

Schweizerische Maturitätsprüfung Winter 2012, Basel/Bern

Prüfung gemäss altem Recht
(Prüfungsverordnung, Stand am 1. November 2011)

**Grundlagenfach Naturwissenschaften*,
Teil Physik**

Kand.-Nr

Name / Vorname

.....

* Die Gesamtnote im Bereich Naturwissenschaften setzt sich aus den Noten in den drei Prüfungsteilen (Biologie, Chemie, Physik) zusammen.

Für die Korrigierenden

Korrigierender

erreichte Punktzahl

Note Teil Physik*
(auf Zehntelnote gerundet)

Prüfung gemäss neuem Recht
(Prüfungsverordnung, Stand am 1. Januar 2012)

Grundlagenfach Physik

Kand.-Nr

Name / Vorname

.....

Für die Korrigierenden

Korrigierender

erreichte Punktzahl

Note

Verfasser: R. Weiss
Zeit: 80 Minuten
Hilfsmittel: Formelsammlung und Taschenrechner gemäss Weisungen SMK

Hinweise: Antworten, Lösungen und Resultate sind direkt auf die Aufgabenblätter zu schreiben. Bitte unterstreichen Sie jeweils Ihr Resultat. Sollten Sie mehr Platz als vorgesehen benötigen, ist dafür hinten eine leere Zusatzseite beigelegt. Machen Sie auf dem Aufgabenblatt unbedingt einen entsprechenden verbalen Hinweis. Eigene Zusatzblätter dürfen nicht verwendet werden. Eine **formale** Lösung muss nur gegeben werden, wo dies ausdrücklich verlangt ist. Der Lösungsweg muss ersichtlich sein, ein Resultat ohne Herleitung ergibt keine Punkte. Das Resultat darf dann nur noch gegebene Grössen enthalten. Bei den **numerischen** Lösungen muss der Rechenweg ebenfalls ersichtlich sein, auch wenn zur Berechnung ein Rechner verwendet wird – ein Resultat ohne Herleitung ergibt keine Punkte. Resultate

müssen eine sinnvolle physikalische Einheit enthalten und eine sinnvolle Genauigkeit aufweisen.

Verbale Antworten sollen in klaren Sätzen in korrektem Deutsch gegeben werden.

Bemühen Sie sich in Ihrem eigenen Interesse um eine klare Darstellung und leserliche Schrift – Unleserliches und Unverständliches ergibt keine Punkte.

Die Serie umfasst 7 Aufgaben, das Punktemaximum beträgt 64 Punkte.
Zur Erreichung der Note 6 ist nicht die volle Punktzahl erforderlich.

Aufgabe 1 (10 Punkte)

Auf der horizontalen Startbahn auf dem Deck eines Flugzeugträgers startet ein Kampfflugzeug der Masse 20 t. Dabei wird es während 3.0 s mit 28 m/s^2 aus dem Stand beschleunigt.

a) Wie gross ist die Geschwindigkeit des Flugzeugs am Ende dieser Phase des Starts?

a1) formal

$$v = at + v_0 \quad (v_0 = 0)$$

$$\underline{\underline{v = at}}$$

1 P.

a2) numerisch (Resultat in km/h angeben)

$$v = 28 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3 \text{ s} = 84 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{3,0 \cdot 10^2 \frac{\text{km}}{\text{h}}}}$$

1 P.

b) Welche Strecke legt das Flugzeug dabei zurück?

b1) formal

$$\underline{\underline{s = \frac{1}{2} at^2}}$$

1 P.

b2) numerisch

$$s = \frac{1}{2} \cdot 28 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (3 \text{ s})^2 = 126 \text{ m} = \underline{\underline{0,13 \text{ km}}}$$

1 P.

c) Wie gross ist die Kraft, die für diese Beschleunigung erforderlich ist?

c1) formal

$$\underline{\underline{F = ma}}$$

1 P.

c2) numerisch

$$F = 20000 \text{ kg} \cdot 28 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{5,6 \cdot 10^5 \text{ N}}}$$

1 P.

d) Die Triebwerke des Kampfflugzeugs liefern dabei eine Schubkraft von $3.2 \cdot 10^5$ N. Weil dies nicht ausreicht, um die bei Aufgabe c) berechnete Kraft aufzubringen, ist auf dem Deck des Flugzeugträgers eine Einrichtung installiert, die das Flugzeug zusätzlich beschleunigt, das sogenannte „Dampfkatapult“. Wie gross ist die Kraft, die vom Dampfkatapult in Bewegungsrichtung auf das Flugzeug ausgeübt wird (nur numerisch)?

$$F_D = F - F_F = 5,6 \cdot 10^5 \text{ N} - 3,2 \cdot 10^5 \text{ N} = \underline{\underline{2,4 \cdot 10^5 \text{ N}}}$$

1 P.

e) Nach dem Start zieht der Pilot das Flugzeug steil nach oben. Schliesslich bewegt es sich in vertikaler Richtung. Wie gross ist jetzt die Beschleunigung des Flugzeugs, wenn die Schubkraft der Triebwerke unverändert $3.2 \cdot 10^5$ N beträgt? Dabei nehmen wir an, dass die Masse des Flugzeugs immer noch 20 t ist. Vereinfachenderweise wird der Luftwiderstand nicht berücksichtigt.

e1) formal

$$F_{\text{eff}} = F_F - F_G = m a$$

$$a = \underline{\underline{\frac{F_F}{m} - g}}$$

2 P.

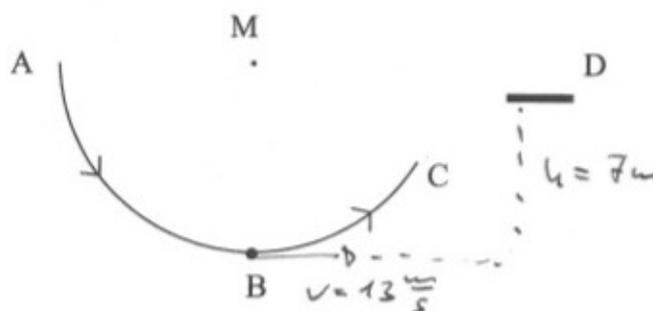
e2) numerisch

$$a = \frac{3,2 \cdot 10^5 \text{ N}}{2 \cdot 10^4 \text{ kg}} - 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{6,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

1 P.

Aufgabe 2 (11 Punkte)

In einem Zirkus tritt eine Artistin auf, die sich mit den Händen an einem Seil festhält. Sie startet bei A (Figur 1) und bewegt sich anschliessend auf einem Kreisbogen von 8.0 m Radius (Mittelpunkt M). Im tiefsten Punkt ihrer Bewegung, im Punkt B, bewegt sie sich mit 13 m/s. Bei C lässt sie das Seil los und fliegt danach frei durch die Luft zum Podest D, wo sie von ihrem Partner aufgefangen wird.



Figur 1

Bei den folgenden Überlegungen müssen Sie den Luftwiderstand nicht berücksichtigen. Hinweis: die Teilaufgaben a) und b) sind voneinander unabhängig!

a) Mit welcher Geschwindigkeit erreicht die Artistin das Podest D, das 7.0 m höher als der Punkt B liegt?

a1) formal

$$E_B = E_D$$

$$\frac{1}{2} m v_B^2 = mgh + \frac{1}{2} m v_D^2$$

$$\underline{\underline{v_D = \sqrt{v_B^2 - 2gh}}}$$

3 P.

a2) numerisch

$$v_D = \sqrt{\left(13 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - 2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 7 \text{m}}$$

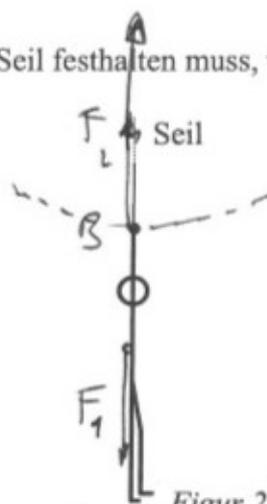
$$\underline{\underline{v_D = 5.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

1 P.

b) Die Frage ist, mit welcher Kraft sich die Artistin am Seil festhalten muss, wenn sie den Punkt B passiert.

b1) In *Figur 2* sehen Sie die Artistin, die sich am Seil festhält. Zeichnen Sie die folgenden Kräfte ein und beschriften Sie sie entsprechend (beachten Sie die Angriffspunkte).

F_1 = Gewichtskraft der Artistin
 F_2 = Kraft vom Seil auf die Artistin



Figur 2

2 P.

b2) Die Artistin bewegt sich auf einem Kreisbogen. Welche Beziehung müssen die Kräfte, die an ihr angreifen, erfüllen?

$$F_{\text{eff}} = F_{\text{rad}} = m \frac{v^2}{r} = F_2 - F_1$$

also F_2 um $m \frac{v^2}{r}$ größer als F_1

2 P.

b3) Wie gross ist die Kraft F_2 , wenn die Masse der Artistin 48 kg beträgt (nur numerisch)?

$$F_2 = m \frac{v^2}{r} + mg$$
$$= 48 \text{ kg} \cdot \left(\frac{(13 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{8 \text{ m}} + 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = \underline{\underline{1,5 \text{ kN}}}$$

2 P.

b4) Wie gross ist somit die Kraft, mit der sich die Artistin am Seil festhalten muss (nur numerisch)?

Ebenso gross; 1,5 kN

1 P.

Aufgabe 3 (8 Punkte)

In einem technischen Museum ist ein Tauchboot für grosse Meerestiefen ausgestellt (der schweizerische Tiefseeforscher Prof. Piccard verwendete ein ähnliches Modell).

Eine Kabine mit dicker Stahlwand ist unten an einem „ballonförmigen Auftriebskörper“ befestigt (Figur 3). Dieser dünnwandige „Auftriebskörper“ ist mit Öl der Dichte $0,70 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ gefüllt.



Figur 3

Im Folgenden müssen Sie Masse und Wanddicke der Auftriebskörperhülle nicht miteinbeziehen.

a) Bei einer Besichtigung sagt ein Besucher: „Ich frage mich, wieso man nicht Luft anstelle von Öl verwendet hat – die Wirkung des Auftriebskörpers wäre dann doch grösser, d. h. er könnte für die gleiche Wirkung kleiner sein.“ Der Führer der Gruppe antwortet ihm, dass es bei der Verwendung von Luft einen Nachteil gäbe, dass die Verwendung von Öl hingegen einen grossen Vorteil habe.

a1) Welches ist der Nachteil bei der Verwendung von Luft?

Luft ist leicht zu komprimieren, daher müsste die Wand des Auftriebskörpers sehr stark (schwer) sein.

2 P.

a2) Welches ist der grosse Vorteil bei der Verwendung von Öl?

Öl ist praktisch inkompressibel, daher kann die Wand dünn und leicht sein.

1 P.

b) Der Auftriebskörper hat ein Volumen von 20 m^3 . Wie gross ist die Kraft, die er bei einer Tauchfahrt auf die unten befestigte Kabine ausübt? Für die Dichte von Meerwasser können Sie den Wert $1.0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ verwenden.

b1) formal

$$\begin{aligned} F &= F_A - F_G \\ &= \rho_w \cdot V \cdot g - \rho_{\text{Öl}} \cdot V \cdot g \\ F &= \underline{\underline{(\rho_w - \rho_{\text{Öl}}) \cdot V \cdot g}} \end{aligned}$$

3 P.

b2) numerisch

$$F = 0,3 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 20 \text{ m}^3 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = \underline{\underline{59 \text{ kN}}}$$

2 P.

Aufgabe 4 (10 Punkte)

Lara giesst 2.0 dl eines heissen Getränks in einen Becher. Sie stellt fest, dass das Getränk zu heiss zum Trinken ist: seine Temperatur beträgt $70 \text{ }^\circ\text{C}$. Deshalb gibt sie etwas Wasser von $18 \text{ }^\circ\text{C}$ hinzu. Nach dem Mischen hat das etwas verdünnte Getränk die Temperatur $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Im Folgenden dürfen Sie annehmen, dass bei diesem Vorgang kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindet.

a) Was besagen der 1. Hauptsatz der Wärmelehre und der Energiesatz in Bezug auf diesen Vorgang? Beantworten Sie diese Frage verbal mit 2 bis 3 Sätzen, ohne eine Formel aufzuführen.

Die Änderung der inneren Energie ist gleich der Summe der Änderungen von Arbeit und Wärme.

Wird an einem System keine ~~Wärme~~ Arbeit verrichtet, so wie hier und keine Wärme mit Umgebung ausgetauscht, so wie hier, dann bleibt die Energie des Systems

konstant (Energieerhaltung)

3 P.

b) Was besagt der 2. Hauptsatz der Wärmelehre in Bezug auf diesen Vorgang? Beantworten Sie diese Frage mit 1 bis 2 Sätzen

Wärme strömt immer vom heißeren zum kälteren Medium. Hier also vom heißen Getränk zum abgegebenen kalten Wasser.

2 P.

c) Wie gross (in dl angegeben) ist das Volumen der Menge Wasser von 18 °C, die Lara zugegeben hat? Die Dichte des Getränks ist gleich gross wie die Dichte von Wasser, die spezifische Wärmekapazität des Getränks beträgt 4.0 kJ/kgK, die von Wasser 4.2 kJ/kgK.

c1) formal

$$c_G \overset{\text{spez. W.K.}}{m_G} (T_G - T_m) = c_w \overset{\text{spez. W.K.}}{m_w} (T_m - T_w)$$

$$V_w = \frac{c_G (T_G - T_m)}{c_w (T_m - T_w)} \cdot V_G$$

c2) numerisch

$$V_w = \frac{4,0 \cdot (70 - 60)}{4,2 \cdot (60 - 18)} \cdot 2 \text{ dl} = \underline{\underline{0,45 \text{ dl}}}$$

3 P.

2 P.

Aufgabe 5 (10 Punkte)

Ein Heizlüfter, der an 230 V angeschlossen wird, hat 2 Heizstufen: Stufe I mit 1.2 kW, Stufe II mit 1.8 kW.

a) Bei Betrieb auf Stufe I ist im Heizlüfter ein einzelnes Heizelement (ein „ohmscher Widerstand“) eingeschaltet.

a1) Wie gross ist der elektrische Widerstand dieses Heizelements?

a11) formal

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R}$$

1 P.

a12) numerisch

$$R = \frac{U^2}{P}$$

$$R = \frac{(230 \text{ V})^2}{1200 \text{ W}} = \underline{\underline{44 \Omega}}$$

1 P.

a2) Wie gross ist der Strom, der dann fliesst?

a21) formal

$$P = U \cdot I$$

$$I = \frac{P}{U}$$

1 P.

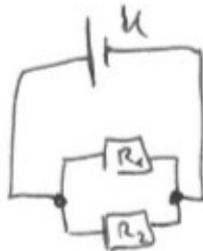
a22) numerisch

$$I = \frac{1200 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{5,2 \text{ A}}}$$

1 P.

b) Bei Betrieb auf Stufe II ist ein zweites Heizelement parallel geschaltet zum ersten Heizelement (dieses wurde in Aufgabe a) betrachtet).

b1) Skizzieren Sie diese Schaltung mit den korrekten Symbolen. Hinweis: An Stelle des Symbols für die Steckdose dürfen Sie das Symbol für eine Batterie verwenden.



1 P.

b2) Wie gross ist der Widerstand des zweiten Heizelements? Hinweis: Überlegen Sie sich, welche Leistung in ihm produziert wird.

b21) formal

$$R_2 = \frac{U^2}{P_2} = \frac{U^2}{P_{II} - P_I}$$

2 P.

b22) numerisch

$$R_2 = \frac{(230 \text{ V})^2}{600 \text{ W}} = \underline{\underline{88 \Omega}}$$

1 P.

b3) Wie gross ist der Strom, der durch das zweite Heizelement fliesst (nur numerisch)?

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{1}{2} I_1 = \underline{\underline{2,6 \text{ A}}}$$

1 P.

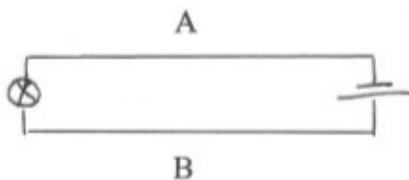
c) Vergleichen Sie die Resultate der Aufgaben a22) und b3). Vergleichen Sie ebenso die Resultate von a12) und b22). Welche Gesetzmässigkeit erkennt man? Formulieren Sie Ihre Antwort in einem Satz.

Stromstärke und Widerstand sind nicht proportional zueinander.

1 P.

Aufgabe 6 (6 Punkte)

Auf dem Tisch vor Ihnen liegen zwei gleiche Drähte, A und B.



Figur 4

An ihnen wird nun links ein Glühlampchen, rechts eine Batterie angeschlossen, so dass ein geschlossener Stromkreis entsteht.

a) Ergänzen Sie *Figur 4* mit den entsprechenden Symbolen.

1 P.

b) Was lässt sich über die Stromstärken I_A im Draht A, I_B im Draht B und I_G im Glühlampchen sagen? Geben Sie eine plausible Begründung für Ihre Antwort (2 bis 3 Sätze) und beziehen Sie sich dabei auf die Definition der Stromstärke.

Die Stromstärke ist überall gleich groß.

Da $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ ist, entspricht die Stromstärke der Menge pro Zeit transportierter Ladungen. Da der Stromkreis nicht verzweigt werden in allen Teilen gleich viele Ladungen pro Zeit transportiert, da nur in Stromquellen Ladungen erzeugt, bzw. aufgenommen werden.

2 P.

c) Bei dieser Schaltung leuchtet das Glühbirnchen („es glüht“), die Drähte A und B glühen aber nicht. Erklären Sie diesen Sachverhalt ausführlich. Gehen Sie dabei von Ihrer Antwort zu Aufgabe b) aus. Ihre Antwort sollte 2 bis 3 Sätze umfassen und die Formeln aufführen, die hier von Bedeutung sind.

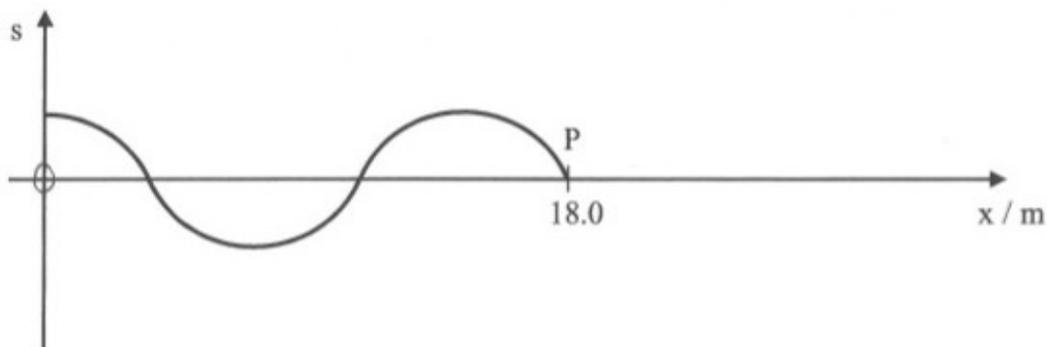
Der Widerstand der Birne ist viel größer, als der der Drähte. Es ist $P = R \cdot I^2$. Da der Strom bei allen dreien gleich ist, entscheidet der Widerstand über die erzeugte Leistung. Diese ist in der Birne viel größer, als in den Drähten.

3 P.

Aufgabe 7 (9 Punkte)

Eine Transversalwelle startet im Ursprung (d. h. bei $x = 0$ m) und breitet sich danach längs der x-Achse aus.

Nach 4.0 Sekunden hat die Welle den Punkt P an der Stelle $x = 18.0$ m erreicht. Figur 5 zeigt eine Fotoaufnahme der Welle zu diesem Zeitpunkt.



Figur 5

a) Wie gross ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit dieser Welle?

a1) formal

$$v = \frac{s}{t}$$

1 P.

a2) numerisch

$$v = \frac{18 \text{ m}}{4 \text{ s}} = \underline{\underline{4,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

1 P.

b) Aus *Figur 5* lässt sich die Wellenlänge errechnen. Wie gross ist sie (nur numerisch)?

$$s = \frac{5}{4} \lambda$$

$$\lambda = \frac{4}{5} s = \frac{4}{5} \cdot 18 \text{ m} = \underline{\underline{14,4 \text{ m}}}$$

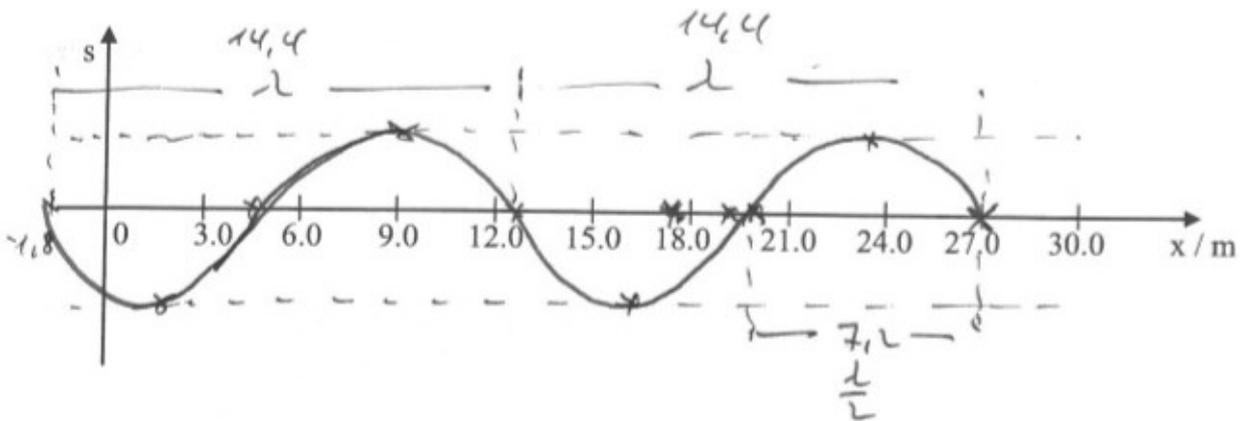
2 P.

c) Berechnen Sie die Frequenz dieser Welle (nur numerisch)

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{4,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{14,4 \text{ m}} = \underline{\underline{0,31 \text{ Hz}}}$$

1 P.

d) 6.0 Sekunden nach ihrem Start im Ursprung wird die Welle wieder fotografiert. Wie sieht die entsprechende Fotoaufnahme der Welle aus? Skizzieren Sie sie möglichst sorgfältig und aussagekräftig in *Figur 6*. Ergänzen und verdeutlichen Sie Ihre Skizze mit einigen erklärenden Stichworten oder Sätzen.



Figur 6

Erklärende Stichworte, bzw. Sätze: $s = v \cdot t = \underline{\underline{27 \text{ m}}}$

$$\frac{27}{14,4} = 1,875 \quad 1 \text{ ganze } \frac{7}{8} \text{ Wellenlängen}$$

$$\left. \begin{array}{l} 27 \text{ m} - 7,2 \text{ m} = \underline{29,8 \text{ m}} \\ 29,8 \text{ m} - 7,2 \text{ m} = \underline{22,6 \text{ m}} \\ 22,6 \text{ m} - 7,2 \text{ m} = \underline{15,4 \text{ m}} \\ 15,4 \text{ m} - 7,2 \text{ m} = \underline{8,2 \text{ m}} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Nullstellen} \\ \text{Max/Min in der Mitte} \\ \text{dazwischen.} \end{array}$$

4 P.

Zusatzseite

Zusätzliche Notizen werden nur bewertet, wenn sie klar einer Aufgabe zugeordnet werden können - geben Sie deshalb unbedingt die Aufgabennummer und den Aufgabenteil an und machen Sie auf dem betreffenden Aufgabenblatt einen entsprechenden verbalen Hinweis.