



# **LOTTO-Sportinternat als Passivhaus**

Nachhaltigkeit  
beim Sportinternatsbau



# Inhalt

|                                           | Seite |
|-------------------------------------------|-------|
| Vorwort                                   | 4     |
| Historie                                  | 6     |
| Passivhausstandard: Allgemeine Grundlagen | 14    |
| Gebäudehülle                              | 16    |
| Gebäudetechnik                            | 20    |
| Solarthermie und Photovoltaik             | 24    |
| Beleuchtung                               | 25    |
| Sommerlicher Wärmeschutz                  | 27    |
| Monitoring                                | 28    |
| Berechnungen und Messergebnisse           | 30    |
| Finanzierung und Förderung                | 35    |



LSB-Präsident Prof. Dr.  
Wolf-Rüdiger Umbach

### „Agenda 21 ist unser Maßstab“

Der LandesSportBund (LSB) Niedersachsen setzt sich für eine umweltverträgliche und wirtschaftlich nachhaltige Sport- und Vereinsentwicklung im Sinne der Agenda 21 ein. Diese Selbstverpflichtung findet sich in seiner Satzung ebenso wie in seinem Leitbild „Mittendrin in unserer Gesellschaft“: „Als Grundlage für sportliches und gesellschaftliches Handeln sind uns die Bewahrung der Natur und die Verbesserung der Umwelt verpflichtend.“ Als Bauherr hat der LSB selbst diese Überzeugung bei den Bauvorhaben der vergangenen Jahre auf seinem Grundstück im Sportpark Hannover umgesetzt. Mit dem Neubau des LOTTO Sportinternates und einer Sporthalle für die Akademie des Sports im Passivhaus-Standard in den Jahren 2008-2010 ist der LSB noch einen Schritt weiter gegangen:

Er hat modellhaft modernste Bautechniken und Baustoffe eingesetzt, die in der Praxis von jungen Sporttalenten aus Niedersachsen erprobt werden. Der Neubau wird also auch zum ökologischen Lernfeld für junge Menschen, die ihre Erfahrungen mit umweltverträglichen Bauten in ihr späteres Leben mitnehmen werden. Als zusätzliche Herausforderung ist der Internatsbereich vollständig behindertengerecht gebaut, damit erstmals in Deutschland auch Nachwuchssportler und Nachwuchssportlerinnen mit Handicap in der Nähe eines Paralympischen Trainingsstützpunktes eine Heimat finden.

Seit August leben 75 Sporttalente im LOTTO Sportinternat und erleben täglich die Vorteile eines Passivhauses. Um ihnen ein ganzheitliches Verständnis nachhaltiger Lebensweise zu vermitteln hat der LSB Anfang 2011 eine Stelle für ein Freiwilliges Ökologisches Jahr im Sport (FÖJ) eingerichtet. Die FÖJ'lerin unterstützt das Betreuerteam bei der Planung umweltpädagogischer Maßnahmen und Freizeitaktivitäten.

Partner des LSB für den Neubau in Passivhausweise war das Architektur- und TGA-Planungsbüro Carsten Grobe in Hannover.

Die vorliegende Broschüre soll potentielle Bauherren motivieren, geplante Neubauten in Passivhausweise zu realisieren. Die Broschüre beschreibt zunächst auf den Seiten 6 bis 13 das ökologische Verständnis des LSB und seine vielfältigen Aktivitäten im Themenfeld Sport und Umwelt. Im zweiten Teil ab Seite 14 stellt das Architektur- und Planungsbüro Carsten Grobe die konkrete Umsetzung während der Bauphase vor und informiert über erste Ergebnisse eines Monitorings zum Nutzerverhalten. Denn der Umgang mit den neuen Technologien (etwa bei den Heizkörpern) im Alltag muss von den jungen Menschen erlernt werden. Der LSB und seine Partner erwarten sich von diesem Monitoring wichtige Aussagen für künftige Bauvorhaben.

Der Neubau des LSB hat bundesweiten Modellcharakter im Sportstättenbau. Deshalb hat sich der Deutsche Olympische Sportbund bereit erklärt, die Herstellung dieser Broschüre im Rahmen der vom Bundesumweltministerium geförderten Initiative „Klimaschutz im Sport“ zu unterstützen“.

Hannover im März 2011



# Historie

## Umweltschutz und Nachhaltigkeit beim LSB

Der Sport ist auf eine intakte Umwelt und Natur angewiesen. Das gilt für den Breitensport, der zur Erholung und Gesundheitsförderung betrieben wird, ebenso wie für den Leistungssport.

Der LSB hat deshalb schon 1998 in seinem Positionspapier „Sport und Umwelt“ den Leitgedanken der Nachhaltigkeit aufgenommen. In dem Papier heißt es u. a., dass der LSB und seine Mitgliedsverbände sich dafür einsetzen, dass die Sportlerinnen und Sportler gegenüber Natur und Umwelt verantwortungsbewusst handeln. Die sportlichen Aktivitäten sollen dabei vom Prinzip der Nachhaltigkeit getragen werden, damit Sport zukünftig in einer intakten Umwelt stattfinden könne.

### Handlungsprinzip Nachhaltigkeit

„Unter Nachhaltigkeit verstehen wir eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen.“ (Brundtland Kommission für Umwelt und Entwicklung 1987) „In diesem Sinne sind auf allen Ebenen des Sports Initiativen, Projekte und langfristige Ziele dahingehend auf Nachhaltigkeit zu prüfen, ob die Folgen von Betroffenen und Beteiligten verantwortlich und dauerhaft getragen und gewährleistet werden können.“

Um das Bewusstsein in der Sportorganisation zu vertiefen hat der LSB zwischen 1996 und 2002 mehrfach den Umwelt- bzw. Agenda 21-Preis mit Erfolg ausgelobt. Hier konnten Vereine ihr Umweltengagement zeigen und so andere Vereine zum Nacheifern anregen.

2007 hat der LSB die Zusammenarbeit mit dem Niedersächsischen Ministerium für Umwelt und Klimaschutz in einer Kooperationsvereinbarung formalisiert. Auf der Basis dieser Kooperation wurde u. a. das Freiwillige Ökologische Jahr (FÖJ) im Sport mit derzeit 17 Einsatzstellen eingeführt (Stand März 2011).

Außerdem haben der LSB und die Akademie des Sports Veranstaltungen mit der Niedersächsischen Naturschutzakademie – Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz – durchgeführt – u. a. zu Themen wie dem Dialogforum „Umweltschutz und Sport in Niedersachsen“ im Jahr 2010 oder die 2009 durchgeführte Veranstaltung „Umweltschutz und Sport – Partnerschaft für die Zukunft“.

## Akademie des Sports

Der LSB nimmt – gemeinsam mit der Sportjugend Niedersachsen – seine sozial- und umweltpolitische Verantwortung gegenüber der jungen Generation sehr ernst. Er übernimmt bewusst Verantwortung und Vorbildfunktion, weil er sich „mittendrin in unserer Gesellschaft“ sieht und sich für eine ganzheitliche Entwicklung junger Sporttreibender einsetzt.

Als Träger der zentralen Lehrstätte des organisierten Sports in Niedersachsen hat sich der LSB 1996 entschlossen, ein modernes Sport-, Tagungs- und Verwaltungsgebäude im Sportpark Hannover zu bauen. 1998 wurde die Akademie des Sports eröffnet. Sie bietet den Sportverbänden für deren verbandlichen Lehrarbeit moderne Rahmenbedingungen für die Qualifizierung, für Trainer- und Übungsleiter/innen und Führungskräfte, für Seminare, Vorträge und Workshops. Auch Gäste aus Wirtschaft, Bildung und Politik nutzen die umfangreichen Möglichkeiten und Angebote der Tagungs- und Übernachtungseinrichtung im Sportpark Hannover. Neben den 63.000 Tagesgästen verbuchte die Akademie des Sports 2010 über 16.000 Übernachtungen. Insgesamt fanden im Jahr 2010

rund 1.970 Veranstaltungen/Tagungen statt. Mit einem eigenen Bildungsprogramm greift die Akademie des Sports wichtige Themen der Sportpolitik und Sportentwicklung, wie eben auch Umweltbildung, auf und stellt sie in den Rahmen einer breiten öffentlichen Diskussion.



v. l.: Frank Bredthauer, Herman Grams, Reinhard Rawe, Henning Kauke und Günter Giese nehmen die Ökoprofit-Urkunde entgegen.

Der LSB hatte sich 2007, 2008 und 2009 beim ÖKOPROFIT von Landeshauptstadt und Region Hannover beteiligt und ist für seine Aktivitäten und Maßnahmen jeweils zertifiziert worden. Durch die gewonnenen Erkenntnisse konnten sowohl durch investive Maßnahmen im Bestand der Geschäftsstelle und der Akademie des Sports Einsparungen erzielt werden, die der Umwelt dienen, als auch einen betriebswirtschaftlichen Nutzen für den LSB hatten. So wurden zum Beispiel Wasserkonstanthalter eingebaut oder Beleuchtungsoptimierung sowie der Umbau und die Optimierung der zentralen Pumpensteuerung für den „Altbau“ vorgenommen.

## Neubau

1998 hat der LSB ein Sportinternat eröffnet – zunächst auf einer Etage der Akademie des Sports mit 12 Plätzen. In den Folgejahren mussten die Räumlichkeiten ständig wegen der großen Nachfrage erweitert werden. 2008 hat sich der LSB dann – mit starker Unterstützung der Niedersächsischen Landesregierung – für den Neubau eines größeren Sportinternates entschlossen. Der 36. Landessporttag 2008 hat sich einstimmig für dieses bisher größte Einzelbauvorhaben mit einem Gesamtvolumen von rund 15 Mio. Euro ausgesprochen. Der LSB hat an seinem Standort im Sportpark Hannover ein neues Sportinternat mit einer Dreifeldhalle – als Ersatz für eine abgängige Halle aus den 60er Jahren – für die Akademie des Sports gebaut. Die in Passivhausstandard erbauten Gebäude auf dem Gelände des LSB nutzen die bestehende Infrastruktur optimal und fördern Synergien.

Der Neubau befindet sich auf dem Erbbaugrundstück des LSB im Sportpark Hannover, wo sich auch seine Verwaltungszentrale und ein Bettenhaus der Akademie des Sports befinden. In unmittelbarer Nähe des neuen LOTTO Sportinternates liegen im Sportpark Hannover als Trainingsstätten für die Sporttalente das Sportleistungszentrum Hannover mit dem Olympiastützpunkt Niedersachsen sowie das Erika-Fisch-Stadion. Der Sportpark liegt nördlich des Landschaftsschutzgebietes Obere Leine.

Die abgängige Dreifeldhalle war in einer zur damaligen Bauzeit üblichen „Dunkelhallen“-Bauweise ausgeführt, was den heutigen Anforderungen an eine moderne Lehr- und Trainingshalle nicht mehr entspricht. Ferner entsprach die Halle nicht mehr den heutigen energetischen Standardanforderungen.

## Ganzheitliches Gebäudekonzept

Der Neubau stellt eine weitere Stufe in der Umsetzung der umweltpolitischen Leitgedanken des LSB dar, in dem der LSB die Themen der Optimierung der Gebäudeform mit Blick auf Nachhaltigkeit des Lebenszyklus sowie eines ganzheitlichen energieoptimiertes Gebäudekonzepts im Neubau verfolgt hat.

### Auszug LSB-Satzung

„§ 2 Zweck, Grundsätze und Aufgaben des LSB

„8. Der LSB setzt sich für eine sozial gerechte, dauerhaft umweltverträgliche und wirtschaftlich nachhaltige Sport- und Vereinsentwicklung im Sinne der Agenda 21 ein.“

Dieser Ansatz wurde von dem Wissen geprägt, dass zu den größeren Emittenten von klimaschädigenden Gasen im Sport die anlagengebundenen gedeckten Sportstätten gehören und eine große Herausforderung bei der Umsetzung ambitionierter Klima- und Umweltschutzziele sind, andererseits aber der Bausektor schon umfassende Lösungsansätze bietet, die der LSB nutzen wollte.

Der LSB hat sich für den Neubau der Halle und des Internats entschieden, da eine energetische Sanierung und Modernisierung der alten Halle wirtschaftlich nicht abzubilden war. Bei dem Bau sollten über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgehende energetische und ökologische Kriterien umgesetzt werden. So wurden der Hallen- und Internatsneubau im Passivhausstandard unter Verwendung ökologischer und z. T. neuartiger Werkstoffe ausgeführt.

Auf dem Wissen, dass sich bei einer Baumaßnahme die Gesamtkosten der Immobilie über die Nutzungsdauer aus 30 % reine Baukosten und 70 % Betriebskosten zusammensetzt, hat der LSB als verantwortungsvoller Bauherr aufgrund einer internen

Kosteneinschätzung auf Basis von Erfahrungswerten einen Kostenartenplan bzgl. der auf die zu tätigen Investitionen nachstehenden Folgekosten für das Bauprojekt erstellt. Aus der Gegenüberstellung der prognostizierten Folgekosten zu den investiven Mehraufwendungen ergab sich, dass über die Lebensdauer des Gebäudes gerechnet die Energieeinsparungen den anfänglich höheren Kapitaldienst rechtfertigen.

## Integrale Planung

Energiesparende und klimaschonende Bauweise erfordert eine frühzeitige integrale Planung, da sich nur dann Konstruktion, Haustechnik und Energiekonzept optimal miteinander kombinieren lassen. Deshalb wurden von Anbeginn in einer Projektgruppe Planer, Zulieferer, Nutzer und Bauentscheider in einem intensiven Dialog eingebunden, was den Informationsfluss in der Bauwertschöpfungskette stärkte und schon in der Planungsphase den Bau eines nachhaltigen Gebäudes sowie dessen Betrieb sicherstellt.

Seit August 2010 leben und trainieren 75 Jugendliche im Alter von 12 bis 20 Jahren im Internat. Neben den Gebäuden wurde auf eine ökologische Gestaltung der Außenanlagen Wert gelegt. Dabei sollten die Außenanlagen für eine sportive Nutzung durch die im Internat Lebenden einerseits gestaltet werden, aber auch ausreichend Erholungsmöglichkeiten und Lebensqualität bieten sowie den Nutzer der Akademie des Sports weitere Sportflächen zur Verfügung stehen.

Es galt also im Außenbereich die Interessen an Sport- und Lernflächen mit einer ökologischen Aufwertung der Flächen in

Einklang zu bringen. Dazu wurde bei der Verwendung von Pflanzmaterial darauf geachtet, dass durch eine standortgerechte Bepflanzung die Einbindung in den umgebenden Landschaftsraum hergestellt wird und sich die Pflanzen in das Bild des Sportparks einfügen und dabei einen höheren ökologischen Nutzen – insbesondere für die Fauna – im Sportpark bringen. Die Dachfläche der Sporthalle wurde zur Hälfte als Sportfläche ausgebaut. Die andere Hälfte wurde durch Bäume, Sträucher, Stauden und einjährige Pflanzen bepflanzt und somit - ebenso wie durch die Dachbegrünung des Internatsdaches - aufgewertet.

### **Auszug LSB-Leitbild Mittendrin in unserer Gesellschaft**

„Wir übernehmen Verantwortung

Als Grundlage für sportliches und gesellschaftliches Handeln sind uns die Bewahrung der Natur und die Verbesserung der Umwelt verpflichtend. (...) Wir übernehmen Verantwortung für die Einlösung dieser Werte und für die nachhaltige Bewahrung der Lebensgrundlagen von Mensch, Tier und Natur.“

## **Naturverständnis**

Damit die umweltpolitischen Verpflichtungen des LSB mit Leben gefüllt werden, müssen die Kinder und Jugendlichen für dieses Thema frühzeitig sensibilisiert werden. Ein Naturverständnis, ein Verständnis für die ökologischen Zusammenhänge, entwickelt sich dann am ehesten, wenn die Kinder und Jugendlichen die Möglichkeit haben, Naturerfahrungen zu machen. Das kann zur nachhaltigen Naturachtung und damit zur Naturerhaltung beitragen. Daher werden die Kinder und Jugendlichen neben der sportlichen und schulischen Ausbildung durch das Umwelt-Bildungskonzept des Internats frühzeitig zu Multiplikatoren ausgebildet, die in ihrem späteren

sportiven und gesellschaftlichen Leben dieses Wissen z.B. in die Sportvereine tragen.

Dieser Auftrag wird durch die Gestaltung der Außenanlagen gefördert und unterstützt, da über das unmittelbare Umfeld den im Internat lebenden Kindern und Jugendlichen die Möglichkeit geboten wird, sich mit der Natur und den Umweltbedingungen direkt auseinander zu setzen.

Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf die Nachhaltigkeit des Bildungsansatzes gelegt, denn die Kinder und Jugendlichen von heute sind die Multiplikatoren von morgen.

Mit dem Neubau hat der LSB gezeigt, dass die hohen Anforderungen an einen ökologischen, energieeffizienten Bau realisierbar sind.

Mit dieser Broschüre soll allen Interessierten Mut gemacht werden sich auf den Weg zu machen. Neben dem Zeichen, dass der LSB durch den Neubau gesetzt hat wirbt der LSB durch Informations- und Bildungsveranstaltungen für seine Vereine, Sportbünde und Landesfachverbände auf eine umfangreiche Einbeziehung ökologischer Aspekte beim Bau und Betrieb von Sportstätten hin. Ferner sind unter anderem auf der Homepage des LSB gute Beispiele von Vereinen dokumentiert und es werden im Bereich der Sportstättenentwicklung zukünftig verstärkt die Fördermittel für Sportstättenbaumaßnahmen unter Berücksichtigung von Umweltbelangen eingesetzt werden.

# Passivhausstandard: Allgemeine Grundlagen

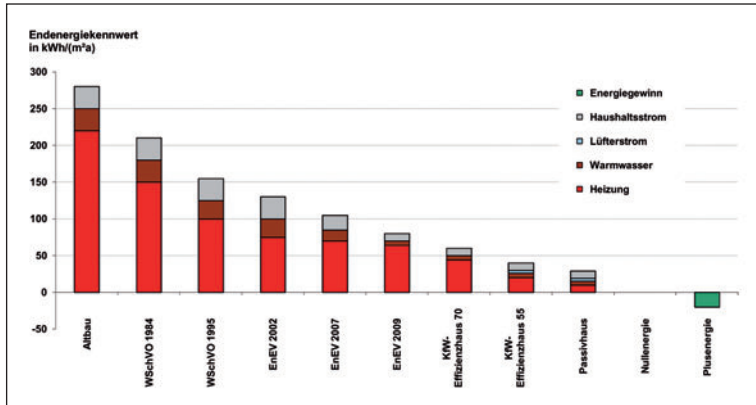
Überdachter Lichthof



Bei Neubauten kann ein großer Anteil an Heizwärmeenergie eingespart werden, wenn das Gebäude nicht nur nach den gesetzlichen Minimalvorgaben, sondern als Passivhaus erstellt wird. Ein Passivhaus ist laut Definition des Passivhaus-Instituts Darmstadt ein Gebäude, in dem fast ohne Heizverteilsystem im Winter und ohne Klimaanlage im Sommer eine hohe Behaglichkeit erreicht werden kann. Das Haus heizt und kühlt sich „passiv“. Auf ein konventionelles Heizverteilsystem kann meist sogar vollständig verzichtet werden, weil die Wärmeverluste des Bauwerks durch eine optimierte Gebäudehülle deutlich minimiert werden.

Die winddichte, annähernd wärmebrückenfreie und extrem wärmegeämmte Gebäudehülle des Passivhauses sorgt dafür, dass die warme Innenluft im Gebäude bleibt und die kalte Außenluft vom beheizten Raumvolumen abgehalten wird. Zusätzlich tragen Dreischeibenverglasungen mit ihren niedrigen Wärmedurchgangskoeffizienten ebenfalls zu niedrigen Wärmeverlusten bei, haben aber durch ihren hohen Energiedurchlassgrad die Eigenschaft, kostbare Sonnenenergie einzufangen und in den Räumen und Wänden zu speichern. Selbst im Winter liefern diese Fenster solare Gewinne und können somit als „Heizquelle“ in die Heizwärmeberechnung mit einbezogen werden. In Zahlen ausgedrückt versteht man unter einem Passivhaus ein Gebäude

- dessen Jahresheizwärmebedarf  $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  [entspricht etwa 1,5 Liter Heizöl pro  $\text{m}^2$  und Jahr] und
- dessen Primärenergiekennzahl für Restheizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Haushaltsstrom  $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  nicht überschreitet und
- dessen Infiltrationsluftwechsel bei 50 Pa kleiner  $0,6 / \text{h}$  ist.



Energiebedarf unterschiedlicher Gebäudestandards

Die Grundlegendefinitionen des Passivhausstandards kommen aus dem Bereich des Wohnungsbaus, man erkennt aber in den letzten Jahren die konsequente Umsetzung von Bürogebäuden, Sportstätten und öffentlichen Gebäuden im Passivhausstandard, die sich vermehrt durchsetzen.

Passivhäuser vereinen modernste bauphysikalische Erkenntnisse mit höchster Energieeffizienz und Nutzerqualität. Dabei ist das Passivhaus keine neue Bauweise, sondern ein Baustandard, der besondere Anforderungen bezüglich Architektur, Technik, Ökologie und Komfort festlegt und weiterentwickelt.

## Vorteile durch den Passivhausstandard

- Erhebliche Energie- und Nebenkosteneinsparungen
- Steigerung der Unabhängigkeit in Bezug auf fossile Energieträger
- Bessere Luftqualität durch mögliche CO<sub>2</sub> - und Feuchtesteuerung
- Verbesserte Wohn- und Sportbedingungen für Allergiker durch Pollenfilter
- Keine Zugerscheinungen durch offen stehende Fenster
- Verringerung von Wärmebrücken: keine Taufeuchte und Schimmelbefall
- Erhöhung der Oberflächentemperaturen von Bauteilen und damit der Behaglichkeit
- Geringere Temperaturschwankungen im Sommer und Winter
- Überhitzungsreduzierung im Sommer
- Verbesserter Schallschutz

# Gebäudehülle

Zum Erreichen des Passivhausstandards werden die ohnehin erforderlichen Bauteile energetisch optimiert. Um Transmissionswärmeverluste auf ein Minimum zu begrenzen, benötigt ein Passivhaus eine hochgedämmte Gebäudehülle. Wärmebrücken, z.B. Beton- oder Metallteile die von innen nach außen durchlaufen, müssen unter allen Umständen vermieden werden. Durch die dicke Dämmung bleiben Passivhäuser auf der Innenseite im Winter warm und im Sommer kühl. Dadurch steigt der Komfort und Feuchteschäden durch Tauwasserbildung werden vermieden.

Die Dämmstoffdicken bei Passivhäusern liegen in einem Bereich zwischen 25 und 35 cm, um Wärmedurchgangskoeffizienten opaker Bauteile wie Wand-, Dach- und Fußbodenkonstruktionen von  $\leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  zu erreichen. Fenster sollten einen Uw-Wert von  $\leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  bei gleichzeitig hohem Energiedurchlassgrad (g-Wert um 50 %) aufweisen.

Das Gebäude bzw. die Gebäudehülle ist wind- und luftdicht zu erstellen, damit die Lüftungswärmeverluste so gering wie möglich gehalten werden können. Die Luftwechselrate darf bei einer Druckdifferenz von 50 Pascal 0,6 pro Stunde nicht überschreiten. Ungewollte Leckagen an Anschlusspunkten von Bauteilen müssen daher unbedingt vermieden werden.

Der Neubau des LSB erreichte beim Blower-Door-Test mit  $n_{50} = 0,14 \text{ h}^{-1}$  einen sehr guten Wert, der sogar noch deutlich unter den Anforderungen für ein Passivhaus bleibt.

Beim LandesSportBund Niedersachsen (LSB) wurde aber nicht nur Wert auf dick gedämmte Bauteile, sondern auch auf ökologische Baustoffe gelegt. Die Energie zur Herstellung der Dämmstoffe und deren Umweltverträglichkeit bis hin zur



Entsorgung wurde berücksichtigt und auf Dämmstoffe aus Kunststoff mit schlechter Lebenszyklusbilanz wie z.B. Polystyrol, das überwiegend aus fossilen Rohstoffen (Erdöl) hergestellt wird, soweit wie möglich verzichtet.



Schaumglasschotter

Zur Dämmung der Bodenplatte wurde neben einer Estrichdämmung eine 30 cm dicke Schicht aus Schaumglasschotter unter der Bodenplatte eingesetzt. Dieses Material wird zu ca. 98% aus Recyclingglas und zu 2% aus rein mineralischen Zuschlagstoffen hergestellt. Schaumglasschotter ist bei entsprechender Verdichtung druckfest, so dass auf Streifenfundamente und Frostschürzen verzichtet werden kann. Damit wird gleichzeitig eine sonst kaum vermeidbare Wärmebrücke umgangen. Dort wo es aus statischen Gründen erforderlich war, Stützenfundamente einzusetzen, wurden diese seitlich und von unten mit Last abtragenden Schaumglasplatten gedämmt.

Die Außenwände wurden mit 30 cm dicken Mineralwollelamellen gedämmt. Mineralwollelamellen werden größtenteils aus Gesteinen und Recyclingstoffen hergestellt und lassen sich auf gekrümmten Flächen wie der Außenfassade des Neubaus gut



Mineralwollelamellen

verarbeiten. Bei geraden Flächen und kleineren Gebäuden wären z.B. auch Mineralschaumplatten, wie sie beim LSB für die Dachdämmung eingesetzt wurden, eine Alternative.



Mineralschaumplatten

Für die Dachdämmung wurden Mineralschaumplatten eingesetzt, d.h. Platten mit sehr hohem Luftporenanteil. Sie sind aus natürlichem Material (überwiegend Sand, Zement, Kalk und mineralische Zuschlagstoffe), faserfrei und nicht brennbar.

Alle Grundstoffe stammen aus der direkten Umgebung der Fertigungswerke. Sie besitzen eine IBU- (Institut für Bauen

und Umwelt e.V.) und natureplus-Zertifizierung für ökologische Dämmstoffe.

Holz-Fenster bzw. -Pfosten-Riegel-Fassaden mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung sorgen bei kalten Außentemperaturen einerseits für solare Warmegewinne, zum anderen ist durch die 3-Scheiben-Verglasung auch gewährleistet, dass die Oberflächentemperaturen der Glasscheibe auf der



Rahmen mit Wärmeschutzverglasung



Internatsfassade im Rohbau

Raumseite auch im Winter bei 17-18°C liegt. Das entspricht annähernd der Raumtemperatur, wodurch Zugerscheinungen und Kondensatbildung am Fenster vermieden werden.

Zum Vergleich: Bei alter Isolierverglasung mit zwei Glasscheiben beträgt die Oberflächentemperatur nur ca. 9°C, bei heute üblicher 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung ca. 14°C. Dieser Temperaturunterschied zwischen Glasoberfläche und Raumlufttemperatur wäre in der Nähe der Fenster deutlich zu spüren und würde den Aufenthalt dort unbehaglich machen.

Die Holzfensterrahmen sind beim LSB auf der Außenseite mit Aluminiumschalen verkleidet. Dadurch entfällt das sonst regelmäßig erforderliche Streichen von Holzfenstern. Die Haltbarkeit und Lebensdauer der Fenster werden damit deutlich erhöht. Im Vergleich zu einem reinen Holzrahmen schneidet das Holz-Aluminium-Fenster zwar in der Herstellung aus energetischer Sicht schlechter ab, über die gesamte Lebensdauer gesehen werden jedoch Wartungszeit und –material für die Außenlackierung eingespart. Für die Entsorgung ist es zudem vorteilhaft, da das Aluminium getrennt recycelt werden kann, was bei einer Lackierung nicht möglich wäre.



## Gebäudetechnik

Heizkreisverteiler



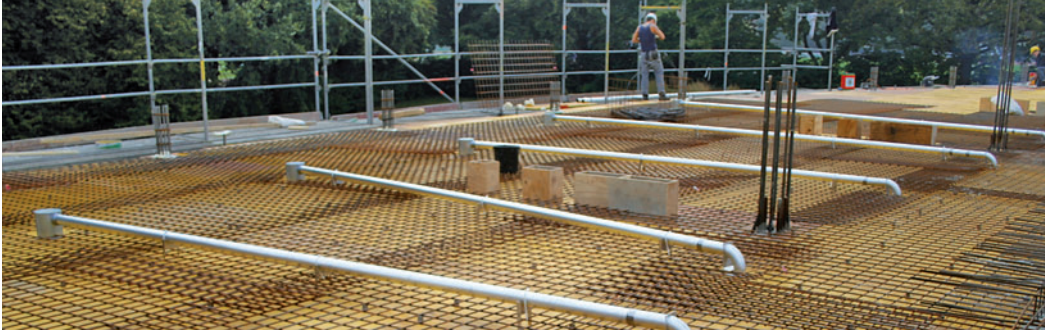
Eine Begrenzung der Lüftungswärmeverluste und eine spürbar verbesserte Luftqualität werden auch über eine kontrollierte Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung erreicht. Sie dient der Deckung des hygienischen Lüftungsbedarfs und ermöglicht eine kontinuierliche Frischluftzufuhr. Gleichzeitig werden Geruchsstoffe,  $\text{CO}_2$  und die verbrauchte Luft permanent abgesaugt, damit keine baulichen Schäden (z.B. Tauwasserausfall mit dem daraus oft resultierenden Schimmelbefall) auftreten können und ein einwandfreies Raumklima entsteht.

Untersuchungen an bestehenden Gebäuden ohne Lüftungsanlagen haben gezeigt, dass selbst bei vorbildlichem Lüftungsverhalten  $\text{CO}_2$ -Belastungsspitzen nicht verhindert werden können. Die Folge können geringere Konzentrations- und Leistungsfähigkeit, Müdigkeit usw. sein.

Lüftungsanlagen im Passivhaus sorgen nicht nur für ständig frische Luft, sondern haben zudem eine hocheffiziente Wärmerückgewinnung: Etwa 80-90% ihrer Wärme überträgt die Abluft im Wärmetauscher an die Zuluft. Dadurch erwärmt im Winter die 20°C warme Abluft die kalte Frischluft. Dieser Effekt wird beim LSB durch einen Erdreichwärmetauscher unterstützt, der unter der Bodenplatte verlegt wurde. Durch die gleichbleibende Temperatur im Erdreich wird die Zuluft im Sommer vorgekühlt und im Winter vorgewärmt.

Beim LSB wird das gesamte Gebäude über eine Bauteilaktivierung mit nur einem System belüftet, beheizt und gekühlt.

Grundlage ist ein System zur Betonkernkühlung mit Zuluft, das sich die hohe Speicherkapazität der Betondecke zunutze macht. Durch den niedrigen Energiebedarf im Passivhaus kann dieses ursprünglich zur Kühlung entwickelte System im Winter auch zur Beheizung eingesetzt werden.



Bauteilaktivierung

Die erwärmte Zuluft strömt vom Lüftungsgerät aus durch die Betondecken, erwärmt diese und tritt am Luftauslass wieder aus. Durch die warme Oberflächentemperatur der Decken steigt die Behaglichkeit.

Ein Passivhaus ist allerdings kein „Null-Heizenergie-Haus“. Im Winter wird zusätzliche Wärme benötigt, um Raumtemperaturen von 20°C aufrecht zu erhalten und die Behaglichkeit zu gewährleisten.

Die Heizwärmebereitstellung für die Nachheizung erfolgt über einen vorhandenen Fernwärmeanschluss. Aufgrund der geringen Heizlast im Passivhaus ist es möglich, die thermische Behaglichkeit allein durch das Nachheizen des Frischluftvolumenstroms sicherzustellen, ohne dazu zusätzlich Umluft zu verwenden. Nur im Erdgeschoss kann aufgrund spezieller gebäudespezifischer Gegebenheiten nicht auf statische Heizkörper verzichtet werden.

Dies wurde beim LSB jedoch als Chance genutzt, um erstmalig drei unterschiedliche Systeme zur Heizwärmebereitstellung unter sehr ähnlichen Nutzungsbedingungen miteinander vergleichen zu können.

In den drei Etagen des LOTTO Sportinternates kommen folgende Systeme zum Einsatz:



Gedämmter  
Lüftungskanal



## EG: Wärmeverteilung über das Lüftungsnetz und Heizkörper

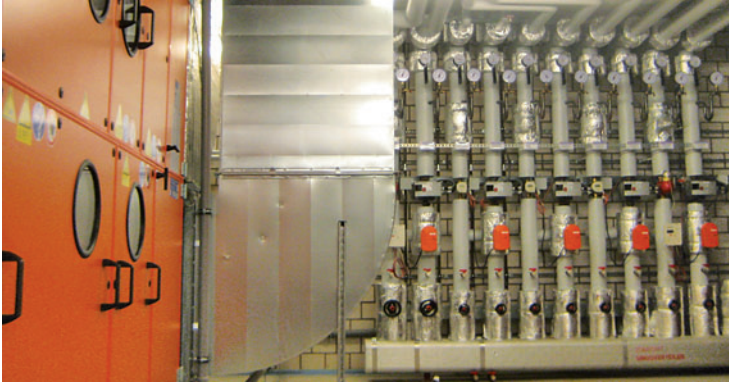
Bei der Wärmeverteilung und Bereitstellung über ein konventionelles Heizsystem mit Heizkörpern in jedem Raum können die Nutzer über Thermostatventile eine individuelle Raumtemperatur einstellen. Das Lüftungssystem stellt die Grundheizlast zur Verfügung und über die Heizkörper werden die individuellen Spitzen gedeckt. Der Nachteil bei diesem System besteht darin, dass die Gefahr der Fehlbenutzung hoch ist. Das hohe Wärmeangebot der Heizkörper kann z.B. durch falsches Lüftungsverhalten über die Fenster abgelüftet werden, so dass der geringe Energiebedarf für Passivhäuser nicht erreicht wird. Heizkörpersteuerungen können zudem geringe Temperaturdifferenzen nicht optimal anpassen. Außerdem entstehen „doppelte“ Investitionen durch die zusätzliche Wärmeverteilung.

## 1. OG: Wärmeverteilung nur über das Lüftungsnetz

Die Wärmeverteilung erfolgt nur über das Lüftungsnetz. Auf ein klassisches Heizungsnetz wurde verzichtet, so dass die Investitionskosten relativ gering bleiben. Allerdings haben die Nutzer in dieser Etage keinen direkten Einfluss auf die Raumtemperatur. Die Wärmezufuhr wird zentral gesteuert und über Temperaturfühler kontrolliert. Eine individuelle Einzelraumregelung ist nicht möglich.

## 2. OG: Wärmeverteilung über das Lüftungsnetz mit Nachheizregistern

Das Lüftungssystem erhält zusätzlich für jede Nutzereinheit ein Nachheizregister, welches individuell eingestellt werden kann. Heizkörper sind hierbei nicht erforderlich. Ein Fehlverhalten der Nutzer ist nicht so gravierend, da dem Raum höchstens so viel



Lüftungsanlage

Wärme zugeführt wird, wie über die Luftmenge möglich ist. Die Kosten bewegen sich in ähnlicher Größenordnung wie bei der Variante mit Heizkörpern.

Die Sporthalle der Akademie des Sports wird ebenfalls nur über die Zuluft geheizt. Die gesamte Sporthalle hat keine Heizkörper. CO<sub>2</sub>- und Temperaturfühler kontrollieren die Luftqualität und Raumlufttemperatur und steuern die Wärmezufuhr zentral.



Im Betrieb wird zur Kontrolle eine Messtechnik zur Datenerfassung eingesetzt. Es kommen Temperatur-, Feuchte- und CO<sub>2</sub>-Fühler sowie mehrere Wärmemengenzähler für verschiedene Bereiche zum Einsatz, um die Wärmeverbräuche exakt zuordnen zu können. Durch die Messungen und ergänzende Nutzerbefragungen soll in den nächsten 2 Jahren die Funktionsfähigkeit, der Energieverbrauch und die Nutzerakzeptanz der drei unterschiedlichen Systeme ermittelt und verglichen werden, um die Erfahrungen auch in zukünftigen Bauvorhaben verwerten zu können.

# Solarthermie und Photovoltaik

Auf dem Dach des Neubaus wurden eine Solarthermieanlage zur Unterstützung der Heizung und Warmwasserbereitung sowie eine Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung installiert.



PV- und  
Solarthermie-Anlage

Die solarthermische Anlage hat eine Kollektorfläche von rund 46 m<sup>2</sup> und wird im Schnitt ca. 26 MWh Wärme pro Jahr produzieren. Somit führt das System durch niedrige Rücklauftemperaturen und eine optimale Einbindung der Solarenergie in diesem Fall zu einer Reduzie-

rung des Energieverbrauches um mindestens 12% gegenüber einer modernen Standardheizung und –warmwasserbereitung. Die Energieeinsparung besteht nicht allein aus dem solaren Beitrag zur Warmwasserbereitung. Ein wesentlicher Einspareffekt ist die solare Deckung der erfahrungsgemäß hohen Zirkulationsverluste.

Die Photovoltaikanlage hat eine Modulfläche von ca. 300 m<sup>2</sup> und eine Leistung von 42,3 kWp. Die Module sind auf dem Flachdach so aufgestellt und ausgerichtet, dass sie sich gegenseitig nicht verschatten. Die Anlage hat eine prognostizierte Leistung von knapp 40.000 kWh pro Jahr. Das entspricht etwa 15-20 % des nach PHPP berechneten Strombedarfs des Gebäudes, wodurch pro Jahr gleichzeitig ca. 17 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden.

# Beleuchtung

Überdachte begehbare Lichthöfe bringen das Tageslicht in innenliegende Aufenthaltsbereiche bis ins Erdgeschoss. Um auch in weiter entfernten Bereichen Tageslicht nutzen zu können, wurden im 2. Obergeschoss in den innenliegenden Flurbereichen zusätzlich Tageslichtröhren eingesetzt. Das Licht wird in der Lichtröhre über einen sehr hohen Reflexionsgrad der Innenoberfläche fast vollständig in den darunter liegenden Raum geleitet und über eine Linse gleichmäßig verteilt. Eine Kuppellinse auf dem Dach fängt das Licht unter flachen Winkeln ein und leitet es weiter in die Lichtröhre. Dabei wird starkes direktes Sonnenlicht gebremst, so dass es über den gesamten Tag eine gleichmäßige Beleuchtung gibt.

Die künstliche Beleuchtung des Gebäudes ist tageslichtgesteuert und mit LEDs unterstützt. Es kommen Ein- oder Anbaudownlights zum Einsatz, die mit zwei Leuchtmitteln (Energiesparleuchten und LED-Bausteine) ausgestattet sind. In den Fluren aktiviert eine automatische Umschaltung eine Nachbeleuchtung, die es ermöglicht, sich gefahrlos zu bewegen. Die volle Beleuchtungsstärke ist dagegen nur durch bewusstes Anschalten durch den Nutzer zu erreichen, wodurch der Stromverbrauch reduziert werden kann.

In den Vorfluren der Internatszimmer und in Bereichen, in denen das Ausschalten der Beleuchtung möglicherweise vergessen werden könnte (Umkleiden, innenliegende Räume usw.), sind Bewegungsmelder mit manueller Übersteuerungsmöglichkeit installiert. Auch hier besteht der Vorteil darin, dass die Beleuchtung zuerst manuell eingeschaltet werden muss, dann aber mittels Bewegungsmelder erkennt, ob noch Bedarf an Licht besteht und sich ggf. selbst wieder ausschaltet.



Tageslichtröhren

Dieses Konzept wird auch in der Sporthalle der Akademie des Sports eingesetzt: Die Sporthalle ist in drei Felder aufgeteilt (siehe Fotos unten). Alle drei Felder haben eine Tageslichtregelung, verknüpft mit einem Präsenzmelder. Die Beleuchtung muss bewusst an einem Tableau eingeschaltet werden und regelt dann selbstständig – je nach Erfordernis und Tageslichteinfall – die Kunstlichtstärke.

Das Gesamtkonzept zielt auf einen energiesparenden Umgang mit Strom bei gleichzeitig höherem Komfort als mit konventionellen Ein- und Ausschaltern. Gleichzeitig wird durch die Reduzierung von künstlicher Beleuchtung die Kühllast im Sommer verringert.



Aufteilung der Beleuchtung der Sporthalle in drei regelbare Felder.

# Sommerlicher Wärmeschutz

Im Sommer sind die Räume der Internatsbewohner durch einen außenliegenden Sonnenschutz gegen zu hohen Wärmeeintrag geschützt. Zur Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes und zur Pufferung von Temperaturspitzen tragen außerdem ein vor die Lüftungsanlage geschalteter Erdschichtwärmetauscher sowie die Möglichkeit einer Nachtauskühlung über die Lüftungsanlage bei.

Die natürliche Nachtabkühlung der Außenluft wird ausgenutzt, um in den frühen Morgenstunden mit kühlerer Luft und damit geringem Energieaufwand die Decke nachzukühlen. Mit diesem Abkühlvorgang wird zeitversetzt die Wärme aus der Decke abgeführt, die vom vorangegangenen Tag in der Decke verblieben ist. Durch die große Trägheit des Systems wird ein sehr konstantes Raumklima erreicht. Es erlaubt eine Tag-/Nacht Phasenverschiebung, so dass Kühllasten am Tag in der Decke zwischengespeichert und in der Nacht energieoptimal abgeführt werden können.



Fassade der Internatszimmer

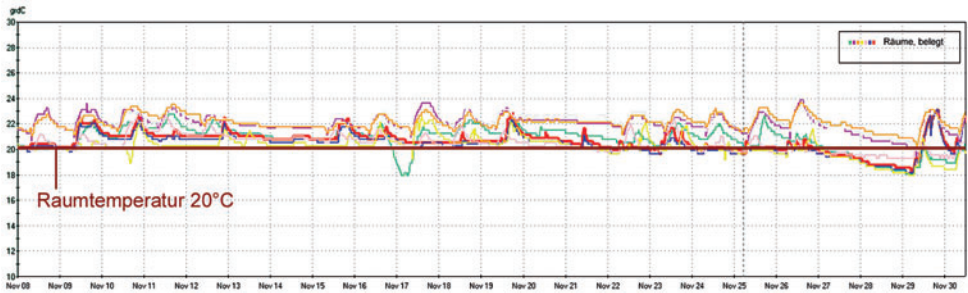
# Monitoring

Nach der Fertigstellung des Gebäudes und der Inbetriebnahme der technischen Anlagen hört in der Regel die Tätigkeit des planenden Ingenieurs auf. Damit hat er keine Einsicht mehr in Betrieb, Leistung, Akzeptanz, Wirtschaftlichkeit und Funktionsfähigkeit der Anlage. Da die Betreiber oftmals nicht genug Einsicht in die komplexen Vorgänge der Anlagen haben, sind Fehlfunktionen oder eine nicht optimale Regelungseinstellung oft schwer zu erkennen. Das kann hohe Laufzeiten, unnötige Leistungen, erhöhten Verschleiß und Wartungsaufwand zur Folge haben. Zu beachten sind neben den steigenden Kosten auch die CO<sub>2</sub> Belastung der Umwelt, deren Reduzierung gerade in Passivhäusern das Ziel sein sollte.

Aus diesem Grund sollte nach der Fertigstellung und der Inbetriebnahme der technischen Anlagen bei einem Passivhaus ein Monitoring über 2-3 Jahre erfolgen. Damit werden die Einstellungen der Anlagen im laufenden Betrieb überprüft und bei Bedarf optimiert. Nur so lässt sich sicherstellen, dass der berechnete Energiebedarf und die damit verbundene hohe Energieeinsparung in der Praxis auch tatsächlich erreicht werden.

Ziel des Monitorings ist also vor allem die Reduzierung von Lüftungswärmeverlusten, die Erhöhung der Nutzerakzeptanz durch verbesserte Luftqualität, die Vermeidung von Zuggeräuschen, die Reduzierung des Hilfsstrombedarfs und die Optimierung des sommerlichen Wärmeschutzes durch passive Kühlung.)

Für die Regelung sowie zur Kontrolle der Haustechnikkonzepte wurde beim LSB eine Messtechnik zur Datenerfassung installiert. Neben Temperatur-, Feuchte- und CO<sub>2</sub>-Fühlern zur Ermittlung der Raumkonditionen kommen auch mehrere



Innenraumtemperaturen im Internat (Nov. 2010)

Wärmemengenzähler für verschiedene Bereiche zum Einsatz, um die Wärmeverbräuche exakt zuordnen zu können. Zusätzlich können technische Parameter wie z.B. Luftmengen oder Stellventile aufgezeichnet werden, um durch das Gebäudeverhalten Rückschlüsse auf die Gebäudetechnik ziehen zu können.

Beim Neubau des LandesSportBundes Niedersachsen e.V. wird das Monitoring ergänzt durch regelmäßige Nutzerbefragungen, die Aufschluss über die Zufriedenheit der Nutzer geben sollen. Dabei steht die Zufriedenheit mit der Luftqualität, der Raumlufttemperatur und der Regelbarkeit der Anlagen im Vordergrund. Die Auswertung der Nutzerzufriedenheit mit den drei unterschiedlichen Heizwärmeverteilsystemen soll wichtige Erkenntnisse für die Planung und Ausführung weiterer Bauvorhaben bringen.



Die zentrale Steuerung der Gebäudeleittechnik

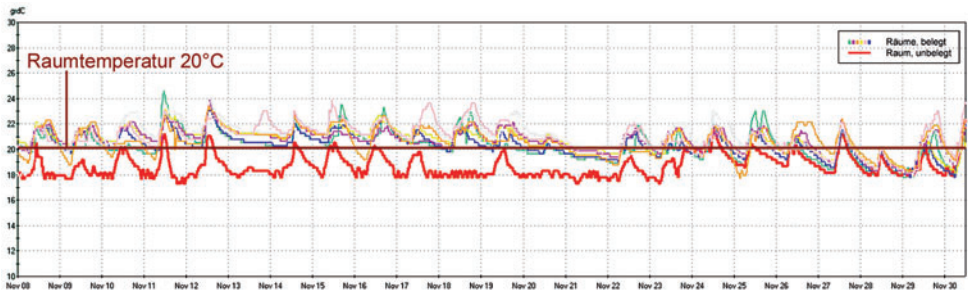
# Berechnungen und Messergebnisse

Zum Nachweis des Passivhausstandards wurde für das Gebäude eine energetische Berechnung mit dem Passivhausprojektierungspaket (PHPP) erstellt. Mit dieser Berechnung wird nachgewiesen, ob die Anforderungen für ein Passivhaus erfüllt sind:

|                                       | Kennwerte LSB              | Anforderung                  |
|---------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Energiebezugsfläche                   | 6.636 m <sup>2</sup>       |                              |
| Umbautes Volumen                      | 35.997 m <sup>3</sup>      |                              |
| Hüllfläche                            | 9.377 m <sup>2</sup>       |                              |
| Fensterfläche                         | 1.200 m <sup>2</sup>       |                              |
| A/Ve Verhältnis                       | 0,26                       |                              |
|                                       |                            |                              |
| Heizwärmebedarf (PHPP)                | 13 kWh/(m <sup>2</sup> a)  | ≤ 15 kWh/(m <sup>2</sup> a)  |
| Primärenergie-Kennwert (PHPP)         | 104 kWh/(m <sup>2</sup> a) | ≤ 120 kWh/(m <sup>2</sup> a) |
| Drucktest Ergebnis (n <sub>50</sub> ) | 0,14 h <sup>-1</sup>       | ≤ 0,60 h <sup>-1</sup>       |

Damit die oben genannten Rechenwerte im Betrieb auch tatsächlich erreicht werden, wird das Gebäude in den ersten Jahren nach der Fertigstellung messtechnisch erfasst und ausgewertet. Die Anlagentechnik kann dadurch kontrolliert, optimiert und an die Nutzung angepasst werden.

Die folgenden Auswertungen stellen einen ersten Überblick über die seit Inbetriebnahme des Gebäudes im August 2010 erfolgten und zukünftig möglichen messtechnischen Auswertungen dar und erläutern erste Optimierungsmaßnahmen und erfolgte Fehlerbehebungen

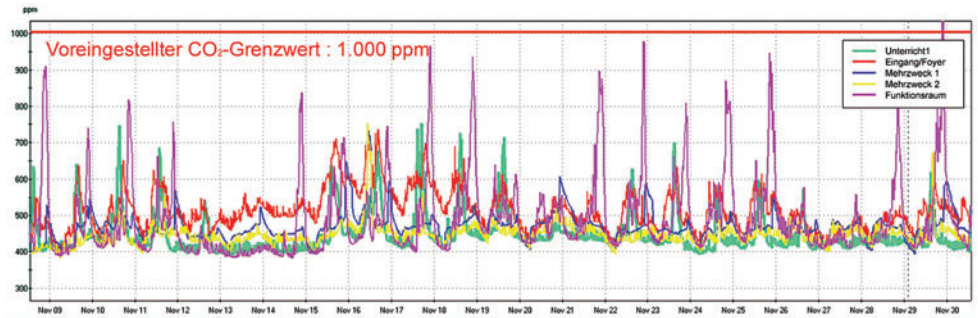


Innenraumtemperaturen im Internat (Nov. 2010)

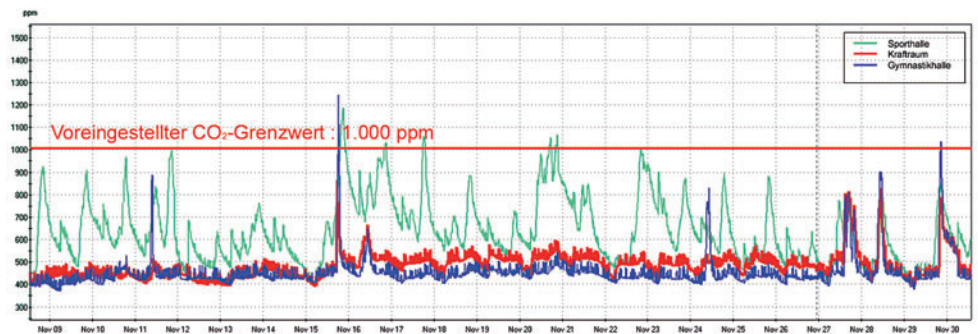
Über einen Datenlogger können die Raumtemperaturen über einen langen Zeitraum gespeichert werden und ermöglichen so eine Optimierung der Heizungs- und Lüftungsanlage. Die oben stehende Grafik zeigt die Entwicklung der Raumtemperatur in unterschiedlichen Bereichen des Sportinternats im November 2010. Es ist deutlich zu erkennen, dass ein Raum (roter Verlauf) erst am Ende des Monats belegt wurde.

Anhand der Aufzeichnung der Innenraumtemperaturen im November konnte außerdem festgestellt werden, dass die automatische Raumtemperaturregelung nicht wie geplant funktionierte. Während Anfang des Monats bei Außentemperaturen zwischen +2°C und +8°C die Innenraumtemperaturen im 1. OG nur durch die Beheizung über die Lüftungsanlage problemlos 20-22°C erreichten, sanken die Raumtemperaturen zum Ende des Monats auf 18-20°C ab als die Außentemperaturen unter 0°C fielen.

Durch die Fernauswertung konnte der Fehler rechtzeitig erkannt und behoben werden, so dass die Regelung in der Heizperiode wie geplant funktionierte.



CO<sub>2</sub>-Messwerte im Internat (Nov. 2010)



CO<sub>2</sub>-Messwerte in der Sporthalle (Nov. 2010)

Um die Luftqualität beurteilen zu können, wird der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft gemessen. Eine hohe CO<sub>2</sub>-Konzentration führt schnell zu Konzentrationsschwierigkeiten, Müdigkeit und geringerer Leistungsfähigkeit. CO<sub>2</sub>-Fühler steuern deshalb die Luftmengen der Lüftungsanlage, damit dauerhaft eine gute Luftqualität sichergestellt wird.



Einstellungen und Messwerte der Lüftungsgeräte und vieles mehr abrufen.

Die Grafik zeigt beispielhaft die Lüftungsverteiler mit der Vorregelung für die Nacherhitzer der Sporthalle und der Internatsräume im 1. und 2. OG. Aus den Daten für sämtliche Heizwärmeerzeuger können unter anderem die Heizwärmeverbräuche ermittelt werden.

Da das Gebäude erst im August 2010 bezogen wurde, lassen sich noch keine endgültigen Aussagen zum Heizwärmebedarf treffen. Bisher liegt der Verbrauch bei  $19,4 \text{ kWh/m}^2$  und damit etwas über dem Grenzwert für Passivhäuser und dem berechneten Wert nach PHPP. Es handelt sich jedoch um die erste Heizperiode nach der Bauphase, in der erfahrungsgemäß aufgrund noch vorhandener Baufeuchte immer ein höherer Heizwärmeverbrauch anfällt. Zudem ist die Einregelung und Optimierung der Lüftungsanlagen erst während der Heizperiode erfolgt. Es ist daher zu erwarten, dass der Verbrauch in den folgenden Jahren sinkt und die geplanten Werte auch tatsächlich erreicht werden.

# Finanzierung und Förderung

Der Neubau des LandesSportBundes Niedersachsen e.V. ist ein Gebäude, das in vielen Bereichen weit über die gesetzlichen Anforderungen und die üblichen Bauweisen hinausgeht. Es hat Modellcharakter im Sportstättenbau und soll als Vorbild für viele weitere Bauvorhaben dienen.

Durch die zusätzlichen Maßnahmen entstehen jedoch auch Mehrkosten. Aus diesem Grund wurde bei dem Bauvorhaben zunächst eine von der DBU geförderte Machbarkeitsstudie erstellt, die die Wirtschaftlichkeit des Passivhausstandards mit einer Ausführung nach Energieeinsparverordnung verglich. Abhängig von der zu erwartenden Energiepreissteigerung ergaben sich Amortisationszeiten zwischen 10 und 15 Jahren, wobei auch zu beachten ist, dass ein Passivhaus einen höheren Gebäudewert mit mehr Nutzerkomfort bietet als eine Standardausführung nach EnEV. Der Passivhausstandard wurde auf dieser Grundlage vom LSB finanziert. Für zusätzliche Maßnahmen, wie zum Beispiel ökologische Baustoffe, innovative Techniken (u.a. Tageslichtröhren), sowie auch für zusätzliche Planungsleistungen und die Qualitätskontrolle mit Monitoring wurden außerdem weitere Fördermittel durch die DBU bewilligt. Die Installation der drei unterschiedlichen Heizwärmesysteme wurde durch die Nds. Bingostiftung gefördert. Insgesamt konnten so etwa 50% der Mehrkosten für ökologische und innovative Maßnahmen über Fördermittel finanziert werden.

Zielsetzung bei Neubauten ist immer eine energetisch hochwertige Bauweise, die bei mehr Komfort und gleichzeitig niedrigeren monatlichen Energie- und Nebenkosten langfristig einen hohen Werterhalt sicherstellt und dabei auch einen Beitrag zum Umweltschutz leistet.

Weitere Informationen und zukünftige Messergebnisse finden Sie unter **[www.passivhaus.de](http://www.passivhaus.de)**.

## IMPRESSUM

Herausgeber: LandesSportBund Niedersachsen e.V.  
Ferdinand-Wilhelm-Fricke-Weg 10  
30169 Hannover

Autoren: LandesSportBund Niedersachsen e.V.  
Carsten Grobe Passivhaus  
Architektur- und TGA-Planungsbüro

Auflage: 500 Exemplare

Druck: März 2011

Fotonachweis: Die Bildrechte der Fotografien liegen  
beim LandesSportBund Niedersachsen

© Copyright: Ein Nachdruck ist nur mit Erlaubnis des  
LandesSportBundes möglich.

Kontakt: E-Mail: [info@lsb-niedersachsen.de](mailto:info@lsb-niedersachsen.de)

Gefördert durch das Bundesumweltministerium im  
Rahmen der DOSB-Initiative „Klimaschutz im Sport“.

