

### **Unterrichtsprotokoll Mathematik (Q-Phase, 38/1) vom 22.09.2009**

In der heutigen Unterrichtsstunde haben wir den Versuch unternommen, anhand eines physikalischen Experiments (Weg-Zeit-Messung) die jeweiligen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen aus dem Graphen der Messwerte Werte abzuleiten.

Experiment:

Auf einer Strecke von 23 m Länge stehen im Abstand von 5 m jeweils zwei Personen, wobei eine Person die Messung mit Stoppuhr vornimmt und die andere die gemessene Zeit notiert. Eine Kollegiatin läuft von Punkt a in Richtung Endpunkt b, wendet dort und geht den Weg zurück zu Punkt a und wird somit an den jeweils 5 Messpunkten 10 mal gemessen.

Diese Werte wurden anschließend in eine Wertetabelle (Abb.1) eingetragen und dann graphisch durch eine Funktion (Abb. 2, unten) an der Tafel dargestellt:

Wertetabelle:

<b>s (Strecke) in m</b>	<b>t (Zeit - Hinweg) in sec.</b>	<b>t (Rückweg) in sec.</b>
0	0	26
5	3	24
10	6	21
15	9	18
20	11	15
23	13	13

Abb. 1

Beim Übertragen der gemessenen Zeiten haben wir festgestellt, dass unsere Messung bedenkliche Ungenauigkeiten aufweist, weshalb die Werte nur als grobe Richtlinie dienen sollen.

Um jedoch einen annähernd ähnlichen Graphen zu erhalten, wie an der Tafel zu sehen war, habe ich für den folgenden Graphen als Richtlinie den Anfangswert  $t = 0$  und den Endwert  $t = 26$  und den daraus resultierenden Mittelwert von  $t = 13$  als Werte verwendet, welche dann zu folgender Funktion führen:

x-Achse = Zeit (t) in Sekunden (s);  
y-Achse = Weg (s) in Meter (m);

Gesamt = 26 s;  
Gesamt = 2 x 23 m;

Halbte der Zeit: 13 s  
Halber Weg: 23 m

## Funktion (graphische Darstellung):

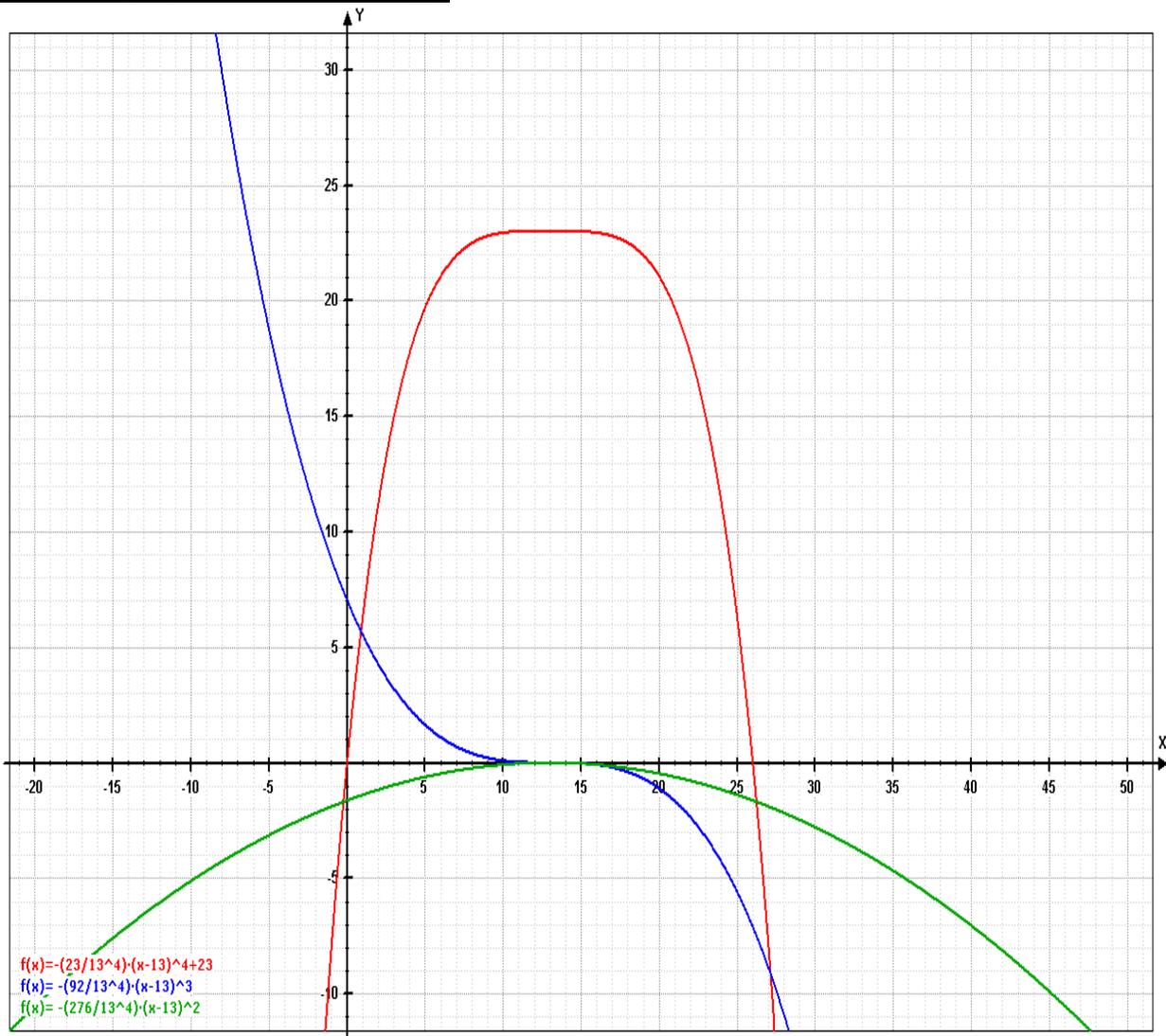


Abb. 2

rot = Weg-Zeit-Funktion  $\Rightarrow$  Stammfunktion  $f(x)$   
blau = Geschwindigkeits-Zeit-Funktion  $\Rightarrow$  1. Ableitung  $f'(x)$   
grün = Beschleunigungs-Zeit-Funktion  $\Rightarrow$  2. Ableitung  $f''(x)$

Anmerkung Hr. Manthey:

**Geschwindigkeit** = Weg : Zeit

**Beschleunigung** = Geschwindigkeit : Zeit

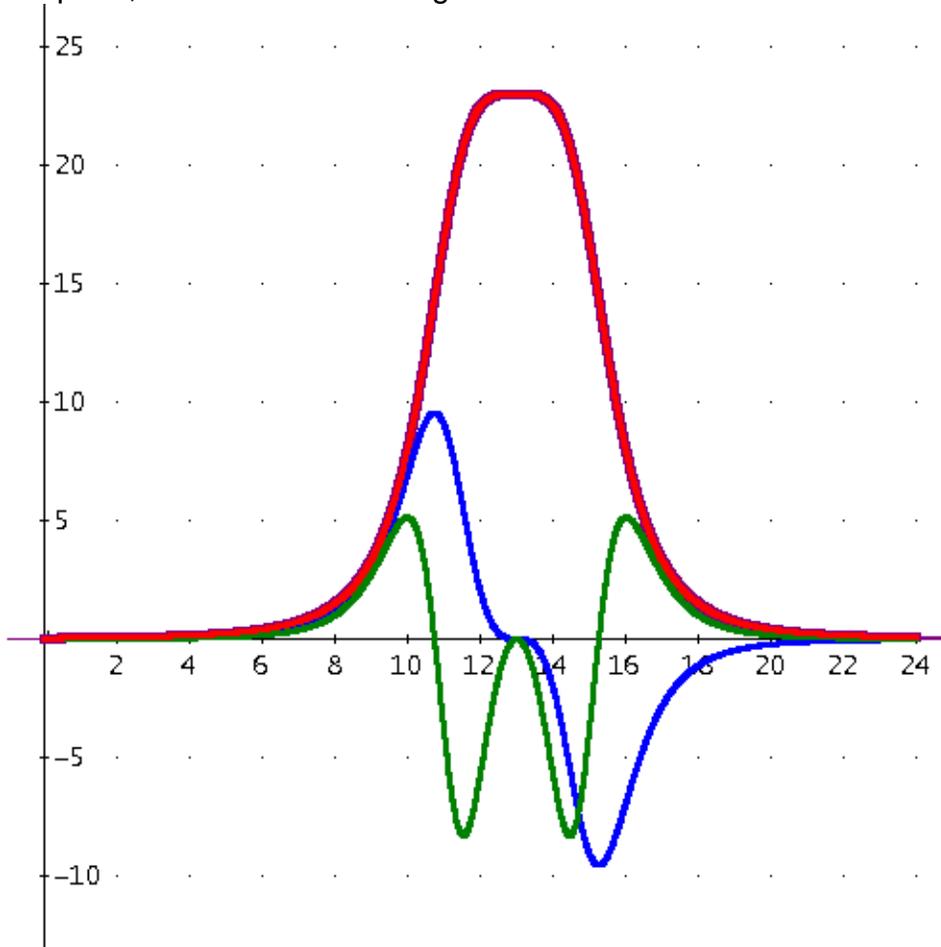
Wir haben zudem festgestellt, dass wenn wir in der 1. Funktion (rot) unseren Weg vom Startpunkt S (0/0) zum Endpunkt E (26/0) entlang „fahren“, unsere Geschwindigkeit (2. Funktion) erst hoch ist, dann in Richtung Mittelpunkt M (13/0) abgebremst wird und anschließend Richtung Endpunkt (E) wieder zunimmt (im Minusbereich!).

Bei der 3. Funktion (grün), also der Beschleunigung, können wir sehen, dass wir bis zum 1. Wendepunkt der Geschwindigkeit (Funktion 2) beschleunigen, können aber auch erkennen, dass wenn die Geschwindigkeit abnimmt auch die Beschleunigung weniger wird. Diese tendiert somit in Richtung Punkt M gegen Null und nimmt erst langsam wieder zu bis das Ende des Weges erreicht ist.

Als Hausaufgabe sollen wir bis Mi., den 23.09. im Buch S.186, Nr. 4 als Übung erledigen.

## Nachtrag von hbm

Der Graph von Herrn Riesterer entspricht nicht ganz dem, was wir gemessen haben. Er stimmt am Anfang und am Ende nicht, weil doch die Kandidatin mit der Geschwindigkeit 0 km/h anfängt und auch mit 0 km/h aufhört zu laufen. Deshalb zeichne ich hier noch einen Graphen, der das berücksichtigt:



Der rote Graph gibt unsere idealisierte Weg-Zeit-Kurve an. Dabei ist immer wieder zu betonen, dass nicht der zurückgelegte Weg, sondern der Abstand vom Startpunkt gemessen wurde. Die Kandidatin lief los, wurde schneller, bremste am Fenster bis auf die Geschwindigkeit null ab und lief zurück.

Diese Verhalten erkennt man an der blauen Kurve der Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeit nimmt erst zu, erreicht eine Höchstgeschwindigkeit und nimmt dann ab bis auf null. Danach passiert das Gleiche im Negativen (unter der x-Achse). Negative Geschwindigkeit bedeutet nur, dass die Kollegiatin auf den Startpunkt zurückläuft.

Die grüne Kurve gibt die Beschleunigung an. Anfangs gibt die Kollegiatin Gas, lässt dann mit dem Beschleunigen nach, bis zur Höchstgeschwindigkeit. Danach bremst Sie den Schwung, die Beschleunigung wird negativ. Beim Rücklauf nimmt die Beschleunigung wieder zu und wird zuletzt auf null zurückgenommen.

Hier haben wir die Geschwindigkeit und die Beschleunigung nur qualitativ und gefühlsmäßig erfasst. Wie man aus einer Weg-Zeit-Funktion die Geschwindigkeits-Zeit-Funktion richtig berechnet, das ist Thema der nächsten Stunden. Wenn man die physikalische Bedeutung weglässt, dann entspricht der Geschwindigkeit zu einem gewissen Zeitpunkt genau die Steigung der Tangente an den Graphen in diesem Punkt.