

Handreichung Fragenpools

TP 3.2 Formatives eAssessment

Katja Derr, Reinhold Hübl, Tatyana Podgayetskaya

DHBW Mannheim

2016



Dieses Werk wurde im Rahmen des Projekts optes erstellt und steht unter der Lizenz
Creative Commons 'Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Deutschland'.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Übersicht	2
1.1	Curriculum	2
1.2	Aufgabenformate	2
2	Nutzung der Dokumente	3
2.1	Import der Fragen	3
2.2	Server-Einstellungen	3
2.3	Struktur der Fragenpools	4
3	Beispielaufgaben	8
4	Hinweise zur Gestaltung von Aufgaben	12
4.1	Test-Startseite	12
4.2	Test-Einstellungen	12
4.3	Aufgabengestaltung	14
4.4	Fragetypen	19
4.5	Feedback	23
5	Glossar	30
6	Literatur	31
7	Anhang	32
7.1	Mathematische Kategorien	32
7.2	Physikalische Einheiten	33

1 Einleitung und Übersicht

Der vorliegende Fragenpool wurde im Zeitraum 2012-2015 zur Nutzung im optes-Verbundprojekt entwickelt. Die Autorenschaft liegt beim Teilprojekt 3.2 Formatives eAssessment, Projektleitung Prof. Dr. Reinhold Hübl. Die Aufgaben kommen in den Übungen und qualifizierenden Tests der lernzielorientierten Kurse zum Einsatz, können aber auch unabhängig davon zu neuen Fragenpools und Tests zusammengestellt werden.

Diese Handreichung richtet sich an Nutzer/-innen des optes-Materialienpools. Eine detaillierte Beschreibung des didaktischen Konzepts findet sich im Teilprojektbericht „Allgemeine Konzeption eines formativen eAssessments für die Studienvorbereitung im Bereich Mathematik“.

1.1 Curriculum

Das Curriculum des optes-Vorkurses ist am Gymnasial-Lehrplan der Mittel- und Oberstufe orientiert. Dabei wurden Themengebiete berücksichtigt, bei denen Studienanfänger/-innen erfahrungsgemäß besonders häufig Schwierigkeiten haben (wie z.B. Termumformungen) und die Bestandteil der Lehre im ersten und zweiten Semester sind (wie Grenzwerte und Stetigkeit). Inhaltlich wurden die Aufgaben mit dem Vorschlag eines gemeinsamen Mathematik-Curriculums der „cosh“- Gruppe abgestimmt, das als Referenz für Lehrer und Hochschuldozenten in Baden-Württemberg dienen soll (siehe [cosh cooperation schule:hochschule, 2014](#)).

Aktuell liegen im optes-Materialienpool Fragenpools zu den folgenden sieben Kategorien vor:

1. Arithmetik
2. Algebraische Gleichungen und Ungleichungen
3. Potenzen, Wurzeln, Logarithmen
4. Funktionen
5. Geometrie
6. Trigonometrie
7. Lineare Algebra

Aufgaben zu den Kategorien Logik und Kombinatorik, Reelle Zahlen, sowie Grenzwerte und Stetigkeit sind in Planung.

1.2 Aufgabenformate

Im Projekt optes wird unterschieden zwischen Fragen für die (Selbst-)Diagnose (Einsatz im diagnostischen Einstiegstest) und Fragen zur Übung in den Lernmodulen. Der Hauptunterschied liegt im Feedback: Übungsaufgaben bieten neben dem Verifikationsfeedback (richtig/falsch) und der richtigen Lösung einen Lösungsweg an (für Autor/-innen: siehe ILIAS Reiter „Rückmeldung“). Hinzu kommen Interpretationshilfen in Bezug auf Rechenfehler, z.B. bei Distraktoren in Multiple Choice-Aufgaben.

Beim diagnostischen Feedback liegt der Fokus auf dem Gesamtergebnis und den daraus resultierenden Lernempfehlungen. Aufgaben, die für den diagnostischen Einstiegstest vorgesehen sind, bieten keine Musterlösungen an!

In den aktuell vorliegenden Fragenpools wurden Standard-ILIAS-Fragetypen verwendet, und zwar hauptsächlich „Single Choice“ und „Lückentext numerisch“.

2 Nutzung der Dokumente

Zur Nutzung des Fragenpools werden im [optes-Materialienpool](#) folgende Dokumente bereitgestellt:

- optes-Fragenpools (zip-files)
- Übersichtsdatei (Infos Fragenpool.xlsx)

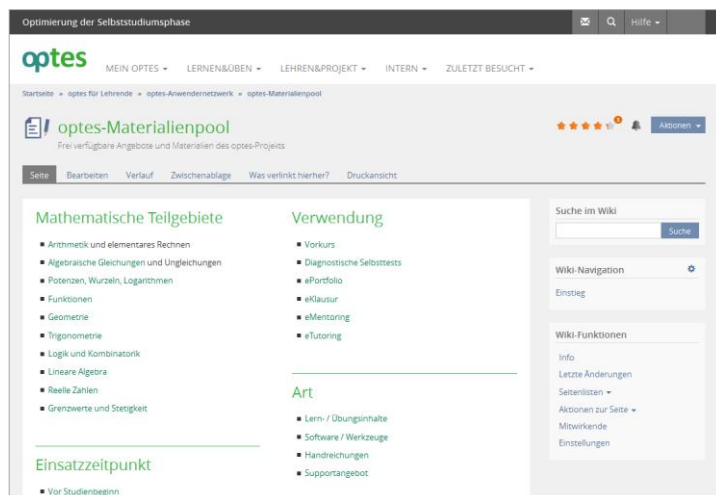


Abb. 1 Screenshot optes-Anwendernetzwerk/Materialienpool

2.1 Import der Fragen

Importieren Sie die zip-Datei als „Fragenpool für Tests“ in Ihre ILIAS-Installation. Unterstützt wird ILIAS-Version 5.0 und höher. **BITTE NENNEN SIE DIE ZIP-DATEI NICHT UM!** Ansonsten ist kein korrekter Import der zip-Datei und eine Umwandlung in einen ILIAS-Fragenpool möglich.

2.2 Server-Einstellungen

Alle optes-Inhalte nutzen LaTeX zur Darstellung mathematischer Zeichen, Brüche und Gleichungen. Bitte aktivieren Sie den LaTeX-Support für Ihre Installation, wenn Sie diesen Fragenpool nutzen möchten. Gehen Sie dazu in die

Administration » Software von Drittanbietern/Untermenüpunkt „Mathjax“

Aktivieren Sie dort Mathjax und konfigurieren Sie gegebenenfalls ihre lokale Mathjax-Installation.

2.3 Struktur der Fragenpools

Die Fragenpools sind nach mathematischen Kategorien geordnet und in zip-files zusammengefasst.

Mathematische Kategorie	Präfix
1 Arithmetik	ari
2 Algebraische Gleichungen und Ungleichungen	gle
3 Potenzen, Wurzeln, Logarithmen	pwl
4 Funktionen	fun
5 Geometrie	geo
6 Trigonometrie	tri
7 Lineare Algebra	lal
8 Logik und Kombinatorik*	log
9 Grenzwerte und Stetigkeit*	gre

*Tabelle 1 Mathematische Kategorien/thematische Grundstruktur für die Sammlung und Klassifizierung der Aufgaben (*Fragenpools zu diesen Kategorien sind in Planung)*

Dabei erhält jede Aufgabe eine Bezeichnung, durch die sie eindeutig einem Themengebiet zugeordnet wird, z.B. „ari_ter_fak“ für eine Aufgabe im Bereich der Arithmetik, Kategorie Termumformungen, Faktorisieren. Auch wenn eine eindeutige Abgrenzung zwischen den Kategorien oft nicht möglich ist, da viele Aufgaben mehr als ein mathematisches Verfahren adressieren, waren die Autor/-innen angehalten, sich auf eine Zuordnung festzulegen (und ggf. eine zweite in einer Übersichtsliste zu vermerken). Das Einsatzgebiet der Aufgaben in Übungen oder diagnostischen Tests wird in Absatz 2.3.2 genauer erläutert.

Abb. 2 zeigt die Struktur der Übersichtstabelle mit allen Kategorien und Unterkategorien im Dokument „Infos Fragenpool.xlsx“. Im Anhang an dieses Dokument findet sich eine komplette Liste der Themengebiete und Unterkategorien.

Das Excel-Dokument „Infos Fragenpool.xlsx“ enthält außerdem einen zweiten Reiter „Item Übersicht“. Hier sind alle verfügbaren Aufgaben aufgelistet. Zusätzlich zur Kategorie-Angabe finden sich hier Hinweise der Autor/-innen auf den Schwierigkeitsgrad (leicht, mittel, schwer), den Fragetyp (Multiple Choice, numerische Eingabe, etc.) und ggf. auf Abbildungen oder Animationen, die in dieser Aufgabe zum Einsatz kommen (vgl. Abb. 3). Die Kategorisierung der Aufgaben wird in den Erläuterungen in den folgenden Absätzen 2.3.1 bis 2.3.5 genauer beschrieben.

	Mathematische Kategorie	Präfix / Aufgabenbezeichnung
1	1 Arithmetik	ari
2	Bruchrechnen	ari_bru
3	generisch / allgemein	ari_bru_gen
4	Prozentrechnen	ari_pro
5	generisch / allgemein	ari_pro_gen
6	Rechnen mit ganzen Zahlen	ari_gan
7	generisch / allgemein	ari_gan_gen
8	Primzahlen	ari_gan_pri
9	Teilbarkeit	ari_gan_tei
10	ggT/kgV	ari_gan_ggt
11	Termumformungen	ari_ter
12	generisch / allgemein	ari_ter_gen
13	Klammern auflösen	ari_ter_kla
14	Distributivgesetze	ari_ter_dis
15	Binomische Formeln	ari_ter_bin
16	Faktorisieren	ari_ter_fak
17	Bruchrechnen mit Variablen	ari_ter_ver
18	Notation	ari_not
19	generisch / allgemein	ari_not_gen
20	Summenzeichen	ari_not_sum
21	Mengenzeichen	ari_not_men
22	Produktzeichen	ari_not_pro
23	2 Algebraische Gleichungen und Ungleichungen	gle
24	3 Potenzen, Wurzeln, Logarithmen	pwl
25	4 Funktionen	fun
26	5 Geometrie	geo
27	6 Trigonometrie	tri
28	7 Logik und Kombinatorik	log
29	8 Lineare Algebra	lal
30	9 Reelle Zahlen	ree
31	10 Grenzwerte und Stetigkeit	gre

Abb. 2 Excel Dokument „Infos Fragenpool.xlsx“, Reiter „Mathematische Kategorien_syntax“

#	Name	Mathematische Kategorie	Subkategorie	Subsubkategorie	Sonstige Kategorie	Schwierigkeit: leicht = 1 mittel = 2 schwer = 3	Einsatzgebiet 1 Diag Eingangstest 2 Diag Kontrolltest 3 Online Lernmodul	Frage- typ SD=1 MC=2; Lückentext = 3 Zuordnung = 4 Anordnung = 5	Anzahl Distra- ktoren	Lösung + Feedback nur Ergeb = 1 Loeswg = 2 adapt. = 3	Abb. jpg png eps pdf swf: Name nAbb.
888	geo_aeh_gen_102	05 Geometrie	Ähnlichkeit		Reelle Zahlen	3	1		4	1	geo_aeh_gen_102_Gra
892	geo_fla_dre_101	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke		2	4		3	2	geo_fla_dre_101_Gra
893	geo_fla_dre_102	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke	Reelle Zahlen	1	2		3	1	
894	geo_fla_dre_103	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke		3	4		3	2	geo_fla_dre_103_Gra
896	geo_fla_dre_gle_102	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke		1	4		3		
898	geo_fla_dre_rec_102	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke		1	4		3	2	geo_fla_dre_rec_102_Gra
899	geo_fla_dre_rec_103	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke		1	4		3	2	tri_fun_gen_122_Gra
900	geo_fla_dre_rec_104	05 Geometrie	Flächen	rechtwinkliges Dre	Reelle Zahlen	1	1		3	1	
901	geo_fla_dre_rec_105	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke		2	4		3	2	
902	geo_fla_dre_rec_106	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke		2	4		1	3	2
903	geo_fla_dre_sin_101	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke		2	4		1	3	2
904	geo_fla_dre_sin_102	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke		3	4		1	4	2
905	geo_fla_dre_sin_103	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke		2	4		1	3	2
906	geo_fla_dre_sin_104	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke		1	4		1	3	2
907	geo_fla_dre_sin_105	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke		2	4		1	3	2
908	geo_fla_dre_sin_106	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke		3	5		1	3	2
909	geo_fla_dre_sin_107	05 Geometrie	Flächen	Dreiecke		3	5		3	2	geo_fla_dre_sin_106_Gra
912	geo_fla_gen_102	05 Geometrie	Flächen	Allgemein		1	4		1	2	2
913	geo_fla_gen_103	05 Geometrie	Flächen	allgemein		3	5		1	4	2

Abb. 3 Excel Dokument „Infos Fragenpool.xlsx“, Reiter „Item_Übersicht“

2.3.1 Schwierigkeitsgrad

Für jedes Themengebiet wurden Aufgaben von unterschiedlicher Schwierigkeit entwickelt, die der Einfachheit halber in drei Stufen kategorisiert wurden (Spalte „Schwierigkeit“ in der Excel Tabelle):

Schwierigkeitsgrad

1	leicht
2	mittel
3	schwer

Der Schwierigkeitsgrad bezieht sich dabei auf die Komplexität und/oder kognitive Anforderung einer Aufgabe und wurde vom Autor/-innen Team festgelegt. Es ist hierbei zu berücksichtigen, dass das komplexe Konstrukt „Schwierigkeit“ durch diese Kategorien nur ansatzweise beschrieben werden kann. Die Vorkenntnisse der Lernenden und der Zeitpunkt im Lernprozess spielen hier eine zentrale Rolle (Baumert et al., 1999).

Für die Bewertung der Schwierigkeit von Aufgaben in den diagnostischen Einstiegstests (und Kontrolltests) konnten außerdem die Testergebnisse mehrerer Jahrgänge von Studienanfänger/-innen der DHBW Mannheim genutzt werden. Als „schwer“ wurden Aufgaben klassifiziert, die von 40% und weniger Teilnehmer/-innen korrekt beantwortet wurden, als „leicht“ wurden Aufgaben klassifiziert, die von 60% und mehr korrekt beantwortet wurden.

2.3.2 Einsatzgebiet

Das Einsatzgebiet beschreibt, in welchem Test die Aufgaben im optes-Projekt zum Einsatz kommen. Aufgaben der Kategorie 1 und 2 eignen sich für diagnostische Tests (*Anm.:* da nicht alle Teilprojekte ein Pre-Posttest-Design verwenden, sind die Aufgaben zum Thema „Kontrolltest“ ein optionales Paket). Alle Aufgaben der Kategorie „3 Online-Lernmodul“ können als Übungsaufgaben genutzt werden. Sie enthalten als Feedback einen Lösungsweg (siehe auch 2.3.4).

Einsatzgebiet

1	Diagnostischer Einstiegstest
2	Kontrolltest (Posttest)
3	Online Lernmodul

2.3.3 Fragetyp

Diese Spalte bezieht sich auf die ILIAS-Fragetypen. Bei SC- und MC-Aufgaben wird jeweils in der folgenden Spalte die Anzahl der Distraktoren genannt. *Anmerkung:* Da die Bewertung von Multiple Choice-Aufgaben (MC: mehrere Antworten können richtig sein) zu Problemen bei der Bewertung führen kann (z.B. negative Punktzahl) kommen in den optes-Fragenpools aktuell ausschließlich Single Choice Fragen (SC) zum Einsatz!

Fragetyp

1	SC Single Choice
2	MC Multiple Choice
3	Lückentext
4	Zuordnung
5	Anordnung

2.3.4 Feedback

Die Spalte Lösung und Feedback kennzeichnet, ob eine Aufgabe einen Lösungsweg (in ILIAS 5: „Rückmeldung“) enthält. Bei Single Choice-Aufgaben wird außerdem teilweise unterschiedliches

Feedback zu den einzelnen Distraktoren gegeben, diese Aufgaben sind dann als „adaptiv“ gekennzeichnet.

Lösung + Feedback

1	nur Ergebnis
2	Lösungsweg
3	adaptiv

2.3.5 Abbildungen/Anmerkungen

Als zusätzliche Angabe wird in der Spalte „Abb.“ vermerkt, ob eine Aufgabe mit einer Abbildung oder Animation verknüpft ist, außerdem wurden in der Spalte „Anmerkungen“ Stichworte oder Hinweise zu ähnlichen Aufgaben notiert.

3 Beispielaufgaben

pwl_rat_gen_109



Quelle: Grosskraftwerk Mannheim Aktiengesellschaft www.gkm.de

Der weltweite CO_2 -Ausstoß belief sich im Jahr 2011 auf ca. 34 Mrd. Tonnen. Gegenwärtig steigt er pro Jahr um etwa 2.5%.

Da CO_2 als wesentlicher Faktor für den Klimawandel gilt, wird von vielen Seiten eine Verringerung des CO_2 -Ausstoßes gefordert.

Angenommen es gelingt, den CO_2 -Ausstoß pro Jahr um 1% zu verringern.

Um wieviel höher wäre dann in 100 Jahren der jährliche CO_2 -Ausstoß in der Variante 1 (jährliche Zunahme um 2.5%) als in Variante 2 (jährliche Abnahme um 1%)?

- um ca. 3.5%
- um ca. 350%
- um ca. 426.8%
- um ca. 1181.4%
- um ca. 3227.5%

Ihre Antwort ist korrekt.

Erläuterung:

Bezeichnen wir mit M_0 den aktuellen Jahresausstoß, so entwickelt sich bei Variante 1 der CO_2 -Ausstoß nach der Formel

$$M(t) = M_0 \cdot 1.025^t$$

(wobei t die Zeit in Jahren ist), und bei Variante 2 nach der Formel

$$\tilde{M} = M_0 \cdot 0.99^t$$

Nach 100 Jahren ergibt sich also das Verhältnis

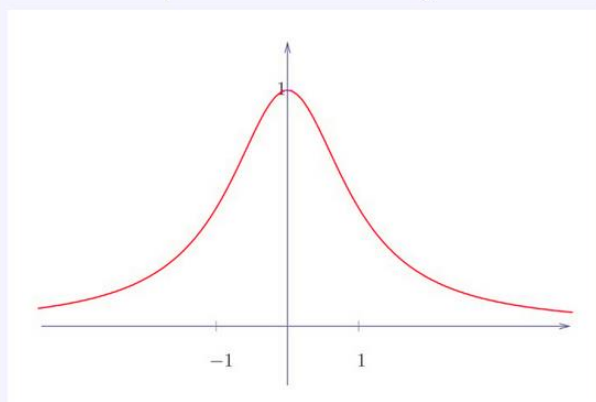
$$\frac{M(100)}{\tilde{M}(100)} = \frac{1.025^{100}}{0.99^{100}} \approx 32.275$$

also ist $M(100)$ um ca. 3227.5 % höher als $\tilde{M}(100)$

Abb. 4 Beispiel für eine Single Choice Übungsaufgabe aus dem Fragenpool „Potenzen, Wurzeln, Logarithmen“ zum Thema „rationale und reelle Exponenten“ (pwl_rat_gen_109)

fun_gra_gen_108

Die Skizze des Graphen einer Funktion hat die folgende Gestalt:



Durch welche Formel wird die Funktion $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, die zu diesem Graphen gehört, sicherlich *nicht* beschrieben?

$f(x) = \ln\left(\frac{x^2+e}{x^2+1}\right)$

$f(x) = e^{-\frac{x^2}{4}}$

$f(x) = \frac{1}{1+x^2}$

Ihre Antwort ist nicht korrekt.

Der Graph dieser Funktion hat in etwa die gegebene Form.

$f(x) = \frac{1}{1-x^2}$

Ihre Antwort ist nicht korrekt.

Lösung:

$$f(x) = \frac{1}{1-x^2}$$

Erläuterung:

Dies ist die einzige Funktion, die definitiv nicht vom dargestellten Graph beschrieben wird. Der Graph dieser Funktion hat nämlich dieses Bild:

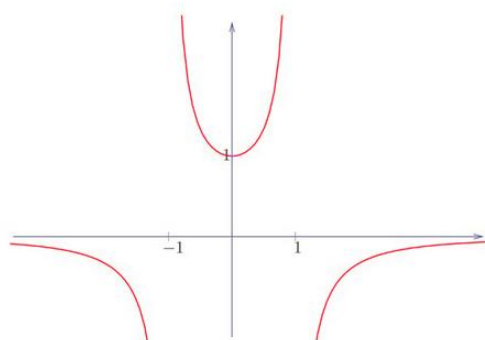


Abb. 5 Beispiel für eine Single Choice Übungsaufgabe mit adaptivem Feedback aus dem Fragenpool „Funktionen“ zum Thema „Funktionsgraph“ (fun_gra_gen_108)

fun_exp_gen_137

Während einer Wachstumsphase einer Pflanze wird ihr Gewicht beschrieben durch die Funktion

$$f: [0, \infty[\rightarrow \mathbb{R} \text{ mit } f(t) = M_0 \cdot e^{\lambda t}$$

wobei M_0 das Anfangsgewicht bezeichnet und λ eine Wachstumskonstante.



Es ist bekannt, dass eine Pflanze nach vier Tagen der Wachstumsphase 3262 g und nach zehn Tagen 14619 g wiegt.

Bestimmen Sie das Anfangsgewicht M_0 .

Runden Sie Ihr Ergebnis auf ganze Gramm, falls erforderlich.

$$M_0 = \text{[input box]} \text{ g}$$

Lösung:

$$M_0 = 1200 \text{ g}$$

Erläuterung:

Wir wissen, dass

$$f(4) = 3262, \quad f(10) = 14619$$

Da wir die Gestalt von f kennen, erhalten wir daraus zwei Gleichungen:

$$M_0 \cdot e^{\lambda \cdot 4} = 3262$$

$$M_0 \cdot e^{\lambda \cdot 10} = 14619$$

Division der ersten durch die zweite Gleichung liefert

$$\frac{e^{\lambda \cdot 4}}{e^{\lambda \cdot 10}} = \frac{3262}{14619}$$

also

$$e^{\lambda \cdot (-6)} = \frac{3262}{14619}$$

Anwendung des Logarithmus liefert

$$(-6) \cdot \lambda = \ln\left(\frac{3262}{14619}\right)$$

woraus zunächst $\lambda = \frac{1}{4}$ folgt. Einsetzen liefert

$$M_0 \cdot e^{\frac{1}{4} \cdot 4} = 3262$$

also

$$M_0 = \frac{3262}{e} \approx 1200 \text{ g}$$

Abb. 6 Beispiel für eine Übungsaufgabe (Lückentextfrage numerisch) aus dem Fragenpool „Funktionen“ zum Thema „Exponentialfunktionen“ (fun_exp_gen_137)

tri_gle_ung_106

Bestimmen Sie, welche Option korrekt ist für jeden Winkel α mit $0 < \alpha < 45^\circ$:

$\cos(45^\circ - \alpha)$	<input type="text" value="ist kleiner als"/>	$\sin(45^\circ + \alpha)$
	--- bitte auswählen ---	
$\tan(45^\circ - \alpha)$	<input type="text" value="ist kleiner als"/>	$\tan(45^\circ + \alpha)$
	ist gleich	
	ist größer als	

Ihre Antwort ist nicht korrekt.

Lösung:

$$\cos(45^\circ - \alpha) = \sin(45^\circ + \alpha)$$

$$\tan(45^\circ - \alpha) < \tan(45^\circ + \alpha)$$

Erläuterung:

Wir wissen, dass $\cos(\beta) = \sin(90^\circ - \beta)$

Setzen wir $\beta = 45^\circ - \alpha$, so ist

$$45^\circ + \alpha = 90^\circ - \beta$$

und es folgt daraus

$$\cos(45^\circ - \alpha) = \sin(45^\circ + \alpha)$$

Da $0 < \alpha < 45^\circ$, ist

$$45^\circ - \alpha < 45^\circ$$

und $45^\circ + \alpha > 45^\circ$, und daraus folgt

$$\sin(45^\circ - \alpha) < \sin(45^\circ + \alpha), \quad \cos(45^\circ - \alpha) > \cos(45^\circ + \alpha)$$

und damit

$$\tan(45^\circ - \alpha) = \frac{\sin(45^\circ - \alpha)}{\cos(45^\circ - \alpha)} < \frac{\sin(45^\circ + \alpha)}{\cos(45^\circ + \alpha)} = \tan(45^\circ + \alpha)$$

Abb. 7 Beispiel für eine Übungsaufgabe (Auswahllücke) aus dem Fragenpool „Trigonometrie“ zum Thema „Trigonometrische Ungleichungen“ (tri_gle_ung_106)

4 Hinweise zur Gestaltung von Aufgaben

Die folgenden Hinweise zur Gestaltung von Aufgaben in ILIAS basieren auf den Empfehlungen der optes-internen Arbeitsgruppe „Aufgaben- und Testdesign“ (Abschlussdokumentation vom Oktober 2014, Überarbeitung für ILIAS 5 im Februar 2016).

4.1 Test-Startseite

Vor jedem Test sollten allgemeine Angaben zur Verwendung der Syntax gemacht werden.

Bitte beachten Sie bei der Eingabe von Zahlenwerten:

- 1) Dezimalzahlen: Dezimalzahlen können mit Komma *oder* Punkt eingegeben werden (2.75 oder 2,75).
- 2) Für mehr als dreistellige Zahlen geben Sie bitte keinen Punkt als Trennzeichen ein (also 1500 anstatt 1.500)
- 3) Negative Werte geben Sie mit einem Minus-Zeichen vor der Zahl ein (also -3)

Anmerkung: Anders als die Standard ILIAS Fragetypen lässt der Fragetyp STACK keine Eingabe von Komma als Delimiter zu. Kommen STACK-Aufgaben in einem Test zum Einsatz, wird empfohlen die Aussage in Punkt 1 umzuformulieren („Dezimalzahlen: Geben Sie bei Dezimalzahlen einen Punkt als Trennzeichen ein (2.75 und *nicht* 2,75“). Beim Einsatz von STACK-Fragen sollte außerdem ein Hinweis auf die von Teilprojekt 1 bereitgestellte Handreichung [Eingabesyntax in Aufgaben](#) sowie den [Übungstest zur Eingabesyntax](#) erfolgen.

4.2 Test-Einstellungen

Zur leichteren Navigation im Test werden in der Fragenliste alle Items angezeigt (Testeinstellungen: „Fragenübersicht anzeigen“).

The screenshot shows a web interface for an online test. At the top, there is a navigation bar with the text 'Optimierung der Selbststudiumsphase' and icons for mail, search, and help. Below this is the 'optes' logo and a menu with options: 'MEIN OPTES', 'LERNEN&ÜBEN', 'LEHREN&PROJEKT', 'INTERN', and 'ZULETZT BESUCHT'. The main content area has a breadcrumb trail: 'Startseite » Angebote für Studienanfänger » Kurse » Quadratische Gleichungen » LZ 1: Unvollständige quadratische Gleichungen'. The title of the section is 'LZ 1: Unvollständige quadratische Gleichungen' with an 'Aktionen' dropdown menu. On the left, there is a 'FRAGENLISTE' sidebar with a list of questions: 'Frage 1', 'Frage 2' (highlighted), 'Frage 3', 'Frage 4', 'Frage 5', and 'Frage 6'. The main area displays 'Frage 2 von 6 - Frage 2'. The question text is: 'Der Bremsweg eines Autos ist proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit, mit der das Auto zu Beginn des Bremsvorgangs fährt. Wenn ein Auto bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h einen Bremsweg von 70 m hat, wie schnell war das Auto unterwegs, wenn der Bremsweg 116 m beträgt? Geben Sie die Antwort in km/h und runden Sie, falls nötig, auf zwei Nachkommastellen.' Below the text is a form field: 'Das Auto war km/h schnell.' Navigation buttons include 'Zurück', 'Ω', 'Test unterbrechen', 'Fragenübersicht', and 'Weiter'.

Abb. 8 Screenshot eines qualifizierenden Tests im LoK „Quadratische Gleichungen“

4.3 Aufgabengestaltung

4.3.1 Bezeichnungen

Bei der Verwaltung der Aufgaben im Aufgabenpool wird der Aufgabentitel, z.B. ari_bru_100, immer sowohl in das Feld "Titel" als auch in das Feld "Beschreibung" eingetragen. Beim Verwenden einer Aufgabe in einem Test kann dann im Feld "Titel" ein alternativer Name verwendet werden, im Feld "Beschreibung" bleibt aber die ursprüngliche Bezeichnung stehen (die Vorlage für die Vergabe von Dateinamen findet sich im optes-Materialienpool, siehe auch Übersicht über das Curriculum in Kapitel 1.1).

The screenshot displays the 'Frage bearbeiten' (Edit Question) interface. At the top, there is a navigation bar with options: 'Fragenpool für Tests', 'Seite bearbeiten', 'Vorschau', 'Frage bearbeiten' (selected), 'Rückmeldung', 'Lösungshinweise', 'Inhalte zur Wiederholung', and 'Statistik'. Below this, the question type is identified as 'SINGLE CHOICE'. The form includes the following fields:

- Titel ***: fun_def_gen_106
- Autor ***: Autor Mustermann
- Beschreibung**: fun_def_gen_106
- Frage ***: A rich text editor containing the text: "Die Wirtschaftlichkeit einer einzelnen Maschine in einem Produktionsprozess soll ermittelt werden. Welche der folgenden Zuordnungen ist *keine* Funktion?" Below this, there is a partially visible text: "Die Zuordnung, die jedem Tag ...".

At the bottom of the question field, there is a 'Path: p' field. The interface also features a toolbar with various editing tools and buttons for 'Speichern und zurückkehren' and 'Speichern'.

Abb. 9 Titelvergabe und Beschreibungstext nach mathematischer Kategorie (Autorensicht, Reiter „Frage bearbeiten“)

4.3.2 Typografie

Als Standardtext wird einfacher Text ohne Auszeichnung verwendet. Die eigentliche Aufgabenstellung (z.B. Wie groß ist, Berechnen Sie, etc.) wird immer **fett** gesetzt, außerdem wird sie durch einen Absatz vom Text davor und danach (bei Lückentext) getrennt.

Ausnahme: Formeln/Text-Inhalte werden *nicht* fett gesetzt.

- Eine Frage wird immer mit einem Fragezeichen abgeschlossen, eine Aufforderung mit einem Punkt oder einem Doppelpunkt (was passender ist).
- Abbildungen werden in die Aufgabenstellung eingebunden (blaues Feld), da sie sonst nicht mit-exportiert werden (bei Animationen ist das leider nicht möglich).

Zur Altersbestimmung organischer Materialien wird die ^{14}C -Methode verwendet. Dabei nutzt man aus, dass das Carbon-14-Isotop ^{14}C radioaktiv mit einer Halbwertszeit von 5730 Jahren ist (d.h. nach 5730 Jahren ist genau die Hälfte des ursprünglichen Materials zerfallen).

In einer lebenden Pflanze ist das Verhältnis zwischen radioaktivem ^{14}C und nicht radioaktivem ^{12}C immer konstant, in einer toten Pflanze nimmt der Anteil des ^{14}C -Isotops durch radioaktiven Zerfall konstant ab, während sich der ^{12}C -Anteil nicht ändert.

Aus dem gemessenen Verhältnis lässt sich dann etwa zurückrechnen, wann ein Baum gefällt wurde.



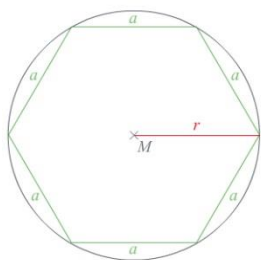
Bei Ausgrabungen wird ein Holzgegenstand gefunden, bei dem seit der Fällung des Baumes bereits 67 % der ursprünglich vorhandenen ^{14}C -Menge zerfallen ist.

Wann wurde der Baum geschlagen?

Runden Sie Ihr Ergebnis auf ganze Jahre.

Vor Jahren.

Abb. 10 Beispiel für eine Aufgabe mit Abbildung und numerischer Eingabe



Ein *reguläres n-Eck* ist ein *n-Eck*, in dem alle Seiten die gleiche Länge *a* haben.

Es kann dadurch gewonnen werden, dass an einem Kreis mit Radius *r* die Kreislinie in *n* gleich lange Teile geteilt wird und benachbarte Endpunkte dieser Teilstücke durch ein Geradenstück miteinander verbunden werden.

Welche der folgenden Formeln ist richtig?

- $a = r \sin\left(\frac{360^\circ}{n}\right)$
- $a = r \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$
- $a = 2r \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$
- $a = \sqrt{\frac{r^2}{2}}$
- $a = \frac{2r\pi}{n}$

Abb. 11 Beispiel für eine Multiple Choice-Aufgabe mit Animation und LaTeX-Formeln in den Distraktoren

Wir setzen $r = 5^{2014} - \left(\frac{1}{5}\right)^{2014}$, $s = 5^{2014} + \left(\frac{1}{5}\right)^{2014}$

Berechnen Sie:

$r^2 - s^2 =$

Abb. 12 Beispiel für eine Aufgabe mit LaTeX-Formel und numerischer Eingabe

4.3.3 LaTeX-Eingabe

Ab ILIAS 4.4 werden html-Eingabeformate (z.B. [tex]/[/tex]) vom System zwar noch akzeptiert, mittelfristig aber programmierseitig nicht mehr unterstützt. D.h. mathematische Formeln werden nur noch mit dem TinyMCE-Editor gesetzt, (bei Single Choice und Multiple Choice-Aufgaben muss dafür "mehrzeilige Antworten" ausgewählt werden):

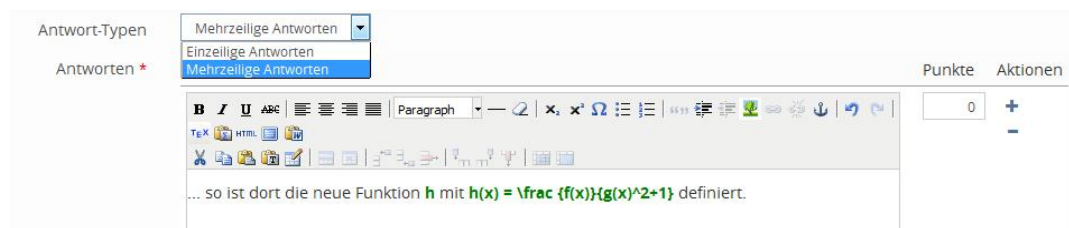


Abb. 13 Eingabefeld „Frage bearbeiten“

Anmerkung: komplexe Brüche sollten anstatt mit „\frac“ mit „\dfrac“ gesetzt werden (bessere Lesbarkeit):

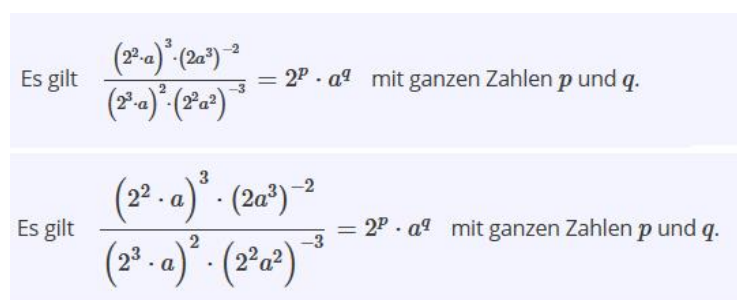


Abb. 14 LaTeX-Syntax „\frac“ und „\dfrac“

Im Fließtext der Aufgabenstellung werden alle Variablen und Formeln in LaTeX gesetzt, ebenso griechische Buchstaben oder physikalische Einheiten. Zahlen im Fließtext können ggf. auch ohne LaTeX gesetzt werden, wenn dadurch das Schriftbild sehr unruhig würde, z.B. bei einer einfachen Auflistung (20 Autos, 50 Fußgänger und 75 Fahrradfahrer).

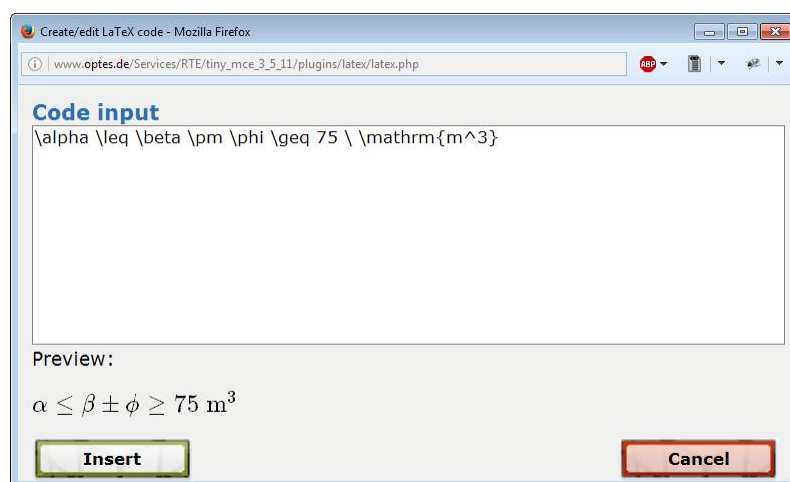


Abb. 15 ILIAS-LaTeX-Editor

4.3.4 Physikalische Einheiten

Bei Größenzeichen, wie z.B. t für Zeit, ist die kursive Schreibweise üblich (wenn auch kein Muss). Einheitenzeichen, wie z.B. min für Stunde, werden nach SI (Système international d'unités) *nicht* kursiv geschrieben (siehe (Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), 2007)). Einheitenzeichen müssen darum in LaTeX von „ $\mathrm{\}$ “ umschlossen werden.

Beispiel: 75 kg

$\$75 \ \mathrm{kg}\$$

Beispiel: 45 000 m³

$\$45 \ 000 \ \mathrm{m}^3\$$

Anmerkung: „ $\mbox{\}$ “ ist auch möglich, kann aber Auswirkungen auf die Art des Schriftfonts haben, darum wird „ $\mathrm{\}$ “ als Standard vorgeschlagen.

Anmerkung: Im Anhang findet sich eine Übersicht über die physikalischen Einheiten und ihre Schreibweisen.

4.3.5 Delimiter

- Dezimalzahlen werden in amerikanischer Schreibweise gesetzt (Punkt als Delimiter).
- Auf diese Schreibweise wird in jeder Testeinführung sowie Einführung zum LoK hingewiesen.
- Zahlen über 1000 werden ohne Tausendertrennzeichen gesetzt, damit die TN sich das für die Eingabe ins numerische Feld merken.
- Zahlen ab 10 000 werden mit Leerzeichen gesetzt (Achtung: es sollten keine Umbrüche innerhalb einer Zahl erscheinen!)
- Zahlen ab 1 000 000 werden abgekürzt (z.B. 3.2 Millionen).

4.3.6 Koordinaten

Angaben zu Koordinaten werden mit senkrechtem Strich „|“ getrennt, z.B. „P (3|4)“ (Tastenkombination: „ $\text{alt} <$ “ bzw. LaTeX-Syntax „ vert “)

4.3.7 Antwortliste SC/MC

Bei Multiple bzw. Single Choice Fragen mit Fließtext gilt die Rechtschreibung und der Punkt am Satzende wird gesetzt (Abb. 16). Bei Multiple bzw. Single Choice Fragen *ohne* Fließtext sollte der Punkt entfallen (Abb. 17).

Welche der folgenden Zuordnungen ist *keine* Funktion?

Die Zuordnung die jedem Tag...

- ... die Anzahl der an einer gegebenen Maschine produzierten Teile zuweist.
- ... die Anzahl der an einer gegebenen Maschine produzierten defekten Teile zuweist.
- ... die an einer gegebenen Maschine produzierten Teile zuweist.
- ... die an einer gegebenen Maschine anfallenden Kosten (in €) zuweist.
- ... die Menge des für eine gegebene Maschine benötigten Schmiermittels (in Liter) zuweist.

Abb. 16 Beispiel für Satzzeichen am Ende von Distraktoren

In einem gleichschenkligen Dreieck mit Schenkellänge a sind die Basiswinkel 30° .

Wie lang ist die Basisseite dieses Dreiecks?

- $g = 3 \cdot a$
- $g = \sqrt{3} \cdot a$
- $g = \sqrt{2} \cdot a$

Abb. 17 Beispiel für kein Satzzeichen am Ende von Distraktoren

4.4 Fragetypen

4.4.1 Single Choice/Multiple Choice

Für Auswahl-Aufgaben, bei denen nur eine Antwort richtig ist, sollte nur das Format "Single Choice" verwendet werden. Das Format "Multiple Choice" sollte nur dann verwendet werden, wenn mehr als eine Antwort korrekt ist. Hier ist bei der Punktvergabe genau darauf zu achten, dass am Ende ein sinnvolles Ergebnis erzielt wird!

4.4.2 Single Choice

Als Standard für Single Choice-Aufgaben sollte "Antworten mischen" angeklickt werden. Es gibt allerdings Aufgaben, bei denen das Mischen der Antworten nicht sinnvoll ist, z.B. wenn die Antworten eine ansteigende Liste darstellen oder wenn die letzte Antwort "Es gibt keine Lösung" ist. In diesem Fall sollte „Aufgaben mischen“ nicht angeklickt werden!

4.4.3 Numerische Eingabe/Lückentext

Für Aufgaben mit numerischer Eingabe sollte nur das Format "Lückentext" verwendet werden (anstatt "Numerische Antwort").

Begründung: Der Fragetyp "Lückentext" bietet die gleiche Funktion (numerische Lücke), ist aber besser geeignet, da Einheiten hinter die Lücke oder "x = ..." vor die Lücke geschrieben werden können. Außerdem kann mehr als eine numerische Lücke pro Aufgabe angelegt werden.

Bei numerischen Lückentexten wird die Lücke so platziert, dass die Aufgabenstellung möglichst unmissverständlich ist, z.B. indem vor die Lücke immer die gesuchte Variable plus "=" gestellt wird. Falls der Antwort eine Einheit zugeordnet ist, wird diese immer rechts neben die Lücke geschrieben. Seit ILIAS 5 bestehen Lückentext-Aufgaben aus zwei Feldern, der Fragestellung (Feld „Frage“) und der Aufgabenstellung (Feld „Lückentextfrage“). Dementsprechend sollte die Aufgabenstellung in das obere und die Aufgabe in das untere Feld eingetragen werden:

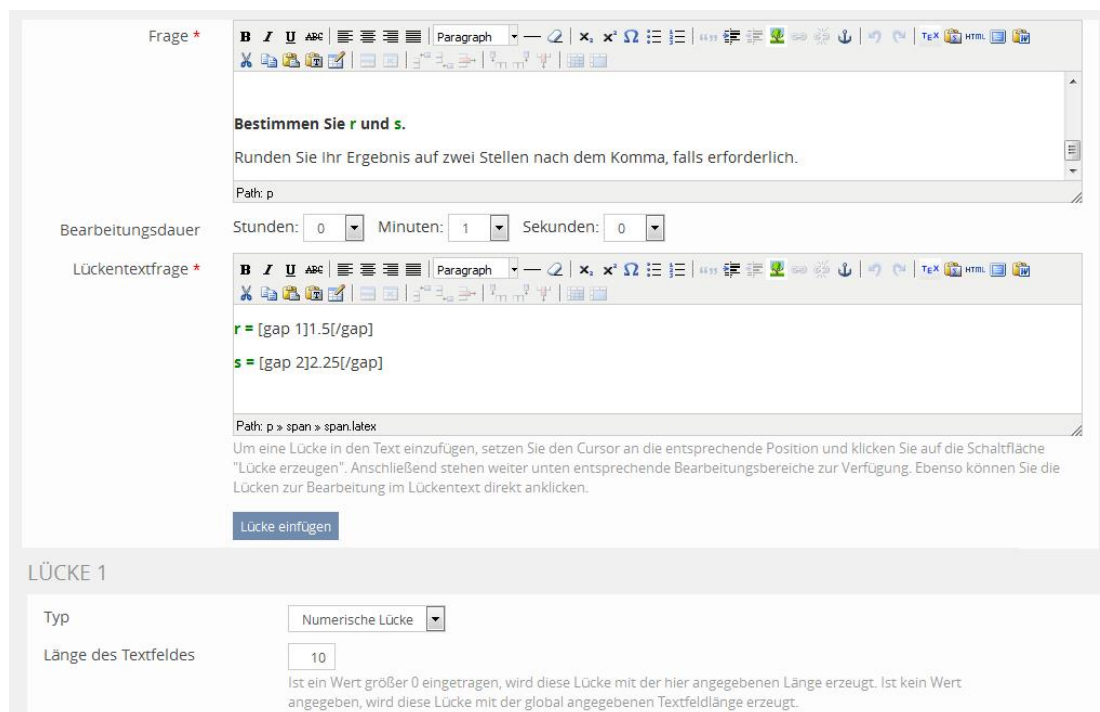
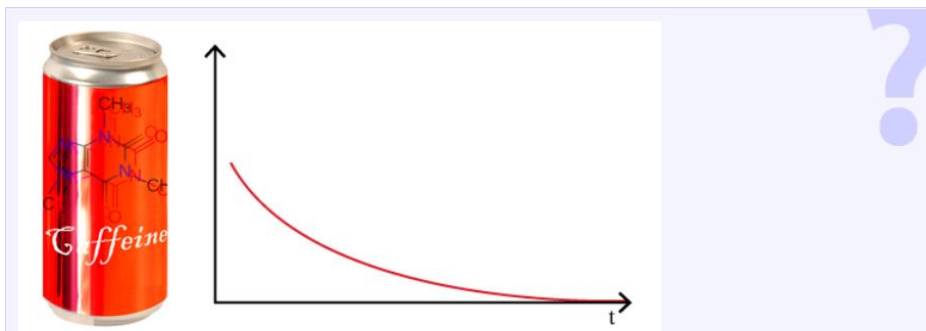


Abb. 18 Lückentextaufgabe numerisch (Autorensicht ILIAS 5)

Die Länge des Textfeldes wird stets auf „10“ gesetzt, da sich die Länge sonst an die Zahl/den erwarteten Wert anpasst und die TN von der Länge der Lücke auf die Länge des erwarteten Werts schließen können.

Ausnahmen: Wenn das Ergebnis eine sehr lange Zahl ist kann die Lücke dementsprechend verlängert werden; wenn mehrere Lücken im Fließtext stehen, sollten die Lücken nicht so lang sein, um den Lesefluss nicht zu stören.



Ein Dose eines Energy-Drinks enthält 64 mg Koffein. Diese gelangen jedoch erst eine Stunde nach Aufnahme des Getränks ins Blut. Nach Aufnahme in die Blutlaufbahn hat das Koffein eine Halbwertszeit von drei Stunden (d.h. der Koffeingehalt im Blut halbiert sich alle drei Stunden).

Nach welchem Zeitraum t , gerundet auf ganze Stunden, ist der Koffeingehalt unter 0.04 mg gesunken?

$t =$ **Stunden.**

Abb. 19 Beispiel Fragetyp Lückentext numerisch, Lücke mit Länge = 10

Bestimmen Sie diese Konstante c , wenn der Fallschirmspringer 5 Sekunden nach dem Absprung eine Fallgeschwindigkeit von 32.54 m/s erreicht hat.

Geben Sie c als Dezimalzahl an und runden Sie, falls nötig, auf zwei Nachkommastellen.

$c =$ **kg/s**

Abb. 20 Beispiel Fragetyp Lückentext numerisch, Lücke mit Länge = 10

Fassen Sie den folgenden Ausdruck zusammen:

$$t = 3(x - (2y - 4z)) - 2(2z - (2y - 3x))$$

$t =$ $\cdot x +$ $\cdot y +$ $\cdot z$

Abb. 21 Fragetyp Lückentext numerisch, Lücke mit Länge = 4

4.4.4 Hinweis auf Rundung bei numerischer Eingabe

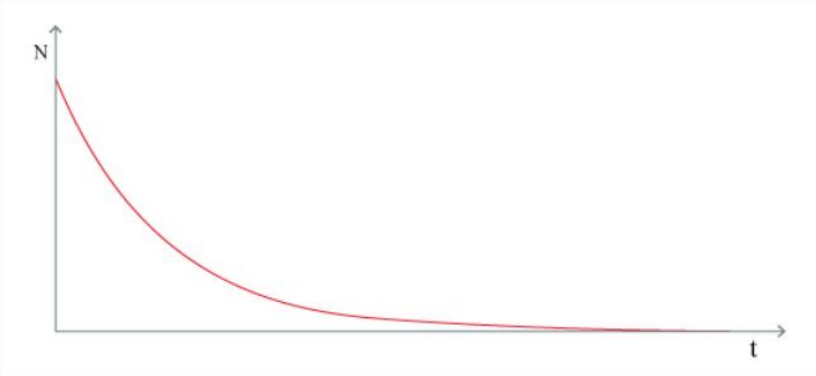
Wenn angemessen, erfolgt der Hinweis auf das Auf- bzw. Abrunden des Ergebnisses unter der Aufgabenstellung in folgender Form:

„Geben Sie die Antwort als Dezimalzahl an und runden Sie, falls nötig, auf zwei Nachkommastellen.“

Anmerkung für Autoren: Bei numerischen Lückentextaufgaben können Rundungsfehler über eine Erhöhung des Toleranzwerts (obere/untere Schranke) abgefangen werden.

Der radioaktive Zerfall eines radioaktiven Elements wird üblicherweise beschrieben durch eine Funktion $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ von der Form $f(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

wobei N_0 die zum Zeitpunkt $t = 0$ vorhandene Menge des radioaktiven Materials bezeichnet und λ eine vom Material abhängige Zerfallskonstante.



Von einem radioaktiven Material ist bekannt, dass pro Tag 8.3% der vorhandenen Menge zerfallen. Bestimmen Sie die Zerfallskonstante λ dieses Materials.

Geben Sie die Antwort als Dezimalzahl an und runden Sie, falls nötig, auf zwei Nachkommastellen.

$\lambda =$

Abb. 22 Hinweis auf Rundung in der Aufgabenstellung

4.5 Feedback

Für Feedback (also adaptives Feedback und Lösungswege) wird in ILIAS nur der Reiter "Feedback" verwendet, da der Im-/Export von „Musterlösungen“ nicht möglich ist. Generell werden für das Verifikationsfeedback (richtig/falsch) die Formulierungen „Ihre Antwort ist korrekt.“, „Ihre Antwort ist nicht korrekt.“, bzw. „Ihre Antwort ist teilweise korrekt.“ verwendet.

4.5.1 Single Choice-Aufgabe, Option 1: Alle Distraktoren erhalten das gleiche Feedback

Feld „Richtige Lösung“:

Ihre Antwort ist korrekt. (fett, kursiv)

Erläuterung: (fett)

Hier dann der Lösungsweg (damit auch TN mit richtiger Antwort nochmal vergleichen können)

Feld „Mindestens eine Antwort ist nicht richtig“:

Ihre Antwort ist nicht korrekt. (fett, kursiv)

Lösung: (fett)

Hier die richtige Antwort.

Erläuterung: (fett)

Hier dann der Lösungsweg

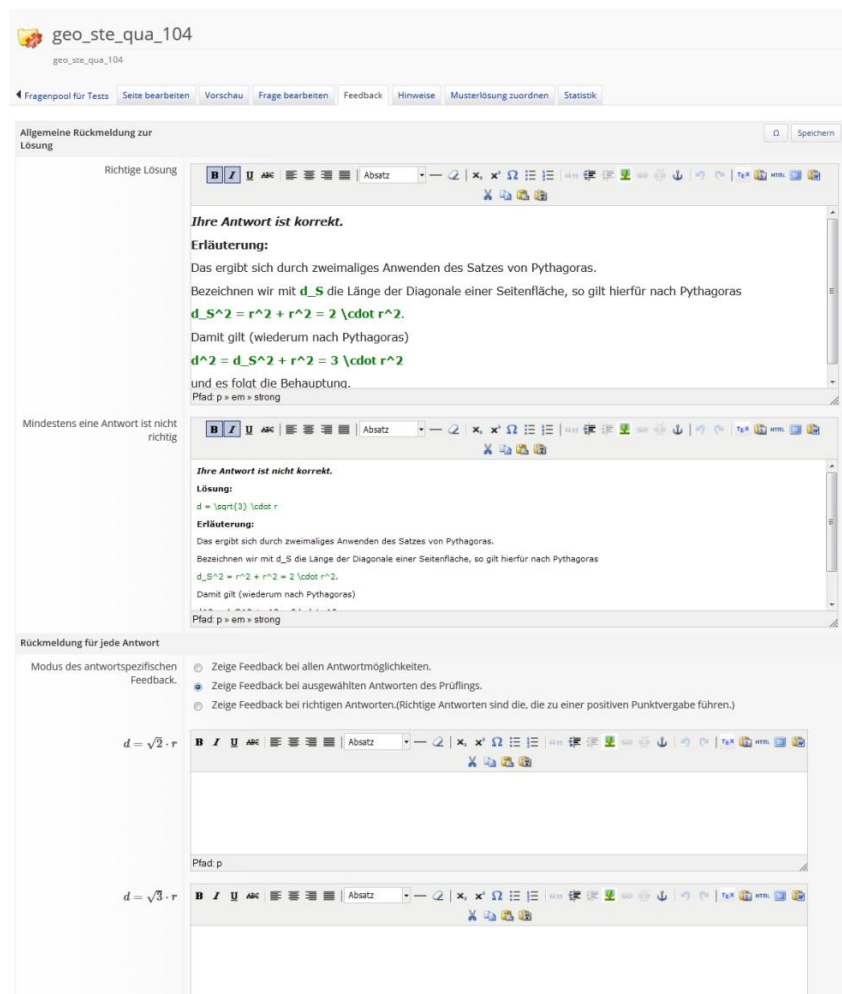
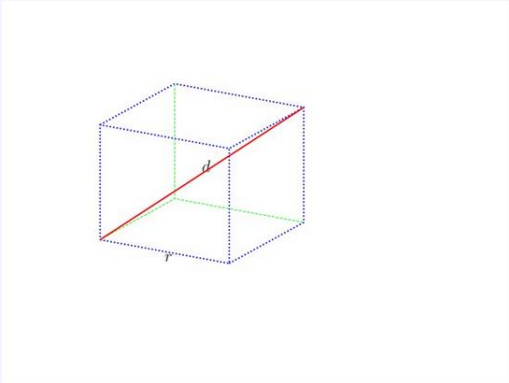


Abb. 23 Autorensicht für Feedback bei einer Single Choice-Aufgabe (alle Distraktoren erhalten das gleiche Feedback)

Gegeben ist ein Würfel mit Seitenlänge r .



Nach welcher Formel berechnet sich die Länge d der Raumdiagonale?

- $d = \sqrt{2} \cdot r$
- $d = \sqrt{3} \cdot r$
- $d = 2 \cdot r$
- $d = r + \sqrt{2} \cdot r$
- d kann aus den Angaben nicht ermittelt werden.

Ihre Antwort ist nicht korrekt.

Lösung:

$$d = \sqrt{3} \cdot r$$

Erläuterung:

Das ergibt sich durch zweimaliges Anwenden des Satzes von Pythagoras.

Bezeichnen wir mit d_S die Länge der Diagonale einer Seitenfläche, so gilt hierfür nach Pythagoras

$$d_S^2 = r^2 + r^2 = 2 \cdot r^2.$$

Damit gilt (wiederum nach Pythagoras)

$$d^2 = d_S^2 + r^2 = 3 \cdot r^2$$

und es folgt die Behauptung.

Abb. 24 Vorschau Feedback auf eine Single Choice-Aufgabe (alle Distraktoren erhalten das gleiche Feedback)

4.5.2 Single Choice-Aufgabe, Option 2: Jeder Distraktor erhält unterschiedliches Feedback

Adaptives Feedback mit Kommentaren zu (potentiellen) Fehlern:

Feld „Richtige Lösung“:

Ihre Antwort ist korrekt. (fett, kursiv)

Erläuterung: (fett)

Hier dann der Lösungsweg (damit auch TN mit richtiger Antwort nochmal vergleichen können)

Feld „Mindestens eine Antwort ist nicht richtig“:

Ihre Antwort ist nicht korrekt. (fett, kursiv)

Lösung: (fett)

Hier die richtige Antwort.

Erläuterung: (fett)

Hier dann der Lösungsweg

Feld mit der richtigen Antwort: bleibt leer!

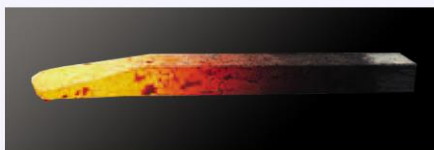
Feld Distraktor / „falsche Antwort“:

Ihre Antwort ist nicht korrekt. (fett, kursiv)

Rückmeldung zum Distraktor.

fun_exp_gen_119

Wenn ein erhitzter Gegenstand auf die Umgebungstemperatur abkühlt, dann ist die Abkühlgeschwindigkeit proportional zur Temperaturdifferenz, d.h. die Differenz der Temperatur des Körpers zur Umgebungstemperatur verringert sich pro Zeiteinheit um einen festen (vom Material abhängigen) Prozentsatz.



Welche Funktion $T : [0, \infty[\rightarrow \mathbb{R}$ beschreibt den Abkühlungsprozess, wenn T_0 die Temperatur des erhitzten Körpers zum Zeitpunkt $t = 0$ und U_0 die Umgebungstemperatur bezeichnet?

- $T(t) = T_0 \cdot e^{-\lambda t} + U_0$ für ein $\lambda > 0$
- $T(t) = T_0 \cdot e^{\lambda t} + U_0$ für ein $\lambda > 0$
- $T(t) = T_0 - U_0 \cdot e^{-\lambda t}$ für ein $\lambda > 0$
- $T(t) = T_0 - U_0 \cdot e^{\lambda t}$ für ein $\lambda > 0$

Ihre Antwort ist nicht korrekt.

Bei dieser Funktion hätten wir die Anfangstemperatur $T_0 - U_0$ und außerdem würde hier die Temperatur unter alle Grenzen fallen.

- $T(t) = U_0 + (T_0 - U_0) \cdot e^{-\lambda t}$ für ein $\lambda > 0$
- $T(t) = U_0 + (T_0 - U_0) \cdot e^{\lambda t}$ für ein $\lambda > 0$

Ihre Antwort ist nicht korrekt.

Lösung:

$$T(t) = (T_0 - U_0) \cdot e^{-\lambda t} + U_0 \text{ für ein } \lambda > 0$$

Erläuterung:

Bei dieser Funktion verringert sich die Temperaturdifferenz in einer Zeiteinheit um den Faktor $1 - e^{-\lambda}$.

Abb. 26 Vorschau für Feedback auf eine Single Choice-Aufgabe (jeder Distraktor erhält unterschiedliches Feedback)

4.5.3 Lückentext-Aufgabe (numerisch)

Feld „Richtige Lösung“:

Ihre Antwort ist korrekt. (fett, kursiv)

Erläuterung: (fett)

Hier dann der Lösungsweg (damit auch TN mit richtiger Antwort nochmal vergleichen können)

Feld „Mindestens eine Antwort ist nicht richtig“:

Ihre Antwort ist nicht korrekt. (fett, kursiv)

Lösung: (fett)

Hier die richtige Antwort.

Erläuterung: (fett)

Hier dann der Lösungsweg

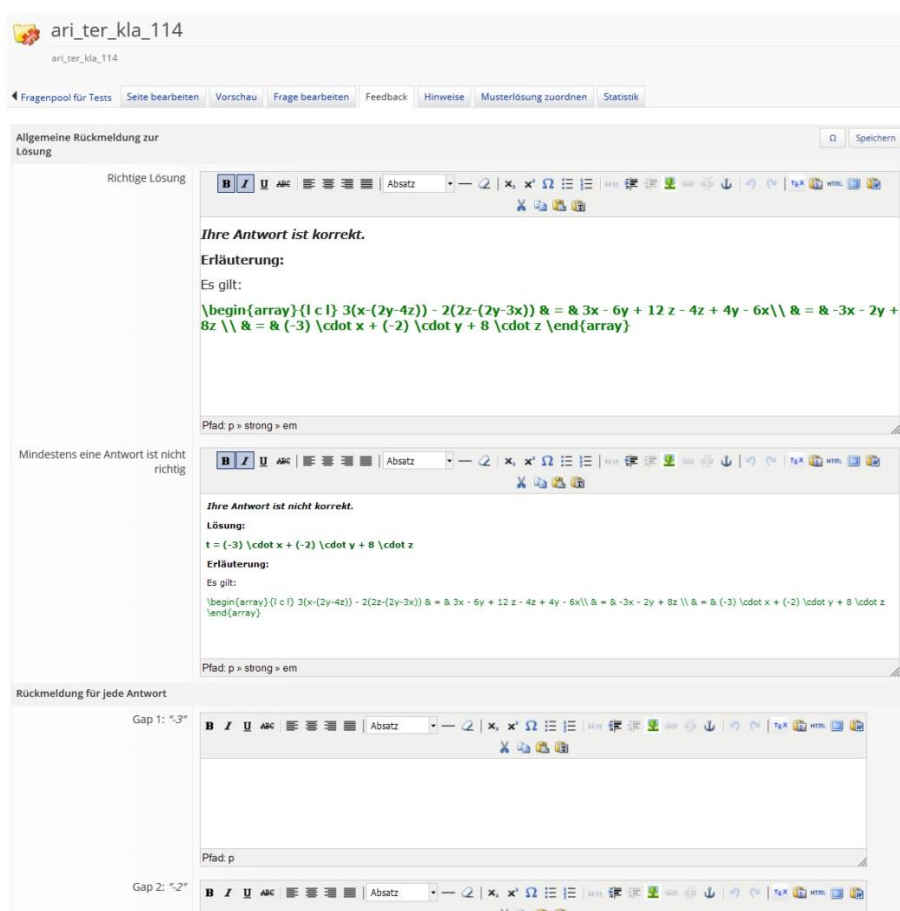


Abb. 27 Autorenansicht für Feedback bei einer numerischen Lückentext-Aufgabe

ari_ter_kla_114

Fassen Sie den folgenden Ausdruck zusammen:

$$t = 3(x - (2y - 4z)) - 2(2z - (2y - 3x))$$

$$t = 2 \cdot x + 3 \cdot y + 4 \cdot z$$



Ihre Antwort ist nicht korrekt.

Lösung:

$$t = (-3) \cdot x + (-2) \cdot y + 8 \cdot z$$

Erläuterung:

Es gilt:

$$\begin{aligned} 3(x - (2y - 4z)) - 2(2z - (2y - 3x)) &= 3x - 6y + 12z - 4z + 4y - 6x \\ &= -3x - 2y + 8z \\ &= (-3) \cdot x + (-2) \cdot y + 8 \cdot z \end{aligned}$$

Abb. 28 Vorschau Feedback auf eine numerische Lückentext-Aufgabe

5 Glossar

grün = optes-spezifische Begriffe

Begriff	Aktuelle Beschreibung im Glossar
Assessment	übergeordnete Bezeichnung für verschiedene Formen des Erfassens und Bewertens von Lernprozessen und -ergebnissen in elektronischer oder analoger Form, wobei zwischen bilanzierender (summativer) und lernprozessbegleitender (formativer) Leistungserfassung unterschieden wird (vgl. Klieme et al., 2010, S. 64)
Formatives Assessment	Assessment zum Zwecke der Lernförderung bzw. lernprozessbegleitenden Leistungserfassung (vgl. Klieme et al., 2010, S. 64-65)
Summatives Assessment	Assessment zum Zwecke der bilanzierenden Leistungserfassung (vgl. Klieme et al., 2010, S. 64-65)
Test	eine Sammlung offener oder geschlossener Aufgaben, die der Übung oder Erfassung des aktuellen Lernstandes dienen
Formatives eAssessment	Durchführung von Online- (Selbst-) Tests zum Zwecke der Lernförderung. In optes wird unterschieden zwischen: Diagnostischen Tests/Übungsaufgaben/Lernerfolgskontrolle
Diagnostischer Einstiegstest	Test zur Selbst-Diagnose im formativen eAssessment, wird zu Beginn des Lernprozesses durchgeführt, um Feedback über den eigenen Kenntnisstand sowie Lernempfehlungen zu erhalten
Übungsaufgabe	Kurzes "On-the-Fly Formative Assessment" (Shavelson et al., 2008) während des Lernprozesses zur Anwendung und Einübung des gerade Gelernten. In optes beinhaltet das Feedback auf eine Übungsaufgabe die Informationen: Verifikationsfeedback (richtig/falsch), Lösung (erwartete Antwort), Musterlösung und ggf. aufgabenspezifisches Feedback (z.B. Hinweise auf mögliche Rechenfehler oder Links zu weiteren Aufgaben)
Übung	Zu einem Kurztest zusammengefasste Übungsaufgaben, einem Lernziel im Lernzielorientierten Kurs zugeordnet.
Qualifizierender Test	Zu einem Kurztest zusammengefasste Übungsaufgaben, einem Lernziel im Lernzielorientierten Kurs zugeordnet, attestiert ein Lernziel als „bestanden“. Wurden alle Lernziele in einem Kurs bestanden, gilt auch der Kurs als „bestanden“.
Feedback (auf Aufgaben bzw. Tests)	Rückmeldung auf eine Aufgabe oder ein Testergebnis. Ein Feedback kann sich zusammensetzen aus: Verifikationsfeedback (richtig/falsch), Lösung (erwartete Antwort), Musterlösung, Bewertung (Einordnung der erzielten Leistung), Kommentar (ergebnis- oder aufgabenspezifisches Feedback)
Verifikationsfeedback	Rückmeldung, ob eine Aufgabe richtig, falsch, teilweise richtig oder gar nicht beantwortet wurde.
Formatives Feedback	Formatives Feedback wird im Lernzielorientierten Kurs (LoK) in Form von Übungsergebnissen und Ergebnissen von Ausgangstests erstellt. Es umfasst neben dem Verifikationsfeedback (richtig/falsch) die erwartete Antwort, eine Musterlösung (= Lösungsweg) und ggf. Hinweise auf mögliche Rechenfehler
Diagnostisches Feedback	Diagnostisches Feedback ist das Ergebnis des Diagnostischen Tests im Zentralkurs und den Einstiegstests jedes LoK. Es dient zur Einschätzung der Vorkenntnisse. Basierend auf dem Ergebnis wird eine Bewertung des aktuellen Lernstands vorgenommen und ggf. Lernempfehlungen ausgesprochen.
CAS	Computer Algebra System
LMS	Learning Management System
Zentraler Abschlusstest	Test zur Lernerfolgskontrolle im formativen eAssessment, wird zum Abschluss des Lernprozesses durchgeführt, um Feedback über den Lernfortschritt (plus ggf. weitere Lernempfehlungen) zu erhalten. Im optes-Vorkurs optional

6 Literatur

- Baumert, J., Bos, W., Klieme, E., Lehmann, R., Lehrke, M., Hosenfeld, I., Neubrand, J. & Watermann, R. (1999). *Testaufgaben zu TIMSS/III. Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung und voruniversitäre Mathematik und Physik der Abschlußklassen der Sekundarstufe II (Population 3)* https://www.mpib-berlin.mpg.de/sites/default/files/schriften/Materialien/Materialien_062/pdf/Materialien_Bildungsforschung_MPIB_062.pdf.
- cosh cooperation schule:hochschule (2014). *Mindestanforderungskatalog Mathematik (2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern* http://www.mathematik-schule-hochschule.de/images/Aktuelles/pdf/MAKatalog_2_0.pdf.
- Kadijevich, D. (2006). Developing Trustworthy Timss Background Measures: A Case Study On Mathematics Attitude. *The Teaching of Mathematics* (2), 41–51.
- Klieme, E., Bürgermeister, A., Harks, B., Blum, W., Leiß, D. & Rakoczy, K. (2010). Leistungsbeurteilung und Kompetenzmodellierung im Mathematikunterricht. Projekt Co2CA. In: E. Klieme, D. Leutner & M. Kenk (Hrsg.), *Kompetenzmodellierung* (S. 64–74). Weinheim, Basel: Beltz.
- Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) (2007). Das Internationale Einheitensystem (SI). *PTB Mitteilungen*, 117 (2). Zugriff am 16.9.2016 https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/publikationen/ptb_mitteilungen/mitt2007/Heft2/PTB-Mitteilungen_2007_Heft_2.pdf.
- Shavelson, R. J., Young, D., Ayala, C., Brandon, P., Furtak, E., Ruiz-Primo, M., Tomita, M. & Yin, Y. (2008). On the impact of curriculum-embedded formative assessment on learning: A collaboration between curriculum and assessment developers. *Applied measurement in education* (21), 295–314.

7 Anhang

7.1 Mathematische Kategorien

Übersicht über die mathematischen Kategorien im Dokument „Infos Fragenpool.xlsx“

Die Fragenpools sind nach mathematischen Kategorien geordnet und in zip-files zusammengefasst.

Mathematische Kategorie	Präfix	Anzahl Aufgaben nach Einsatzgebiet	
		Übungen	Diagnostische Tests
1 Arithmetik	ari	157	18
2 Algebraische Gleichungen und Ungleichungen	gle	145	16
3 Potenzen, Wurzeln, Logarithmen	pwl	120	20
4 Funktionen	fun	105	13
5 Geometrie	geo	162	16
6 Trigonometrie	tri	34	18
7 Lineare Algebra	lal	17	14
8 Logik und Kombinatorik*	log		12
9 Grenzwerte und Stetigkeit*	gre		9

*Mathematische Kategorien/thematische Grundstruktur für die Sammlung und Klassifizierung der Aufgaben
(*Fragenpools zu diesen Kategorien sind in Planung) Stand Februar 2016*

Mathematische Kategorie	Präfix / Aufgabenbezeichnung
1 Arithmetik	ari
Bruchrechnen	ari_bru
generisch / allgemein	ari_bru_gen
Prozentrechnen	ari_pro
generisch / allgemein	ari_pro_gen
Rechnen mit ganzen Zahlen	ari_gan
generisch / allgemein	ari_gan_gen
Primzahlen	ari_gan_pri
Teilbarkeit	ari_gan_tei
ggT/kgV	ari_gan_ggt
Termumformungen	ari_ter
generisch / allgemein	ari_ter_gen
Klammern auflösen	ari_ter_kla
Distributivgesetze	ari_ter_dis
Binomische Formeln	ari_ter_bin
Faktorisieren	ari_ter_fak
Bruchrechnen mit Variablen	ari_ter_ver
Notation	ari_not
generisch / allgemein	ari_not_gen
Summenzeichen	ari_not_sum
Mengenzeichen	ari_not_men
Produktzeichen	ari_not_pro

Mathematische Kategorie	Präfix / Aufgabenbezeichnung
2 Algebraische Gleichungen und Ungleichungen	gle
Lineare Gleichungen	gle_lin
generisch / allgemein	gle_lin_gen
Quadratische Gleichungen	gle_qug
generisch / allgemein	gle_qug_gen
unvollständig	gle_qug_unv
vollständig	gle_qug_vol
Satz von Vieta	gle_qug_vie
Quadratisches Ergänzen	gle_que
generisch / allgemein	gle_que_gen
Bruchgleichungen	gle_bru
generisch / allgemein	gle_bru_gen
Algebraische Gleich. Höh. Grades	gle_alg
generisch / allgemein	gle_alg_gen
biquadratische, bikubische	gle_alg_biq
symmetrische	gle_alg_sym
Linearfaktorzerlegung	gle_alg_lin
Polynomdivision	gle_alg_pol
Betragsgleichungen	gle_bet
generisch / allgemein	gle_bet_gen
elementar	gle_bet_ele
pseudoelementar	gle_bet_pse
2 gleiche Beträge	gle_bet_zwe
mehrere Beträge	gle_bet_meh
Wurzelgleichungen	gle_wur
generisch / allgemein	gle_wur_gen
elementar	gle_wur_ele
pseudoelementar	gle_wur_pse
2 gleiche Wurzeln	gle_wur_zwe
mehrere Wurzeln	gle_wur_meh
Ungleichungen	gle_ung
generisch / allgemein	gle_ung_gen
Lineare Ungleichungen	gle_ung_lin
einfache	gle_ung_lin_ein
doppelte	gle_ung_lin_dop
Wurzelungleichungen	gle_ung_wur
Betragsungleichungen	gle_ung_bet
Intervallverfahren	gle_ung_int
Ungleichungssysteme	gle_ung_sys
Gleichungssysteme	gle_gls
Additionsverfahren	gle_gls_add
Einsetzungsverfahren	gle_gls_ein
Symmetrische Gleichungssyst	gle_gls_sym
Faktorierte Gleichungssyst	gle_gls_gak
Homogene Gleichungssyst	gle_gls_hom
Multiplikationsverfahren	gle_gls_mul
Äquivalenzumformungen	gle_aeq
generisch / allgemein	gle_aeq_gen

Mathematische Kategorie	Präfix / Aufgabenbezeichnung
3 Potenzen, Wurzeln, Logarithmen	pwl
Potenzen	pwl_pot
generisch / allgemein	pwl_pot_gen
ganzzahlig	pwl_pot_gan
ganzzahlige Exponenten	pwl_gan
generisch / allgemein	pwl_gan_gen
rationale und reelle Exponenten	pwl_rat
generisch / allgemein	pwl_rat_gen
Termumformungen mit Potenzen	pwl_ter
generisch / allgemein	pwl_ter_gen
Exponentialgleichungen	pwl_exp_gle
generisch / allgemein	pwl_exp_gle_gen
elementar	pwl_exp_gle_ele
mit Substitution	pwl_exp_gle_sub
homogen	pwl_exp_gle_hom
Exponentialungleichungen	pwl_exp_gle_un
Wurzeln	pwl_wur
generisch / allgemein	pwl_wur_gen
Wurzelgesetze	pwl_wur_wur
Eliminieren im Nenner	pwl_wur_eli
Wurzel aus Summen	pwl_wur_was
Termumformungen mit Wurzeln	pwl_wur_ter
Logarithmen	pwl_log
generisch / allgemein	pwl_log_gen
Logarithmengesetze	pwl_log_log
Logarithmische Gleichungen	pwl_log_gle
generisch / allgemein	pwl_log_gle_gen
elementar	pwl_log_gle_ele
mit Substitution	pwl_log_gle_sub
mit Umformungen	pwl_log_gle_umf
Logarithmische Ungleichungen	pwl_log_ung

Mathematische Kategorie	Präfix / Aufgabenbezeichnung
4 Funktionen	fun
Formel	fun_for
generisch / allgemein	fun_for_gen
Definitionsmenge	fun_def
generisch / allgemein	fun_def_gen
Graph	fun_gra
generisch / allgemein	fun_gra_gen
Transformationen	fun_gra_tra
Stückweise definierte Funktionen	fun_gra_par
Surjektivität	fun_sur
generisch / allgemein	fun_sur_gen
Injektivität	fun_inj
generisch / allgemein	fun_inj_gen
Umkehrfunktion	fun_umk
generisch / allgemein	fun_umk_gen
Monotonie	fun_mon
generisch / allgemein	fun_mon_gen
Symmetrie	fun_sym
generisch / allgemein	fun_sym_gen
Achsen-/Punktsymmetrie	fun_sym_achs
Periodizität	fun_per
generisch / allgemein	fun_per_gen
Trigonometrische Funktionen	fun_tri
generisch / allgemein	fun_tri_gen
Lineare Funktionen	fun_lin
generisch / allgemein	fun_lin_gen
Quadratische Funktionen	fun_qua
generisch / allgemein	fun_qua_gen
Potenzfunktionen	fun_pot
generisch / allgemein	fun_pot_gen
Exponentialfunktionen	fun_exp
generisch / allgemein	fun_exp_gen
Logarithmusfunktionen	fun_log
generisch / allgemein	fun_log_gen
Polynomiale Funktionen	fun_pol
generisch / allgemein	fun_pol_gen
Rationale Funktionen	fun_rat
generisch / allgemein	fun_rat_gen

Mathematische Kategorie	Präfix / Aufgabenbezeichnung
5 Geometrie	geo
Formel	geo_for
generisch / allgemein	geo_for_gen
Flächen	geo_fla
generisch / allgemein	geo_fla_gen
Dreieck	geo_fla_dre
rechtwinklig	geo_fla_dre_rec
gleichschenkelig	geo_fla_dre_gle
sin- und cos- Sätze	geo_fla_dre_sin
Inkreis und Umkreis	geo_fla_dre_ink
Pythagoras	geo_fla_pyt
Rechteck	geo_fla_rec
Parallelogramm	geo_fla_par
Trapez	geo_fla_tra
Strahlensatz	geo_str
generisch / allgemein	geo_str_gen
Ähnliche Figuren	geo_aeh
generisch / allgemein	geo_aeh_gen
Kreis und Tangente	geo_kre
generisch / allgemein	geo_kre_gen
Stereometrie	geo_ste
generisch / allgemein	geo_ste_gen
Quader	geo_ste_qua
Pyramide	geo_ste_pyr
Kegel	geo_ste_keg
Kugel	geo_ste_kug

Mathematische Kategorie	Präfix / Aufgabenbezeichnung	
6 Trigonometrie	tri	
Grad-/Bogenmaß	tri_gra	
generisch / allgemein		tri_gra_gen
Trigonometrische Funktion	tri_fun	
generisch / allgemein		tri_fun_gen
Formeln		tri_fun_for
Arkusfunktion	tri_ark	
generisch / allgemein		tri_ark_gen
Additionstheoreme	tri_add	
generisch / allgemein		tri_add_gen
Summe in Produkt Regeln	tri_sip	
generisch / allgemein		tri_sip_gen
generisch / allgemeine Schwingungen	tri_all	
generisch / allgemein		tri_all_gen
Trigonometrische Gleichungen	tri_gle	
generisch / allgemein		tri_gle_gen
elementar		tri_gle_ele
mit Substitution		tri_gle_sub
mit Hilfswinkel		tri_gle_hwi
Potenzerniedrigung		tri_gle_pen
Mit Summe in Produkt Regel		tri_gle_sip
homogen		tri_gle_hom
Trigonometrische Ungleichungen		tri_gle_ung

Mathematische Kategorie	Präfix / Aufgabenbezeichnung	
7 Lineare Algebra	lal	
Analytische Geometrie	lal_ana	
generisch / allgemein	lal_ana_gen	
Abstände,Winkel in kart. Koord.	lal_ana_abs	
Abstand Punkt-Gerade		lal_ana_abs_pug
Abstand Punkt-Ebene		lal_ana_abs_pue
Abstand Gerade-Ebene		lal_ana_abs_gee
Abstand Gerade-Gerade		lal_ana_abs_geg
Abstand Ebene-Ebene		lal_ana_abs_ebe
Geradengleichung-2d	lal_ana_ge2	
Geradengleichung-3d	lal_ana_ge3	
Parallelität	lal_ana_par	
Ebenengleichung	lal_ana_ebe	
Kreis- und Kugelgleichung	lal_ana_kuk	
Kegelschnitte	lal_ana_keg	
Vektorrechnung	lal_vek	
generisch / allgemein	lal_vek_gen	
Ortsvektoren	lal_vek_ove	
Komponentenzerlegung	lal_vek_kom	
Skalarprodukt	lal_vek_ska	
Kreuzprodukt	lal_vek_kre	
Spatprodukt	lal_vek_spa	
Lineare Gleichungssysteme	lal_gls	
generisch / allgemein	lal_gls_gen	
linear		lal_gls_lin

7.2 Physikalische Einheiten

Basisgröße		SI-Basiseinheit	
Name	Zeichen	Name	Zeichen
Länge	$l, x, r, \text{etc.}$	Meter	m
	$in, \text{“}$	Zoll, Inch	in
Masse ("Gewicht")	m	Kilogramm	kg
		Gramm	g
		Milligramm	ms
Fläche	A	Quadratmeter	m^2
Volumen	V	Kubikmeter	m^3
Geschwindigkeit	v	Meter durch Sekunde	m/s
Beschleunigung	a	Meter durch Quadratsekunde	m/s^2
Zeit, Dauer	t	Sekunde	s
thermodynamische Temperatur	T	Kelvin	K
Celsius-Temperatur	C	Grad Celsius	$^{\circ}C$
Drehmoment	$M, T, ..$	Newtonmeter	N m
elektrische Stromstärke	I, i	Ampere	A
Stoffmenge	n	Mol	mol
Lichtstärke	I_v	Candela	cd
Dichte	ρ	Kilogramm durch Kubikmeter	kg/m^3
flächenbezogene Masse	ρ_A	Kilogramm durch Quadratmeter	kg/m^2
spezifisches Volumen	v	Kubikmeter durch Kilogramm	m^3/kg
Stromdichte	j	Ampere durch Quadratmeter	A/m^2
magnetische Feldstärke	H	Ampere durch Meter	A/m
Stoffmengenkonzentration	c	Mol durch Kubikmeter	mol/m^3
Massenkonzentration	ρ, γ	Kilogramm durch Kubikmeter	kg/m^3
Wellenzahl	$\sigma, \sim\nu$	Meter hoch minus eins	m^{-1}
Leuchtdichte	L_v	Candela durch Quadratmeter	cd/m^2

Tabelle 2 SI-Basiseinheiten ((Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), 2007), S. 17, 18, 30)

Größe	Name	Einheitszeichen	Wert in SI-Einheiten
Zeit	Minute	min	1 min = 60 s
	Stunde	h	1 h = 60 min = 3600 s
	Tag	d	1 d = 24 h = 86 400 s
Geschwindigkeit	Meter pro Sekunde	m/s	
	Knoten	kn	1 kn = (1852/3600) m/s
Ebener Winkel	Grad	°	1° = (π/180) rad
	Minute	′	1′ = (1/60)° = (π/10 800) rad
	Sekunde	″	1″ = (1/60)′ = (π/648 000) rad
Fläche	Hektar	ha	1 ha = 1 hm ² = 10 ⁴ m ²
Volumen	Liter	L, l	1 L = 1 l = 1 dm ³ = 10 ³ cm ³ = 10 ⁻³ m ³
Masse	Tonne	t	1 t = 10 ³ kg
Druck	Bar	bar	1 bar = 0,1 Mpa = 100 kPa = 10 ⁵ Pa

Tabelle 3 Einheiten außerhalb des SI ((Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), 2007), S. 24)

Abgeleitete Größe	Name	Zeichen	andere SI Einheiten	SI Basiseinheiten
ebener Winkel	Radian	rad	1	m/m
Frequenz	Hertz	Hz		s ⁻¹
Kraft	Newton	N	m kg s ⁻²	
Druck, Spannung	Pascal	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
Energie, Arbeit, Wärmemenge	Joule	J	N m	m ² kg s ⁻²
Leistung, Energiestrom	Watt	W	J/s	m ² kg s ⁻³
elektrische Ladung, Elektrizitätsmenge	Coulomb	C	s A	
elektrische Spannung, elektromotorische Kraft	Volt	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
elektrische Kapazität	Farad	F	C/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ⁻¹
elektrischer Widerstand	Ohm	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
Lichtstrom	Lumen	lm	cd sr	cd
Beleuchtungsstärke	Lux	lx	lm/m ²	m ⁻² cd
Aktivität eines Radionuklids	Becquerel	Bq	s ⁻¹	
Äquivalentdosis, Umgebungsäquivalentdosis, Richtungsäquivalentdosis, Personenäquivalentdosis	Sievert	Sv	J/kg	m ² s ⁻²

Tabelle 4 Abgeleitete SI-Einheiten ((Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), 2007), S. 19)

