

# Berechnung der Wärmeverluste $Q_{ges}$ eines Schwimmbeckens durch Verdunstung und Transmission

# Wellenfreibad Nottuln

(die Energieagentur NRW übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der Daten)

Eingabe  
Ergebnis

## Angaben zum Hallenschwimmbad und Becken

Lufttemperatur	$\vartheta_L$	17,3 [°C]
Wassertemperatur	$\vartheta_W$	25 [°C]
Relative Luftfeuchte	$\varphi$	40 [%]
Länge des Beckens	$L_B$	50 [m]
Breite des Beckens	$B_B$	25 [m]
Tiefe des Beckens	$T_B$	1,25 [m]

Wasserfläche  $A_B$  1.250 [m<sup>2</sup>]  
Beckenvolumen  $V_B$  1.563 [m<sup>3</sup>]

Verdunstungszahl	$\sigma$	63 [kg/m <sup>2</sup> h]
Windgeschwindigkeit	$\omega$	2 [m/s]

## Daten aus dem Mollier $h, x$ -Diagramm entnehmen

Feuchtegehalt der Luft	$x$	3,5 [g/kg]
Feuchtegehalt der gesättigten Luft bei $\vartheta_0$	$x_s$	8,7 [g/kg]
Feuchtkugeltemperatur der Luft	$\vartheta_f$	6,1 [°C]

## Daten aus Wasserdampf tabel entnehmen

Verdampfungswärme bei $\vartheta_f$	$\Delta_{hv}$	2.444,6 [kJ/kg]
-------------------------------------	---------------	-----------------

Temperatur der Wasseroberfläche	$\vartheta_0$	22,6 [°C]
$\vartheta_0 = \vartheta_W - 1/8 * (\vartheta_W - \vartheta_f)$		

### ohne Abdeckung

#### Berechnung der Wärmeverluste durch Verdunstung

Wassermasse  $m_w = \sigma * A * (x_s - x)$   
 $m_w$  409,50 [kg/h] 4,31425E-08  
 Wärmemenge  $Q_v = m_w * \Delta_{hv}$   
 $Q_v$  278,07 [kW]

#### Berechnung der Wärmeverluste durch Transmission

Wärmemenge  $Q_T = k * A * (\vartheta_L - \vartheta_0)$  mit  $k = 10$  [W/m<sup>2</sup>K]  
 $Q_T$  66,72 [kW]

#### Berechnung der Wärmeverluste durch Strahlung

Wärmemenge  $Q_s = 5,6 * 10^{-8} * A * ((\vartheta_0^4 - \vartheta_L^4))$   
 $Q_s$  25,36 [kW]

#### Berechnung der Gesamtwärmeverluste

Wärmeverluste  $Q_{ges} = (Q_v + Q_T + Q_s) * 1230$  h/a  
 $Q_{ges}$  455.289 [kWh/a]

### mit Abdeckung

#### Berechnung der Wärmeverluste durch Verdunstung

Wassermasse  $m_w = \sigma * A * (x_s - x)$  Pauschal 1/10 der abgedeckten Fläche  
 $m_w$  40,95 [kg/h]  
 Wärmemenge  $Q_v = m_w * \Delta_{hv}$   
 $Q_v$  27,81 [kW]

#### Berechnung der Wärmeverluste durch Transmission

Wärmemenge  $Q_T = k * A * (\vartheta_L - \vartheta_0)$  mit  $k = 3,52$  [W/m<sup>2</sup>K]  
 $Q_T$  23,49 [kW]

#### Berechnung der Wärmeverluste durch Strahlung

Wärmemenge  $Q_s = 5,6 * 10^{-8} * A * ((\vartheta_0^4 - \vartheta_L^4))$   
 $Q_s$  12,63 [kW]

#### Berechnung der Gesamtwärmeverluste

Wärmeverluste  $Q_{ges} = (Q_v + Q_T + Q_s) * 1230$  h/a  
 $Q_{ges}$  78.627 [kWh/a]

	ohne	mit	Differenz
Verdunstung	342.030	34.203	307.827
Transmission	82.064	28.887	53.178
Strahlung	31.195	15.537	15.658
		<b>376.663 kWh</b>	

=====> **23.892,47 € / Saison netto**

### Temperaturen Mittelwerte 1. Mai bis 31. August

2002	16,4 °C
2003	17,3 °C
2004	15,3 °C
2005	15,3 °C
2006	16,8 °C
2007	14,0 °C
2008	16,5 °C

langjähriges Mittel 15,9 °C

Wirkungsgrad / Verluste	-	0,9
Ho/Hu	-	1,10865
Arbeitspreis Gas ct/kWh	-	5,1494 (Durchschnittspreis 2008)
Ber. Erdgaskosten	-	Diff. Wärmeverluste x 1/Wirkungsgrad x Ho/Hu x Arbeitspreis Gas

Arbeitspreis Gas ct/kWh	-	4,3281 Durchschnittspreis 2007	20.081,87 €
Arbeitspreis Gas ct/kWh	-	5,1494 Durchschnittspreis 2008	23.892,47 €
Arbeitspreis Gas ct/kWh	-	6,5713 Aktueller Preis 2009	30.489,88 €