

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

M. Pieper

Digitale Fachlehre an Hochschulen
E-Learning Konferenz 2017

Bielefeld, 10.10.2017

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Inhaltsübersicht

- Kurzer Impulsvortrag

- Etwas Theorie zum Einstieg...
- Übersicht zu möglichen Fragentypen in ILIAS
- Beispiele zu den Standardfragentypen (mehr als MC!)
- Parametrisierte Fragen mit Stack

- Diskussion

- möglicher Einsatz auch in Nicht-Mathe-Veranstaltungen
- mögliche Umsetzung Ihrer Aufgaben

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Etwas Theorie zum Einstieg...

Onlinetests können prinzipiell im folgenden Kontext eingesetzt werden:

Diagnostisches Assessment:

Einstiegstest vor der Veranstaltung zum Feststellen des Vorwissens

Formatives Assessment:

Veranstaltungsbegleitende Tests zum Feststellen des Leistungsstandes für die Studierenden, aber auch für die Dozierenden

Summatives Assessment:

Abschlussprüfung nach der Veranstaltung, klassische E-Klausur

Achtung: auf rechtliche Rahmenbedingungen achten!

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Etwas Theorie zum Einstieg...

Die Gestaltung der Tests muss sich an den Lernzielen orientieren...

Constructive Alignment:

Es handelt sich um ein didaktisches Konzept zur Kozeption von Lehrveranstaltungen (Möglichkeit der Lehre aus einem Guss).

Lernziele, Lehr-/Lernaktivitäten und Prüfungen sollten aufeinander abgestimmt sein.

Als erstes werden die Lernziele festgelegt. Hierauf werden die Lehr-/Lernaktivitäten abgestimmt. Auch die Prüfung muss angepasst sein:

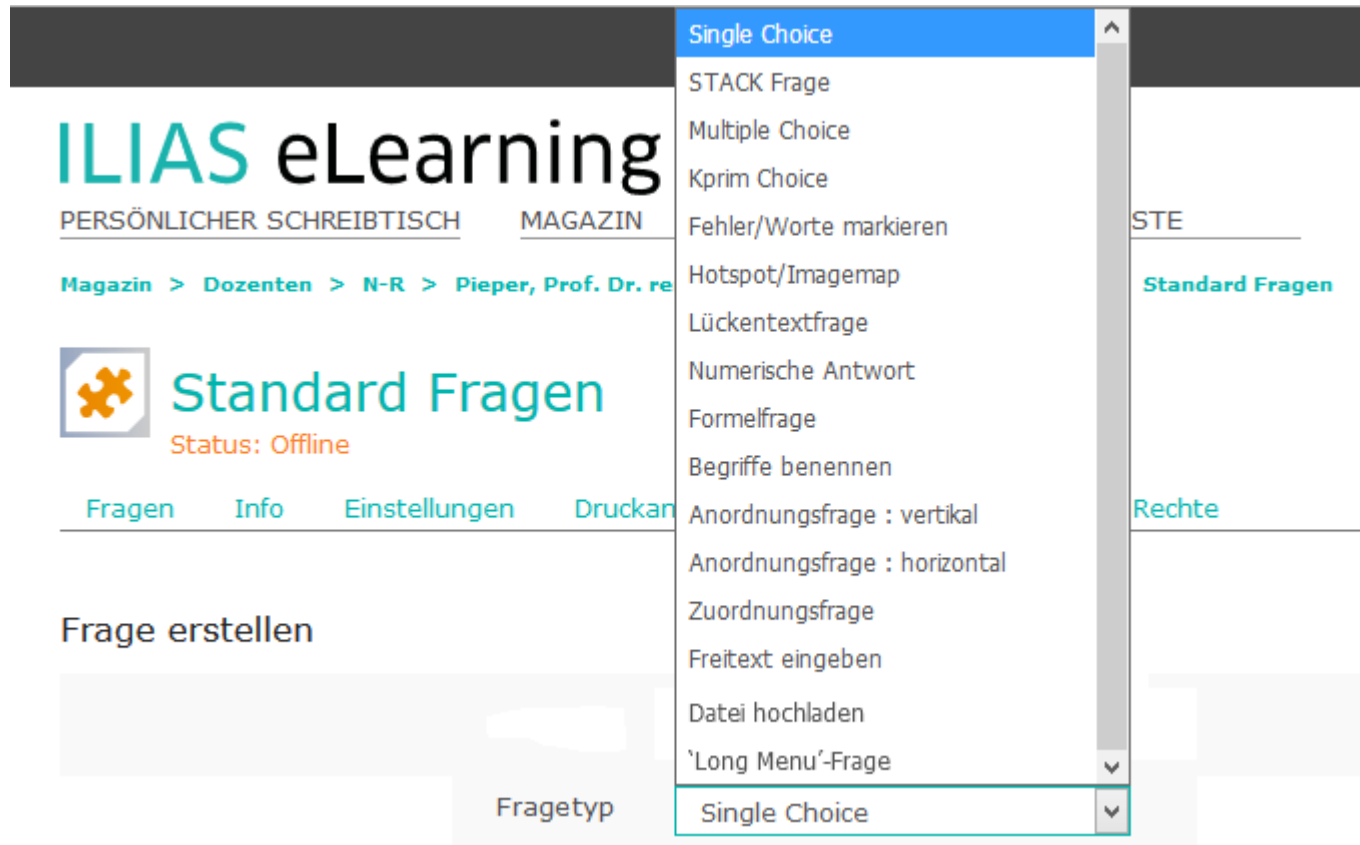
„Studierende lernen nur das, was auch geprüft wird!“



Wie kann ein Test nach dem Constructive Alignment aussehen?

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Mögliche Fragetypen in ILIAS



The screenshot displays the ILIAS eLearning interface. The main header reads "ILIAS eLearning" with sub-headers "PERSÖNLICHER SCHREIBTISCH" and "MAGAZIN". Below this is a breadcrumb trail: "Magazin > Dozenten > N-R > Pieper, Prof. Dr. re". The main content area is titled "Standard Fragen" with a status of "Offline". There are navigation links for "Fragen", "Info", "Einstellungen", and "Drucken". A section titled "Frage erstellen" contains a "Frage" input field and a "Frage" button. A dropdown menu is open, listing various question types: "Single Choice", "STACK Frage", "Multiple Choice", "Kprim Choice", "Fehler/Worte markieren", "Hotspot/Imagemap", "Lückentextfrage", "Numerische Antwort", "Formelfrage", "Begriffe benennen", "Anordnungsfrage : vertikal", "Anordnungsfrage : horizontal", "Zuordnungsfrage", "Freitext eingeben", "Datei hochladen", and "'Long Menu'-Frage". The "Single Choice" option is selected in the dropdown. The background interface also shows "STE" and "Rechte" sections.

Achtung:

Die Auswahlmöglichkeiten sind abhängig von der verwendeten ILIAS Version!

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Multiple Choice / Single Choice

Linear PDEs

Which of the following PDEs are linear with respect to the unknown function u ? There are multiple correct answers!

- $\partial_t u + \partial_{xx} u = \sin(u)$
- $\partial_{xx} u + \partial_{yy} u = 0$
- $\partial_t u \cdot \partial_{xx} u + \partial_{yy} u = 0$
- $\partial_x u + \partial_y u + u \cdot \partial_t u = 0$
- $\partial_t u + \partial_{xx} u = \sin(x)$

Multiple Choice

Rückmeldung anfordern

Boundary Conditions - Formulas

We consider a heat conduction problem, defined by the following mathematical description:

$$\begin{aligned}\rho c_p \partial_t T(t, \vec{x}) &= k \Delta T(t, \vec{x}) \\ T(0, \vec{x}) &= 0 \\ -k \frac{\partial T}{\partial \vec{n}} \Big|_B &= q\end{aligned}$$

Which type of boundary condition is prescribed?

- Third Kind (Robin)
- Second Kind (Neumann)
- First Kind (Dirichlet)

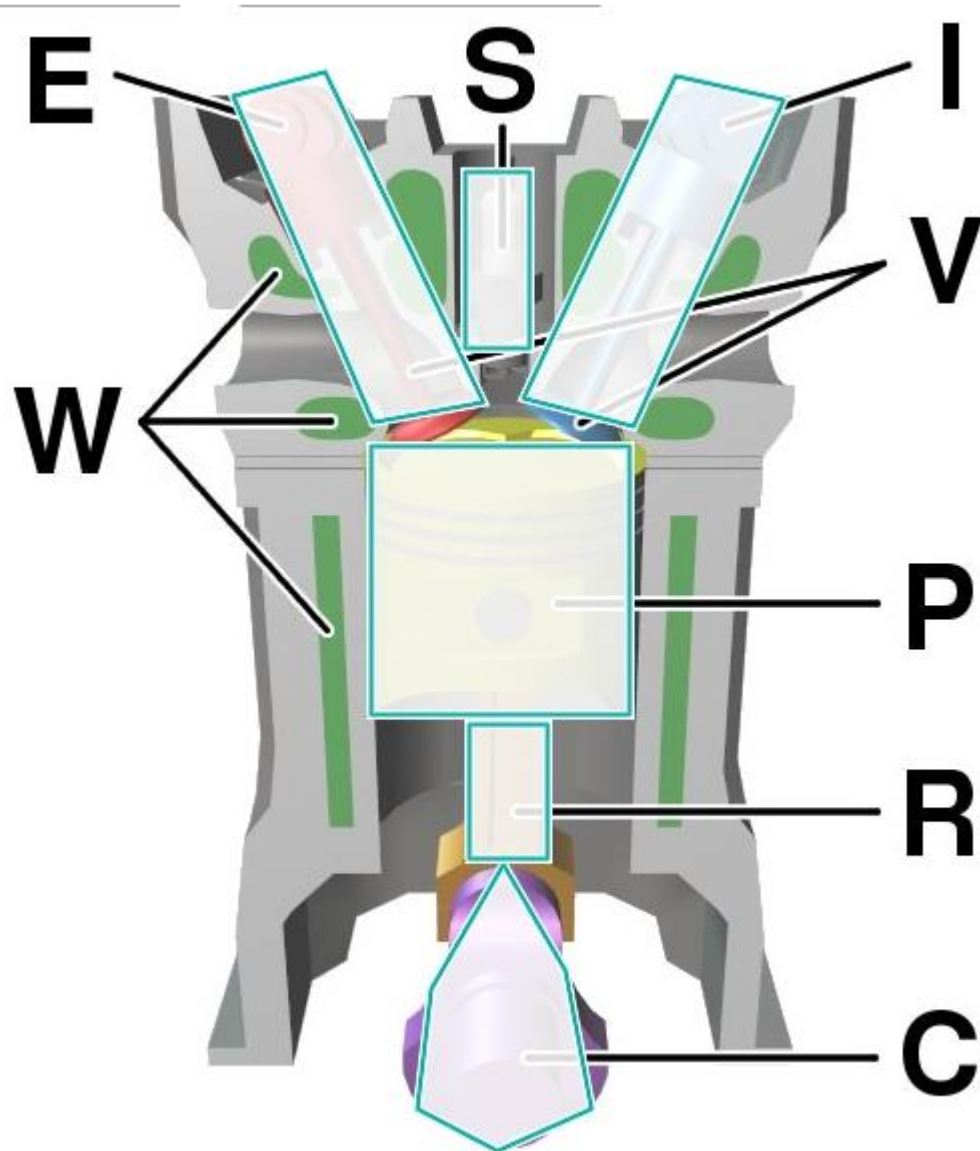
Single Choice

Rückmeldung anfordern

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Hotspot/ Imagemap

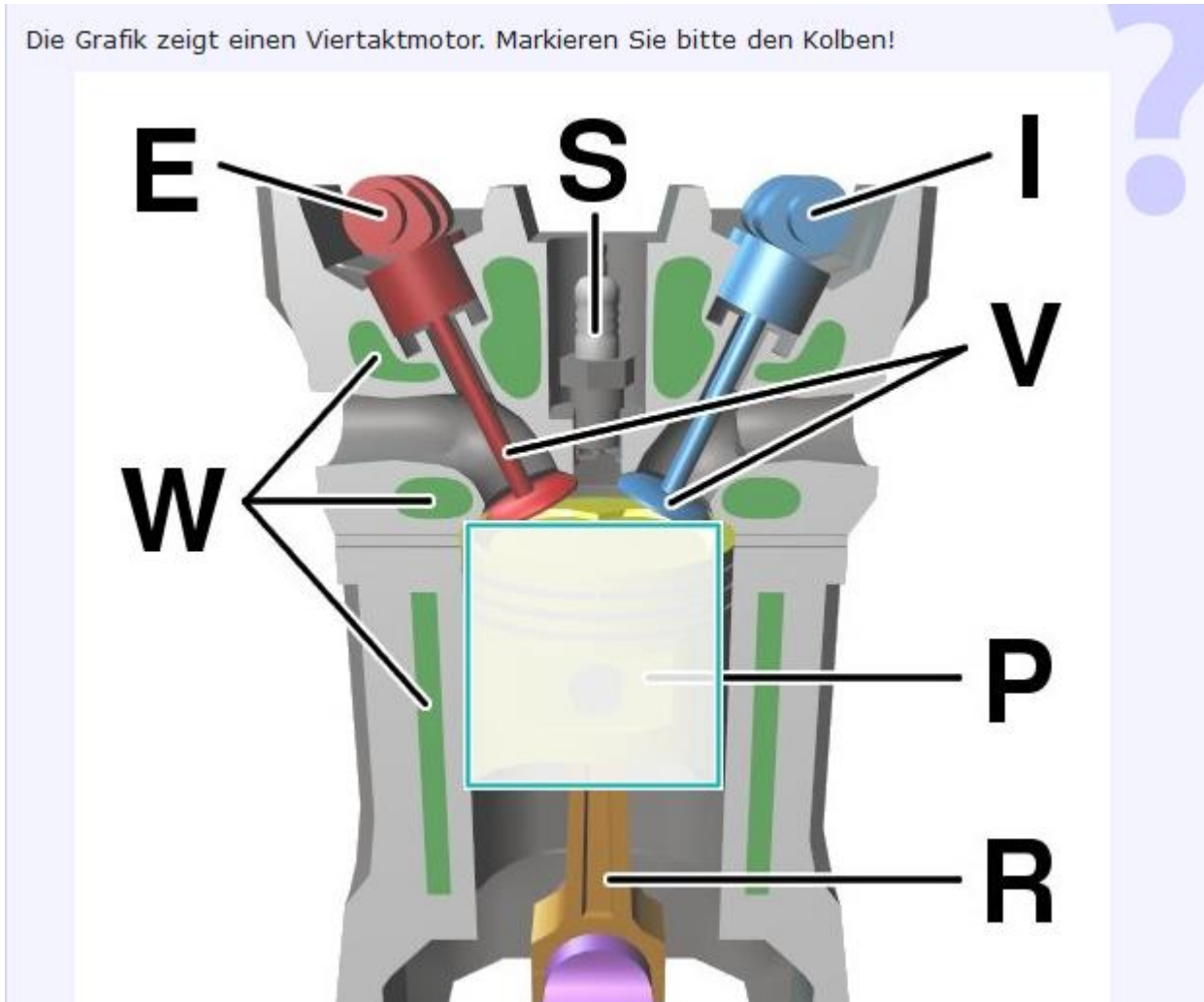
Definition unterschiedlicher Regionen als Imagemap



Grafik: wikipedia (User: Shizhao)

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Hotspot/ Imagemap



Grafik: wikipedia (User: Shizhao)

Imagemap

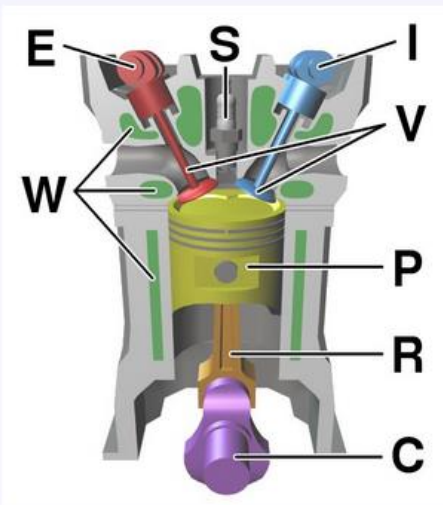
Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Hotspot/ Imagemap

Bemerkungen:

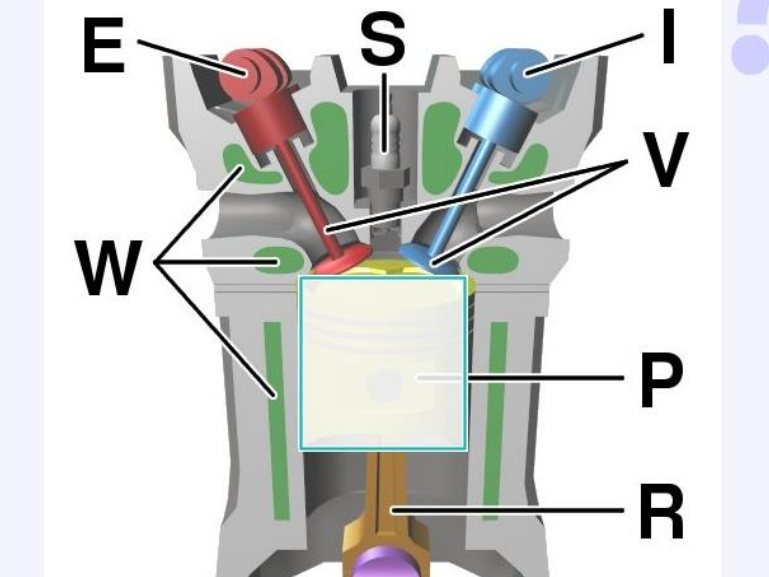
- Hotspot Fragen können als Single und als Multiple Choice gestellt werden
- Hotspot Fragen „erweitern“ Standard Multiple/Single Choice Fragen...

Das Bild zeigt einen Viertaktmotor. Welcher Teil entspricht dem Kolben?



○ R
○ V
○ W

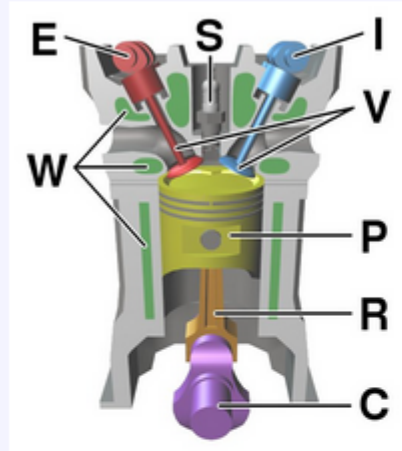
Die Grafik zeigt einen Viertaktmotor. Markieren Sie bitte den Kolben!



Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Zuordnungsfrage

Wie lauten die Bauteile des Viertaktmotors, der in der Grafik gezeigt wird? Ordnen Sie die Bezeichnungen den entsprechenden Teilen zu!



- E
- P
- S

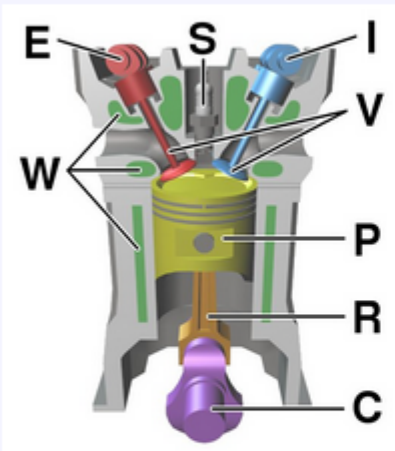
- Zündkerze
- Pleuelstange
- Kolben
- Abgasventil-Nockenwelle
- Kurbelwelle

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Lückentextfrage

Lückentextfrage

Das Bild zeigt einen Viertaktmotor. Benennen Sie die einzelnen Bauteile!



E = S = I =

Rückmeldung anfordern

Die Eingaben müssen mit den vorgegebenen Lösungen übereinstimmen!

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Zuordnungsfrage

Types of PDEs

There are basically three types of PDEs: elliptic, parabolic and hyperbolic. Please assign, by pulling the boxes on the right hand side to the left, to each type a physical phenomenon/equation, which is described by this type!

elliptic PDE

parabolic PDE

hyperbolic PDE

wave equation

transient heat equation

stationary heat equation

Rückmeldung anfordern

Types of PDEs

There are basically three types of PDEs: elliptic, parabolic and hyperbolic. Please assign, by pulling the boxes on the right hand side to the left, to each type a physical phenomenon/equation, which is described by this type!

elliptic PDE

wave equation

parabolic PDE

hyperbolic PDE

stationary heat equation

wave equation

transient heat equation

stationary heat equation

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Anordnungsfragen (horizontal und vertikal)

Anordnungsfrage (vertikal)

Wir suchen die Maxima und Minima einer Funktion $f(x)$.
Wie gehen Sie vor?

Bringen Sie die unten angegebenen Schritte in die richtige Reihenfolge!

Entscheiden ob Maximum/Minimum vorliegt

Erste Ableitung berechnen

Nullstellen der ersten Ableitung bestimmen

Werte der zweiten Ableitung an den kritischen Punkten auswerten

Rückmeldung anfordern

Anordnungsfrage (horizontal)

Bringen Sie den Text in die richtige Reihenfolge:

Schnack

Schnick

Schnuck

Rückmeldung anfordern

Diese Fragentyp eignet sich z.B. zum Abfragen von Algorithmen.

Können evtl. auch Formeln sinnvoll durch diesen Fragentyp abgefragt werden?

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Fehler/ Worte markieren

Fehler finden

Markieren Sie im folgenden Text alle Rechtschreibfehler!

Herr von Ribbeck auf Ribbeck im Havelland

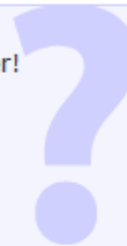
Ein Birnbaum in seinem Garten stant

Und kahm die goldene Herbsteszeit

Und die Birnen leuchteten weit und breit

Da stopfte, wenn's Mittag vom Turme scholl

Der von Ribbeck sich beide Taschen vol



Rückmeldung anfordern

Wörter markieren

Markieren Sie im Text alle Substantive (Hauptwörter)!

Herr von Ribbeck auf Ribbeck im Havelland

Ein Birnbaum in seinem Garten stand

Und kam die goldene Herbsteszeit

Und die Birnen leuchteten weit und breit

Da stopfte, wenn's Mittag vom Turme scholl

Der von Ribbeck sich beide Taschen voll



Rückmeldung anfordern

Diskussionsfrage:

Kann dieser Fragentyp auch sinnvoll in technischen Fächern angewendet werden?

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Freitextfragen

Freitext

Frage 1 von 1 (5 Punkte)

Nicht beantwortet (in Bearbeitung)

Aktionen ▾

Beschreiben Sie kurz, wie sie vorgehen, um die Extrema einer Funktion $f(x)$ zu bestimmen:

Bitte geben Sie nicht mehr als ein Maximum von 1000 Zeichen ein. Alle weiteren Zeichen werden am Ende abgeschnitten.



Wir berechnen zuerst die erste Ableitung. Anschließend die Nullstellen der ersten Ableitung. Diese setzen wir in die zweite Ableitung ein. Ist das Ergebnis größer Null so liegt ein Minimum vor. Ist es kleiner null so liegt ein Maximum vor.

Pfad:

(761 Zeichen)

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Freitextfragen

ILIAS kann bei der Bewertung des Freitextes helfen...

Bewertungsmodus *

Keine automatische Bewertung
Es werden keine Punkte automatisiert vergeben. Die Punktevergabe ist nur mit manueller Bewertung möglich.

Automatische Bewertung bei Nennung einzelner Begriffe
Für jedes gefundene Keyword werden

Antworten *

Antwort-Text

erste Ableitung

zweite Ableitung

Nullstellen

größer Null

kleiner Null

Automatische Bewertung bei Nennung einzelner Begriffe
Die Punkte werden automatisch vergeben.

Automatische Bewertung bei Nennung einzelner Begriffe
Die Punkte werden automatisch vergeben.

Antwort

Freitext (5 Punkte) [ID: 410738]

Antworten von: Pieper, Martin Prof. Dr. rer. nat.:

Beschreiben Sie kurz, wie sie vorgehen, um die Extrema einer Funktion $f(x)$ zu bestimmen:

Wir berechnen zuerst die erste Ableitung. Anschließend die Nullstellen der ersten Ableitung. Diese setzen wir in die zweite Ableitung ein. Ist das Ergebnis größer Null so liegt ein Minimum vor. Ist es kleiner null so liegt ein Maximum vor.

1000 Zeichen zugelassen, Anzahl der eingegebenen Zeichen: **249**

Der Teilnehmer hat 5 von 5 möglichen Punkten erreicht.

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Parametrisierte Testfragen: Stack

Vorteile von Stack fragen:

- Zufallszahlen, ermöglichen immer wieder neue Aufgaben zum Üben
- Differenziertere Korrektur mit Zwischenschritten möglich (Maxima)
- Stack Fragetypen gibt es auch in Moodle
- Viele Musterfragen auf www.ilias.de verfügbar (SIG Mathe + ILIAS)

„Nachteil“:

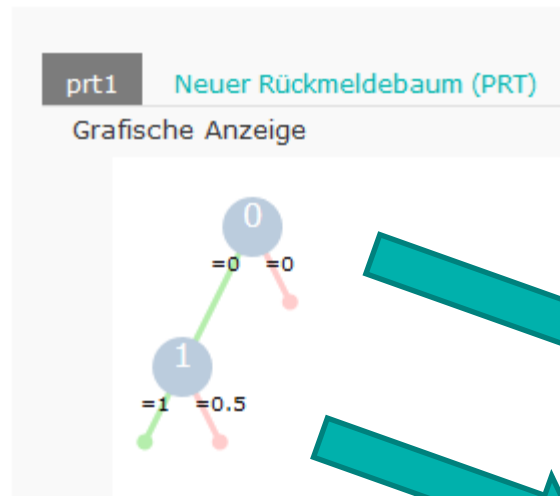
- Es muss mehr „Logik“ in die Vorbereitung und Erstellung der Aufgaben gesteckt werden, was in der Regel mathematisches Hintergrundwissen benötigt!
- Erstellung basiert auf der Syntax von Maxima

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Parametrisierte Testfragen: Stack

Zweistufige Korrektur:

Rückmeldebäume (PRTs)



Dezimalzahl in Bruch

Überführen Sie die folgende Dezimalzahl in einen vollständig gekürzten Bruch mit Zähler und Nenner:

0.325 =

Sind die Ausdrücke algebraisch gleich?

Ist der Bruch vollständig gekürzt?

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Parametrisierte Testfragen: Stack

Weitere Beispiele:

Bestimmung der Geradengleichung in Parameterform

Überprüfung der Lösung:

- $\vec{x}_0 \cdot \vec{n} = \vec{p} \cdot \vec{n}$

- RV steht senkrecht auf \vec{n}

Analytische Geometrie: Parameterform einer Geraden (R2)

Betrachten Sie den Vektorraum \mathbb{R}^2 .

Gegeben seien die Punkte:

$P_1(-20 | -12)$ und $P_2(3 | -16)$

Bestimmen Sie die Gerade g , die durch diese beiden Punkte geht, in

Parameterform: $\vec{x} = \vec{x}_0 + \lambda \cdot \vec{v}$.

Hinweis: Geben Sie die Koordinaten der Vektoren in der Form $[x,y]$ ein.

$\vec{x}_0 =$

Validieren

$\vec{v} =$

Validieren

Rückmeldung anfordern

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Parametrisierte Testfragen: Stack

Umsetzung mit Stack:

Fragen-Variablen

```
p1:rand_with_prohib(-20,20,[0]);
p2:rand_with_prohib(-20,20,[0]);
q1:rand_with_prohib(-20,20,[p1,0]);
q2:rand_with_prohib(-20,20,[0,p2]);
```

```
p: [p1,p2];
q: [q1,q2];
```



Vorgegebene Punkte

```
loesr: p-q;
```



Richtungsvektor

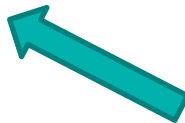
```
vektor: [-loesr[2],loesr[1]];
lvektor: sqrt(vektor[1]*vektor[1]+vektor[2]*vektor[2]);
```



Berechnung des
Normalenvektors

```
n: vektor/lvektor;
```

```
d: p.n;
```



Vergleichswert für Stützvektor

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Parametrisierte Testfragen: Stack

Umsetzung mit Stack:

$$\vec{x}_0 \cdot \vec{n} = \vec{p} \cdot \vec{n}$$

prt1
prt2
Neuer Rückmeldebaum (PRT)

Grafische Anzeige

Rückmeldebaum Name *
prt1

Erster Knoten

▶ Zeigen

0

1

Neuer Knoten

Erster Knoten:
Test ob 2er Vektor

Antwortüberprüfung

Eine Antwortüberprüfung ist ein Test um zwei Ausdrücke dahingehend zu vergleichen, ob sie bestimmte mathematische Eigenschaften erfüllen.

SAns *

Dies ist das erste Argument der Antwortüberprüfungsfunktion. In asymmetrischen Tests wird dies als die Studierenden-Antwort angesehen, obwohl es jeder gültige CAS Ausdruck sein könnte. Es können darin auch Variablen aus der Aufgabe oder dem Feedback benutzt werden.
Inhalt: CAS-Ausdruck

TAns *

Dies ist das zweite Argument der Antwortüberprüfungsfunktion. In

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Parametrisierte Testfragen: Stack

Umsetzung mit Stack:

Stützvektor $\vec{x}_0 \cdot \vec{n} = \vec{p} \cdot \vec{n}$

prt1
prt2
Neuer Rückmeldebaum (PRT)

Grafische Anzeige

Rückmeldebaum Name *

prt1

Erster Knoten

▼

► Zeigen

0 1 Neuer Knoten

Antwortüberprüfung ▼

Eine Antwortüberprüfung ist ein Test um zwei Ausdrücke dahingehend zu vergleichen, ob sie bestimmte mathematische Eigenschaften erfüllen.

SAns *

Dies ist das erste Argument der Antwortüberprüfungsfunktion. In asymmetrischen Tests wird dies als die Studierenden-Antwort angesehen, obwohl es jeder gültige CAS Ausdruck sein könnte. Es können darin auch Variablen aus der Aufgabe oder dem Feedback benutzt werden.
Inhalt: [CAS-Ausdruck](#)

TAns *

Dies ist das zweite Argument der Antwortüberprüfungsfunktion. In

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Parametrisierte Testfragen: Stack

Umsetzung mit Stack:

Richtungsvektor steht senkrecht auf \vec{n}

prt1
prt2
Neuer Rückmeldebaum (PRT)

Grafische Anzeige

Rückmeldebaum Name *
prt2

Erster Knoten
0

[▶ Zeigen](#)

0 1 [Neuer Knoten](#)

Antwortüberprüfung AlgEquiv

Eine Antwortüberprüfung ist ein Test um zwei Ausdrücke dahingehend zu vergleichen, ob sie bestimmte mathematische Eigenschaften erfüllen.

SAns *
ans2.n

TAns *
0

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Parametrisierte Testfragen: Stack

Mögliche Anwendung in der Physik:

Ein Lichtstrahl durch die Punkte $(-2, 3, 6)$ und $(-4, 2, 5)$ trifft auf einen ebenen Spiegel, dessen Fläche gegeben ist durch

$$E: \vec{x} = \begin{pmatrix} -5 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + r \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + s \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

In welchem Punkt trifft der Lichtstrahl auf den Spiegel?

Hinweis: Schreiben Sie die Koordinaten kommagetrennt in der Form $[x,y,z]$

$[x, y, z] =$

Validieren

Bestimmen Sie die Geradengleichung g des am Spiegel reflektierten Lichtstrahls.

$$g: \vec{x} = \vec{x}_0 + \lambda \cdot \vec{v}, \quad \lambda \in \mathbb{R}$$

Hinweis: Schreiben Sie die Koordinaten kommagetrennt in der Form $[x,y,z]$

$x_0 =$

Validieren

$v =$

Validieren

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Parametrisierte Testfragen: Stack

Mögliche Anwendung in der Physik:

2.E3 Zerlegen eines Vektors in Komponenten

Gegeben sind die Vektoren $\vec{a} = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}$, $\vec{b} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ und $\vec{c} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$.

Zerlegen Sie $\vec{d} = \begin{pmatrix} -6 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}$ in Komponenten von \vec{a} , \vec{b} und \vec{c} .

Hinweis: Geben Sie die Vektoren mit eckigen Klammern in der Form $[x,y,z]$ ein.

$\vec{d}_a =$

Validieren

$\vec{d}_b =$

Validieren

$\vec{d}_c =$

Validieren

Mathematische Variante
der Aufgabenstellung

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Parametrisierte Testfragen: Stack

Mögliche Anwendung in der Physik:

2.2 Zerlegen einer Kraft in Komponenten

Zerlegen Sie die Kraft $\vec{F} = \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \end{pmatrix}$ in Komponenten längs der Kräfte $\vec{a} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ und $\vec{b} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$.

Hinweis: Geben Sie die Vektoren mit eckigen Klammern in der Form $[x,y]$ ein.

$\vec{F}_a =$

Validieren

$\vec{F}_b =$

Validieren

Physikalische Variante
der Aufgabenstellung

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Parametrisierte Testfragen: Stack

Wie wurde es gemacht?

2.2 Zerlegen einer Kraft in Komponenten

Zerlegen Sie die Kraft $\vec{F} = \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \end{pmatrix}$ in Komponenten längs der Kräfte $\vec{a} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ und $\vec{b} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$.

Hinweis: Geben Sie die Vektoren mit eckigen Klammern in der Form $[x,y]$ ein.

$\vec{F}_a =$

Validieren

$\vec{F}_b =$

Validieren

```
va: matrix( [1], [1] );
vb: matrix( [ 1+rand([1,2]) ], [1] );
c1: rand_with_step(1,3,1);
c2: rand_with_prohib(1,3,[c1]);
vFa: c1*va;
vFb: c2*vb;
vF: vFa+vFb;
loes1: [ vFa[1][1] , vFa[2][1] ];
loes2: [ vFb[1][1] , vFb[2][1] ];
```

Es werden die
Kraftkomponenten
vorgegeben!

Hieraus wird dann
die vorgegebene
Kraft bestimmt!

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Parametrisierte Testfragen: Stack

Wie wurde es gemacht?

prt1
Neuer Rückmeldebaum (PRT)

Grafische Anzeige

Rückmeldebaum Name *

prt1

Erster Knoten

0 ▼

▶ Zeigen

0 1 Neuer Knoten

Antwortüberprüfung

AlgEquiv ▼

Eine Antwortüberprüfung ist ein Test dahingehend zu vergleichen, ob sie Eigenschaften erfüllen.

SAns *

ans1

Dies ist das erste Argument der Antwortüberprüfung. In asymmetrischen Tests wird dies als angesehen, obwohl es jeder gültige Test sein kann. Es können darin auch Variablen aus dem Feedback benutzt werden.
Inhalt: [CAS-Ausdruck](#)

TAns *

loes1

Dies ist das zweite Argument der Antwortüberprüfung. In asymmetrischen Tests wird dies...

```

va: matrix( [1], [1] );
vb: matrix( [ 1+rand([1,2]) ], [1] );
c1: rand_with_step(1,3,1);
c2: rand_with_prohib(1,3,[c1]);
vFa: c1*va;
vFb: c2*vb;
vF: vFa+vFb;
loes1: [ vFa[1][1], vFa[2][1] ];
loes2: [ vFb[1][1], vFb[2][1] ];
    
```

↔

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Funktionsgraphen erkennen mit Stack

2: Trigonometrische Funktion erkenne

Bestimmen Sie die Funktion zum Graph:

$f(x) =$

$f(x) =$

Ihre Antwort wurde wie folgt interpretiert:
 $\sin(x)$

Die Antwort ist leider falsch.

Bitte vergleichen Sie die Graphen.
Ihre Funktion ist im rot:

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Förderung

SQSL-Projekt

*Systematische und nachhaltige
Qualitätsentwicklung in
Studium und Lehre an der
FH Aachen*



GEFÖRDERT VOM

**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**

Dieses Vorhaben wird aus Mitteln
des BMBF unter dem Förderkenn-
zeichen 01 PL 16076 gefördert.

FELLOWSHIPS FÜR INNOVATIONEN IN DER DIGITALEN HOCHSCHULLEHRE

Gemeinsame Programmlinie des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft
und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen und des Stifterverbandes

Webseiten:

<https://www.fh-aachen.de/hochschule/projekt-sqsl/>
<https://www.stifterverband.org/digital-lehrfellows>



STIFTERVERBAND

Tests in ILIAS: Mehr als nur Multiple Choice?

Diskussionsfragen

Mögliche Diskussionsfragen:

- Welche Fragetypen eignen sich/ eignen sich nicht für Ihre Veranstaltungen?
- Wo können die unterschiedlichen Fragentypen sinnvoll eingesetzt werden?
- Eignet sich Fehler suchen/ Worte markieren für Ingenieuranwendungen?
- Können Stack Fragen auch außerhalb der Mathematik eingesetzt werden?
- Wie sieht der Einsatz von Stack in anderen Fächern aus?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Gibt es Fragen?

FH Aachen
Fachbereich Energietechnik
Prof. Dr. Martin Pieper
Heinrich-Mußmann Str. 1
52428 Jülich
T +49. 241. 6009 53869
pieper@fh-aachen.de
www.fh-aachen.de