

CO₂-neutraler Hallenbadbetrieb

Faktenblatt für die Stadt Winterthur

1. Zusammenfassung

Ein CO₂-neutraler Hallenbadbetrieb ist möglich, allerdings sind folgende Punkte umzusetzen:

- Gebäudehülle optimal dämmen mit angemessenem Glasanteil für Reduktion des Wärmebedarfs
- Effiziente Anordnung der unterschiedlichen Klimabereiche je nach Temperatur + Feuchte
- Energieeffiziente Geräte mit effizienter und bedarfsgerechter Steuerung (Gebäudeleitsystem)
- Maximale Nutzung interner Abwärme (WRG)
- CO₂-neutrale Stromversorgung (z.B. KlimaGold) + Eigenstromproduktion
- CO₂-neutrale Wärmeerzeugung (Wärmepumpe, Holz oder Fernwärme inkl. Kompensation) + Ausnutzung Solarthermie

2. Gesetzliche Voraussetzung

Gemäss kantonalem Energiegesetz und Energie- und Klimakonzept der Stadt Winterthur muss der Energiebedarf von Neubauten für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung zu 100% erneuerbar gedeckt werden und erlaubt keine energiebedingten Treibhausgasemissionen (MuKEN2014, Energie- und Klimakonzept 2040).

Zudem gelten folgende Bestimmungen im gebäudetechnischen Bereich:

Lüftung

Bei allen Lüftungsanlagen muss eine Wärmerückgewinnung (WRG) vorgesehen werden. Bei Lüftungsanlagen von Schwimmhallen soll eine 2-stufige WRG eingebaut werden. Wenn der Wärmetauscher der ersten Stufe eine mind. 85% Wärmerückgewinnungsrate aufweist, kann auf die zweite Stufe verzichtet werden (MuKEN2014, SIA 380/1:2016, SWKI VA 300-01).

Heizung

Die Wärmeversorgung muss erneuerbar erfolgen (MuKEN2014, Energie- und Klimakonzept 2040). Gilt die Liegenschaft als Überbauung (mind. 3 Baukörper mit einer zentralen Heizung) und liegen die Gebäude innerhalb von Fernwärmegebieten und Energieverbunden, muss die Heizzentrale so vorgesehen werden, dass eine spätere Nutzung dieser Energien nicht erschwert wird (Vollzugsordner Energie Kt. Zürich).

Bade-/Duschabwasser

Für die Wärmerückgewinnung des Badabwasser muss zwischen Stetsablauf und Stetszulauf ein Plattenwärmetauscher vorgesehen werden. Zudem soll eine Duschenabwasser-WRG eingebaut werden (MuKEN2014).

Eigenstromproduktion

Die Anlage zur Eigenstromerzeugung (z.B. Photovoltaik-Anlage) muss mindestens eine Leistung von 10 W/m² Energiebezugsfläche (EBF) aufweisen (MuKEN2014).

Gebäudeautomation & Energiemonitoring-Konzept

Grosse Zweckbauten (EBF > 5'000 m²) sind verpflichtet ihren Energiebedarf zu messen und mittels Gebäudeautomation den Energieverbrauch des Gebäudes zu reduzieren (MuKEN2014, Vollzugsordner Energie Kt. Zürich).

Betrieboptimierung

In Nichtwohnbauten ist innerhalb von drei Jahren nach Inbetriebsetzung, anschliessend periodisch alle fünf Jahre eine Betriebsoptimierung aller Anlagen vorzunehmen (Ausnahme: el. Energieverbrauch < 200'000 kWh/a oder Grossverbraucher) (MuKEN2014).

3. Energiebedarf Hallenbad

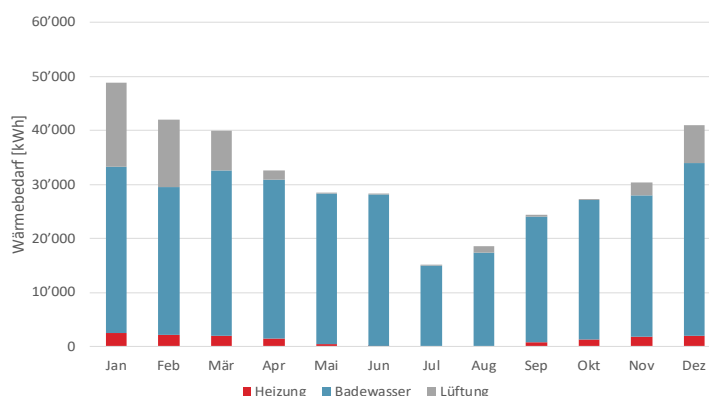


Abbildung 1: Jahresverlauf Wärmebedarf eines Hallenbads mit einem 25m Becken und einem Kinderbecken (reale Werte)

Grenzwert Heizwärmebedarf Hallenbad:

$$Q_H = [19kWh/m^2 + 25kWh/m^2 \cdot (A_{th}/A_E)] \cdot 0.979$$

Annahme Jahresmitteltemperatur Winterthur = 9.75°C

A_{th} = thermische Gebäudehüllfläche [m²] A_E = Energiebezugsfläche (EBF) [m²]

Bei einem Gebäude mit Gebäudehüllzahl (A_{th}/A_E) = 1 resultiert somit ein Heizwärmebedarf von **43.5kWh/m²**. Allerdings trägt der Heizwärmebedarf nur einen marginalen Anteil am gesamten Wärmebedarf. Ein Grossteil des jährlichen Wärmebedarfs wird für die Erwärmung des Badewassers benötigt (siehe Abbildung 1). Eine maximale Wärmerückgewinnung des Badabwassers ist daher essenziell.

4. Mögliche Energieversorgung

Je nach Standort ist die Energieversorgung so zu wählen, dass auf CO₂-neutrale oder -arme Energiequellen zurückgegriffen wird. Fernwärme erfüllt diese Kriterien oftmals nicht (10% fossil), weshalb kompensiert werden muss (CO₂-Kompensation). Eine Wärmepumpe läuft nur CO₂-neutral, wenn sie mit entsprechendem Strom betrieben wird (z.B. KlimaGold). Das Heizen mit Holz gilt allgemein als CO₂-neutral. Solare Energie und interne Abwärme sollte maximal ausgenutzt werden zur Reduktion des Energie- und Wärmebedarfs.

	Vorteile	Nachteile
Fernwärme <ul style="list-style-type: none"> - KVA - ARA - Industrie - Kunsteisbahn 	konstant hohe Vorlauf-temperaturen; Besonders Synergien mit Kunsteisbahnen sind aufgrund der Abwärme im Winter interessant	Infrastruktur muss vorhanden sein; Energiepreise oftmals hoch; oftmals nicht CO ₂ -neutral (fossile Spitzendeckung)
Holzheizung <ul style="list-style-type: none"> - Pellets - Schnitzel 	Unabhängiges System, das problemlos hohe Temperaturen liefern kann	Platzintensiv (Pelletslager); Feinstaubemissionen; Rohstoff beschränkt verfügbar
Wärmepumpen <ul style="list-style-type: none"> - Luft - Erdsonden - Grundwasser 	Sehr effiziente Systeme	Lärmemissionen; Erdwärmesonden nicht überall zulässig; minimale Kälteleistung bei Grundwassernutzung nötig
Wärmerückgewinnung <ul style="list-style-type: none"> - Lüftung - Bade-/Duschabwasser - Serverabwärme 	Sehr effiziente Systeme; gesetzlich vorgeschrieben	Nur ergänzend; nicht als Hauptheizsystem möglich
Solare Energie <ul style="list-style-type: none"> - Solarthermie - Photovoltaik 	Sehr effiziente Systeme; in Kombinationen mit anderen Energieträgern sehr sinnvoll; teils gesetzlich vorgeschrieben	Nur ergänzend; nicht als Hauptheizsystem möglich

5. Baustandards-/labels

Die hohen Temperaturen und extremen Feuchten innerhalb eines Hallenbades erfordern eine hohe Qualität der Dämmung, Dichtigkeit und Qualität der innenliegenden Bauteile. Durch eine umfassende Dämmung der Hülle, kann der Wärmebedarf des Gebäudes stark reduziert werden.

Übersicht Anforderung Dämmung [W/m²K]:

	Gesetzliche Mindestanforderung (MuKE n2014)		Minergie P (70% Heizwärmebedarf gem. MuKE n2014)
	Aussenklima / < 2m im Erdreich	Unbeheizte Räume / > 2m im Erdreich	Richtwerte gegen Aussenklima
Dach, Boden	0.17	0.25	0.1
Wand	0.17	0.25	0.15-0.2
Fenster	1	1.3	0.8

An den Dachflächen von Hallenbädern ist die Temperaturdifferenz zwischen Gebäude und Umgebung besonders hoch, weshalb energieschweiz einen U-Wert von 0.125 W/m²K empfiehlt (Leitfaden energieschweiz, 2018). Fenster bilden eine thermische Schwachstelle der Hülle, daher muss die optimale Konstruktion detailliert geprüft werden. Ein angemessener Glasanteil soll berücksichtigt werden.

Unterschiedliche Bereiche eines Hallenbades benötigen unterschiedliche «klimatische» Bedingungen. Durch optimale Raumorganisation kann das Temperaturgefälle zur Umwelt möglichst klein gehalten werden. Konkret sollten daher die wärmsten Räume innenliegend oder südseitig angeordnet werden und kältere Bereiche wie Eingangsbereich inkl. Windfang auf der nördlichen Seite.

Übersicht Minergie-Standards:

- Minergie A = maximale Unabhängigkeit durch Ausnutzung Solarpotential
 - Minergie P = höchste Anforderungen an Gebäudehülle
 - Minergie Eco (Zusatz) = Fokus Umwelt- und Klimaschutzschutz (kreislauffähig und ökologisch)
- Je nach Variante sind weitere Anforderungen notwendig.

6. Beurteilung nachhaltige Energieversorgung und CO₂-freier Betrieb

Ein CO₂-neutral betriebenes Hallenbad ist technisch und energetisch möglich und sinnvoll. Je nach Standort bietet sich zur Wärmeversorgung Fernwärme (Achtung Kompensation nötig), Holzheizungen oder die Versorgung mittels Wärmepumpen an. Besonders wichtig ist eine optimale Wärmedämmung des Gebäudes, die maximale Nutzung interner Abwärme (WRG) und ein effizienter Betrieb aller Anlagen (Gebäudeleitsystem). Durch diese Massnahmen kann der Energiebedarf des Hallenbades reduziert werden. Durch maximale Ausnutzung des Solarpotentials der Dachflächen kann die Energieeffizienz des Gebäudes weiter gesteigert werden. Eine Betriebsoptimierung ist vorgeschrieben und sinnvoll.

Ein CO₂- neutral betriebenes Hallenbad ist nicht nur aus ökologischen Gründen sinnvoll, sondern lohnt sich auch aus wirtschaftlicher Sichtweise. Durch Reduktion des elektrischen und thermischen Energiebedarfs sinken die Kosten im Betrieb der Anlage.