Lösungsvorschlag - Bsp. 2 – Wärme

Ad 1)

Satellit (Radius = R, Temperatur = T)		**Erde** (Radius = R_{Erde}, Temperatur = T_{Erde})	
$P_{ein}(Sonne \rightarrow Satellit) = S \cdot R^2 \pi$	**[0,5 P]**	$P_{ein}(Sonne \rightarrow Erde) = S \cdot R_{Erde}^2 \pi$	**[0,5 P]**
$P_{aus}(Satellit \rightarrow Weltraum) = 4R^2 \pi \cdot \sigma \cdot T^4$	**[0,5 P]**	$P_{aus}(Erde \rightarrow Weltraum) = 4R_{Erde}^2 \pi \cdot \sigma \cdot T_{Erde}^4$	**[0,5 P]**

Ad 2a)

Satellit (Radius = R, Temperatur = T)		**Erde** (Radius = R_{Erde}, Temperatur = T_{Erde})	
$P_{ein} = P_{aus}$		$P_{ein} = P_{aus}$	
$S \cdot R^2 \pi = 4R^2 \pi \cdot \sigma \cdot T^4$		$S \cdot R_{Erde}^2 \pi = 4R_{Erde}^2 \pi \cdot \sigma \cdot T_{Erde}^4$	
$T = \sqrt[4]{\frac{S}{4\sigma}}$ = 280,3 K = 7,3 °C	**[0,5 P]**	$T_{Erde} = \sqrt[4]{\frac{S}{4\sigma}}$ = 280,3 K = 7,3 °C	**[0,5 P]**

Ad 2b)
aus 2a) folgt, dass die Temperaturen von Satellit und Erde gleich sind, also nicht vom Radius abhängen!
Folglich ist die richtige Antwort **b) $T = T_{Erde}$** **[0,5 P]**

Ad 3) Strahlungsbilanz: $S \cdot R_{Erde}^2 \pi = 4R_{Erde}^2 \pi \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot T_{Erde}^4$ **[1 P]**

Ad 4) Aus 3) folgt mit ε = 0,28 und S_E = 550 W/m^2:

$$T_{Erde} = \sqrt[4]{\frac{S_E}{4\varepsilon \cdot \sigma}} = \sqrt[4]{\frac{550}{4 \cdot 0{,}28 \cdot 5{,}6703 \cdot 10^{-8}}}$$ **= 305 K = 32°C** **[0,5 P]**

(Wegen der vereinfachten Annahmen ist das Ergebnis etwas höher als die tatsächliche Gleichgewichtstemperatur)

Ad 5) Da die Sonnen-Intensität wegen der kugelförmigen Abstrahlung mit dem reziproken Quadrat der Entfernung abnimmt, erhöht sich bei *Annäherung* auf die halbe Entfernung Sonne – Erde die Solarkonstante $S_{1/2}$ um den Faktor 4:
$S_{1/2}$ = 4*S = 5600 W/m^2 **[1,5 P]**

Ad 6) Wegen des T^4-Gesetzes (Sonnentemperatur T) verringert sich die Solarkonstante bei Reduktion von $T \rightarrow T/2$ um den Faktor $(1/2)^4$ = 1/16, also ist
$S_{1/2}$ = S/16 = 87,5 W/m^2 **[1 P]**

Ad 7) Einsetzen von T(°C) = 0°C würde bedeuten, dass
$\Phi = \sigma \cdot T^4 = \sigma . 0^4 = 0$, (inkorrekt) **[0,5 P]**

Ad 8) Da ein idealer schwarzer Körper alles absorbiert, ist sein **Reflexionsvermögen Null**. **[0,5 P]**

Ad 9) Bilanz für kugelförmige Erde (S = 1400 W/m^2):

$$S \cdot R^2 \pi = 4R^2 \pi \cdot \sigma \cdot T^4 \quad \rightarrow \quad T = \sqrt[4]{\frac{S}{4\sigma}} = 280{,}3 \text{ K} = 7{,}3 \text{ °C}$$

Bilanz für scheibenförmige Erde (S = 1400 W/m^2):

$$S \cdot R^2 \pi = 2R^2 \pi \cdot \sigma \cdot T^4 \quad \rightarrow \quad T = \sqrt[4]{\frac{S}{2\sigma}} = 333{,}3 \text{ K} = 60{,}3 \text{ °C}$$

(Die Scheibe strahlt nach vorne und hinten ab!)

Wegen der gegenüber der Kugeloberfläche reduzierten Abstrahlungsfläche einer Scheibe, **steigt die Temperatur** bei gleichbleibender bestrahlter Querschnittsfläche. **[1 P]**

Heinz Krenn, M.Lippitsch, G.Schaffernak, D.R.Reiterer