Gegeben ist eine Funktionenschar $f_a$ mit $f_a(x) = \sqrt{a^2 - x^2}$, $a \in \mathbb{R}^+$.

1. In Abb. 1 (s. Material) sind der Graph einer Funktion dieser Schar, der Graph der zugehörigen Ableitungsfunktion sowie ein weiterer Graph abgebildet. (9BE)
   Entscheiden Sie, welcher Graph zur Ableitungsfunktion gehört. Begründen Sie Ihre Entscheidung anhand von Eigenschaften der abgebildeten Scharfunktion.
   Bestimmen Sie den Wert des Parameters $a$ derjenigen Scharfunktion, die abgebildet ist. Beschreiben Sie allgemein die Auswirkung des Parameters $a$ auf den Verlauf der Funktionsgraphen der Schar.

2. Bestimmen Sie die erste Ableitung der allgemeinen Scharfunktion $f_a$ unter Angabe der benutzten Regel. (9BE)
   Die Graphen von $f_a$ und $f_a'$ weisen jeweils ein bestimmtes Symmetrieverhalten auf.
   Weisen Sie dies rechnerisch nach.
   Geben Sie die Definitionsbereiche von $f_a$ und $f_a'$ an.

3. Einem Halbkreis mit Radius $a$ wird ein Rechteck so einbeschrieben, dass eine Rechteckseite auf der $x$-Achse liegt (siehe Abb. 2). (10BE)
   Bestimmen Sie mit Hilfe der Differenzialrechnung die Koordinaten des Punktes $P$ so, dass der Flächeninhalt des Rechtecks möglichst groß wird, und berechnen Sie den maximalen Flächeninhalt.

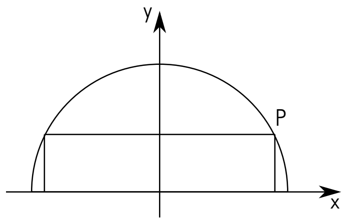

Abb. 2

4. Im Folgenden wird das Integral $\int\limits_0^1 \sqrt{1-x^2}\,\mathrm{d}x$ betrachtet. (12BE)

4.1 Erklären Sie jeden der Umformungsschritte in den Zeilen (1) und (2) der Rechnung in Abb. 3. Geben Sie an, was beim Übergang von Zeile (2) zu Zeile (3) geschieht.

$$
\begin{aligned}
&(1) \quad \int\limits_0^1 \sqrt{1-x^2}\,\mathrm{d}x = \int\limits_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1-\sin^2(z)}\cdot\cos(z)\,\mathrm{d}z = \int\limits_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2(z)\,\mathrm{d}z \\
&(2) \quad \int\limits_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2(z)\,\mathrm{d}z = [\sin(z)\cdot\cos(z)]_0^{\frac{\pi}{2}} + \int\limits_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2(z)\,\mathrm{d}z \\
&\qquad\qquad\qquad\quad = [\sin(z)\cdot\cos(z)]_0^{\frac{\pi}{2}} + \int\limits_0^{\frac{\pi}{2}} 1\,\mathrm{d}z - \int\limits_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2(z)\,\mathrm{d}z \\
&\Rightarrow (3) \quad 2\cdot\int\limits_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2(z)\,\mathrm{d}z = [\sin(z)\cdot\cos(z)]_0^{\frac{\pi}{2}} + \int\limits_0^{\frac{\pi}{2}} 1\,\mathrm{d}z
\end{aligned}
$$

Abb.3

4.2 Berechnen Sie den Wert des Integrals $\int\limits_0^1 \sqrt{1-x^2}\,\mathrm{d}x$.
Interpretieren Sie das Ergebnis geometrisch.

## Material