*Wichtige Fälle vektorieller Felder*

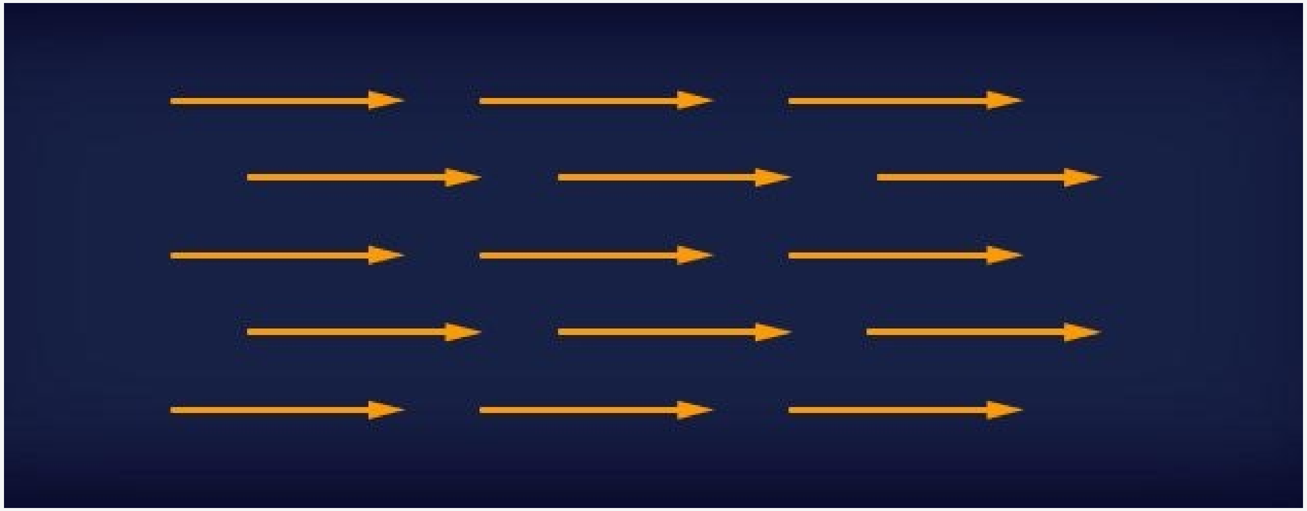


*Abb. 1: Homogenes elektrisches Feld in einem geladenen Plattenkondensator*

Ein homogenes Vektorfeld liegt vor, wenn der Feldvektor in jedem Punkt des Feldes die gleiche Richtung und den gleichen Betrag hat

$$\vec{E} = const \ ,$$

z.B. das elektrische Feld in einem geladenen Plattenkondensator (***E*** ist der elektrische Feldstärkevektor).

Alle Vektoren liegen auf Geraden, die durch einen bestimmten Punkt, das Zentrum, verlaufen. Wird der Koordinatenursprung in das Zentrum gelegt, dann kann das Feld mit Hilfe von

$$\vec{F} = f(r)\,\vec{r}$$

definiert werden, da alle Vektoren die Richtung des Radiusvektors besitzen. Oft ist es von Vorteil, dieses Feld durch die Formel

$$\vec{F} = \varphi(r)\,\frac{\vec{r}}{r} = \varphi(r)\,\vec{e}_r$$

zu beschreiben.

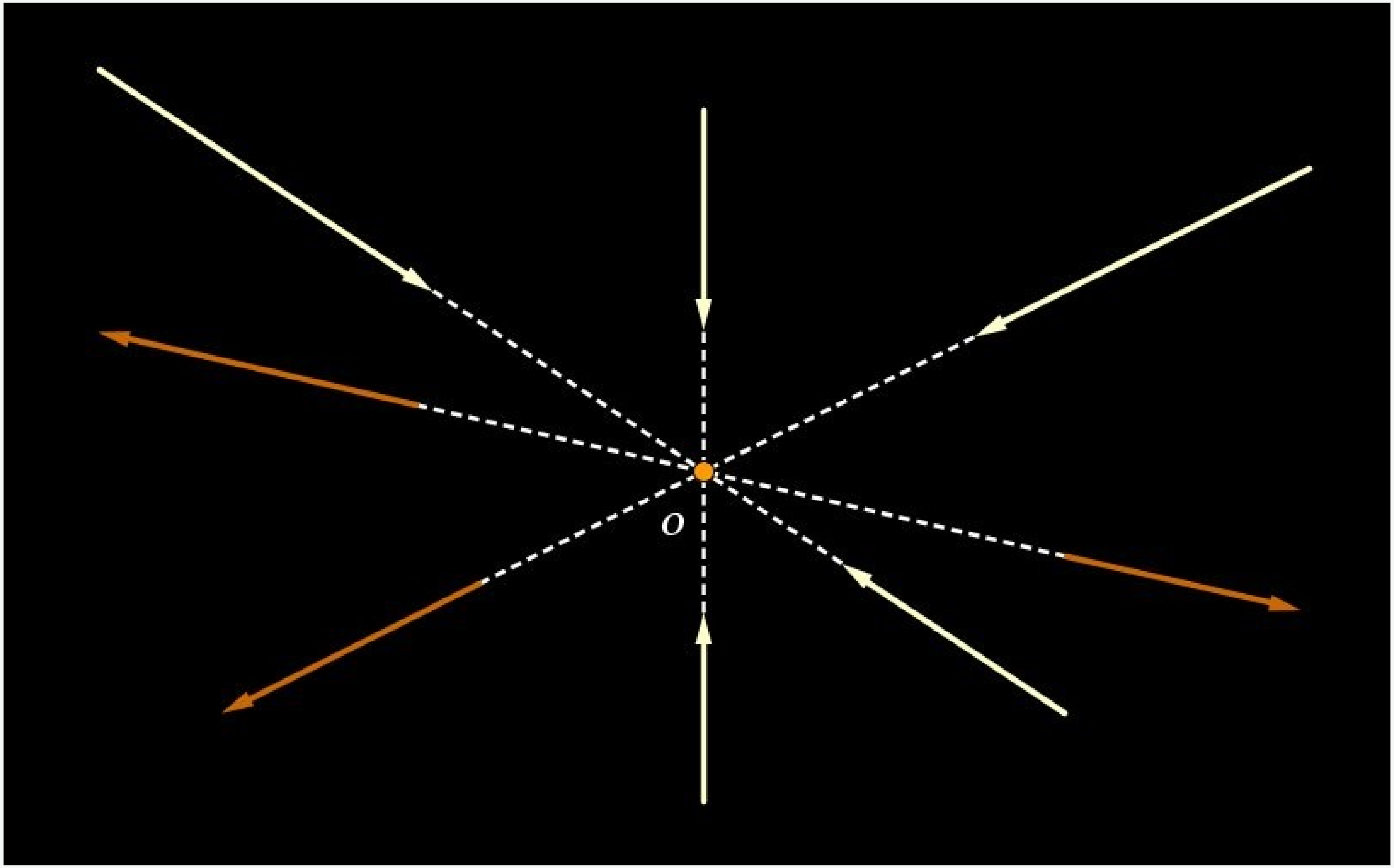



*Abb. 2: Zentrales Vektorfeld*

Ein Vektorfeld mit den folgenden Eigenschaften heißt kugel- oder radialsymmetrisch:

- Der Feldvektor zeigt in jedem Punkt des Feldes radial nach außen (oder radial nach innen);
- Der Betrag des Feldvektors hängt nur vom Abstand $r$ vom Koordinatenursprung ab.

Das kugelsymmetrische Vektorfeld ist ein Spezialfall des zentralen Vektorfeldes.

Kugelsymmetrische Vektorfelder spielen in Naturwissenschaft und Technik eine wichtige Rolle. Beispiele sind das elektrische Feld einer Punktladung oder das Gravitationsfeld einer Masse.

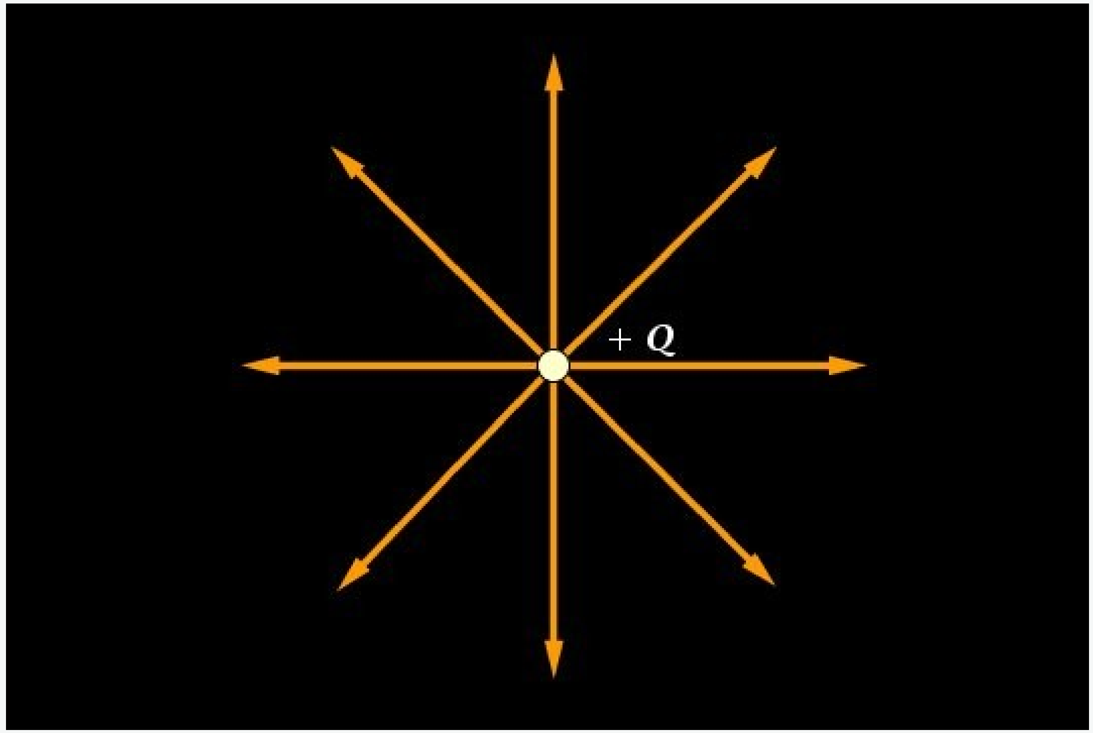



*Abb. 3: Radialsymmetrisches elektrisches Feld einer positiven Punktladung Q (ebener Schnitt durch die Punktladung)*

Die Abbildung zeigt ein typisches Radialfeld einer positiven Punktladung mit nach außen gerichteten Feldlinien

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q}{r^2} \vec{e}_r, \qquad \vec{e}_r = \frac{\vec{r}}{r}$$

$\varepsilon_0$ – elektrische Feldkonstante

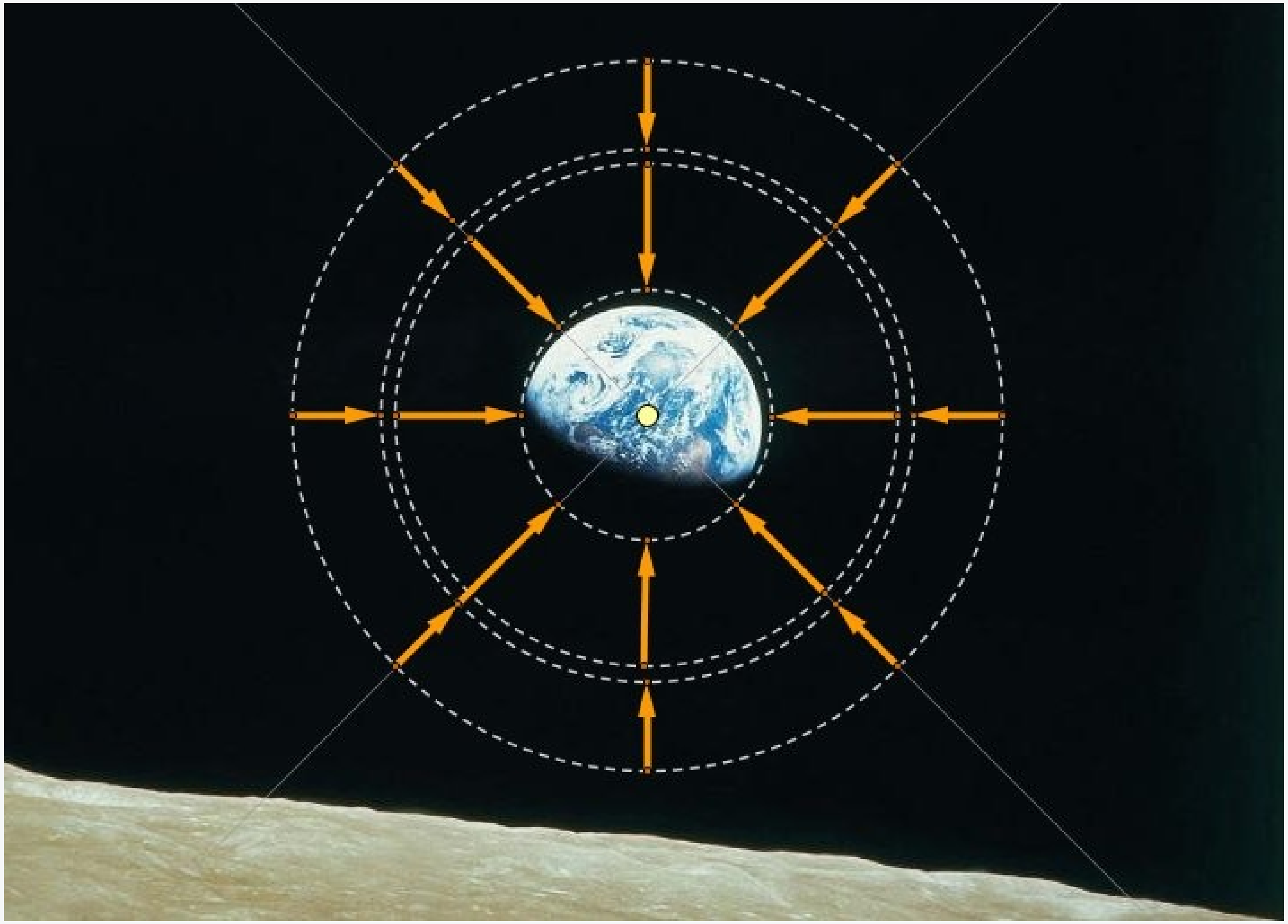
http://astronomy.meta.org/infosys/ELisa.old/Lern/AstroEin/erdeMond.jpg

*Abb. 4-1: Die Erde*

Nach dem Gravitationsgesetz von Newton wird eine Masse $m$ im Abstand $r$ vom Erdmittelpunkt von der Erdmasse $M$ mit der Kraft

$$\vec{F}(\vec{r}) = -\gamma \frac{m\,M}{r^2}\,\frac{\vec{r}}{r} = -\gamma \frac{m\,M}{r^2}\,\vec{e}_r\,, \qquad r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

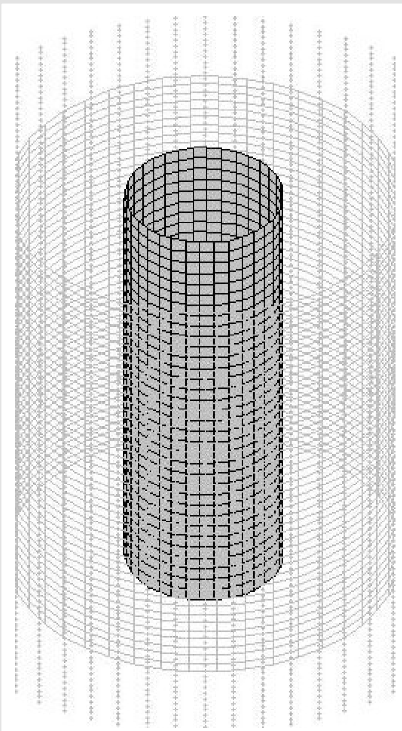
angezogen ($\gamma$ ist die Gravitationskonstante).



http://oz.plymouth.edu/~sci_ed/Turski/Courses/Earth_Science/Images/0.Earth_from_moon.JPG

*Abb. 4-2: Radialsymmetrisches Gravitationsfeld der Erde (ebener Schnitt durch den Erdmittelpunkt)*

Die Gravitationskraft auf eine Masse $m$ ist stets radial auf den Erdmittelpunkt zu gerichtet und betragsmäßig nur vom Abstand $r$ und der Masse $m$ abhängig.



Ein Vektorfeld mit den folgenden Eigenschaften heißt zylinder- oder axialsymmetrisch:

1. Der Feldvektor zeigt in jedem Punkt des Feldes axial nach außen (oder axial nach innen);

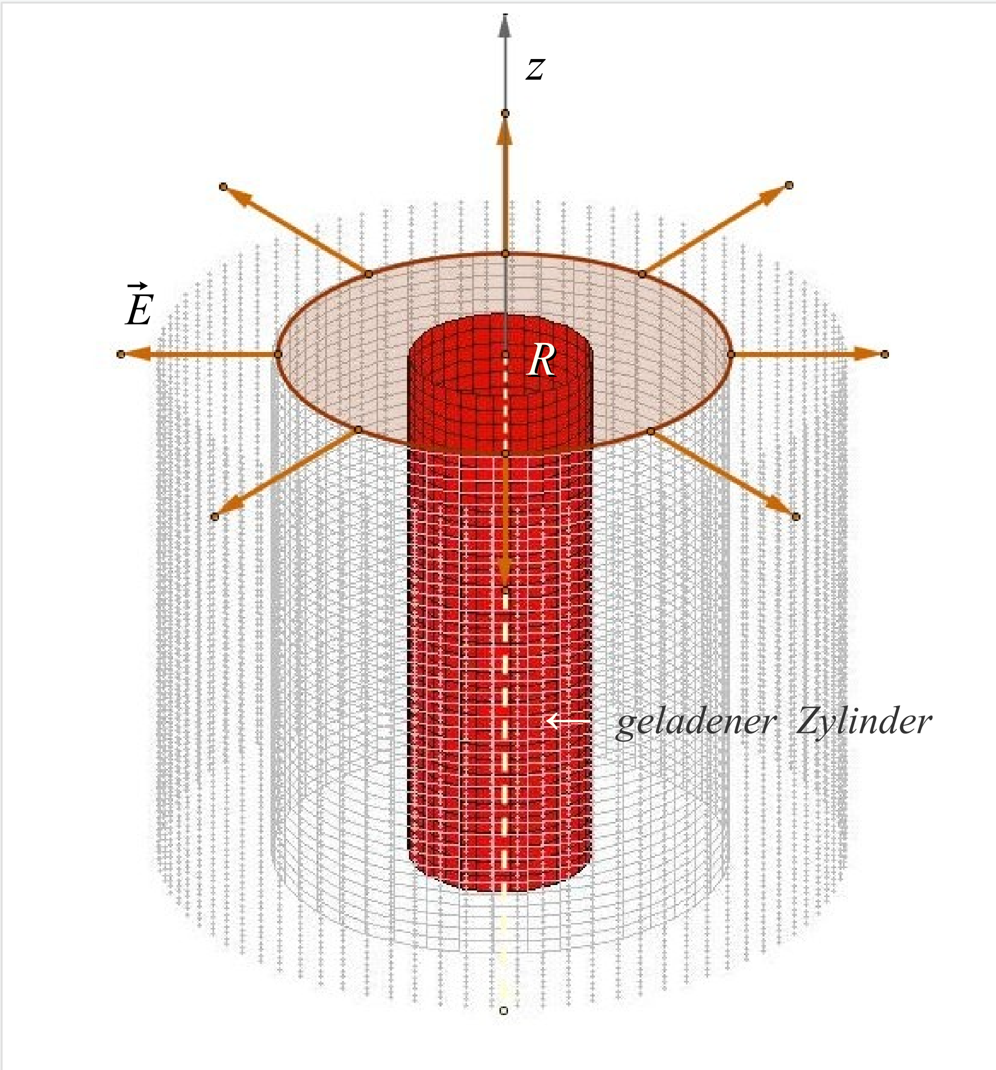
2. Der Betrag des Feldvektors hängt nur vom Abstand $\rho$ von der Symmetrieachse ab.

Ein zylinder- oder axialsymmetrisches Vektorfeld lässt sich stets in der Form darstellen:

$$\vec{F}\,(P) = f\,(\rho)\;\vec{e}_\rho$$

$\vec{e}_\rho$ ist ein nach außen gerichteter Einheitsvektor

Das elektrische Feld in der Umgebung eines homogen geladenen Zylinders besitzt Zylindersymmetrie. Für den Vektor der elektrischen Feldstärke gilt:




$$\vec{E}\,(P) = \frac{q_{el}\, R^2}{2\,\varepsilon_0\,\rho}\;\vec{e}_\rho$$

$q_{el}$ – Ladungsdichte des Zylinders

$R$ – Zylinderradius

$\varepsilon_0$ – elektrische Feldkonstante

*Abb. 6-1: Zylindersymmetrisches Feld*

# *Zylindersymmetrisches Vektorfeld*

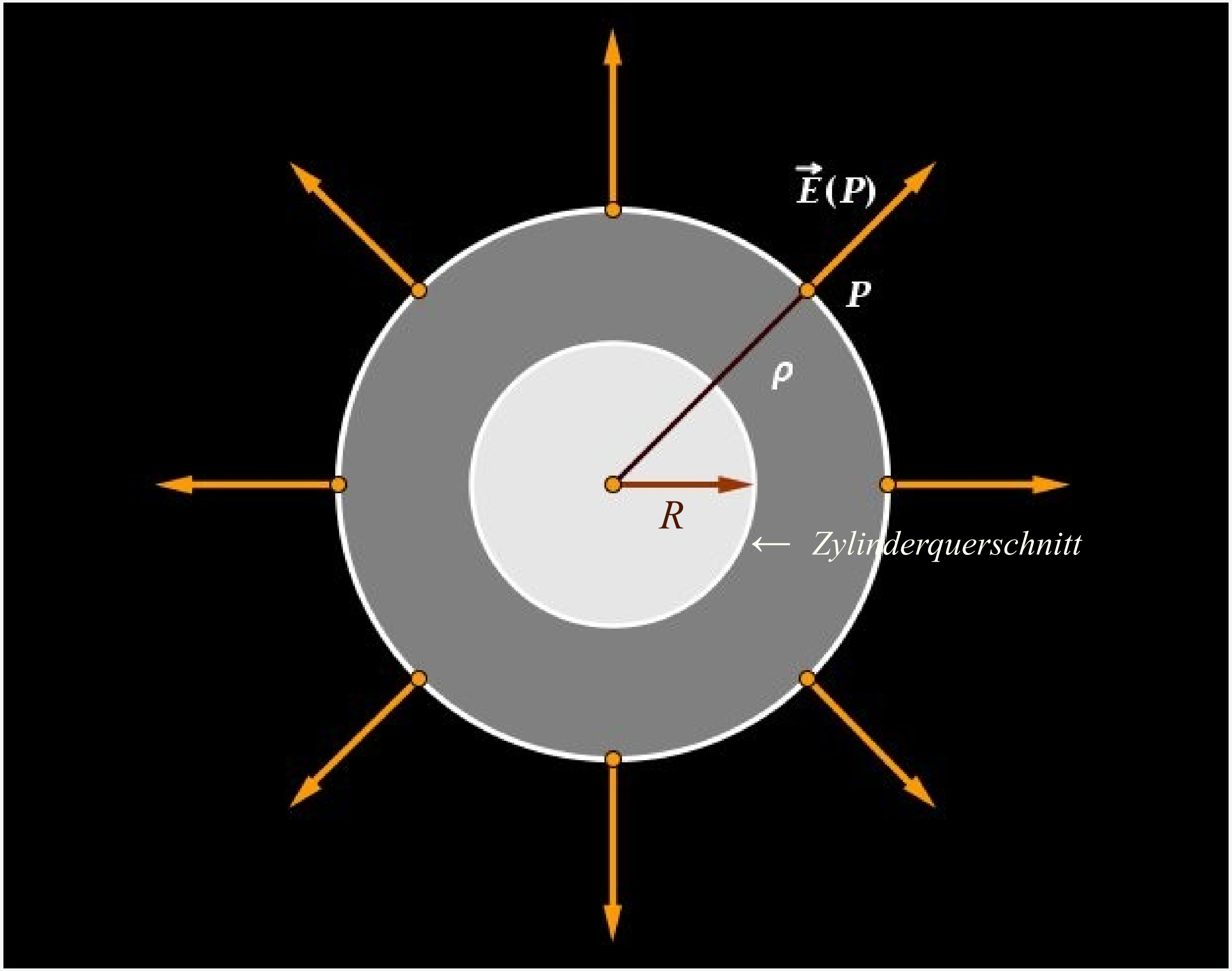



*Abb. 5: Elektrisches Feld in der Umgebung eines homogen geladenen Zylinders (positive Ladungsdichte). Ebener Schnitt durch das Feld senkrecht zur Zylinderschse*