

Verlauf:

Phase	Inhaltliche Schwerpunkte	Aktions-/ Sozialform, Methode	Medien	Didaktisch-methodischer Kommentar
In Vorbereitung	Ein Schüler (Testperson) erklärt sich bereit, die Messungen mit dem Spirometer durchzuführen und damit die zu berechnenden Kurven für den Kurs zu erstellen. <i>Alternativ bei einer Doppelstunde: Von jeder Expertengruppe eine eigene Messung erstellen lassen.</i>		Spirometer CAS (TI-Nspire)	Das Spirometer wird mit dem TI-Nspire CAS verbunden und die Testperson atmet zunächst ganz normal weiter durch das Spirometer. Die Luftflussgeschwindigkeit wird als Kurve durch den CAS aufgezeichnet. Anschließend erfolgt eine Messung bei tiefem Atmen und eine unter Belastung (eine Minute schnelles Radfahren). Jede Messung dauert 20 Sekunden (beliebig einstellbar), daher sind die Messungen sehr schnell aufgenommen.
(1. Stunde) Vorstellung des Stunden- inhalts	In der Stunde soll eine mit einem Spirometer und dem TI-Nspire CAS aufgenommene Messwertkurve durch die SuS mathematisch modelliert werden. Zum Einstieg wird ein Bild der Testperson während der Messung gezeigt und das Vorgehen durch den Schüler für den Kurs erläutert.	LI SV	Beamer, Dokumenten- kamera, Einstiegs- grafik	Bei der Aufzeichnung der Messwertkurve mit dem Spirometer war nur ein Schüler als Testperson anwesend. Daher wird der Vorgang für den restlichen Kurs an Hand von Bildern dargestellt (<i>diese sind aus datenschutzrechtlichen Gründen hier nicht enthalten!</i>). Auf diese Weise können die SuS den heute zu untersuchenden Graph in einen Zusammenhang bringen und die Motivation der SuS steigt dank eines realen Bezugs und der eigenen Ermittlung der Werte.
Überleitung zur Arbeitsphase	Zur Überleitung in die Arbeitsphase wird der Ablauf der heutigen Stunde detailliert vorgestellt (siehe Anhang), da das Vorgehen bei der Methode des Expertenpuzzles bekannt ist, wird ein/e Schüler/In das Vorgehen an Hand der Grafik erläutern.	LI SV	Dokumenten- kamera, Beamer, Ablauf der heutigen Stunde	Für die Transparenz des Stundenablaufs werden zu Beginn die einzelnen Phasen des Expertenpuzzles erläutert. Die SuS kennen den Ablauf der Stunde und können an Hand der Grafik zu jeder Zeit nachvollziehen, in welcher Arbeitsphase sie sich gerade befinden (Pfeil zur Anzeige in Grafik). Das Ziel der Gruppenarbeitsphase (Erstellung eines Plakats) wird hier benannt, um ein zielgerichtetes Arbeiten der SuS zu erreichen und sie ihr Ziel kennen.
Experten- gruppen werden gebildet	Arbeitsauftrag 1 wird ausgeführt. Die SuS haben aus der Vorstellung des Stundeninhalts bereits die Information, dass in der Gruppenarbeit ein Graph der Atemdurchflussmessung modelliert werden soll. An Hand der farbigen Auswahlstreifen müssen sie sich für eine der unterschiedlichen Aufgaben (siehe Anhang) entscheiden.	EA GA	Auswahl- streifen	Es findet eine Aufteilung der Sitzgruppen (Stammgruppen) auf unterschiedliche Aufgaben statt. Es gibt drei verschiedene Aufgaben und der Kurs soll in sechs Gruppen (Expertengruppen) arbeiten, daher wird jede Aufgabe von zwei Gruppen bearbeitet.

Phase	Inhaltliche Schwerpunkte	Aktions-/ Sozialform, Methode	Medien	Didaktisch-methodischer Kommentar
Arbeit in Expertengruppen	Arbeitsauftrag 2 wird ausgeführt: Die zugehörige Funktion wird von der Gruppe modelliert, der Flächeninhalt bestimmt und im Sachzusammenhang interpretiert. Die Ergebnisse werden von der Gruppe auf einem Plakat notiert.	GA	AB	Die Expertengruppen finden sich zusammen und die Gruppenarbeitsphase beginnt. Der Kurs sitzt regulär an sechs Gruppentischen. Für die Einteilung der Expertengruppen werden sich die drei Tischgruppen in der vorderen Reihe und die drei Tischgruppen in der hinteren Reihe mischen.
Vorstellung der Ergebnisse in Stammgruppen	Arbeitsauftrag 3. Die SuS gehen zurück in ihre Stammgruppen und erklären sich gegenseitig in einem Museumsrundgang die jeweiligen Gruppenergebnisse aus der vorangegangenen Phase an Hand der entstandenen Plakate.	GA	AB Plakate	Diese Phase wird in einem Museumsrundgang durchgeführt. Vor dem Beginn des Rundgangs erläutere ich kurz den Ablauf und benenne den Startpunkt der einzelnen Stammgruppen, so dass alle Gruppen an unterschiedlichen Plakaten beginnen und sich nicht gegenseitig behindern. Dabei rotieren die drei hinteren Stammgruppen an den drei hinteren Plakaten und entsprechend die drei Stammgruppen vorn an den Plakaten im vorderen Bereich des Raums durch, da auch nur von diesen Experten in den Gruppen zu finden sind.
Vergleich der Ergebnisse	Im Unterrichtsgespräch sollen die unterschiedlichen Messwertkurven und die unterschiedlichen mathematischen Ergebnisse der Expertengruppen miteinander verglichen und im Sachzusammenhang erläutert werden.	LI UG	AB, Plakate, Tabelle	Im Plenum sollen die Aufgaben abschließend beleuchtet werden. Dabei geht es sowohl um Unterschiede als auch Gemeinsamkeiten, die bei der Betrachtung aller Plakate im Raum und auf der Übersicht über die bestimmten Flächeninhalte auffallen. Es soll zu einem Vergleich der bestimmten Werte, also des Lungenvolumens, kommen und ein Bezug zur jeweiligen Situation in der die Messkurve aufgezeichnet wurde hergestellt werden.

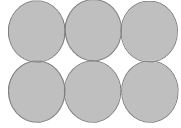
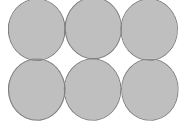
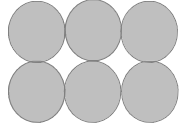
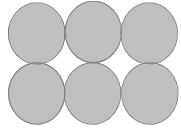
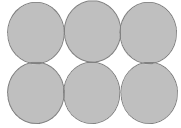
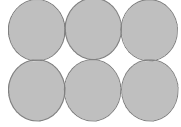
Abkürzungen: Lehrervortrag (LV), Lehrerimpuls (LI), Gruppenarbeit (GA), Partnerarbeit (PA), Einzelarbeit (EA), Schülervortrag (SV), Unterrichtsgespräch (UG), Arbeitsblatt (AB)

Einordnung der Stunde in die Unterrichtsreihe:

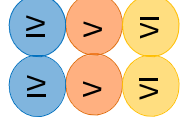
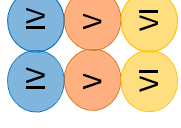
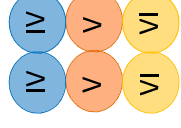
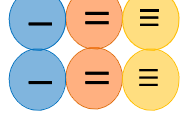
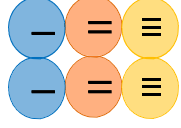
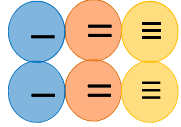
Datum	Stundenthema
04.11.2015 (1./2. Stunde)	Wie sieht die Grenzfunktion aus? – Modellierung der Grenzfunktion mit dem Ziel der Integralberechnung an unterschiedlichen einfachen Anwendungsaufgaben in Gruppenarbeit und Vorstellung der Gruppenergebnisse.
05.11.2015	<i>Ausfall wegen "Hochschultag" in Münster</i>
10.11.2015 (3./4. Stunde)	Reichte der erzeugte Strom der Solaranlage für die Familie aus? – Modellierung einer Funktion zur Bestimmung des Verbrauchs und des Erzeugnisses von Strom über ein Jahr über die Integration der Funktion in arbeitsteiliger Gruppenarbeit und anschließende Gegenüberstellung der Ergebnisse.
12.11.2015 (5. Stunde)	Das Integral als Flächenbilanz – Besprechung der Hausaufgaben mit vertiefender Anwendungsaufgabe.
12.11.2015 (6. Stunde)	Bestimmung des Atemvolumens – Anwendung der Integralrechnung zur Bestimmung des Atemvolumens eines Kursteilnehmers durch Modellierung einer Funktion aus einer zuvor gemessenen Messwertkurve eines Spirometers und Interpretation des Flächeninhalts im Expertenpuzzle, anschließende Präsentation im Museumsrundgang.
17.11.2015 (7./8. Stunde)	Der Modellierungskreislauf – Vorstellung des Modellierungskreislaufs und damit ein Metablick auf die bisher bestimmten Aufgaben mit einer Einordnung der Arbeitsschritte in den Kreislauf.

Anhang der Unterrichtsmaterialien:

Übersicht über die Arbeitsphasen der heutigen Stunde (Expertenpuzzle):



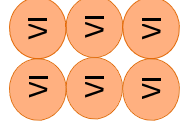
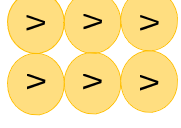
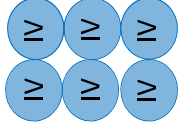
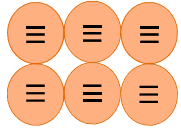
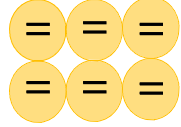
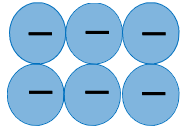
Stammgruppen -
Gruppen, in denen Sie
derzeit zusammen
sitzen



Teilthemenwahl -
Jede/r am Tisch wählt
sich eine Aufgabe aus

⇒ **Arbeitsauftrag 1**

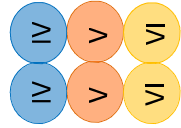
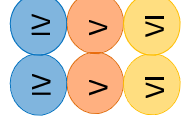
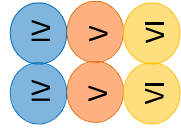
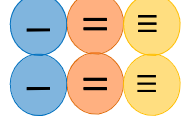
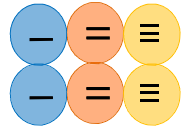
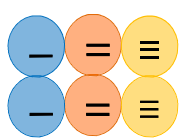
Zeitvorgabe: 3 Minuten



Expertengruppen -
Gemeinsames Lösen
der gleichen Aufgabe
und gestalten eines
Plakats

⇒ **Arbeitsauftrag 2**

Zeitvorgabe: 15 Minuten



**Rückkehr in die
Stammgruppen -**
Gegenseitige
Präsentation der
Plakate im
Museumsrundgang

⇒ **Arbeitsauftrag 3**

Zeitvorgabe: 12 Minuten, 4 Min. pro Plakat

Aufgabenauswahl mit Farbeinteilung (für Arbeitsauftrag 1):

Aufgaben zur Messwertkurve:

I

"Ruhezustand"

Aufgaben zur Messwertkurve:

IV

"Ruhezustand"

Aufgaben zur Messwertkurve:

II

"Tiefes Atmen"

Aufgaben zur Messwertkurve:

V

"Tiefes Atmen"

Aufgaben zur Messwertkurve:

III

"Belastungszustand"

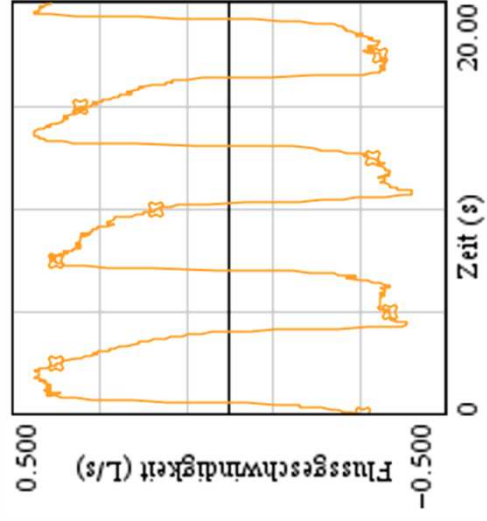
Aufgaben zur Messwertkurve:

VI

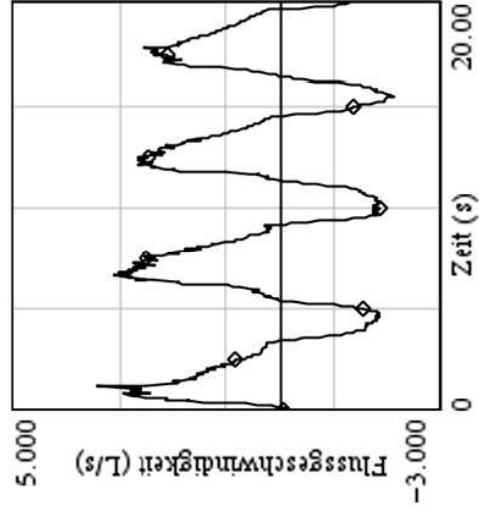
"Belastungszustand"

Graphen der Spirometer-Messung eines Schülers aus dem Kurs:

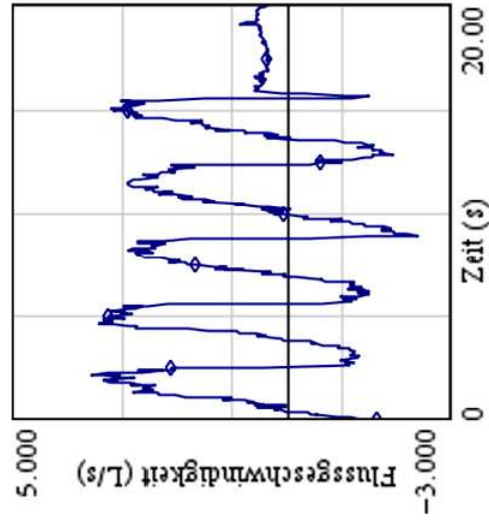
Im Ruhezustand, normales ein- und ausatmen:



Im Ruhezustand, besonders tiefes ein- und ausatmen:



Im Belastungszustand:



Aufgabenauswahl in Stammgruppen

Arbeitsauftrag 1 – In Stammgruppen:

Teilen Sie in Ihrer Stammgruppe (*Tischgruppe der normalen Sitzordnung*) die möglichen Aufgaben untereinander auf, so dass jeder eine Aufgabe bekommt (*Verteilung der farbigen Aufgabenstreifen*).

Zeitvorgabe: 3 Minuten

Aufgabenbearbeitung in Expertengruppen "Ruhezustand"

Arbeitsauftrag 2 – In Expertengruppen:

Wichtig: *Gehen Sie Schritt für Schritt vor. Notieren Sie alle Aufgabenteile als Gruppe auf dem vorliegenden Plakat!*

- a) Modellieren Sie eine Funktion zweiten Grades im Intervall $I [0,5 ; 4]$, also von einer Nullstelle bis zur nächsten.

Tipps zur Aufgabe a):

Tipp 1:



Tipp 2:



Tipp 3:



Tipp 4: Mögliche Lösung



- b) Berechnen Sie den Flächeninhalt unter Ihrer Funktion im Intervall I .
Notieren Sie Ihren erhaltenen Wert in der Tabelle neben der Tafel.

Tipps zur Aufgabe b):

Tipp 1:



c) Interpretieren Sie den Graphen im Sachzusammenhang:

- (1) Was bedeutet eine Nullstelle des Graphen?
- (2) Was gibt die von Ihnen konstruierte Funktion an?
- (3) Was haben Sie mit der Fläche unter dem Graphen bestimmt?

Tipps zur Aufgabe c):

Tipp 1:



Tipp 2:



Tipp 3:



Tipp 4: Mögliche Lösung



Zusatzaufgabe für Schnelle:

- d) Erstellen Sie eine eigene Aufgabe!
- Überlegen Sie sich einen realistischen Sachverhalt, konstruieren Sie eine Messwertkurve dazu und schreiben Sie einen Aufgabentext.
- Erstellen Sie anschließend noch eine Musterlösung zu Ihrer Aufgabe, so dass sie für den Kurs als Übungsaufgabe genutzt werden kann.

Aufgabenbearbeitung in Expertengruppen "Tiefes Atmen"

Arbeitsauftrag 2 – In Expertengruppen:

Wichtig: *Gehen Sie Schritt für Schritt vor. Notieren Sie alle Aufgabenteile als Gruppe auf dem vorliegenden Plakat!*

- a) Modellieren Sie eine Funktion zweiten Grades im Intervall $I [5,5 ; 9]$, also von einer Nullstelle bis zur nächsten.

Tipps zur Aufgabe a):

Tipp 1:



Tipp 2:



Tipp 3:



Tipp 4: Mögliche Lösung



- b) Berechnen Sie den Flächeninhalt unter Ihrer Funktion im Intervall I .
Notieren Sie Ihren erhaltenen Wert in der Tabelle neben der Tafel.

Tipp zur Aufgabe b):

Tipp 1:



c) Interpretieren Sie den Graphen im Sachzusammenhang:

- (1) Was bedeutet eine Nullstelle des Graphen?
- (2) Was gibt die von Ihnen konstruierte Funktion an?
- (3) Was haben Sie mit der Fläche unter dem Graphen bestimmt?

Tipps zur Aufgabe c):

Tipp 1:



Tipp 2:



Tipp 3:



Tipp 4: Mögliche Lösung



Zusatzaufgabe für Schnelle:

- d) Erstellen Sie eine eigene Aufgabe!
- Überlegen Sie sich einen realistischen Sachverhalt, konstruieren Sie eine Messwertkurve dazu und schreiben Sie einen Aufgabentext.
- Erstellen Sie anschließend noch eine Musterlösung zu Ihrer Aufgabe, so dass sie für den Kurs als Übungsaufgabe genutzt werden kann.

Aufgabenbearbeitung in Expertengruppen "Belastungszustand"

Arbeitsauftrag 2 – In Expertengruppen:

Wichtig: *Gehen Sie Schritt für Schritt vor. Notieren Sie alle Aufgabenteile als Gruppe auf dem vorliegenden Plakat!*

- a) Modellieren Sie eine Funktion zweiten Grades im Intervall $I [4 ; 5,5]$, also von einer Nullstelle bis zur nächsten.

Tipps zur Aufgabe a):

Tipp 1:



Tipp 2:



Tipp 3:



Tipp 4: Mögliche Lösung



- b) Berechnen Sie den Flächeninhalt unter Ihrer Funktion im Intervall I .
Notieren Sie Ihren erhaltenen Wert in der Tabelle neben der Tafel.

Tipp zur Aufgabe b):

Tipp 1:



c) Interpretieren Sie den Graphen im Sachzusammenhang:

- (1) Was bedeutet eine Nullstelle des Graphen?
- (2) Was gibt die von Ihnen konstruierte Funktion an?
- (3) Was haben Sie mit der Fläche unter dem Graphen bestimmt?

Tipps zur Aufgabe c):

Tipp 1:



Tipp 2:



Tipp 3:



Tipp 4: Mögliche Lösung



Zusatzaufgabe für Schnelle:

- d) Erstellen Sie eine eigene Aufgabe!
- Überlegen Sie sich einen realistischen Sachverhalt, konstruieren Sie eine Messwertkurve dazu und schreiben Sie einen Aufgabentext.
- Erstellen Sie anschließend noch eine Musterlösung zu Ihrer Aufgabe, so dass sie für den Kurs als Übungsaufgabe genutzt werden kann.

Tipps zu Aufgabenstellung 2:

Zu a)

Tipps 1:

Die allgemeine Form einer Funktion zweiten Grades sieht wie folgt aus:

$$f(x) = ax^2 + bx + c.$$



Tipps 2 :

Sie benötigen für die Modellierung einer Funktion zweiten Grades drei Informationen aus dem Graphen, beispielsweise gut abzulesende Punkte, Nullstellen oder Extrema.



Tipps 3:

In Ihrem Graphen bieten sich folgende drei Punkte an:

Die Nullstelle an der unteren Intervallgrenze, der Hochpunkt im Intervall und die obere Intervallgrenze.



Tipps 4 – eine mögliche Lösung (Ruhezustand):

Eine mögliche Gleichung Ihrer Funktion könnte sein:

$$f(x) = -0,13 x^2 + 0,59 x - 0,26$$



Tipps 4 – eine mögliche Lösung (Tiefes Atmen):

Eine mögliche Gleichung Ihrer Funktion könnte sein:

$$f(x) = -0,98 x^2 + 14,2 x - 48,5$$



Tipps 4 – eine mögliche Lösung (Belastungszustand):

Eine mögliche Gleichung Ihrer Funktion könnte sein:

$$f(x) = -6,22 x^2 + 59,1 x - 136,89$$



zu b)

Tipps 1:

Bestimmen Sie das bestimmte Integral im Intervall bis:

$$\int f'(x) dx .$$



Zu c)

Tipp 1:

Schaut euch an, welche Einheiten auf den Achsen zu finden sind:
Es wird die Geschwindigkeit der Atemluft pro Zeit dargestellt.



Tipp 2:

Die Nullstellen des Graphen geben einen Wechsel zwischen Ein- und Ausatmen an.



Tipp 3:

Der Bereich zwischen zwei Nullstellen beschreibt den Zeitraum von **einmal** ein- bzw. ausatmen.



Tipp 4 - Lösung:

Die Fläche, die zwischen dem Graph und der x-Achse eingeschlossen wird beschreibt das Atemvolumen der Versuchsperson.



Erwartete SchülerInnenlösungen – Arbeitsauftrag 2:

- a) Beschreiben Sie den Verlauf Ihres Graphen in Worten (Stichpunkte sind möglich).
- ~ Hochpunkte liegen alle oberhalb der x-Achse
 - ~ Tiefpunkte liegen alle unterhalb der x-Achse
 - ~ zwischen den Extrema finden sich entsprechende Nullstellen
 - ~ Die Abschnitte zwischen zwei Nullstellen sehen relativ gleich aus; der Graph verläuft in relativ regelmäßigen Kurven

- b) Konstruieren Sie eine Funktion zweiten Grades im Intervall I, also von einer Nullstelle bis zur nächsten.

Ruhezustand: $[0,5 ; 4]$

$$\sim f_R(x) = -0,13x^2 + 0,59x - 0,26$$

Tiefes Atmen: $[5,5 ; 9]$

$$\sim f_T(x) = -0,98x^2 + 14,2x - 48,5$$

Belastungszustand: $[4 ; 5,5]$

$$\sim f_B(x) = -6,22x^2 + 59,1x - 136,89$$

Berechnen Sie den Flächeninhalt unter Ihrer Funktion im Intervall I.

$$\sim \int_{0,5}^4 f_R(x) dx = 0,97 \approx 1$$

$$\sim \int_{5,5}^9 f_T(x) dx = 6,78 \approx 7$$

$$\sim \int_4^{5,5} f_B(x) dx = 3,5$$

- c) Interpretieren Sie den Graphen im Sachzusammenhang:

(1) Was bedeutet eine Nullstelle des Graphen?

~ *Wechsel zwischen Einatmen und Ausatmen.*

(2) Was gibt die von Ihnen konstruierte Funktion an?

~ *Sie beschreibt den Verlauf des Graphen, der in dem Intervall einmal Einatmen der Versuchsperson zeigt.*

(3) Was haben Sie mit der Fläche unter dem konstruierten Graphen bestimmt?

~ *Der Flächeninhalt unter dem konstruierten Graphen gibt das Lungenvolumen der Testperson an.*

Aufgabenbearbeitung in Stammgruppen

Arbeitsauftrag 3 – In Stammgruppen:

Stellen Sie sich die Aufgaben an Hand der Plakate gegenseitig in den Stammgruppen vor. Dazu wird ein Museumsrundgang durchgeführt.

Die jeweils Verantwortlichen einer Aufgabe stellen der Stammgruppe Ihr Vorgehen vor.

Pro Plakat stehen jeder Gruppe **4 Minuten** Vorstellungs-, Frage- und Diskussionszeit zur Verfügung.

Achten Sie auf das akustische Signal für den Wechsel zum nächsten Plakat.

Vorbereitetes Plakat zur Ergebnissammlung:

Zur Ergänzung durch die einzelnen Gruppen für eine gemeinsame Übersicht, aushängend neben der Tafel.

Vergleich der ermittelten Werte aus den Atemkurven:

	Atmung in Ruhe	Tiefes Atmen	Atmung unter Belastung
Gruppe 1			
Gruppe 2			

Erwartete SchülerInnenbeiträge in der abschließenden Plenumsphase zu möglichen Fragestellungen:

Vergleichen Sie die unterschiedlichen Flächen unter den Graphen (Tabelle) (und die Plakate) miteinander:

Mögliche Wortmeldungen:

- ~ *Das Herangehen war in allen Gruppen identisch/unterschiedlich*
- ~ *Die Lösungen der gleichen Aufgaben weichen leicht voneinander ab, da unterschiedliche Funktionen modelliert wurden*
- ~ *Die Ergebnisse der unterschiedlichen Aufgaben weichen stark voneinander ab*
- ~ *Die Ergebnisse der Aufgabenstellung zu "Tiefem Atmen" und "Unter Belastung" sowie in "Ruhe" liegen weit auseinander*
- ~ *Man kann erkennen, dass das genutzte Lungenvolumen bei tiefem Atmen am größten, unter Belastung liegt in der Mitte und bei dem Atmen in Ruhe am kleinsten*
- ~ *Das genutzte Lungenvolumen der Versuchsperson liegt bei maximal x Litern.*