

## **Passivhaus-Supermärkte in Hannover – Statusbericht aus zwei Jahren Betriebserfahrung**

Matthias Wohlfahrt, proKlima - Der enercity-Fonds  
Glockseestraße 33, 30169 Hannover, Germany  
Tel.: +49 (0) 511 430 3345; matthias.wohlfahrt@enercity.de

Dr. Jürgen Schnieders, Passivhaus Institut  
Rheinstraße 44/46, 64283 Darmstadt, Germany  
Tel +49 6151/82699-0; juergen.schnieders@passiv.de

### **Ausgangslage**

In den letzten fünf Jahren sind in der Landeshauptstadt Hannover drei zertifizierte Passivhaus-Supermärkte entstanden. 2012 eröffnete der erste freistehende und zertifizierte REWE-Markt, 2014 folgten ein EDEKA-Center und der Marken-Discount Netto. Alle drei Projekte wurden durch den enercity-Fonds proKlima gefördert sowie eine durch proKlima vorgegebene Qualitätssicherung durchgeführt. Nach Inbetriebnahme wurden die Supermärkte in einem Monitoring in Zusammenarbeit von Passivhaus Institut und proKlima begleitet.

Möglich wurden die Passivhaus-Supermarktprojekte durch den Ratsbeschluss der Landeshauptstadt Hannover zu den „Ökologischen Standards beim Bauen im kommunalen Einflussbereich“ aus dem Jahr 2007/2009. Neben einer Beratungspflicht besteht die Präferenzvergabe von Grundstücken und Festlegung hoher Energiestandards in Grundstückskauf- und Erbbaurechts- sowie in öffentlich-rechtlichen Verträgen (städtebauliche- und Durchführungsverträge). Präferenzvergabe bedeutet, dass Verträge vorrangig geschlossen werden, die per Vertrag beabsichtigen, ein Passivhaus zu bauen [Kirscht 2011].

### **Passivhausbilanz Supermarkt**

Die in Hannover entstandenen Passivhaus-Supermärkte basieren auf einer ganzheitlichen Bilanzierungsmethode, die im Zusammenhang mit den Pilot-Projekten REWE-Markt in Hannover-Wettbergen und MPreis-Markt in Pinswang/ Tirol (Österreich) entwickelt wurden. Dafür wurden ein eigenes Berechnungsblatt im Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP) hinzugefügt und Effizienz-Anforderungen formuliert [Lepp 2014].

Der Passivhausstandard verfolgt im Supermarkt zwei Ansätze: Erstens die Vermeidung von unnötigen internen Kühl- oder Wärmelasten, gegen die aktiv gekühlt oder geheizt wird wie beispielsweise offene Kühlmöbel oder Abwärme ineffizienter Beleuchtung. Zweitens wird die Abwärme, die trotz optimierter Kältetechnik immer noch anfällt, eingefangen und gezielt dem Markt bei Heizbedarf wieder zugeführt. Das Ziel ist, mit der Abwärme der Kühlanlage, die normalerweise an die Außenluft abgegeben wird, den Markt thermisch zu konditionieren. Die Gebäudehülle ist daher so gut gedämmt, dass die Abwärme fast durchgängig ausreicht, um den Markt zu beheizen. Auch in konventionellen Supermarkt-

Konzepten gehört die Wärmerückgewinnung mittlerweile zur Standardausstattung. Allerdings werden die Möglichkeiten für eine hohe Wiederverwendung der Abwärme aufgrund der üblichen Teil-Bilanzierung nicht ausgeschöpft.

Welche Entwicklungsschritte in Hannover ausgehend von dem Pilotprojekt REWE bereits erfolgten, lässt sich anhand der Beleuchtungstechnik veranschaulichen. In den Jahren 2010 bis 2014 wurde beispielsweise der LED-Einsatz komplett vollzogen. Der REWE-Markt ist nur teilweise mit LED ausgestattet, wobei die anderen beiden Passivhaus-Märkte in Hannover komplett auf LED setzen. Welche Auswirkung die Effizienzsteigerungen der Technik auf die Gebäudehülle haben, zeigt folgende Tabelle:

	REWE (2012)		EDEKA (2014)		Netto (2014)	
	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	%-Minus ENEV 2014	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	%-Minus ENEV 2014	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	%-Minus ENEV 2014
Außenwand	0,23	18%	0,17	39%	0,17	39%
Pfosten-Riegel-Fassade (Vorhangfassade)	1,0	29%	1,0	29%	1,0	29%
Wand, Bodenplatte gegen Erdreich	0,30	14%	0,30	14%	0,22	37%
Dach	0,15	25%	0,13	36%	0,10	50%
Lichtkuppeln	1,4 - 2,2	48 - 19%	0,9* - 2,0	48%	1,0	63%
Fenster	---	---	1,0	23%	1,0	23%

**Tabelle 1: Vergleich der Kennwerte Gebäudehülle**

Nach den ersten Erfahrungen mit dem Pilotmarkt REWE wurde der Ansatz für die „internen Wärmelasten“ von 8,0 W/m<sup>2</sup><sub>EBF</sub> auf 6,5 W/m<sup>2</sup><sub>EBF</sub> reduziert. Folglich sind die Anforderungen an die Gebäudehülle gestiegen.

## Projektbeispiele Hannover

### REWE-Markt Hannover-Wettbergen

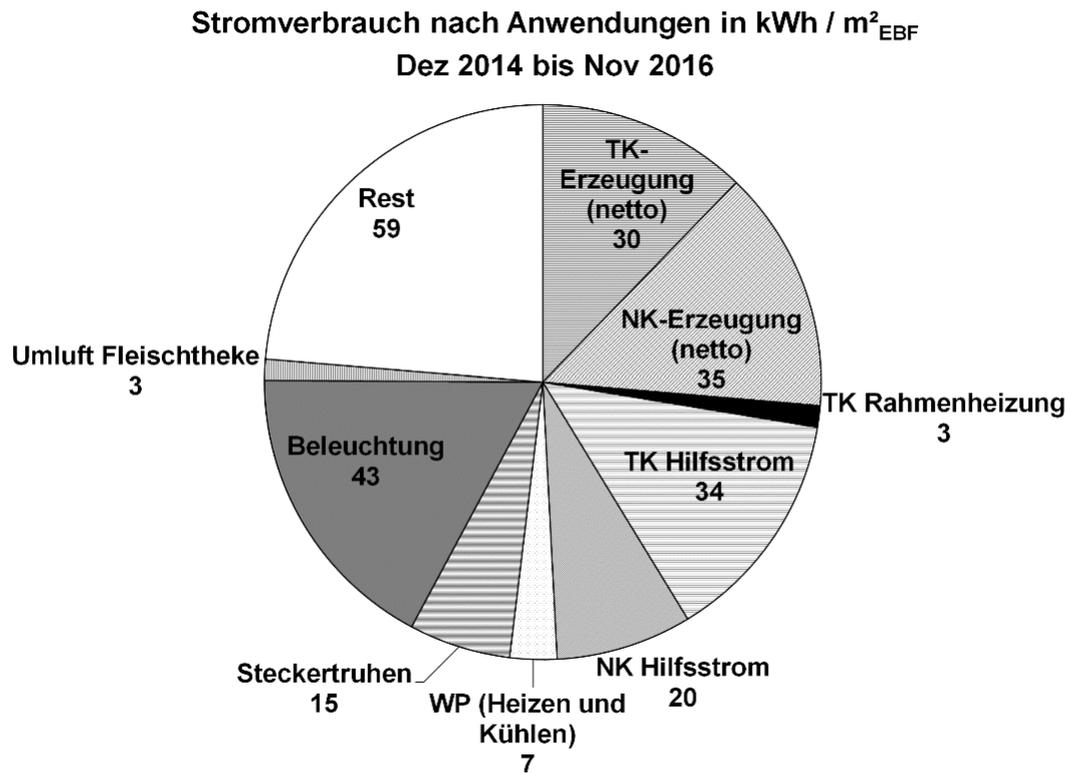


**Abbildung 1: REWE Markt (Fotos: proKlima/ O.Mahlstedt)**

Für das 2012 eröffnete Pilotprojekt REWE-Markt mit 1.300 m<sup>2</sup> Verkaufsfläche (VK) und rund 1.880 m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche (EBF) wurde erstmalig das Zusammenspiel von Gebäudetechnik und -hülle in der PHPP-Bilanz abgebildet und definiert. Die Idee, mit über 90% Abwärme aus der Kältetechnik den Markt im Winter zu beheizen und somit einen deutlich reduzierten Energiebedarf gegenüber Standard-REWE-Marktkonzepten zu

erreichen, wurde realisiert. Die Auswertungen der verfügbaren Messdaten für den Zeitraum vom 01.01.2013 bis 31.10.2016 zeigen, dass das Konzept aufgeht und die „Spitzenlast-Wärmepumpe“ /-Verdichter im Winter kaum benötigt wird und durch eine Optimierung eingespart werden könnte.

Der Gesamtstromverbrauch mit im Mittel 355 kWh/(m<sup>2</sup><sub>VK</sub> a) bzw. 247 kWh/(m<sup>2</sup><sub>EBF</sub> a) entspricht den Planungserwartungen und bewirkt eine Einsparung von mehr als 40% Endenergie gegenüber dem Standard-REWE-Marktkonzept von 2012.



**Abbildung 2: REWE Markt Stromverbrauch nach Anwendungen (Quelle: PHI)**

Bemerkenswert ist der auch im Jahr 2016 anhaltende hohe gemessene Hilfsstromanteil der Kühlmöbel. Die Verbundkälte benötigt etwa 50% des gesamten Stromverbrauchs im Markt, hiervon wird jedoch nur etwa die Hälfte von den Verdichtern selbst verbraucht.

Optimierungspotenziale zeigten sich im Bereich der Kälteanlagenregelung, insbesondere bei den Kondensationstemperaturen, die zu Gunsten eines verbesserten COPs der Kälteerzeugung um einige Kelvin gesenkt werden konnten. Weiterhin wird erwartet, dass ein früherer Beginn der Wiederaufheizung nach der Nachtabsenkung die derzeit beobachtete Spitzenlast-Anforderung der Wärmepumpe verzichtbar machen würde. Da ausgedehnte Nachtabsenkungszeiten und die damit einhergehenden geringeren Raumtemperaturen den Kältebedarf der Kühlmöbel verringern, wären weitergehende Detailuntersuchungen dazu erforderlich, wie die optimale Betriebsweise aussehen könnte. Der ökonomische Vorteil durch Verzicht auf Installation der Wärmepumpe wird teilweise durch den Mehrverbrauch der Kälteanlage sowie die längeren „Heizzeiten“ kompensiert. Die Thematik untermalt die Komplexität und wechselseitigen Abhängigkeiten der Energieströme in einem Supermarkt.

### EDEKA-Center Hannover-Roderbruch

Ende 2014 wurde der EDEKA-Center mit 3.300 m<sup>2</sup> Verkaufsfläche als weltweit erster Passivhausmarkt seiner Größe in Betrieb genommen. Gegenüber dem REWE-Markt sind weiterentwickelte Effizienztechniken eingesetzt. Beispielsweise ist der Markt komplett mit LED und Tageslichtsteuerung versehen. Die Energiebezugsfläche beträgt rund 4.430 m<sup>2</sup>.



Abbildung 3: EDEKA-Center (Fotos: EDEKA)

Im Zeitraum 01.11.2015 bis 31.10.2016 wurde ein Gesamtstromverbrauch von rund 280 kWh/(m<sup>2</sup><sub>VK</sub> a) bzw. 206 kWh/(m<sup>2</sup><sub>EBF</sub> a) gemessen.

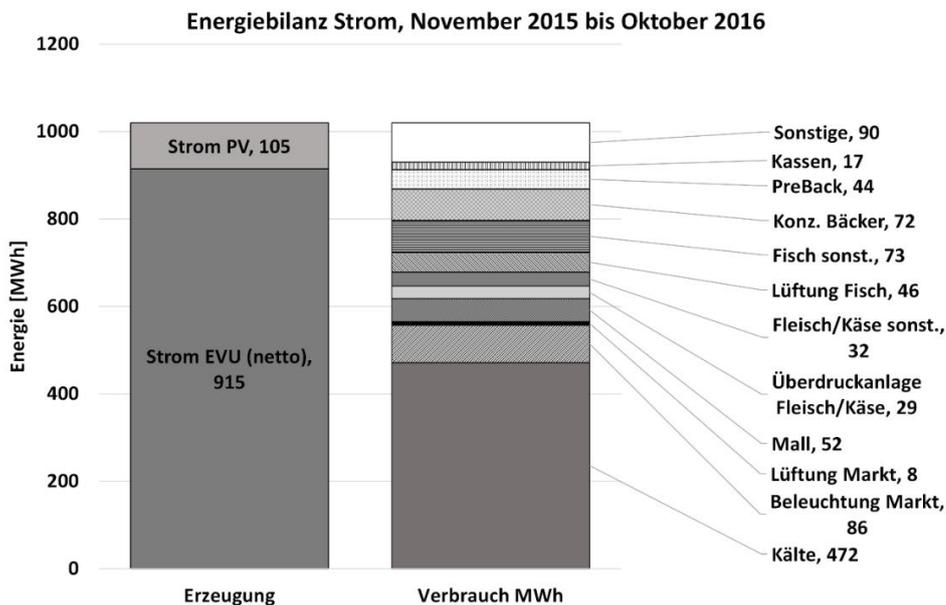


Abbildung 4: EDEKA-Center Stromverbrauch nach Anwendungen (Quelle: PHI)

Die Verbundkälteanlage arbeitet vollständig mit CO<sub>2</sub> und hat einen Stromverbrauchsanteil von rund 50 % am Gesamtstromverbrauch. Auch hier wurde ein zusätzlicher Verdichter im Verbundkältekreis zur Spitzenlast-Wärmeerzeugung eingebaut. Ähnlich wie im REWE-Markt wurde er im Messzeitraum zeitweise eingesetzt, würde bei geeigneter Betriebsführung aber vermutlich nicht benötigt. Die Beleuchtung verbraucht sogar weniger Energie als erwartet, da die Tageslichtnutzung gut funktioniert. Die PV-Anlage mit einer Nennleistung von 120 kWp liefert zu 99% Stromeigenerzeugung und 10% des Jahres-Stromverbrauchs.

Optimierungspotenziale im Betrieb wurden besonders im Konzessionärs-Bereich Fisch und der Fleischbedientheke entdeckt. Obwohl der Frischfisch-Verkaufsstand nur 4% der Verkaufsfläche ausmacht, verbrauchte er in 2015 mehr als 26 % der gesamten Heizwärme des Gebäudes. Das lag überwiegend am 24/7 durchgehenden Lüftungsbetrieb mit 5.700 m<sup>3</sup>/h. Die Betriebszeiten der Lüftungsanlage des Fischkonzessionärs sind mit den tatsächlichen Öffnungszeiten abgeglichen und vermutlich im Juli 2016 neu eingestellt worden. Dadurch entstand eine gemessene Stromeinsparung von 13 kWh/(m<sup>2</sup><sub>EBF</sub> a), hinzu kommt ein nennenswert reduzierter Heizwärmeverbrauch.

### **Netto Marken-Discount Hannover-Brink-Hafen**

Der von Ratsbona Handelsimmobilien realisierte Netto-Markt hat wie erwartet als „Discounter“ mit einer Verkaufsfläche von rund 820 m<sup>2</sup> und einer Energiebezugsfläche von 1.140 m<sup>2</sup> mit geringerem Warensortiment und mit nur einem Konzessionär gegenüber EDEKA und REWE einen deutlich reduzierten Energieeinsatz.



**Abbildung 5: Netto Marken-Discount (Fotos: Netto, proKlima/Wohlfahrt)**

In 2015 wurde ein Gesamtstromverbrauch von rund 200 kWh/(m<sup>2</sup><sub>VKA</sub>) bzw. 144 kWh/(m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub>) festgestellt. Im Zeitraum 01.12.2015 bis 30.11.2016 zeigt sich ein Gesamtstromverbrauch von rund 212 kWh/(m<sup>2</sup><sub>VK</sub> a) bzw. 153 kWh/(m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub>). Nicht enthalten ist der Konzessionärs-Bereich Bäckerei. Die Messungen liefern eine gute Übereinstimmung mit der nachgeführten PHPP-Berechnung. Der Anteil des Stromverbrauchs der Kälteanlagen liegt bei 63% des Gesamtverbrauchs. Die PV-Anlage (9,9 kWp) deckt ca. 5% des Stromverbrauchs. Die für Spitzenlasten eingesetzte Brennwertherme, ist nach den letzten Messungen noch zu oft im Betrieb und verbraucht 12 kWh/(m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub>) Erdgas. Der Verbrauch könnte bei optimaler Regelung und Abwärmenutzung auf nahezu null reduziert werden.

Die Sommermonate 2015 und 2016 verursachten ein Überhitzungsproblem, ausgelöst durch die Kombination von Tageslichtnutzung, großen unverschatteten Über-Kopf-Verglasungen und geschlossenen Kühlmöbeln. In den beiden Sommern wurden daher die Kühlmöbeltüren temporär ausgebaut und im Oktober 2016 eine zusätzliche Raumkühlung nachinstalliert.

### **Vergleich mit Standard-Supermärkten**

Die gemessenen, flächenbezogenen Energieverbrauchskennwerte sind nur schwer mit denen anderer Märkte zu vergleichen, denn Kühlmöbeldichte, Öffnungszeiten und

Kundenfrequenz beeinflussen den Energieverbrauch. Aussagekräftig erscheint ein Vergleich im Rahmen des VDMA Effizienz Quickcheck [VDMA 2017], in dem der Verbrauch der Kältetechnik pro Quadratmeter Displayfläche für zahlreiche Märkte verfügbar ist. Abbildung 6 zeigt, dass die drei Passivhausmärkte diesbezüglich ausgezeichnet abschneiden, ihre Kältetechnik braucht fast 50% weniger Strom als der Durchschnitt. Hinzu kommt, dass der sonst benötigte Energieverbrauch für die Raumheizung in den Passivhausmärkten fast vollständig entfallen kann.

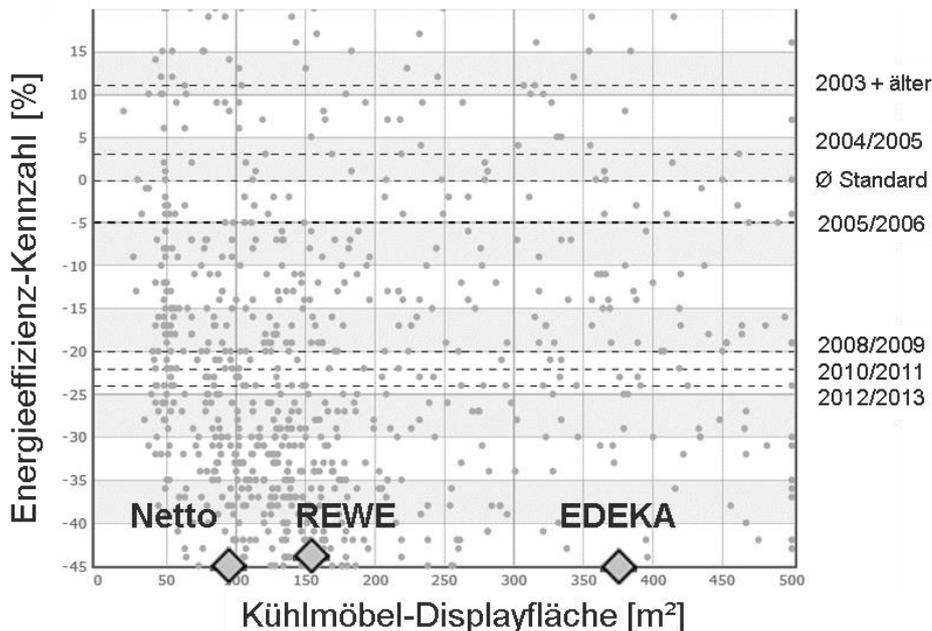


Abbildung 6: Kühlmöbel-Effizienz der drei Märkte in der Vergleichsgrafik des VDMA-Quickcheck

## Fazit

Die gute Übereinstimmung mit den Messdaten zeigt, dass die PHPP-Bilanzierung mit der Erweiterung für Supermärkte sinnvoll einsetzbar ist. Die Kälteerzeugung und Kühlmöbel sind trotz erheblicher Verbesserung weiterhin die Schlüsselkomponenten und machen ca. 50% des Endenergiebedarfs aus. Durch gute Dämmung der Gebäudehülle kann man es beim derzeitigen Niveau der Kältetechnik schaffen, die Märkte nur durch Abwärme zu versorgen, die eine konkurrenzlos günstige Leistungszahl (COP) aufweist. Für effizient laufende Märkte bewährt sich eine sorgfältige Inbetriebnahme und möglichst kontinuierliche Überwachung.

## Quellenverzeichnis

- [Kirscht 2011] Kirscht, E.: *Aktiv mit Passivhäusern zum zero:e park Hannover*. In: Feist, W. (Hrsg.) Tagungsband der 15. Internationalen Passivhaustagung 2011 in Innsbruck. Passivhaus Institut, Darmstadt, 2011.
- [Lepp 2014] Lepp L., Schnieders J.: *Passivhaus-Lebensmittelmärkte auf dem Vormarsch: Anforderungen, Beispiele und Ergebnisse*. In: Feist, W. (Hrsg.) Tagungsband der 18. Internationalen Passivhaustagung 2014 in Aachen. Passivhaus Institut, Darmstadt, 2014.
- [VDMA 2017] VDMA Effizienz Quickcheck, [www.vdma-effizienz-quickcheck.org](http://www.vdma-effizienz-quickcheck.org)