

---

**Mathematik****Handreichungen für den Unterricht mit einem wissenschaftlich-technischen Taschenrechner ohne Grafik, ohne CAS (WTR)****1. Methodisch-didaktische Bemerkungen zum Unterricht mit WTR**

Der Unterricht mit einem Taschenrechner der Kategorie WTR in der Qualifikationsphase im Hinblick auf das Landesabitur setzt voraus, dass die entsprechenden Geräte den Schülerinnen und Schülern im Unterricht, bei der Arbeit zu Hause und in schriftlichen Leistungsnachweisen zur Verfügung stehen.

Die Schülerinnen und Schüler lernen im Mathematikunterricht unterschiedliche mathematische Verfahren und Hilfsmittel für bestimmte Themenfelder kennen und üben deren Anwendung. Sie nutzen verschiedene Zugänge und Hilfsmittel zur Lösung einer Aufgabe entsprechend ihren individuellen Präferenzen im Denken und Lernen und kommunizieren diese. Wesentlich ist hier die parallele Verfügbarkeit verschiedener Beschreibungsebenen (Tabelle, Grafik, algebraische Beschreibung). Besonderer Wert ist auf die grundlegenden Ideen und das Grundverständnis zentraler Begriffe (Ableitung, Integral, Vektor, Wahrscheinlichkeit, ...) zu legen.

Beim Einsatz von Rechnern bei schriftlichen Leistungsnachweisen sind besondere Anforderungen an die Dokumentation von Lösungswegen in Form schriftlicher Erläuterungen zu stellen, die von den jeweiligen Operatoren abhängig sind. Dabei ist auf eine korrekte mathematische Schreibweise zu achten; rechnerspezifische Schreibweisen (z. B. BinomialCD(100,0.5,60) anstelle von  $P(X \leq 60) = F(100; 0,5; 60)$ ) sind zu vermeiden.

**2. Beschreibung der Mindestanforderungen an einen WTR**

Wissenschaftlich-technische Taschenrechner der Kategorie WTR müssen über die in Abschnitt 19.6 des Erlasses „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen im Landesabitur 2017 (Abiturerlass)“ vom 20.06.2015) genannten erweiterten Funktionalitäten verfügen.

Beim Lösen von Aufgaben werden die erweiterten Funktionalitäten je nach Operator vorausgesetzt.

**3. Hinweise zur Lösungsdokumentation mit einem WTR**

Beim Einsatz eines WTR bei schriftlichen Leistungsnachweisen sind besondere Anforderungen an die Lösungswegdokumentation in Form schriftlicher Erläuterungen zu stellen, die von den jeweiligen Operatoren abhängig sind:

- *berechnen:*  
*durch Rechenoperationen zu einem Ergebnis gelangen und die Rechenschritte dokumentieren*

Es muss ein Rechenweg ohne Nutzung der erweiterten Funktionalitäten eines WTR dokumentiert werden.

- *bestimmen/ermitteln:*  
 einen Zusammenhang oder einen möglichen Lösungsweg aufzeigen und das Ergebnis formulieren

Die erweiterten Funktionalitäten eines WTR können benutzt werden; die Nutzung muss dokumentiert werden.

#### 4. Beispiele zur Lösungsdokumentation

Im Folgenden werden Dokumentationen von Lösungswegen exemplarisch dargestellt. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber dem Operator entsprechend als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

In einem Aufgabenzusammenhang sind die Schnittpunkte der Graphen der beiden Funktionen f und g mit $f(x) = 2x^2 - 3x - 4$ und $g(x) = \frac{1}{2}x + 1$ gesucht.	
Operator: <b>berechnen</b>	Operator: <b>bestimmen</b> oder <b>ermitteln</b>
Ansatz formulieren wie z. B.: „Funktionen gleichsetzen“ oder $f(x) = g(x)$ $2x^2 - 3x - 4 = \frac{1}{2}x + 1$ $x^2 - \frac{7}{4}x - \frac{5}{2} = 0$ $x_{1,2} = \frac{7}{8} \pm \sqrt{\left(\frac{7}{8}\right)^2 + \frac{5}{2}}$ $x_1 \approx -0,932$ $x_2 \approx 2,682$ in g(x) eingesetzt: $S_1(-0,932 0,534)$ $S_2(2,682 2,341)$	Ansatz formulieren wie z. B.: „Funktionen gleichsetzen“ oder $f(x) = g(x)$ $2x^2 - 3x - 4 = \frac{1}{2}x + 1$ $2x^2 - \frac{7}{2}x - 5 = 0$ $x_1 \approx -0,932$ $x_2 \approx 2,682$ in g(x) eingesetzt: $S_1(-0,932 0,534)$ $S_2(2,682 2,341)$  Die Schnittpunkte wurden mithilfe der erweiterten Funktionalität a eines WTR bestimmt.

Die Gleichung $e^{x-1} = x + 1$ soll gelöst werden.	
Operator: <b>berechnen</b>	Operator: <b>bestimmen</b> oder <b>ermitteln</b>
Die Gleichung ist algebraisch nicht lösbar.	$e^{x-1} = x + 1 \Rightarrow$ $x_1 \approx -0,84$ $x_2 \approx 2,14$ <p>Die Lösungen der Gleichung wurden mithilfe der erweiterten Funktionalität b eines WTR bestimmt.</p>
Gesucht ist der Wert des Integrals $\int_1^3 (x^2 + 1) dx$ .	
Operator: <b>berechnen</b>	Operator: <b>bestimmen</b> oder <b>ermitteln</b>
$\int_1^3 (x^2 + 1) dx = \left[ \frac{1}{3} x^3 + x \right]_1^3$ $= \left( \frac{1}{3} \cdot 3^3 + 3 \right) - \left( \frac{1}{3} \cdot 1^3 + 1 \right) = \frac{32}{3}$ <p><i>alternativ:</i></p> $F(x) = \frac{1}{3} x^3 + x; \int_1^3 (x^2 + 1) dx$ $= F(3) - F(1) = \frac{32}{3}$	$\int_1^3 (x^2 + 1) dx = \frac{32}{3}$ <p>Der Wert des Integrals wurde mithilfe der erweiterten Funktionalität e eines WTR bestimmt.</p>

Gesucht ist die Lösung eines LGS.	
Operator: <b>berechnen</b>	Operator: <b>bestimmen</b> oder <b>ermitteln</b>
$\begin{array}{l} \text{I} \quad 2x - 3y - z = -4 \\ \text{II} \quad x - 2y - z = -3 \quad   -2\text{II} + \text{I} \\ \text{III} \quad -3x + 9y + 3z = 15 \quad   2\text{III} + 3\text{I} \end{array}$ $\begin{array}{l} \text{I} \quad 2x - 3y - z = -4 \\ \text{II} \quad \quad y + z = 2 \\ \text{III} \quad \quad 9y + 3z = 18 \quad   \text{III} - 9\text{II} \end{array}$ $\begin{array}{l} \text{I} \quad 2x - 3y - z = -4 \Rightarrow x = \frac{-4+3z+0}{2} = 1 \\ \text{II} \quad \quad y + z = 2 \Rightarrow y = 2 - 0 = 2 \\ \text{III} \quad \quad -6z = 0 \Leftrightarrow z = 0 \end{array}$	$\left. \begin{array}{l} 2x - 3y - z = -4 \\ x - 2y - z = -3 \\ -3x + 9y + 3z = 15 \end{array} \right\} x = 1; y = 2; z = 0$ <p>Die Lösung des LGS wurde mithilfe der erweiterten Funktionalität c eines WTR bestimmt.</p>

Gegeben ist die Binomialverteilung mit den Kenngrößen $n = 45$ und $p = 0,1$ und gesucht ist die Wahrscheinlichkeit $P(3 \leq X \leq 8)$ .	
Operator: <b>berechnen</b>	Operator: <b>bestimmen</b> oder <b>ermitteln</b>
Der Operator wird für obige Aufgabenstellung nicht verwendet, da Wahrscheinlichkeiten wie diese nicht von Hand berechnet werden sollen.	$P(3 \leq X \leq 8) = F(45;0,1;8) - F(45;0,1;2)$ $\approx 0,968 - 0,159 = 0,809$  <i>alternativ:</i> $P(3 \leq X \leq 8) = \sum_{i=3}^8 \binom{45}{i} \cdot (0,1)^i \cdot (0,9)^{45-i} \approx 0,809$

Stand: 20.06.2015