

Energieeffizienz in Schwimmbädern

Klima schützen – Kosten senken



energie



Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Energieeffizienz in Schwimmbädern

Klima schützen – Kosten senken



K U M A S
Kompetenzzentrum Umwelt

UmweltSpezial

Impressum

Energieeffizienz in Schwimmbädern

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: 0821 9071-0
Fax: 0821 9071-5556
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung:

FRITZ Planung GmbH
Am Schönblick 1
72574 Bad Urach

Erik Fischer
Kurz und Fischer GmbH
Beratende Ingenieure Bauphysik
Brückenstraße 9
71364 Winnenden

Dr. Andreas Lenz, Bayerische Verwaltungsschule (BVS)
Leiter des Geschäftsbereichs Umwelt und Technik
Ridlerstraße 75
80339 München

Christian Dahm
EnergieAgentur.NRW
Kasinostr. 19-21
42103 Wuppertal

LfU Ref. 22, Vera Linckh, Dr. Anke Mennenga

Bildnachweis:

Fritz Planung GmbH (s. o.), Titelbild, S. 8, S. 11 o., S. 12, S. 13 li, mi, S. 15, S. 18, S. 19 li, S. 21, S. 23, S. 24, S. 26, S. 28, S. 29, S. 30, S. 31 li, mi
Dr. Andreas Lenz (s. o.), S. 32
Dr. Anke Mennenga, LfU, S. 31 re
Stadtwerke Bamberg, Bambados, Margaretendamm 28, 96052 Bamberg, S. 11 u, S. 16, S. 20 re, S. 35
Stadt Gerolzhofen, Brunnengasse 5, 97447 Gerolzhofen, S. 13 re, S. 19 re, S. 20 li,

Druck:

Pauli Offsetdruck e.K.
Am Saaleschloßchen 6
95145 Oberkotzau

Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier.

Stand:

April 2012

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Energieeffizienz im Bäderbau	6
2.1	Lebenszyklus-Betrachtung und Wirtschaftlichkeit	6
2.2	Die Verbrauchsanteile von Bäderanlagen: Wo geht die Energie hin?	6
3	Das Bäderklima: Wassertemperatur, Lufttemperatur und Raumlufftfeuchte	8
4	Sanierung der Gebäudehülle	10
4.1	Energieeinsparverordnung	10
4.2	Schadensfreiheit und Wärmebrücken	10
4.3	Außenwände	11
4.4	Dachflächen	12
4.5	Fenster	12
4.6	Bereiche unterschiedlicher Raumtemperaturen	12
4.7	Wärmebedarf eines typischen Freizeitbades	13
5	Lüftungsanlagen	14
6	Außenbecken und -rutsche	18
6.1	Beckenabdeckung	18
6.2	Ausschwimmkanal	19
6.3	Lage und Form der Becken	19
6.4	Wasserrutschen	20
7	Ausgewählte Komponenten der Bädertechnik	21
7.1	Pumpen	21
7.2	Attraktionen	22
7.3	Saunaanlagen	23
8	Beleuchtung	24
8.1	LED-Lampen	24
8.2	Tageslichtabhängige Lichtsteuerungen	25
8.3	Bewegungsmelder, Präsenzmelder	25
9	Wärmeerzeugung	26
9.1	Gas-/Öl-Kessel	27

9.2	Anschluss an Wärmenetze (Nah- und Fernwärme)	27
9.3	Blockheizkraftwerk	27
9.4	Nutzung von Biomasse	29
9.5	Nutzung von Geothermie	29
9.6	Solar-Absorberanlagen	30
10	Wärmerückgewinnung	31
10.1	... aus Beckenabwasser und Spülwasser	31
10.2	... aus Duschwasser	32
10.3	... aus Messwasser	32
11	Mess-, Steuer-, Regelungstechnik; Gebäudeleittechnik	33
12	Betriebsoptimierung	34
13	Die Zukunft beginnt heute: Neubau energetisch optimierter Bäder	35
14	Checkliste/Bestandsaufnahme	36
15	Querschnitt eines Freizeitbades	38
16	Anhang	40

1 Einleitung

Schwimmen mit der Schulklasse, im Verein oder mit Familie und Freunden ist heute ein wichtiger Bestandteil des gesellschaftlichen und sportlichen Lebens. Hallen- und Freibäder sind unentbehrlich für das Freizeit- und Sportangebot der Kommunen.

„Innerhalb der Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit sollen Städte und Gemeinden die für die wirtschaftliche, soziale und kulturelle Betreuung ihrer Einwohner erforderlichen Einrichtungen schaffen.“ Dieser oder ähnlicher Wortlaut ist in vielen Kommunalverfassungen der Länder festgeschrieben. Dem gegenüber stehen die rückläufigen Finanz- und Wirtschaftsentwicklungen im kommunalen Bereich, die schon zu Bäderschließungen geführt haben - wobei die hohen Unterhaltungskosten natürlich in gleicher Weise Hotel-, Gemeinschafts- und Privatbäder betreffen. Statistische Erhebungen zeigen, dass die Personalkosten in öffentlichen Bädern mit einem Kostenanteil von etwa 50 Prozent den größten Einzelkostenblock darstellen. Darauf folgen die Energiekosten mit einem Anteil von immerhin etwa 30 Prozent. Das erscheint relativ gering, doch tatsächlich weisen die Hallen- und Freibäder im Vergleich zu Wohn-, Geschäfts-, Büro-, Sport- und sonstige Nutzgebäuden den höchsten spezifischen Energiebedarf auf. Dies ist nicht verwunderlich, da ein immenser Energiebedarf für die Bereitstellung der relativ großen und beheizten Wasserflächen sowie der dazugehörigen Raumklimatisierung notwendig ist.

Bei den rund 7.800 öffentlichen Hallen- und Freibädern in Deutschland - davon mehr als 6.000 in kommunaler Trägerschaft - summiert sich das Energie- und Kosteneinsparpotenzial in beachtlicher Weise.

Nachfolgend erläutert diese Broschüre Maßnahmen zur rationellen, wirtschaftlichen und ressourcenschonenden Energieanwendung im Bad im Sinne einer zukunftsorientierten und ganzheitlichen Energiekonzeption.

Dabei können nicht alle Hinweise für jedes Bad gleichermaßen hilfreich sein. Vor jedem Neu- und Umbau oder einer Sanierung müssen Detailuntersuchungen und Analysen des Ist-Zustandes durchgeführt werden. Nur auf dieser Grundlage kann ein für den Einzelfall maßgeschneidertes Gesamtenergiekonzept erstellt und verwirklicht werden.

Doch die Modernisierung von Gebäudehülle und Anlagentechnik ist nicht alles. Bei einer oft mit der Modernisierung verbundenen Erweiterung des Angebots steigt zuweilen anschließend der Energiebedarf erst recht, weil gleichzeitig zusätzliche Attraktionen wie Außenbecken, Außenrutschen, Luftsprudler oder Massagedüsen eingebaut wurden. Hier müssen die Effekte durch Attraktivitätssteigerung einerseits und Energiebedarf andererseits gut abgestimmt werden.

2 Energieeffizienz im Bäderbau

2.1 Lebenszyklus-Betrachtung und Wirtschaftlichkeit

Trotz hoher Baukosten und teurer Komponenten wie Haustechnik, Fliesenbeläge oder Korrosionsschutz: Die Gesamtkosten eines Gebäudes werden auch bei Bädern zum weit überwiegenden Anteil durch die Kosten während der Nutzungsphase bestimmt.

Die Betrachtung der Baukosten oder Beschaffungskosten allein reicht also nicht aus, sondern es ist bereits in der Planungsphase auf eine besonders energieeffiziente Bauweise zu achten. Die Entscheidungsträger in den Kommunen haben zu dieser Zeit Einfluss auf die späteren Energieaufwendungen. Einsparungen am falschen Platz können ein teurer Luxus sein.

Die Kosten der Bäder werden nur in sehr geringem Umfang durch die Anschaffungskosten bestimmt. Der weitaus größte Teil der Kosten fällt während des Betriebs an.

Es kommt leider immer noch zu häufig vor, dass die meist öffentlichen Auftraggeber eine Trennung nach Baubudget und Betriebskosten vornehmen. Die Kosten für die Baumaßnahme werden in einer frühen Planungsphase gedeckelt. Energetisch und insbesondere auch wirtschaftlich sinnvolle, geradezu zwingend notwendige Maßnahmen, die im Zuge der weiteren Planung offenkundig werden, fallen wegen der Baukostenüberschreitung unter den Tisch. Damit sind die Weichen für unnötig hohe Betriebskosten und eine über Jahrzehnte anhaltende Mehrbelastung für die Betreiber gestellt.

2.2 Die Verbrauchsanteile von Bäderanlagen: Wo geht die Energie hin?

In Schwimmbädern gibt es nicht DEN Hauptenergieverbraucher wie in Schulen, wo der Hauptteil des Energiebedarfs durch die Raumwärme verursacht wird. Vielmehr beanspruchen mehrere Teilbereiche etwa gleich große Verbrauchsanteile.

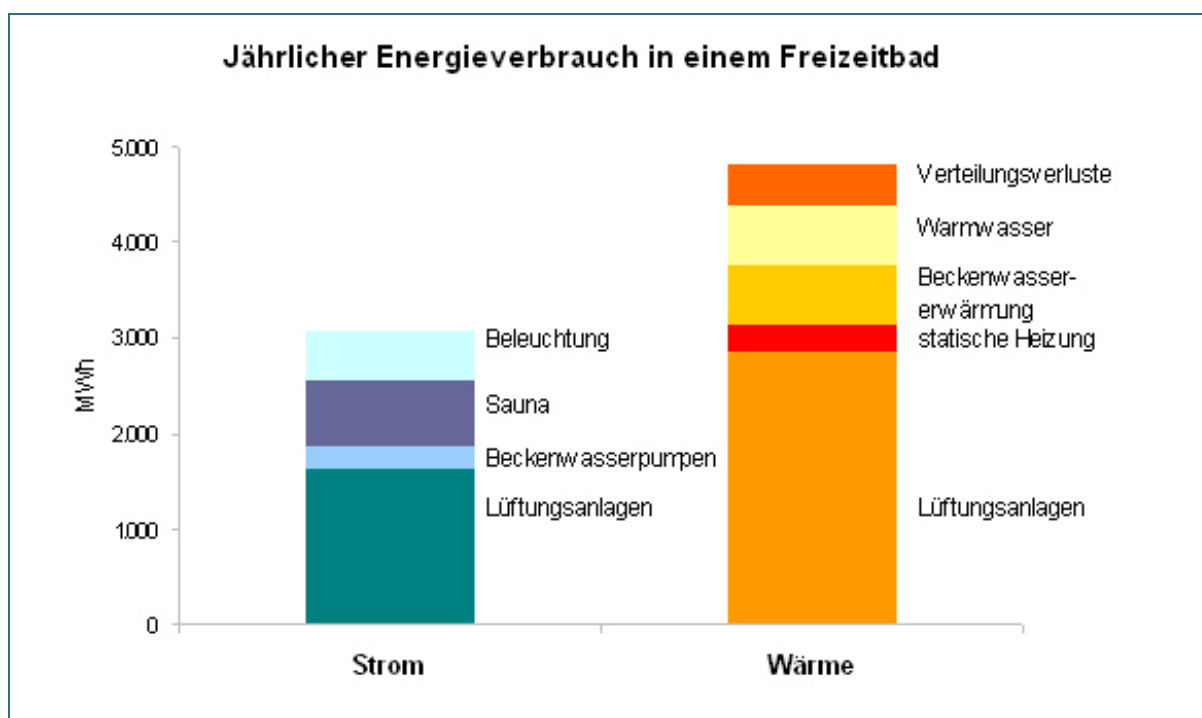


Abb. 1: Anteiliger Strom- und Wärmeverbrauch in einem Freizeitbad

Abbildung 1 zeigt dies für ein nicht optimiertes Bestandsbad, ein Freizeitbad. Die Lüftung kann bis zu 50 Prozent sowohl des Wärme- als auch des Stromverbrauchs ausmachen. (Kapitel 5). Weitere Anteile des Wärmeverbrauchs werden durch die Verteilverluste der Wärmeerzeugung (Kapitel 9), durch die Gebäudehülle (Kapitel 4), durch die Erwärmung der Raumluft und des Beckenwassers (Kapitel 3) sowie des Duschwassers verursacht. Strom wird neben der Lüftungsanlage hauptsächlich von Pumpen, Attraktionen (Kapitel 6), der elektrisch beheizten Sauna und der Beleuchtung verbraucht.

Aufgrund der komplexen Anlagentechnik sowie der Wechselbeziehungen zwischen Badewassertechnik und Lüftungsanlagen bieten Hallenschwimmbäder ein vergleichsweise hohes Energie- und Kosteneinsparpotenzial.

Bäder haben ganzjährig einen hohen Energiebedarf.

Durch die energieoptimierte Planung von Schwimmhallen-Neubauten lassen sich große Energiemengen einsparen. Die Dämmung von Außenrutschen, Fensterflächen mit einem möglichst niedrigen Wärmedurchgangswert und die Dämmung der Fassade sind hier besonders wichtig.

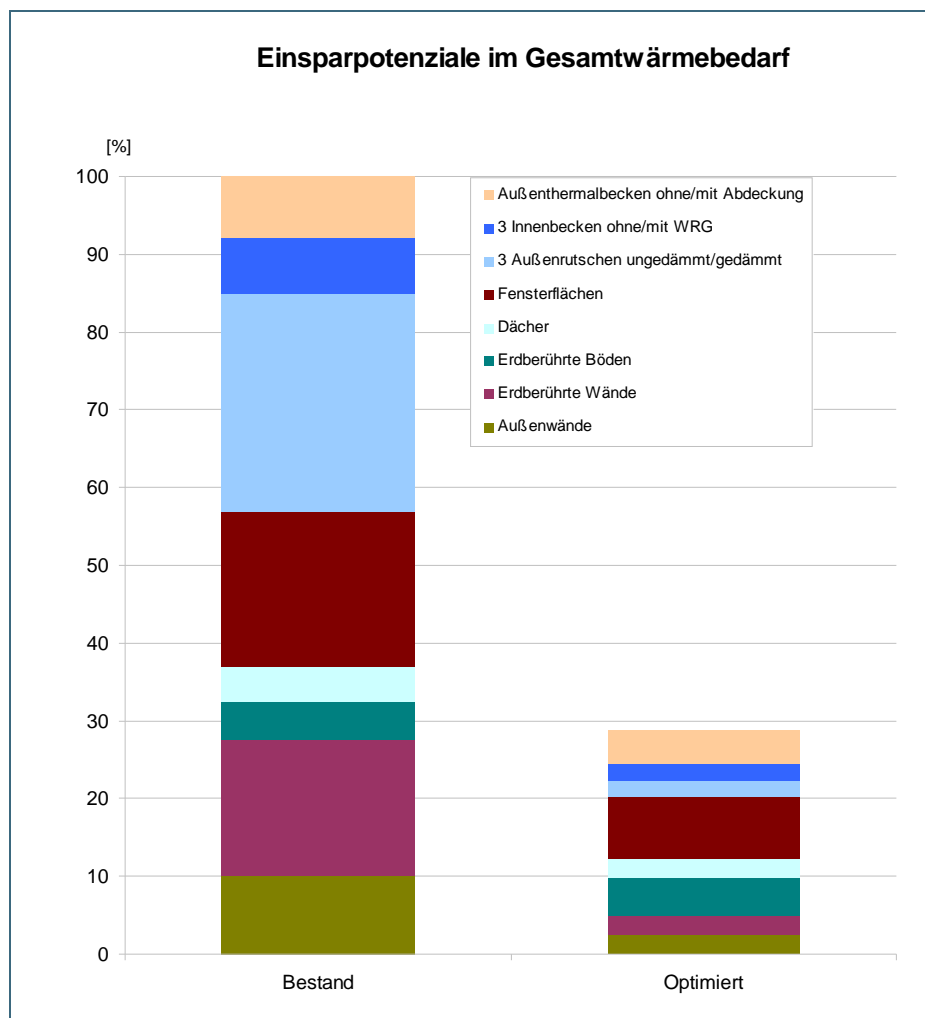


Abb. 2:
Ein energetisch optimal geplantes Schwimmbad hat im Vergleich zu einem Bestandsbad nur ca. 30 Prozent des Wärmebedarfs.

3 Das Bäderklima: Wassertemperatur, Lufttemperatur und Raumlufffeuchte

Am Anfang steht die Wassertemperatur. Je nach Art des Beckens und Aktivitätsgrad des Besuchers liegt sie zwischen 28 °C und 32 °C. Die Raumlufftemperatur sollte rund 2 bis 4 Kelvin über der Beckentemperatur liegen. Hallentemperaturen von 32 °C bis 34 °C sind daher in Schwimmbädern die Regel.



Abb. 3:
Modernes Hallenbad

Für den Energiebedarf folgt daraus, dass das Gebäude nahezu ganzjährig beheizt werden muss. Investitionen in eine gut gedämmte Gebäudehülle rechnen sich also erheblich schneller als bei Schulen oder anderen Gebäuden.

Der Dämmstandard von Hallenbädern sollte den „normaler Gebäude“ weit übertreffen, da in Bädern ganzjährig höhere Innenraumtemperaturen benötigt werden.

Die Temperaturdifferenz von 2 bis 4 Kelvin zwischen der Beckenwasser- und der Raumtemperatur verringert die Verdunstung des Wassers. Einerseits steigt so das Wohlbefinden des Besuchers, da der am Körper haftende Wasserfilm nicht so schnell verdunstet. Andererseits wird die Beckenwasserverdunstung erheblich reduziert, was wiederum den Energieverbrauch senkt. Faustregel: Ein Grad weniger Beckentemperatur reduziert den Energiebedarf um bis zu 10 Prozent. Die für den Bäderbereich maßgebliche Norm ist die VDI 2089 „Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern“. Diese wurde in den letzten Jahren überarbeitet. Manche der Änderungen ermöglichen nennenswerte Energieeinsparungen; ihre Umsetzung sollte daher geprüft werden. So wurde in der neuen Fassung von Januar 2010 die empfohlene Beckentemperatur für Freizeitbecken von pauschal 32 °C auf 28 °C – 32 °C reduziert. Wird ein Freizeitbecken eher als Schwimmerbecken genutzt, dann sollte die Beckentemperatur der tatsächlichen Nutzung angepasst und reduziert werden.

Überprüfen Sie die Wassertemperatur von Freizeitbecken! Die Absenkung um 1 Kelvin senkt den Energieverbrauch des Beckens um bis zu 10 Prozent.

Im Umkehrschluss heißt das aber auch, dass es durchaus sinnvoll sein kann, die Raumlufftemperatur zu erhöhen. Der Mehrverbrauch aufgrund der Wärmeverluste über die Gebäudehülle wird über die

Energieeinsparung durch vermiedene Wasserverdunstung mehr als aufgewogen. Die Norm empfiehlt als Obergrenze 34 °C.

Weitere grundsätzliche Anforderung: Vermeidung von Bauschäden. Im Wandaufbau darf sich kein Tauwasser bilden. Die Wände müssen daher gut gedämmt und Wärmebrücken vermieden werden. Aufgrund des hohen Wassergehaltes in der Luft sollten Bauteiloberflächen in Schwimmbädern immer mindestens 22 Grad warm sein. Nur so lässt sich eine Kondensation an Wärmebrücken vermeiden.

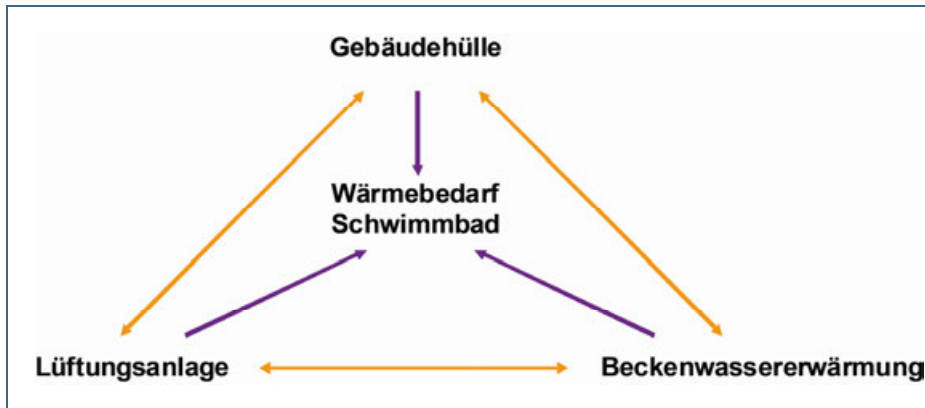


Abb. 4:
Der Wärmebedarf eines Hallenbades hängt von verschiedenen Faktoren ab: Gebäudehülle, Lüftungsbedarf und die Badewassererwärmung stehen in einem komplexen Verhältnis zueinander.

Als Empfehlungen für die relative Raumlufffeuchte gibt die Norm als vorbeugenden Schutz für die Metall- und Holzbauteile einen Bereich von 40 bis 64 Prozent an. Der Badbesucher ist da eher weniger tolerant. Für ihn ist der maximale Feuchtwert bei der Schwülegrenze (Wassergehalt 14,3 g/kg trockene Luft) erreicht. Dies entspricht bei einer Lufttemperatur von 30 °C einer relativen Luftfeuchte von rund 55 Prozent, daher werden die meisten Schwimmhallen mit diesen Parametern betrieben. Eine Anhebung der Raumlufffeuchte außerhalb der Öffnungszeit ist zwar grundsätzlich möglich, allerdings muss die Schadensfreiheit der Bauteile gewährleistet bleiben. Insbesondere ist bei Anhebung der Luftfeuchte in Bädern mit nur wenig gedämmter Gebäudehülle die Gefahr von Korrosion gegeben. Ein wichtiger Aspekt ist auch der notwendige Abtransport von Desinfektionsnebenprodukten.

Zur Einhaltung dieser Anforderungen an die Raumlufffeuchtwerte muss die Schwimmbadluft daher stets entfeuchtet werden, was einen erheblichen Anteil des Energieaufwandes in einem Hallenbad ausmacht. Der Wärmerückgewinnung aus der Schwimmhallenluft und der Reduzierung der Wasserverdunstung – selbstverständlich ohne Einschränkungen für den Badbesucher – kommen daher eine entscheidende Bedeutung bei der Energieeinsparung zu.

Ziel: Eine möglichst geringe Beckenwasserverdunstung bei guten Komfortbedingungen.

4 Sanierung der Gebäudehülle

Ein hoher Anteil der Gebäude in Deutschland wurde vor 1978 und damit vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet. Auch die meisten Bäder stammen aus dieser Zeit. Ihr Wärmedämmstandard entspricht daher nicht dem heute Machbaren. Die folgende Tabelle zeigt die Entwicklung der Dämmstärken von Fassaden und Dächern. Auch der Wärmedurchgangswert von Fenstern hat sich deutlich verringert (unter $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ bei einer Dreischeibenverglasung). Dadurch können die Wärmeverluste durch die Fenster auf ca. ein Drittel verringert werden.

Tab. 1: Typische Dämmschichtstärken je nach Baualter des Bades

	1970 – 1984	1984 – 1990	Heute wirtschaftlich
Fassaden	40 – 80 mm	80 – 100 mm	200 – 300 mm
Dächer	40 – 80 mm	80 – 100 mm	300 – 400 mm
Wärmedurchgangswert von Fenstern	ca. $3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$	ca. $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	$1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ und sogar geringer

4.1 Energieeinsparverordnung

Seit 2002 gilt die Energieeinsparverordnung (EnEV) in Deutschland als Regelwerk für Bau- und Haus-technik. Sie gilt für alle durchgängig beheizten Gebäude und damit auch für Schwimmbäder. Allerdings sind die Anforderungen gerade bei Bädern nur als Mindestanforderungen zu verstehen. Da die vorgesehenen Dämmqualitäten auf übliche Innenraumtemperaturen von Wohngebäuden ausgelegt sind, ist dringend zu empfehlen, die angegebenen Dämmstandards zu übertreffen. Der leitende Architekt und der Planer sollten daher beauftragt werden, das baulich machbare und wirtschaftlich vertretbare Optimum zu suchen.

Die EnEV legt Mindestanforderungen fest, die einerseits beim Neubau von Gebäuden und andererseits bei der Sanierung von Gebäudebauteilen erfüllt werden müssen, sobald die zu erneuernde Fläche mindestens 10 Prozent der gesamten Flächen dieser Bauteilart ausmacht. Ein Beispiel: Wenn bei einem Gebäude mit einer gesamten Fensterfläche von 100 m^2 mehr als 10 m^2 erneuert werden, müssen die neuen Fenster den geforderten Mindeststandard erfüllen. Liegt die Fläche darunter, darf derselbe Standard wie vorher eingebaut werden. Unabhängig von den Anforderungen der EnEV sollte aber auch bei kleineren Erneuerungsmaßnahmen, bei denen die EnEV nicht greift, dennoch versucht werden, das energetische Optimum zu realisieren, soweit wirtschaftlich und bautechnisch vertretbar.

4.2 Schadensfreiheit und Wärmebrücken

Aufgrund des besonderen Raumklimas und der im Bad genutzten Chemikalien (Chloride und Reinigungs- und Desinfektionsmittel) sind die verbauten Materialien besonderen Anforderungen ausgesetzt. Sie sollten daher nach höchstmöglicher Haltbarkeit ausgewählt werden. Bei der hohen Beanspruchung bekommen schadensfreie Bauausführung oder scheinbar untergeordnete Bauteile wie Dampfsperffolien eine besondere Bedeutung.

Die Forderung nach einer guten Bauqualität geht Hand in Hand mit der im vorigen Kapitel geforderten Vermeidung von Wärmebrücken und einem guten Wärmedämmstandard des Gebäudes.



Abb. 5:
Ein wesentlicher Aspekt ist die Luftdichtigkeit der Gebäudehülle: hier die Abdichtung der Dachkonstruktion

4.3 Außenwände

Wie bereits beschrieben, empfehlen sich aufgrund der hohen Raumtemperaturen in Bädern Dämmschichtdicken, die weit höher sind als im konventionellen Wohnungsbau. In der Regel sind sie dicker als 200 mm, je nach Situation theoretisch bis zu 500 mm. Die lineare Extrapolation der Dämmschichtdicken in Abhängigkeit von den Jahres-Heizgradtagszahlen stößt in der Praxis allerdings auf Schwierigkeiten, weil bei Dämmschichtdicken oberhalb 300 mm viele bekannte Regeldetails oder Schichtaufbauten nicht mehr realisiert werden können, beispielsweise weil die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vieler Bauweisen sich nicht auf solche extreme Dämmschichtdicken erstreckt. Der Trend wird daher voraussichtlich zu höherwertigen Dämmmaterialien gehen, die die gleiche Dämmwirkung bei geringerer Dämmschichtdicke erreichen.



Abb. 6:
Dämmung der Fassade

4.4 Dachflächen

Der bauliche Zustand eines Daches sollte stets im Blick sein. Dabei liegt der Fokus in der Regel auf der Bewertung des „Rohbau“-Zustands und der Sanierungsbedürftigkeit von Deckung und Abdichtung. Ob und wie viel Dämmung bereits vorhanden ist, ist hierbei zumeist nicht entscheidend, da nur in den seltensten Fällen die vorhandene Dämmstoffdicke den Anforderungen der EnEV genügt. Ist die Zeit der Dacherneuerung gekommen, dann sind – soweit ausführbar – sehr hohe Dämmschichtdicken von 300 mm bis zu 500 mm wirtschaftlich.

4.5 Fenster

Grundsätzlich sollte in Schwimmbädern immer der Einsatz von Dreifachverglasungen geprüft werden. Die Energieeinsparung rechtfertigt in den meisten Fällen die höheren Investitionskosten. Ausnahmen können Glasdächer sein, deren höhere Scheibengewichte in die Tragwerkskosten eingehen.

Besonderes Augenmerk verdienen die korrekte Planung und Bauausführung und damit die Dauerhaftigkeit der Konstruktion. Feuchtigkeit im Glasrandverbund kann zu frühzeitigen Versagen dieser teuren Bauteile führen. Feuchte- und Lufteintritt führen zur Korrosion der Wärmeschutzbeschichtung in den Gläsern und damit ebenso wie Füllgasverlust zu einem starken Anstieg des Wärmedurchgangs. Im weiteren Verlauf werden die Scheiben dazu noch blind oder verfärben sich.

Bei den meisten Bädern ist eine maximale Nutzung der Sonneneinstrahlung erwünscht. An sehr heißen Sommertagen kann allerdings die Innentemperatur in der Badehalle zu hoch werden. Der sommerlichen Überhitzung lässt sich beispielsweise mit in die Verglasung integrierte Photovoltaik (PV)-Elementen entgegenwirken.



Abb. 7:
Fasadengestaltung
mit PV-Elementen, die
gleichzeitig verschat-
tend wirken.

4.6 Bereiche unterschiedlicher Raumtemperaturen

Auch innerhalb von Gebäuden fließt Wärme zwischen unterschiedlichen Temperaturzonen, beispielsweise von der Badehalle durch eine einfach verglaste Trennwand in den Eingangsbereich. Im Winter ist der Effekt vielleicht sogar gewünscht, da damit ein großer Teil des Wärmebedarfs des Foyers gedeckt werden kann. Im Sommer können die Räume neben der Schwimmhalle jedoch viel zu warm werden. Daher ist eine gedämmte Ausführung (z. B. mindestens Isolierverglasung) zwischen diesen Zonen oft zu empfehlen. Bei der Neuplanung sollte vorrangig auf eine intelligente Anordnung der unterschiedlichen Temperaturzonen geachtet werden.

4.7 Wärmebedarf eines typischen Freizeitbades

Die folgende Grafik zeigt den Einfluss einzelner Komponenten eines Freizeitbades auf den Wärmebedarf. Verglichen wird ein energetisch optimal geplantes Freizeitbad (blaue Balken) mit einem typischen Bestandsbad im unsanierten Zustand (rote Balken). Besonders die Dämmung erdberührender Wände und die Wärmedämmung der Rutschen erschließen sehr hohe Einsparpotenziale.

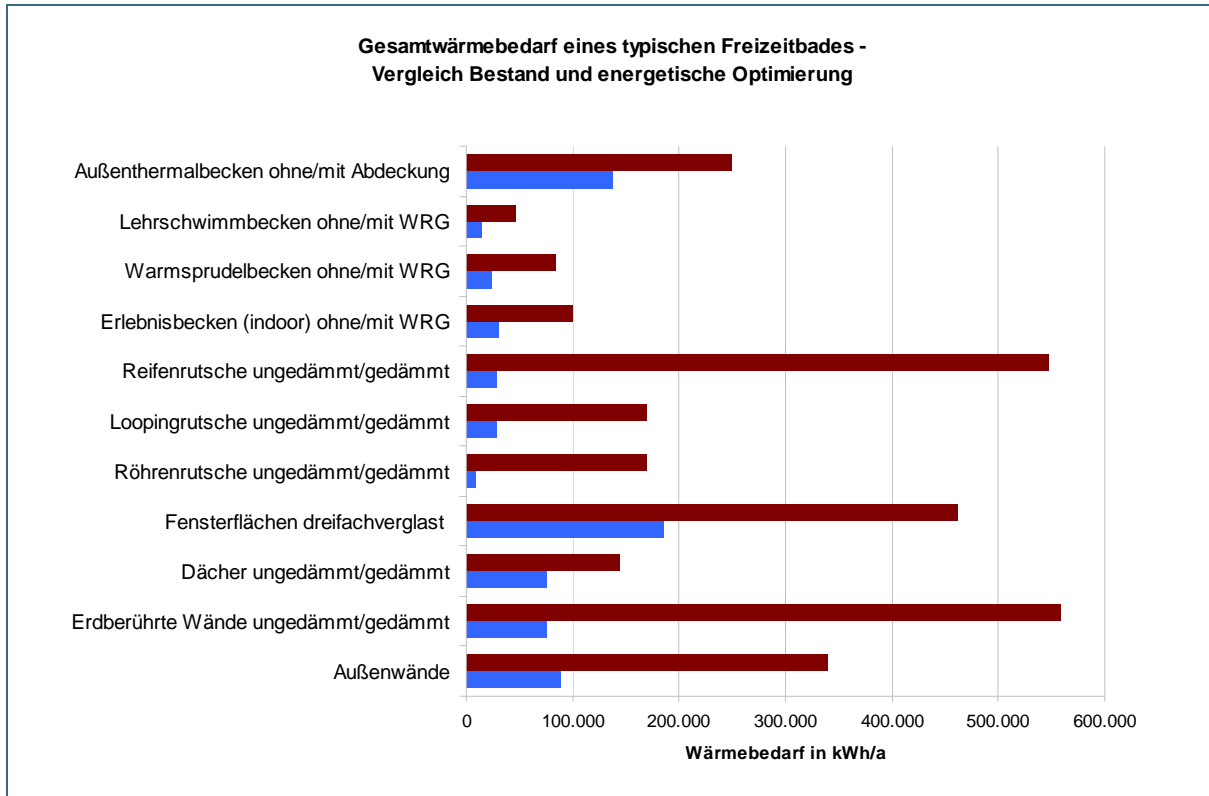


Abb. 8: Der Wärmebedarf eines Freizeitbades lässt sich durch gezielte Maßnahmen deutlich reduzieren.



Abb. 9: Eine ungedämmte Rutsche wirkt wie eine Kühlrippe

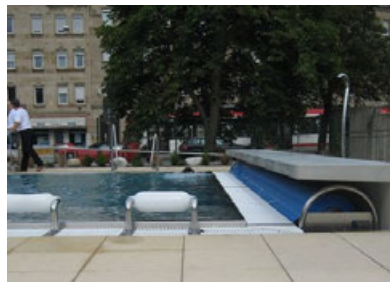


Abb. 10: Die Abdeckung des Außenbeckens ist immer sinnvoll

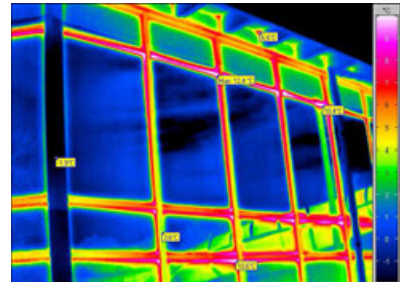


Abb. 11: Hohe Temperaturen am Randverbund der Fenster

5 Lüftungsanlagen

Gemeinsam mit der Beckentechnik bestimmt die Lüftungstechnik die Höhe des Energiebedarfs in Hallenbädern. Darüber hinaus ist sie aber unerlässlich, um ein behagliches Klima zu schaffen und das Gebäude zu erhalten.

Während in „normalen“ Gebäuden wie Büros, Krankenhäusern, Schul- oder Veranstaltungsgebäuden die Lüftungsanlagen hauptsächlich zur Versorgung der Menschen im Gebäude mit Frischluft dienen, müssen die Hallenbad-Anlagen dazu noch die richtige Raumlufftfeuchte, eine angenehme Temperatur und vor allem den Abtransport von Desinfektionsnebenprodukten gewährleisten.

Die Lüftungsanlagen müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Schutz des Bauwerks aufgrund der anstehenden Feuchtigkeit/Temperatur
- Abtransport von Desinfektionsnebenprodukten
- Einhaltung eines für den Menschen angenehmen Klimas
- zugfreie Luftführung
- optimale Energieausnutzung
- niedrige Betriebskosten.

Die Auslegung und der Energiebedarf einer Lüftungsanlage bemessen sich an der maximal zu fördernden Luftmenge. Diese wiederum hängt einerseits von dem gewünschten Raumklima und den Beckenparametern (Größe und Temperatur) ab. Andererseits hat aber auch die „erzwungene Verdunstung“ durch Aufwirbelung von Wasser durch Whirlpools und ähnliche Attraktionen einen nicht zu unterschätzenden Einfluss.

Die Maximalbedingungen, die die Lüftungsanlagen im Vollastbetrieb bewältigen müssen, treten nur an wenigen Tagen im Jahr auf. In der überwiegenden Zeit genügt ein reduzierter Betrieb. Die Anlagen sollten daher mit Teillast gefahren werden können.

Idealerweise passt sich die Anlage mittels Feuchte- und Temperaturfühler selbsttätig dem Bedarf an. Dies ist einer der effektivsten Energiesparmaßnahmen in Schwimmbädern. Mit der Reduzierung der Luftwechselrate verringert sich nicht nur die Stromaufnahme der Ventilatoren erheblich, sondern parallel hierzu auch die aufzuwendende Menge an Heizenergie. Faustregel: Die Halbierung des Luftwechsels reduziert die Stromaufnahme der Ventilatoren auf ein Achtel.

Weitere Einsparpotentiale ermöglicht die Fortschreibung der Bäder-Normen (vgl. Kapitel 3). Aufgrund aktueller Untersuchungen ist während der Betriebs- und Arbeitszeiten ein Mindestaußenluftanteil von 30 Prozent erforderlich, um die Konzentration an Stickstofftrichlorid in der Hallenluft zu begrenzen.

Gegebenenfalls kann es auch sinnvoll sein, die Lüftungsanlagen auf die verschiedenen Nutzungsbereiche aufzuteilen. Es kann so besser auf die speziellen Anforderungen für die unterschiedlichen Bereiche im Bad, wie Schwimmhalle, Duschen, Umkleiden, Sauna reagiert werden.

Viel Geld sparen lässt sich außerdem, wenn Attraktionen nur bei Bedarf laufen. So erhöht beispielsweise ein kontinuierlich betriebener Wasserfall die Verdunstungsmenge in einem Hallenbad (Beckengröße 250 m², Wassertemperatur 28 °C, Hallentemperatur 30 °C, relative Feuchte 55 Prozent) um 6 kg/h. Die erforderliche Luftmenge erhöht sich dadurch um ca. 900 m³/h und somit der elektrische Energieeinsatz etwa um 23 Prozent.



Abb. 12:
Wasserattraktionen
und eine bewegte
Wasseroberfläche
durch viele Besucher
erhöhen die Wasser-
verdunstung und den
Energiebedarf für die
Lüftung.

Nachstehende Tabelle zeigt, dass neben den Beckenflächen und Beckenarten auch die Anzahl und Ausführung der Beckenattraktionen einen entsprechenden Einfluss auf die Bemessung der Lüftungsanlage hat. Je höher die Verdunstungsmenge, desto mehr Feuchtigkeit muss aus dem Schwimmbad abtransportiert werden. Dies führt zu einem erhöhten Strom- und Wärmebedarf.

Attraktionen	Verdunstungsmenge
Whirlpool (Luft 30 °C, Wasser ca. 36 °C)	0,6 kg/m ² h
Wasserrutsche	0,5 kg/m h
Wildwasserkanal	0,6 kg/m h
Gegenstromanlage	3,0 kg/h
Luftbodensprudler	3,0 kg/h
Wasserspeier	3,0 kg/h
Fontänen, Brunnen	5,0 kg/h
Wasserfall bis 2,0 m Höhe	6,0 kg/m h

Tab. 2:
Verdunstungsmengen verschiede-
ner Wasserattraktionen

Auch in der Halle kann eine Abdeckung der Wasserflächen nach Betriebsende sinnvoll sein, um die Verdunstungsmenge zu reduzieren. Ein gutes Beispiel hierfür ist der bis zur Oberfläche hochfahrbare Hubboden in Bamberg (Bambados). Ein zusätzlicher Nutzen eines solchen Hubbodens ist, dass die Schwimmhalle auch für andere Events genutzt werden kann.

Durch eine optimierte, bedarfsorientierte Lüftungsregelung lässt sich bei Schwimmbad-Lüftungsanlagen viel Energie einsparen.



Abb. 13:
Mit dem verfahrbaren
Hubboden lässt sich
auch das Becken in
Nichtbenutzungszeiten
abdecken und so die
Verdunstung vermin-
dern.

Ein weiterer Spartrick: Wenn die Hallenfeuchte aufgrund einer höheren Wärmedämmung von 55 Prozent rel. Feuchte auf beispielsweise 63 Prozent rel. Feuchte außerhalb der Nutzungszeiten erhöht werden kann, sinkt die erforderliche Luftmenge um 23 Prozent, das spart an den Motoren rund 44 Prozent Strom und senkt auch den Wärmebedarf des Gebäudes deutlich.

Aber Vorsicht: Wenn die relative Luftfeuchte weiter angehoben wird, können ältere Gebäuden oder solche mit Baumängeln Schaden nehmen, wenn innerhalb der Konstruktion, z. B. in den Ecken oder über Abhangdecken Tauwasser kondensiert. Dies muss unbedingt vermieden werden.

Viel Energie lässt sich einsparen, wenn außerhalb der Betriebszeiten die Hallenfeuchte erhöht werden kann. Dazu ist allerdings eine ausreichend gedämmte Außenhülle notwendig.

Es gilt deshalb:

- Beckentemperatur möglichst niedrig halten
- Attraktionen nach Bedarf betreiben (siehe auch Kapitel 7.2)
- Hallenfeuchte außerhalb der Nutzungszeit in Abhängigkeit vom Dämmstandard - nur nach eingehender Überprüfung - moderat anheben.

Viele Bäder verfügen noch über sehr alte Lüftungsanlagen, die nicht so differenziert zu steuern sind und die gegebenenfalls auch noch ohne Wärmerückgewinnung arbeiten. Diese Anlagen sollten dringend überprüft werden, da sie meist auch die hygienischen Anforderungen nicht mehr erfüllen. Meist ist eine Nach- oder Umrüstung technisch kaum zu realisieren oder finanziell nicht zu rechtfertigen. Es empfiehlt sich dann die Anschaffung einer neuen Anlage mit den folgenden Standards:

- Einsatz hocheffizienter, frequenz geregelter Motoren und Ventilatoren
- Einsatz einer Wärmerückgewinnung mit möglichst hohem Wirkungsgrad
- Eine exakt auf die jeweilige Gerätezusammenstellung angepasste Mess-, Steuer- und Regelungstechnik.

Planung einer Lüftungsanlage: Eine höhere mögliche relative Luftfeuchtigkeit erlaubt eine kleinere Dimensionierung der Leistung und reduziert somit die Investitionskosten.

Wärmerückgewinnung

Da ein Schwimmbad fast rund ums Jahr beheizt werden muss, machen sich bei der Wärmerückgewinnung schon kleine Wirkungsgradsteigerungen schnell im verringerten Energieverbrauch bemerkbar.

Je nach Nutzungsdauer und Anwendungsfall können die Zentralgeräte zusätzlich mit einer Wärmepumpeneinheit kombiniert werden. Die Wärmepumpen-Aggregate entfeuchten dann die Abluft-/Umluftströme und führen die entzogene Energie der Zuluft wieder zu. Eine weitere Effizienzsteigerung der Wärmepumpe ist möglich, wenn sogenannte Beckenwasserkondensatoren integriert werden. Hierbei wird die von der Wärmepumpe entzogene Wärme zur Vorwärmung des Frischwassers genutzt. Diese energetisch gesehen sehr sinnvolle Maßnahme hat allerdings den Nachteil, dass es bei weit verzweigten Netzen aufgrund der möglichen längeren Stillstandzeit im wasserführenden Netz zu Hygieneproblemen wie Legionellenbefall kommen kann. Die beschriebene Kombination ist daher vor allem bei kurzen Leitungswegen sinnvoll, außerdem ist auf Vorbeugung vor Legionellen zu achten.

Nutzung interner Abwärme

Im Technikbereich eines Hallenbades sind erhebliche Wärmelasten vorhanden. Diese Abwärme kann im Rahmen eines innovativen Haustechnikkonzeptes genutzt werden. Mithilfe einer Luft-Wasser-Wärmepumpe wird der Luft Wärme entzogen und die Temperatur z. B. vom Beckenwasser angehoben. Gleichzeitig muss die Luftbelastung im Technikbereich durch gezielte Belüftung minimiert werden.

6 Außenbecken und -rutsche

6.1 Beckenabdeckung

Eine Beckenabdeckung im Freibad vermindert erheblich die Wärmeverluste durch Verdunstung, Konvektion und Strahlung. Die Höhe der Einsparung ist von vielen Faktoren abhängig: von der Dauer der Badesaison, der täglichen Abdeckzeit, der Beckenwassertemperaturen sowie der Lage – windgeschützt oder nicht. Zuweilen kann eine Beckenabdeckung den Energiebedarf halbieren. Eine genauere Abschätzung ist mit der VDI 2089 Blatt 3 „Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern – Freibäder“ zu erreichen.



Abb. 14:
Besonders im Winter geht über die Wasseroberfläche eines Außenbeckens viel Wärme verloren.

Bei der Auswahl von Folienabdeckungen ist darauf zu achten, dass der Hersteller auf Langzeituntersuchungen hinsichtlich physikalisch-chemischer und mikrobiologischer Belange verweisen kann und die erforderliche Materialbeständigkeit gegeben ist.



Abb. 15: Folie zum Abdecken eines Außenbeckens



Abb. 16: Rollladenabdeckung

Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit sind die Geometrie des Beckens und die Integrierbarkeit der aufgerollten Abdeckung. Meist sind Außenbecken bereits mehrere Jahre alt und eine Integration ins Becken nur schwer möglich. Wird die Abdeckung außerhalb des Beckens angebracht, dann kann sie zwar gleichzeitig als Sitzmöglichkeit für die Besucher dienen, andererseits dürfen aber keine Einbauten – wie Springerblöcke – die Ausziehbarkeit der Abdeckung verhindern. Die Kosten für eine Abde-

ckung liegen bei oberirdischer Installation bei rund 50 bis 150 €/m²_{Beckenfläche}. Dementsprechend kann sich die Abdeckung unter günstigen Umständen nach 5 bis 10 Jahren amortisieren.

Beispiel: Beckenabdeckung eines Außenbeckens führt zu einer Einsparung von ca. 30 Prozent

Im April 2009 wurde eine Beckenabdeckung am Außenbecken des Wellenfreibades Nottuln montiert. Aufgrund der Beckengeometrie wurde nicht die gesamte Wasseroberfläche abgedeckt.

Die Abdeckfolie besteht aus zwei Bahnen je 12 m x 50 m. Die schwimmende 6 mm starke Folienabdeckung besteht aus drei Schichten, einer Deckschicht aus Polyestergerewebe, einer PE-Schaum-Schicht und einer PE-Membran auf der Unterseite.

Die Kosten für die Beckenabdeckung konnten bei unter 60.000 € gehalten werden, da die begehbare Abdeckung für die aufgerollte Anlage in Eigenleistung erstellt wurde.

Die Energieeinsparung wurde anhand des Gesamtgasverbrauchs in der Freibadsaison ermittelt und beträgt im Vergleich zu den Vorjahren im Mittel ungefähr 30 Prozent (ca. 20.000 €/Jahr).

6.2 Ausschwimmkanal

Ein weiteres wichtiges Element stellt der Ausschwimmkanal zum Außenbecken dar. Wenn dieser nicht mit dem innen liegenden Becken verbunden ist, sondern über einen separaten Einstieg verfügt, kann viel Energie eingespart werden. Auch ein Rollo als Abschluss verringert den Energieverlust.



Abb. 17: Ein separat angeordneter Ausschwimmkanal mit Rollo als Abschluss reduziert die Energieverluste erheblich.

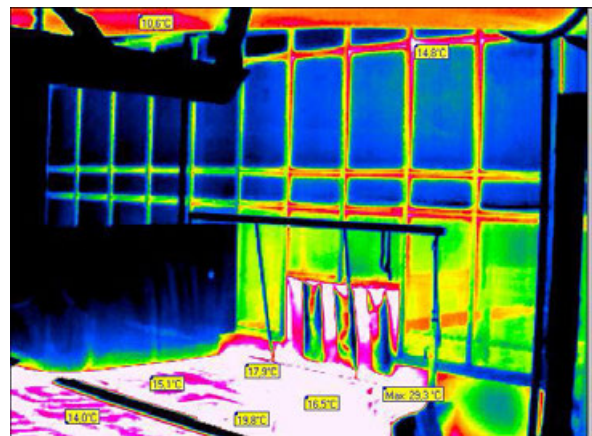


Abb. 18: Die Thermografieaufnahme zeigt: Massive Wärmeverluste am Außenbecken werden sichtbar. Aufsteigende Wärme erwärmt die Glasfassade, auch der Streifenvorhang lässt Warmluft entweichen.

6.3 Lage und Form der Becken

Werden neue Außenbecken angelegt oder die Außenanlagen neu gestaltet, kann man den Energiebedarf der Außenbecken beeinflussen: Bei Freizeitbädern hat der ruhende Aufenthalt am Beckenrand (z. B. auf Massageliegen) oft eine höhere Bedeutung als das Schwimmen im Becken. Deshalb kann die freie Wasserfläche in der Planung z. B. durch Amöbenform oder eine Insel reduziert werden. Einerseits können die Becken so gefällig gestaltet werden, andererseits reduziert sich die Beckenwasserverdunstung erheblich. Ähnlich groß ist der Einfluss durch eine Windverschattung. Mit dem Wind, der über das Becken streicht, nimmt auch die Verdunstung des Beckenwassers zu. Gelingt es, die Umgebung des Beckens als „geschützte Lage“ zu gestalten, sinkt der Energieverbrauch erheblich:

von 570 kWh/m²a bei freier Lage auf rund 160 kWh/m²a bei geschützter Lage, d.h. ungefähr um 70 Prozent.

6.4 Wasserrutschen

Außenrutschen sollten unbedingt gedämmt werden, denn an ungedämmten Außenrutschen treten besonders hohe Energieverluste auf. Die Dämmung spart nicht nur Energie, sondern erhöht auch die Nutzungsqualität, da die Rutschen nicht mehr so auskühlen. Die mit der Dämmung verbundenen Kosten rechnen sich sowohl bei Nachrüstung als auch bei Erstinstallation. Die Einsparungen liegen bei Vollämmung der Röhre bei bis zu 90 Prozent und bei Halbschalen bei ca. 45 Prozent. Eine Mindestbeleuchtung der Röhre lässt sich durch Lichtluken oder transparente Dämmstoffe erreichen.

Darüber hinaus gibt es folgende Ansätze zur Senkung des Energieverbrauchs:

- Verschluss der Rutsche außerhalb der Nutzungszeiten, um den offenen Luftstrom von der Halle nach außen zu vermeiden. Dies geschieht z. B. mit einem Hartschaum-Deckel oder einem Gymnastikball.
- Öffnung nur zu bestimmten Zeiten: Sind z. B. nur Frühschwimmer im Bad, ist ein Betrieb der Rutsche nicht erforderlich.
- Bei Neuinstallation: Begrenzung der Länge auf max. 50 – 70 m. Noch längere Rutschen führen in der Regel zu keinem höheren Erlebniswert mehr für den Nutzer.
- Bau der Rutsche innerhalb der Halle: In diesem Fall entfällt eine Dämmung.

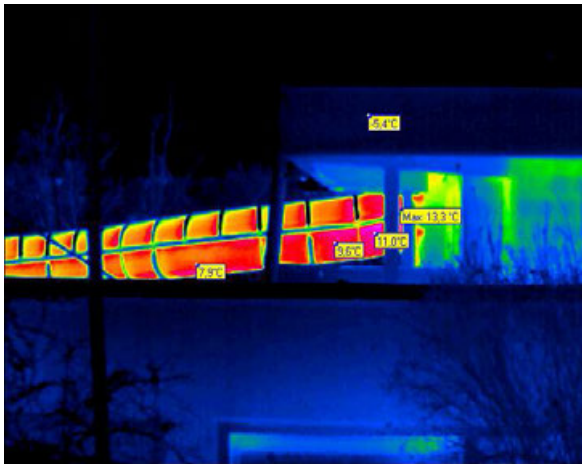


Abb. 19: Wärmeverluste an einer Außenrutsche werden durch eine Thermografieaufnahme sichtbar.

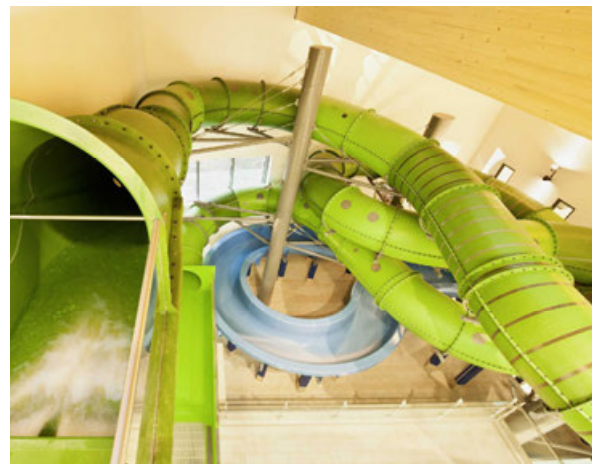


Abb. 20: Alternativ lässt sich eine Rutsche durch den Innenbereich führen.

7 Ausgewählte Komponenten der Bädertechnik

Der Kostenfaktor des Stromverbrauchs von Pumpen wird oft unterschätzt. Die Vielzahl der notwendigen Pumpen für die Umwälzung des Badewassers und für die Attraktionen führt zu einem hohen Energiebedarf. Viele dieser Pumpen haben eine hohe Pumpenleistung und sind das ganze Jahr über in Betrieb.

7.1 Pumpen

Der Austausch alter, ineffizienter Pumpenmotoren durch energiesparende Motoren der höchsten Effizienzklasse (zur Zeit IE3) ist wegen der langen Laufzeiten der Pumpen so gut wie immer wirtschaftlich. Immer häufiger werden Pumpen mit Permanentmagnet-Motoren (Synchronmotoren) eingebaut. Diese haben einen deutlich besseren Wirkungsgrad als die bisher in der Bädertechnik überwiegend eingesetzten Asynchronmotoren.

Vorteile hocheffizienter Pumpen:

- Der Stromverbrauch wird minimiert.
- Die Überhitzung im Technikraum wird gemindert.
- Mit Beckenwasser gekühlte Pumpen nutzen Motorabwärme zur Beheizung des Beckenwassers.

Grundsätzlich sollten die Pumpen nach den hydraulischen Erfordernissen ausgelegt werden. Zur Energieeinsparung sollten folgende Sachverhalte geprüft werden:

- möglichst exakte Auslegung des Pumpensystems
- Verwendung von Hocheffizienzpumpen
- Installation von Frequenzumrichtern bei veränderlichen Volumenströmen
- Reduzierung der Umlaufwassermenge außerhalb der Betriebszeit bzw. bei geringer Beckenbelastung, sofern ein hygienisch einwandfreier Betrieb gewährleistet ist.



Abb. 21: Frequenzumrichter ermöglichen einen drehzahlgeregelten Betrieb von Pumpen



Abb. 22: Durch die Vielzahl an Pumpen in einem Schwimmbad besteht ein hoher Strombedarf.

Beispiel: Regelung der Beckenwasserumwälzung nach den Hygienehilfsparametern sowie Nachtabsenkung, Berechnung für eine Umwälzpumpe mit 7,5 kW Nennleistung

Umwälzleistung: 105 m ³ /h			
Ungeregelte Betriebsweise	45.970 kWh/a		Kosten: 5.516 €
Geregelter Tagbetrieb	18.000 kWh	Nachtabsenkung	3.900 kWh
Energieeinsparung	24.000 kWh	Kostenersparnis	2.880 €

Anmerkung: Betriebszeit 358 d/a, Stromkosten 0,12 €/kWh

Die Stromkosten für die Beckenwasserumwälzung können durch regelbare Pumpen und eine sinnvolle Steuerung um ca. 50 Prozent verringert werden.

Eine weitere Möglichkeit, Energie einzusparen und effizient zu nutzen, bieten mediumgekühlte Motoren. Die Abwärme der Pumpen wird den Beckenkreisläufen direkt zugeführt und dadurch die notwendige Beckenerwärmung unterstützt. Sie eignen sich für Anwendungen, die mit konstantem Volumenstrom betrieben werden, z. B. Attraktionen.

Beispiel: Nutzung der Motorabwärme einer Umwälzpumpe mit 7,5 kW

Energieeintrag in das Beckenwasser	1,34 kW
Verringerte Wärmabgabe an die Umgebungsluft	0,75 kW
Kostenersparnis bei Heizenergie für Beckenwasser*	485 €/a

*Anmerkung: Betriebszeit 365 d/a. 14 h/d 100 %, 10 h/d auf 50 % hydraulische Leistung. Heizkosten 60 €/MWh

7.2 Attraktionen

Attraktionen bringen Kunden, fressen aber Energie. Sie brauchen mehr Energie für die Pumpen und das aufgewirbelte Wasser verdunstet schneller. Eine individuelle wetter- und besucherabhängige Steuerung durch das Betriebspersonal oder auch durch intelligente Regelungen kann ihren Energiebedarf nennenswert reduzieren:

- Betrieb nur bei Nutzung, beispielsweise durch Taster mit Zeitschaltuhr für den Betrieb des Whirlpools oder der Nackendusche
- Aufschaltung auf ein Lastmanagement, um Leistungsspitzen zu vermeiden
- Überprüfung der Strahlhärte der Massagedüsen – oft sind sie zu hart eingestellt. Hier können die Förderdrücke der Pumpen und damit die elektrische Leistung reduziert werden.
- Verwendung einer Lichtschranke bei Rutschen: Eine Bewässerung der Rutschen kann reduziert werden auf die Zeiten der tatsächlichen Benutzung. Die Pumpen für die Wasserversorgung schalten sich ab, wenn die Rutsche z. B. länger als zehn Minuten nicht in Benutzung ist.



Abb. 23:
Durch Attraktionen, wie
Fontainen, wird die
Wasserverdunstung
erhöht.

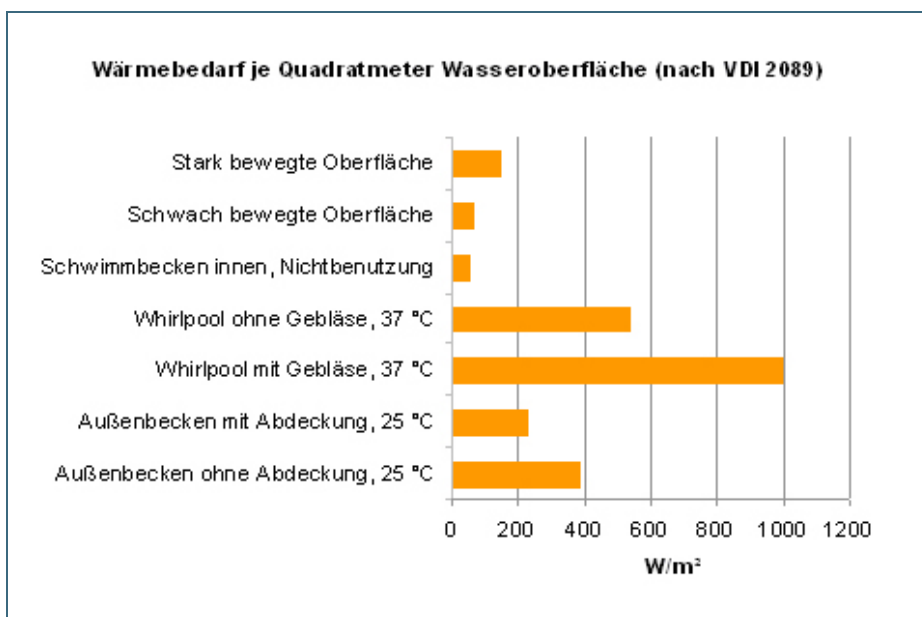


Abb. 24:
Der Wärmebedarf für
das Beckenwasser
wird durch Verdunstung
und die Wassertemperatur
beeinflusst:
Durch starke Wasser-
bewegung (speziell
Attraktionen) wird er
merklich erhöht.

7.3 Saunananlagen

Besondere Betrachtung ist auch dem Energieverbrauch in der Sauna zu schenken. Saunaöfen werden in nahezu allen Bädern elektrisch betrieben. Die Stromaufnahme einer durchschnittlichen Kabine liegt in der Aufheizphase schnell bei 15 bis 16 kW. Die Aufschaltung auf ein Lastmanagement ist daher gerade bei Saunen sehr sinnvoll, da so einerseits Leistungsspitzen während der Aufwärmphase vermieden werden und andererseits während der Nutzung kurzzeitig auf Teillast geschaltet werden kann, wenn im sonstigen Schwimmbadbereich die Leistungsaufnahme steigt. Da es sich um einen kurzzeitigen Teillastbetrieb handelt, bemerkt der Besucher hiervon in der Regel nichts. Außerdem sollte die Saunalüftung eine Wärmerückgewinnung besitzen, so dass die Zuluft durch die Fortluft vorgewärmt wird. Saunen sollten möglichst im Innenbereich liegen. Bietet man aus Attraktivitätsgründen Saunen im Außenbereich an, so sollten diese über einen Vorraum verfügen, um die Wärmeverluste zu minimieren.

8 Beleuchtung

Die Beleuchtung in Schwimmbädern muss unterschiedlichste Anforderungen erfüllen:

- Die Schwimmhalle benötigt eine möglichst gleichmäßige, aber blendarme Beleuchtung. Empfohlen werden 200 lx. Die feuchte, meist chlor- oder auch salzhaltige Luft in Schwimmhallen stellt hohe Anforderungen an die elektrotechnische Sicherheit und den Korrosionsschutz der Leuchten. Auch die Befestigungselemente der Leuchten dürfen nicht korrodieren.
- In Freizeit- und Erlebnisbädern ist vor allem „Lichtinszenierung“ gefragt. Neben der Unterwasserbeleuchtung sind schöne Leuchten gefragt, um Wand- und Deckenbereiche anzustrahlen.
- Sollen Außenbecken auch abends oder zum „Nachtschwimmen“ genutzt werden, müssen auch sie mitsamt den umliegenden Beckenbereichen und Wegen ausreichend beleuchtet werden.

Darüber hinaus gibt es auch noch sicherheitsrelevante Gründe eine Beleuchtungsanlage zu erneuern: Bei vielen Elektroleitungen und Lampenfassungen ist der Kunststoffüberzug mittlerweile so spröde geworden, dass der Kunststoff bricht und dabei potenzielle Gefahrenherde bildet.

Für ältere Schwimmhallen kann daher die Ertüchtigung oder sogar die Erneuerung der Beleuchtungsanlage notwendig werden. Das bedeutet zwar eine Investition, aber auch die Chance auf Reduzierung der Beleuchtungsleistung und damit auf Energieeinsparung und Erhöhung der Sicherheit der Anlage.



Abb. 25:
Beleuchtung einer
Schwimmhalle

8.1 LED-Lampen

Die Technologie der Leuchtdioden (LED) hat in jüngster Zeit enorme Fortschritte gemacht. Gab es sie anfangs nur in Rot und Gelb, ist es mittlerweile auch möglich, weiße LED zu produzieren. Gute LED überzeugen durch hohe Energieeffizienz und Langlebigkeit. Wichtig bei LED ist die Wärmeabfuhr, da nur bei einem guten Wärmemanagement die gewünschte Effizienz und insbesondere Langlebigkeit erreicht werden. Eine Umrüstung bestehender Lampen ist daher oft nicht möglich. Bei Neuinstallation sind sie aber eine gute Alternative. Ein spezialisierter Lichtplaner sollte konsultiert werden.

LED können ihren Vorteil vor allem bei farbigem Licht – zum Beispiel zur farblichen Akzentuierung in Freizeitbädern – ausspielen, da ihr Licht klassischerweise farbig ist. Dadurch entfällt die Installation von Farbfiltern, die bei herkömmlichen Leuchten bis zu 80 Prozent des Lichts schlucken und somit die Energieeffizienz senken.

Durch LED-Beleuchtung ist eine Energieeinsparung bis zu 50 Prozent möglich.

Ein weiterer Vorteil, der die LED für Schwimmbäder attraktiv macht, ist ihre Langlebigkeit. So wurden früher bei großen Becken meist 200 W- bzw. 400 W-Halogen-Unterwasser-Strahler eingebaut. Die Lebensdauer der Leuchtmittel lag dabei zwischen 800 bis 1.200 Stunden. Das heißt, dass bei 10 Stunden täglichem Badebetrieb alle 80 Tage ein Wechsel notwendig war.

Durch den Einsatz von LED-Unterwasserstrahlern (z. B. 27 x 3,5 W = 94,5 W) gegenüber Halogen-Unterwasser-Strahlern mit 200 W Anschlussleistung werden bis zu 50 Prozent an elektrischer Energie eingespart, und das bei annähernd gleicher Lichtleistung. Die Lebensdauer bei der LED-Variante liegt bei ca. 35.000 Stunden. Das heißt bei 10 Stunden Betrieb täglich, dass etwa 10 Jahre lang keine Wartung der Leuchtmittel anfällt.

8.2 Tageslichtabhängige Lichtsteuerungen

Da in vielen Bädern auch in der konventionellen elektrischen Steuerungs- und Beleuchtungstechnik die Gebäudeautomation Einzug gehalten hat, ist es relativ einfach geworden, Leuchtengruppen oder sogar einzelne Leuchten automatisch je nach Tageslicht zu schalten. Mit entsprechenden Tageslichtsensoren kombiniert lässt sich je nach Bedarf und tatsächlicher Sonneneinstrahlung die Beleuchtung zu- oder abschalten. Die Lichtregelung läuft im Hintergrund ab und die Lichtwerte werden „sanft“, also per Dimmung, unmerklich geändert.

Das Einsparpotenzial liegt hier bei 30 bis 50 Prozent gegenüber handgesteuerten Anlagen.

Darüber hinaus bieten diese Systeme die Möglichkeit, bestimmte „Lichtszenen“ zu programmieren. Dies betrifft nicht nur die Schwimmhalle, sondern alle Bereiche eines Hallenbades. Zum Beispiel können „Reinigungsbetrieb“, „Durchgangslicht“, „Badebetrieb“ oder „Nachtbetrieb“ als Programme hinterlegt werden. So werden nur bestimmte Leuchten eingeschaltet und nicht die komplette Badbeleuchtung, wenn bestimmte Räume gar nicht genutzt werden.

8.3 Bewegungsmelder, Präsenzmelder

Bewegungs- oder Präsenzmelder runden die Einsparmöglichkeiten hinsichtlich der Beleuchtung ab. In vielen Bädern wird das Licht in den öffentlichen Bereichen wie Umkleide, WC oder Duschen bei Badebetrieb eingeschaltet und am Ende des Badetages abgeschaltet. In Räumen, die kaum oder selten benutzt werden, ist die Beleuchtung somit häufig eingeschaltet, obwohl sich dort keine Badegäste aufhalten. Für diese Bereiche stellen Bewegungs- oder Präsenzmelder die optimale Möglichkeit der Schaltung dar: Nur wenn tatsächlich ein Gast den Raum betritt, wird das Licht eingeschaltet, nach Verlassen schaltet sich das Licht selbstständig wieder aus.

9 Wärmeerzeugung

Zu Beginn einer Planung ist ein Energie- bzw. Wärmeversorgungskonzept zu erarbeiten. Ziel ist eine bedarfsgerechte Auslegung der Energieerzeugung unter Verwendung energieeffizienter Anlagenkomponenten.

Darüber hinaus ist die Umgebung des Hallenbades zu betrachten, ob durch angrenzende Liegen-schaften Synergieeffekte und in Folge z. B. eine gemeinsame Heizzentrale realisiert werden können.

Die beste Wärmeversorgung ist die, die nicht benötigt wird. Das heißt, dass bei der Erarbeitung eines Energiekonzeptes erst alle Maßnahmen ausgeschöpft werden sollten, die zu einer Verringerung des Heizwärmebedarfs führen. Diese sind im Wesentlichen der optimale Wärmeschutz für die Gebäude-hülle und die verschiedenen Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung.



Abb. 26:
Auch die Dämmung
der Verteilungen ist
wichtig.

Erst, wenn alle Energiesparmaßnahmen untersucht, wirtschaftlich bewertet und in ein Energiekonzept integriert sind, kann die Frage geklärt werden, wie die benötigte Energie erzeugt wird. Üblicherweise stehen zur Diskussion:

- Eigenversorgung, meist auf Basis eines Gas- oder Öl-Kessels
- Anschluss an ein Nah- oder Fernwärmesystem, um eine externe Wärmeerzeugung effektiver auszunutzen oder andernorts anfallende Abwärme zu nutzen.
- Installation eines Blockheizkraftwerkes (BHKW), als Ergänzung einer bestehenden Wärmeversorgung
- Einsatz von Solarabsorbern zur Freibeckenbeheizung
- Geothermienutzung (Beispiele: Bäder in Unterschleißheim oder Konstanz).
- Nutzung von Biomasse (Holzhackschnitzelheizung im Schwimmbad in Kempten)

Energieeffiziente Bäder kommen ohne eine besonders effiziente Wärmeerzeugung nicht aus.

9.1 Gas-/Öl-Kessel

Gas- oder Öl-Kessel sind die am häufigsten verwendeten Energieerzeuger in Hallen- und Freibädern. Moderne Kesselanlagen nutzen den eingesetzten Brennstoff sehr effizient und geben über die Abgase nur noch geringe Schadstoffmengen ab. Wo die Heizungsanlage älter als 15 Jahre ist, sollte man über eine Erneuerung nachdenken – alte Anlagen liefern Wärme mit Energieverlusten von bis zu 40 Prozent.

Grundsätzlich bietet sich bei Sanierung an, den Einsatz der Brennwerttechnik zu prüfen. Brennwertgeräte bieten aufgrund der Nutzung der Kondensationswärme die effektivste Art, den eingesetzten Brennstoff zu nutzen. Die erforderlichen niedrigen Rücklauftemperaturen im Heizungskreislauf unter 50 °C sind gerade in Hallenbädern häufig zu erreichen. Auch wechselnde Lastanforderungen sind mittlerweile kein Problem mehr, da die aktuellen Anlagen ihre Leistung auf bis zu 20 Prozent reduzieren können.

9.2 Anschluss an Wärmenetze (Nah- und Fernwärme)

Bestehen in der Nähe eines Bades Wärmenetze (Nah- oder Fernwärme), so kann für den Badbetreiber hierin eine Chance bestehen: Die ganzjährige Wärmeabnahme eines Hallenbades – insbesondere auch während der Sommermonate – macht Schwimmbäder zu attraktiven Kunden. Günstige Wärmebezugspreise sind daher sehr oft möglich.

Die Entscheidung für oder gegen eine Nahwärmeversorgung sollte von einer Wirtschaftlichkeitsberechnung abhängig gemacht werden, die nicht nur die Investitions- sondern auch die Betriebskosten einer eigenen Wärmeversorgung für einen Zeitraum von 20 Jahren dem angebotenen Wärmepreis gegenüberstellt.

Als Alternative zum Fern- bzw. Nahwärmenetz sollte auch geprüft werden, ob in der Nähe Abwärme beispielsweise aus Industrieprozessen zur Verfügung steht, die genutzt werden kann.

9.3 Blockheizkraftwerk

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) bezeichnet die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme. »Kraft« steht hierbei für die mechanische Energie, die im Generator in Strom umgesetzt wird. Kleinere Anlagen, die für die Versorgung einzelner Gebäude konzipiert sind, werden als Blockheizkraftwerke (BHKW) bezeichnet.

Schwimmbäder bieten sich für den Einsatz von BHKW geradezu an, da sowohl Wärme zur Beckenwassererwärmung als auch Strom für die Beckentechnik gebraucht werden.

Der große Vorteil der KWK-Technik liegt in der effizienten Ausnutzung des Brennstoffes. Der Gesamtwirkungsgrad – die Summe aus thermischem und elektrischem Wirkungsgrad – eines BHKW liegt bei 80 bis 90 Prozent. Damit ist der Wirkungsgrad des BHKW wesentlich höher – rund 30 Prozent – als bei der getrennten Erzeugung von Wärme und Strom.

Da die Investitionskosten für ein BHKW sehr hoch sind, sind lange Betriebslaufzeiten die Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb. Bei heutigen Energiepreisen muss ein BHKW mindestens 6.000 der 8.760 Stunden des Jahres in Betrieb sein, um wirtschaftlich zu arbeiten. Optimal einzusetzen ist es deshalb für Objekte mit hohem und kontinuierlichem Jahresheizenergie- und -strombedarf, also z. B. Schwimmbäder.

Da die Größe eines Blockheizkraftwerks in Schwimmbädern in der Regel anhand der Grundlast ausgelegt wird, sind als Grundlage der Planung Lastganganalysen unerlässlich. Außerdem ergibt sich aus der Auslegung auf die Grundlast, dass auf einen Spitzenlastkessel nicht verzichtet werden kann.

Aus diesem Grund ist der Einsatz eines BHKWs auch wirtschaftlich sehr interessant. Die Wirtschaftlichkeit wird zusätzlich dadurch gesteigert, dass die Energiesteuer für den eingesetzten Brennstoff zurückgezahlt wird (Erdgas: 0,55 ct/kWh) und laut dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz zudem für die ersten zehn Betriebsjahre der erzeugte Strom zusätzlich vergütet wird.

Beispiel: Sanierung des Walter-Leo-Schmitz-Bades in Wipperfürth

Investitionskosten: ca. 3,9 Millionen Euro

Maßnahmen im Einzelnen:

- Sanierung der Heizungsanlage (Blockheizkraftwerk, Brennwertkessel, Pufferspeicher, Pumpen, Hydraulik und Regelung)
- Sanierung der Sanitärinstallation (Warmwasserbereitung, Trinkwassernetz, Warmwassernetz, Abwassernetz, Armaturen, Duschanlagen)
- Sanierung der Lüftungstechnik (energiesparende Ventilatoren und Antriebe, Sanierung des Luftkanalnetzes, Optimierung der Wärmerückgewinnung)
- Sanierung der Badewasseraufbereitung (Filteranlage, Nachrüstung Korrosionsschutz, Erneuerung Rohrnetz, Erneuerung Chlorungstechnik)
- Sanierung der Elektroanlage (Verteilleitungen, energiesparende Beleuchtungstechnik)
- Erneuerung der Regelungstechnik (für alle geplanten Gewerke, optimiert unter den Gesichtspunkten Hygiene und Energieeinsparung)
- Erneuerung des Daches (ca. 1.650 m²) inklusive einer Photovoltaikanlage (ca. 900 m²)
- Sanierung der Nordfassade (ca. 8 m² neue Fenster und ca. 60 m² Fassadendämmung)
- Bisherige Heizleistung: ca. 2.000 kW, heutige Heizleistung: ca. 700 kW
- CO₂-Einsparung allein durch Blockheizkraftwerk: ca. 250.000 kg/a



Abb. 27: BHKW



Abb. 28: Gas-Brennwertkessel

9.4 Nutzung von Biomasse

Der Einsatz von Biomasse, vorrangig Holzhackschnitzel oder Pellets, gewinnt zunehmend an Bedeutung. Biomasse ist ein CO₂-armer Energieträger und kommt damit den Erfordernissen des Klimaschutzes entgegen.

Zu beachten sind:

- kurze Anlieferungswege der Biomasse
- ausreichende Zufahrtsmöglichkeiten
- Platzbedarf für Silo und Kesseltechnik.

9.5 Nutzung von Geothermie

Wenn für einen Neubau eine Tiefgründung des Bauwerks notwendig ist, sollte die Nutzung von Geothermie geprüft werden. Die Energiepfähle werden von Sole durchflossen und wirken als Erdwärmetauscher. Eine Wärmepumpe entzieht der zirkulierenden Sole Wärme und führt sie dem Heizkreislauf des Hallenbads zu.



Abb. 29:
Geothermie-Pfähle

Beispiel: Oskar-Frech-Seebad Schorndorf

Energiekonzept:

- Grundlastabdeckung: 2 BHKW je 196 kW_{thermisch} und Erdwärmenutzung mit einer Wärmepumpe von 87 kW
- Spitzenlast: Gasbrennwertkessel 900 kW

Durch Erdwärme können 15 Prozent der Grundlast abgedeckt werden.

9.6 Solar-Absorberanlagen

Solar-Absorber sind eigentlich schon seit Jahrzehnten bekannt, technisch ausgereift und wirtschaftlich interessant. Dennoch gibt es leider noch viele Freibäder, bei denen diese Technik nicht eingesetzt wird. Schwimmbadabsorber werden überwiegend aus Kunststoff, als Rohr- oder Flächenabsorber hergestellt, in denen Wasser erwärmt wird. Bei richtiger Auslegung lässt sich mit Hilfe von Absorbermatten das Außenbecken temperieren. Sobald Frostgefahr besteht, muss allerdings die Anlage entleert werden.

Die Möglichkeit, Absorberanlagen zu installieren, sollte für jedes Freibad geprüft werden.

Als ersten Anhaltswert kann man von einer Absorberfläche von 0,65 m² je Quadratmeter Beckenfläche ausgehen. Üblicherweise kann so pro Tag die Beckentemperatur um 4 Grad angehoben werden. Da in der Nacht das Becken meist nur 2 Grad an Temperatur verliert, kann so während der Badesaison ein ausreichender Komfort bereitgestellt werden.

Hygieneprobleme lassen sich vermeiden, indem die Anlage nach der Saison entleert und nach der Winterpause gespült wird. Hierzu empfiehlt sich ein Einbau des Absorbers im Beckenkreislauf zwischen Filter und Chlorierung. In extremen Hitzeperioden kann durch einen nächtlichen Umwälzbetrieb einer Verkeimung vorgebeugt werden. Alternativ kann mit einem Zweikreissystem der Becken- und der Absorberkreislauf getrennt werden. Die Solarwärme wird über Wärmetauscher auf den Beckenkreislauf übertragen.



Abb. 30:
Solarabsorber

Beispiel: Abschätzung der Wirtschaftlichkeit eines Schwimmbadabsorbers

- Für ein Freibad mit einer Beckenfläche von 1.600 m² wird eine Absorberfläche von rund 1.000 m² installiert. Der Anteil der Absorberfläche im Vergleich zur Beckenfläche beträgt rund 60 Prozent.
- Die Kosten der Anlage liegen zwischen 70 und 125 €/m²_{Abs.fl.}; hier bei ca. 100.000 €. Über 15 Jahren mit 6 Prozent finanziert, ergeben sich jährliche Kapitalkosten von rund 10.300 €.
- Dem steht ein jährlicher Ertrag von 300 kWh_{th}/m²_{Abs.fl.}, also insgesamt rund 300.000 kWh_{th}/a gegenüber. Bei Wärmekosten von 7 ct/kWh sind dies eingesparte Kosten von 21.000 €/a.
- Die für den Betrieb der Absorberanlage notwendigen Pumpen benötigen jährlich rund 20 kWh_{el}/m²_{Abs.fl.}, also rund 20.000 kWh_{el}/a. Dies entspricht bei einem Strompreis von 16,5 ct/kWh_{el} zusätzliche Kosten von 3.300 €/a.
- Zieht man diese Positionen zusammen, bleibt ein jährliches Plus von: Ersparte Wärmekosten – Kapitalkosten – Stromkosten = 21.000 €/a – 10.300 €/a – 3.300 €/a = 7.400 €/a.

10 Wärmerückgewinnung

10.1 ... aus Beckenabwasser und Spülwasser

Zur Gewährleistung der Beckenhygiene ist es notwendig, 30 l Wasser pro Badegast und Tag durch Frischwasser zu ersetzen. Dieser Austausch erfolgt üblicherweise im Rahmen der Filterspülung. Erfahrungsgemäß wird aber in vielen Bädern zur Filterspülung immer noch wesentlich mehr Wasser verbraucht. Mit der Ableitung geht Energie im Beckenwasserkreislauf verloren, das für die Erwärmung des Frischwassers wieder aufgewendet werden muss. Es ist daher sinnvoll, das Abwasser zur Vorwärmung des Frischwassers zu nutzen. Gleichzeitig steht dann für die Filterrückspülung sauberes und kaltes Wasser zur Verfügung: Das Spülergebnis wird dadurch wesentlich verbessert. Es erfordert allerdings einen getrennten Spülwasserbehälter. Dazu wird das stetig ablaufende Wasser aus dem Beckenkreislauf entnommen und über einen Plattenwärmetauscher zum Spülwasserbecken geleitet. Die Nachrüstung einer Wärmerückgewinnung ist in den meisten Fällen möglich, da der notwendige Spülwasserbehälter auch in größerer Entfernung platziert werden kann. Die Wärmerückgewinnung aus dem Beckenrückspülwasser führt zu einer Heizwärmeeinsparung für die Nachspeisung der Innenbecken von etwa 50 Prozent.

Beispiel: Wärmerückgewinnung aus der Filterrückspülung für ein Becken von 250 m²

- Beckenwassertemperatur: 28 °C
- Frischwassertemperatur: 11 °C Aufheizung Frischwasser auf 24 °C
- Spülwassertemperatur: 15 °C
- Spülwasservolumen gesamt: ca. 4.400 m³/a
- Energieeinsparung: ca. 67.000 kWh/a
- Kosteneinsparung: ca. 4.000 €/a
- Ein Einbau ist auch nachträglich möglich.



Abb. 31: Druckfilter



Abb. 32: Messstation



Abb. 33: Schwallwasserbehälter

10.2 ... aus Duschwasser

Ein nicht unerheblicher Teil der Energiekosten entsteht in einem Hallenbad durch den Verbrauch an Duschwasser. Das hierbei entstehende Abwasser fließt in fast allen Hallenbädern ungenutzt der öffentlichen Kanalisation zu. Ursache ist die Schmutzfracht, hervorgerufen durch Haare, Hautpartikel und Seifenrückstände, die Rückgewinnungsanlagen erfahrungsgemäß zu schaffen machen.

Neue technische Entwicklungen erschließen nun auch dieses Potenzial. Eine selbsttätige Reinigung der Wärmetauscher sorgt dafür, dass die Geräte sich nicht zusetzen. Eine weitere Effizienzsteigerung ist durch die Kombination mit Wärmepumpen zu erreichen. Die Erfahrung der ersten Projekte zeigt, dass Amortisationszeiten von rund fünf Jahren erreichbar sind. Die Technik der Wärmerückgewinnung aus Duschwasser wird z. B. im Cambomare in Kempten mit Erfolg eingesetzt. Auch ältere Anlagen lassen sich mit einfachen Mitteln aufrüsten.

Eine Wärmerückgewinnung aus Duschabwasser ist als „Wärmepumpe/Wärmetauscher-Reinigungssystem“ effizient.

10.3 ... aus Messwasser

Für die Messung der Hygieneparameter wird regelmäßig Wasser entnommen. Auch dieses Messwasser lässt sich rückführen und auf diese Weise Energie einsparen.



Abb. 34:
Messwasserstation

Beispielrechnung für eine Messwasserrückführung des Cambomare-Bades, Kempten (ohne Wärmerückgewinnung)

Anlagen: 7 Analysegeräte, pro Gerät benötigte Wassermenge 35 l/h

$35 \text{ l} \times 7 \text{ Anlagen} \times 22 \text{ h} \times 350 \text{ Tage} = 1.886 \text{ m}^3 \text{ Wasser/Jahr}$

Annahme Wasserkosten: $3 \text{ €/m}^3 \implies 5.500 \text{ €/Jahr Kosteneinsparung}$

Durch die Messwasserrückführung kann also eine jährliche Wasserkostensparnis von ca. 5.500 € erreicht werden. Hierdurch wird auch entsprechend der Energiebedarf für die Wassererwärmung reduziert.

11 Mess-, Steuer-, Regelungstechnik; Gebäudeleittechnik

Je vielfältiger die eingebaute Technik und je höher die Anforderungen an die klimatischen Bedingungen in einem Raum, desto sinnvoller ist der Einsatz einer leistungsfähigen Mess-, Steuer- und Regelungstechnik. Ist sie richtig ausgewählt und angewandt, lässt sich erfahrungsgemäß ohne Komfortverlust der Energieverbrauch erheblich reduzieren. Die Optimierung der Leittechnik erstreckt sich über einen langen Zeitraum und muss individuell dem Betrieb im jeweiligen Bad angepasst werden. Um erfolgreich zu sein, ist eine sehr enge Zusammenarbeit zwischen dem Planungsbüro und dem Betriebspersonal erforderlich.

Die Einbindung aller technischen Anlagen der Heizungs-, Lüftungs-, Wasseraufbereitungs- und Elektrotechnik bietet folgende Vorteile:

- Überwachung aller Anlagen
- Optimierung der Verfahrensabläufe
- Optimierung des Energieeinsatzes
- Ständige Verbrauchskontrolle und Lastabschaltung
- Hinterlegung von Wartungsintervallen

Eine solche Regelanlage erfordert allerdings nicht nur in der Anfangsphase sondern auch während des Betriebs geschultes und gut eingearbeitetes Fachpersonal. Nur so können mögliche Fehler der komplexen Anlagen erkannt und beseitigt werden. Insbesondere die Wasseraufbereitungsanlage muss regelmäßig gewartet und die Messeinrichtungen müssen kalibriert und mehrmals täglich durch manuelle Messungen überprüft werden. Zum Beispiel wurden in der Bodenseetherme Konstanz die wesentlichen Einsparungen erst durch die Optimierung der Anlagen durch den Betriebsleiter, einem geprüften Meister für Bäderbetriebe, erzielt.

Grundlegend für den energieeffizienten Betrieb: Die technischen Anlagen eines Schwimmbads müssen optimal eingeregelt und aufeinander abgestimmt sein. Darüber hinaus müssen in einem ständigen Prozess die theoretischen Rechenwerte mit den Ist-Werten verglichen und gegebenenfalls die Sollwerte neu justiert werden.

Daher muss es ausreichende Möglichkeiten zur Datenerfassung geben. Neben den reinen Fühlerwerten wie Temperaturen und Feuchte sollten dies auch Volumenströme sein. Nur so ergibt sich ein schlüssiges Gesamtbild der Anlagen, mit dem der Betreiber Abweichungen erkennt und schnell reagieren kann.

Ein Hinweis: Eine automatische Mess- und Regeltechnik erfordert auch erhebliche Mengen an Messwasser. Dies wird den einzelnen Becken entnommen. Leitet man dieses warme Wasser in den Kreislauf zurück, so werden erhebliche Energieeinsparungen mit geringstem Aufwand möglich.

12 Betriebsoptimierung

Auch in bestehenden Bädern kann der Energieverbrauch durch eine Optimierung des Betriebes gesenkt werden. Eine solche Betriebsoptimierung von technischen Anlagen lässt sich durch eine geeignete Mess-, Steuer- und Regeltechnik erreichen, setzt allerdings entsprechendes Fachwissen des Badepersonals voraus. Hier sind Schulungen für das Badepersonal unabdingbar. Grundsätzlich sollte der Energieverbrauch kontrolliert werden. Dies ist auch Grundlage für ein Energiemanagement.

Eine sinnvolle Steuerung der verschiedenen Attraktionseinrichtungen kann durch eine Steuerung, die so genannte Gebäudeleittechnik (GLT), aber auch durch entsprechend sensibilisiertes Betriebspersonal vorgenommen werden. So sollte der voreingestellte Sollwert für die relative Luftfeuchtigkeit außerhalb der Betriebszeit überprüft und ggf. angehoben werden. Auch die Betriebszeiten der einzelnen Anlagen sowie deren Leistung sind zu überprüfen und zu optimieren.

Der Energieverbrauch lässt sich an die Besucherzahl anpassen: Teilbereiche sollten nur geöffnet werden, wenn Bedarf ist, auch die Öffnungszeiten sollten angepasst werden. Attraktionen können besucherabhängig betrieben werden. Schaltbare Bereiche im Schwimmbad, z. B. Licht, können entsprechend der Nutzung geregelt werden.

Der Sommer- und Winterbetrieb sollte aus energetischer Sicht separat betrachtet werden: So ist der Betrieb aller Außenbecken im Winter zu überdenken. Zugänge zum Außenbereich sollten in der kalten Jahreszeit überwiegend geschlossen sein.

Werden Warmbadetage für die Schwimmbadbesucher angeboten, so sollten diese möglichst an aufeinander folgenden Tagen stattfinden (z. B. in Kombination mit Seniorenschwimmen).

Zu den regelmäßigen Reinigungs- und Wartungsarbeiten der technischen Anlagen gehören z. B. auch die Reinigung des Haar- und Faserfängers sowie die Kontrolle des Differenzdrucks der Filter.

Zur Optimierung der Wasseraufbereitung gehören die Überprüfung und Anpassung der Beckenwassertemperaturen. Auch auf einen bedarfsgerechten Betrieb sollte geachtet werden (Sparschaltungen außerhalb der Betriebszeit unter Einhaltung der Hygieneparameter).

Für die Filterspülungen sollten sowohl die Rückspülwassermenge als auch das Rückspülintervall optimiert werden.

Auch kreative Eigenlösungen reduzieren den Energiebedarf. Außerhalb der Betriebszeit kann der Rutschenauslauf der Außenrutsche mit einem passenden Gymnastikball oder einem Hartschaum-Deckel verschlossen werden. Ebenso lassen sich Außenrutschen mit Noppenfolie in Eigenarbeit dämmen.

13 Die Zukunft beginnt heute: Neubau energetisch optimierter Bäder

Es wurden mehrere Bäder geplant oder schon gebaut, bei denen besonderer Wert auf Energieeffizienz und Nachhaltigkeit gelegt wurde. Ein Beispiel: das „Bambados“-Freizeitbad in Bamberg, das im November 2011 eröffnet wurde.

Die Konzeptentwicklung des Familien- und Sportbades Bambados erfolgte durch den Planer in Zusammenarbeit mit dem Passivhaus-Institut (PHI). Im zweijährigen Monitoring des PHI sollen die Funktionsweise sowie die berechneten Parameter im Betrieb überprüft und optimiert werden. Ziel ist, neue, umweltfreundlichere Standards im Bäderbau zu etablieren.

Gefördert wurde das Vorhaben unter anderem vom Freistaat Bayern/Bayerisches Landesamt für Umwelt als Pilotvorhaben im Rahmen des CO₂-Minderungsprogramms. An diesem Neubau soll sich zeigen, ob die Passivhauskriterien für Wohngebäude auf Schwimmbäder übertragbar sind. Das Gebäude ist im Sinne des energiesparenden Bauens optimal geplant worden.

Bausteine des Konzeptes:

- Eine luftdichte und gedämmte Gebäudehülle sorgt für einen optimalen Wärmeschutz.
- Eine kompakte Gebäudeform sorgt zusätzlich für geringe Wärmeverluste. Zur weiteren Minimierung der Wärmeverluste an das Erdreich bzw. an das Grundwasser wurde die Pfahlgründung mit Wärmedämmung ausgestattet.
- Die untere Bodenplatte, Außenwände und Decke/Dach wurden mit einer mindestens 30 cm dicken Dämmschicht versehen.
- Die Pfosten-Riegel-Fassaden wurden hinsichtlich der gewünschten Oberflächentemperaturen und geringen Wärmeverlusten optimiert und ausgewählt.
- Einbau von Energiesparfenstern mit Dreifachverglasung
- Einbau einer teilflächigen Verglasung mit transluzentem, nanoporösem Nanogel im Scheibenzwischenraum, womit U_g -Werte von 0,3 – 0,6 W/(m²K) erreicht werden können (zum Vergleich: Fenster nach ENEC 2009 haben 1,3 W/(m²K)).
- Einbau einer teilflächigen Mehrfachverglasung unter Verwendung von Folien als Mittelscheiben, die üblicherweise als Wärme- und Sonnenschutzverglasung eingesetzt werden.
- Eine Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung ist ebenso ein grundlegender Bestandteil der Konzeption.
- Beckenkopfsystem „Bamberger Rinne“: im Bereich der Überlaufrinne wird die Wasserverdunstung spürbar reduziert. Dadurch verringert sich auch der Lüftungswärmebedarf.

Durch Anhebung der Raumluftfeuchte zur Minderung von Wärme- und Wasserverluste sowie durch energiesparende Maßnahmen im Nachtbetrieb, z. B. Verwendung von Badabdeckungen, können weitere Energieeinsparungen erzielt werden.



Abb. 35: Innenansicht des Bambados-Bades



Abb. 36: Bamberger Rinne

14 Checkliste/Bestandsaufnahme

Diese Checkliste ist eine Bestandsaufnahme und dient zur Abschätzung, welche energierelevanten Punkte in einem Bad zu berücksichtigen sind. Sie sind im Bedarfsfall durch einen Fachmann näher zu untersuchen.

Allgemeine Daten				
Beckengröße:	Innen	_____ m ²	Außen	_____ m ²
Energieverbrauch pro Jahr:	Strom	_____ kWh	Wärme	_____ kWh
Dämmung der Gebäudehülle				
Außenfassade	<input type="checkbox"/>	Dämmstärke _____ cm	Dach	<input type="checkbox"/> Dämmstärke _____ cm
Untergeschoss	<input type="checkbox"/>	Dämmstärke _____ cm	Fenster erneuert	<input type="checkbox"/> U-Wert _____ W/m ² K
Rutsche im Außenbereich	<input type="checkbox"/>	Dämmstärke _____ cm	Rutschenverschluss	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Außenbecken				
Energieoptimale Beckenform (reduziertes Wasservolumen), z. B: Amöbenform	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>		
Beckenabdeckung	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>	Windgeschützte Lage	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Dämmung:		erdberührende Beckenwände <input type="checkbox"/>	Beckenwasserleitungen	<input type="checkbox"/>
Ausschwimmkanal nach außen	<input type="checkbox"/>	mit getrenntem Einstieg <input type="checkbox"/>	mit Rollo als Abschluss	<input type="checkbox"/>
Raumklima				
Beckenwassertemperatur	_____ °C	Warmbadetag/e	<input type="checkbox"/>	_____ °C
Raumluftfeuchte	_____ % rel. LF.			
Anstieg der Luftfeuchte außerhalb der Betriebszeit	<input type="checkbox"/>	Endfeuchte	_____ % rel. LF.	
Lüftungsanlage				
Regelung bedarfsorientiert	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>	Luftqualität <input type="checkbox"/>	Temperatur <input type="checkbox"/> Feuchte <input type="checkbox"/>
Ventilatoren drehzahl geregelt	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>	Wärmerückgewinnung	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Wärmebereitstellung				
Brennstoffversorgung				
Öl <input type="checkbox"/>	_____ kW	Gas <input type="checkbox"/>	_____ kW	Holz <input type="checkbox"/>
				Fernwärme <input type="checkbox"/>
BHKW vorhanden	<input type="checkbox"/>	_____ kW _{therm.}	Solarabsorber vorhanden	<input type="checkbox"/> Fläche: _____ m ²
Drehzahl geregelte Heizungsumwälzpumpen	<input type="checkbox"/>	Heizungsvorlauftemperaturen	_____ °C	

Sanitär-Anlagen	
Duscharmaturen:	Selbstschlussarmaturen <input type="checkbox"/> Elektron. Armaturen <input type="checkbox"/>
Warmwasserspeicher _____ Liter	Duschwasserwärmerückgewinnung <input type="checkbox"/>
Badetechnische Anlagen	
Umwälzleistung _____ m ³ /h	Umwälzpumpen: Frequenzumrichter <input type="checkbox"/> Synchronmotor <input type="checkbox"/>
Reduzierung der Umwälzmenge außerhalb der Betriebszeit	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Hygiene-Parameter-abhängige Umwälzmengenregelung	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Pumpen für die Filterspülung	mit Frequenzumformer <input type="checkbox"/> mit Synchronmotor <input type="checkbox"/>
Spülvorgang und Spülwassermenge optimiert <input type="checkbox"/>	Wärmerückgewinnung Spülwasser <input type="checkbox"/>
Messwasserrückführung	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Attraktionen - Pumpen:	
zeitabhängige Steuerung <input type="checkbox"/>	mit Frequenzumrichter <input type="checkbox"/> mit Synchronmotor <input type="checkbox"/>
Beleuchtung	
Tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung <input type="checkbox"/>	Bewegungsmelder vorhanden <input type="checkbox"/>
Bereichsabhängige Schaltung möglich <input type="checkbox"/>	
Leuchtmittel mit elektron. Vorschaltgeräten <input type="checkbox"/>	Leuchtmittel in LED Ausführung <input type="checkbox"/>
Unterwasserscheinwerfer	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Halogen <input type="checkbox"/> LED <input type="checkbox"/>
Gebäudeleittechnik	
Gebäudeleittechnik vorhanden	Ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Gewerkeübergreifend auf:
Lüftung <input type="checkbox"/>	Heizung <input type="checkbox"/> Badetechnik <input type="checkbox"/> Sanitäranlage <input type="checkbox"/> Elektrotechnik <input type="checkbox"/>
Betriebliche Optimierung	
Fachpersonal im Bad vorhanden	Fachangestellte <input type="checkbox"/> Meister <input type="checkbox"/>
Notwendige Fortbildungen zur Bädertechnik und Energieeinsparung	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Laufende Optimierung der Gebäudeleittechnik durch qualifiziertes Personal	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
energetische Optimierung des Betriebes durchgeführt	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Energiesparkonzept erarbeitet	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Maßnahmenplanung für Investitionen

15 Querschnitt eines Freizeitbades

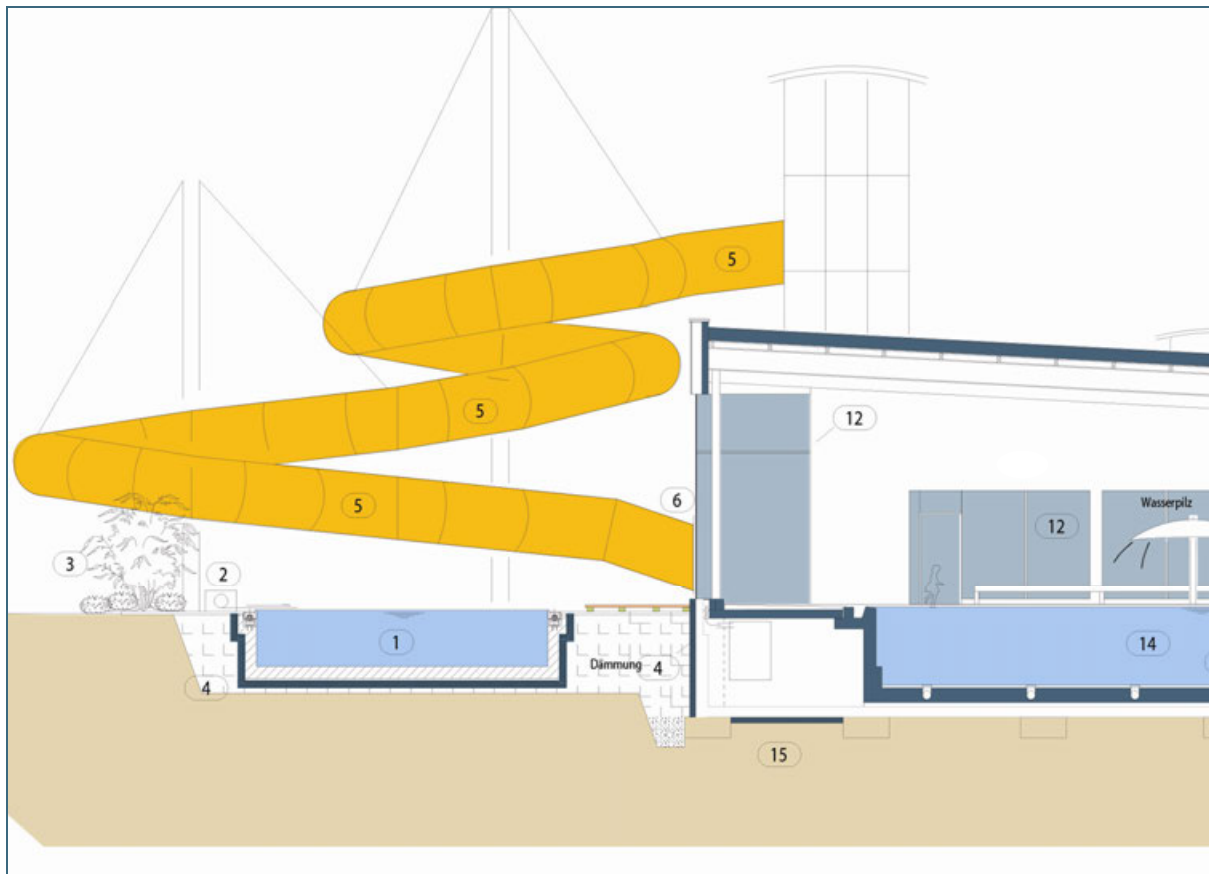


Abb. 37: Querschnitt eines Freizeitbades mit den 20 wichtigsten Punkten für ein energieeffizientes Bad

Die wichtigsten Bereiche und Maßnahmen für energieeffiziente Schwimmbäder

Außenbecken

- Winterbeheizte Außenbecken möglichst klein halten (1)
- Vollflächige Nachtdeckung (2)
- Windgeschützte Lage (3)
- Dämmung gegen das Erdreich (4)

Außenrutschen

- Dämmung (5)
- Rutschenverschluss außerhalb der Nutzungszeit (6)

Attraktionen

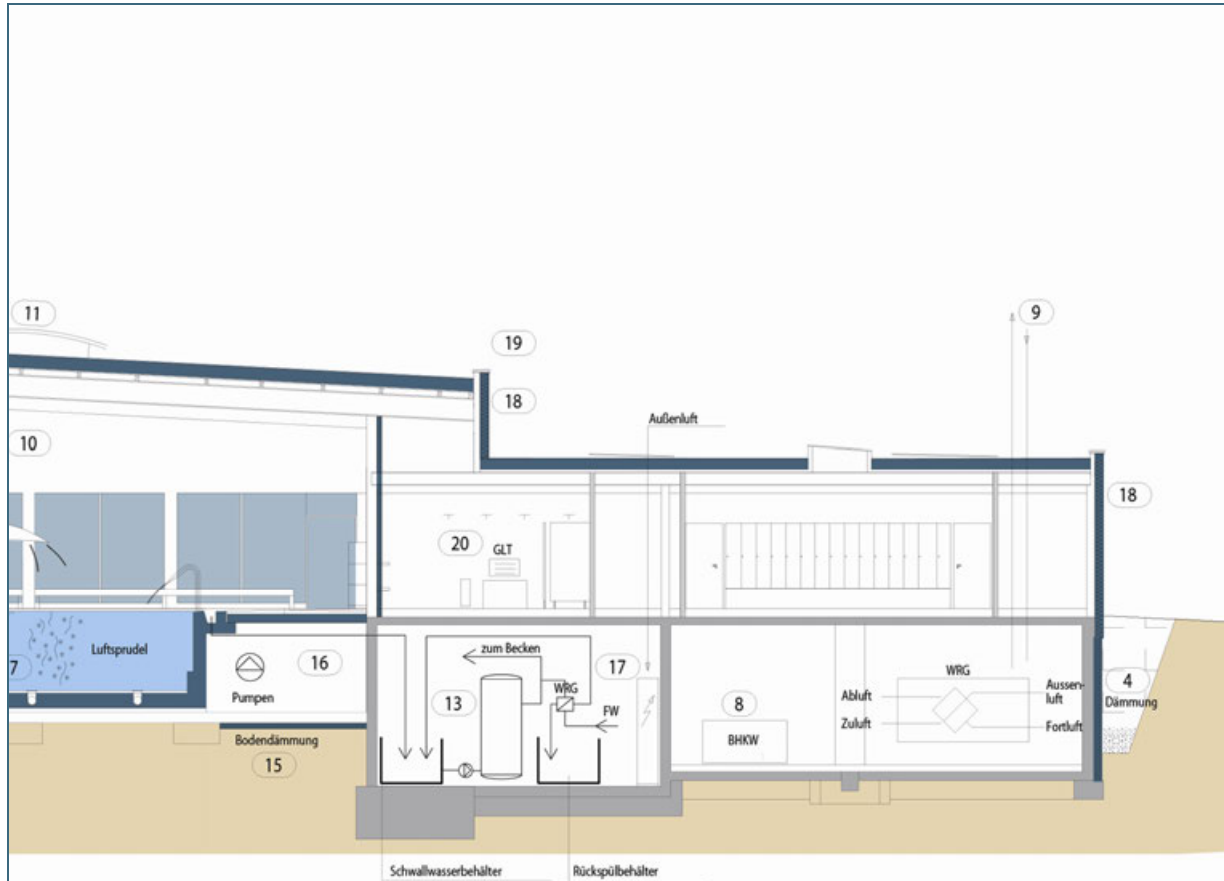
- Attraktionen (z. B. Wasserpilz, Luftsprudler) sparsam einsetzen (7)

Energieerzeugung

- Ein BHKW-Betrieb lohnt sich wegen des ganzjährigen Wärmebedarfs (8).

Lüftung

- Wärmerückgewinnung aus der Abluft (9)
- Anhebung der Hallenfeuchte außerhalb der Betriebszeiten: guter Dämmstandard nötig (10)
- Steuerung mittels Gebäudeleittechnik (GLT) (20)



Die wichtigsten Bereiche und Maßnahmen für energieeffiziente Schwimmbäder

Beckenwassertechnik

- Wärmerückgewinnung aus Filterspülwasser (13)
- Reduzierung der Umlaufwassermenge außerhalb der Betriebszeit bzw. bei geringer Beckenbelastung (14)
- Pumpen: Einsatz regelbarer hocheffizienter Pumpen oder mediumgekühlter Pumpen (16)
- Steuerung mit Hilfe der Gebäudeleittechnik (GLT) (20)

Gebäudehülle

- Verglasung nicht großflächiger als nötig wählen, speziell im Dach (11)
- Eine Dreifachverglasung ist bei Hallenbädern wirtschaftlich. (12)
- Luftdichtigkeit (19) und gedämmte Gebäudehülle: Faustformel für die Dämmung doppelte Stärke wie im Wohnungsbau (18)

Untergeschoss

- Dämmung gegen das Erdreich (4)
- Arbeitsplätze und Schaltschränke im Untergeschoss gezielt mit Frischluft versorgen (17)
- Bodendämmung, wenn ein Neubau im Grundwasserbereich liegt (15)

Betriebsoptimierung durch das Personal (Kap. 12)

16 Anhang

Auswahl einschlägiger Regelwerke:

- Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 26. Juli 2007, in Kraft getreten am 01.10.2007 und Änderung der Energieeinsparverordnung, vom 29. April 2009, in Kraft getreten am 1. Oktober 2009
- Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz), KWKG 2002, Ausfertigungsdatum: 19.03.2002, Vollzitat "Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz vom 19. März 2002 (BGBl. I S. 1092), das zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 28. Juli 2011 (BGBl. I S. 1634) geändert worden ist"
- Richtlinien für den Bäderbau des Koordinierungskreises Bäder, „KOK-Richtlinie“, 4. Auflage, Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e. V., 2002, Essen
- DIN 19643 - Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser, Teile 1, 2, 3, 4 und 5, Beuth-Verlag
- DIN 19645 - Aufbereitung von Schlammwässern aus Anlagen zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser, Beuth-Verlag
- DIN EN 15288-2, Schwimmbäder Teil 1 und 2, Beuth-Verlag
- VDI 2089 Blatt 2: Effizienter Einsatz von Energie und Wasser in Schwimmbädern, 08.2009; Blatt 3: Freibäder, 09.2011, Hrsg. VDI Gesellschaft, Bauen und Gebäudetechnik, Beuth-Verlag
- VDI 2067, Blatt 10, Richtlinien-Entwurf, Ausgabedatum 10/2011, Hrsg. VDI Gesellschaft, Bauen und Gebäudetechnik, Beuth-Verlag
- VDI 6022, Raumlufttechnik, Raumluftqualität - Hygieneanforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln), 07.2011, Hrsg. VDI Gesellschaft, Bauen und Gebäudetechnik, Beuth-Verlag
- BGR/GUV-R 108, Regel-Betrieb von Bädern
- DVGW W 551, Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen, Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Postfach 140151, 53056 Bonn
- Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung: Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Schwimm- und Badebeckenwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit beim Umweltbundesamt
- Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen e. V., Essen, z. B.:
 - R 60.04 Einsparung natürlicher Ressourcen in Bädern, Juni 2002
 - R 65.03 Desinfektion des Schwimm- und Badebeckenwassers, Oktober 2000
 - R 65.08 Möglichkeiten des Teillastbetriebs der Aufbereitungsanlagen von Schwimm- und Badebeckenwasser, Mai 2004
 - R 66.01 Beleuchtungstechnik in Bädern, April 2008
 - R 66.02 Umrüstung von Beleuchtungsanlagen in Bädern, Mai 2004

Weiterführende Literatur:

- T. Bethe, Planungshilfen für Energie- und Wassersparende Maßnahmen in Bädern, Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Schriftenreihe Sportanlagen und Sportgeräte, 2003, Sport und Buch Strauß GmbH, Köln
- C. Saunus, Schwimmbäder; Planung–Ausführung–Betrieb, Krammer Verlag Düsseldorf AG, 5. Auflage, 2005
- T. Schulz, R. Pfluger, J. Grove-Smith, O. Kah, B. Krick, Grundlagenuntersuchung der bauphysikalischen und technischen Bedingungen zur Umsetzung des Passivhauskonzepts im öffentlichen Hallenbad, September 2009, Passivhaus Institut, Darmstadt
- Architekturbüro W. Haase, Modellhafte energetische Sanierungsplanung eines typischen Hallenbades der 70er Jahre; Darstellung der Synergie-Möglichkeiten von Energieprozessen, Analyse, baualterstypischer Schwachstellen, Abschlussbericht, November 2008, Karlstadt
- Wege zur Bestandssicherung kommunaler Hallen- und Freibäder, Städte- und Gemeindebund NRW, Mai 2004
- Maßnahmenliste für die Energetische Betriebsoptimierung in Hallenbädern, Schlussbericht, EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE, Bern, März 2011, Winterthur.
- L. Sarachaga, B. Weyres-Borchert, A. Klauß-Vorreiter, Sonnenenergienutzung in Freibädern, SOLPOOL, Intelligent Energy Europe, Nationaler Bericht zum Bedarf und Potential solarer Schwimmbadwassererwärmung in Freibädern, November 2008
- W. Willems, S. Dinter, Außenwandkonstruktionen für Schwimmhallen, Bauphysik, 31, Heft 5, 2009

