

2025

Abitur

Original-Prüfung
mit Lösungen

**MEHR
ERFAHREN**

Hessen

Mathematik C

- + *Zusätzliche Aufgaben als PDF*
- + *Online-Glossar*



STARK

Inhalt

Vorwort
Stichwortverzeichnis

Hinweise und Tipps zum Landesabitur 2025

Ablauf der Prüfung	I
Inhalte und Schwerpunktthemen	III
Leistungsanforderungen und Bewertung	VII
Operatoren und Anforderungsbereiche	VII
Methodische Hinweise und allgemeine Tipps zur schriftlichen Prüfung	XI

Hilfsmittelfreier Prüfungsteil

Aufgabenserie zum Pflichtteil	Ü-1
Aufgabenserie zum Wahlteil – Niveau 1	Ü-6
Aufgabenserie zum Wahlteil – Niveau 2	Ü-9

Landesabitur 2021

A: Hilfsmittelfreier Teil	2021-1
B1: Analysis (WTR): $f(x) = \frac{3}{4} \cdot x \cdot e^{1-\frac{1}{4}x}$, $g_k(x) = \frac{k}{1000} \cdot x \cdot (x-25)^2$	2021-6
B1: Analysis (CAS): $f(x) = \frac{3}{4} \cdot x \cdot e^{1-\frac{1}{4}x}$, $g_k(x) = \frac{k}{1000} \cdot x \cdot (x-25)^2$	2021-13
B2: Analysis (WTR): $g(t) = -2,5t^3 + 22,5t^2 - 60t + 90$	2021-20
B2: Analysis (CAS): $i(t) = 1,525t^3 - 28t^2 + 129t + 21$	2021-28
C1: Analytische Geometrie (WTR/CAS)	2021-35
C2.1: Stochastik (WTR/CAS)	2021-44
C2.2: Stochastik (WTR/CAS)	2021-51

Landesabitur 2022

A: Hilfsmittelfreier Teil	2022-1
B1: Analysis (WTR): $f_a(t) = 0,5t^4 - 2t^3 + (2 - 0,5a)t^2 + at$	2022-5
B1: Analysis (CAS): $f(x) = 0,176x^3 - 0,4x^2 + 0,7x$	2022-12
B2: Analysis (WTR): $f(t) = a \cdot e^{k \cdot t}$, $g(t) = 20 - 1243,363 \cdot e^{-0,402 \cdot t}$	2022-18
B2: Analysis (CAS): $f(t) = a \cdot e^{k \cdot t}$, $g(t) = 20 - b \cdot e^{c \cdot t}$	2022-24
C1: Analytische Geometrie (WTR/CAS)	2022-30
C2.1: Stochastik (WTR/CAS)	2022-37
C2.2: Stochastik (WTR/CAS)	2022-42

Landesabitur 2023

A:	Hilfsmittelfreier Teil	2023-1
B1:	Analysis (WTR): $f(t) = (-0,1t^2 + 2,6t) \cdot e^{-0,1 \cdot (t-13)^2}$	2023-5
B1:	Analysis (CAS): $f(t) = (-0,1t^2 + 2,6t) \cdot e^{-0,1 \cdot (t-13)^2}$	2023-12
B2:	Analysis (WTR): $f(x) = \frac{1}{27}x^3 - \frac{4}{3}x$, $g(x) = -\frac{1}{27}x \cdot (x-6) \cdot (x-12) + 14$	2023-19
B2:	Analysis (CAS): $f(t) = \frac{85}{976 + (t-67,5)^2}$	2023-24
C1:	Analytische Geometrie (WTR/CAS)	2023-29
C2.1:	Stochastik (WTR/CAS)	2023-37
C2.2:	Stochastik (WTR/CAS)	2023-45

Landesabitur 2024

Aufgaben www.stark-verlag.de/mystark

Sobald die Original-Prüfungsaufgaben 2024 freigegeben sind, können sie als PDF auf der Plattform MySTARK heruntergeladen werden (Zugangscod auf der Umschlaginnenseite).



Bei MySTARK finden Sie:

- **Interaktives Training** zum hilfsmittelfreien Prüfungsteil
- **Jahrgang 2024**, sobald dieser zum Download bereit steht
- **Übungsaufgaben** im Stil des Landesabiturs

Den Zugangscod zu MySTARK finden Sie auf der Umschlaginnenseite.



Sitzen alle mathematischen Begriffe? Im Interaktiven Training und unter www.stark-verlag.de/mathematik-glossar/ finden Sie ein kostenloses **Glossar** zum schnellen Nachschlagen aller wichtigen Definitionen mitsamt hilfreicher Abbildungen und Erläuterungen.



Kostenlose **Webinare** zur Prüfungsvorbereitung finden Sie ab Mitte März 2025 unter: www.stark-verlag.de/schule/unser-angebot/kurse/online-kurse

Vorwort

Liebe Schülerinnen und Schüler,

dieses Übungsbuch ist die ideale Hilfe bei der Vorbereitung auf das **Landesabitur 2025 im Fach Mathematik in Hessen**.

- Sie erhalten im ersten Teil des Buches zahlreiche **Informationen zum Abitur**, deren Kenntnis für die gezielte Vorbereitung auf die Abiturklausur hilfreich und wichtig ist. Dazu gehören u. a. eine komplette Aufstellung der für die Prüfung 2025 relevanten Themen, Hinweise zum genauen Ablauf der Prüfung sowie alles Wissenswerte zur Struktur und zu den Anforderungen der Prüfungsaufgaben.
- Sie finden darüber hinaus viele **praktische Hinweise**, die Ihnen sowohl in der Vorbereitung auf das Abitur als auch während der Prüfung dazu verhelfen, Prüfungsaufgaben gut zu lösen.
- Seit dem Jahr 2024 hat der **Prüfungsteil ohne Hilfsmittel** eine neue Struktur mit Pflicht- und Wahlteil. Zur Vorbereitung finden Sie in diesem Band entsprechende Aufgabenserien, die in Format und Inhalt diesem Teil entsprechen.
- Außerdem enthält dieser Band die offiziellen, vom hessischen Kultusministerium gestellten **Original-Abituraufgaben** der Jahre **2021 bis 2023**. Zudem stehen Ihnen die Aufgaben des Jahres 2023 als PDF zum Download zur Verfügung, sobald sie zur Veröffentlichung freigegeben sind. Zu all diesen Aufgaben sind **vollständige und ausführlich kommentierte Lösungsvorschläge** von unseren Autoren vorhanden. Sie ermöglichen Ihnen, Ihre Lösungen eigenständig zu kontrollieren und die Rechenwege Schritt für Schritt nachzuvollziehen.
- Bei allen Original-Abituraufgaben, bei denen Hilfsmittel erlaubt sind, wurden von unseren Autoren **Hinweise und Tipps** ergänzt, die Ihnen Hilfestellungen für die Lösung der Aufgabe geben. Wenn Sie mit einer solchen Aufgabe nicht zurechtkommen, schauen Sie deshalb nicht gleich in die Lösungen, sondern nutzen Sie schrittweise die Lösungstipps, um selbst die Lösung zu finden.

Sollten nach Erscheinen dieses Bandes noch wichtige Änderungen in der Abitur-Prüfung 2025 vom Kultusministerium bekannt gegeben werden, finden Sie aktuelle Informationen dazu im Internet unter www.stark-verlag.de/mystark.

Die Autoren wünschen Ihnen für die Prüfungsvorbereitung und für das Abitur viel Erfolg!

Hinweise und Tipps zum Landesabitur 2025

Ablauf der Prüfung

Die zentrale schriftliche Abiturprüfung

In Hessen gibt es im Fach Mathematik zentrale schriftliche Abiturprüfungen. Die Aufgaben werden im Auftrag des hessischen Kultusministeriums von einer Fachkommission erstellt. Die Beurteilung der Lösungen der Schüler/innen wird von zwei Fachlehrkräften durchgeführt. Es kann auch im Abitur 2025 möglich sein, dass die Zweitkorrektur durch Lehrkräfte anderer Schulen erfolgt. Die verbindlichen curricularen Vorgaben (Kerncurriculum Mathematik Hessen), nach denen in den drei ersten Schulhalbjahren der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe unterrichtet wird, bestimmen Inhalte und Anforderungen der Abituraufgaben. Hinzu kommt, dass die Bildungsstandards Mathematik verstärkt in den hessischen Abschlussarbeiten, also auch beim Landesabitur, in den Materialvorgaben und Fragestellungen der Aufgaben berücksichtigt werden.

Aufbau der Prüfungsaufgaben

Das Landesabitur Mathematik in Hessen besteht aus zwei unterschiedlichen Abschnitten im Bereich der schriftlichen Prüfungen.

Prüfungsteil 1: Vorschlag A

Dies ist der „hilfsmittelfreie“ Teil der Prüfung, d. h., die Aufgaben sind ohne Formelsammlung und ohne Taschenrechner zu lösen. Es werden dem Prüfling insgesamt neun Teilaufgaben vorgelegt: drei Pflichtaufgaben zum Niveau 1 (zu den drei Sachgebieten Analysis, Lineare Algebra/Analytische Geometrie und Stochastik), drei Wahlaufgaben zum Niveau 1 (zu den drei Sachgebieten) und drei Wahlaufgaben zum Niveau 2 (zu den drei Sachgebieten). Der Prüfling wählt aus den Wahlaufgaben zu den Niveaus 1 und 2 jeweils eine Teilaufgabe aus. Insgesamt sind also fünf Teilaufgaben zu bearbeiten, vier zu Niveau 1 und eine zu Niveau 2 (Niveau 1 beinhaltet die Anforderungsbereiche I und II und Niveau 2 auch den Anforderungsbereich III, siehe die Seiten VII bis X).

Prüfungsteil 2 (mit Hilfsmitteln): Vorschläge B, C und D

Hier müssen insgesamt drei Vorschläge bearbeitet werden. Es werden zwei Vorschläge zum Sachgebiet Analysis (B1 und B2) sowie jeweils ein Vorschlag zum Sachgebiet Lineare Algebra/Analytische Geometrie (C) und zum Sachgebiet Stochastik (D) vorgelegt. Der Prüfling wählt aus den Vorschlägen B1 und B2 einen Vorschlag aus. Die Vorschläge C und D sind Pflichtvorschläge.

Bearbeitungszeit und Ablauf der Prüfung

Die Auswahlzeit ist in die Bearbeitungszeit integriert. Der genaue Zeitpunkt der Auswahl liegt in der Verantwortung der Prüflinge. Die Gesamtbearbeitungszeit beträgt im Grundkurs 285 Minuten.

Alle Aufgabenvorschläge, sowohl der Aufgabenvorschlag zum hilfsmittelfreien Prüfungsteil 1 als auch alle Vorschläge zum Prüfungsteil 2 (Prüfungsteil mit Hilfsmitteln), werden bereits zu Beginn der Prüfung ausgeteilt. Der Prüfling entscheidet selbst, wann er Vorschlag A (hilfsmittelfreier Prüfungsteil 1) und seine Bearbeitung von Vorschlag A abgibt. Nach Abgabe von Vorschlag A erhält er die zusätzlichen Hilfsmittel für Prüfungsteil 2. Alle Vorschläge zum Prüfungsteil 2 verbleiben bis zum Ende der Bearbeitungszeit beim Prüfling.

Bewertungseinheiten (BE)

Prüfungsteil 1: Hier werden im Grundkurs 25 BE vergeben.

Prüfungsteil 2: Hier werden im Grundkurs 75 BE vergeben, verteilt auf Analysis (35 BE), Lineare Algebra/Analytische Geometrie (20 BE) und Stochastik (20 BE).

Zugelassene Hilfsmittel

Prüfungsteil 1: Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung; Liste der fachspezifischen Operatoren

Prüfungsteil 2: Außer den Hilfsmitteln in Prüfungsteil 1 ist ein wissenschaftlich-technischer Taschenrechner (WTR) oder ein Rechner bzw. PC mit CAS-Technologie zugelassen. Hinzu kommt die im Unterricht verwendete Formelsammlung (Tafelwerk eines Schulbuchverlages). Nicht zugelassen sind schulinterne Druckwerke, mathematische Fachbücher und mathematische Lexika.

Zur Bearbeitung der Aufgaben bekommen Sie Reinschrift- und Konzeptpapier von Ihrer Schule (versehen mit dem Stempel Ihrer Schule) zur Verfügung gestellt. Sämtliche Entwürfe und Aufzeichnungen gehören zur Abiturarbeit und dürfen nur auf diesem Papier angefertigt werden, das nach Beendigung der Bearbeitungszeit wieder komplett abgegeben werden muss.

Rechnertechnologie

Zu Beginn der Jahrgangsstufe 12 geht es um die Wahl der zu verwendenden Rechnertechnologie, also

- Wissenschaftlicher Taschenrechner WTR
- Taschenrechner mit einem Computeralgebrasystem CAS

Diese Entscheidung treffen die jeweiligen Schüler/innen eines Kurses in Abstimmung mit ihrem/ihrer Kurslehrer/in. In der Abiturprüfung werden dem Kurs nur die entsprechenden Aufgabenvorschläge vorgelegt.

Taschenrechner der Kategorie WTR müssen über erweiterte Funktionalitäten zur numerischen Berechnung

- der Lösungen von Polynomgleichungen bis dritten Grades,
- der (näherungsweise) Lösung von Gleichungen,
- der Lösung eindeutig lösbarer linearer Gleichungssysteme mit bis zu drei Unbekannten,
- der Ableitung an einer Stelle,
- von bestimmten Integralen,
- von Gleichungen von Regressionsgeraden,
- von 2×2 - und 3×3 -Matrizen (Produkt, Inverse),
- von Mittelwert und Standardabweichung bei statistischen Verteilungen,
- von Werten der Binomial- und Normalverteilung (auch inverse Fragestellung) verfügen.

Darüber hinaus müssen Taschenrechner der Kategorie WTR über Funktionalitäten zur (numerischen) Berechnung von Wahrscheinlichkeiten (Binomialverteilung und Standardnormalverteilung) verfügen.

Hessen – Grundkurs Mathematik
2023 – B1: Analysis (WTR)

Auf vielen Gebäuden befinden sich Photovoltaikanlagen. Umgangssprachlich bezeichnet man solche der Stromerzeugung dienenden Anlagen häufig als „Solaranlagen“. Die Menge des erzeugten Stroms hängt unter anderem vom Sonnenstand ab und schwankt daher im Jahres-, aber auch im Tagesverlauf. In dieser Aufgabe wird die Leistungsabgabe einer Solaranlage auf einem Einfamilienhaus während eines sonnigen Tages im Juli 2022 näher untersucht.

Diese lässt sich in sehr guter Näherung durch die Funktion f mit

$f(t) = (-0,1t^2 + 2,6t) \cdot e^{-0,1 \cdot (t-13)^2}$ modellieren. Dabei beschreibt t die Zeit in Stunden nach Tagesbeginn um Mitternacht und $f(t)$ die Leistungsabgabe in kW (Kilowatt). Der Definitionsbereich der Funktion f ist $0 \leq t \leq 24$.

- 1 Der Graph der Funktion f ist in Material 1 dargestellt. Beschreiben Sie den Verlauf des Graphen im Sachzusammenhang unter Bezugnahme auf wesentliche Eigenschaften und charakteristische Punkte. **(5 BE)**
- 2 Im Zeitraum von 9 Uhr bis 17 Uhr, d. h. für $9 \leq t \leq 17$, soll anstelle der Funktion f vereinfachend eine quadratische Funktion g zur Modellierung der Leistungsabgabe der Solaranlage verwendet werden.
 - 2.1 Der Graph von g soll den Hochpunkt $H(13 | 17)$ besitzen und durch den Punkt $(9 | 1)$ verlaufen.
Bestimmen Sie die Funktionsgleichung der Funktion g . **(7 BE)**

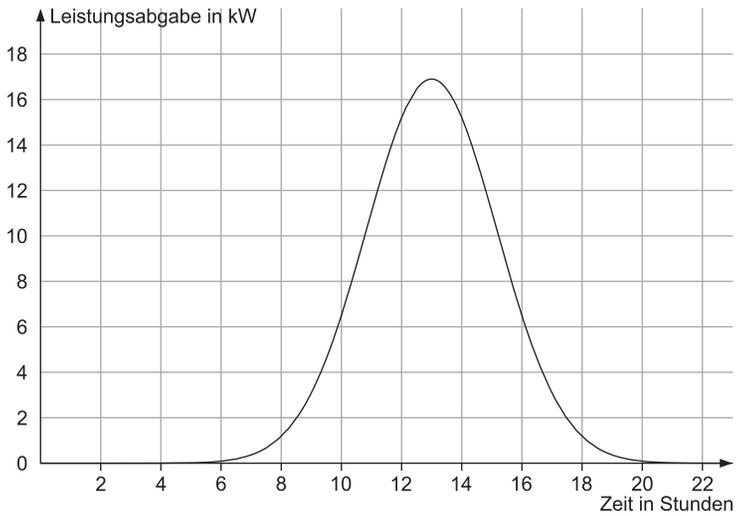
Im Folgenden soll die Funktion g mit der Funktionsgleichung $g(t) = -t^2 + 26t - 152$ verwendet werden (t : Zeit in Stunden nach Mitternacht, $g(t)$: Leistungsabgabe in kW).

Der Graph der Funktion g ist in Material 2 dargestellt.

- 2.2 Berechnen Sie die Zeitpunkte, zu denen gemäß der Modellierung mit der Funktion g die Leistungsabgabe 8 kW beträgt.
Geben Sie die Zeitspanne, in welcher die Leistungsabgabe mindestens 8 kW beträgt, im Sachzusammenhang an. **(4 BE)**
- 2.3 Die in der Zeitspanne von t_1 bis t_2 bereitgestellte Energiemenge berechnet man, indem man die Funktion g über dem Zeitintervall $[t_1; t_2]$ integriert.
Berechnen Sie die von 10 Uhr bis 16 Uhr bereitgestellte Energiemenge in Kilowattstunden (kWh). **(5 BE)**
- 3 Betrachtet wird nun wieder die Funktion f , die im Vergleich zur Funktion g die Leistungsabgabe im Verlauf des Tages deutlich präziser beschreibt.
 - 3.1 Der Inhalt der Fläche, die der Graph der Funktion f in einem Intervall mit der t -Achse einschließt, kann nicht algebraisch mithilfe der Integralrechnung berechnet werden. Um die von 10 Uhr bis 16 Uhr bereitgestellte Energiemenge näherungsweise zu ermitteln, soll daher der Inhalt der zugehörigen Fläche mithilfe einer Rechtecksumme approximiert werden.
Skizzieren Sie im Material 1 die zur Untersumme zugehörige Fläche, die man bei Unterteilung des Intervalls $[10; 16]$ in drei Abschnitte gleicher Breite erhält.
Berechnen Sie den Wert dieser Untersumme. **(7 BE)**

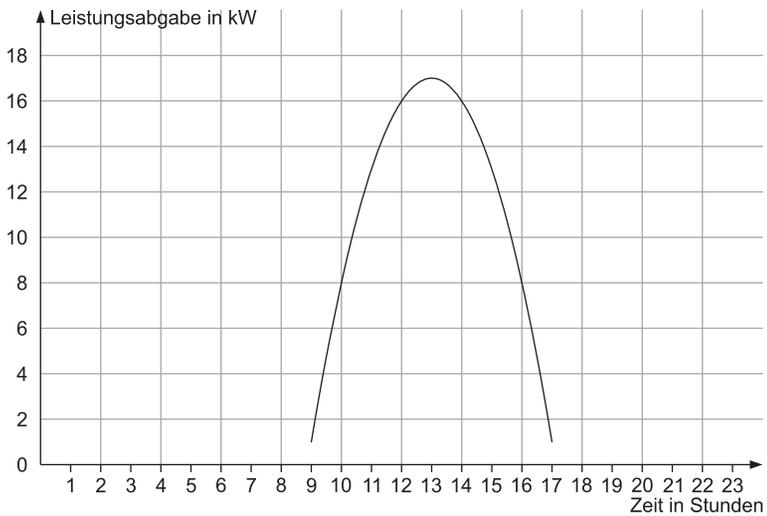
Material 1

Graph der Funktion f



Material 2

Graph der Funktion g



Hinweise und Tipps

Teilaufgabe 1

- ▣ Betrachten Sie den Graphen hinsichtlich seiner Funktionswerte, seines Steigungsverhaltens und seiner markanten Punkte (Extrempunkte, Wendepunkte).
- ▣ Wichtig: Alle Ausführungen sollen im Sachzusammenhang sein (hier: Uhrzeit und Leistungsabgabe in kW).

Teilaufgabe 2.1

- ▣ Wie lautet die allgemeine Funktionsgleichung einer quadratischen Funktion? Wie lautet deren Ableitung?
- ▣ Notieren Sie alle Informationen aus dem Text (Punkte, markante Punkte wie Hochpunkte, Tiefpunkte und Wendepunkte).
- ▣ Übersetzen Sie die Informationen in Gleichungen und lösen Sie das lineare Gleichungssystem. Achtung: Der Operator „bestimmen“ lässt auch eine Lösung mit dem WTR zu.

Teilaufgabe 2.2

- ▣ Stellen Sie eine Gleichung auf, mit der man die Stellen mit dem Funktionswert 8 berechnen kann.
- ▣ Lösen Sie die Gleichung mit den Ihnen bekannten Methoden (p-q-Formel).

Teilaufgabe 2.3

- ▣ Bilden Sie eine Stammfunktion von g . Integrieren Sie mit allen Zwischenschritten.

Teilaufgabe 3.1

- ▣ Achten Sie auf die Beschreibung der geforderten Skizze („drei Abschnitte gleicher Breite“).
- ▣ Berechnen Sie die Inhalte der Rechteckflächen einzeln und addieren Sie diese im Anschluss.

Teilaufgabe 3.2

- ▣ Betrachten Sie die Skizze aus Teilaufgabe 3.1.

Teilaufgabe 3.3

- ▣ Hier soll der Wert nur mit dem WTR bestimmt werden.
- ▣ Mögliche Verbesserungen sollten Ihnen aus dem Themenbereich Ober-/Untersumme bekannt sein.

Teilaufgabe 4

- ▣ Welche Bedeutung hat $f(t) = 11$ in Zeile (1) im Kontext? Welche Bedeutungen haben die Lösungen dieser Gleichung?
- ▣ Was berechnet man mit dem Integral in Zeile (2)?
- ▣ Welche Bedeutungen haben die Zahlen 33 bzw. 0,3 in Zeile (3)?
- ▣ Wichtig: Alle Ausführungen müssen im Sachzusammenhang sein.

Lösung

- 1 Bis etwa 6 Uhr findet nahezu keine Leistungsabgabe statt. Ab ca. 6 Uhr steigt die Leistungsabgabe kontinuierlich an (positive Steigung), etwa um 11 Uhr ist der Anstieg am stärksten (Wendepunkt), danach wird der Anstieg wieder flacher. Die größte Leistungsabgabe wird um 13 Uhr mit ca. 17 kW erreicht (Maximum). Danach fällt die Leistungsabgabe ab, etwa um 15 Uhr fällt sie am stärksten ab (erneuter Wendepunkt). Ab ca. 20 Uhr findet nahezu keine Leistungsabgabe mehr statt.

- 2.1 Die allgemeinen Funktionsgleichungen der gesuchten quadratischen Funktion und deren Ableitung lauten:

$$g(t) = a \cdot t^2 + b \cdot t + c; \quad g'(t) = 2a \cdot t + b$$

Der Punkt (13 | 17) liegt auf dem Graphen von g:

$$g(13) = 17 \Leftrightarrow 17 = 169a + 13b + c \quad (\text{I})$$

Für den Hochpunkt (13 | 17) liefert das notwendige Kriterium $g'(t) = 0$:

$$g'(13) = 0 \Leftrightarrow 0 = 26a + b \quad (\text{II})$$

Der Punkt (9 | 1) liegt auf dem Graphen von g:

$$g(9) = 1 \Leftrightarrow 1 = 81a + 9b + c \quad (\text{III})$$

Gemäß dem Operator „bestimmen“ kann das LGS mit dem WTR gelöst werden:

$$a = -1; \quad b = 26; \quad c = -152$$

Daraus folgt:

$$g(t) = -t^2 + 26t - 152$$

- 2.2 Damit die Leistungsabgabe 8 kW beträgt, muss $g(t) = 8$ gelten. Daraus folgt:

$$-t^2 + 26t - 152 = 8$$

Umformen zum Anwenden der p-q-Formel ergibt:

$$t^2 - 26t + 160 = 0$$

Die Formel liefert:

$$t_{1/2} = 13 \pm \sqrt{169 - 160} = 13 \pm \sqrt{9} = 13 \pm 3 \Rightarrow t_1 = 10; \quad t_2 = 16$$

Um 10 Uhr und um 16 Uhr beträgt die Leistungsabgabe gemäß der Modellierung mit der Funktion g genau 8 kW.

In der Zeitspanne von 10 Uhr bis 16 Uhr beträgt die Leistungsabgabe gemäß der Modellierung mit der Funktion g mindestens 8 kW, da es sich beim zugehörigen Graphen um eine nach unten geöffnete Parabel handelt (siehe Material 2). Die Funktionswerte sind also zwischen den berechneten Stellen größer als 8.

- 2.3 Die Berechnung des Integrals mit Zwischenschritten ergibt:

$$\begin{aligned} \int_{10}^{16} g(t) \, dt &= \left[-\frac{1}{3}t^3 + 13t^2 - 152t \right]_{10}^{16} \\ &= -\frac{1}{3} \cdot 16^3 + 13 \cdot 16^2 - 152 \cdot 16 - \left(-\frac{1}{3} \cdot 10^3 + 13 \cdot 10^2 - 152 \cdot 10 \right) = 84 \text{ [kWh]} \end{aligned}$$

Es werden somit 84 kWh bereitgestellt.



© **STARK Verlag**

www.stark-verlag.de
info@stark-verlag.de

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH ist urheberrechtlich international geschützt. Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung des Rechteinhabers in irgendeiner Form verwertet werden.

STARK