

EnergieFit

Innovative Energietechnologien für Sportstätten

Teil 1: Leitfaden für Entscheidungsträger



Paul Lampersberger et al.

Energieforschungsprogramm

EnergieFit

Innovative Energietechnologien für Sportstätten

Teil 1: Leitfaden Entscheidungsträger

Teil 2: Technologiekatalog

Teil 3: Sammelband Best Practice

Wien, 2017

Programmsteuerung	Klima- und Energiefonds
Abwicklungsstelle	FFG
Ausschreibung	3. Ausschreibung Energieforschungsprogramm
Projektstart	01/03/2017
Projektende	31/08/2017
Projektnummer	858988
Gesamtprojektdauer (in Monaten)	6 Monate
ProjektnehmerIn (Institution)	e7 Energie Markt Analyse GmbH
AnsprechpartnerIn	DI (FH) Paul Lampersberger
Postadresse	Walcherstraße 11/43
Telefon	+43 1 907 80 26 - 68
E-mail	paul.lampersberger@e-sieben.at
Website	www.e-sieben.at

Leitfaden für Entscheidungsträger - Implementierung innovativer Energietechnologien in Sportstätten

AutorInnen:

e7 Energie Markt Analyse GmbH

DI (FH) Paul Lampersberger

DI Dr. Georg Benke

DI Margot Grim

DI Walter Hüttler

Guntram Preßmair, B.Sc.

ÖISS Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau

DI Karin Schwarz-Viechtbauer

Florian Szeywerth

Mit Beiträgen von:

ESSIGPLAN GmbH

Prof. Dr. Natalie Eßig

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Zukunftstaugliche Sportanlagen mit innovativen Energietechnologien	8
	Innovative Energietechnologien und Energiekonzepte	8
3	Energieverbrauch und Handlungsfelder für Energieinnovationen in Sportstätten	10
	Energierrelevanz von Sportstätten in Österreich.....	10
	Energienachfragestruktur in Sportstätten	12
	Handlungsfelder für Energieinnovationen in Sportstätten	14
	Stadion	14
	Sporthalle.....	16
	Eissporthalle Indoor	17
	Eissportplatz Outdoor.....	18
	Hallenbad Indoor.....	19
	Freibad Outdoor.....	20
	Kletterhallen	21
	Ganzheitliche Energiekonzepte für Sportstätten.....	22
4	Handlungsempfehlungen für Bauherren und Planer.....	24
	Die Projektphasen.....	24
	Strategie und Initiierung	26
	Bedarfsplanung und Definition von Anforderungen	27
	Machbarkeitsstudie	27
	Planerfindung.....	28
	Planervertrag	28
	Planung.....	29
	Integrale Planung.....	29
	Vergleich von Varianten und Optimierung der Planung	30
	Steuerung und Regelung der Sportanlagen (MSR & GLT).....	31
	Energie- und Betriebsmonitoring	31
	Vorbereitung der Qualitätssicherung der Energieeffizienz	32
	Technisches Controlling während der Planung	32
	Ausführung.....	33
	Werkplanung.....	33
	Ausführung: Qualitätssicherung Bau	33
	Inbetriebnahme bis Übergabe: Qualitätssicherung Haustechnik	33
	Zertifizierung	34
	Nutzung.....	34
5	Ausblick und Empfehlungen zur Weichenstellung für Energieinnovationen.....	35
	Konkrete Zielvorgaben	35
	Festlegung von Mindestkriterien und Förderung bei Neubau und Sanierung.....	35
	Geförderte Beratungsprogramme für Sanierung und Betriebsoptimierung	36

Betrachtung der Lebenszykluskosten	37
Information und Vermittlung von Best Practice Beispielen	37
6 Initiativen für nachhaltigen Sport	38
7 Literaturverzeichnis	40
8 Tabellenverzeichnis	40
9 Abbildungsverzeichnis	41
10 Impressum	42
Anhang A: Energienachfragestruktur in Sportstätten inklusive Relevanz der Verbraucherkategorien	43

1 Einleitung

Der Sport ist für zahlreiche Themen ein wichtiger Multiplikator. So auch für den Klimaschutz, sofern er für die zahlreichen Nutzer und Besucher von Sportstätten erlebbar wird. Innovative Technologien, die bei Sportstätten eingesetzt werden, haben potenziell hohe Sichtbarkeit und können so das Interesse an einer verstärkten Nutzung dieser Technologien erhöhen. Durch die gleichmäßige und dichte Verteilung von Sportstätten über das gesamte Bundesgebiet kann eine gute Verbreitungswirkung von Energieinnovationen erzeugt werden. Ebenso förderlich ist die Nutzung des Replikationspotenzials großer Anzahlen von typischen Sportstätten.

Sportstätten sind in vielen Fällen hohe Energieverbraucher, die häufig Leistungsspitzen aufweisen. Mit vorhandener innovativer Technologie sollte es möglich sein, diese Nachfragestruktur ökologisch und ökonomisch optimal zu bedienen.

Um Sportstätten zu Trägern innovativer österreichischer Energietechnologien werden zu lassen, werden für Entscheidungsträger im vorliegenden Leitfaden für weit verbreitete Sportstättentypen die Energienachfragestruktur genauer beleuchtet und im weiteren Schritt Handlungsfelder für Energieinnovationen definiert, die sich aus den Anforderungen des jeweiligen Sportstättentyps ergeben. Dabei wird auch auf innovative Best Practice Beispiele referenziert. Im Abschnitt „Handlungsempfehlungen für Bauherren und Planer“ wird aufgezeigt wie das Thema Energieeffizienz und Innovation in den Projektentwicklungsprozess möglichst frühzeitig integriert werden kann und welche Maßnahmen zu diesem Zeitpunkt hinsichtlich der Umsetzung und künftigen Nutzung bedeutend sind. Abschließend werden Empfehlungen zur Weichenstellung für Energieinnovationen im Sportstättenbau zusammengefasst, welche unter Einbindung von relevanten Stakeholdern erhoben wurden.

Parallel zum vorliegenden Leitfaden wird zum einen ein Best Practice Sammelband mit insgesamt 20 Beispielen aus dem In- und Ausland zur Verfügung gestellt, welcher die umgesetzten Energieinnovationen detailliert darstellt und zusätzliche Kontaktinformationen zu den Betreibern beinhaltet. Zum anderen steht ein Technologiekatalog zur Verfügung, der die österreichische Energietechnologie bzw. die dazugehörigen Unternehmen vorstellt.

2 Zukunftstaugliche Sportanlagen mit innovativen Energietechnologien

Als Verantwortlicher für eine Sportstätte ist es Ihre Aufgabe, den Betrieb der Anlage nicht nur kostenoptimal zu gestalten, sondern auch technisch möglichst lange am Puls der Zeit zu halten.

Die Vorteile von energieeffizienten Sportanlagen liegen auf der Hand. Abgesehen von den technischen Vorteilen und des höheren Komforts für die Nutzer, werden durch den niedrigeren Energiebedarf Betriebskosten gesenkt. Darüber hinaus können CO₂-Emissionen eingespart und der übermäßige Einsatz natürlicher Ressourcen vermieden werden. Nachfolgende Auflistung von Energietechnologien und wichtigen Maßnahmen bietet eine kompakte Übersicht von Möglichkeiten innovative, qualitativ hochwertige und im Betrieb ökonomische Anlagen zu errichten.

Innovative Energietechnologien und Energiekonzepte

- **Optimierung der thermischen Gebäudehülle:** Die Optimierung der Gebäudehülle trägt zu einem erheblichen Anteil zur Verringerung des Energieverbrauchs eines Gebäudes bei.
 - Gebäudegeometrie: Achten Sie auf eine kompakte Gebäudegeometrie. Beheizte und unbeheizte Gebäudebereiche sollen voneinander getrennt sein.
 - Dämmung der Hüllfläche zur Minimierung der Wärmeverluste im Winter und Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes. Als wesentliche Bestandteile der Gebäudehülle sind die Bauteile Bodenplatte, Außenwände, Dach und Fenster anzuführen. Eine gut durchdachte Anordnung und Dimensionierung von Fenstern ist für solare Wärmegewinne von Vorteil, allerdings soll auf einen ausreichenden Sonnenschutz (zum Schutz vor sommerlicher Überhitzung) und Blendschutz geachtet werden.
 - Reduktion von Wärmebrücken: Es ist darauf zu achten, dass die Dämmebene des Gebäudes möglichst lückenlos verläuft.
 - Luftdichtheit: Die Luftdichtheit der Gebäudehülle trägt zur Energieeinsparung bei, da keine warme Luft und somit Energie durch Undichtigkeiten entweichen kann.
- **Aktive Solarenergienutzung:** Nutzung von Dachflächen, süd-orientierten Fassadenflächen oder Freiflächen zur Gewinnung von Wärme und Strom aus Solarenergie. Es sind auch innovative Verschattungslösungen mit Solarmodulen möglich.
 - Solarthermie-Anlagen zur Wärmebereitstellung
 - Photovoltaik-Anlagen zur Strombereitstellung
- **Energieversorgung allgemein:**
 - Wärmeversorgung mit Niedertemperatur-Wärme in Kombination mit Flächenheizsystemen zur Minimierung von Wärmeverlusten.
 - Haustechnik mit hohen Wirkungsgraden verwenden (z.B. Umwälzpumpen, Lüftungsanlagen, Heizkessel).
 - Vorgeschriebene Wartungs- und Instandhaltungsintervalle einhalten.

- **Nah- oder Fernwärme:** Anbindung an Nah- und Fernwärmenetze (Beheizung mit regenerativen Quellen vorteilhaft).
- **Abwärmenutzung:** Die Abwärmenutzung aus eigenen Prozessen kann einen bedeutenden Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz leisten. Folgende Abwärmequellen sollten geprüft werden:
 - Abluft bei Lüftungsanlagen: Wärmerückgewinnung mit effizienten Luft-Wärmetauschern
 - Gastronomie oder EDV-Systeme: Abwärme aus Kühlanlagen
 - Duschanlagen: Abwasser-Wärmerückgewinnung
 - Kälteerzeugung bei Eisportanlagen: Abwärme von Kälteaggregaten
 - Abwärme von umliegenden Gebäuden bzw. Betrieben
- **Wärmebereitstellung durch Biomasse:** Holzpellet- bzw. Hackschnitzelheizung
- **Wärmebereitstellung durch Umwelt- und Erdwärme:** Verwendung von Wärmepumpen. Diese bieten die Möglichkeit auch Kälte bereitzustellen.
- **Warmwasserbereitung:** Minimierung von Wärmeverlusten und Stromverbrauch
 - Nutzung von effizienten Pumpen- und Filtertechnologien
 - Speicher mit geringen Wärmeverlusten und Verwendung von Frischwassermodule
 - Minimierung von Leitungslängen und entsprechende Dämmung aller Leitungen
 - Bedarf von Warmwasser-Zirkulation prüfen
 - Wasserspar-Einrichtungen zur Reduktion des Warmwasserverbrauchs
- **Effiziente Beleuchtung:** Tageslichtnutzung und effiziente Beleuchtungstechnik (z.B. LED) inkl. Präsenzmelder und Regulierung der Beleuchtungsstärke (Möglichkeit des Dimmens).
- **Einbindung der Gebäudenutzer und des fachkundigen Betriebspersonals:**
 - Stimmen die Nutzungszeiten des Gebäudes mit den Energiebereitstellungszeiten überein?
 - Sensibilisierung der Nutzer hinsichtlich des vorliegenden Energiesystems und dessen Energieverbräuche. Aufzeigen von individuellen Einflussmöglichkeiten (z.B. Lüftungssteuerung, Beleuchtung, Sonnenschutz, Temperatur).
 - Fachkundiges Betriebspersonal: Für den effizienten Betrieb einer Sportstätte jedenfalls erforderlich.
- **Energiemonitoring-System:** Die Einführung eines Energiemonitoring-Systems ist zu empfehlen, um Energieverbräuche analysieren und gezielte Optimierungen vornehmen zu können.

Detaillierte Betrachtungen von Handlungsfeldern für die Implementierung von innovativen Energietechnologien finden Sie im nachfolgenden Abschnitt dieses Leitfadens.

3 Energieverbrauch und Handlungsfelder für Energieinnovationen in Sportstätten

In Europa schafft die EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) die Rahmenbedingungen zur Verbesserung der Energieeffizienz bei Gebäuden in den Mitgliedsstaaten. Der Energieverbrauch in Gebäuden macht ca. 40% des Gesamt-Endenergieverbrauchs der Europäischen Union aus [Dascalaki et al. 2012], wobei 8% dieses Verbrauchs auf Sportstätten entfallen [Costa et al. 2011].

Sportstätten zeichnen sich durch einen sehr speziellen Energiebedarf aus, der sich einerseits grundlegend von anderen Gebäudetypen unterscheidet, andererseits auch aufgrund der jeweils ausgeübten Sportart variiert. In Sportstätten kann es zu stark schwankenden Energieverbrauchsprofilen kommen, die beispielsweise durch einen plötzlichen Anstieg des Verbrauchs bei Sportveranstaltungen entstehen können. Außerdem gilt es komplexe und sehr unterschiedliche Komfortanforderungen zu berücksichtigen, die sich zum Beispiel bei einer Eishalle stark von einem Schwimmbad abheben.

In diesem Abschnitt werden die Energierelevanz und Energieverbrauchsstrukturen von Sportstätten in Österreich und Handlungsfelder für Energieinnovationen beleuchtet.

Energierelevanz von Sportstätten in Österreich

Zur Darstellung der Energierelevanz von Sportstätten in Österreich wurde eine Eingrenzung der zu betrachtenden Sportstättenarten vorgenommen. Bei der Auswahl der Sportstättenart wurden Sichtbarkeit in der Bevölkerung, hohe Nutzerfrequenz und Höhe des Energieverbrauchs der jeweiligen Anlage als Kriterien herangezogen. Der Schwerpunkt der im Zuge dieser Studie angestellten Untersuchungen liegt demnach bei großen Sportanlagen folgender Typen: Stadion (Kapazität mehr als 10.000 Zuschauer), Sporthalle, Eissporthalle Indoor, Eissportplatz Outdoor, Hallenbad Indoor, Freibad Outdoor und Kletterhalle.

Es ist anzumerken, dass es in Österreich - abgesehen von den untersuchten Sportstättenarten - eine große Anzahl an unterschiedlichsten Klein-Sportanlagen gibt. In den vorliegenden Untersuchungen wurden die quantitativ überwiegenden Klein-Sportanlagen, wie z.B. Fußballanlagen der Gemeinden oder Vereine, deren einzelne Endenergieverbräuche vergleichsweise gering sind, jedoch in Summe doch auch einen bedeutenden Energieverbrauch hervorrufen, nicht berücksichtigt.

Für die gewählten Sportstättenarten wurden österreich-typische Größenordnungen definiert (im Weiteren „Referenzsportstätte“). Als Bezugsgrößen wurden einerseits Zuschauerkapazitäten (z.B. Stadion) und andererseits Bruttogrundflächen (kurz: BGF) bzw. Wasserflächen herangezogen. Die Kennzahlen für die Größenordnung sowie für Energieverbräuche je Sportstättenart wurden zum einen aus vorhandener Literatur entnommen, zum anderen durch Befragungen von Experten aus den Bereichen Energietechnik

und Sportstättenbetrieb erhoben und mit tatsächlichen Energieverbräuchen von österreichischen Sportstätten abgeglichen.

Die Energieverbräuche und die Anzahl der Sportstätten je Sportstättenart sind in nachfolgender Tabelle 1 ersichtlich. Der sich daraus ergebende Gesamt-Endenergieverbrauch je Sportstättenart für Österreich ist in der rechten Spalte angeführt.

Tabelle 1: Anzahl der Sportstätten, Energieverbräuche und Gesamt-Endenergieverbrauch nach untersuchter Sportstättenart in Österreich (Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH, ÖISS Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau)

Sportstättenart und Größenordnung	Anzahl in Österreich	Endenergieverbrauch der Referenzsportstätte [MWh/a]	Gesamt-Endenergieverbrauch der Sportstättenart in Österreich [MWh/a]
Stadion (Zuschauerkapazität >10.000)	15	1.190	17.850
Sporthalle (BGF: 2800 m ²)	ca. 400	560	224.000
Eissporthalle Indoor (BGF: 3360 m ²)	ca. 50	1.324	66.200
Eissportplatz Outdoor (BGF: 3360 m ²)	k.A.	329	k.A.
Hallenbad Indoor (Wasserfläche: 700 m ²)	ca. 60	3.345	200.700
Freibad Outdoor (Wasserfläche: 1680 m ²)	ca. 90	633	56.970
Kletterhalle (BGF: 570 m ²)	ca. 50	146	7.300

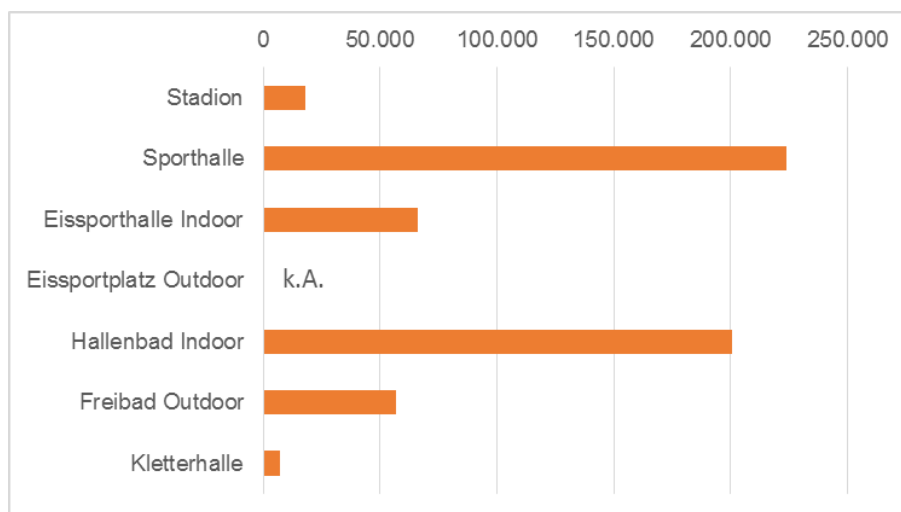


Abbildung 1: Österreichischer Gesamt-Endenergieverbrauch in MWh pro Jahr je betrachtete Sportstättenart (Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH, ÖISS Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau)

Abbildung 1 zeigt, dass Sporthallen und Hallenbäder mit Abstand den größten Energieverbrauch der untersuchten Sportstätten ausmachen. Bei Sporthallen liegt das hauptsächlich an ihrer großen Anzahl, bei Hallenbädern hingegen am Energieverbrauch einer einzelnen Anlage, der mit 3.345 MWh/a am höchsten ist. Mit einem weitaus geringeren Gesamtenergieverbrauch kommen Indoor-Eissporthallen auf Platz drei der betrachteten Sportstätten. Zu Eissportplätzen Outdoor konnte kein

Gesamtenergieverbrauch für Österreich erhoben werden, da hier aktuell keine Anzahl vorliegt. Freibäder hingegen weisen einen relativ niedrigen Energieverbrauch pro Anlage auf, jedoch kommt ihnen aufgrund ihrer Häufigkeit in Österreich eine gewisse Relevanz zu. Kletterhallen zeichnen sich durch einen besonders niedrigen Energieverbrauch pro Anlage aus, was vor allem daran liegt, dass Hallen mit dem Hauptzweck Klettersport erst in den letzten Jahren vermehrt gebaut wurden und daher höhere Energieeffizienzstandards aufweisen. Große Stadien haben bezüglich ihres Energieverbrauchs in der österreichischen Sportstättenlandschaft eine untergeordnete Bedeutung, was daran liegt, dass es nur 15 Stadien mit einer Zuschauerkapazität von mehr als 10.000 gibt.

Die Summe der Gesamtendenergieverbräuche aller betrachteten Sportstätten beträgt ca. 573.000 MWh/a, was einen Anteil von ca. 2% des österreichischen Dienstleistungssektors ausmacht [bmwfw, 2016].

Energienachfragestruktur in Sportstätten

Die einzelnen Energieverbraucher innerhalb jeder Sportstättenart sind sehr unterschiedlich. Nachfolgende Tabelle 2 stellt die Nachfragestruktur in den betrachteten Sportstätten dar. Es werden Gesamtendenergieverbräuche, spezifische Endenergieverbräuche und die jeweiligen Anteile zwischen Wärme- und Stromverbrauch angeführt.

Die Verbrauchsanteile für Wärme sind entsprechend den Kategorien Wärme für Heizzwecke bzw. Wärme für Warmwasser (Summe ist 100%) zugeordnet. Für den Stromverbrauch werden die Anteile den Verbraucherkategorien Strom für Hilfsstrom Lüftung, Strom für Kälte, Strom für Beleuchtung und Strom für sonstige Zwecke zugeordnet (Summe ist 100%). Die erhobenen Daten stammen aus Fachliteratur sowie von Experteneinschätzungen aus dem Energie- und Sportstättensektor.

Tabelle 2: Energienachfragestruktur in Sportstätten (Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH, ÖISS Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau)

Referenzsportstätten		Sporthalle	Stadion	Eissport-halle Indoor	Eissport-platz Outdoor	Hallenbad Indoor	Freibad Outdoor	Kletter-halle
Bezugsgröße		BGF [m²]	Zuschauer-kapazität	BGF [m²]	BGF [m²]	Wasser-fläche	Wasser-fläche	BGF [m²]
		2800	10.000	3360	3360	700	1680	570
Gesamt-Endenergieverbrauch	Wärme [MWh/a]	420	650	612	71	2606	486	111
	Strom [MWh/a]	140	540	712	259	739	148	35
spezifischer Endenergieverbrauch	Wärme [kWh/(m²*a)] / [kWh/(Platz*a)]	150	65	182	21	3723	289	195
	Strom [kWh/(m²*a)] / [kWh/(Platz*a)]	50	54	212	77	1055	88	62
Verhältnis	Wärme	75%	55%	46%	21%	78%	77%	76%
	Strom	25%	45%	54%	79%	22%	23%	24%
Verbraucher-kategorie	Verbraucher	Energieverbrauchs-Aufteilung zwischen Verbraucherkategorien						
Wärme	Wärme für Heizzwecke (ohne Warmwasserbereitung)	90%	80%	84%	40%	60%	2%	90%
	Warmwasser	10%	20%	16%	60%	40%	98%	10%
Strom	Hilfsstrom Lüftung	50%	14%	26%	3%	50%	3%	30%
	Strom für Kälte		6%	46%	80%		2%	
	Beleuchtung	40%	50%	14%	10%	10%	4%	40%
	Strom für sonstige Zwecke	10%	30%	14%	7%	40%	91%	30%

Zusammenfassend veranschaulicht Abbildung 2 das Verhältnis von Wärme- und Stromverbrauch der jeweiligen Referenzsportstätte.

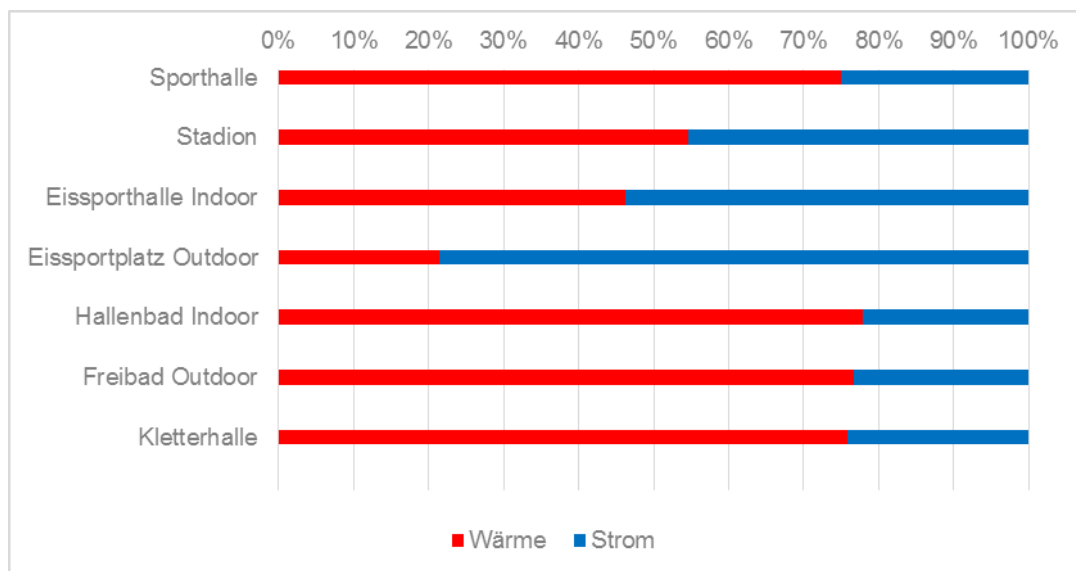


Abbildung 2: Verhältnis des Wärme- und Stromverbrauchs der Referenzsportstätten (Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH, ÖISS Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau)

Eine detaillierte Darstellung der **Energierrelevanz je Verbraucherkategorie** ist der vollständigen **Energienachfragestruktur in Anhang A** zu entnehmen. Es werden die einzelnen Verbraucher mit einer Skala von „nicht relevant“ bis „sehr relevant“ bewertet. Diese Übersicht kann zur Hilfe herangezogen werden, um relevante Verbraucher zu identifizieren und in weiterer Folge Handlungsfelder für Energieinnovationen abzuleiten.

Handlungsfelder für Energieinnovationen in Sportstätten

Anhand der Energienachfragestruktur wird ersichtlich, welche Verbraucher innerhalb von Sportstätten am schwersten ins Gewicht fallen. Die so identifizierten großen Verbraucher sind für innovative und sparsame Energielösungen besonders interessant, da hier der Hebeleffekt einer Investition besonders groß ist.

Stadion

Bei Stadien macht der Wärmeverbrauch nur einen geringfügig höheren Anteil aus als der Stromverbrauch. Der Großteil der Wärme entfällt für Heizwärme und dabei besonders für die Rasenheizung. Eine solche ist in Österreich für Bundesligastadien vorgeschrieben. Die restliche Heizwärme fließt vor allem in die Lüftungsanlage der Räume. Die Warmwasser-Versorgung kann auch bei geringer Nutzungsintensität aufgrund hoher Wärmeverluste durch große, für Sportveranstaltungen dimensionierte Speicher und wegen des Legionellenschutzes ein relevanter Energieverbraucher sein.

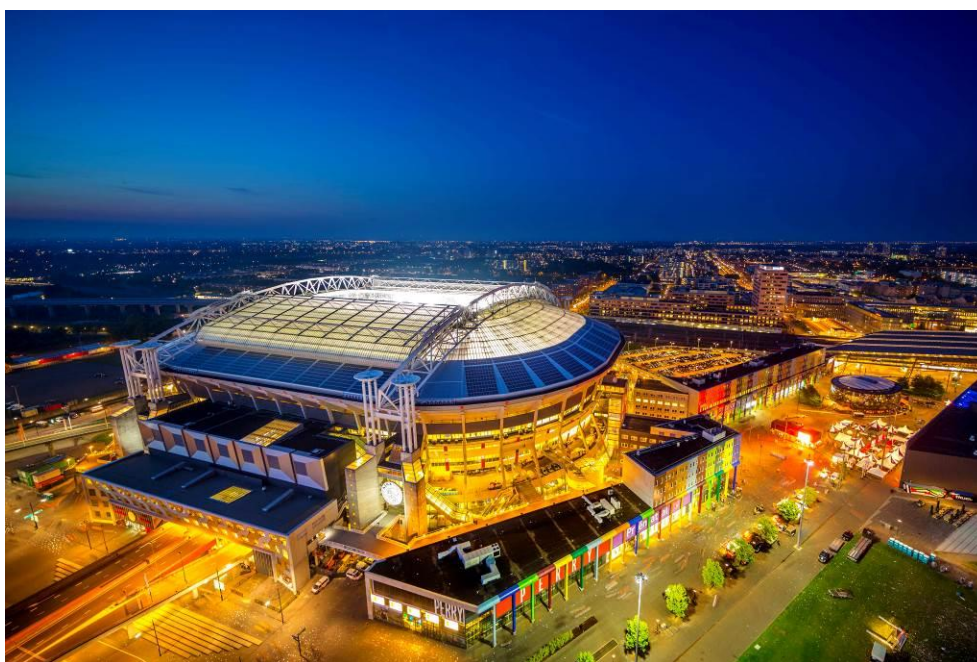


Abbildung 3: Amsterdam Arena, Niederlande (Quelle: The Mobility House GmbH)

Beim Stromverbrauch muss ca. die Hälfte für die Beleuchtung des Stadions angenommen werden. Der Treiber in dieser Kategorie ist die Flutlichtanlage, wobei zwischen Normal-Flutlichtbeleuchtung und einer fernsehtaughlichen Flutlichtbeleuchtung zu unterscheiden ist. Letztere spielt wiederum nur bei Bundesligastadien eine Rolle. Für den restlichen Stromverbrauch sind noch sämtliche Sicherheits- und Brandschutzeinrichtungen zu erwähnen, die zwar keine großen Spitzenlasten aufweisen, jedoch aufgrund ihres Dauerbetriebs und der Größe des Areals eines Fußballstadions relevante Verbraucher sind. Allgemein zeichnet sich der Energieverbrauch in Stadien durch sehr hohe Spitzenlasten während Sportveranstaltungen aus, dementsprechend charakteristisch sind auch die langen Zeiten niedriger Lasten bei Trainingsbetrieb bzw. Nicht-Betrieb. Effizienzsteigerungen in der Haustechnik können somit

einerseits einer Senkung der Spitzenlast bei Veranstaltungen dienen, wie z.B. die Installation effizienterer Flutlichtanlagen. Bei der Amsterdam Arena wurde bereits ein Energiemanagementsystem mit ausrangierten Batteriespeichern verwirklicht, das zum einen bei Großveranstaltungen zum Einsatz kommt und dabei Lastspitzen bei erhöhtem Energiebedarf verhindert bzw. das Stromnetz stabilisiert und zum anderen die alten Back-Up-Dieselmotoren ersetzt. Finden Sportveranstaltungen, bei welchen die maximale Spitzenlast abgerufen wird, nur selten statt, können Effizienzmaßnahmen zur Senkung der Grundlast deutlich mehr Früchte tragen. Wie beim Stadion Mainz zu erkennen ist, verursacht dort die Grundlast, die ganzjährig und ganztätig notwendig ist, 75% des gesamten Stromverbrauchs aus. Bei der Dimensionierung der haustechnischen Anlagen sollte ebenfalls diese spezielle Laststruktur berücksichtigt werden, da bei großen, oft ungenutzten Kapazitäten hohe Verluste anfallen können.

Das Energiekonzept der WWK Arena Augsburg zeigt, wie große Stadien CO₂-neutral versorgt werden können. Hier wurde schwerpunktmäßig auf zwei Großwärmepumpen mit der Nutzung von oberflächennaher Geothermie gesetzt. Zur Frostfreihaltung der Rasenfläche außerhalb der Spieltage kann die Anlage sogar ohne Einbindung der Wärmepumpen mittels Wärmetauscher direkt aus dem Grundwasser bedient werden, was einen kostengünstigen Betrieb garantiert. Weiters wird im Sommer das Grundwasser zu Kühlzwecken ohne Einbindung der Kältemaschinen genutzt.

Ein ähnlich ambitioniertes Ziel der klimaneutralen Energieversorgung wird für den Neubau des SC Freiburg Stadions verfolgt, welches sich derzeit in der Planungsphase befindet.

In Österreich gibt es eine Vielzahl kleinerer Sport-Stadien (weniger als 5000 Zuschauerplätze). Bei diesen Sportstätten liegen wesentlich andere Energiebedarfsstrukturen vor als bei Großstadien, aber auch hier finden sich Vorzeigeprojekte, wie jenes der Sonnenarena Ansfelden. Deren Energiekonzept besteht aus einer vollsolaren Beheizung und Warmwasserbereitung mittels Solarthermie und Betonkernaktivierung, Wärmerückgewinnung aus dem Duschabwasser sowie einer Photovoltaik-Anlage zur Eigenstromversorgung.



Abbildung 4: Sonnenarena Ansfelden (Quelle: Raffael Portugal)

Sporthalle

Da bei Sporthallen der Wärmeverbrauch 67% des Gesamt-Endenergieverbrauchs ausmacht, stellt die Wärmebereitstellung bzw. die Minimierung von Wärmeverlusten hier das wichtigste Handlungsfeld für innovative Energietechnologien dar. Um Wärmeverluste über die Gebäudehülle zu minimieren, ist die Umsetzung in Passivhausbauweise essenziell. Von großer Bedeutung ist auch die Frage, wie der Luftwechsel in der Halle erfolgen soll, d.h. wie die Lüftungsanlage ausgestaltet ist, welche nicht nur hinsichtlich Wärme, sondern auch beim Strom ein relevanter Verbraucher ist. Die konvektive Wärmeverteilung mittels Luftheizungsanlagen, wie sie häufig bei Sporthallen eingesetzt wird, ist besonders energieintensiv. Als Alternative zu Luftheizungsanlagen können Flächenheizsysteme, wie Fußboden- und Wandheizflächen oder Deckenstrahlplatten eingesetzt werden. Diese haben den Vorteil, dass sie einen hohen Strahlungsanteil aufweisen, sodass mit geringeren Raumtemperaturen gleiche Komfortverhältnisse erreicht werden können wie bei Luftheizsystemen. In Sporthallen mit entsprechender Geräteausstattung an den Wänden und Sportbodensystemen, die die Anordnung und den Wirkungsgrad von Wand- und Fußbodenheizungen einschränken, ist Deckenstrahlheizungen der Vorzug zu geben. Für eine nachhaltige Wärmeversorgung können außerdem erneuerbare Quellen je nach lokalen Gegebenheiten berücksichtigt werden, wie z.B. thermische Solaranlagen, Erdwärmepumpen oder Biomasseheizkessel. Lüftungswärmeverluste können durch Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung minimiert werden. Möglichkeiten zur Reduktion des Lüftungsstrombedarfs sind einerseits der bedarfsangepasste Betrieb und andererseits ein gezielter Einsatz von natürlicher Querlüftung, was mit automatischen Fensterklappen sehr effizient betrieben werden kann. Außerdem sind auch Mischformen aus natürlicher und mechanischer Belüftung möglich. In Bezug auf die Beleuchtung ist bei Neubauten darauf zu achten, dass die effiziente Nutzung von Tageslicht den Beleuchtungsstromverbrauch deutlich reduzieren kann. Ein zeitgemäßes Beleuchtungskonzept setzt außerdem Präsenzmelder, Tageslichtsensoren und energieeffiziente Leuchtmittel, wie z.B. LEDs ein.

Bei Sporthallen-Neubauten können durch Betonkernaktivierung der Bodenplatte große thermische Speicher geschaffen werden, die sich gut mit solarer Wärmebereitstellung kombinieren lassen. Bei der innovativen Plusenergie-Sporthalle Salzburg Liefering wurde dieses Konzept umgesetzt. Auch andere zuvor erwähnten Energieinnovationen vereint diese Sporthalle in erfolgreicher Weise.



Abbildung 5: Plusenergie-Sporthalle Salzburg Lieferung, Sportzentrum Nord (Quelle: Stadt Salzburg, Hannes Killer)

Als weiterführende Literatur wird der „Leitfaden nachhaltiger Sportstättenbau – Kriterien für den Neubau nachhaltiger Sporthallen“ [Eßig et al 2015] empfohlen, welcher eine umfangreiche Zusammenstellung von Grundlagen, Vorgaben und Vorteile für den Bau von nachhaltigen Sporthallen bietet.

Eissporthalle Indoor

Trotz des hohen Kältebedarfs, welcher für optimale Bedingungen der Eisfläche notwendig ist, ist der Wärmeverbrauch nur geringfügig niedriger als der Stromverbrauch. Das liegt daran, dass Eishallen oft ebenso temperiert werden, um ein gutes Raumklima sowohl für die Sportler als auch für die Zuschauer zu schaffen. Eine hohe Bedeutung kommt hier der Lüftungsanlage zu, welche oft auch zusätzlich die Entfeuchtung der Hallenluft bewerkstelligen muss. Beim Warmwasser ist zusätzlich zu den „üblichen“ Verbrauchern in Sportstätten wie Duschen etc. das notwendige warme Wasser zur Eisaufbereitung zu berücksichtigen. Knapp die Hälfte des Stromverbrauchs wird zur Kälteerzeugung gebraucht, was auf ein Haupthandlungsfeld hinsichtlich Energieeinsparung hinweist. Hierzu kann die Merkur Eisarena Graz als gutes Beispiel angeführt werden, bei der durch den Einsatz von effizienteren Kälteaggregaten eine Energieeinsparung von 35% im Jahr der Umsetzung erzielt werden konnte.

Ein weiterer großer Teil des Stromverbrauchs entfällt für die Lüftung, der Rest auf die Beleuchtung und sonstige Verbraucher (hier wiederum besonders die Dauerlast der Sicherheits- und Brandschutzeinrichtungen). Energieinnovationen sind bei Eishallen somit vor allem zur effizienten Bewältigung des Spannungsfeldes Kälte-Wärme, das in der Halle herrscht, gefragt. Die Möglichkeit der Abwärmenutzung aus der Kälteerzeugung stellt hier ein hohes Potenzial dar.

Für die Beheizung der Halle kann die Nutzung von Wärmestrahlungselementen empfohlen werden. Dadurch wird lokal und bedarfsgerecht für ausreichend Komfort gesorgt, jedoch nicht die ganze Halle kontinuierlich erwärmt, was Energieeinsparungen sowohl bei der Wärmebereitstellung als auch bei der Kälteerzeugung bewirkt.



Abbildung 6: HD-TV taugliche LED-Spielfeldbeleuchtung der Merkur Eisarena Graz (Quelle: Stadion Graz Liebenau Vermögensverwertungs- und Verwaltungsgesellschaft mbH)

Bei der Beleuchtung von Sportstätten dieser Art sind LED-Lösungen sinnvoll. Bei Sanierungen amortisiert sich die LED-Beleuchtung in einem Zeitraum von rund 5 Jahren (z.B. Merkur Eisarena Graz, Olympia World Innsbruck). Sie zeichnet sich durch die gute tageslichtähnliche Lichtqualität, kurze Reaktionszeiten auf Lichtstärken-Änderungen (die Möglichkeit des Dimmens ist z.B. bei Veranstaltungen wichtig) und die einfache Umsetzung aus, weiters werden unter anderem durch die von Herstellerseite angegebenen langen Lebensdauern der LED-Leuchten die Wartungskosten für die Beleuchtungsanlage verringert.

Eissportplatz Outdoor

Bei außenliegenden Eissportplätzen fallen wesentliche Wärmeverbraucher wie die Heizung und die Lüftungsanlagen für eine Halle weg. Somit ist der Wärmeverbrauch einer Outdoor-Anlage deutlich geringer und beschränkt sich in der Regel auf das Warmwasser zur Eisaufbereitung sowie Garderoben und Duschen bzw. auf die notwendige Wärme zum Aufschmelzen des Eises in der Schneegrube, was den Abfall aus der Eisaufbereitung darstellt. Die Kältemaschine macht beim Outdoor-Eisplatz verglichen zum Gesamtstromverbrauch einen noch größeren Anteil aus, als bei der Eishalle. Nennenswerter Stromverbraucher ist des Weiteren noch die Beleuchtung. Ein wesentliches Charakteristikum für Outdoor-Eisanlagen ist ihr saisonaler Betrieb. Da Eislaufen hier nur im Winter möglich ist, werden die Plätze im Sommer meist für andere Sportarten genutzt. Dadurch können sich wieder ganz eigene Energieverbrauchsstrukturen ergeben. Für den Energieverbrauch der Eisanlage ist in diesem Zusammenhang besonders entscheidend, wie weit der Betrieb in den Herbst bzw. in den Frühling geführt wird, da die Außentemperaturen einen sehr hohen Einfluss auf den Verbrauch der Kältemaschine haben. Ebenso ist es entscheidend, ob ein kalter oder ein milder Winter vorliegt. Der Energieverbrauch hängt ebenso davon ab, ob es sich um eine Freieisfläche handelt, oder ob der Platz überdacht ist. Auf Freiflächen kommt es einerseits an sonnigen und damit in der Regel stärker frequentierten Tagen zu höherer Sonneneinstrahlung auf die Eisfläche und somit höherem

Wärmeeintrag. Andererseits ermöglicht eine Überdachung die Nutzung quasi bei jeder Witterung, was sich ebenfalls auf die Verbrauchsstruktur auswirkt. Eine Steigerung der Energieeffizienz empfiehlt sich bei Outdoor-Anlagen demnach vor allem bei der Kältemaschine. Ein anderer Ansatz zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit ist eine Erhöhung der Nutzungsintensität, was beispielsweise durch eine Überdachung möglich ist.

Hallenbad Indoor

Da eine Schwimmhalle ganzjährig beheizt werden muss, fällt für Hallenbäder ein deutlich höherer Wärme- als Stromverbrauch an. Ein hoher Wärmebedarf entsteht außerdem über die Vorwärmung des Beckenwassers sowie des Brauchwassers für die Duschen. Der relativ kleine Anteil für den Stromverbrauch verteilt sich hauptsächlich auf die Lüftungsanlagen und Pumpenanlagen. Wenn Saunananlagen vorhanden sind, werden diese in der Regel elektrisch betrieben, was auch einen bedeutenden Stromverbrauchsanteil hervorrufen kann. Das mit Abstand wichtigste Handlungsfeld für innovative Energietechnologien ist die Minimierung von Wärmeverlusten. Diese entstehen in erster Linie durch Wärmeverluste über die Gebäudehülle, weshalb hier sowohl bei Neubauten als auch bei Generalsanierungen ein Hauptaugenmerk auf entsprechende Konstruktionsdetails (Dichtheit der Gebäudehülle, hochwertige Dämmung, Vermeidung von Wärmebrücken etc.) gelegt werden soll. Die großen Mengen an Abwasser verursachen ebenfalls beträchtliche Wärmeverluste. Warmes Duschwasser wird unmittelbar nach der Nutzung ins Abwasser eingeleitet, aber auch das Beckenwasser muss in regelmäßigen Abständen erneuert werden. Eine Abwasser-Wärmerückgewinnung kann erhebliche Energieeinsparungen erwirken und sollte deshalb in Erwägung gezogen werden. Zur Wärmerückgewinnung stehen verschiedene Technologien zur Verfügung: Einerseits ein Plattenwärmetauscher in dem über metallische Platten Wärme vom Abwasserstrom an den Frischwasserstrom überführt wird, andererseits statische Systeme, bei welchen Abwasser in einem Behälter gesammelt und dort entwärmt wird (z.B.: über Wärmepumpen). Wichtigste Anforderung an den Wärmetauscher von Abwasser-Wärmerückgewinnungsanlagen ist dessen Robustheit gegenüber Verschmutzungen. Daher sollten die Anlagen mit Vorabscheidern ausgestattet sein, durch welche grobe Verschmutzungen des Wärmetauschers verhindert werden können. Die Abwasser-Wärmerückgewinnungsanlage in der Wellnessoase Hummelhof Linz kann hier als gelungenes Beispiel genannt werden.



Abbildung 7: Abwasser-Wärmerückgewinnung im Rückhaltebecken der Wellnessoase Hummelhof (Quelle: Dieter Klammer)

Ebenso wird über die Abluft der Lüftungsanlage Wärme an die Umwelt abgegeben, somit ist auch die Effizienz der Wärmerückgewinnung von Lüftungsanlagen in Hallenbädern ein einflussreicher Faktor.

Durch Optimierung der Betriebsführung von Hallenbädern können große Energieeinsparungen sowohl bei Wärme als auch bei Strom erzielt werden. Im Speziellen sind hier die Anpassung von Wassenumwälzmengen an den Bedarf, Temperaturabsenkungen außerhalb der Nutzungszeiten, bedarfsgesteuerte Anpassung der Luftwechselrate sowie die Entfeuchtung der Lüftungsanlage und die Lichtsteuerung (Tageslichtnutzung, Präsenzmelder) zu nennen. Hier bedarf es fachkundigen Betriebspersonals. Darüber hinaus ist ein Energiemonitoring-System zu empfehlen, um Energieverbräuche analysieren und optimieren zu können.

Der Entfeuchtungsaufwand durch die Lüftungsanlage hängt von der Wasserverdampfung in der Halle ab. Daher ist es zielführend, die verdampfende Menge an Wasser gering zu halten. Eine Möglichkeit zur Senkung der Verdampfungsrate ist eine geringfügige Erhöhung der Luftfeuchte. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass es bei zu hoher Luftfeuchte bei Bauteilen zu Korrosionsschäden kommen kann [Dahm, 2012]. Eine Abstimmung mit Bauphysiker und Statiker ist daher zwingend erforderlich.

Freibad Outdoor

Im Vergleich zu Hallenbädern fallen bei Freibädern viele Verbraucher weg und der Betrieb beschränkt sich auf die Sommermonate, weshalb der gesamte Energieverbrauch um ein Vielfaches geringer ausfällt. Der Wärmeverbrauch entsteht neben der Beckenwassertemperaturierung zu einem geringeren Anteil auch durch die Wärmebereitung für Garderoben und Duschen.

Da Freibad-Anlagen ohnehin nur in den Sommermonaten in Betrieb sind, bietet sich eine Erwärmung des Badewassers durch Solarwärme an. Hierzu empfiehlt sich der Einsatz von solarthermischen Absorbermatten zur Gewinnung von Niedertemperaturwärme.



Abbildung 8: Solar Absorber Anlage Freibad Schwaz (Quelle: AST Eis- und Solartechnik GmbH)

Eine Optimierung des Frostschutzbetriebs für die Wintermonate kann ebenfalls Einsparungen mit sich bringen. Beim Stromverbrauch kann ein Austausch alter ineffizienter Pumpen große Einsparungen mit sich bringen, ebenso eine automatische bedarfsorientierte Steuerung der umgewälzten Wassermengen. Wie bei Hallenbädern versprechen diese Maßnahmen auch hier ebenfalls große Einsparungen beim Stromverbrauch.

Aber auch die Grundlast in der Winterpause kann interessant für Effizienzbetrachtungen sein, da in sämtlichen wasserführenden Leitungen Frostsicherheit gewährleistet werden muss, wofür nicht zu vernachlässigende Energiemengen notwendig sind.

Kletterhallen

Kletterhallen weisen eine ähnliche Energieverbrauchsstruktur wie Sporthallen auf. Der Beleuchtungsaufwand ist jedoch im Vergleich etwas höher, da nicht nur die horizontalen Flächen, sondern auch die vertikalen Kletterflächen – insbesondere bei Vorstiegs-kletterwänden – gut beleuchtet sein müssen, um auf den Routen optimale Bedingungen zu schaffen. Außerdem ist der Warmwasserverbrauch etwas geringer als bei herkömmlichen Sporthallen. Bei Kletterhallen sind ähnliche Maßnahmen wie bei Sporthallen möglich, wobei die Bereiche Wärmebereitstellung, Lüftungsanlage und Beleuchtung vorrangig betrachtet werden sollten.



Abbildung 9: Kletterhalle Saalfelden (Quelle: Georg Kysela)

Das Besondere an Kletterhallen ist, dass der Indoor-Klettersport derzeit einen regelrechten Boom erlebt, sodass ein Großteil der Hallen in den letzten Jahren neu errichtet wurde bzw. noch in Bau ist. Neubauten bieten sich sehr gut für ganzheitliche innovative Energiekonzepte an, sodass Kletterhallen ein vielversprechendes Aufgabengebiet darstellen. Besonders das Beispiel der Kletterhalle in Saalfelden soll verdeutlichen, dass es mit dem richtigen Energiekonzept auch an klimatisch sehr anspruchsvollen Standorten möglich ist, die notwendige Energie aus erneuerbaren Quellen direkt vor Ort zu gewinnen.

Ganzheitliche Energiekonzepte für Sportstätten

Ganzheitliche Energiekonzepte, die bis hin zu Plus-Energie-Sportstätten führen, sind weitgehend nur für Neubauten realisierbar. Trotzdem bietet auch die Sanierung von Sportstätten ein beträchtliches Potenzial für Energieeinsparungen. An dieser Stelle kann aus dem Bereich der Hallenbadsanierung ein gelungenes Beispiel angeführt werden: Durch die Generalsanierung des Florian-Berndl-Bades der Gemeinden Korneuburg und Bisamberg konnte der Energieverbrauch im Vergleich zum alten Bad um 52% gesenkt werden.

Durch die intelligente Vernetzung von energieintensiven Sportstätten, können Synergieeffekte genutzt und somit der Energieverbrauch reduziert werden. Am Beispiel des Lentparks in Köln wird vorbildlich gezeigt, wie Abwärme aus den Kälteaggregaten der Eis- und Schwimmhalle zur Wärmebereitung in der Schwimmhalle genutzt wird. Eis- und Schwimmhalle sind in einem Gebäude untergebracht, wodurch die Voraussetzungen für eine Abwärmenutzung bestmöglich erfüllt sind. Das Nutzen solcher Synergieeffekte scheint vielversprechend, einerseits für große urbane Sportstätten, die auf eine große Anzahl von Besuchern ausgerichtet sind und daher dementsprechend hohe Energieverbräuche bewältigen müssen, und andererseits für Sportzentren mit einem breiten Angebot an Sportstätten.



Abbildung 10: Lentpark Köln (Quelle: KölnBäder GmbH)

Sportstätten weisen oftmals große Gebäudeoberflächen, insbesondere Dachflächen, auf. Diese Flächen bieten optimale Möglichkeiten Solarenergie zu nutzen. An vielen Beispielen wird bereits erfolgreich demonstriert, wie die Gebäudeoberflächen einerseits zur Wärmegewinnung durch Solarthermiekollektoren (Heizwärmebereitung) oder durch Solarmatten (für Freibäder) und andererseits zur Stromerzeugung durch Photovoltaik genutzt werden.

Jede energietechnische Lösung für ein Gebäude muss normative Vorgaben erfüllen. Die laufenden Anpassungen von Normen bewirken somit auch Änderungen an möglichen Konzepten. Dazu ist anzumerken, dass energietechnische Konzepte manchmal von sicherheitstechnischen oder anderen normativen Anforderungen überholt werden. Beispielsweise haben sich bei Vorstiegskletterwänden spezielle Fallschutzböden etabliert, die eine erhöhte Sicherheit für die SportlerInnen bedeuten. Dies hat die Auswirkung, dass dieser bedeutende Aspekt künftig bei der Auslegung von Bauteilaktivierungen zur Beheizung von Kletterhallen mitberücksichtigt werden muss und bestimmte Technologien wie z.B. Fußbodenheizungen auf Grund der Eigenschaften des Fallschutzbodens nicht zur Anwendung kommen können.

Auch zum Thema Beleuchtung werden derzeit Erhebungen zu den momentan vorgeschriebenen Normwerten für die Beleuchtungsstärke für HD-TV-Übertragungen im Spielbereich von Sportanlagen durchgeführt. Hier kann es gegebenenfalls zu Anpassungen in Richtung niedrigerer Werte kommen, welches wiederum den Einsatz anderer, effizienter Beleuchtungstechnologien ermöglichen könnte.

4 Handlungsempfehlungen für Bauherren und Planer

Die Projektphasen

Jede Sportstätte ist einzigartig und sehr stark abhängig von Zweck und Standort; wie bei jedem Bauwerk ist der Entstehungsprozess komplex.

Der Leitfaden der IG Lebenszyklus Hochbau „Der Weg zum lebenszyklusorientierten Hochbau“ definiert folgende Projektphasen:

- I. Strategie**
- II. Initiierung**
- III. Planung**
- IV. Ausführung**
- V. Nutzung**
- VI Rückbau und Neuentwicklung**

In der entsprechenden Fachliteratur finden sich differenzierte Ansätze zur Gliederung der Projektphasen, z.B. unterscheidet der Leistungsplan für Bauprojekte der Technische Universität Graz zwischen den Phasen Projektvorbereitung, Planung, Ausführungsvorbereitung, Ausführung und Abschluss.

Im vorliegenden Leitfaden wird primär auf die Phasen der IG Lebenszyklus Hochbau referenziert, da in diesem der zentrale Fokus auf energieeffizientem, nachhaltigem Bauen liegt und sich dementsprechend für die vorhandene Fragestellung eignet.

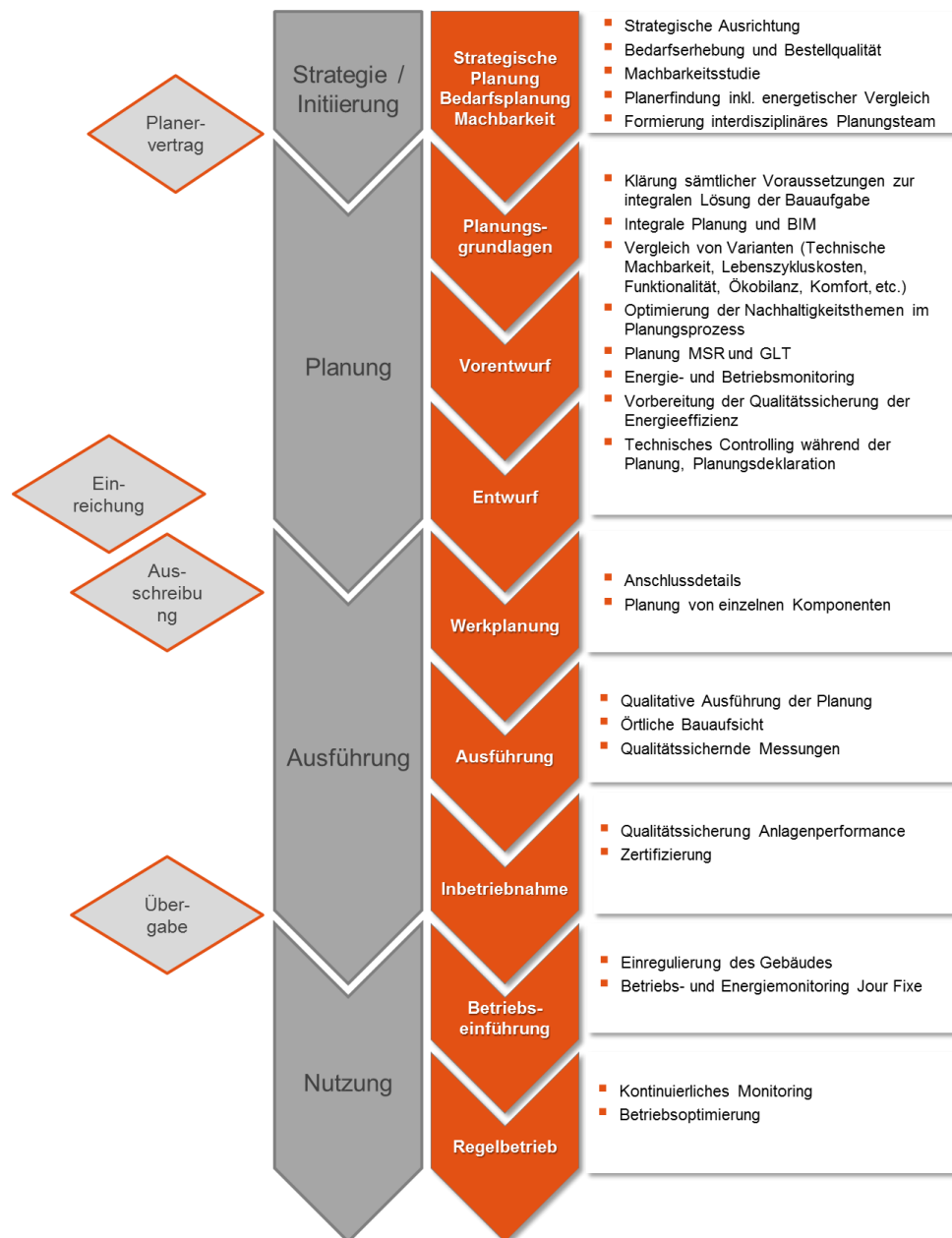


Abbildung 11: Projektphasen und wichtige Aufgaben bei der Projektentwicklung von energieeffizienten Sportstätten (Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH nach IG Lebenszyklus Hochbau)

Je früher begonnen wird, das Thema Energieeffizienz und/oder Innovation in den Entstehungsprozess zu integrieren, desto einfacher können die Weichen ohne wesentliche Mehrkosten gestellt werden. Je später das Thema aufgegriffen wird, desto höher ist der Planungsaufwand und dementsprechend höher sind die Kosten für die Planung und der Realisierung.

Weiters kommt hinzu, dass Energieeffizienz bzw. Nachhaltigkeit Querschnittsthemen sind, die alle Bereiche betreffen. Abbildung 12 zeigt die Vernetzung einzelner Energieeffizienz-Anforderungen, die bei Änderung wieder andere Anforderungen beeinflussen.

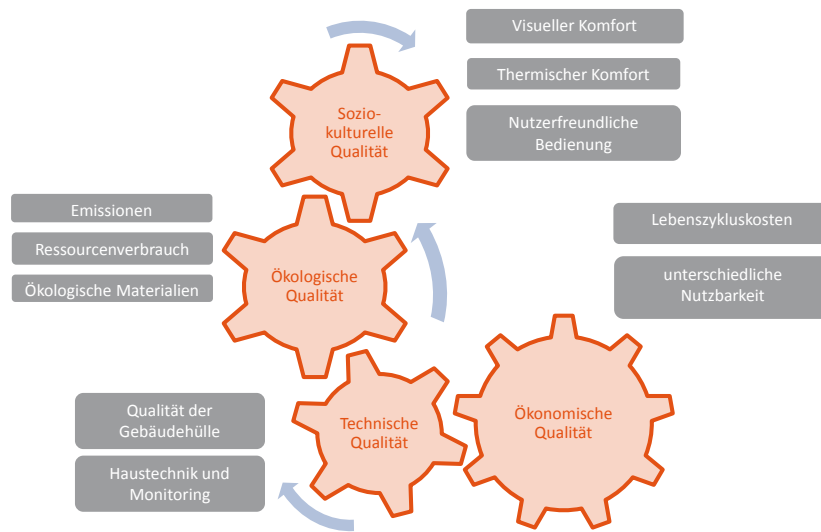


Abbildung 12: Querschnittsthema Energieeffizienz, das alle Bereiche betrifft (Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH)

Eine enge und kooperative Zusammenarbeit aller Planer und Akteure ist somit unumgänglich. Nur eine **integrale Planung** – also die interdisziplinäre Zusammenarbeit in frühen Planungsphasen – kann eine optimierte Gesamtlösung für alle Einzelziele gewährleisten.

Strategie und Initiierung

Gemäß Leitfaden der IG Lebenszyklus Hochbau „Der Weg zum lebenszyklusorientierten Hochbau“ ist die erste Projektphase die Phase der Strategie. Die zweite Phase ist die Projektinitiierung, welche folgende Prozessphasen beinhaltet.

- Bedarfsplanung
- Machbarkeit
- Finanzierbarkeit; Beschaffungsmodell sowie Standortsicherung

Aufgrund der Kompaktheit des Leitfadens, werden diese zwei Phasen¹ in einem Kapitel gemeinsam bearbeitet.

In der **Strategiephase** geht es darum dem Bauwerk eine strategische Ausrichtung zu geben, z.B. Energieeffizienz, Innovation, Nachhaltigkeit. Die Strategie wird auf der Ebene der Entscheidungsträger geführt und ist die Basis für jede weitere Bearbeitung der einzelnen Ziele und Kriterien. In der IG Lebenszyklus wird dieser Phase ein besonderer Stellenwert zugeordnet, da sie den weiteren Entstehungsprozess einer Immobilie wesentlich beeinflusst.

In der Initiierungsphase geht es darum, den Bedarf genau festzustellen und darauf aufbauend konkrete Projektziele zu definieren. Dieses gilt sowohl für Themen wie Funktion, Konstruktion, Standort und Gestaltung als auch für Qualitäten, Kosten und Termine. Wichtige Tätigkeiten in dieser Phase sind eine Markt- bzw. Bedarfsanalyse (Auslastung und Nachfragepotenzial), eine Standort- bzw. Objektanalyse

¹ Diese Phasen entsprechen in etwa dem Leistungsbild Projektentwicklung der TU-Graz EnergieFit

(Einzugsgebiet), Investitionskostenschätzung, Folgelastenschätzung, Finanzierungsplan und Klärung der Betriebsform. Abhängig vom Vergabemodell findet zu diesem Zeitpunkt auch die Planerfindung statt (z.B. Wettbewerb).

In der Initiierungsphase sind vor allem folgende Aufgaben durchzuführen:

Bedarfsplanung und Definition von Anforderungen

Die Bedarfsplanung wird in einzelne **Anforderungskriterien** zusammengefasst. Diese Kriterien sollen konkret und evaluierbar sein, damit während der Planung und nach Fertigstellung geprüft werden kann, inwieweit diese erreicht wurden. Begriffe wie „energieeffizient“ sollten beispielsweise konkretisiert werden; eine „energieeffiziente Beleuchtung“ sollte mittels Anschlusswerte definiert werden, ein Haustechniksystem durch dessen Wirkungsgrad. Damit steigt die Bestellqualität und die Planer können sich daraufhin besser orientieren.

Um die Kreativität der Planer nicht allzu sehr einzuschränken, ist es wichtig, mit Augenmaß vorzugehen. Am Beispiel Beleuchtung wäre etwa die dezidierte Forderung nach LED-Technologie eine Einschränkung, die Definition von ambitionierten Anschlusswerten hingegen erlaubt Planern, verschiedene innovative Lösungen zu finden.

Eine Anforderung kann auch das Erreichen eines Zertifizierungsniveaus bedeuten, doch sollten auch hier für die einzelnen Kriterien konkrete Zielanforderungen formuliert werden.

Machbarkeitsstudie

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie wird überprüft, ob die Ziele unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen (wie z.B. Bestandsgebäude, Budget, Standort) erreichbar sind. Sind sie es nicht, muss entweder an den Zielen oder den Rahmenbedingungen nachgeschärft werden.

Planerfindung

Ein Architektur- bzw. Generalplaner-Wettbewerb ist zu empfehlen, um für die jeweilige Bauaufgabe und den jeweiligen Standort die bestmögliche Lösung finden und umsetzen zu können. In Entsprechung des Bundesvergabegesetzes BVergG können Wettbewerbe unterschiedlich ausgelobt werden (z.B. offenes und anonymes Verfahren, Verhandlungsverfahren, geladener Wettbewerb etc.).

In Verhandlungsverfahren besteht die Möglichkeit, die Bereitschaft zu integraler Planung abzufragen und die Dialogfähigkeit zwischen Planer und Bauherrn auszuloten. Wird ein Wettbewerb in zwei Stufen abgewickelt, so kann in der ersten Stufe neben den Unternehmenskennzahlen auch die Qualifikation des Bieters hinsichtlich Energieeffizienz und -innovation anhand von Referenzprojekten abgefragt werden. In der zweiten Stufe eines mehrstufigen Verfahrens können die ausgewählten Bieter bereits Konzepte für die Sportstätte, welche hinsichtlich der Erreichung der Energieeffizienzkriterien abprüfbar sind, liefern. Folgende Kriterien können bereits mit vertretbarem Aufwand beurteilt werden:

- Natürliche Belichtung und Belüftung
- Überschlägige Energiekennzahlen (Heiz-, Kühl- und Primärenergiebedarf)
- Solare Gewinne (Nutzung von Solarenergie)
- Komfortkriterien für Sportler und Zuschauer
- Qualität des Haustechnikkonzeptes (angepasst an den Entwurf, den Standort und die Nutzung)
- Energieversorgungskonzept
- Abschätzung der Lebenszykluskosten

Planervertrag

Alle Anforderungen sind in den vertraglichen Vereinbarungen mit den Planern (Planervertrag) festzuschreiben. Gegebenenfalls sollte jedoch auch das Leistungsbild des Planers angepasst werden. Folgende wichtige Leistungen sind noch nicht standardmäßig in den Leistungsbildern der Planer enthalten:

- Ausarbeiten von Varianten hinsichtlich Energieeffizienz und Lebenszykluskosten
- Konkrete Schnittstellen und Verantwortlichkeiten hinsichtlich Qualitätssicherung. Diese sind unterschiedlich in Abhängigkeit vom Vergabemodell für den Planer (Einzelplaner oder Generalplaner) und für das ausführende Unternehmen (Einzelunternehmen, Generalunternehmen, Totalunternehmen, etc.).
- Inhalt und Form der aufzubereitenden Unterlagen sowie Übergabepflichten
- Ziellevel für gewünschte Zertifizierungen inkl. Konkretisierung einzelner Kriterien (sollte im Anforderungskatalog enthalten sein)

Planung

Gemäß Leitfaden der IG Lebenszyklus Hochbau „Der Weg zum lebenszyklusorientierten Hochbau“ umfasst die Planung folgende Prozessphasen²:

- Grundlagenanalyse oder Planungsgrundlagen
- Integrale Vorentwurfsplanung
- Integrale Entwurfsplanung
- Integrale Einreichplanung
- Integrale Ausschreibungsplanung

Zwischen Entwurf und Detailplanung wird meist das behördliche Einreichverfahren durchgeführt sowie die Ausschreibungen und die Vergabe an das/die ausführende/n Unternehmen. Der Zeitpunkt Vergabe kann aber abhängig vom Vergabemodell (Einzelvergabe, Generalunternehmer, Totalunternehmer, etc.) variieren und sich im Zeitplan nach vorne oder hinten verschieben. Auf diese Phasen wird in diesem Leitfaden nicht näher eingegangen, da sie bzgl. Energieeffizienz nur insofern relevant sind, dass die innovative Planung auch tatsächlich zur Umsetzung gelangt und nicht Einsparungspotenzialen zum Opfer fällt.

Integrale Planung

Die integrale Planung ist ein wichtiger Aspekt, der über die gesamte Planungsphase zu befolgen ist, aber keine klar abgrenzbare Tätigkeit darstellt und deshalb in keinem Leistungsbild dezidiert enthalten ist. Wie einleitend festgestellt, müssen Energieeffizienzaspekte frühzeitig in die Planung einfließen, um umsetzbar zu sein. Eine enge und besonders frühzeitige interdisziplinäre Abstimmung (spätestens mit Start des Vorentwurfs) zwischen allen Beteiligten ist deshalb ein MUSS.

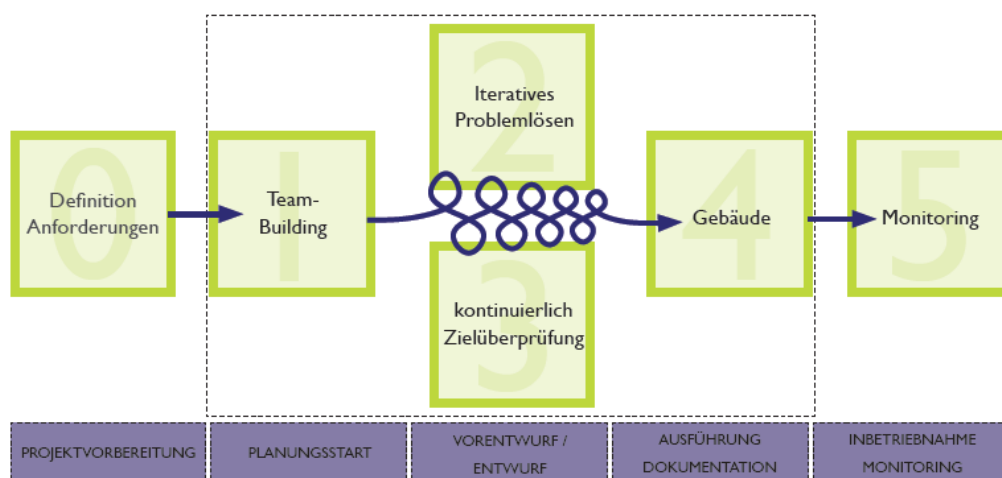


Abbildung 13: Ablauf eines integralen Planungsprozesses (Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH nach Prozessleitfaden Integrale Planung)

² Das Leistungsbild für Bauprojekte der TU-Graz ordnet der Phase Planung die Phasen Grundlagenanalyse, Vorentwurf, Entwurfsplanung, Einreichplanung, Ausführungsplanung zu.

Die integrale Planung wird durch die Einführung eines Building Information Models (BIM) erleichtert. Durch die Software und einen darauf abgestimmten Planungsprozess wird das interdisziplinäre Planen unterstützt. BIM ist in Österreich erst in seinen Anfängen, wird aber zukünftig ein wichtiger Bestandteil bei komplexen Bauprojekten sein.

Vergleich von Varianten und Optimierung der Planung

Variantenstudien sind zu einem gewissen Grad üblich während der Planung. Sollen Gebäude besonders energieeffizient und innovativ sein, so ist jedoch Kreativität gefragt. Viele Lösungen können nicht standardmäßig vorgegeben werden und müssen miteinander verglichen werden, insbesondere hinsichtlich

- Technischer Machbarkeit
- Funktionalität
- Lebenszykluskosten nach ÖNORM M 7140 (Investition, Energiekosten, Wartung, Instandhaltung, Instandsetzung, Reinigung)
- Ökologischer Auswirkungen (Emissionen, Lebensdauer, Ökobilanzierung)
- Erreichung der gesteckten Anforderung
- Komfort

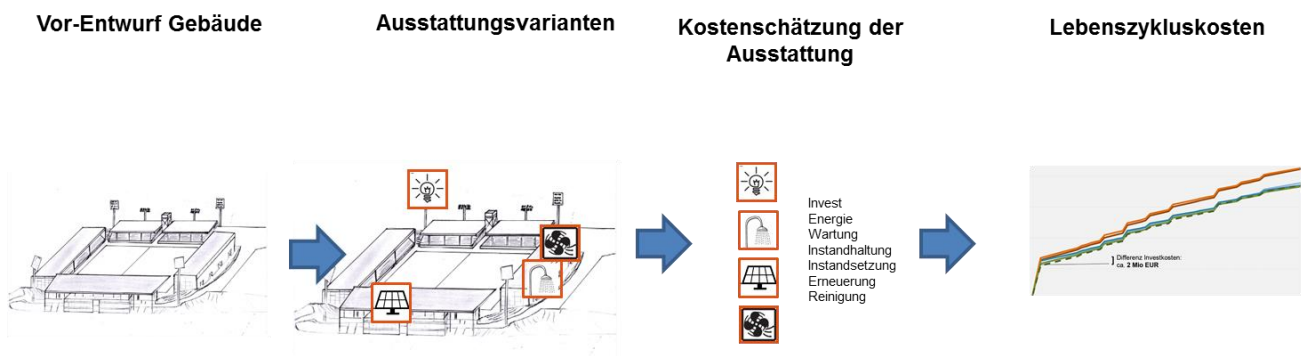


Abbildung 14: Lebenszykluskostenvergleich von Ausstattungsvarianten (Quelle: e7 Energie Markt Analyse)

Diese Variantenuntersuchungen werden im Idealfall am Anfang des Vorentwurfs durchgeführt, um den Bauherrn eine ausreichende Entscheidungsgrundlage zu liefern. Im Anschluss (Entwurf) wird die ausgewählte Variante der Planung zugeführt. Das führt dazu, dass spätere Umplanungen seltener werden.

Im Laufe der Planung ergeben sich immer wieder Optimierungsmöglichkeiten der Energieeffizienz, aber auch Hindernisse, die der Energieeffizienz im Wege stehen. Variantenuntersuchungen und Alternativmöglichkeiten können hier oft einen anderen Sichtwinkel eröffnen.

Steuerung und Regelung der Sportanlagen (MSR & GLT)

Sportstätten sind hoch komplexe Anlagen mit hohen Anforderungen an die Technik. In der Nutzung – gerade auch bei Veranstaltungen – muss alles perfekt laufen. Eine Person alleine kann diese Komplexität nicht überblicken. Die moderne Leittechnik unterstützt dies – sofern alles ordnungsgemäß geplant und ausgeführt ist. Die Praxis zeigt jedoch, dass gerade in der Planung und Ausführung oft gravierende Mängel vorhanden sind, da dieses Thema erst in einem weit fortgeschrittenen Planungsstadium bearbeitet wird. Weiters sind die Schnittstellen für dieses Gewerk nicht klar geregelt und die Ursachen für Mängel im Betrieb nur schwer zu identifizieren. Deshalb ist es wichtig, bereits im Vorentwurf die Anforderungen an die Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (Kurz: MSR) und die Gebäudeleittechnik (Kurz: GLT) klar zu definieren. Nur so sind entsprechende Konkretisierungen in allen Teilphasen der Planung und die Integration in die Ausschreibungen möglich. Spätere Änderungen werden nachvollziehbar und transparent.

Wie für alle anderen Gewerke gilt besonders für die Steuer- und Regelbarkeit des Gebäudes

- ein genaues Anforderungsprofil (Was muss wann wie gesteuert werden?),
- die detaillierte Planung und Aufbereitung der Steuer- und Regelmechanismen.

Energie- und Betriebsmonitoring

Besonders bei komplexen Bauwerken ist ein Energie- und Betriebsmonitoring wichtig. Einerseits um bereits während der Inbetriebnahme die Funktionen und die Performance der Haustechnik-Anlagen zu überprüfen, andererseits um den späteren Betrieb zu optimieren und Fehlsteuerungen oder Störungen schnell zu erkennen. Genauso wie bei der MSR und GLT ist es wichtig, die Schnittstellen klar zu definieren, da hier im Regelbetrieb oft gravierende Mängel auftreten. Wichtig ist eine klare Festlegung der Anforderungen bereits im Vorentwurfsstadium, um diese in die Ausschreibung integrieren und im weiteren Planungsverlauf überprüfen zu können.

Folgende Fragen sollten beantwortet werden:

- Was soll mit dem Monitoring erreicht werden?
 - Prüfung der Performance einzelner Anlagen im Vergleich zur Planung während der Inbetriebnahme und/oder im Probebetrieb?
 - Optimierung der Anlagen im Regelbetrieb?

Daraus leiten sich weitere Fragen ab:

- Welche Daten müssen erhoben werden?
- Mit welchen Daten kann die Anlagenperformance bewertet werden?
- Welche zeitliche Auflösung der Datenerfassung muss bei den Messungen erreicht werden?
- Welche Anforderungen werden an die Datensammlung, -speicherung und -auswertung gestellt?
- Welche Messgenauigkeit müssen die Zähler und Sensoren aufweisen?
- Welche zeitlichen Verzögerungen dürfen die Systeme für eine zeitnahe Visualisierung zB: der Nachfragestruktur oder der Temperatur aufweisen?
- Welche Möglichkeiten muss das System zur zeitnahen Visualisierung aufweisen?

Energie- und Betriebsmonitoring wird bei der Vielzahl von erhobenen Best Practice Beispielen durchgeführt. Anhand der Passivhaus Sporthalle Hagenberg kann beispielsweise gezeigt werden, dass gewerksübergreifende Gebäudeautomation und Energiemonitoring, welches laufend den effizienten Betrieb und Energieverbrauch sicherstellt, eine hohe Bedeutung haben.



Abbildung 15: Passivhaus Sporthalle Hagenberg (Quelle: STIWA Group)

Vorbereitung der Qualitätssicherung der Energieeffizienz

Bereits während der Planung ist es wichtig ein Konzept zu entwickeln, das den Fokus auf die Qualitätssicherung der energetischen Performance legt. Erfahrungen zeigen, dass dieser Punkt meist vernachlässigt wird und in Folge die Performance der innovativen Gebäude nicht das hält, was während der Planung versprochen wurde. Besonders bei komplexer Haustechnik sind die Qualitätssicherungsprozesse noch nicht so eingespielt wie im Bauprozess selbst. Meist sind die Schnittstellen für die Überprüfung (fachgerechter Einbau, Funktion, Performance) nicht klar definiert. Spätestens bei der Interaktion von unterschiedlichen Gewerken fühlt sich keiner für die gewerkeübergreifende Qualitätssicherung zuständig.

Deshalb ist es wichtig, die Planungsziele klar überprüfbar zu formulieren (z.B. Key Performance Indikatoren für einzelne Anlagen, konkrete Interaktionsvorgaben zwischen den Anlagen), die Zeitpunkte der Überprüfung zu spezifizieren sowie die jeweiligen Zuständigkeiten festzulegen. Dies hilft später im Rahmen der Inbetriebnahme zu eruieren, ob die Anlagen optimal laufen oder nicht.

Technisches Controlling während der Planung

Parallel zum gesamten Planungsprozess ist es sinnvoll, die Planung kontinuierlich hinsichtlich der **Erreichung der Ziele/Anforderungen zu überprüfen**. Energieeffizienz ist eine Querschnittsmaterie, die von zahlreichen verschiedenen Entscheidungen beeinflusst wird. Dabei können wichtige Anforderungen leicht in Vergessenheit geraten. An neuralgischen Punkten des Planungsprozesses – wie z.B. Ende Vorentwurf und Ende Entwurf – sollten alle Anforderungen auf deren Erfüllung überprüft werden, am besten von einer von der Planungstätigkeit unabhängigen Person.

Die Einreichung und die Ausschreibung sind i.d.R. auch geeignete Zeitfenster, um die Anforderungen einer Planungsdeklaration für ein Gebäudezertifikat zu überprüfen.

Ausführung

Gemäß Leitfaden der IG Lebenszyklus Hochbau „Der Weg zum lebenszyklusorientierten Hochbau“ umfasst die Ausführung die Prozessphasen:

- Werkplanung
- Ausführung
- Inbetriebnahme
- Übergabe

(Dem gegenüber steht das Leistungsbild für Bauprojekte der TU-Graz, das für Ausführung und Projektabschluss zwei Phasen vorsieht).

Werkplanung

Im Prozessschritt der Werkplanung wird die Planung durch entsprechende Detailierung in Richtung Ausführungsreife weiterentwickelt. Dabei ist insbesondere auf Anschlussdetails und qualitative Komponenten (Haustechik, MSR & GLT, Baumaterialien) zu achten, um die Qualität der Planung sicherzustellen.

Ausführung: Qualitätssicherung Bau

Die Qualitätssicherung für das Bauwerk selbst wird meist über die **Örtliche Bauaufsicht (ÖBA)** gewährleistet. Hinsichtlich Energieeffizienz ist es wichtig, zusätzlich auch **qualitätssichernde Messungen** durchzuführen. Bei konditionierten Bauwerken ist besonders der Blower Door Test wichtig. Alternativ kann auch eine Thermographie erstellt werden, deren Aussagekraft jedoch stark von den Witterungsbedingungen abhängt.

Inbetriebnahme bis Übergabe: Qualitätssicherung Haustechnik

Eine umfassende Qualitätssicherung der Haustechnik ist meist wesentlich komplexer. Üblicherweise wird hier lediglich vom ausführenden Unternehmen und der ÖBA die Funktionstüchtigkeit der einzelnen Anlagen überprüft, jedoch nicht, ob die Anlagenperformance den Zielen der Planung entspricht. Dies führt dazu, dass oft erst nach mehreren Jahren ein zu hoher Energieverbrauch augenscheinlich wird und die Zuständigkeiten zu diesem Zeitpunkt nicht mehr zu recherchieren sind.

Das im Rahmen der Planung erarbeitete Qualitätssicherungskonzept ist während der Ausführung, zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme und im Probetrieb umzusetzen. Die ÖBA ist für die Überprüfung des fachgerechten Einbaus sowie der Funktion der einzelnen Anlagen zuständig. Zusätzlich sollte jedoch auch eine vom planenden und ausführenden Unternehmen unabhängige Person im Zuge eines **Soll-Ist-Vergleichs der Anlagen-Performance** kontrollieren, ob die geplanten Zielwerte (Key-Performance-Indikatoren) der einzelnen Anlagen auch tatsächlich eingehalten werden. Diese Tests werden im Rahmen des Probetriebs, im Volllastbetrieb, wie auch im Teillastbetrieb in Interaktion mit anderen Gewerken durchgeführt und mittels Energie- und Betriebsmonitoring beurteilt.

Nach erfolgreich abgeschlossenen Performance-Tests – und ggf. Beseitigung von Mängeln – erfolgt die Übergabe an den Bauherrn/Nutzer.

Zertifizierung

Nach Fertigstellung des Bauwerks kann die Zertifizierung abgeschlossen werden.

Beispiele für Sportstätten mit Zertifizierungen:

- Plusenergie-Sporthalle Salzburg Lieferung: Die Halle ist **klimaaktiv** zertifiziert und hat den Ausführungsstandard **klimaaktiv gold** erreicht.
- Generali Arena Wien: Beim Neubau des Stadions wird das Auszeichnungssystem nach **ÖGNI** (Österreichischen Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft) für Stadien erstmals angewandt.

Nutzung

Der Beginn der Nutzungsphase – die **Betriebseinführung** – ist noch sehr stark davon geprägt, das Gebäude richtig einzuregeln und Mängel zu beheben. Mit einem intensiven Energie- und Betriebsmonitoring kann man rasch einen Überblick gewinnen, wo Mängel bestehen, Einstellungen nicht wie geplant umgesetzt wurden oder ein ungewollter Mehrverbrauch vorhanden ist. Sich die Zeit zu nehmen, dieses Energie- und Betriebsmonitoring umfassend und kontinuierlich durchzuführen, rechnet sich innerhalb kurzer Zeit und erleichtert es, die Mängel zu erkennen und zu beheben. Hilfreich sind hier regelmäßige **Energie- und Betriebsmonitoring Jours Fixes**, wo Auffälligkeiten diskutiert werden können. Besonders wichtig ist, dieses Monitoring von einer qualifizierten Person durchführen zu lassen. Im Idealfall kann diese auch gleich direkt in die Einstellungen der Haus- und Gebäudeleittechnik eingreifen.

Geht die Betriebseinführungsphase in den **Regelbetrieb** über, so sollten weiterhin regelmäßig die Monitoringaufzeichnungen betrachtet werden, da sehr schnell ungewollte Mehrverbräuche entstehen können, z.B. durch Wartungsarbeiten mit Verstellung der Einstellungen, durch Störungen, etc.

5 Ausblick und Empfehlungen zur Weichenstellung für Energieinnovationen

Aufbauend auf den Projektergebnissen, insbesondere den Best Practice Beispielen und dem gemeinsamen Workshop mit Praktikern können eine Reihe von Empfehlungen hinsichtlich förderlicher Rahmenbedingungen für die Umsetzung innovativer Energietechnologien bei Sportstätten abgeleitet werden.

Konkrete Zielvorgaben

Klar definierte, konkrete energietechnische Zielvorgaben begünstigen den Einsatz innovativer und klimaschonender Technologien.

- Seitens der Praktiker werden **verbindliche Zielvorgaben** in Form von gesetzlichen Mindeststandards aber auch normative Grundlagen bzw. Richtlinien als sinnvoll erachtet.
- Wie sich anhand konkreter Beispielen zeigen lässt, können diese Zielvorgaben aus übergeordneten Zielkatalogen auf regionaler oder kommunaler Ebene (z.B. **Smart City Ziele, Energie- und Klimaschutzprogramme** auf Landesebene) abgeleitet werden.
- Konkrete Zielvorgaben können – auf freiwilliger Basis – auch aus **Kriterienkatalogen auf Gebäudeebene** abgeleitet werden. Sowohl klimaaktiv als auch ÖGNI (Österreichische Gesellschaft für nachhaltige Immobilien) bieten Kriterienkataloge an, die für Sportstätten herangezogen werden können. Auf dieser Basis sind z.B. die Plus-Energie Sporthalle Salzburg Lieferung (klimaaktiv gold) und auch das Generali Stadion von Austria Wien (ÖGNI) geplant und errichtet worden.
- In weiterer Folge erscheint es daher auch sinnvoll, konkrete energietechnische Zielvorgaben für Sportstättentypen bzw. Performancekriterien für den Einsatz von Energietechnologien in Sportstätten zu erarbeiten und in **Empfehlungen des ÖISS** zu veröffentlichen.
- Bei der Überarbeitung von **normativen Regelungen** für Sportstätten sollten energietechnische Aspekte nicht außer Acht gelassen werden. Ein wichtiges Ziel soll sein, dass durch Anpassungen von technischen Vorgaben der Einzug von innovativen Energietechnologien nicht verhindert wird, sondern - sofern umsetzbar - erleichtert wird.

Festlegung von Mindestkriterien und Förderung bei Neubau und Sanierung

- Sportstätten werden **überwiegend aus Mitteln der öffentlichen Hand finanziert** bzw. gefördert. Die Vergabe aus den Mitteln der Sportförderung ist jedoch in keinem der Bundesländer an energietechnische Kriterien, die über die gesetzlichen Bestimmungen hinausreichen, geknüpft.
- Aus langjährigen Erfahrungen aus anderen Branchen (z.B. Wohnbau) kann abgeleitet werden, dass gezielte Förderung auf Basis klar definierter Förderkriterien ein **sehr effektiver Hebel** für den verbreiteten Einsatz von Energieeffizienz und erneuerbaren Energieträgern sein kann.

- Vorgeschlagen wird daher ein zweistufiger Ansatz, indem erstens **energietechnische Mindeststandards** definiert werden, die über die Mindestanforderungen der Bauordnung hinausgehen und die jedenfalls bei einem geförderten Projekt eingehalten werden müssen.
- Zweitens sind sowohl beim Neubau als auch in der Sanierung abgestufte Fördersätze denkbar, die auf klar definierten energietechnischen Kriterien beruhen. In der Praxis haben sich z.B. Punkteschemata bewährt. Ein abgestuftes Förderregime kann aber auch einfach als mehrstufiges System aufgebaut werden, das entlang eines Leitindikators (z.B. Primärenergieeinsatz oder CO₂-Emissionen) aufgebaut ist und gewährleistet, dass energietechnisch hochwertige Projekte auch entsprechend höher gefördert werden.
- Für die **Umsetzung besonders innovativer Projekte**, die auch im internationalen Maßstab Leuchtturmcharakter haben, sollten Förderprogramme des Bundes aufgesetzt werden bzw. Schwerpunkte in bestehenden F&E Programmen gesetzt werden.

Geförderte Beratungsprogramme für Sanierung und Betriebsoptimierung

Die Praxis zeigt, dass erhebliche Energieeinsparungen und damit einhergehend auch klimapolitische Effekte durch die Sanierung und Betriebsoptimierung von bestehenden Sportanlagen erreicht werden können. Viele Anlagen im kommunalen Bereich weisen erheblichen Sanierungsbedarf auf, oft können Projekte jedoch nicht umgesetzt werden, da die erforderlichen Mittel nicht vorhanden sind. Dass jedoch wesentliche energietechnische Verbesserungen auch durch eine Optimierung der bestehenden Anlagen erreicht werden können, ist den Verantwortlichen vielfach nicht bewusst. Hier setzt der Vorschlag von geförderten Beratungsprogrammen an. So könnten z.B. für die Kommunen bzw. die Betreiber der Anlagen **günstige Erstberatungen (Audits bzw. Quick-Checks)** von qualifizierten Beratern angeboten werden, so dass in einem ersten Schritt die Optimierungspotenziale identifiziert und konkrete Vorschläge für Maßnahmen erarbeitet werden können.

An dieser Stelle ist das Förderprogramm Umweltförderung der Kommunalkredit Public Consulting GmbH zu erwähnen, welche Betriebe und Gemeinden bei Maßnahmen, die zu einer Verringerung der Umweltbelastung führen, unterstützt. Weitere Informationen hierzu sind unter folgendem Weblink abrufbar: www.umweltfoerderung.at

Betrachtung der Lebenszykluskosten

Vielfach werden innovative und klimaschonende Lösungen nicht umgesetzt, weil höhere Investitionskosten befürchtet werden oder tatsächlich gegeben sind. Durch eine gesamtheitliche ökonomische Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus kann jedoch gezeigt werden, wie sich Investitionskosten zu Beginn im Verhältnis zu den laufenden Kosten im Betrieb verhalten. Insbesondere wenn Investitionskosten und laufende Kosten aus einem Budgettopf finanziert werden, kann die **ökonomische Sinnhaftigkeit von erhöhten Investitionen gegenüber niedrigeren laufenden Kosten** sehr gut dargestellt und argumentiert werden.

Insbesondere im geförderten Bereich sollte die Darstellung der Lebenszykluskosten **nach einer von der Förderstelle vorgegebenen Methode** samt Vorgaben für die Berechnungsannahmen (Betrachtungszeitraum, Zinssätze etc.) zum Standard werden.

Information und Vermittlung von Best Practice Beispielen

Eine wesentliche Voraussetzung für die breite Marktdiffusion von innovativen klimaschonenden Energietechnologien für Sportstätten ist die **zielgruppengerechte Aufbereitung vorhandenen Wissens** über Best Practice Beispiele und vorhandene Technologien. Insbesondere sind dabei folgende Zielgruppen anzusprechen:

- Bauherren (Kommunen etc.)
- Betreiber
- Sportvereine
- Planer

Best Practice Beispiele (inkl. Kosten über den Lebenszyklus) sollten in einer **Online Plattform** aufrufbar sein. Abgesehen von interessantem „Content“ erscheint jedoch wesentlich, dass die Inhalte zielgruppengerecht über vorhandene Informationsschienen/Plattformen/Datenbanken zur Verfügung gestellt werden, die von den entsprechenden Zielgruppen (z.B. Sportvereine, Kommunen, Planer) genutzt werden.

Darüber hinaus sollten auch konkrete Anleitungen in Form von **Planungsleitfäden** erarbeitet und herausgegeben werden, die je nach Typ der Sportanlage praktische Hilfestellung bei der Planung bieten. Die Planungsleitfäden sollten auch für Förderstellen eine einfache Beurteilung und Bewertung von innovativen Energietechnologien im Rahmen von Förderverfahren ermöglichen.

6 Initiativen für nachhaltigen Sport

Der in Deutschland erschienene **Leitfaden Nachhaltiger Sportstättenbau** [Eßig et al. 2015] fokussiert sich auf den Sportanlagentyp Sporthalle und fasst die Grundlagen, Vorgaben und Vorteile nachhaltiger Entwicklung von Sportstätteninfrastruktur zusammen. Dieser Leitfaden kann auch für österreichische Projektentwicklungen als Orientierungshilfe und Planungsgrundlage herangezogen werden.

Die Initiativen „**Nachhaltiger Sport**“ (Sportministerium und Ministerium für ein lebenswertes Österreich) und „**Green Events**“ (Ministerium für ein lebenswertes Österreich in Kooperation mit dem Ökologie Institut) fassen den Begriff der Nachhaltigkeit breiter. Eine nachhaltige Entwicklung entspricht der Befriedigung der Bedürfnisse der heutigen Generationen, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen. Unter diesem breiten Mantel gesehen, berühren Sportvereine alle Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung. Von der Organisation von Vereinsaktivitäten deren Durchführung, bis zur Herkunft und Herstellung der Sportausrüstung.

Aber auch regional ökonomische Aspekte, die barrierefreie Gestaltung, umweltfreundliche Energieversorgung u.v.m. sind wichtige Themen für eine nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft und hiermit auch im Sport.

Im Rahmen des Projektes „**Nachhaltiger Sport**“ wurden mit Beteiligung relevanter Stakeholder partizipativ praxisnahe Nachhaltigkeitsindikatoren entwickelt. Lokale Sportvereine haben dadurch die Möglichkeit, selbst zu bewerten, wie zukunftsorientiert und nachhaltig sie agieren. Die Selbstbewertung der Nachhaltigkeitsperformance ermöglicht einen umfassenden Blick auf alle wesentlichen nachhaltigkeitsrelevanten Aktivitäten und zeigt Stärken und Schwächen auf. Darauf aufbauend können Aktivitäten entwickelt werden, die auf Verbesserungen abzielen. Gleichzeitig kann die Selbstbewertung dafür genutzt werden, die Nachhaltigkeitsperformance zum Thema zu machen – im Verein und in der Kommunikation über den Verein.

In der Selbstbewertung ist die Beurteilung der Sportinfrastruktur in mehreren Punkten oberflächlich integriert. Hierbei wird unter anderem auch auf die Energieversorgung der Sportstätteninfrastruktur eingegangen. Im Zusammenhang mit der Infrastruktur wird auch erwähnt, dass Sportvereine oftmals Anlagen nur partizipativ nutzen und daher nicht Hauptentscheidungsträger bei Neubau- oder Sanierungsprojekten sind. Im Sinne einer nachhaltigen Planung solcher Anlagen wäre jedoch im Sinne einer bedarfsgerechten Planung das Einbeziehen der künftigen Nutzer sinnvoll.

Die Initiative „**Green Events**“ berücksichtigt Veranstaltungen die während des gesamten Organisationsablaufs Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekte umsetzen.

Durch die Initiative werden Nachhaltigkeitskriterien österreichweit eingeführt und beispielhafte Projekte in Kooperation mit Bundesländern, Städten, Unternehmen und der Eventbranche initiiert. Dazu zählen unter anderem auch Sportveranstaltungen.

Immer mehr sportliche Veranstaltungen und Wettkämpfe werden zu Events für Aktive und ZuschauerInnen, weit über das eigentliche Sportgeschehen hinaus. Sportgroßveranstaltungen, die jährlich Millionen von Menschen anziehen, stellen einen wichtigen Wirtschafts- und Imagefaktor für den Austragungsort und die ganze Region dar. Die Vielzahl an Aktivitäten von Vereinen und Verbänden auf lokaler und regionaler Ebene leistet einen unverzichtbaren Beitrag zu Gesundheit und Lebensqualität. Betont wird im Rahmen der Initiative „Green Events“ die Vorbild- und Multiplikatorwirkung des Sports.

Das Österreichische Umweltzeichen für **Green Locations** ist für multifunktionale Sportstätten von Interesse. Durch bereits in der Planung bzw. der Sanierung gesetzte Maßnahmen zur Implementierung von innovativen Energietechnologien in der Sportstätteninfrastruktur aber auch durch weitere Maßnahmen für einen nachhaltigen Standort wie z.B. die Anbindung an den öffentlichen Verkehr können Sportstätten mit dem Erlangen des Green Location Status ein Alleinstellungsmerkmal erhalten.

Weitere Informationen zu den Initiativen zu nachhaltigem Sport in Österreich sind unter folgenden Weblinks abrufbar:

Nachhaltiger Sport

www.nachhaltiger-sport.at

Green Events bzw. Green Locations

www.umweltzeichen.at

7 Literaturverzeichnis

bmwfw Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, 2016. Energiestatus 2016, Mai 2016, 6.

Costa, A.; Garay R. S.; Messervey, T. und Keane M. M., 2011. Value of Building Simulation in Sport Facilities Operation. In: ANON. Proceedings of Building Simulation: 12th Conference of International Building Performance Simulation Association, Sydney, Australia, November 14th – 16th 2011. Sydney: 664-671.

Dahm, C., 2012. Klimaschutz made in NRW: Energieeffizienz in Schwimmbädern. Wuppertal: Energieagentur NRW.

Dascalaki, E. G.; Balaras, C. A.; Gaglia, A. G.; Droutsas, K. G. und Kontoyiannidis, 2012. Energy performance of buildings - EPBD in Greece. Energy Policy, 469-477.

Eßig, N.; Lindner, S.; Magdolen, S.; Siegmund, L., 2015. Leitfaden nachhaltiger Sportstättenbau – Kriterien für den Neubau nachhaltiger Sporthallen. ISBN 978-3-86884-530-3

IG LEBENSZYKLUS HOCHBAU; Der Weg zum lebenszyklusorientierten Hochbau – Leitfaden für Bauherren sowie Vertreter der Bau- und Immobilienbranche; Oktober 2014.

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl der Sportstätten, Energieverbräuche und Gesamt-Endenergieverbrauch nach untersuchter Sportstättenart in Österreich (Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH, ÖISS Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau)	11
Tabelle 2: Energienachfragestruktur in Sportstätten (Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH, ÖISS Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau)	12

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Österreichischer Gesamt-Endenergieverbrauch in MWh pro Jahr je betrachtete Sportstättenart (Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH, ÖISS Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau).....	11
Abbildung 2: Verhältnis des Wärme- und Stromverbrauchs der Referenzsportstätten (Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH, ÖISS Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau)	13
Abbildung 3: Amsterdam Arena, Niederlande (Quelle: The Mobility House GmbH)	14
Abbildung 4: Sonnenarena Ansfelden (Quelle: Raffael Portugal).....	15
Abbildung 5: Plusenergie-Sporthalle Salzburg Liefering, Sportzentrum Nord (Quelle: Stadt Salzburg, Hannes Killer).....	17
Abbildung 6: HD-TV taugliche LED-Spielfeldbeleuchtung der Merkur Eisarena Graz (Quelle: Stadion Graz Liebenau Vermögensverwertungs- und Verwaltungsgesellschaft mbH)	18
Abbildung 7: Abwasser-Wärmerückgewinnung im Rückhaltebecken der Wellnessoase Hummelhof (Quelle: Dieter Klammer).....	20
Abbildung 8: Solar Absorber Anlage Freibad Schwaz (Quelle: AST Eis- und Solartechnik GmbH).....	21
Abbildung 9: Kletterhalle Saalfelden (Quelle: Georg Kysela)	22
Abbildung 10: Lentpark Köln (Quelle: KölnBäder GmbH)	23
Abbildung 11: Projektphasen und wichtige Aufgaben bei der Projektentwicklung von energieeffizienten Sportstätten (Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH nach IG Lebenszyklus Hochbau)	25
Abbildung 12: Querschnittsthema Energieeffizienz, das alle Bereiche betrifft (Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH)	26
Abbildung 13: Ablauf eines integralen Planungsprozesses (Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH nach Prozessleitfaden Integrale Planung)	29
Abbildung 14: Lebenszykluskostenvergleich von Ausstattungsvarianten (Quelle: e7 Energie Markt Analyse)	30
Abbildung 15: Passivhaus Sporthalle Hagenberg (Quelle: STIWA Group).....	32

10 Impressum

Projektleitung

e7 Energie Markt Analyse GmbH
Walcherstraße 11/43, A-1020 Wien

T: +43 1 907 80 26

office@e-sieben.at

www.e-sieben.at



Projektpartner

Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau
Prinz-Eugen-Straße 12, A-1040 Wien

www.oeiss.org



Impressum

Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Str. 5/22, 1060 Wien

office@klimafonds.gv.at

www.klimafonds.gv.at

Für den Inhalt verantwortlich

Die AutorInnen tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider. Weder der Klima- und Energiefonds noch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) oder die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) sind für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung Titelblatt

www.angieneering.net

Anhang A: Energienachfragestruktur in Sportstätten der Verbraucherkategorien



inklusive Relevanz

Quelle: e7 Energie Markt
Analyse GmbH,
ÖISS Österreichisches Institut
für Schul- und Sportstättenbau

Referenzsportstätten			Sporthalle	Stadion	Eissport- halle Indoor	Eissport- platz Outdoor	Hallenbad Indoor	Freibad Outdoor	Kletter- halle																					
Bezugsgröße			BGF [m²] 2800	Zuschauer- kapazität 10.000	BGF [m²] 3360	BGF [m²] 3360	Wasser- fläche 700	Wasser- fläche 1680	BGF [m²] 570																					
Gesamt-Endenergieverbrauch			Wärme [MWh/a] 420	Strom [MWh/a] 140	650 540	612 712	71 259	2606 739	486 148	111 35																				
spezifischer Endenergieverbrauch			Wärme [kWh/(m²*a)] / [kWh/(Platz*a)] 150	Strom [kWh/(m²*a)] / [kWh/(Platz*a)] 50	65 54	182 212	21 77	3723 1055	289 88	195 62																				
Verhältnis			Wärme 75%	Strom 25%	55% 45%	46% 54%	21% 79%	78% 22%	77% 23%	76% 24%																				
Verbraucher- kategorie	Verbraucher		Energieverbrauchs-Aufteilung zwischen Verbraucherkategorien und Relevanz je Verbraucherkategorie																											
			nicht relevant	wenig relevant	relevant	sehr relevant	nicht relevant	wenig relevant	relevant	sehr relevant	nicht relevant	wenig relevant	relevant	sehr relevant	nicht relevant	wenig relevant	relevant	sehr relevant	nicht relevant	wenig relevant	relevant	sehr relevant								
Wärme	Wärme für Heizzwecke (ohne Warmwasserbereitung)		90%				80%				84%				40%				60%				2%				90%			
	Heizungswärme	Halle			x						x								x				x							
		Tribüne		x							x					x							x							
		Gänge/Foyer			x				x			x					x						x							
		Garderoben/Waschräume/WC				x				x				x				x					x							
		Gastronomie			x				x				x				x						x							
		Büro/Businesscenter	x						x				x				x					x								
		Rasenheizung																												
		Sauna/Wellness																												
		Frostsicherung																												
	Lüftungswärme	Halle				x						x								x				x						
		Tribüne				x	x					x										x								
		Gänge/Foyer				x						x											x							
		Garderoben/Waschräume/WC				x					x												x							
		Gastronomie				x					x												x							
		Büro/Businesscenter	x							x												x								
		Sauna/Wellness																												
	Warmwasser		10%				20%				16%				60%				40%				98%				10%			
	warmes Beckenwasser																													
	Duschen/Sanitär					x				x					x				x											
	Gastronomie				x					x					x															
	Büro/Businesscenter		x							x					x															
	Sauna/Wellness																													

Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH,
ÖISS Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau

Referenzsportstätten		Sporthalle	Stadion	Eissport- halle Indoor	Eissport- platz Outdoor	Hallenbad Indoor	Freibad Outdoor	Kletter- halle																					
Verbraucher- kategorie	Verbraucher	Energieverbrauchs-Aufteilung zwischen Verbraucherkategorien und Relevanz je Verbraucherkategorie																											
		nicht relevant	wenig relevant	relevant	sehr relevant	nicht relevant	wenig relevant	relevant	sehr relevant	nicht relevant	wenig relevant	relevant	sehr relevant	nicht relevant	wenig relevant	relevant	sehr relevant	nicht relevant	wenig relevant	relevant	sehr relevant								
Strom	Hilfstrom Lüftung	50%				14%				26%				3%				50%				3%				30%			
	Halle			x					x								x					x							
	Tribüne		x		x				x											x		x							
	Sauna/Wellness			x										x															
	Gänge/Foyer			x		x			x		x			x							x								
	Garderoben/Waschräume/WC				x				x			x			x						x								
	Gastronomie	x					x		x		x				x			x		x									
	Büro/Businesscenter					x		x		x			x				x			x									
	Strom für Kälte					6%				46%				80%				2%											
	Halle	x						x												x									
	Verwaltung (ggf. Serverkühlung)	x					x		x					x				x		x									
	Gastronomie	x					x		x		x			x				x		x									
	Büro/Businesscenter	x					x		x					x				x		x									
	Eisfläche								x			x								x									
	Beleuchtung	40%				50%				14%				10%				10%				4%				40%			
	Halle/Feld Normalbeleuchtung			x			x			x			x		x							x							
	Halle/Feld Sportveranstaltungsbeleuchtung		x				x		x			x		x							x								
	Gänge/Foyer			x			x			x			x			x						x							
	Garderoben/Waschräume/WC			x			x			x			x				x				x								
	Sicherheits- u. Fluchtwegsbeleuchtung			x			x			x			x			x						x							
	Außenbeleuchtung/Parkplatzbeleuchtung		x				x			x			x			x					x								
	Designbeleuchtung	x					x		x			x			x						x								
	Büro/Businesscenter	x					x			x					x				x										
	Sauna/Wellness														x														
	Gastronomie		x				x			x				x			x				x								
	Strom für sonstige Zwecke	10%				30%				14%				7%				40%				91%				30%			
	Hilfstrom Wärmebereitstellung (Pumpenstrom Heizung)			x			x			x					x		x					x							
	Gastronomie			x			x			x				x					x			x							
	Verwaltung (Zugänge, Sicherheit, Überwachung, Brandschutz, IT)				x			x			x					x			x										
	Büro/Businesscenter	x				x			x			x			x				x			x							
	Kommunikation (Lautsprecher, Ladestationen Funksprechgeräte)		x				x			x				x			x				x								
	Sauna/Wellness																	x											
	Druckluft (z.B. Luft für Bäder)																	x			x								
	Wasserbehandlung (Filtersystem, Hygienisierungssystem, Pumpenstrom, pH-Controller)																	x			x								

... Verbraucher nicht vorhanden