



**Netzwerk
Kälteeffizienz**
Hamburg

Kältemarktanalyse der Stadt Hamburg im Juni 2010

Diese Kältemarktanalyse wurde im Auftrag der Stadt Hamburg erstellt durch die Firma Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft.
Die Kältemarktanalyse erfolgte im Rahmen des Netzwerkes Kälteeffizienz Hamburg.

Herausgeber:

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
Unternehmen für Ressourcenschutz
Stadthausbrücke 8 • 20355 Hamburg
www.hamburg.de/ressourcenschutz



**Unternehmen für
Ressourcenschutz**
beraten · vernetzen · fördern



Inhaltsverzeichnis

1	Intention und Vorgehensweise	2
2	Allgemeine Daten und Fakten	3
2.1	Einwohnerzahlen	3
2.2	Flächen	3
2.3	Wirtschaft und Beschäftigte	4
2.4	Energiebilanz	21
3	Kältebedarf einzelner Sektoren	23
3.1	Ernährungsgewerbe	23
3.2	Chemische Industrie	26
3.3	IT und Medien	27
3.4	Kunststoffverarbeitung	27
3.5	Metallindustrie/Verformungstechnik	27
3.6	Gastgewerbe	27
3.7	Einzelhandel - Klimakälte	28
3.8	Bürogebäude	29
3.9	Krankenhäuser	31
3.10	Sportanlagen	32
3.11	Logistik	32
4	Der Hamburger Kältebedarf	32
4.1	Auswertung früherer Untersuchungen	32
4.2	Kälteverbrauch als Anteil am Gesamtstromverbrauch	33
4.3	Zusammenfassung der sektoralen Betrachtung	34
4.4	Zusammenfassung nach Anlagenkategorien	37
4.5	Energieträger im Kältemarkt	38
4.6	Installierte Kältetechniken	39
5	Energieeinsparpotential und zukünftige Entwicklung	42
5.1	Energieeinsparpotential	42
5.2	Einfluss der EnEV	43
5.3	Einfluss des Kältemittelverbotes R22	45
5.4	Energieeffizienzklassen von Klimageräten	46
5.5	Entwicklung des Kältemarktes	47
6	Bewertung und Ableitung von Handlungsschwerpunkten	48

1 Intention und Vorgehensweise

Ziel dieses Berichtes ist es, eine grundlegende Übersicht über den Kältemarkt der Stadt Hamburg darzustellen, um darauf aufbauend Strategien für eine weitere Verbreitung energieeffizienter Kälte zu entwickeln und im Rahmen des Klimaschutzprogramms der Stadt Hamburg, insbesondere des Netzwerks Kälteeffizienz, umzusetzen.

Mit der Analyse wird der Stromverbrauch für Kälte einzelner Branchen in Hamburg abgeschätzt. Daraus lässt sich ableiten, welche die kälteenergieintensivsten Sektoren sind und in welchen Branchen die größten Potentiale zur Minderung des Kälteenergieverbrauchs bestehen. Darauf basierend wird die Entwicklung des zukünftigen Kältemarktes beschrieben.

Es hat sich herausgestellt, dass Datenmaterial zum Kältebedarf, installierter Leistung und Kälteenergieverbrauch nicht in hinreichendem Maße zur Verfügung steht. Studien zu diesen Themen sind auf europäischer und bundesdeutscher Ebene gemacht worden. Auf regionaler Ebene liegen kaum Daten vor. Dieser Bericht versucht, diese Lücke zu schließen. Wo möglich basieren die ermittelten Werte auf den spezifischen Daten und Fakten, die für Hamburg in Kapitel 2 näher beschrieben sind, ansonsten wird auf Daten recherchierter überregionaler Studien bzw. Statistiken zurückgegriffen.

In Kapitel 2 werden zunächst grundlegende Daten und Fakten der Stadt Hamburg dargestellt. Dieses Kapitel gibt damit erste Hinweise auf kälterelevante Sektoren in Hamburg und deren Struktur. Diese Basisdaten dienen nicht nur den Berechnungen zum Kältebedarf in den darauf folgenden Kapiteln, sondern geben auch notwendige Informationen zur Entwicklung von Strategien für eine weitere Verbreitung energieeffizienter Kälte.

In Kapitel 3 wird der Kältebedarf für die einzelnen Sektoren ermittelt. Aufgrund der Datenlage handelt es sich hierbei um Schätzungen. Wenn keine Aussagen getroffen werden konnten, wird deutlich darauf hingewiesen.

Der Hamburger Kältemarkt wird in Kapitel 4 zusammengefasst und die Ergebnisse aus Kapitel 3 eingeordnet in die Kategorien Gewerbe, Klimakälte und Prozess-/Großkälte ausgewertet. Darüber hinaus werden Aussagen zu den Energieträgern und installierten Techniken getroffen.

Kapitel 5 stellt Einsparpotentiale unter Einschätzung der zukünftigen Entwicklung dar.

Abschließend erfolgt eine Bewertung und Ableitung von Handlungsschwerpunkten.

2 Allgemeine Daten und Fakten

2.1 Einwohnerzahlen

Hamburg hat rund 1,77 Mio. Einwohner und ist damit nach Berlin die zweitgrößte Stadt Deutschlands. In den vergangenen Jahren verzeichnete Hamburg leicht wachsende Bevölkerungszahlen, so wuchs die Bevölkerung in 2007 um rund 0,5%¹.

2.2 Flächen

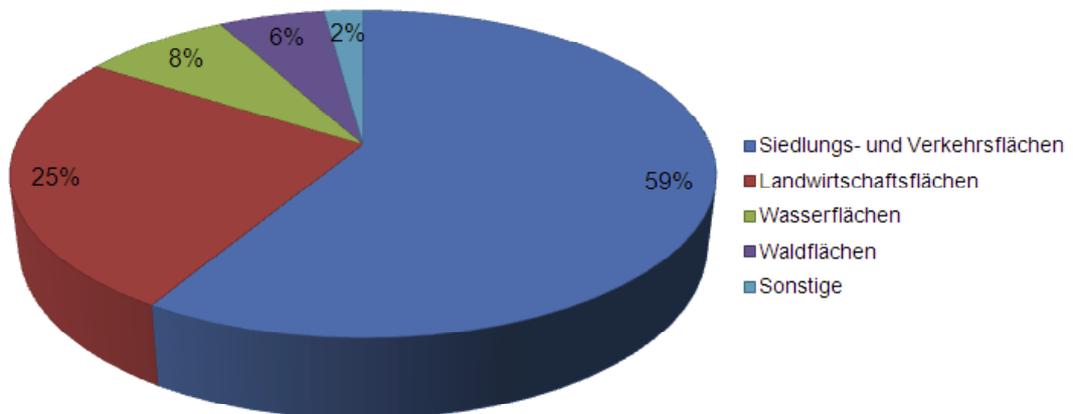
Das Stadtgebiet der Stadt Hamburg teilt sich in verschiedene Stadtteile auf:



Abbildung 1: Lageplan der Stadt Hamburg

¹ Vgl. Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: www.statistik-nord.de, 17.06.2009

Die Gesamtfläche Hamburgs wurde am 31.12.2004 in folgende spezifische Flächen aufgeteilt:



Quelle: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein

Abbildung 2: Flächennutzung in Hamburg

2.3 Wirtschaft und Beschäftigte

Hamburg gilt als das Wirtschaftszentrum Norddeutschlands. Der Status als bedeutender Wirtschaftsstandort ist deutschlandweit und international unbestritten. Zu den wichtigsten Wirtschaftszweigen gehören die Konsumgüterindustrie, Luftfahrtindustrie, Logistik, Chemie, Elektrotechnik, Maschinen- und Schiffbau, Mineralölwirtschaft, Banken, IT-Sektor und Medien- und Verlagswesen. Der Handel und das Gastgewerbe gehören zu den Bereichen mit dem stärksten Wachstum.

Insgesamt lag die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am 30.9.2007 bei 788.066. Davon waren 111.154 Personen im Verarbeitenden Gewerbe beschäftigt und 26.046 im Gastgewerbe.²

Die 17 größten Arbeitgeber nach Anzahl der Beschäftigten im Jahr 2006 waren³:

² Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: A VI 5 – vj 3/07 H, 07.08.2008

³ http://de.wikipedia.org/wiki/Hamburg#Wirtschaft_und_Infrastruktur , 17.06.2009

- | | |
|---|--|
| 1. Stadt Hamburg | 10. Hamburger Hochbahn |
| 2. Airbus Deutschland GmbH | 11. Hamburger Hafen Logistik AG (HHLA) |
| 3. Deutsche Lufthansa AG | 12. Otto Group |
| 4. Asklepios Kliniken Hamburg | 13. Universität Hamburg |
| 5. Deutsche Bahn AG | 14. Daimler AG |
| 6. Deutsche Post AG | 15. Rewe Group |
| 7. Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf | 16. Allianz SE |
| 8. Hamburger Sparkasse AG | 17. Axel Springer AG |
| 9. Beiersdorf AG | |

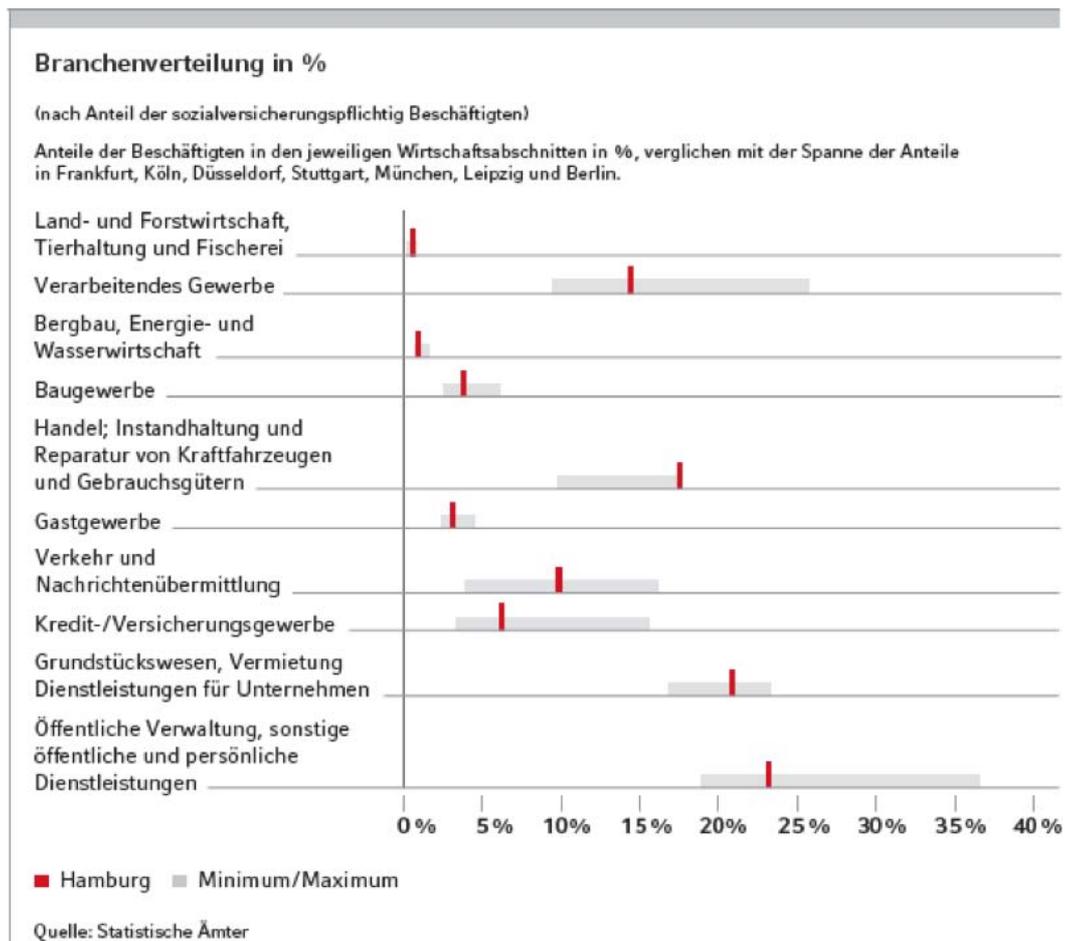


Abbildung 3: Branchenverteilung in % in 2006

Nach einer Studie des Prognos-Instituts ist Hamburgs Wirtschaft für die Zukunft gut aufgestellt. Bis zum Jahr 2030 prognostiziert das Forschungsinstitut ein durchschnittliches Wirtschaftswachstum von 1,7 % und einen Nettozugewinn an Arbeitsplätzen in einer Größenordnung von ca. 60.000.⁴

⁴ Grossmann & Berger: Gewerbevermietungs- und Investment-Markbericht 1. Halbjahr 2007. Juli 2007, Hamburg

Allerdings mussten die 219 größeren Industriebetriebe in Hamburg aufgrund der Wirtschaftskrise im ersten Quartal 2009 gegenüber den ersten drei Monaten 2008 einen deutlichen Umsatzeinbruch von 20,3 % auf insgesamt 14,2 Milliarden hinnehmen⁵.

2.3.1 Ernährungsgewerbe

Das Ernährungsgewerbe ist eine Zusammensetzung der Betriebe aus Nahrungsmittelindustrie, Ernährungshandwerk, Lebensmittelgroßhandel, Lebensmittel-Einzelhandel und Gastronomie⁶. Die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Hamburger Ernährungsgewerbe (inkl. Tabakverarbeitung) belief sich am 30.09.2007 auf 7.704 Personen⁷.

Im Folgenden werden die Hamburger Daten für die einzelnen Unterkategorien näher dargestellt. Darüber hinaus wird auf die Unternehmen der Kühl- und Gefrierhäuser näher eingegangen. Der Bereich Gastronomie wird näher unter dem Punkt 2.3.3 *Gastgewerbe* beschrieben.

2.3.1.1 Nahrungsmittelindustrie

Der Nahrungsmittelindustrie werden alle Betriebe mit 20 oder mehr Beschäftigten zugeordnet, welche ihren Schwerpunkt in der Herstellung von Lebensmitteln haben. Dazu gehören nach der Klassifikation des Bundesamts für Statistik folgende Wirtschaftszweige⁸:

Klassifikation des Bundesamts für Statistik	Wirtschaftszweig	Betriebe in Hamburg	Beschäftigte
15.1	Schlachten und Fleischverarbeitung	7	363
15.2	Fischverarbeitung	2	-
15.3	Obst- und Gemüseverarbeitung	4	311
15.4	Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten	5	1.490
15.5	Milchverarbeitung	k.A.	k.A.
15.6	Mahl- und Schälmmühlen, Herstellung von Stärke und Stärkeerzeugnissen	5	469
15.7	Herstellung von Futter-	3	261

⁵ Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: Statistik informiert ... Nr. 54/2009, 05.06.2009

⁶ <http://de.wikipedia.org/wiki/Lebensmittelindustrie>, 17.06.2009

⁷ Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: A VI 5 – vj 3/07 H, 07.08.2008

⁸ Statistisches Jahrbuch Hamburg 2008/2009, Kapitel 9, S. 117

Klassifikation des Bundesamts für Statistik	Wirtschaftszweig	Betriebe in Hamburg	Beschäftigte
	mitteln		
15.8	Sonstiges Ernährungs-gewerbe	38	3.314
15.81	Herstellung von Back-waren (ohne Dauer-backwaren)	26	1.632
Insgesamt (wegen Datenlücken keine vollständige Summe)		> 90	> 7.840

Tabelle 1: Betriebe und Beschäftigte in der Nahrungsmittelindustrie in Hamburg 2007

Zu den Industrieunternehmen mit mehr als 100 Beschäftigten gehörten im Jahr 2002⁹:

- im Bereich der Backwaren, Nahrungsmittel, Gewürze, Konserven und Süßwaren:

- Brückner-Werke Kommanditgesellschaft,
- Deutsche Hefewerke GmbH & Co. OHG,
- Deutsche Unilever GmbH,
- Diäko GmbH,
- EDEKA Produktions- und Handelsgesellschaft mbH,
- EURYZA Reis GmbH,
- Carl Kühne KG (GmbH & Co.),
- Haleko Hanseatisches Lebensmittel Kontor GmbH & Co. OHG,
- Kampffmeyer Mühlen GmbH,
- Kamps Nord GmbH & Co. KG,
- Langnese-Iglo Gesellschaft mit beschränkter Haftung,
- National Starch & Chemical GmbH,
- Nestle Deutschland AG Chocoladen-Werk Hamburg,
- Johs. Oswaldowski Gesellschaft mit beschränkter Haftung,
- F. Trognitz & Co. (GmbH & Co.)

- im Bereich der Brauereien, Getränke- und Spirituosenindustrie:

- Apollinaris & Schweppes GmbH & Co.,
- Bavaria-St.Pauli-Brauerei GmbH,
- Getränke-Industrie Hamburg Max Schmeling & Co. KG,
- Holsten-Brauerei Aktiengesellschaft

⁹ Handelskammer Hamburg: Branchenporträt: Dynamische Vielfalt – Industrieplatz Hamburg, Stand: April 2002 und Die Welt, Die umsatzstärksten Hamburger Unternehmen, 23.06.2008

- im Bereich Fisch- und Fleischverarbeitung:
 - Abba Seafood GmbH,
 - Beeck-Feinkost GmbH & Co. KG,
 - Drews Feinkost GmbH,
 - Vion Food Hamburg AG (vormals NFZ Norddeutsche Fleischzentrale AG)
 - Gottfried Friedrichs KG (GmbH & Co.),
 - Schwarz-Cranz GmbH & Co.
- im Bereich Kaffee- und Teeverarbeitung:
 - J. J. Darboven GmbH & Co.,
 - Deutsche Extrakt-Kaffee GmbH,
 - Kaffee-Veredelungswerk Koffeinfrei Kaffee G.m.b.H & Co.,
 - Tchibo Frisch-Röst-Kaffee Aktiengesellschaft
- im Bereich Ölmühlen, Speiseöl- und Margarineherstellung, Futtermittelindustrie:
 - Club-Kraftfutterwerke G.m.b.H,
 - ADM Hamburg AG,
 - Cremer Futtermühlen Gesellschaft mit beschränkter Haftung,
 - Deutsche Cargill GmbH Öl- und Fettveredelung,
 - Deutsche Unilever GmbH,
 - HL Hamburger Leistungsfutter GmbH,
 - Noble & Thöl Gesellschaft mit beschränkter Haftung,
 - Oehlmühle Hamburg Aktiengesellschaft,
 - Union Deutsche Lebensmittelwerke G.m.b.H..

2.3.1.2 Ernährungshandwerk

Betriebe mit weniger als 20 Beschäftigten und dem Schwerpunkt in der Lebensmittelherstellung werden dem Ernährungshandwerk zugeordnet. Dies sind zum Beispiel Bäckereien, Konditoreien und Metzgereien.

In Hamburg gibt es derzeit 37 Mitgliedsunternehmen in der Bäcker- und Konditoren-Vereinigung Nord¹⁰. Nach Aussagen der Handwerkskammer Hamburg gab es am 31.12.2007 92 Bäckereien und 71 Konditoreien in Hamburg¹¹. Hinzu kommen 550 Filialen¹².

¹⁰ www.bkv-nord.de, 17.06.2009

¹¹ Handwerkskammer Hamburg: Betriebsstatistik Hamburger Handwerk 2007 – Anlage A

¹² Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Stadt Hamburg, Energieabteilung: Kältebedarf in Hamburg, 09.07.2007

Die Fleischereinnung Hamburg zählt zurzeit 70 Mitglieder, davon haben 60 ein Fleischer-Fachgeschäft.¹³ Insgesamt gab es am 31.12.2007 155 Betriebe¹⁴.

Außerdem gab es am 31.12.207 auch 28 Betriebe von Speiseeishersteller (mit Vertrieb von Speiseeis mit üblichem Zubehör)¹⁵.

2.3.1.3 Lebensmittel-Großhandel

Auf dem Großmarkt Hamburg GmbH bieten mehr als 470 Großhändler Obst, Gemüse und Blumen auf 50.260 m² Handelsfläche in der Markthalle an. Die Gesamtfläche des Großmarktes beträgt 283.000 m²¹⁶

Einzelhändler, Gastronomen, Imbiss- und Cateringbetriebe versorgen sich mit Fleisch und anderen Lebensmitteln von etwa 180 Unternehmen auf dem Fleisch-Großmarkt Hamburg GmbH¹⁷.

Der Fischmarkt Hamburg ist seit 75 Jahren eines der kompetentesten Fischhandelszentren Deutschlands. Hier wird nicht nur Frischfisch gehandelt, sondern auch gleich weiterverarbeitet. Außerdem findet hier auch die Lagerung, Verarbeitung und Distribution von Tiefkühlprodukten statt. Insgesamt bietet der die Fischmarkt Hamburg-Altona GmbH ca. 75.000 m² Büro-, Gewerbe- und Handelsflächen.¹⁸

Zu den umsatzstärksten Unternehmen in Hamburg gehörten im Jahr 2007 die Edeka Zentral AG & Co. KG, die Cobana/Fruchtring-Gruppe und die Vion Food Hamburg AG (vormals NFZ Norddeutsche Fleischzentrale AG).

2.3.1.4 Lebensmittel-Einzelhandel

Der Lebensmittel-Einzelhandel ist der Bereich des Einzelhandels, der sich überwiegend mit dem Vertrieb von Lebensmitteln an Endverbraucher bzw. private Konsumenten befasst. Nach Angaben der Handelskammer Hamburg gab es im Jahr 2007 in Hamburg 2.832 Unternehmen, die mit Nahrungsmitteln handeln¹⁹. Im Jahr 2004 waren es in Hamburg nach einer Studie der A.C. Nielsen GmbH 1.870 Lebensmittel-Einzelhandelsgeschäfte was einem Anteil von 3,15 % an der deutschen Gesamtanzahl der Lebensmittel-Einhandelsgeschäfte entsprach²⁰.

¹³ <http://www.fleischer-hamburg.de/index.php?rub=innung&mid=33&typ=TXT&value=innungsprofil>, 17.06.2009

¹⁴ Handwerkskammer Hamburg: Betriebsstatistik Hamburger Handwerk 2007 – Anlage A

¹⁵ Handwerkskammer Hamburg: Betriebsstatistik Hamburger Handwerk 2007 – Anlage B2

¹⁶ Handelskammer Hamburg: Branchenporträt – Handelsplatz Hamburg, Stand: Januar 2002; Quelle: http://www.grossmarkt-hamburg.de/01_03_zahlendatenfakten.html, 17.06.2009

¹⁷ Handelskammer Hamburg: Branchenporträt – Handelsplatz Hamburg, Stand: Januar 2002

¹⁸ <http://www.fischmarkt-hamburg.de>, 09.07.2009

¹⁹ Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Stadt Hamburg, Energieabteilung: Kältebedarf in Hamburg, 09.07.2007

²⁰ Vgl. ACNielsen: Universen 2005 – Handel und Verbraucher in Deutschland, S. 38

Der Bereich des Lebensmittel Einzelhandels setzt sich aus folgenden Ladenformaten zusammen²¹:

Ladenformat	Größe in m ² Verkaufsfläche	Durchschnittliche Verkaufsfläche je Markt in m ²	Anteil Lebensmittel	% Anteil an Gesamtanzahl in 2006
Lebensmittelselbstbedienungsläden und Märkte (auch Tankstellen)	< 400	186	> 90%	52,5 %
Lebensmitteldiscounter	400 – 800	682	80 - 85%	26,9 %
Supermärkte	600 – 1.500	k.A.	> 75%	14,8 %
Verbrauchermärkte	1.500 – 5.000	789	ca. 30 %	4,3 %
SB-Warenhäuser	5.000 - 20.000	2.020	ca. 30 %	1,4 %

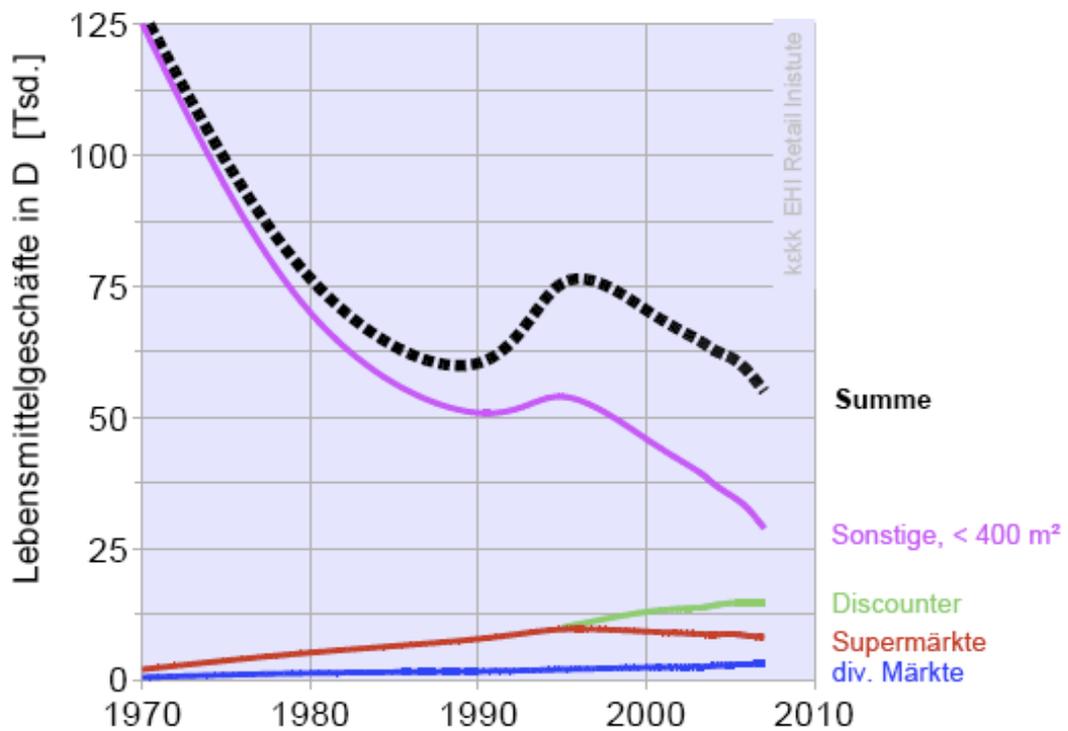
Tabelle 2: Ladenformate im Einzelhandel nach Fläche und Anzahl

Vom EHI Retail Institute GmbH wurde im Jahr 2006 festgestellt, dass Flächen unter 400 m² kaum mehr wirtschaftlich zu betreiben sind. Im Kalenderjahr 2005 sind gemäß der EHI-Statistik alleine rund 2.500 Geschäfte dieser Größenklasse deutschlandweit geschlossen worden. Ursache hierfür ist das Wachstum der Discounter, die 2005 zusammen mit den Supermärkten mit einem Marktanteil von erstmals über 40 % viele Kleinflächen verdrängt haben. Das EHI rechnet bei den kleinen SB-Geschäften bis 2010 mit weiteren 8.000 bis 10.000 Geschäftsaufgaben deutschlandweit.²²

Diese Entwicklung hat Einfluss auf die Gesamtanzahl der Lebensmittel-Einzelhandelsgeschäfte:

²¹ Vgl. Hrsg. Umweltbundesamt: Vergleichende Bewertung der Klimarelevanz von Kälteanlagen und -geräten für den Supermarkt, 12/2008, S. 37, S. 213 und ACNielsen: Universen 2005 – Handel und Verbraucher in Deutschland, S. 18

²² EHI Retail Institute GmbH: Pressemitteilung: Mehr Fläche trotz geringerer Anzahl, 04.10.2006

Abbildung 4: Entwicklung der Lebensmittelgeschäfte in Deutschland²³

Der Kühlmöbelbestand in Deutschland lag Mitte 2007 bei knapp 1.500 km²⁴.

	Spanne/Laden (lfm)	Ø pro Laden (lfm)	Gesamtbestand (lfm)
TK-Truhen	8,5-72	27,5	785.050
TK-Schränke	0-15	1,1	30.970
NK-Truhen	0-45	2,3	66.575
NK-Regale	8,3-100	21,0	599.495
Summe			1.482.090

Basis: Angaben zu 28.528 Filialbetrieben; lfm: laufende Meter. Eigene Erhebung ÖR.

Tabelle 3: Kühlmöbelbestand in Deutschland, Mitte 2007

Von den knapp 1.500 km Kühlmöbeln entfallen nach laufenden Metern 55,1% auf den Tiefkühl- und 44,9% auf den Normalkühl-Bereich. Es dominieren Tiefkühl-Truhen (53% nach lfm.) und Normalkühl-Regale (insbesondere für Molkereiprodukte; gut 40% nach lfm.). Die Unterschiede in der Ausstattung der einzelnen Lebensmittel-Einzelhandels-Ketten und Ladenformate mit den jeweiligen Kühlmöbelkategorien sind ausgeprägt,

²³ nach kekk, Präsentation „Klimafreundliche Kälteanlagen für den Supermarkt, Umweltbundesamt, 05.09.2008, Dessau, Folie 22

²⁴ Hrsg. Umweltbundesamt: Vergleichende Bewertung der Klimarelevanz von Kälteanlagen und -geräten für den Supermarkt, 12/2008, S. 263

was sich in z. T. großen „Spannen“ bei den einzelnen Kühlmöbeln ausdrückt. Bei den Discountern beträgt der durchschnittliche Besatz mit Kühlmöbeln pro Laden etwa 31,5 lfm, beim übrigen Lebensmittel-Einzelhandel ist er mit 23,4 lfm geringer.²⁵

Geht man für Hamburg von 2.832 Lebensmittel-Einzelhandelsgeschäften, so lassen sich auf Grundlage der obigen Daten folgende Aussagen für Hamburg treffen:

Ladenformat	Anzahl in Hamburg	Verkaufsfläche in Hamburg in m ²	Kühlmöbel in lfm
Lebensmittelelselfbedienungsläden und Märkte (auch Tankstellen)	1.487	276.582	34.796
Lebensmitteldiscounter	762	519.684	24.003
Supermärkte	419	k.A.	9.805
Verbrauchermärkte	122	96.258	2.855
SB-Warenhäuser	40	80.800	936

Tabelle 4: Abschätzung Kühlmöbelbestand in Hamburg, Mitte 2007

2.3.1.5 Kühl- und Gefrierhäuser

Folgende Firmen betreiben Kühl- und Gefrierhäuser mit einem hohen Kältebedarf in Hamburg²⁶:

- MUK Logistik GmbH - Kühlhaus Hamburg
- LERO Kühlhaus
- FRIGO Coldstore Logistics GmbH & Co. KG
- H.-P. Klughardt GmbH
- Hamegg Nootbaar GmbH

Im Bereich der Fischereierzeugnisse sind dies darüber hinaus:

- Dachser GmbH & Co. KG
- Frigoropa GmbH
- KÜHLHAUS ZENTRUM AG
- Nordfrost Kühl- und Lagerhaus GmbH & Co. KG
- Fischmarkt Hamburg - Altona GmbH
- Kühltransit GmbH & Co. KG
- Kraftverkehr Nagel

²⁵ Hrsg. Umweltbundesamt: Vergleichende Bewertung der Klimarelevanz von Kälteanlagen und -geräten für den Supermarkt, 12/2008, S. 263

²⁶ Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: BTL-Datenbank, <http://btl.bvl.bund.de/btl>, 24.02.2009

- Rud. Kanzow GmbH & Co. KG

2.3.2 Weitere wichtige kälterelevante Industriezweige Hamburgs

Neben dem Ernährungsgewerbe gibt es weitere kälterelevante Industriezweige in Hamburg. Dazu gehören die Chemische Industrie, Medien/IT, die Kunststoffverarbeitung und die Metallindustrie bzw. Verformungstechnik. Für diese Industriezweige wird die Hamburger Situation kurz im Folgenden beschrieben.

2.3.2.1 Chemische Industrie

Die Chemische Industrie ist in Hamburg ein wichtiger Industriezweig. Im Jahr 2007 gab es 40 größere Betriebe mit 6.882 Beschäftigten, die chemische Grundstoffe, pharmazeutische Erzeugnisse, sonstige chemische Erzeugnisse sowie Seifen, Waschmittel, Reinigungs- und Körperpflegemittel und Duftstoffe herstellten²⁷. Zu den umsatzstärksten Unternehmen zählen²⁸:

Shell Deutschland Oil GmbH	Exxon Mobil Central Europe GmbH
Shell Direct GmbH (zu Shell Deutschland Holding)	Beiersdorf AG
Helm AG	Albis Plastic GmbH
RWE Dea AG (zu RWE AG)	Henkel GmbH & Co. KG
Synthopol Chemie Dr. rer. pol. Koch GmbH	Unilever Deutschland GmbH
Mapa GmbH	

Tabelle 5: Umsatzstärkste Unternehmen der Chemischen Industrie

Besonders relevant hinsichtlich des Bedarfs an technischer Kälte sind Unternehmen, die Gase wie Stickstoff, Sauerstoff, Kohlendioxid u.a. verflüssigen. In Hamburg sind zwei Unternehmen mit Anlagen zur Luftzerlegung und -verflüssigung vertreten. Da der Kältebedarf hier auf sehr tiefem Temperaturniveau im Mittel bei -182 °C vorliegt, ist das Verhältnis von Stromverbrauch zu Kälteerzeugung mit 1 zu 0,2 stark abweichend von den sonst üblichen Verhältnissen.

2.3.2.2 IT und Medien

Hamburg ist einer der zentralen IT- und Medienstandorte Deutschlands.

Im Informations- und Telekommunikationssektor (IT) hat sich die Zahl der Unternehmen seit 1996 auf fast 8.000 mehr als verdoppelt und die Branche beschäftigt ca. 45.000 Mitarbeiter (Stand 2006). Die Branchenstruktur der Hamburger IT-Unternehmen gliedert sich in die Sektoren Multimedia, Herstellung Geräte, Telekommunikation,

²⁷ Statistisches Jahrbuch Hamburg 2008/2009, Kapitel 9, S. 117

²⁸ Die Welt, Die umsatzstärksten Hamburger Unternehmen, 23.06.2008, http://www.hamburg-magazin.de/ge_umsatzstarke_unternehmen.htm, 17.06.2009

Hard- und Softwareberatung und DV-Dienste, wobei die anteilmäßig größten Zuwächse der letzten Jahre die Multimedia-Branche verzeichnet.²⁹

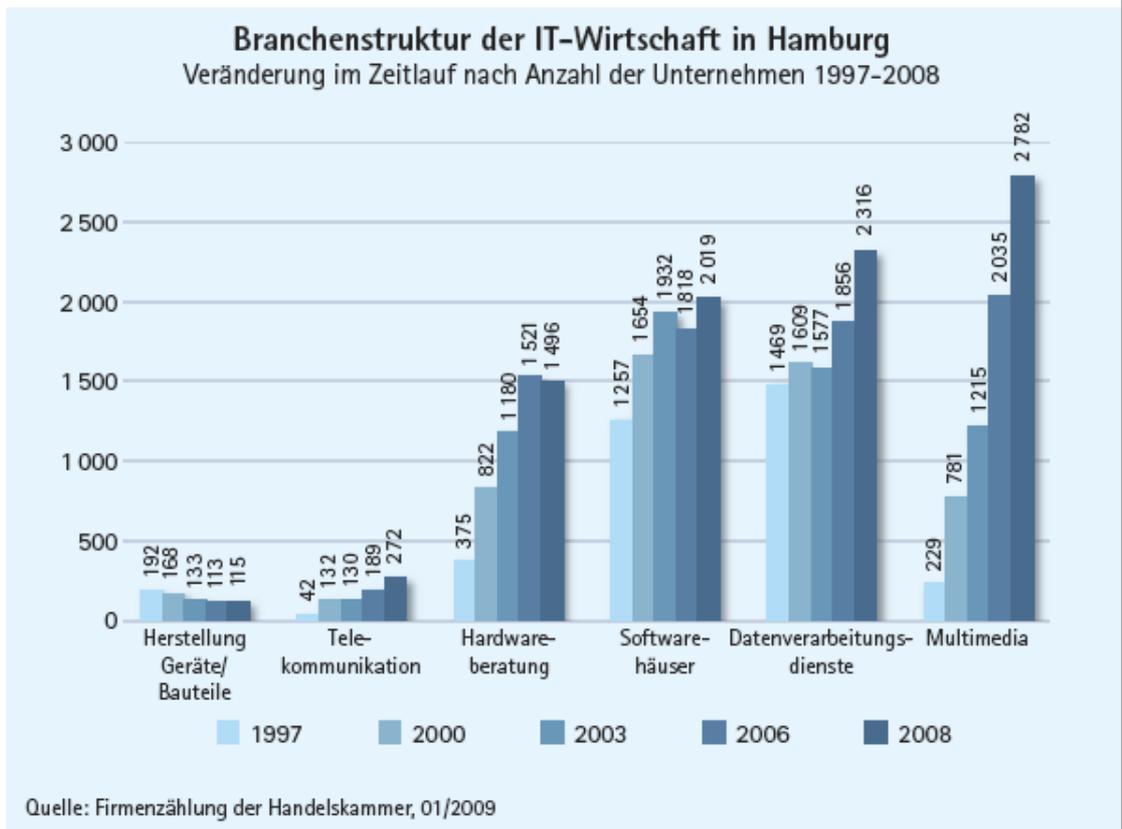


Abbildung 5: Entwicklung der IT-Branche von 1997 bis 2008

Verlagshäuser, Werbeagenturen, Musikproduzenten und Fernsehstudios machen Hamburg auch zur Medienstadt. Insgesamt wird gut die Hälfte aller überregionalen Presseprodukte Deutschlands in Hamburg produziert.

Im Jahr 2007 gab es insgesamt 93 Betriebe und 8.749 Beschäftigte im Papier-, Verlags- und Druckgewerbe in Hamburg³⁰:

²⁹ Vgl. Hamburg – IT-Sektor, <http://de.wikipedia.org/wiki/Hamburg#IT-Sektor>, 25.06.2009

³⁰ Statistisches Jahrbuch Hamburg 2008/2009, Kapitel 9, S. 117

Klassifikation des Bundesamts für Statistik	Wirtschaftszweig	Betriebe in Hamburg	Beschäftigte
21	Papiergewerbe	5	292
22	Verlagsgewerbe, Druckgewerbe, Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	88	8.457
22.1	Verlagsgewerbe	44	6.045
22.2	Druckgewerbe	43	k.A.

Tabelle 6: Betriebe und Beschäftigte im Bereich IT und Medien

Zu den umsatzstärksten Unternehmen Hamburgs gehörten im Jahr 2008 laut Die Welt die Freenet AG im Bereich der Telekommunikation und die Bauer Verlagsgruppe im Bereich der Medien³¹. Die bedeutenden Firmen der IT-Branche und Medien sind³²:

Informations- und Telekommunikation (IT)	Medien
SinnerSchrader AG (Internetdienstleister)	Axel Springer AG
Fittkau & Maas Consulting GmbH (Internetdienstleister)	Gruner + Jahr
AOL Deutschland GmbH & Co. KG (Internetdienstleister)	Bauer Verlagsgruppe
Nasa 3.0 GmbH (Internetdienstleister)	Jahreszeiten-Verlag
Freenet AG (Telekommunikationsdienst- und Internetanbieter)	Deutsche Presse-Agentur (dpa)
HanseNet (Telekommunikationsdienst- und Internetanbieter)	Warner Music
Bauer Media KG (Online-Vermarkter)	Edel Music
Orangemedia.de GmbH (Online-Vermarkter)	Norddeutscher Rundfunk (NDR)
Quality Channel GmbH (Online-Vermarkter)	Studio Hamburg
Google Germany GmbH	ZDF-, RTL-, Sat.1-Landesstudios
Yahoo! Marketplace/Kelkoo Deutschland GmbH	Scholz & Friends (Werbeagentur)
IBM Deutschland GmbH (Software-Unternehmen)	Springer & Jacoby (Werbeagentur)
Lufthansa Systems AG (Software-Unternehmen)	Jung von Matt (Werbeagentur)
Adobe Systems Engineering GmbH (Software-Unternehmen)	TBWA
LogicaCMG GmbH & Co. KG (Software-Unternehmen)	Zum Goldenen Hirschen

Tabelle 7: Umsatzstärkste Unternehmen im Bereich IT und Medien

In der Hamburger Initiative für Medien, IT und Telekommunikation Hamburg@work e.V. sind mehr als 2.500 Mitglieder aus über 650 Unternehmen zusammengeschlossen und bilden so das bundesweit größte Netzwerk der Branche. Das Netzwerk wird außerdem von der Freien und Hansestadt Hamburg getragen.³³

³¹ Die Welt, Die umsatzstärksten Hamburger Unternehmen, 23.06.2008, http://www.hamburg-magazin.de/ge_umsatzstarke_unternehmen.htm, 17.06.2009

³² Hamburg – IT-Sektor/Medien, <http://de.wikipedia.org/wiki/Hamburg>, 25.06.2009

³³ Vgl. Hamburg@work: Wer ist Hamburg@work?, <http://www.hamburg-media.net/index.php?id=272>, 25.06.2009

2.3.2.3 Kunststoffverarbeitung

In 2007 gab es 11 größere Betriebe mit insgesamt 1.847 Beschäftigten, die Kunststoffwaren hergestellt haben³⁴.

2.3.2.4 Metallindustrie/Verformungstechnik

In 2007 waren 5.708 Mitarbeiter in 38 größeren Betrieben der Metallerzeugung und –bearbeitung sowie der Herstellung von Metallerzeugnissen beschäftigt³⁵. Zu diesen Betrieben gehören beispielsweise Stahlschmelzereien, Gießereien, die Aluminiumindustrie und die Kupferhütte der Norddeutschen Affinerie.

2.3.3 Gastgewerbe

Hamburg gehört zu den drei bedeutendsten deutschen Destinationen für den Städtetourismus. Im Wirtschaftszweig Gastgewerbe (Hotels und Gaststätten) waren im Juli 2007 5.329 Unternehmen vertreten³⁶. Davon waren 291 Beherbergungsbetriebe³⁷.

Im Jahr 2008 waren in Hamburg im Durchschnitt 298 so genannte Beherbergungen geöffnet. Darunter fallen neben Hotels und ähnlichem auch Heime, Jugendherbergen und Campingplätze. Es ist davon auszugehen, dass Heime wie z.B. Schülerferienheime und Campingplätze aufgrund des städtischen Charakters Hamburgs eine untergeordnete Rolle spielen.

Seit 2002 konnte die Zahl der jährlichen Übernachtungen um mind. 3 % gesteigert werden³⁸.

³⁴ Statistisches Jahrbuch Hamburg 2008/2009, Kapitel 9, S. 117

³⁵ Statistisches Jahrbuch Hamburg 2008/2009, Kapitel 9, S. 117

³⁶ Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Stadt Hamburg, Energieabteilung: Kältebedarf in Hamburg, 09.07.2007

³⁷ Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: G IV 1 – m 2/09 H, 07.05.2009

³⁸ Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: G IV 1 – m 2/09 H, 07.05.2009

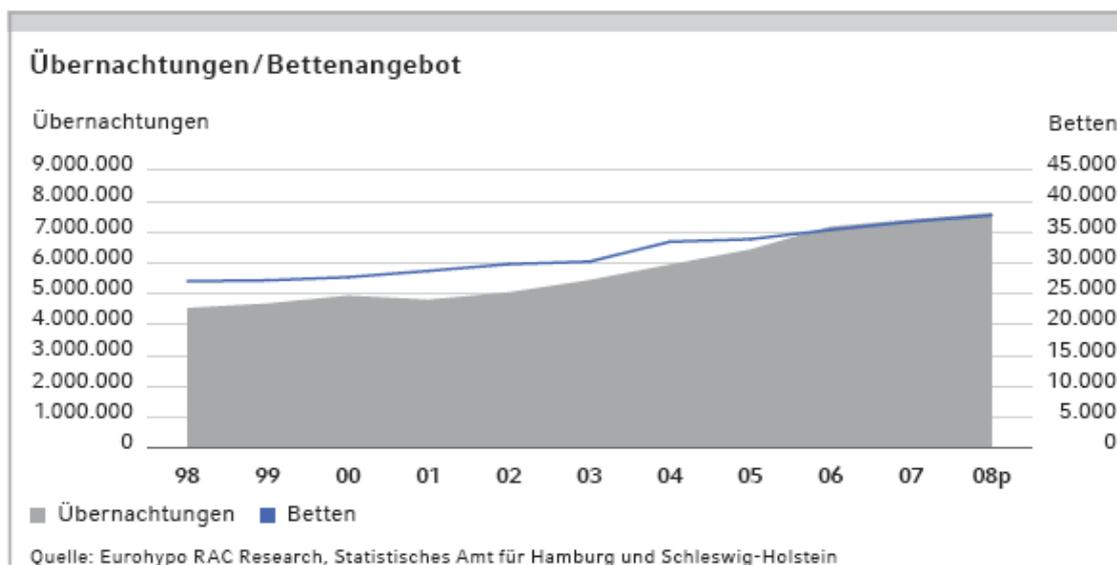


Abbildung 6: Entwicklung der Übernachtungen und des Bettenangebotes in Hamburger Beherbergungen

Es konnten im Jahr 2008 durchschnittlich 39.055 Betten pro Monat angeboten werden, was zu einer Auslastung der Bettenkapazität von 54 % führte. Die Übernachtungen lagen insgesamt bei 7.727.621³⁹. Etwa 80% der Übernachtungen werden in Hotelketten in Hamburg gebucht.

Ausblick:

Die langfristige Perspektive für das Hamburger Beherbergungsgewerbe bleibt positiv. Die HafenCity, die Elbphilharmonie sowie eine Reihe von Veranstaltungen, Musicals und neuen Sehenswürdigkeiten sowie die sehr mannigfaltige Einzelhandelslandschaft in der Stadt dürften auch zukünftig eine starke Anziehungskraft ausüben. Kurzfristig stellen jedoch die steigenden Transportkosten sowie eine sich abzeichnende Konjunkturertrübung ein Risiko für die Marktentwicklung dar. Dies wird sich dämpfend auf das weitere Nachfragewachstum auswirken.

2.3.4 Einzelhandel

Hamburg ist eine Einkaufsstadt. Jungfernstieg, Mönckebergstraße und neuer Wall sind Einkaufsstraßen, die weit über die Grenzen Deutschlands bekannt sind. Überdies ist die Kaufkraft der Hamburger Konsumenten überdurchschnittlich und die Zahl der Konsumenten steigt⁴⁰. Insgesamt sind 17.741 Hamburger Unternehmen im Einzelhandel aktiv und etwa 80.000 Personen im Einzelhandel beschäftigt⁴¹.

Die Innenstadt ist der bedeutendste Einkaufsplatz Hamburgs. Jährlich erwirtschaftet sie rund 1,7 Mrd. Euro Umsatz, etwa 14.000 Menschen sind hier beschäftigt. Innerhalb

³⁹ Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: G IV 1 – m 2/09 H, 07.05.2009

⁴⁰ EUROHYPO AG: Real Estate Appraisal & Consulting – Marktbericht Hamburg 2008

⁴¹ Handelskammer Hamburg: Branchenporträt – Handelsplatz Hamburg, Stand: Januar 2002

der Innenstadt bilden City-Ost und City-West Shopping-Schwerpunkte. Mit der Europa Passage entstand eines der größten Einzelhandelsprojekte der Hamburger Innenstadt.

Daneben gibt es in Hamburg weitere große Einkaufszentren wie z.B. das Elbe-Einkaufszentrum und das Alstertal-Einkaufszentrum (AEZ).

Ausblick:

Hamburg wird auch weiterhin zu den Top-Einzelhandelsdestinationen in Deutschland gehören. Allerdings wird sich mit einer Eintrübung der gesamtdeutschen Konjunktur auch das Wettbewerbsumfeld im Hamburger Einzelhandel verschärfen und einem weiteren Anstieg der Spitzenmieten entgegenstehen.

Zukünftige Projekte⁴²:

In der Größenordnung von 100 ha wird eines der größten Stadtentwicklungsprojekte Deutschlands realisiert werden: Die Hafen-City. Als Scharnier zwischen Innenstadt und Hafen-City könnte sich dann das historische Kontorhausviertel zum Standort vieler spezialisierter Einzelhandelsbetriebe entwickeln. Zusätzlich kann hier eine Einzelhandelsfläche von rd. 55.000 m² geschaffen werden.

2.3.5 Bürogebäude

Die Hamburger Wirtschaft wuchs in 2007 mit einem realen Wachstum von 2,8% abermals stärker als der Bundesdurchschnitt. Entsprechend stieg die Zahl der Erwerbstätigen. Insbesondere die für den Büromarkt relevante Anzahl der Beschäftigten im Dienstleistungssektor legte wesentlich zu und generierte einen Mehrbedarf an Büroflächen.⁴³

Der Büroflächenbestand betrug im Jahr 2007 13,9 Mio m² (Leerstand 7,2%) und im ersten Halbjahr des Jahres 2008 14 Mio m² (Leerstand 7,1%)⁴⁴. Die Netto-Nutzfläche oder Mietfläche pro Büro-Arbeitsplatz betrug im Jahr 2007 in Hamburg 21,5 m².⁴⁵

⁴² EUROHYPO AG: Real Estate Appraisal & Consulting – Marktbericht Hamburg 2008

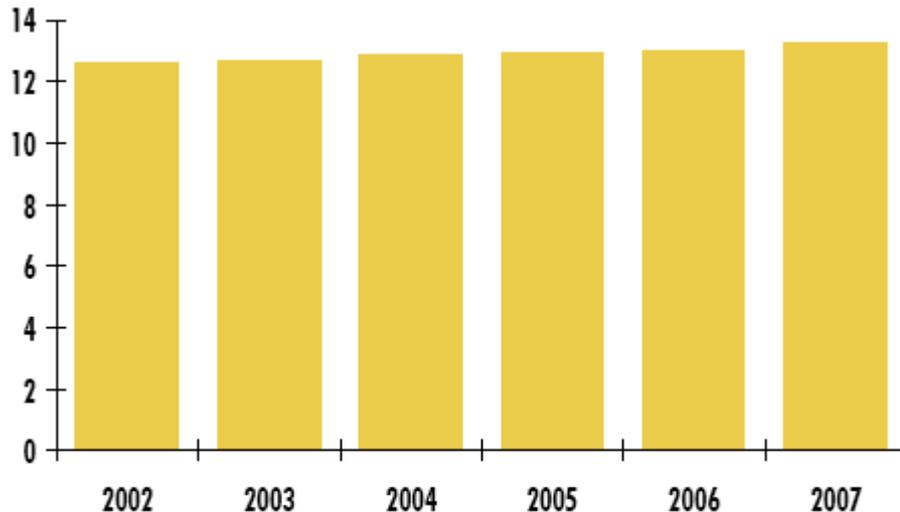
⁴³ EUROHYPO AG: Real Estate Appraisal & Consulting – Marktbericht Hamburg 2007 und Marktbericht Hamburg 2008

⁴⁴ EUROHYPO AG: Real Estate Appraisal & Consulting – Marktbericht Hamburg 2008

⁴⁵ Facility Management: Der Bürokostenreport 2007, 02/2008

Büroflächenbestand

in Mio. m²



Quelle: CB Richard Ellis

Abbildung 7: Entwicklung des Hamburger Büroflächenbestands

Allerdings konzentriert sich die Nachfrage auf moderne, effiziente Bürogebäude in zentraler Lage, vornehmlich auf die zentralen Teilmärkte City, City-Süd und HafenCity. In Abhängigkeit von Standortqualität und der baulichen Grundsubstanz bleibt für ältere Gebäude meist nur die Alternative der Umnutzung bzw. Neuentwicklung (z.B. ehem. Volksfürsorge-Komplex/AlsterCampus, ehem. DAK-Komplex) oder die Revitalisierung (z.B. ehem. Philips-Gebäude, bisherige Unilever Zentrale).⁴⁶ Mehr als die Hälfte des Flächenumsatzes⁴⁷ (rd. 54 %) entfiel 2007 auf Bürogebäude der Kategorie A⁴⁸.

Im Jahr 2007 kamen schätzungsweise 200.000 m² neu auf den Markt durch eine lebhaftere Neubautätigkeit. Für 2008 und 2009 war nach EUROHYPO AG jeweils mit einem Zugang an Neubauf Flächen in ähnlicher Größenordnung zu rechnen. Da aufgrund der konjunkturellen Eintrübung auch der zusätzliche Bedarf an Flächen weitgehend ausbleibt, ist mit Umzug der Unternehmen in neu erstellte Gebäude von einer Verlagerung des Leerstandes auf ältere Flächen auszugehen.⁴⁹

Ausblick

Die Fundamentaldaten für den Hamburger Büromarkt mit seinem breiten Nutzermix bleiben gut. Allerdings belastet die sich abzeichnende Konjunktureintrübung auch den Ausblick für den Hamburger Büromarkt. Ohne robustes wirtschaftliches Wachstum

⁴⁶ EUROHYPO AG: Real Estate Appraisal & Consulting – Marktbericht Hamburg 2007 und Marktbericht Hamburg 2008

⁴⁷ Flächenumsatz: Summe aller Büroflächen, die in einem genau abgegrenzten (Teil-) Markt innerhalb einer definierten Zeiteinheit vermietet, verleast oder an einen Eigennutzer verkauft werden.

⁴⁸ Grossmann & Berger: Marktübericht Hamburg, Januar 2008

⁴⁹ EUROHYPO AG: Real Estate Appraisal & Consulting – Marktbericht Hamburg 2008

dürfte sich auch die Nachfrage nach Büroflächen abschwächen und eine fehlende oder nur geringe Nettoflächenabsorption bei der derzeit lebhaften Bautätigkeit den Leerstand in den kommenden Jahren tendenziell erhöhen.⁵⁰

Zukünftige Projekte:

Der Schwerpunkt der Projektentwicklungstätigkeit bildet die HafenCity. Eine Reihe größerer Vorhaben befindet sich hier in der Planung bzw. Realisierung. Für die größte Maßnahme, das Überseequartier, wurde der Grundstein gelegt. 2011 soll der Bau abgeschlossen sein.⁵¹

2.3.6 Krankenhäuser

In Hamburg gab es im Jahr 2007 12.029 Betten in 46 Krankenhäusern⁵². Die durchschnittliche Bettenauslastung betrug 78,9 %.

2.3.7 Sportanlagen

Zu den kälterelevanten Sportstätten gehört in Hamburg die Multifunktionshalle Color Line Arena, die u.a. Austragungsort der Heimspiele der Eishockey-Mannschaft Hamburg Freezers ist. Die Halle wurde im Jahr 2002 eröffnet, ist 150 m lang und 110 m breit und hat eine Höhe von 33 m. Die maximale Kapazität der Halle beträgt 12.947 Besucher bei Sportveranstaltungen.⁵³

Weitere Eisbahnen, die im Winterhalbjahr geöffnet haben, befinden sich in der Volksbank Arena und in der Eissporthalle Farmsen⁵⁴.

2.3.8 Logistik

Der Jahresumschlag im Hamburger Hafen beläuft sich auf fast 125 Mio. Tonnen, seit der Jahrtausendwende werden (nahezu) zweistellige Wachstumsraten im Containerumschlag verzeichnet (die Zahl der umgeschlagenen Container im Jahr 2007 legte gegenüber dem Vorjahr um rd. 9,4 % zu⁵⁵). Mehr als 8 Mio. 20-Fuß-Standardcontainer TEU werden jährlich abgefertigt. Damit ist Hamburg der zweitgrößte Containerhafen Europas und belegt Platz 8 in der Welt. Außerdem ist Hamburg der bedeutendste Eisenbahnknotenpunkt Nordeuropas. Über das Schienennetz wird ein Großteil der Transporte abgewickelt. Darüber hinaus weisen die ausgebauten Autobahnen Hamburgs bundesweit die größten Wachstumsraten im Güterverkehr auf. Auf dem citynah gelegenen Hamburger Flughafen werden stetig wachsende Luftfrachtmengen aller

⁵⁰ EUROHYPO AG: Real Estate Appraisal & Consulting – Marktbericht Hamburg 2008

⁵¹ EUROHYPO AG: Real Estate Appraisal & Consulting – Marktbericht Hamburg 2008

⁵² Statistisches Jahrbuch Hamburg 2008/2009, Kapitel 3, S. 56

⁵³ Vgl. Color Line Arena, http://de.wikipedia.org/wiki/Color_Line_Arena, 25.06.2009

⁵⁴ Eisbahnen in Hamburg, http://www.hamburg-magazin.de/fr_eisbahn.htm, 25.06.2009

⁵⁵ EUROHYPO AG: Real Estate Appraisal & Consulting – Marktbericht Hamburg 2007

Segmente abgewickelt. Dabei spielen auch zeitkritische Güter eine wichtige Rolle, wie z.B. Ersatzteile oder Medizintechnik.⁵⁶

Künftig sollen in Hamburg außerhalb des Hafengebietes jährlich 17 ha Gewerbeflächen speziell für die Bedarfe von Logistikbetrieben entwickelt werden. Bis zum Jahr 2015 plant Hamburg, insgesamt bis zu 170 ha Gewerbeflächen für Logistikunternehmen bereitzustellen.⁵⁷

Mehr als 400 Mitgliedsunternehmen und -institutionen aus Industrie, Handel und Dienstleistung sind in der Logistik-Initiative Hamburg zusammengeschlossen, um die Rolle Hamburgs als führende Logistikmetropole Nordeuropas weiter auszubauen.⁵⁸

2.4 Energiebilanz

Der Hamburger Endenergieverbrauch an Strom lag für alle Verbrauchssektoren (inkl. Verkehr) im Jahr 2006 bei 9,9 TWh⁵⁹. Das Verarbeitende Gewerbe mit Betrieben ab 20 Beschäftigten wird hinsichtlich des Energieverbrauchs detailliert nach Energieträgern statistisch erfasst und hat mit 3,84 TWh/a einen Anteil von 39%.

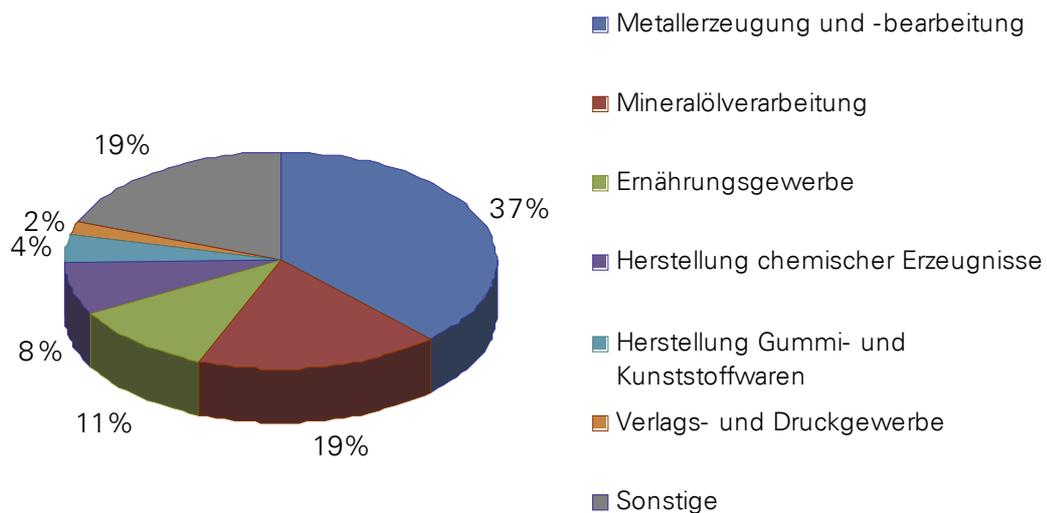


Abbildung 8: Stromverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes in Hamburg 2006⁶⁰

Aus der Abbildung wird deutlich, dass das Ernährungsgewerbe als kälteintensivster Wirtschaftszweig einen Anteil von 11 % am Stromverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes hat.

⁵⁶ Vgl. <http://www.hamburg-logistik.net>, 26.06.2009

⁵⁷ Hrsg.: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: Monitor Wachsende Stadt, Bericht 2007

⁵⁸ Vgl. <http://www.hamburg-logistik.net>, 26.06.2009

⁵⁹ Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: ENERGIEBILANZ HAMBURG 2006

⁶⁰ Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: E IV 1 – j/06 H, Stand 17.April 2008

Absolut ergaben sich für die einzelnen Branchen im Verarbeitenden Gewerbe folgende Stromverbräuche für das Jahr 2006:

Branche	GWh
Metallerzeugung und -bearbeitung; Herstellung von Metallerzeugnissen	1.447
Mineralölverarbeitung und Kokerei	713
Ernährungsgewerbe	415
Herstellung chemischer Erzeugnisse	293
Herstellung Gummi- und Kunststoffwaren	161
Verlags- und Druckgewerbe	73
Sonstige:	742
Schiffbau, Schienenfahrzeugbau, Luft- und Raumfahrzeugbau	316
Maschinenbau	107
Medizin, Optik, Mess- und Steuerungstechnik	37
Glasgewerbe, Keramik	13
Papiergewerbe	5
Holzgewerbe	5
Weitere	258
Insgesamt	3.844

Tabelle 8: Stromverbrauch im Verarbeitenden Gewerbe 2006

Es ist davon auszugehen, dass der Stromverbrauch seit 2006 weiter angestiegen ist und damit der Trend der letzten Jahre fortgeführt wurde. Der Verband der Elektrizitätswirtschaft schätzte im April 2007 einen Anstieg des Stromverbrauchs der Industrie von 12 % und des Handels und Gewerbe von 19 % von 1996 bis zum Jahr 2006⁶¹.

⁶¹ Vgl. Hrsg. Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V. (VDEW): Stromzahlen – Der deutsche Strom- und Energiemarkt auf einen Blick, Berlin, Stand: April 2007

3 Kältebedarf einzelner Sektoren

3.1 Ernährungsgewerbe

3.1.1 Nahrungsmittelindustrie

Die Nahrungsmittelindustrie hat den größten Anteil am Kälteenergieverbrauch. Man unterscheidet zwischen Normalkühlung bei Temperaturen von -1°C bis $+10^{\circ}\text{C}$, Tiefkühlung bei Temperaturen von -20°C bis -30°C und Kühlen unter Gefrierbedingungen bei -40°C . Die Zone zwischen -1°C und -20°C (im Haushalt z.B. das Kühlfach mit einem oder zwei Sternen) ist im gewerblichen Bereich nicht vertreten, da hier für die Tiefkühlung immer -18°C einzuhalten sind.

Die Menge der gekühlten Produkte ist nach DKV-Studie ungefähr 10 bis 12 mal größer als die der Gefrierprodukte.⁶²

Die Anlagengröße variiert von Kühlzellen mit 50 kW bis zu großen Verarbeitungsanlagen von einigen MW Kälteleistung. Im unteren Leistungsbereich werden hauptsächlich Kolbenverdichter, im oberen Leistungsbereich Schraubenverdichter eingesetzt, insbesondere mit Ammoniak in 2-stufigen Anlagen, welches bei großen Anlagen zu etwa 60 % als Kältemittel eingesetzt wird. Die Mehrzahl der Kälteanlagen zur Lebensmittelherstellung und Kaltlagerung sind Direktverdampfer.⁶³

Nach DKV-Studie betrug der Energiebedarf für den Kälteeinsatz für 265 Betriebe der Nahrungsmittelindustrie⁶⁴ in Deutschland im Jahr 1999 etwa 17.132 GWh/a und der Kältebedarf 49.669 GWh/a. Eine Übertragung dieser Werte auf Hamburg in Relation über die Anzahl der Betriebe ist nicht möglich, da die Betriebsgrößenstruktur der Industriebetriebe sehr unterschiedlich sein kann.

Es wird ersatzweise die Beschäftigtenzahl des gesamten Ernährungsgewerbes (Unterabschnitt DA, Abteilung 15 nach WZ 2003) als Maßstab der Zuordnung zugrunde gelegt. Daraus ergibt sich für Kälte ein Stromverbrauch von 232.523 MWh/a und eine Kälteerzeugung von 674.130 MWh/a.

3.1.2 Ernährungshandwerk

Der geschätzte Anteil für die Kälteerzeugung am Gesamtstromverbrauch einer Bäckerei liegt bei 20 %, bei einer Filiale bei 16 %. Nach Informationen aus der Bäcker- und Konditoren-Vereinigung Nord liegt der Gesamtstromverbrauch pro Jahr grob geschätzt

⁶² Vgl. Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. (DKV): Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte, Stuttgart, Juni 2002, Teil 3 S. 20

⁶³ Vgl. Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. (DKV): Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte, Stuttgart, Juni 2002, Teil 3 S. 20

⁶⁴ Vgl. Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. (DKV): Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte, Stuttgart, Juni 2002, Teil 1 S. 14 und Teil 3 S. 21

für die 92 Bäckereien bei 18.800 MWh und für die 550 Filialen bei 6.600 MWh. Daraus ergibt sich ein Stromverbrauch für die Kälte bei Bäckereien von 3.760 MWh/a und für die Filialen von 1.056 MWh/a.⁶⁵ Auf die Konditoreien in Hamburg entfallen geschätzt weitere 1.596 MWh/a.

Der Stromverbrauch für das Kühlen und Gefrieren in Fleischereien liegt nach Aussagen eines in dieser Branche tätigen Ingenieur-Büro bei 50 bis 60 % des Gesamtstromverbrauchs. Dieses entspricht bis zu einem Drittel des gesamten Energieverbrauchs. Nach Auskunft der Fleischerinnung Hamburg betrug der Gesamtstromverbrauch bei 35 Fleischereien im Jahr 2006 insgesamt 1.900 MWh.⁶⁶

Darauf basierend wird der Gesamtstromverbrauch für die 155 Betrieben, die im Jahr 2007 statistisch ermittelt wurden (siehe 2.3.1.2), auf 8.414 MWh/a geschätzt. Bei einem Anteil von 50 % beträgt der Stromverbrauch für die Kälteerzeugung im Hamburger Fleischereigewerbe 4.207 MWh/a.

3.1.3 Lebensmittel-Großhandel

Für einzelne Großmärkte liegen Angaben der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt vor. Der Strombedarf für die Kälte liegt auf Grundlage dieser Angaben und weiterer Schätzungen im gesamten Lebensmittel-Großhandel bei ca. 13,3 GWh_e/a.

3.1.4 Lebensmittel-Einzelhandel

Kälteanlagen im Lebensmittel-Einzelhandel dienen der Frischhaltung und Tiefkühlung von Verkaufswaren, vor allem von Lebensmitteln. Die unterschiedlichen Waren erfordern verschiedene Lagertemperaturen, z.B. Tiefkühlware, Speiseeis, Fisch, Fleisch, Frischprodukte, Obst und Gemüse.

In der Gewerbekälte unterscheidet man häufig drei Technologien:

- Steckerfertige Kühlmöbel (Flaschenkühlschränke, Truhen, Theken und Regale)
- Einzelanlagen mit externem Verflüssigungssatz
- Verbundanlagen

Die spezifischen Energieverbräuche der Verflüssigungssätze von Einzelanlagen sind häufig größer als bei Verbundanlagen. Kompaktgeräte (steckerfertige Kühlmöbel) verbrauchen gegenüber Einzelanlagen nochmals mehr spezifische Energie. Dafür sind steckerfertige Kühlmöbel besonders flexibel und eignen sich vor allem für kleine Läden (z.B. Kioske), in denen die Installation einer Verbundanlage nicht sinnvoll ist. In der Praxis werden Läden häufig einer Kombination aus zwei oder allen drei Technologien ausgestattet.⁶⁷ Wobei festzuhalten ist, dass Einzelanlagen mit externem Verflüssi-

⁶⁵ Vgl. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Stadt Hamburg, Energieabteilung: Kältebedarf in Hamburg, 09.07.200

⁶⁶ Vgl. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Stadt Hamburg, Energieabteilung: Kältebedarf in Hamburg, 09.07.2007

⁶⁷ Hrsg. Umweltbundesamt: Vergleichende Bewertung der Klimarelevanz von Kälteanlagen und -geräten für den Supermarkt, 12/2008, S. 49

gungssatz seit 1985 im Supermarktbereich von Verbundsätzen verdrängt wurden. Heute sind sie nur noch bei kleineren Lebensmittelselfbedienungsgeschäften, Convenience Stores, Tankstellen etc. eingesetzt.⁶⁸

Die aufzuwendende elektrische Energie für die Kälteanlage eines typischen Supermarkts macht zwischen 40 bis 60 % des gesamten elektrischen Energiebedarfs des Marktes aus⁶⁹.

In einem deutschen Discounter verbraucht die Kälteanlage ca. 0,6 kWh pro m² Verkaufsfläche am Tag⁷⁰.

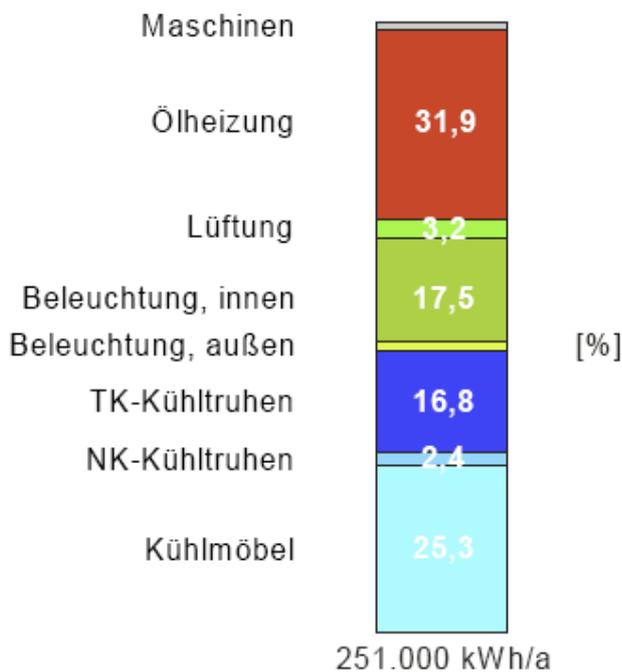


Abbildung 9: Gesamtenergieverbrauch und Emissionen eines „Standard-Discounters“⁷¹

Nach DKV-Studie betrug der Energiebedarf für den Lebensmittel-Einzelhandel in Deutschland im Jahr 1999 6.294 GWh/a und der Kältebedarf 13.182 GWh/a⁷². Seit 1999 haben sich starke Steigerungen ergeben, da der Anteil gekühlter und tiefgekühlter Waren aufgrund geänderten Verbraucherverhaltens angestiegen ist.

⁶⁸ A. Höpfer, 2007 in . Hrsg. Umweltbundesamt: Vergleichende Bewertung der Klimarelevanz von Kälteanlagen und –geräten für den Supermarkt, 12/2008, S. 78

⁶⁹ Prof. M. Kauffeld: Energieeffiziente Kälte in Supermärkten in cci 01/2009

⁷⁰ R. Jakobs: Country presentation DE - Characteristic Quantities. IEA Annex 31 supermarket short course / Workshop während des 22. Internationalen Kältekongresses des IIR in Peking, China, 25.8. 2007 in Hrsg. Umweltbundesamt: Vergleichende Bewertung der Klimarelevanz von Kälteanlagen und –geräten für den Supermarkt, 12/2008, S. 95

⁷¹ IZW Information – Energieeinsparung Supermarkt, 01.09.2008 nach kekk, Präsentation „Klimafreundliche Kälteanlagen für den Supermarkt, Umweltbundesamt, 05.09.2008, Dessau, Folie 24

⁷² Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. (DKV): Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte, Stuttgart, Juni 2002, Teil 1 S. 21

Inzwischen ist der Kältebedarf im deutschen Lebensmittel-Einzelhandel auf 24.000 GWh_{th}/a angestiegen⁷³.

Unter der Annahme, dass die Struktur der Ladenformate und die Ausstattung der einzelnen Lebensmittel-Einzelhandelsgeschäfte mit Kältetechnik wie z.B. Kühlmöbeln dem deutschlandweitem Durchschnitt entsprechen, kann für die Lebensmittel-Einzelhandelsgeschäfte in Hamburg von einem Verbrauch für die Kälteanwendungen von 710 GWh_{th}/a ausgegangen werden. Die Umrechnung des deutschen Gesamtwertes erfolgt dabei proportional zur Beschäftigtenzahl. Die Verwendung der im Kapitel 2.3.1.4 in Tabelle 4 angegebenen laufenden Meter Kühlmöbel je Ladentyp ist mit zu großen Unsicherheiten behaftet, da dieser Abschätzung zu viele Annahmen großer Schwankungsbreite zugrunde liegen.

3.1.5 Kühl- und Gefrierhäuser

Für Tiefkühlhäuser kann nach Informationen aus dem Verband Deutscher Kühlhäuser und Kühllogistikunternehmen ein durchschnittlicher Verbrauch von 40 bis 50 kWh/m³ angenommen werden. Tiefkühlhäuser, die frosten, haben einen um 30 % höheren Energiebedarf als solche, die nur einlagern. Für plusgradige Kühlhäuser liegen keine Angaben für einen durchschnittlichen Verbrauch vor.⁷⁴

3.2 Chemische Industrie

Ein Kältebedarf liegt in der herkömmlichen Chemie vor allem zur Abführung von Reaktionswärme und zum Einstellen bestimmter für chemische Prozesse benötigter Temperaturen vor. Die benötigten Temperaturen der Kältebereitstellung in der herkömmlichen Chemie liegen fast ausschließlich oberhalb von -50 °C. Die installierte Kälteleistung wird fast ausschließlich in Form weniger Großanlagen mit Kälteleistungen oberhalb von 1 MW bereitgestellt. Gleiches gilt für die Antriebsleistung. Der Anteil der kleineren Kälteanlagen ist somit vernachlässigbar klein.⁷⁵

Schätzungen aus der Kältebranche belaufen sich auf 18 MW Kälteleistung für die Chemische Industrie in Hamburg.

Eine Sonderstellung innerhalb der chemischen Industrie nimmt die Bereitstellung von Kälte in Anlagen zur Luftzerlegung und -verflüssigung ein. In Hamburg sind 2 Anlagen bekannt.

Der Stromverbrauch für die Kälteerzeugung kann mit 318 GWh/a für beide Anlagen abgeschätzt werden. Die so erzeugte thermische Kältemenge liegt aufgrund der extrem tiefen Temperaturen der Prozesse nur bei 57 GWh/a.

⁷³ R. Jakobs: Ein Beitrag zur Marktentwicklung von Supermärkten, DKV-Tagung 2006, Dresden in Hrsg. Umweltbundesamt: Vergleichende Bewertung der Klimarelevanz von Kälteanlagen und -geräten für den Supermarkt, 12/2008, S. 95

⁷⁴ Vgl. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Stadt Hamburg, Energieabteilung: Kältebedarf in Hamburg, 09.07.2007

⁷⁵ Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. (DKV): Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte, Stuttgart, Juni 2002, Teil 1 Seite 26

3.3 IT und Medien

Der Kältebedarf in der IT und Medienbranche ist primär durch den ständigen Einsatz von Rechenzentren und Servern geprägt und weiterhin durch die Klimatisierung der Büroflächen. Beide Kälteverbrauchssektoren werden später unter Abschnitt 3.8 (Bürogebäude) erfasst.

Hinzu kommen Kälteanwendungen in der Papier- und dem Druckgewerbe, wobei sich aussagekräftige Angaben zum Kältebedarf sich aufgrund unzureichender Daten für diese Branche nicht machen lassen. Der Stromverbrauch wird mit 2,5 GWh/a angenommen.

3.4 Kunststoffverarbeitung

Zur Kunststoffverarbeitung in Hamburg liegen keine Basisdaten vor, die eine sinnvolle Abschätzung des Kältebedarfs ermöglichen.

In der Kältebranche wird die installierte Kälteleistung in dieser Branche auf 4 MW geschätzt

3.5 Metallindustrie/Verformungstechnik

Zur Metallindustrie und Verformungstechnik in Hamburg liegen keine Basisdaten vor, die eine sinnvolle Abschätzung des Kältebedarfs ermöglichen. Die typischen Prozessen finden bei hohen Temperaturen statt, nur für z.B. die Härtung und andere spezielle Prozesse ist eine Kühlung erforderlich. Diese kann in der Regel mit direkter Kühlung ohne technische Erzeugung mittels Kältemaschine bereit gestellt werden.

In der Metallerzeugung sind dennoch Kühlleistungen erforderlich, die nur mittels Kältemaschinen erzeugt werden können. In der Kältebranche wird die installierte Kälteleistung in dieser Branche auf 42 MW_{th} und 10 MW_{el} geschätzt. Als typische Laufzeit für diese industrielle Anwendung wird 7500 h/a angesetzt.

3.6 Gastgewerbe

Die Abschätzung erfolgt hier über die statistisch verfügbare Angabe der Bettenzahl. Aus Projekten der GERTEC GmbH Ingenieurgesellschaft, deren Untersuchungsgegenstand Gebäude ähnlicher oder gleicher Nutzung war, kann angenommen werden, dass die Nutzfläche für ein Bett in Hotels bzw. Beherbergungsbetrieben 30 m² beträgt. Bei ca. 39.000 Betten für das Jahr 2008 (siehe Kapitel 2.3.3) beträgt die Gesamtnutzfläche 1.170.000 m².

Über diese Nutzfläche wird der Kühlbedarf für die Hotels/Beherbergungsbetriebe berechnet und weitere Abschätzungen auf Basis des Datenmaterials in der DKV-Studie vorgenommen.

Überträgt man den Anteil von 35 % gekühlter Fläche an der Gesamtfläche wie in der DKV-Studie vorgeschlagen⁷⁶, beträgt der Klimatisierungsbedarf der Hamburger Hotels 14.890 MWh_{el}/a.

Ein weiterer Kälteverbraucher in Hotels bzw. Beherbergungsbetrieben ist die Lagerung von Nahrungsmitteln. Der durchschnittliche spezifische jährliche Energiebedarf für Hotels und andere Beherbergungsbetriebe beträgt laut DKV-Studie 224 kWh/a*Bett⁷⁷. Dabei entfallen 67 % auf die Normalkühlung und 33 % auf die Tiefkühlung. Bei durchschnittlich 39.055 angebotenen Betten in Hamburger Beherbergungsbetrieben ergibt sich für die Lagerung von Nahrungsmitteln ein zusätzlicher Energiebedarf von 9.464 MWh_{el}/a.

Neben den Beherbergungsbetrieben gab es in Hamburg im Jahr 2007 auch noch 5.038 Gaststätten bzw. Restaurants (siehe Kapitel 2.3.3). Unter Zugrundelegung der DKV-Studie kann eine Gaststätte mittlerer Größe mit 100 Gastplätzen und durchschnittlich 4 kW Kälteleistung (etwa 2 kW Antriebsleistung) bei 17 Betriebsstunden pro Tag als Richtwert angenommen werden⁷⁸. Daraus ergeben sich bei 5.038 Gaststätten ein jährlicher Energiebedarf von 53.590 MWh_{el}/a und ein Kältebedarf von 93.298 MWh_{th}/a. Der sehr niedrige cop-Wert von 1,74 ist aus der DKV-Studie übernommen und ist für die Vielzahl kleiner Anlagen zur Nahrungs- und Getränkekühlung auch als plausibel einzuschätzen.

Die Klimatisierung von Gaststätten bzw. Restaurants kann nicht abgeschätzt werden, da keine hinreichenden Informationen für eine qualifizierte Aussage vorliegen. In Anbetracht des Rauchverbots in Gaststätten kann angenommen werden, dass die Klimatisierung von Gasträumen rückläufig ist.

Eine grobe Schätzung wird vorgenommen, indem die Relation zwischen Klimatisierung und Nahrungsmittelkühlung aus der DKV-Studie (80 GWh_{el} zu 984 GWh_{el}) auf Hamburg übertragen wird, d.h. 8% entsprechend 4.240 GWh_{el} werden zusätzlich neben der Nahrungsmittelkühlung für die Klimatisierung der Gaststätten und Restaurants in Ansatz gebracht.

3.7 Einzelhandel - Klimakälte

Die üblichen Werte für Verkaufsbauwerke (mit 6 Werktagen), die einer überschlägigen Bewertung zugrunde gelegt werden können, sind nach Hirschberg⁷⁹:

⁷⁶ Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. (DKV): Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte, Stuttgart, Juni 2002

⁷⁷ Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. (DKV): Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte, Stuttgart, Juni 2002, Teil 1 Seite 20.

⁷⁸ Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. (DKV): Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte, Stuttgart, Juni 2002, Teil 1 Seite 19 und Tabelle 2-6.

⁷⁹ Hirschberg, Rainer: Energieeffiziente Gebäude, Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Köln 2008, S. 251

Nutzkühlbedarf:	25 kWh/m ²
Kühllast:	35 W/ m ²
Kühlstunden:	1.900 h

Insgesamt sind 17.741 Hamburger Unternehmen im Einzelhandel aktiv und etwa 80.000 Personen im Einzelhandel beschäftigt (siehe Kapitel 2.3.4).

Auf Grundlage von statistischen Werten kann eine spezifische Nutzfläche von 35,43 m² pro Beschäftigter angenommen werden⁸⁰. Bei 80.000 Beschäftigten ergibt sich demnach eine Gesamtnutzfläche von 2.834.400 m².

Überträgt man den Anteil von 80 % gekühlter Fläche an der Gesamtfläche wie in der DKV-Studie vorgeschlagen⁸¹, ergibt sich eine gekühlte Nutzfläche von 2.267.520 m². Multipliziert mit dem Nutzkühlbedarf von 25 kWh/m² beträgt der Kühlbedarf des Hamburger Einzelhandels 177 GWh_{th}/a.

3.8 Bürogebäude

3.8.1 Klimakälte

Der Büroflächenbestand in Hamburg betrug im Jahr 2007 13,9 Mio m² (Leerstand 7,2%) und im ersten Halbjahr des Jahres 2008 14 Mio m² (Leerstand 7,1%). Die Nachfrage konzentrierte sich überdies insbesondere auf neue und hochwertige Bürogebäude (siehe Kapitel 2.3.5).

Die DKV-Studie geht davon aus, dass 64 % der Gesamtnutzfläche gekühlt wird⁸². Auf Basis dieser Annahme werden in Hamburg mindestens 8,32 Mio m² gekühlt. Multipliziert mit dem Kühlbedarf von 70 kWh_{th}/m² beträgt der Kühlbedarf der Hamburger Bürogebäude 583 GWh_{th}/a und 166 GWh_{el}/a.

Hinzu kommt der Bedarf an Kälte für Rechenzentren und Server, der anschließend separat abgeschätzt wird.

In den nächsten drei bis vier Jahren ist durch den Ausbau der Hafencity und weiterer konkreter Projekte (siehe Kapitel 2.3.5) mit einem Zuwachs des Kältebedarfs zu rechnen. Der Neubau und die Sanierung von Bürogebäuden in den letzten Jahren haben dazu geführt, dass ein durchschnittlicher COP von 3,5 erreicht wird. Der weitere Zubau und der damit einhergehende Einsatz von effizienter Kältetechnik werden dazu führen, dass sich der durchschnittliche COP weiter auf 4 bis 4,5 verbessern wird.

3.8.2 Rechenzentren und Server

Die Verwendung von spezifischen Kennzahlen aus der DKV-Studie ist für diese spezielle Anwendung und ihren Kühlbedarf nicht mehr möglich, da die Datenbasis der DKV-

⁸⁰ GERTEC GmbH: Der regionale Kältemarkt – Stadt Münster & Kreis Steinfurt, Januar 2008, Seite 8

⁸¹ Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. (DKV): Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte, Stuttgart, Juni 2002, Teil 2, Seite 33

⁸² Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. (DKV): Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte, Stuttgart, Juni 2002, Teil 2, Seite 33

Studie zu alt ist. Viele der dort verwendeten Daten stammen aus dem Zeitraum von Mitte bis Ende der 90-er Jahre. Die starke Steigerung der Informations- und Kommunikationstechnologie seit 2000 ist in diesen Zahlen nicht abgebildet.

Nach einer häufig zitierten Studie des Borderstep Instituts⁸³ ist der Stromverbrauch von Servern und Rechenzentren in Deutschland von 3,98 TWh/a im Jahr 2000 auf 10,11 TWh/a im Jahr 2008 angestiegen. Die Berechnungsgrundlagen dieser Studie sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben. Der PUE-Wert gibt dabei das Verhältnis von Gesamtstromverbrauch zur eigentlich benötigten IT-Rechenleistung an. Die Differenz beinhaltet Klimatisierung, Trafoverluste, Pumpen, Licht und andere Nebenanwendungen.

Mitarbeiterklassen	Installierte Anzahl Server 2008 ²	Durchschnittl. Jahresverbrauch pro Server in kWh	Stromverbrauch Server 2008 in TWh	Stromverbrauch sonstige zentrale IT 2008 in TWh	Stromverbrauch gesamte zentrale IT 2008 in TWh	Durchschnittl. PUE-Wert 2008	Gesamtenergieverbrauch Server und Rechenzentren 2008 in TWh	Energiekosten 2008 in Mio. €	Energiekosteneinsparung 2009 und 2010 in Mio. € (20% gegenüber BAU-Szenario)
1 bis 9	505.288	1.500	0,758	0,023	0,780	1,3	1,015	112	57
10 bis 19	210.815	1.800	0,379	0,019	0,398	1,5	0,598	66	34
20 bis 99	258.597	2.000	0,517	0,062	0,579	1,8	1,043	115	59
100 bis 199	141.961	2.000	0,284	0,057	0,340	2,1	0,715	79	40
200 bis 249	44.298	2.100	0,093	0,023	0,116	2,2	0,255	28	14
250 bis 499	132.894	2.100	0,279	0,084	0,363	2,2	0,798	88	45
500 bis 999	161.958	2.100	0,340	0,102	0,442	2,2	0,973	107	55
1000 und mehr	720.812	2.200	1,586	0,555	2,141	2,2	4,709	518	265
Gesamt	2.176.624		4,236	0,925	5,161		10,107	1.112 €	568
1 bis 249							3,626	399	204

Quelle: Borderstep 2008.

Tabelle 9: Stromverbrauch von Servern und Rechenzentren in Deutschland

Eine andere Studie⁸⁴ hält diese Abschätzung für zu hoch, demnach soll der Stromverbrauch im Jahr 2008 nur bei 8,2 TWh/a liegen.

⁸³ Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH, Klaus Fichter: Energieverbrauch und Energiekosten von Servern und Rechenzentren in Deutschland. Trends und Einsparpotenziale bis 2013. Berlin, Oktober 2008

⁸⁴ Technische Universität Berlin, Innovationszentrum Energie (IZE): Konzeptstudie zur Energie- und Ressourceneffizienz im Betrieb von Rechenzentren. http://www.tsb-berlin.de/data/files/Downloads/Publikationen_aktuell/IZE_Konzeptstudie_Energieeffizienz_in_Rechenzentren.pdf

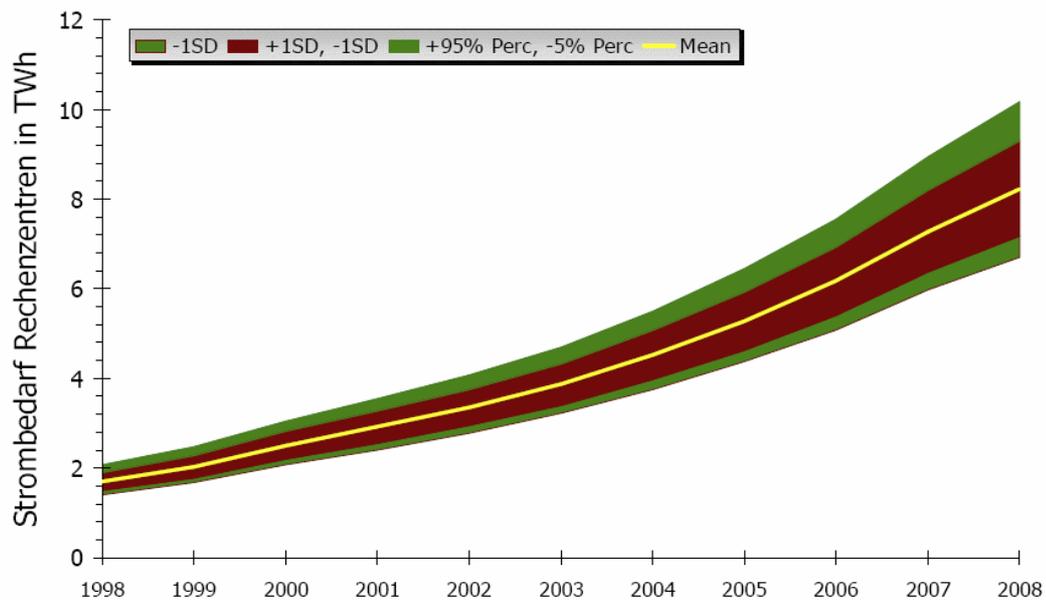


Bild 1: Entwicklung des Stromverbrauchs von Rechenzentren

Es wird angenommen, dass ein Drittel dieses Verbrauchs auf die Kühlung entfällt, so dass 2,7 TWh/a in Deutschland für die Kühlung von Rechenzentren und Servern verbraucht werden. Diese Zahl wird für die Abschätzung der Hamburger Kältemarkts zugrunde gelegt. In Anpassung an die Hamburger Wirtschaftsstruktur mit einem deutlich höheren Gewicht der Bürogebäude ergibt sich für Hamburg ein Wert von 359 GWh_{th}/a und 103 GWh_{el}/a für die Rechenzentren und Server.

3.9 Krankenhäuser

Die üblichen Werte für Krankenhäuser (Bettzimmer, keine Sonderräume wie Operationssäle), die einer überschlägigen Bewertung zugrunde gelegt werden können, sind nach Hirschberg⁸⁵:

Nutzkühlbedarf:	30 kWh/m ²
maximale Kühllast:	30 W/m ²
Kühlstunden:	2.700 h

Aus Projekten der GERTEC GmbH Ingenieurgesellschaft, deren Untersuchungsgegenstand Gebäude ähnlicher oder gleicher Nutzung war, kann angenommen werden, dass die Nutzfläche für ein Bett in Krankenhäusern 42 m² beträgt. Bei 12.029 Betten und einer durchschnittlichen Bettenauslastung von 78,9 % im Jahr 2007 (siehe Kapitel 2.3.6) ergibt sich demnach eine Gesamtnutzfläche von 398.617 m².

Überträgt man den Anteil von 20 % gekühlter Fläche an der Gesamtfläche wie in der DKV-Studie vorgeschlagen⁸⁶, ergibt sich eine gekühlte Nutzfläche von 79.723 m².

⁸⁵ Hirschberg, Rainer: Energieeffiziente Gebäude, Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Köln 2008, S. 251

⁸⁶ Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. (DKV): Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte, Stuttgart, Juni 2002

Multipliziert mit dem Nutzkühlbedarf von 30 kWh/m² beträgt der Kühlbedarf der Hamburger Krankenzimmer 2,4 GWh_{th}/a.

Die Sonderräume wie Operationssäle können hier im Detail nicht betrachtet werden, da keine ausreichenden Informationen hierüber vorliegen. Es wird hier der in der DKV-Studie angegebene Wert auf Hamburg übertragen und um den Kühlbedarf der Bettenzimmer bereinigt.

3.10 Sportanlagen

Nach DKV-Studie beträgt für Eissporthallen die durchschnittliche Kälteleistung 1.311 kW und die durchschnittliche Antriebsleistung 411 kW mit einer Betriebsstundenzahl von 4.200h/a⁸⁷. Für die Eissporthallen in Hamburg ergibt in der Summe ergibt sich so ein Stromverbrauch von 3,8 GWh_{el}/a.

3.11 Logistik

Die Logistikbranche ist aufgrund ihrer Bedeutung für Hamburg zweifelsohne eine der Branchen mit dem höchsten Anteil am Kältebedarf. Allerdings lassen sich aufgrund der unzulänglichen Datenlage keine Aussagen treffen.

4 Der Hamburger Kältebedarf

4.1 Auswertung früherer Untersuchungen

Frühere Studien und Umfragen haben bereits versucht, Aussagen zum gesamten Hamburger Kältemarkt zu treffen. So ergibt sich aus einer Untersuchung der Prognos AG für die Vattenfall Europe im Jahr 2006 ein Kältebedarf für Hamburg von 2.208 GWh für das Jahr 2005. Folgende Anwendungsbereiche wurden dabei berücksichtigt⁸⁸:

⁸⁷ Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. (DKV): Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte, Stuttgart, Juni 2002, Teil 1 S. 40 f.

⁸⁸ Hrsg. Vattenfall Europe, Kältemarkt Hamburg – Untersuchung 2006 der Prognos AG für Vattenfall Europe, Ausdruck Folie 4

Anwendung	Anteil in GWh
Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD):	
Kühlzwecke	923
Klimatisierung	614
Private Haushalte:	
Kühlzwecke	667
Klimatisierung	4
Insgesamt	2.208

Tabelle 10: Kältemarkt 2005

In der Untersuchung der Prognos AG wurde außerdem festgestellt, dass für den Zeitraum 1999 bis 2005 deutschlandweit die zunehmende Klimatisierung verantwortlich für einen steigenden Kältebedarf ist. Während im Jahr 1999 private Haushalte noch kaum klimatisiert wurden, verzeichnen sie im Jahr 2005 mit 26 % die höchsten Zuwachsraten. Für Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) sind es rund 20 % Zuwachs für die Klimatisierung in diesen sechs Jahren. Im Bereich der Kühlung nahm der Kältebedarf beim GHD um etwa 12,5 % und für die Haushalte um etwa 6% für den gleichen Zeitraum zu.⁸⁹

4.2 Kälteverbrauch als Anteil am Gesamtstromverbrauch

Eine Umfrage der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (Energieabteilung) aus dem Jahr 2007 hat ergeben, dass es keine statistischen Auswertungen über den Strombedarf für Kälteanlagen in Hamburg gibt. Dennoch erfolgte auf Basis der DKV-Studie von 2002 eine grobe Abschätzung zum Hamburger Kältebedarf.

In der DKV-Studie wurde ein Anteil am bundesweiten Strombedarf von 14 % für die elektrische Kälteerzeugung für das Jahr 1999 ermittelt. Diese Zahl lässt sich auf verschiedene Werte des Hamburger Stromverbrauchs anwenden:

- bei 13 TWh/a (ab Ende des Jahrs 2007 mit dem Stromverbrauch der Aluminiumwerke) bedeutete dies einen Stromverbrauch von 1,82 TWh/a für die elektrische Kälteerzeugung in Hamburg⁹⁰.
- bei 9,3 TWh/a (im Jahr 2006 ohne Aluminiumwerke) bedeutete dies einen Stromverbrauch von 1,30 TWh/a für die elektrische Kälteerzeugung in Hamburg.

zum Vergleich

⁸⁹ Hrsg. Vattenfall Europe, Kältemarkt Hamburg – Untersuchung 2006 der Prognos AG für Vattenfall Europe, Ausdruck Folie 3

⁹⁰ Vgl. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Stadt Hamburg, Energieabteilung: Kältebedarf in Hamburg, 09.07.2007

- die Prognos-Studie (ohne private Haushalte) gibt 1,54 GWh an.
- die Summe der Einzelsektorenbetrachtung nach Kapitel 3 ergibt 1,55 GWh/a.

Die fast exakte Übereinstimmung beider Zahlen ist zufällig und hat nichts mit der Genauigkeit der Methodik dieser Kältemarktanalyse zu tun. Es ist davon auszugehen, dass ein Gesamtwert zwischen 1,3 und 1,7 GWh/a für den Hamburger Kältemarkt zutreffend ist.

4.3 Zusammenfassung der sektoralen Betrachtung

Diese Herangehensweise nach 4.2 vernachlässigt jedoch Effizienzsteigerungen von Kälte- und Kühlgeräten sowie den gestiegenen Kälte- und Kühlbedarf seit 1999 (siehe Kapitel 4.1). Außerdem wird unterstellt, dass die Verbraucherstruktur in Hamburg der bundesweiten Verbraucherstruktur für Strom ähnelt. Ein Vergleich mit den bundesdeutschen Zahlen widerlegt diese Annahme:

Sektoren	Anteil am bundesweiten Stromverbrauch für das Jahr 2006 ⁹¹	Anteil am Hamburger Stromverbrauch für das Jahr 2006 ⁹²
Industrie	47 %	41 %
Verkehr	3 %	7 %
Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie übrige Verbraucher	50 %	52 %

Tabelle 11: Stromverbrauchsanteile nach Sektoren

Die Zahlen unterstreichen die Bedeutung der Logistik und des Handels in Hamburg (siehe hierzu auch Kapitel 2.3 Abbildung 3 und Kapitel 2.3.8).

Die Abweichungen der Hamburger Wirtschaftsstruktur vom bundesweiten Durchschnitt sind in Kapitel 3 berücksichtigt.

Um für Hamburg aussagekräftigere Daten zum Stromverbrauch für Kälte und Kühlung zu gewinnen, werden die Ergebnisse aus Kapitel 3 zunächst nach den betrachteten Sektoren und dann auch unterteilt in die drei Hauptkategorien Gewerbekälte, Klimakälte und Prozess- bzw. Großkälte zusammengefasst dargestellt.

Die folgenden Tabellen und Grafiken geben die vorigen Ergebnisse der Abschätzungen als Gesamtübersicht wieder. Zum Teil basieren die Ergebnisse auch auf Angaben, die für einzelne Unternehmen vorliegen, die aus Datenschutzgründen in dieser öffentlichen Fassung nicht im Detail, sondern nur aggregiert wiedergegeben werden können.

⁹¹ Vgl. Hrsg. Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V. (VDEW): Stromzahlen – Der deutsche Strom- und Energiemarkt auf einen Blick, Berlin, Stand: April 2007

⁹² Vgl. Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: Energiebilanz Hamburg 2006, Tabelle A 1 und Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: E IV 1 – j/06 H, Stand 17. April 2008

Die cop-Werte in der rechten Spalte stammen nach Rückrechnung aus den Angaben der DKV-Studie oder sind in Summenzeilen Mittelwerte der feiner untergliederten Basiswerte.

Der Begriff Endenergie, Antrieb bezeichnet den Stromeinsatz. Dieser kann auch ersetzt werden durch andere Energien, dies ist jedoch die Ausnahme. Die cop-Werte beziehen sich auf elektrisch angetriebene Kompressionskälte.

		Endenergie für Kälteerz. Antrieb MWh/a	thermische Nutzenergie Kälte MWh/a	typischer cop-Wert -
3.1	Ernährungsgewerbe	618.938	1.496.233	2,42
3.1.1	Nahrungsmittelindustrie	232.523	674.130	2,90
	bekannte 7 Firmen	» 3.683	10.681	2,90
	übrige	228.840	663.449	2,90
3.1.2	Ernährungshandwerk	10.619	30.795	2,90
	Bäcker	» 4.816	13.966	2,90
	Konditor	» 1.596	4.628	2,90
	Fleischer	» 4.207	12.200	2,90
3.1.3	Lebensmittel-Großhandel	13.275	38.498	2,90
3.1.4	Lebensmittel-Einzelhandel	339.772	710.123	2,09
3.1.5	Kühl- und Gefrierhäuser	22.749	42.687	1,88
	bekannte 5 Firmen	17.500	32.836	1,88
	übrige	~ 5.250	9.851	1,88
3.2	Chemische Industrie	327.920	84.033	0,26
3.3	IT, Medien, Druck (ohne Büro/Server)	2.500	10.000	4,00
3.4	Kunststoffverarbeitung	~ 1.000	~ 4.000	4,00
3.5	Metallindustrie/Verformungstechnik	~ 78.750	~ 315.000	4,00
3.6	Gastgewerbe	82.300	173.917	2,11
	Hotel Klimatisierung	14.890	48.707	3,27
	Hotel Nahrungsmittelkühlung	9.464	18.297	1,93
	Gastst. Rest. Klimatisierung	4.357	13.615	3,13
	Gaststätten, Restaurants NMK	53.590	93.298	1,74
3.7	Einzelhandel Klimakälte ohne LBM	» 56.688	176.857	3,12
3.8	Bürogebäude (inkl. IT, Medien)	269.181	942.135	3,50
	Bürogebäude Klimatisierung	166.477	582.669	3,50
	Serverräume, Rechenzentren	102.705	359.466	3,50
3.9	Krankenhäuser	7.972	13.990	1,75
	Bettzimmer	797	2.392	3,00
	OP und andere Sonderräume	~ 7.175	11.598	1,62
3.10	Eissporthallen	3.795	12.111	3,19
3.11	Logistik	~ 100.000	~ 252.393	2,52

Tabelle 12: Kältemarkt Hamburg nach Sektoren inkl. Details

	Endenergie für Kälteerz. Antrieb MWh/a	thermische Nutzenergie Kälte MWh/a	typischer cop-Wert
3.1.1 Nahrungsmittelindustrie	232.523	674.130	2,90
3.1.2 Ernährungshandwerk	10.619	30.795	2,90
3.1.3 Lebensmittel-Großhandel	13.275	38.498	2,90
3.1.4 Lebensmittel-Einzelhandel	339.772	710.123	2,09
3.1.5 Kühl- und Gefrierhäuser	22.749	42.687	1,88
3.2 Chemische Industrie	327.920	84.033	0,26
3.3 IT und Medien, Druckereien	2.500	10.000	4,00
3.4 Kunststoffverarbeitung	1.000	4.000	4,00
3.5 Metallindustrie/Verformungstechnik	78.750	315.000	4,00
3.6 Gastgewerbe	82.300	173.917	2,11
3.7 Einzelhandel ohne LBM	56.688	176.857	3,12
3.8.1 Bürogebäude Klimatisierung	166.477	582.669	3,50
3.8.2 Serverräume, Rechenzentren	102.705	359.466	3,50
3.9 Krankenhäuser	7.972	13.990	1,75
3.10 Eissporthallen	3.795	12.111	3,19
3.11 Logistik	100.000	252.393	2,52
Summe	1.549.046	3.480.669	2,25

Tabelle 13: Kältemarkt Hamburg zusammengefasst nach Sektoren

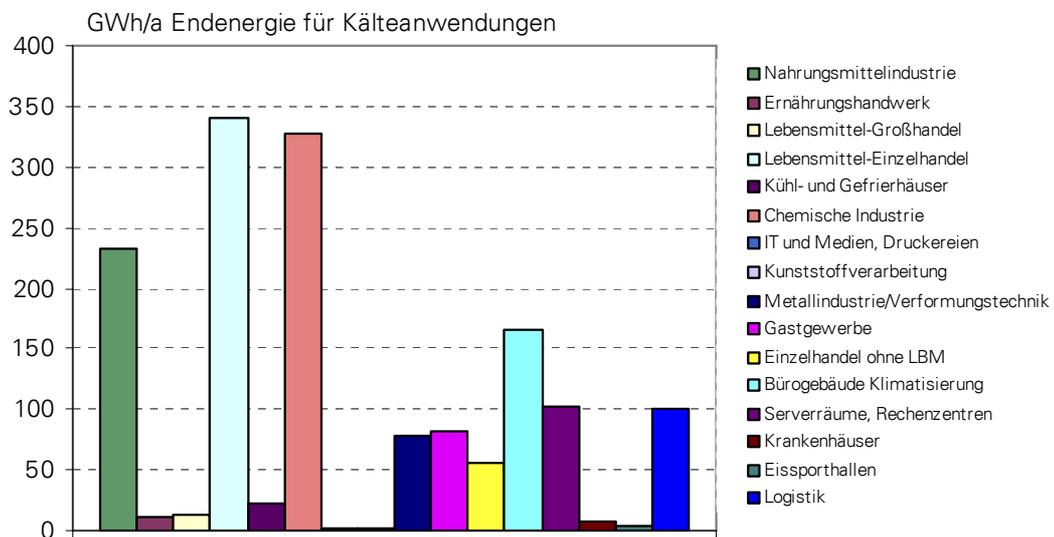


Abbildung 10: Hamburger Kältemarkt nach Endenergie (fast ausschließlich Strom)

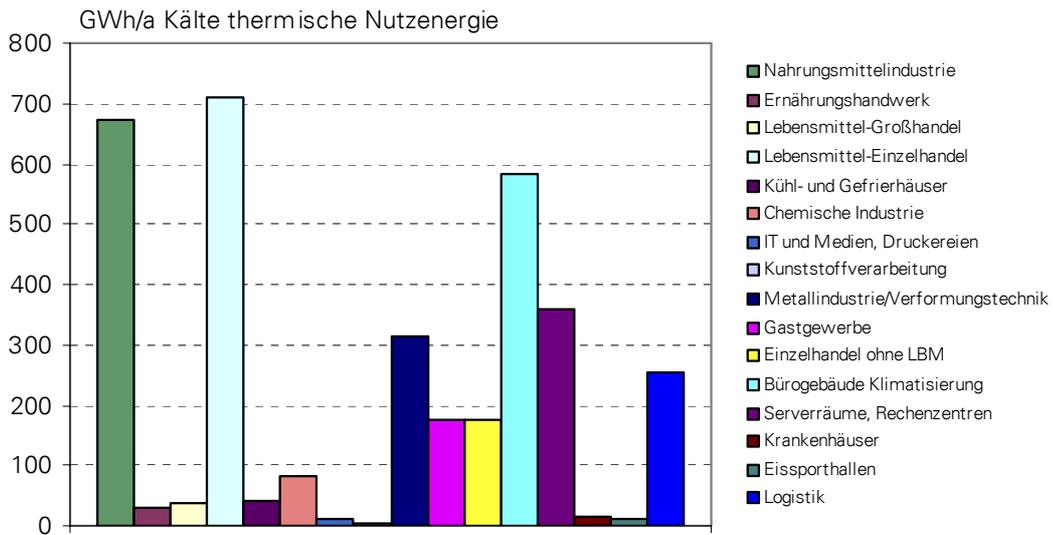


Abbildung 11: Hamburger Kältemarkt nach Nutzenergie

4.4 Zusammenfassung nach Anlagenkategorien

	Endenergie Antrieb MMWh/a	Nutzenergie Kälte MMWh/a	typischer cop-Wert -
Gewerbekälte	426.719	891.010	2,09
Klimakälte	355.588	1.205.305	3,39
Prozess-/Großkälte ohne LZA	449.510	1.327.322	2,95
LZA Luftverlegung/-verflüssigung	317.228	57.033	0,18
Summe	1.549.046	3.480.669	2,25

Tabelle 14: Hamburger Kältemarkt nach Anlagentypen

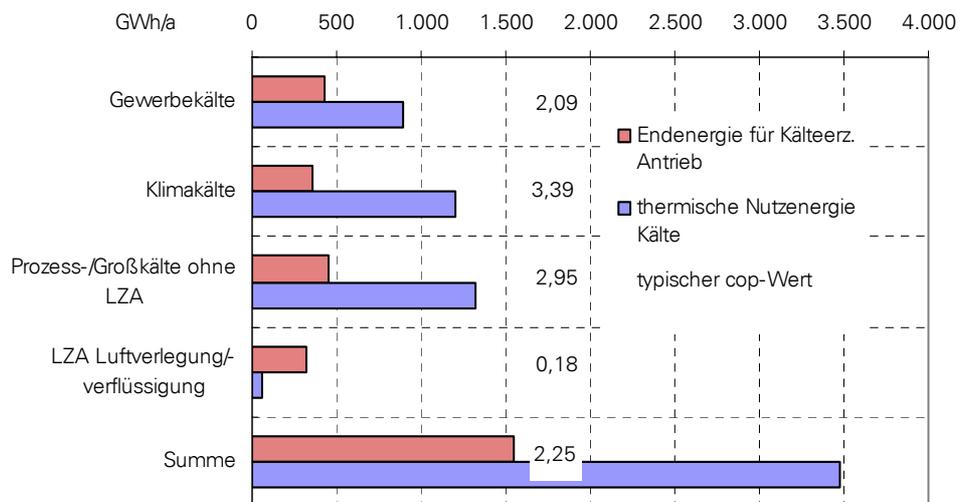


Abbildung 12: Hamburger Kältemarkt nach Anlagentypen

4.5 Energieträger im Kältemarkt

Als Teilnehmer am Kältemarkt werden nur diejenigen aktiven Kühlsysteme betrachtet, die aktiv Endenergie in Kältemaschinen einsetzen. Freie Kühlung und adiabate Kühlung werden hier nicht dem Kältemarkt zugeordnet, sondern als Einspartechnologien betrachtet.

Der Hauptenergieträger im Kältemarkt ist Strom, der zum Antrieb von Kompressionskältemaschinen dient. Für die Gebäudeklimatisierung mittels stationärer Anlagen macht die DKV-Studie für Deutschland (Stand 2002) folgende Angaben:

Gesamtkältebedarf	32.440 GWh _{th} /a	
Endenergiebedarf	10.310 GWh/a	100%
- davon elektrisch	9.640 GWh _{el} /a	94%
- davon nichtelektrisch	670 GWh/a	6%

Bei den nichtelektrischen Systemen werden fast ausschließlich Absorptionskältemaschinen eingesetzt, die mit thermischer Energie arbeiten. Mit dem Temperaturniveau der Antriebsenergien steigt auch der erzielbare Wirkungsgrad der Kälteerzeugung.

Als Energieträger ist aus energetischer und wirtschaftlicher Sicht insbesondere Fernwärme geeignet. Die Nutzung von Solarenergie bietet bei der Kälteerzeugung in Mitteleuropa keine besonderen Vorteile.

Der Vorteil der Fernwärmenutzung aus Kondensations- und Gegendruckkraftwerken liegt darin, dass Abwärme der Stromerzeugung genutzt werden kann. Dies erhöht die Gesamteffizienz der KWK-Prozesse und ermöglicht zugleich einen sehr niedrigen Preis für Fernwärmelieferungen im Sommer. Die ökologisch-wirtschaftliche Bilanzierung fällt je nach Kraftwerkstyp, Netzstruktur und Effizienz der Absorptionskältemaschine (in Relation zur Kompressionskälte) unterschiedlich aus.

Mit einer Fernwärme-Vorlauftemperatur von 80 °C, wie sie für gleitend gefahrene Netze im Sommer typisch ist, lassen sich lediglich cop-Werte von maximal 0,5 erreichen. Eine Steigerung der Temperatur auf 130 °C kann diesen Wert unter optimalen Bedingungen auf 0,8 anheben. Legt man einen KWK-typischen niedrigen Primärenergiefaktor von 0,5 für die Fernwärme zugrunde, liegt die primärenergetische Gesamteffizienz des Absorptionsprozesses dann bei 1,0 oder bestenfalls bei 1,6. Eine Kompressionskältemaschine erreicht dagegen cop-Werte von 4 bis 6. Bei einem Primärenergiefaktor von 3,0 für Strom liegt die primärenergetische Gesamteffizienz des Kompressionskälteprozesses dann zwischen 1,3 und 2,0.

Stromeinbuße bei Wärmeauskopplung, zusätzliche Netzverluste im Sommerbetrieb und hohe Effizienz des elektrisch angetriebenen Konkurrenzsystems führen somit für die Absorptionskälteanlagen häufig zu negativen Umwelt- und Kostenbilanzen. Ein Dampfnetz mit ganzjährig hoher Temperatur kann einen effektiven Betrieb von Absorptionsanlagen noch ermöglichen. Die Umstellung auf ein verlustärmeres Heißwasser-Netz führt in Hamburg dazu, dass diese Anlagen nicht weiter sinnvoll betrieben werden können.

Als weiterer Energieträger ist Fernkälte möglich. In diesen Fernkältenetzen wird die Kälte zentral erzeugt und über ein Fernkältenetz mit kaltem Wasser im Vorlauf direkt an die Kunden geliefert.

Im Hamburg gibt es ein derartiges Fernkältenetz für die City Nord. Betreiber dieses Netzes ist die Vattenfall Europe Wärme AG. Folgende Angaben wurden vom Betreiber gemacht:

Kälteleistung im Netz:	ca. 40 MW
gelieferte Jahreskältemenge:	ca. 45 GWh/a
Art der Kälteerzeugungsanlage:	Kompressionskälte
Temperaturen Vorlauf/Rücklauf:	6 °C / ca. 12°C
Anzahl Kunden:	16 (Gesellschafter)
Anwendungen:	Klima, EDV-Serverkühlung

Innerhalb des Teilmarktes Klimakälte nimmt die Fernkälte in Hamburg damit einen Anteil von 5,4% bezogen auf die thermische Nutzenergie ein. Mit 45 GWh/a Kältelieferung hat das Hamburger Kältenetz einen wesentlich größeren Absatz als das Kältenetz der Stadt Chemnitz, über das häufig berichtet wird und das im Jahr 2008 nur einen Kälteabsatz von 11,8 GWh/a hatte. Der Grund für die Bekanntheit des Chemnitzer Netzes dürfte im innovativen Image liegen – Kälteerzeugung mittels Absorptionskältemaschine und Speicherung in einem Eisspeicher.

4.6 Installierte Kältetechniken

Die Erfassung des realen Gesamtbestandes der Kälteerzeugungsaggregate und deren Anbindung an weitere Techniken ist bisher in der Region nicht durchgeführt worden und nach Aussagen der DKV (DKV-Studie) aufgrund der hohen Anzahl der Anwender von Kälteanlagen auch nicht zu erreichen. Erste Erkenntnisse lassen sich aus den KälteChecks ableiten, jedoch ist die Zahl der durchgeführten KälteChecks zum jetzigen Zeitraum noch zu gering.

Dennoch liefert die DKV-Studie aussagekräftige Zahlen, die aus Gesprächen mit Herstellern von Kälteanlagen, Experten auf den Gebieten der Kälte- und Klimatechnik und aus Fachberichten und anderen Erhebungen für Deutschland gewonnen wurden:

Technik	Industriebetrieb	Bürogebäude	Einzelhandel	Sportstätten	Hotelgebäude	Gastronomie
	Installierte Leistung in MW					
Fenstergeräte	0	0	893	0	0	383
Split/Multisplit	0	2.871	883	0	0	663
Mobile Klimageräte	0	390	0	0	0	0
Absorber	233	100	226	0	47	0
Turbos	700	117	583	0	933	0
Wasserkühler	9.900	6.500	8.250	1.650	6.600	0
Verflüssigersätze für Direktverdampfung	1.548	387	1.548	387	0	0

Tabelle 15: In Deutschland installierte Kälteleistung nach Anwendung im Jahr 2002

Die Tabelle zeigt, dass Wasserkühlsätze mit Hubkolben-, Scroll- oder Schraubenverdichter einen hohen Marktanteil haben, während Absorber und Turbos eine untergeordnete Rolle spielen.

Es ist davon auszugehen, dass die installierte Kälteleistung inzwischen erheblich angestiegen ist, wie auch die Ergebnisse der japanischen Fachzeitschrift Jarn zeigen. In ihrer Spezialausgabe „World Air Conditioner Market 2006“⁹³ werden folgende Stückzahlverkäufe für verschiedene Arten von Klimageräten in Deutschland allein im Jahr 2006 dokumentiert:

- Mobile Klimageräte: 120.000 Stück
- Split-Klimageräte: 110.000 Stück
- Fenster-Klimageräte: 14.000 Stück
- VRF-Klimageräte: 5.000 Stück
- Dach-Klimageräte: 11.200 Stück

Die Zahl der verkauften Raumklima-Außengeräte ist in Europa im Jahr 2006 um 60 % (7,4 Mio.) in Vergleich zum Jahr 2003 (4,4 Mio.) angestiegen. Für die Zukunft wurden weitere Steigerungen prognostiziert.

Laut der japanischen Fachzeitschrift Jarn ist Deutschland nach 2006 zum zweiten Mal „Klima-Europameister“ mit 5 % Umsatzsteigerung zum Vorjahr in den Bereichen

⁹³ nach Zeitschrift CCI Ausgabe 09/2007

Wasserkühler, RLT-Geräte und Fancoils gefolgt von Italien und Frankreich. In Deutschland wurden im Jahr 2007 6.800 Wasserkühler verkauft, 200 weniger als im Jahr 2006. Davon sind ca. 80 % mit Scrollverdichtern. Etwa 50 % der verkauften Wasserkühlsätze haben Kälteleistungen von unter 100 kW und 25 % Kälteleistungen von 100 bis 350 kW. Lediglich etwa 5 % der Wasserkühler können auf Wärmepumpenbetrieb umgeschaltet werden. Die Anzahl der verkauften RLT-Geräte blieb auch im Jahr 2007 konstant bei 49.000 Stück. Die Geräte haben überwiegend Luftleistungen unter 15.000 m³/h, etwa 33 % sind mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet und ca. 50 % besitzen Einrichtungen zum Heizen und Kühlen der Zuluft. Am größten gewachsen ist der Verkauf an Fancoils in Deutschland mit 30 % auf 78.000 Geräte.⁹⁴

Laut kekk ist der Gesamtbestand an Kältemaschinen auf ca. 125 Mio. in Deutschland im Jahr 2008 angestiegen. Darunter fallen allerdings auch Kühlschränke.⁹⁵

Eine Untersuchung von BauInfoConsult unter insgesamt 430 Kälte- und Klimaanlagebaubetrieben im Jahr 2007 zeigt, dass 74 % der befragten Betriebe ein steigendes Interesse der Kunden an Energieeinsparung und Energieeffizienz erkennen können. Hauptaspekt der Kunden ist dabei die Reduktion von Kosten.⁹⁶

Die Studie „World Market for Air Conditioning“, die im April 2008 von der britischen Marktforschungsgruppe BSRIA veröffentlicht wurde, bestätigt, dass das zunehmende Bewusstsein für grüne Technologien und Energieeffizienz weiterhin einen erheblichen Einfluss auf Klimaanlageanwendungen hat, was den Trend hin zu technologisch anspruchsvolleren Produkten wie Invertergeräten, Wärmerückgewinnung und VRF/VRV weiter verstärkt.⁹⁷

Aus Gesprächen mit Herstellern von Kälteanlagen sind einige Absorptionskälteanlagen in Hamburg bekannt. Neben diesen Großanlagen gibt es Anlagen geringerer Leistungsklassen. Die Summe der Kälteleistungen liegt bei ca. 11,8 MW_{th}.

Weitere Kundenanlagen, die von Vattenfall betrieben wurden (z.B. Rathaus, Deutsche Bank, Neuer Wall), mussten abgebaut werden, da sie aus dem Dampfnetz gespeist wurden, das zurückgebaut wurde.

⁹⁴ Vgl. Jarn: World Chiller and Large AC Market, Ende 2008 in M. Stahl: Keep Cool, Europe, cci 02/2008, S. 21 f.

⁹⁵ nach kekk, Präsentation „Klimafreundliche Kälteanlagen für den Supermarkt, Umweltbundesamt, 05.09.2008, Dessau, Folie 18

⁹⁶ Untersuchung der BauInfoConsult in Moderne Gebäudetechnik 7-8/2008, Marktdaten

⁹⁷ Vgl. BSRIA: World Market for Air Conditioning in A. Voigt: Der weltweite Klimamarkt 2007, HLK 10/2008, S. 40

5 Energieeinsparpotential und zukünftige Entwicklung

5.1 Energieeinsparpotential

Berechnungen des VDMA bzw. des Forschungsrats Kältetechnik -FKT-⁹⁸ haben ergeben, dass durch den Einsatz moderner Technik in Kälteanlagen in Deutschland knapp 32.000 GWh/a eingespart werden können. Innerhalb von 15 bis 20 Jahren könnten die individuellen Kälte/Klima-Anlagen in Deutschland auf einen energieeffizienten Stand umgerüstet werden und der Stromverbrauch um 40 % gesenkt werden.⁹⁹

Das große Energieeinsparpotential resultiert aus dem Einsatz kältetechnischer Komponenten des neuesten Standes der Technik und digitaler Steuerung/Regelung. Die Einsparungen werden vom FKT wie folgt eingeschätzt:

- effiziente Regelung ca. 10%
- Reduzierung der treibenden Temperaturdifferenzen an Wärmetauschern ca. 12%
- Einsatz von hocheffizienten Antriebsmaschinen ca. 3%
- Einsparung des Kältebedarfs ca. 7%
- weitere Anlagenoptimierung ca. 8%

Beispiel Supermarkt

Mit einfachen Mitteln kann der Verbrauch in Supermärkten um bis zu 50 % gesenkt werden¹⁰⁰:

- Ersatz von thermostatischen durch elektronische Expansionsventile, denn diese erlauben im Gegensatz zu thermostatischen eine automatische Anpassung der Regelcharakteristik an den Betrieb
- Einsatz von energiesparenden Ventilatoren mit bedarfsgerechter Drehzahlregelung sowie eine aerodynamische Optimierung der Ventilatorschaufeln
- Einsatz stufenloser Drehzahlregelung bei Verdichtern
- Einsatz von Glastüren/-deckeln mit zusätzlich aufgedampfter dünnen Metallschicht zur Reflexion von außen eindringender Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung)
- Wärmeeintrag verhindern durch bedarfsgerechte Regelung der Scheiben- und Kantenheizung von Kühlmöbeln, indem die Oberflächentemperatur der Taupunkt-

⁹⁸ VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau und FKT Forschungsrat Kältetechnik e.V., der FKT ist eine vom VDMA rechtlich unabhängige Forschungsgemeinschaft.

⁹⁹ Einschätzung von VDMA, Forschungsrat Kältetechnik e.V. FKT und Fachgruppe Kühlmöbel, in KI Kälte Luft Klimatechnik September 2008

¹⁰⁰ Prof. M. Kauffeld: Energieeffiziente Kälte in Supermärkten in cci 01/2009

temperatur der Raumluft angepasst ist und durch Einsatz von LEDs anstatt der üblichen Leuchtstoffröhren

- Integration von computergesteuerten Regelungskonzepten in den Anlagenbetrieb

Beispiel Informationstechnik

In einigen Rechenzentren sind nicht die IT-Geräte selbst, sondern die Infrastruktur, wie Klimatisierung und unterbrechungsfreie Stromversorgung verantwortlich für bis zu zwei Drittel des gesamten Stromverbrauchs¹⁰¹. Bis zu 90 Prozent des Energiebedarfs lassen sich durch moderne Techniken wie effizientere Prozessoren, Virtualisierung von Servern (mehrere Server laufen als Software-Lösung auf einer Server-Hardware) und „Thin Clients“ (abgespeicherte Arbeitsstationen, für die der Server die Rechenleistung übernimmt) anstelle von Computern an Arbeitsplätzen an manchen Stellen einsparen¹⁰². Hinzu kommt die Einbindung innovativer Technik im Bereich der Kühltechnik und Nutzung der Abwärme.

5.2 Einfluss der EnEV

Die Energieeinsparverordnung EnEV 2007 setzte im Wesentlichen die Anforderungen der EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ (EPBD) um und bezog die Kühlung in die energetische Bilanzierung ein. Durch die EnEV 2009 haben sich gegenüber der EnEV 2007 keine weiteren wesentlichen Veränderungen mehr ergeben.

Die Regelungen der EnEV in Bezug auf Kühlung können folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Berücksichtigung der Klimatisierung bei verbrauchs- und bedarfsorientierten Energieausweisen
- Energetische Inspektion von Klimaanlage
- Kälteverteilungsleitungen sind mindestens 6 mm (0,035 W/mK) zu dämmen.
- Begrenzung der spezifischen Ventilatorleistung
- Befeuchter müssen regelbar sein, Luftfeuchte muss direkt gemessen werden, Sollwerte für Befeuchtung und Entfeuchtung müssen getrennt einstellbar sein
- Bedarfsgerechte Volumenstromregelung bei Anlagen > 9 m³/h je m² Nutzfläche
- Verpflichtung zur Wärmerückgewinnung, mindestens Klassifizierung H3 nach DIN EN 13053 : 2007-09

5.2.1 Der Energieausweis für Nichtwohngebäude

Von der Einführung des Energieausweises wird mehr Transparenz bei der Vermarktung von gewerblich genutzten Gebäuden erwartet: Der potentielle Mieter oder Käufer soll sich bereits im Vorfeld über den Gesamtenergieeffizienz der Immobilie informieren und die Folgekosten bei seiner Entscheidung berücksichtigen können. Für Verkäufer

¹⁰¹ TÜV Rheinland in Wolfram Markus: Noch zu viel heiße Luft, der gemeinderat 12/08, Seite 46 f.

¹⁰² Deutsche Umwelthilfe in Wolfram Markus: Noch zu viel heiße Luft, der gemeinderat 12/08, Seite 46 f.

und Vermieter soll der Energieausweis vor diesem Hintergrund Vorteile und Argumentationshilfen bei der Vermarktung von Gewerbeimmobilien bringen.

Hinsichtlich der Kühlung sieht das Muster des Bedarfsausweises nach § 16 EnEV 2009 neben dem Baujahr der Klimaanlage folgende Angaben vor:

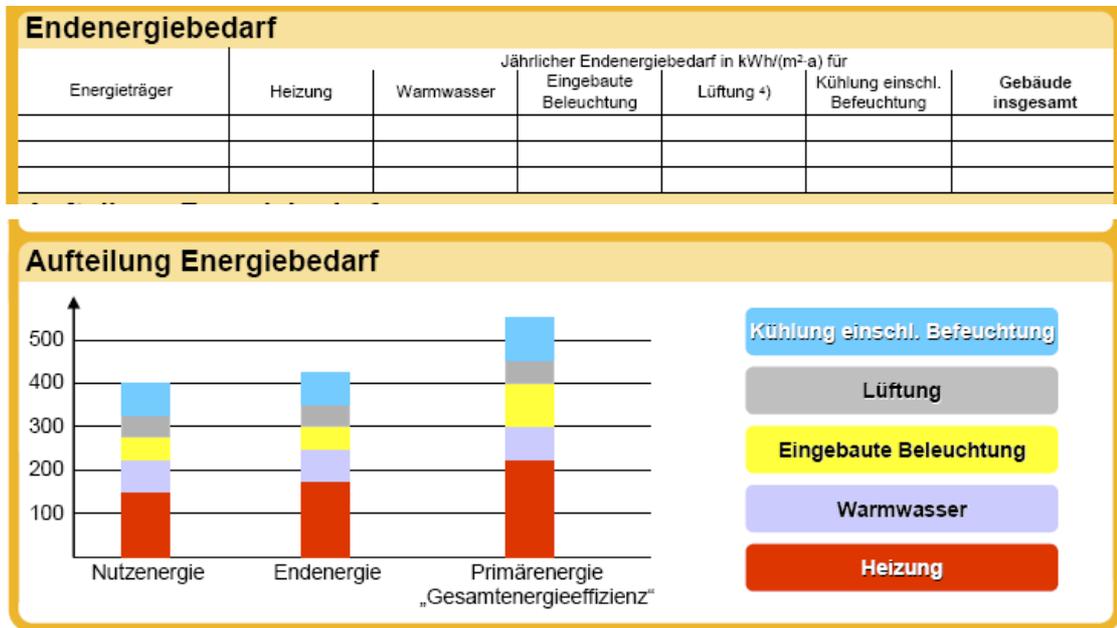


Abbildung 13: Auszüge aus dem Muster des Bedarfsausweises

Die DIN V 18599 ist das zentrale Hilfsmittel zur Berechnung der für den Gebäudeenergieausweis benötigten Daten. Im Bereich der RLT-Anlagen werden in der DIN V 18599 Teil 3 und Teil 7 Berechnungsansätze und Kennwerte für unterschiedliche Anlagenkonzepte und Erzeuger gegeben.

Verschiedene innovative Anlagenkonzepte, wie freie Kühlung, Nachtlüftung, adiabate Kühlung, solare Kühlung etc. können jedoch in Nachweisen auf Grundlage der DIN V 18599 nicht berücksichtigt werden, da die Berechnungsansätze und Kennwerte für derartige Konzepte in der DIN V 18599 nicht enthalten sind. Dies kann sich nach Einschätzung des IWU¹⁰³ nachteilig auf die Markteinführung bzw. – Durchdringung solcher Systeme auswirken.

Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass die Festlegung der Anforderungen an Klimatisierung und Lüftung durch die EnEV 2007 und EnEV 2009 und die explizite Ausweisung des Anteils der Kühlung am Endenergiebedarf im Bedarfsausweis einen positiven Einfluss auf die Planung von Gebäuden haben wird.

¹⁰³ IWU, Stellungnahme vom 5. Juni 2007
http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/werkzeuge/IWU_Stellungnahme_EnEV2008.pdf

5.2.2 § 12 Inspektion von Klimaanlage

Klimaanlagen müssen künftig alle zehn Jahre inspiziert werden. Dem Inspektionsbericht müssen Verbesserungsvorschläge beigefügt werden.

Betreiber von fest installierten Klimaanlage mit einer Nennleistung über 12 kW müssen diese alle zehn Jahre überprüfen lassen. Nach Inkrafttreten der EnEV müssen binnen zwei Jahren Anlagen inspiziert werden, die älter als 20 Jahre sind. Für jüngere Anlagen gibt es Übergangsfristen von vier bis sechs Jahren. Die Inspektion umfasst alle Komponenten, die den energetischen Wirkungsgrad der Anlage beeinflussen.

Hierzu gehören:

- a) Überprüfung der Auslegung der Anlage auf
 - Raumnutzung und -belegung sowie Nutzungszeiten
 - innere Wärmequellen sowie relevante bauphysikalische Eigenschaften des Gebäudes
 - geforderte Sollwerte (Luftmengen, Temperatur, Feuchte, Betriebszeit, Toleranzen)
- b) Überprüfung der Effizienz der wesentlichen Komponenten der Anlage

Es müssen kurze fachliche Ratschläge für die kostengünstige Verbesserung der energetischen Qualität der Klimaanlage, deren Austausch oder Alternativlösungen gegeben werden. Eine Vorlage für die Darstellung der Hinweise gibt die EnEV nicht vor.

Zur Durchführung der Inspektionen berechtigt sind Ingenieure der Fachrichtungen Versorgungstechnik, Technischen Gebäudeausrüstung, Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Bauingenieurwesen, wenn sie über mehrere Jahre Berufserfahrung verfügen. Die Ingenieure erhalten keine besondere Zertifizierung für die Durchführung von Inspektionen.

Durch die Inspektion der Klimaanlage werden die Betreiber frühzeitig auf die Funktionalität ihrer Anlage aufmerksam gemacht und zum Handeln aufgefordert, z.B. sobald die wesentlichen Komponenten nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen, die Wirkungsgrade eine Verschlechterung aufweisen etc., so dass auch hier mit einer Steigerung der Energieeffizienz zu rechnen ist.

5.3 Einfluss des Kältemittelverbotes R22

Das Kältemittel R22 wird in allen Anwendungsgebieten von Kälte- und Klimaanlage genutzt, insbesondere für die stationäre Raumkühlung und Klimatisierung im Leistungsbereich von 2,5 kW bis 700 kW von mittelgroßen Gebäuden.

R22 gehört zu den teilhalogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffen (HFCKW), welche die Ozonschicht schädigen und durch ihr hohes Treibhauspotential erheblich zum Klimawandel beitragen. Es ist das am weitesten verbreitete Ersatzkältemittel der vollhalogenierten FCKWs R11 und R12.

Bereits 1987 wurde zum Schutz der Ozonschicht das Montrealer Protokoll international verabschiedet, welches über die EU-Richtlinie über „Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen“ in die FCKW-Halon-Verbots-Verordnung vom 6. Mai 1991 einfluss. Nach dieser Verordnung werden ab dem 1. Januar 2015 auch alle HFCKW verboten.

Das Inverkehrbringen und Verwenden von R22 und R22-haltigen Gemischen als Kältemittel ist bereits seit dem 1. Januar 2000 in Deutschland verboten. Geräte und Anlagen, die R22 enthalten, dürfen nicht mehr hergestellt und in Verkehr gebracht werden und der Umgang mit dem Kältemittel als solchem (z.B. Nachfüllen des Kältemittels) ist verboten.

In Anlagen, die vor dem 1. Januar 2000 hergestellt wurden, war bis Ende 2009 die Verwendung von R22 weiterhin erlaubt. Ab dem 1.1.2010 ist die Verwendung von neuem R22 zu Reparatur- und Wartungszwecken verboten. Es darf nur noch recyceltes R22 verwendet werden. Ab dem 1.1.2015 darf auch kein recyceltes R22 mehr nachgefüllt werden.

Eine Untersuchung des Umweltbundesamtes¹⁰⁴ hat ergeben, dass der zur Umstellung technische Sachstand grundsätzlich gegeben ist. Hierzu gehören die Anforderungen an das Personal, erforderliche Ausrüstung und Materialien und die Infrastruktur der Entsorgung und Aufbereitung. Dies hat bereits zu einer Abnahme des Einsatzes des Kältemittels R22 in Deutschland geführt. Nach den Zahlen des Statistischen Bundesamtes wurden im Jahr 2003 noch 1.319 t R22 als Kältemittel verwendet, während es im Jahr 2004 nur noch 1.068 t waren.

Mit der nunmehr festgelegten Inspektion von Klimaanlage (§12 EnEV 2007) ist davon auszugehen, dass der Notwendigkeit der Umstellung frühzeitig Rechnung getragen wird und geeignete Ersatzmaßnahmen getroffen werden, die im besten Fall auch zum verstärkten Einsatz von passiven Maßnahmen führen oder zumindest die Betrachtung energieeffizienter Alternativen mit einbeziehen.

5.4 Energieeffizienzklassen von Klimageräten

Der Herstellerverband Raumluftechnische Geräte e.V., Bietigheim-Bissingen, hat mit der Neufassung der RLT-Richtlinie 01 „Allgemeine Anforderungen an Raumluftechnische Geräte“ im September 2007 eine Grundlage zur flächendeckenden Qualitätssicherung von Raumklimageräten entwickelt. Darin werden Energieeffizienzklassen für RLT-Geräte festgelegt.

Die aktuellen Normen und Richtlinien hält der Verband nach eigenen Aussagen für nicht ausreichend: So liegt der DIN EN 13779 „Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Aufgaben für Lüftungs- und Klimaanlage“ in Bezug auf den Energieverbrauch einer Lüftungsanlage der SFP-Wert (Specific-Fan-Power) zugrunde. Dieser Wert bietet jedoch keine Aussage über die Qualität eines zentralen RLT- oder Klimagerätes. Mit den neuen Energieeffizienzklassen werden für den Nutzer deutlich aussagekräftigere Parameter und Kriterien dargestellt.

¹⁰⁴ Umweltbundesamt: Ersatz des Kältemittels R22 in bestehenden Kälte- und Klimanlagen. Hannover, September 2000.

Nach der Richtlinie 01 des Herstellerverbandes RLT-Geräte werden Klima- und Lüftungsgeräte, inklusive Kanalsystem und Luftauslässe, in die Klassen A und B unterteilt, wobei A den Stand der Technik von heute und morgen beschreibt und B den bisherigen Stand. Die wichtigsten Faktoren für die Einteilung in A und B sind die Luftgeschwindigkeit innerhalb des Gerätes, die elektrische Leistungsaufnahme des Ventilators in Abhängigkeit von dem Luftvolumenstrom und der Druckerhöhung und die Qualität der Wärmerückgewinnung in Abhängigkeit von der Rückwärmezahl und dem Druckverlust. Die Basis dafür ist die Prüfung der Modelbox-Daten des Herstellers und der Auslegungssoftware, welche in der Regel alle 6 Jahre wiederholt werden soll.

Erfüllt ein RLT-Gerät alle Kriterien innerhalb der Energieeffizienzklassen A oder B und wird der Hersteller vom TÜV-SÜD überwacht und zertifiziert, dürfen die Label (siehe RLT-Richtlinie 01) des Herstellerverbandes RLT-Geräte und dem TÜV Süd verwendet werden.

Mit der RLT-Richtlinie 01 hat der Herstellerverband auf die steigenden Anforderungen im Bereich der rationellen Energieverwendung und der Energieeffizienz im Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung reagiert und dem Planer, Anlagenbauer und Betreiber weitere Sicherheit zur Verwendung energetisch optimierter Geräte gegeben.

5.5 Entwicklung des Kältemarktes

Wie bereits in den vorherigen Kapiteln erwähnt, wird der zukünftige Kältemarkt (5 bis 10 Jahre) die folgende Charakteristika ausweisen:

- Der Stromverbrauch wird aufgrund der steigenden Nachfrage nach Kühlung und Klimatisierung weiter zunehmen (steigender Komfortstandard und Zunahme des Gebäudebestandes).
- Der Einsatz von Raumklimageräten wird in den nächsten 5 bis 10 Jahren weiter steigen.
- Fernkälte bleibt räumlich begrenzt auf das bestehende Fernkältenetz in der City Nord, eine Ausweitung dieses Netzes oder der Aufbau neuer Netze ist voraussichtlich nicht möglich.
- Inspektionen und rechtliche Anforderungen werden einen positiven Einfluss auf die Energieeffizienz im Bereich der Kühlung und Klimatisierung erwirken, wenn auch die Tendenz der Stromverbrauchssteigerung dadurch in den nächsten 5 bis 10 Jahren nicht aufgehalten werden kann.

6 Bewertung und Ableitung von Handlungsschwerpunkten

Dieses letzte Kapitel rundet die Hamburger Kältemarktanalyse ab, indem die vorangegangenen Darstellungen bewertet werden. Zusätzlich werden Handlungsschwerpunkte abgeleitet, so dass eine Analyse der Zielgruppen erreicht wird.

In Hamburg liegt der Stromverbrauch für Kälteerzeugung mit 1,55 TWh/a bei ca. 12% des Gesamtverbrauchs von 13 TWh/a (die Daten beziehen sich auf das Jahr 2006). Bereinigt man den Verbrauch um die sehr energieintensiven Branchen Aluminiumwerke und Schienenverkehr, verbleibt ein Stromverbrauch von 9,3 TWh/a. Bezogen auf diesen Verbrauch liegt Kältestromverbrauch dann bei ca. 16%. Der Stromverbrauchsanteil für Kälte ist in Hamburg mit dieser Sichtweise somit etwas höher als im Bundesdurchschnitt. Dieser liegt nach Angaben der DKV-Studie für das Jahr 2000 bei 14%, allerdings mit steigender Tendenz. Der etwas höhere Verbrauchsanteil in Hamburg ist mit der hier vorhandenen Wirtschaftsstruktur zu erklären. Branchen mit Kältebedarf sind stärker vertreten als im Durchschnitt Deutschlands.

Ein Drittel des Stromverbrauchs entfällt auf die Nahrungsmittelindustrie und den Lebensmittel-Einzelhandel. In dieser stark wachstumsorientierten Branche ist die Effizienz der Kälteerzeugung – insbesondere im Einzelhandel – aufgrund vieler kleiner Anlagen gering und bietet noch hohe Potentiale zur Einsparung.

Die Bedeutung dieser Zielgruppe erhöht sich noch im Hinblick auf die Tatsache, dass der Verkauf von Tiefkühlprodukten mit fast +4% pro Jahr eine stark ansteigende Tendenz aufweist. Zugleich gibt es eine Tendenz zu größeren Verkaufsflächen und damit zu zentralen Verbundkälteanlagen. Vor dem Hintergrund der Schließung vieler kleinerer Lebensmittelläden und dem Ausbau von Discountern besteht im Lebensmittel-Einzelhandel erhöhter Bedarf nach Beratungen und Informationen über effiziente Kälteanlagen. Nicht nur die wachsende Konkurrenz macht eine Senkung des Energieverbrauchs und damit verbunden der Energiekosten unabdingbar. Auch vor dem Hintergrund der Endlichkeit der Ressourcen sollte vermehrte Aufklärung zu energieeffizienten Kälteanlagen im Lebensmittel-Einzelhandel erfolgen. Verbundkälteanlagen bieten weitere Potentiale auch zur Nutzung der Abwärme der Kälteanlagen. Somit bleibt der Lebensmittel-Einzelhandel ein wichtiger Handlungsschwerpunkt für die Stadt Hamburg und das Netzwerk Kälteeffizienz. Hierbei müssten allerdings die besonderen Entscheidungsstrukturen und Betriebstypen im Lebensmitteleinzelhandel berücksichtigt werden.

Die Entscheidungen über die Installation effizienter Kühlanlagen fallen hier je nach Organisationsform und Unternehmen an verschiedenen Stellen – die Technik wird teils zentral vorgegeben, es gibt regionale Planungs- und Entscheidungsebenen oder es entscheidet z.B. ein Franchise-Nehmer selbst über die Kühltechnik in seinem Laden.

Die Realisierung von Verbundkälteanlagen, die zur Abwärmenutzung in das Heiz- und Warmwassersystem eines Gebäudes eingebunden werden müssen, kann schon daran scheitern, dass man ein fertig ausgestattetes Gebäude angemietet hat oder sich in die vorhandene Haustechnik eines Shopping-Centers eingliedern muss. Konsequenz kann dann die Installation von ineffizienten Kühlmöbeln ohne Abwärmenutzung einer Verbundkälteanlage sein.

In günstigen Fällen erfolgt vor der Anmietung von Flächen eine Abstimmung zwischen Vermieter und Ladenbetreiber.

Vor dem Hintergrund dieser uneinheitlichen Strukturen ist es voraussichtlich sinnvoll, eine speziell auf diese Strukturen angepasste Konzeption zu entwickeln und dies zu einem weiteren Schwerpunkt im Netzwerk Kälteeffizienz zu machen.

Mit der Zunahme der EDV-Anwendungen in allen Wirtschaftszweigen hat sich auch der Kältebedarf der Rechenzentren und Server stark erhöht. Dieser Kältebedarf liegt inzwischen schon bei ca. 60% des Klimakältebedarfs in den Bürogebäuden. Für die Kühlung dieser EDV-Anlagen gibt es Konzepte, die sehr zielgerichtet auf die speziellen Anforderungen dieser Anwendungen zugeschnitten sind und gegenüber einer Kühlung mittels einer Gebäudeklimatisierung wesentlich effizienter arbeiten. Eine gezielte Information und Ansprache der EDV-Verantwortlichen hinsichtlich effizienter Kühlung wird als sinnvoll erachtet.

Sehr hohe Stromverbräuche für die Kälteerzeugung bei geringem cop-Wert finden sich in der Chemischen Industrie – speziell bei der Luftzerlegung und -verflüssigung. Aus physikalischen Gründen ist eine Verbesserung der Effizienz hier kaum möglich, die Prozesse finden bei extrem niedrigen Temperaturen statt, die mit den sonst üblichen Verhältnissen nicht mehr vergleichbar sind. Das technische Spezialwissen liegt in den wenigen Großfirmen vor, die derartige Anlagen betreiben, und ist für eine Verbreitung und Berücksichtigung im Netzwerk Kälteeffizienz nicht geeignet.

In der öffentlichen Diskussion um innovative Konzepte der Kälteerzeugung taucht häufig die Begrifflichkeit „Absorptionskälte aus Fernwärme“ auf. Dies soll nach Meinung führender Kältespezialisten sowohl wirtschaftlich als auch energetisch sehr effizient sein. In Hamburg gibt es nach Umstellung des verlustreichen Dampfnetzes der Fernwärmeversorgung auf Heißwasser keine größeren Potenziale mehr für den Betrieb von fernwärmebetriebenen Absorptionskälte-Anlagen. Diese wären bei den im Netz verfügbaren Temperaturen ineffizienter als elektrisch angetriebene Kompressionskälte-Anlagen. Somit kann dies in der Ansprache von Zielgruppen vernachlässigt werden.

Das Netzwerk Kälteeffizienz, welches seit 2008 kontinuierlich ausgebaut wird, berücksichtigt die oben genannten Schwerpunkte bisher schon. Eine ergänzende Neuausrichtung auf andere, bisher vernachlässigte Zielgruppen lässt sich aus den Ergebnissen der Kältemarktanalyse nicht ableiten. Daher sollte vermehrtes Augenmerk auf die Intensivierung der Ansprache des Lebensmittel-Einzelhandels sowie der EDV-Verantwortlichen gelegt werden.

□