf, wobei die Höhen der Ballsprünge immer kleiner werden. In der Mathematik lernt man, dass diese Höhen exponentiell abnehmen. Kann das Realexperiment dies bestätigen?

Programm Ranger, aus dem Hauptmenu 3 Applications wählen, 2: Meters dann 3: Ball Bounce. Spätestens jetzt muss die Verbindung zum CBR hergestellt sein. Für die Aufnahme der Daten kann man nun den CBR vom Rechner trennen, Enter (Hinweis, dass Messung mit der TRigger Taste am CBR gestartet werden kann)

Mit einer Hand den CBR halten, mit der anderen den Ball mind. 0,5 m unterhalb des CBR. Ball loslassen und gleichzeitig die Trigger Taste drücken. CBR wieder mit Rechner verbinden, Enter drücken – Daten werden übertragen und ein H(t) Diagramm gezeichnet. (Wenn das Experiment nicht geglückt ist, kann der Vorgang wiederholt werden, - Enter – Repeat Sample - die Daten werden überschrieben)

| | | |
|--|---|--|
| | <p>Nun kann mit den Cursortasten die Spur des Graphen verfolgt werden. Wir bestimmen damit die Koordinaten der Extremwerte der ersten 5 Ballsprünge und notieren diese.</p> | <p>Für das durchgeführte Experiment ergaben sie folgende Resultate:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ballsprung: 0,903s 1,177m 2. Ballsprung: 1,806s 0,915m 3. Ballsprung: 2,537s 0,650m 4. Ballsprung: 3,182s 0,532m 5. Ballsprung: 3,741s 0,471m |
| <p>Nun kann man wie im vorigen Beispiel die Daten in den Rechner in den Data Matrix übertragen mittels 11, 12, 13 und 14 und mittels Plot das Weg Zeit Diagramm im Graphik Bildschirm wieder zeichnen. Dies ist nicht unbedingt nötig (außer man möchte die Daten später wieder verwenden), da der Graph von Ranger aus in Plot 1 gespeichert ist.</p> | <p>Die gefundenen Messwerte für die Ballhöhen werden in einem neuen DataMatrix oder im bereits bestehenden in neuen Spalten eingetragen (z.B. c5 und c6) Diese Messpunkte werden als eigener Plot im Diagramm eingetragen</p> | |

Im Graphikfenster sind nun die Ballhöhen als Box gekennzeichnet

| | | |
|--|---|---|
| | <p>Man sieht dass eine exponentielle Regression hier sinnvoll ist. Dafür ruft man im DataMatrix 1 Current die eingegebenen Messwerte auf. Wählt man F5 Calc gelangt man zu den Regressionen. Hier wählt man Exponentielle Regression, gibt die Spalten für die x (Zeit) und y (Höhe) ein und lässt die Regressionkurve als y1(x) im y-Editor abspeichern.</p> | |
| | | <p>Nun können im Graphikfenster die beiden Plots und die Regressionskurve angezeigt werden.</p> |

Was kann noch weiter aus den Daten geschlossen werden?

- Welchen Weg hat der Ball nach den ersten fünf Ballsprünge zurückgelegt? (man braucht nur die 5 Ballhöhen (y-Koordinaten der Extremwerte) zu addieren und doppelt zu nehmen.
- Die Höhen der aufeinander folgenden Ballsprünge bilden eine geometrische Folge. Welche Höhe würde der 6. Ballsprung erreichen??

Hinweis: Application Ball bounce rechnet bereits selbständig so um, dass die Daten die Abstände des Balles vom Boden angeben.



4. Frei fallende Körper

Für in Luft frei fallende Objekte sind Reibung und Luftwiderstand wirksam. Wie wirken sich diese auf die Bewegung verschiedener leichter Körper aus?

a) Ein großer, leichter Kaffeefilter (korbformig aufgefaltet) fällt frei.

Programm Ranger: Main Menu, Setup sample, Einstellungen siehe Abbildung. Zum Starten wird 10 s delay gewählt, d.h. die Messung beginnt nach dem Starten des CBR mit 10 s Verzögerung.

| | | |
|--|---|--|
| | <p>Versuchsaufbau: Man hält den CBR mind. 0,5 m über dem aufgefalteten Kaffeefilter und lässt diesen Filter dann zu Boden fallen, während der CBR die Daten aufnimmt. Unmittelbar danach wird das Weg-Zeit Diagramm der Bewegung angezeigt.</p> | |
|--|---|--|

Zur Auswertung der Daten kann man den interessanten Teil des Diagrammes ausschneiden. Drücken der ENTER Taste – 4: Plot Tools – 1: Select Domain. Nun kann man mit der Cursorstaste die linke und die rechte Grenze ansteuern und jeweils mit Enter bestätigen. Der Rechner zeigt nur mehr den ausgewählten Bereich an. Drückt man die Entertaste kann man auch die Diagramme für Geschwindigkeit - Zeit oder Beschleunigung - Zeit anzeigen lassen

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

Die Geschwindigkeit nimmt natürlich zu Beginn der Bewegung zu, schwankt aber dann eher um einen Mittelwert, auch die Beschleunigung zeigt Schwankungen um den Wert Null an. Der Kaffeefilter erreicht aufgrund des großen Luftwiderstandes sehr rasch seine konstante Endgeschwindigkeit.

b) Ein leichter Ball fällt frei

Programm Ranger , Einstellungen und Vorgangsweise wie bei a)

| | | |
|--|--|--|
| | <p>Wieder wird nur der interessante Teil herausgeschnitten und analysiert.</p> | |
| | <p>Die Geschwindigkeit steigt linear, die Beschleunigung ist nahezu konstant. Es ist hier eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung zu erkennen. Der Ball – wenn auch recht leicht - bietet fast keinen Luftwiderstand</p> | |