

# Kältespeicher für Mallorca

Villa-Fundamentplatte als Energiequelle kluger Wärmepumpentechnik



Wärmepumpen-versorgte Residenz auf Mallorca

Energieeffizienz ist nicht nur eine Frage der Produkt-Effizienz. Die übergeordnete System-Intelligenz hat den gleichen Stellenwert. Das bestätigt einmal mehr die Gebäudetechnik einer komfortablen Wohnvilla auf Mallorca. Sie schöpft im Prinzip alle Energiespeicher und Energiequellen aus, die der Baukörper und sein Umfeld bereitstellen, ohne dabei mit exotischen Verfahren zu experimentieren. Im Vordergrund stehen Kühlen und Lüften, im Winter fällt aber auch auf der Insel Wärmebedarf an.

Keine Experimente – der installierte Energiespeicher als Erdkollektor für die Wärmepumpe, nichts anderes als ein einige Meter tief im Grundstück betonierter Wassertank mit knapp 50 m<sup>3</sup> Raumvolumen und 25 m<sup>3</sup> Inhalt nebst eines eingelegten Rohrbündel-Wärmetauschers, widerspricht nicht dieser Feststellung. Zwar wird diese Kombination vermutlich auf Mallorca Premiere feiern, in Deutschland gehören aber seit einigen Jahren Kühl-, Energie- oder Eisspeicher der beschriebenen Art fast schon zum modernen Stand

der Heizungstechnik, speziell der Wärmepumpentechnik.

## Keine behördlichen Auflagen

Sie ersetzen den Vertikalkollektor. Ihr Aufschwung hat damit etwas zu tun, dass mit ihnen ohne jede behördliche Geneh-

migung – gegenüber dem bis 100 m tiefen Vertikalkollektor – und ohne größeren Eingriff ins Grundstück – gegenüber einem Flachkollektor – die oberflächennahe Erdwärme in den Heiz- und Kühlkreis eingebunden werden kann. Das erleichtert die Entscheidung und vereinfacht die Planung.

Waterkotte DS 5017 mit 14 kW zum Kühlen von mehr als 400 m<sup>2</sup>, zur Schwimmbadtemperierung, Warmwasserbereitung und Heizung (durch Staubschutzfolie fotografiert)



Der gewinnträchtige Effekt der Vereisung liegt in der physikalischen Eigenschaft des Wassers, beim Wechsel des Aggregatzustands von flüssig in fest trotz permanenten Wärmeentzugs zunächst keine Temperatur zu verlieren. Erst wenn alles Wasser eingefroren ist, nimmt auch das Eis Minusgrade an. Das bedeutet für die Wärmepumpe, im Heizbetrieb trotz Frost

kommt der Jahresarbeitszahl der lange Beharrungszustand zugute. Die Planung bemüht sich jedoch, so spät wie möglich von diesem hydrostatischen Phänomen Gebrauch zu machen. Zum Anlagenschema für nördliche Breiten gehören deshalb unverzichtbar einige Quadratmeter Kollektorfläche zur permanenten Regeneration des Speichers.



Tauscherinstallation im Energie- oder Kältespeicher. Später wird er mit etwa 25 m<sup>3</sup> Wasser gefüllt sein

sehr lange mit einem Null-Grad-Medium als Energiequelle fahren zu können.

Selbstverständlich will es die Wärmepumpe für einen hohen Jahresnutzungsgrad so warm wie möglich. Die Erstarrung ist folglich nicht das angestrebte Ziel. Nur wenn die Quelltemperatur gegen Ende der Heizperiode am Gefrierpunkt liegt,

## Der Trick mit dem Brunnenwasser

Wegen der moderaten Klimaverhältnisse auf Mallorca erübrigt sich dort freilich der Solarkollektor. Wegen der beinahe ganzjährigen Sonneneinstrahlung genügt das Grundstück als Absorber. Ergänzend gestattet die Regelung, relativ warmes

Grundwasser durch die Tauscherwendeln im Tank zu schicken. Einen Brunnen benötigt das Grundstück ohnehin zur Bewässerung. Der bietet die Möglichkeit, nach einer längeren Kälteperiode die Enthalpie des Grundwassers in den Energiespeicher zu pumpen und erst danach den Rasen zu sprengen.

Die Daten des Hauses und seiner Technik: drei Ebenen, nämlich Untergeschoss, Erdgeschoss und ein Obergeschoss mit je 147 m<sup>2</sup>, Temperierung der Zimmer über einen Klimaboden (luftdurchflossener Hohlboden mit Fußbodenheizung), Sole/Wasser-Wärmepumpe Typ Waterkotte DS 5017.3 mit 14 kW Heizleistung, kontrollierte Lüftung über den Klimaboden mit zwei 350-m<sup>3</sup>-Geräten von Econ+/Vaillant, Außenschwimmbad mit einer Fläche von 95 m<sup>2</sup> und einem Volumen von 114 m<sup>3</sup>. Drei Energiequellen beliefern die Wärmepumpe, erstens die 147 m<sup>2</sup> große Betonkernplatte unter dem Wohnhaus, zweitens die 95 m<sup>2</sup> große Betonkernplatte unter dem Schwimmbad, drittens der Energiespeicher mit 25 m<sup>3</sup> Wasserinhalt als Nutzvolumen. Dazu addiert sich noch im Ausnahmefall die erwähnte Grundwasserwärme.

## Kühlen an erster Stelle

Die Lufttechnik geht von einer Belegung des Hauses bis acht Personen aus. Die reversible und monovalente Wärmepumpe dient sowohl zum Heizen als auch zum aktiven Kühlen, sollte die Naturkühlung nicht ausreichen. Insgesamt realisierte der Planer und Anlagenbauer, die Firma Metternich Haustechnik aus Windeck, neun Pfade zur Energieversorgung der Villa. Details dazu gleich. Zuvor sei auf die Regelungshierarchie hingewiesen: Das Kühlen steht im Vordergrund, danach folgt die ganzjährige Warmwasserbereitung für bis acht Personen, es schließt sich die Schwimmbadbeheizung im Frühjahr und Herbst an – kein Winterbetrieb –, und ganz am Schluss steht der Heizbetrieb.

Die neun Wege zur Energieversorgung sehen folgendermaßen aus:

1. Energieentzug aus der Bodenplatte unter dem Haus

Der Pool hat auch Energiekollektor-Funktion. Seine Rohr bestückte Fundamentplatte dient zum Kühlen und Heizen



2. Energieentzug aus der Bodenplatte unter dem Schwimmbad
3. Energieentzug aus dem Energiespeicher
4. Lüftung vorkühlen
5. Lüftung im Klimaboden nachkühlen
6. Heizbetrieb Fußbodenheizung
7. Warmwasserbereitung
8. Beheizung Schwimmbad
9. aktive Kühlung.

**COP von 6 und mehr**

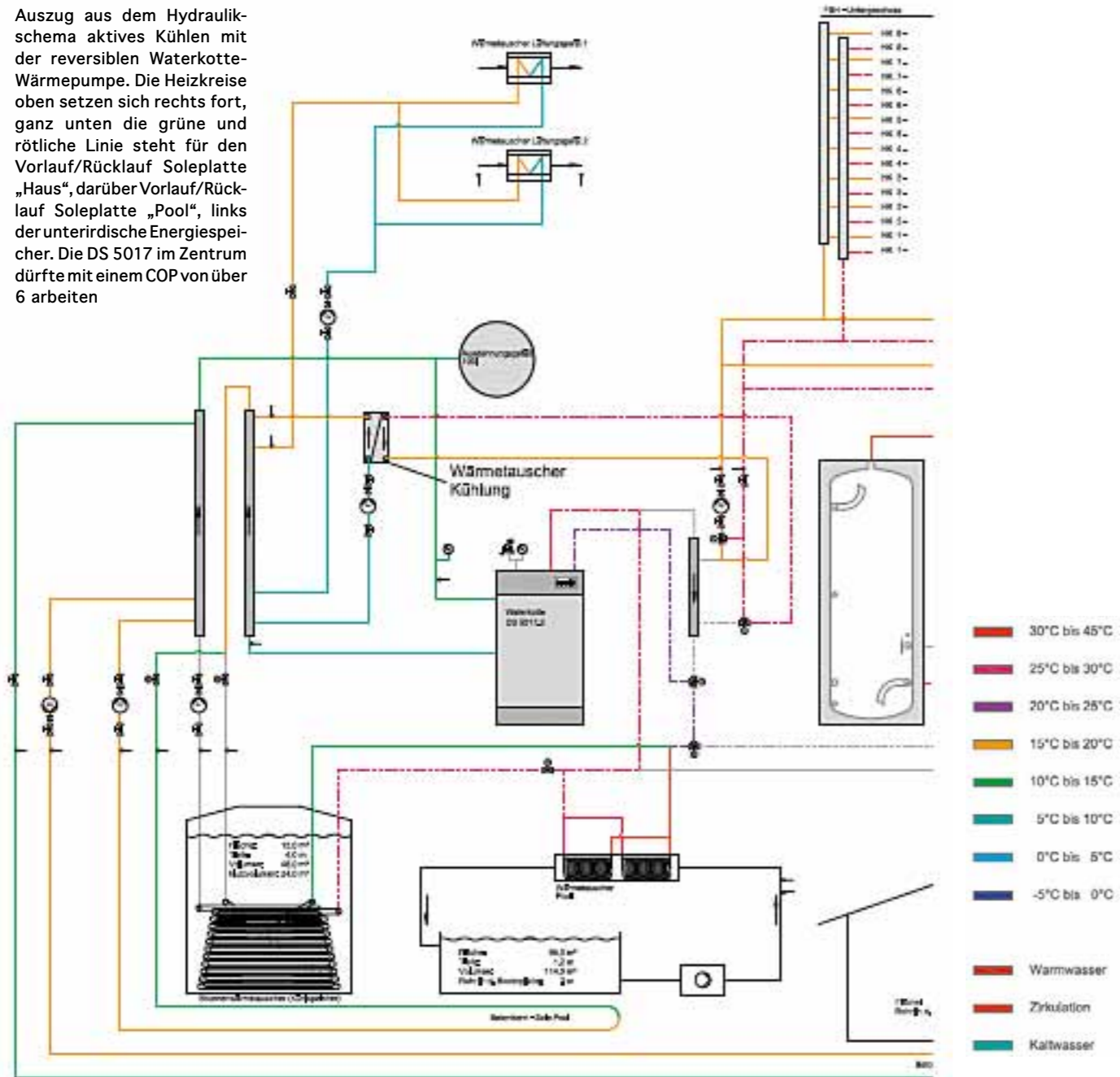
Je nach Außen- und Quelltemperatur stellt die Regelungstechnik die Weichen so, dass der Wärmetransport über die

Wärmepumpe oder an ihr vorbei geht. Das klingt im ersten Moment kompliziert. Planer und Anlagenbauer Frank Euteuner, einer der beiden Geschäftsführer der Metternich Haustechnik, sieht das aber nicht so. „Nein, kompliziert oder anfällig ist das Schema nicht. Sicherlich ein wenig aufwendig. Aber dieses Konzept spart immens Energiekosten. Wir reden hier von einer Jahresarbeitszahl von mindestens 6. Die Waterkotte DS spielt im Prinzip nur noch den Verwalter der einzelnen Energiequellen. Sie produziert ein bisschen Kälte, sie produziert ein bisschen Wärme, verschiebt aber in erster Linie die Energieströme aus den

verschiedenen Energiequellen. Bei einer Sole/Wasser-Wärmepumpe reden wir im Allgemeinen von einem COP von 4 oder 5, hier klettert die Leistungszahl auf 6, vielleicht sogar auf 7.“

Das Hirn der Anlage, eine übergeordnete Masterregelung, die die Planer der Firma Metternich über die standardisierte Wärmepumpenregelung stülpten, unterteilt die neun Möglichkeiten in vier Wege auf der warmen Seite, vier Wege auf der kalten Seite und einen Solekreis. Die Regelungsstrategie orientiert sich auf der Abnehmerseite an der Priorisierung, der erwähnten Reihenfolge Kühlung, Warm-

Auszug aus dem Hydraulikschema aktives Kühlen mit der reversiblen Waterkotte-Wärmepumpe. Die Heizkreise oben setzen sich rechts fort, ganz unten die grüne und rötliche Linie steht für den Vorlauf/Rücklauf Soleplatte „Haus“, darüber Vorlauf/Rücklauf Soleplatte „Pool“, links der unterirdische Energiespeicher. Die DS 5017 im Zentrum dürfte mit einem COP von über 6 arbeiten



wasserbereitung, Pool, Heizbetrieb. Auf der Energiequellenseite dagegen entscheidet sie nicht nach einer Rangfolge, sondern ausschließlich nach den Temperaturen: Welcher Lieferant gestattet im Moment den wirtschaftlichsten Betrieb?

Selbstverständlich berücksichtigt diese Betrachtung die Komplexität beziehungsweise die Zustandsänderungen im Gesamtsystem. Wenn die Master-Elektronik beispielsweise den Betonkern unter dem Pool entlädt, für den das Beckenwasser als Kollektor fungiert, behält sie auch die Schwimmbadtemperatur im Blick, achtet darauf, dass die nicht unter den Sollwert von 27 oder 28 °C sinkt. Sie würde bei

die Bodenplatten zur Wärmepumpe. Eine hydraulische Weiche gleicht die Volumina aus. Die aktiv kühlende Maschine fährt mit 5 bis 10 °C die Wärmetauscher der Lüftungsgeräte econ+ an. Dort klettert die Sole auf eine Temperatur von 15 bis 20 °C. Mit diesem Wert fließt der Rücklauf als Vorlauf zu einem separaten Wärmetauscher Kühlung. Der ist für die Wassertemperatur in den Heizkreisen des Klimabodens zuständig und ebenfalls an die Wärmepumpe angekoppelt. Endgültig schließt sich dieser Umlauf wieder in den beiden Betonkernen.

Wie erwähnt, achtet der Regler aber darauf, die Soleplatte „Pool“ nur so lange zu

hebung der Sole-Vorlauftemperatur. Die Planung unterstellt eine ausreichend zügige Regeneration des Kühl- oder Energiespeichers im Mallorca-Wetter. Vermutlich wird es nicht zur Vereisung kommen, die Designer der Systemarchitektur rechnen jedenfalls damit, dass das Erdreich ausreichend Wärme nachschiebt. Das muss der Betrieb zeigen. Eine Art Notfahrplan sieht vor, im Vereisungsfall die Wärmetauscherschlangen mit Grundwasser zusätzlich zu regenerieren.

**Betonkernwärme auch für den Pool**

**Drittens: Pooltemperierung.** Sie ähnelt der Warmwasserbereitung. Ein Winterbetrieb ist laut Auftraggeber nicht zu berücksichtigen. Im Sommer sorgt die direkte Solarstrahlung auf die Wasseroberfläche ohne jede technische Unterstützung für angenehme Badetemperaturen. Nur im Frühjahr und im Herbst muss der Wärmetauscher „Pool“ Dienst tun. Dann sollte ausreichend Energie im Tank des Kältespeichers zur Verfügung stehen, um mit Hilfe der Waterkotte-Maschine die Solltemperatur von 28 °C zu gewährleisten. Der Wasserkollektor dürfte dann bis 5 °C liefern und bis 10 °C von der kalten Seite des Aggregats zurückerhalten, während die warme Seite der DS 5017 mindestens 30 °C in den Wärmetauscher „Pool“ spült. Gibt der Kältespeicher nicht genügend her und sollten sich die Pooltemperaturen bereits am unteren Limit bewegen, muss der Betonkern „Haus“ Wärmeenergie zuschießen und die Sole nachladen.

**Viertens: Heizbetrieb.** Der Regler fragt die beiden Betonkerne und den Energiespeicher ab. Wer liefert im Moment für den wirtschaftlichsten Betrieb die höchsten Temperaturen? Entsprechend schaltet er den Energiefluss von den Quellen zur Waterkotte-Wärmepumpe. Die beschickt die Heizkreise. Fällt die Temperatur im Energiespeicher auf Werte um den Gefrierpunkt, schaltet sich der Brunnen-Wärmetauscher zur Regeneration der Tankfüllung dazu.

Die Zuluft muss in der Regel nicht vorgewärmt werden. Die Abluft entweicht über die Gebäudewand nach außen. ▶



Anschluss der an die verschiedenen Energiequellen

einer entsprechenden Meldung sofort auf die Bodenplatte „Haus“ oder auf den Energiespeicher umschalten.

**Beispielhafte Betriebs-situationen**

Im Einzelfall sieht das, als Beispiele, so aus, beginnen wir mit

**Erstens: aktive Kühlung der Räume im Sommer.** Die Zulufttemperatur zu den Räumen soll 15 bis 20 °C betragen, um die Raumtemperatur bei etwa 24 °C zu stabilisieren. Der Regler schaut sich zunächst einmal die Betonkerntemperaturen unter dem Haus und unter dem Schwimmbad an. Wenn die 10 bis 15 °C betragen, schaltet er die Zirkulationspumpe ein und schiebt das Fluid durch

entkühlen, wie der Sollwert des Schwimmbadwassers von 28 °C nicht unterschritten wird.

Die beiden Lüftungsgeräte econ+, die in den Hohlboden einblasen, dienen mit als Vorkühler. Die Nachkühlung übernehmen die Rohrschlangen im Klimaboden, eingebettet im Estrich oberhalb der Luftschächte. Die aktiv kühlende Wärmepumpe deponiert die auf der warmen Seite erzeugte Fracht im Beckenwasser des Gartenpools.

**Zweitens: Warmwasserbetrieb.** In erster Linie temperiert der Energiespeicher mit Hilfe der DS 5017 den 1000-Liter-Boiler auf bis 45 °C. Sollte im Frühjahr der Energiespeicher komplett eingefroren sein, die Gäste aber bereits den Pool nutzen, unterstützt die Bodenplatte „Haus“ die An-

### Einige weitere Details

Zur Kühlung ist noch zu sagen: Natürlich läuft die Anlage zunächst auf Naturkühlung. Erst wenn die drei Quellen – die beiden Betonkerne und der Energiespeicher – nicht mehr ausreichen, schaltet die Maschine auf aktive Kühlung um. Das Fließschema sieht vor, die Kälte in jedem Fall im Energiespeicher zwischenzulagern. Die Wärmepumpe baut dort einen Kälte-

Heiz- und Kühltechnik komme schon mit kleinen Temperaturhüben aus. Der Auslegungsfall mit Werten im Speicher bis zur Frostgrenze sei ja nicht der Normalfall. „Zu Beginn der Heizsaison herrschen im Speicher 20 °C und in den Betonkernen ebenfalls 15 bis 20 °C. Da genügen sehr kleine Temperaturhübe, um Warmwasser zu erzeugen oder für das bisschen Heizbetrieb. Das ist ja das Geniale an diesem System. Deswegen kommen wir auf Leistungszahlen von 6 oder 7“ sagt Frank Euteneuer.

### Lange Laufzeiten der Wärmepumpe

Zur Dimensionierung der Wärmepumpe berechneten seine Leute die Kühllast des Gebäudes – die Heizung spielt nur eine untergeordnete Rolle – und addierten zu dieser Kälteleistung für den Klimaboden von 11 kW noch einen Zuschlag für die Warmwasserbereitung von 3 kW. Wollte man mit diesen 14 kW sowohl die Heiz/Kühlseite, als auch das Becken, als auch die Warmwasserbereitung zeitgleich betreiben, wäre die DS 5017 über-

fordert. In der Winterperiode sinkt auch auf Mallorca die Temperatur auf etwa 0 °C. Aus den Vorgesprächen mit dem Auftraggeber ergab sich jedoch, dass das Schwimmbad im Winter nicht genutzt werden würde. Mithin durfte es bei den 14 kW bleiben.

„Um noch mal auf die Relationen zu sprechen zu kommen. Hätten wir ausschließlich nach der winterlichen Heizleistung ausgelegt, wären wir mit 6 oder 7 kW hingekommen. Wegen der Kühlleistung mussten wir auf 14 kW vergrößern“, erläutert der Erbauer die Planung. Er geht auch noch einmal auf den Energiespeicher und seine Funktion im sommerlichen Kühlbetrieb ein: „Die von der DS aktiv produzierte Kälte lagern wir zunächst im Wasserspeicher ein, füllen den soweit

wie möglich auf. Dadurch erreichen wir lange Laufzeiten der Wärmepumpe. Die Taktfrequenz hält sich sehr in Grenzen.

Vom Puffer gehen wir deshalb über einen Wärmetauscher ‚Kühlung‘ in die Heizkreise, weil wir mit tiefer Kälte natürlich nicht direkt den Fußboden kontaktieren dürfen. Es käme zur Kondensatbildung. Unser Schema erlaubt es, immer nur so viel Energie dem Speicher zu entziehen wie gerade erforderlich. **Es pendelt sich eine Temperaturdifferenz von nicht mehr als 5 oder 6 °C ein.** Das gilt auch für die beiden econ+. Wenn die Raumtemperatur 24 °C beträgt, fließt 18- oder 19-gradiges Wasser durch deren Wärmetauscher zur Vorkühlung. Das sind alles stabile, risikolose Verhältnisse. Eine entscheidende Funktion in diesem Punkt haben auch die beiden hydraulischen Weichen, eine auf der Solesseite, also auf der kalten Seite der Wärmepumpe, eine auf ihrer warmen Seite, um die Temperaturen entsprechend zu mischen.“

### Eine Frage des Angebots

Metternich Haustechnik sitzt in Windeck. Wie plant, installiert und koordiniert man die Arbeiten im fernen Mallorca? Ausschließlich mit örtlichem Personal sei so etwas doch nicht zu machen? „Nein, das geht tatsächlich nicht. Wir haben hier alles komplett zusammengestellt. Im ersten Schritt die gesamte Rohrinstallation, bis hin zu den Steigesträngen, bis hin zur Verrohrung. Man kann sagen, wir haben hier die Montage 1:1 simuliert. Dann verpackten wir alles, schickten es auf die Insel, bauten mit eigenen Leuten den Klimaboden vor Ort ein und als dritter Schritt folgte die Installation der Heizzentrale mit der Wärmepumpenanlage, mit Warmwasserbereitung und der gesamten anderen Peripherie. Der vierte Schritt war die Inbetriebnahme jetzt im September 2011.“

Wie rechnet man denn so etwas ab? Eskalieren dadurch nicht für den Bauherrn die Kosten? „Wir haben eine für beide Seiten zufriedenstellende Absprache getroffen. Wir kalkulierten so, als würden wir das gesamte System in Köln oder Düsseldorf bauen. Wir stellen lediglich die zusätzlichen Reise- und Hotelkosten in Rechnung.

Die halten sich in Grenzen. Flüge nach Mallorca kosten ja nicht die Welt.“

### Bereits ein Kontakthof auf Mallorca

Die Energiekosten steigen nicht nur in Deutschland. Sie steigen auch in Spanien wie im Rest Europas und im Rest der Welt. Hat solch eine energieeffiziente Lösung multiplikativen Effekt? Was sagen die Nachbarn? „Das Anwesen entwickelt sich für uns zu einem Kontakthof. Es kommt regelmäßig zu Gesprächen und Anfragen. Die spanische Regierung will ja auch etwas für die Erneuerbaren Energien tun. Sie muss etwas dafür tun. Sie muss mit dem Stromverbrauch herunter. Denn die Millionen von Klimageräten führen dazu, dass im Sommer quasi das Stromnetz zusammenbricht.“

Auf der Iberischen Halbinsel und ihren Inseln wird ja nicht nur das Wasser in der heißen Jahreszeit knapp. Ebenfalls hat die Elektrizitätsversorgung mit Versorgungsengpässen zu kämpfen. Und ganz besonders davon betroffen sind die Urlaubsregionen. Spanien hat, genauso wie Deutschland, ein Stromeinspeisegesetz. Das verpflichtet die Betreiber von Stromnetzen, die Produktion von Photovoltaikanlagen zu einem bestimmten Preis abzunehmen. Für Spanien sind solche und andere Förderungen nicht nur zukunfts- sondern bereits gegenwartsrelevant. Die hohe externe Energieabhängigkeit von ca. 80 Prozent, trotz brennender Sonne, schlägt seit Jahren nicht zuletzt in der Handelsbilanz negativ zu Buche.

Deshalb bemüht sich die spanische Regierung ernsthaft, den Energieverbrauch

effizienter zu gestalten. Dazu hat sie im Sommer 2011 einen umfassenden Maßnahmenkatalog vorgestellt, der vor allen Dingen den Transportsektor und den Wohnungsbau erfasst. Der neue Plan ist auf einen Zeitraum bis 2020 ausgelegt und soll bis dahin den Energieverbrauch um 20 Prozent reduzieren. Nach einer Statistik der EU liegt das Land 15 Prozentpunkte unter dem EU-Durchschnitt bei der Gebäudeeffizienz. Der Gesamtplan enthält einen Katalog von 100 Maßnahmen, die sich zum Teil kurzfristig umsetzen lassen. Unter anderem beinhaltet er die erhöhte Nutzung von Geothermie (Wärmepumpen), die Förderung von Solaranlagen, Photovoltaik und CO<sub>2</sub>-Reduktionsmaßnahmen.

Bernd Genath

[www.metternich-haustechnik.de](http://www.metternich-haustechnik.de)  
[www.waterkotte.de](http://www.waterkotte.de)



Das Umfeld

see auf, aus dem sich die Fußbodenschlangen und die Lüftung versorgen.

Die im Kühlbetrieb entstehende Wärme puffert die DS im Pool ab. Den überheizt sie folglich. Da aber – siehe Hierarchie – die Kühlung Vorrang hat, nehmen Betreiber und Planer diese Übertemperatur auch deshalb in Kauf, weil sie davon ausgehen, dass in diesen Tagen höchster Außentemperatur die große Differenz zwischen Luft- und Beckenwassertemperatur ausreichend Abkühlung beschert.

Die Anlagenbauer der mallorquinischen Variante energieeffizienter Gebäudetechnik verzichteten bewusst auf Solarthermie zur Regeneration des Speichers. Man brauche die hohen Temperaturen nicht, die ein Kollektor liefert. Die gesamte