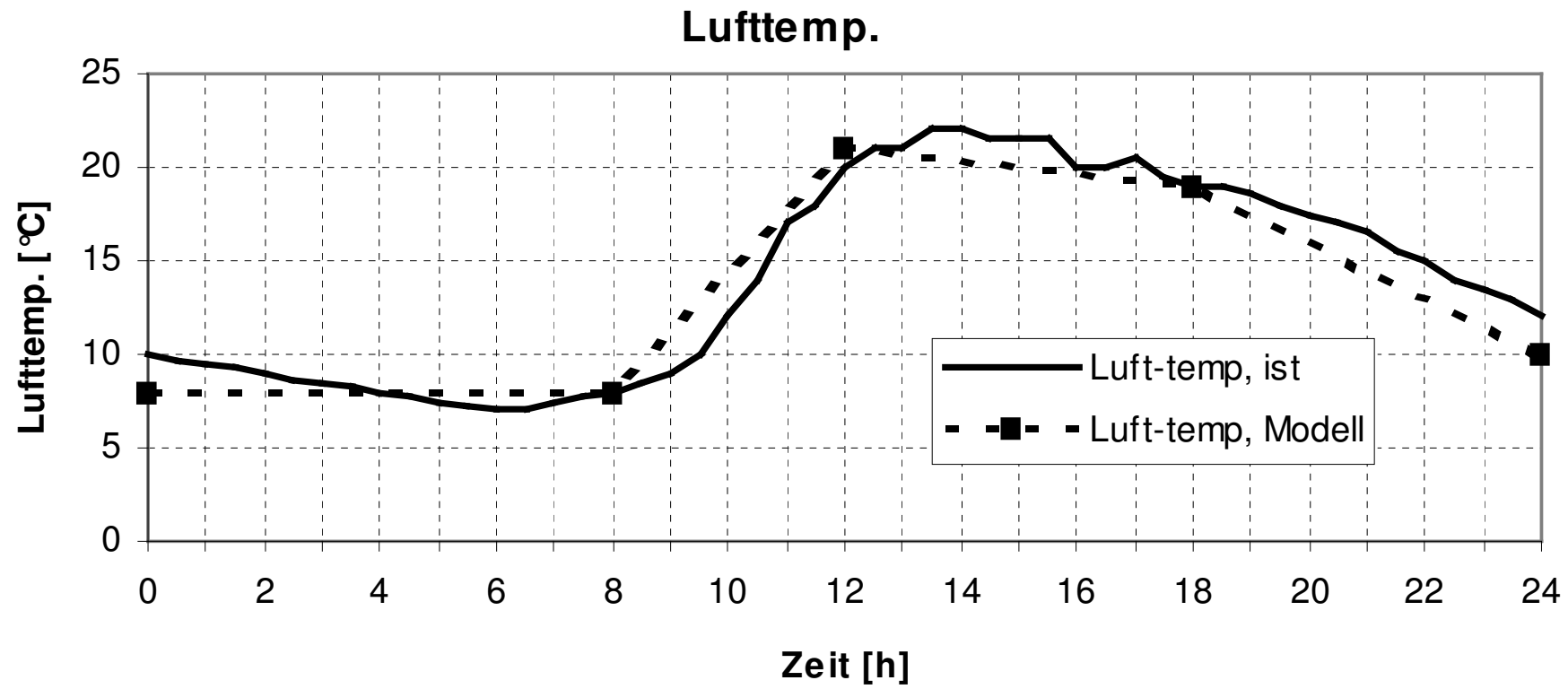
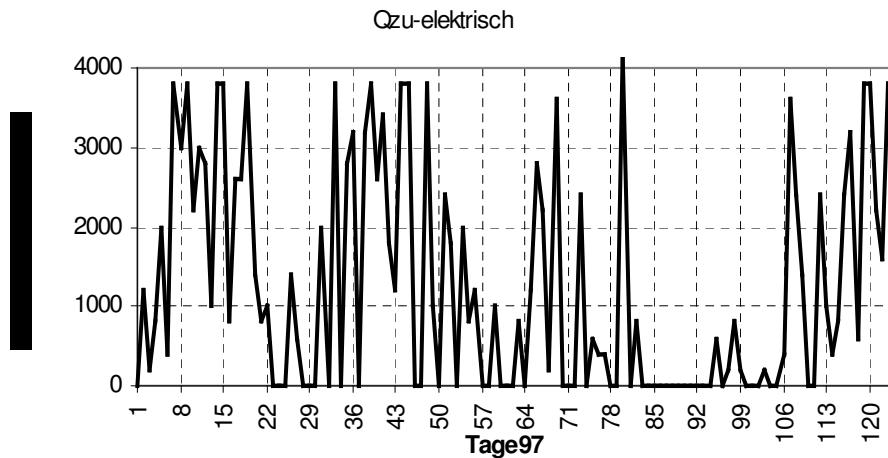
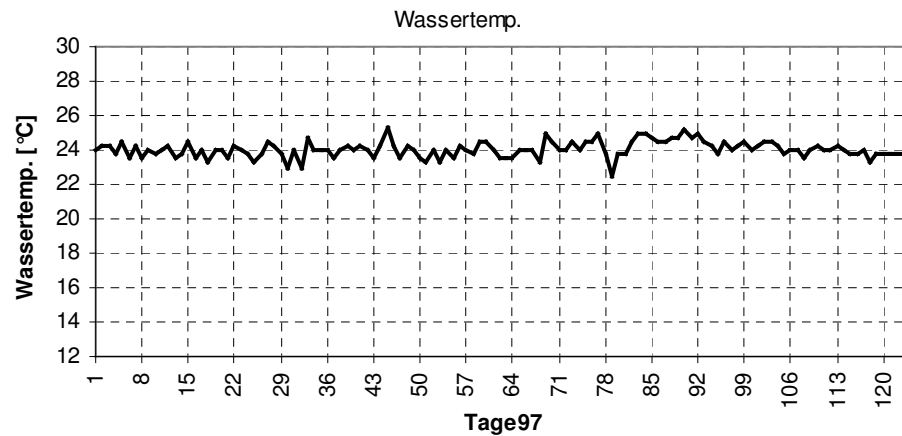
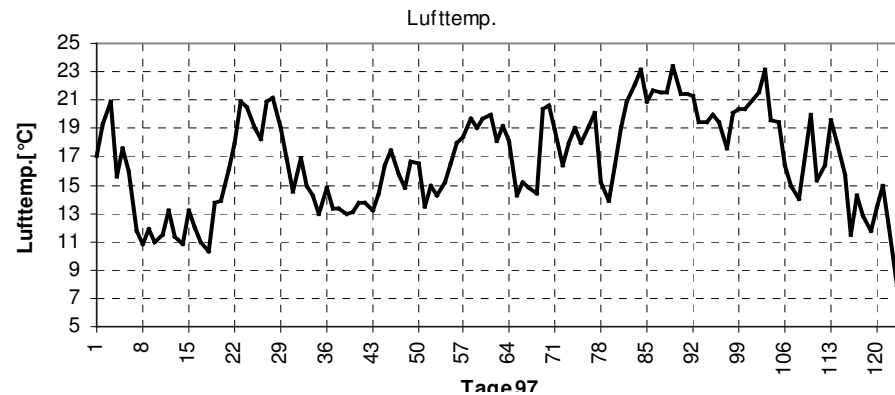


Daten zur Schwimmbadabdeckung

- Datensammlung der AG 21 aus 1996 – 1998
 - 124 Tage á je 3 Messungen/Tag/Saison (Luft/Wasser)
- Energiebedarf erfasst bzw. errechnet
 - Näherungsrechnung
- Zielwert: $T = \text{konst.} = 24^{\circ} \text{C}$
- Datenalter unerheblich, da physikalische Betrachtung



➤ Temperaturverlauf (laut Meßwert-Aufnahme)



Simulation der Ist-Situation mit elektrischer Beheizung ohne Abdeckung

Ist-Situation zur Überprüfung der Genauigkeit des Rechenmodells

Luft- und Wassertemperaturverlauf sowie Energieverbrauch gemessene Daten ca. 24 °C

Benötigte elektrische Energie über die gleiche Zeit ohne Abdeckung
bis über 4.000 KWh

Betrieb mit konventioneller elektrischer Beheizung und Abdeckung

Deckt man die Wasserfläche während der Schließzeit des Bades ab, so verringert sich die Verlustwärme Q_{ab_zu} .

Der Wärmeübergang wird mit einem k-Wert von $3,7\text{W/m}^2\text{K}$ angenommen.

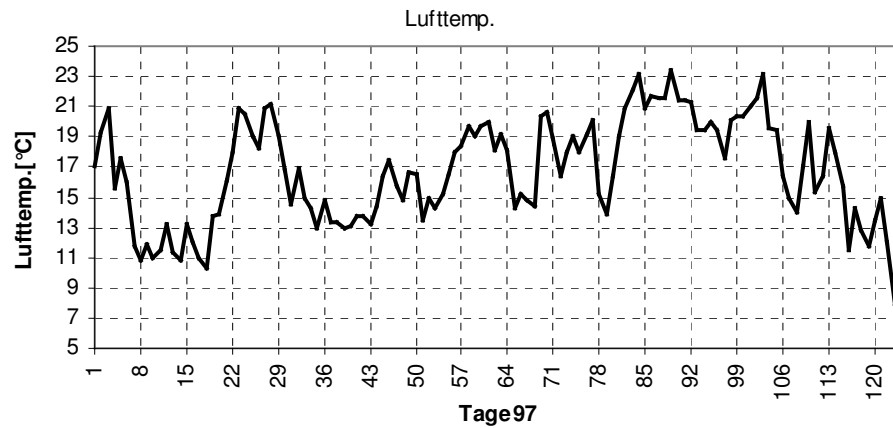
Öffnungszeit von 8° bis 18° angenommen

Weiterhin wurde angenommen, dass ohne Abdeckung der Wärmeverlust ins Erdreich 10% des gesamten Verlustes ausmacht, d.h. der Wärmeverlust mit Abdeckung wird berechnet als 10% des vorherigen plus der Wärmeverlust durch die Abdeckung mit dem angenommenen $k=3,7\text{W/m}^2\text{K}$.

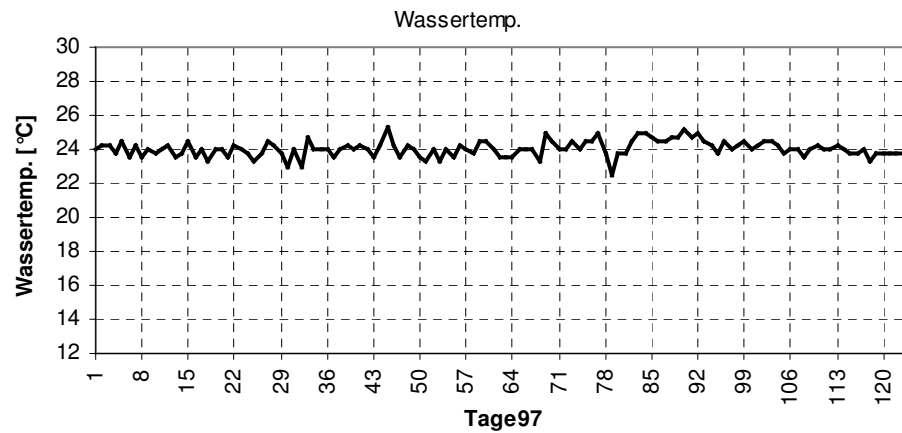
$$\Rightarrow Q_{ab_zu} = (dT_{wTI_zu}^2 \times 21,7\text{KWh/K}^2 \times 14/24 \times 10\%) + 539\text{m}^2 \times 3,7\text{W/m}^2\text{K} \times dT_{wTI_zu} \times 14\text{ h}$$

Berechnet man mit diesen Daten den Betrieb des Bades, so verringert sich die benötigte elektrische Energie $Q_{zuelektr.}$ in dem Maß, in dem sich der Wärmeverlust nachts verringert.

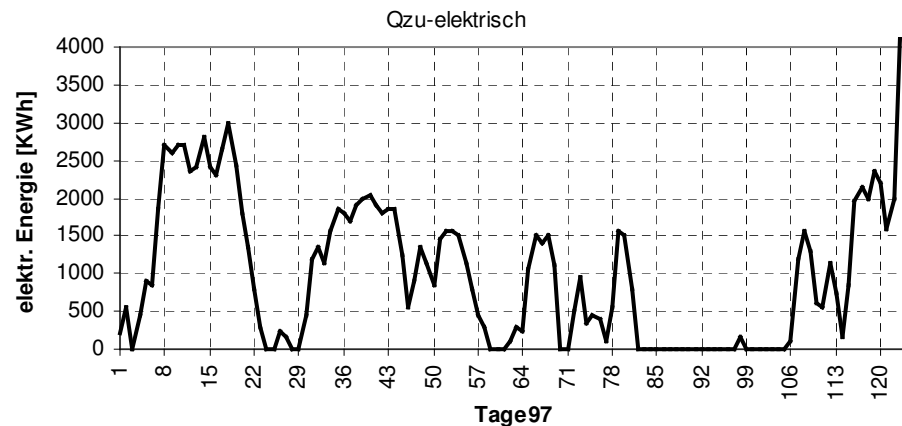
Bild 4 zeigt den Lufttemp-, Wassertemp.- und $Q_{zuelektr.}$ -Verlauf für '97 - simuliert für den Betrieb mit Nachtabdeckung und elektr. Beheizung.



Lufttemperatur 1997 wie gehabt



Wassertemperatur konstant bei 24 °C



elektrische zugeführte Energie
mit Nachtdeckung pro Meßtag
Durchschnittlich weniger als 2.000 KWh

Bildet man nun wieder die Summe von zugeführter elektr. Energie sowie die Mittelwerte der Temperaturen, so ergibt sich für die Jahre 96 - 98 folgender Vergleich:

	tatsächliche Werte	berechnet mit elektr. Heiz. ohne Nachtabdeckung	berechnet mit elektr. Heiz. mit Nachtabdeckung	Ersparnis
	mittlere Luft- temp. °C	mittlere Wassertemp °C	Qzuelekt. gesamt KWh	Delta Qzuelekt. in %
'96	15,4	24,1	216.450	-57
'97	16,7	24,2	161.400	-58
'98	15.9	24,1	198.550	-57

- Man erkennt (siehe auch Temperaturverlauf in Bild 4) dass die Tage, an denen sich das Becken auch ohne zusätzliche Heizung erwärmt, zunehmen!
- Es wird eine Energieersparnis von 57 – 58 % errechnet.

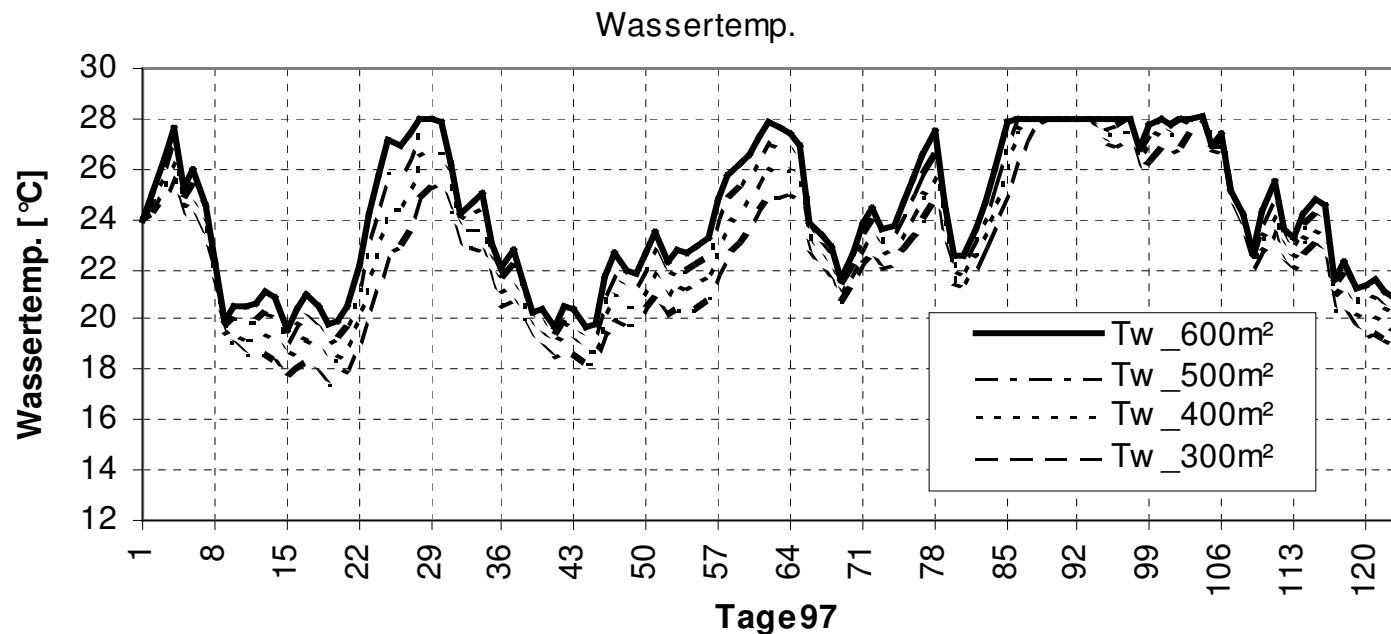
Nimmt man den Verbrauchsmittelwert von **192.167 KWh** pro Saison (vgl. 2.1) sowie dem damaligen Strompreis von **8,3 Pf./KWh**, so ergibt sich durch den Einsatz der Abdeckung eine Reduzierung der Beheizungskosten von derzeit 15.947,-DM auf 6.819,-DM, **also eine Ersparnis von rund 9.128,-DM / Jahr, bzw. rund 58 %** 6

Betrieb mit solarer Zusatzbeheizung

- Die maximale Sonneneinstrahlung an einem Sommertag beträgt um die Mittagszeit in unseren Breiten etwa **1000W/m²**. Hiervon kann ein Schwimmbad-Kollektor ca. **60 – 80 %** umwandeln, da kaum Wärme an die Umgebung abgegeben wird.
- Für 1997 liegen täglich gemessene Kollektorerträge einer Brauchwasseranlage aus Glashütten vor, so dass mit den auf Einstrahlung zurück gerechneten Werten der Schwimmbadbetrieb simuliert werden kann.
- Die Summe dieser Strahlungswerte beträgt über die 124 Tage **415 KWh/ m²**. Mit einem 500m² großem Schwimmbadkollektor und 65 % Wirkungsgrad beträgt also die in '97 erhaltene Energie theoretisch **134.875 KWh**.

Betrieb mit solarer Beheizung ohne Abdeckung

- Bei Betrieb **ohne elektr. Heizung** (mit 300 m² Absorberfläche) sackt die Wassertemperatur an ungünstigen Tagen bis auf 18 °C runter, während bei 28°C abgeschaltet wird.



Betrieb mit solarer Beheizung plus Nachtabdeckung !

- Kombination der Fälle "Abdeckung" und "solare Beheizung"
- Der geringere Heizbedarf durch die Nacht-Abdeckung kann nun mit einer entsprechend kleineren Kollektorfläche erzeugt werden.
- In **Bild 7**: Die sich ergebenden Wassertemperaturverläufe
- Die Schwankungen zwischen minimaler und maximaler Wassertemperatur werden nun kleiner gegenüber dem Fall ohne Abdeckung
- Begründung:
Ohne Abdeckung muss die Solaranlage entsprechend groß dimensioniert werden, um an kalten Tagen nicht zu stark abzusinken.
- Dies führt aber zu einem zu großen Energieertrag der Anlage an warmen Tagen. Mit kleiner werdendem Energiebedarf (mit Abdeckung) wird das Gesamtsystem weniger "wetterfähig".

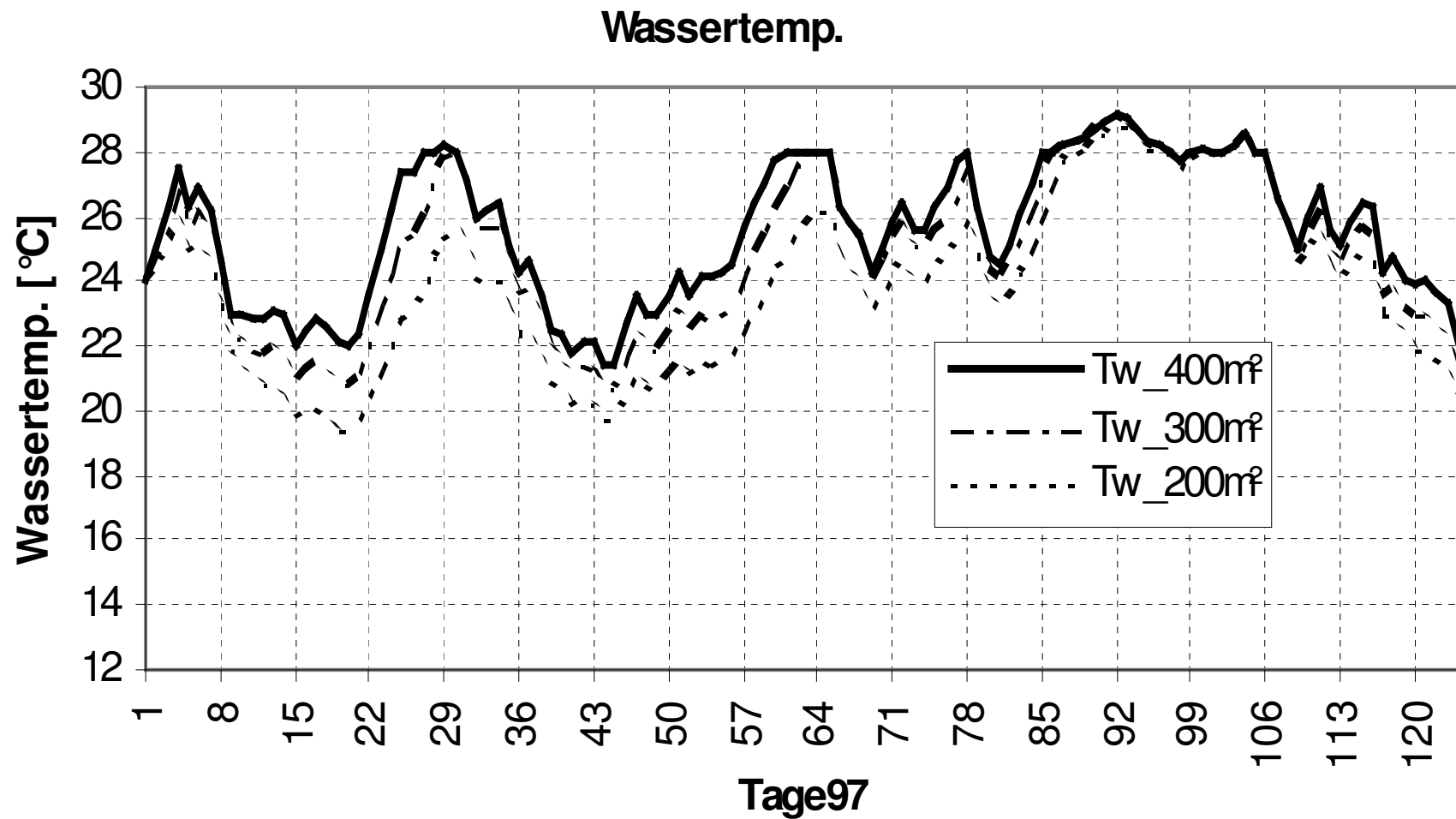


Bild 7: **Betrieb mit Abdeckung, kaum unter 22°C**

Zusammenfassung :

Jahr	Qzuelektr.gem.	Qzu elektr. ohne Abdeckg.	Qzu elektr. mit Abdeckg.	Qzu Solar / Qzu elektr. ohne Abdg. mit 200m²
1996	195.000	206.839	87.951	
1997	155.400	153.906	63.296	// 41.368 124.509
1998	215.000	185.085	79.657	

Jahr	Absorberfläche m²	Qzu_solar KWh	Qzu_elektr. KWh	Qelektr._gespart Qzu_solar %
1997	0	0	153.906	0
	100	20.684	138.481	75
	200	41.368	124.509	165.877 71
	300	62.052	112.042	67
	400	82.736	100.217	65
	500	103.420	89.172	63
	600	124.104	79.241	60 Wirk°

Zusammenfassung :

- An heißen Sommertagen wird jede Menge Solarenergie erzeugt (Bedarf ist aber gering)
- An den Tagen mit wenig Sonneneinstrahlung muss nach wie vor viel zugeheizt werden (wenn 24 °C eingehalten werden sollen)
- Haupt-Energieverluste fallen in den kalten Nächten an (Anfang/Ende der Saison)
- ***Hier hilft nur Isolation durch Abdeckung***
- ***Fazit:***
- Betrieb eines Absorbers ohne Abdeckung ist wenig sinnvoll
- Einsparpotential von rund 23.247 Euro/Jahr bei Nutzung Abdeckung (Haushalts-Strompreis 18,7 ct/kWh)