

Energierereport 2003 der ETH Zürich



Zürich, April 2004

Impressum

"Energierепort [2003] der ETH Zürich"
erscheint jährlich auf Deutsch

Titelbild: Das Foto zeigt eine Windenergie-Anlage (Fotograf: W. Seifert)

Herausgeber

ETH Zürich

Redaktionsleitung

Wolfgang Seifert, Umweltbeauftragter ETH Zürich, wolfgang.seifert@br.ethz.ch

Redaktionsteam

Die Redaktionsleitung dankt allen, die an diesem Bericht mitgearbeitet haben, auch denen die nachfolgend nicht namentlich aufgeführt sind.

Albin Graf, ETH Abteilung Betrieb, Zürich

Emil Rebsamen, ETH Abteilung Betrieb, Zürich

Hans Huber, ETH Abteilung Betrieb, Zürich

Heinz Rüger, Getec Zürich AG, Zürich

Stephan Knecht, Ingenieurbüro Knecht, Seuzach

Wiedergabe von Teilen

Nur mit schriftlicher Einwilligung der Redaktion sowie Quellenhinweis: "Energierепort 2003 der ETH Zürich"

Redaktionsadresse

ETH Immobilien

Herr Wolfgang Seifert, Umweltbeauftragter

Hochstrasse 60a, HCW

ETH Zentrum

CH-8092 Zürich

ETH Energie und Umwelt im Internet

<http://www.energie.ethz.ch>

Bericht im pdf-Format

Der "Energierепort 2003 der ETH Zürich" ist als Download verfügbar:

<http://www.energie.ethz.ch/downloads.html>

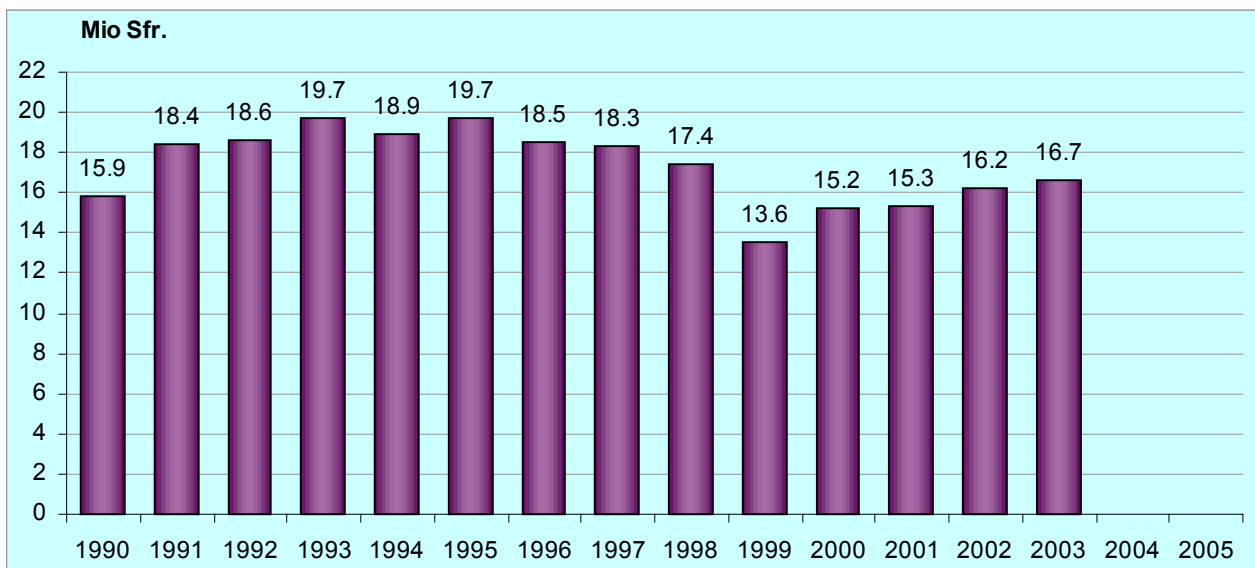
Kesselhaus ETH Höggerberg



Energierport 2003 der ETH Zürich

1	Zusammenfassung.....	4
2	Kosten im Jahr 2003.....	6
2.1	Kosten-Übersicht	6
2.2	Kosten für Elektrizität	7
2.3	Kosten für Wärme	7
2.4	Kosten für Wasser	8
3	Bilanzierung und Berechnung der Energien	9
3.1	Energie-Formen	9
3.2	Energie-Bilanz für die ETH Zürich gesamt	10
3.3	Energie-Bilanz für die ETH Zentrum im Detail	12
3.4	Energie-Bilanz für die ETH Hönggerberg im Detail	13
3.5	Normierter Wärmeverbrauch mit Heizgradtagen	14
4	Verbrauch im Jahr 2003.....	15
4.1	Nutzenergie-Verbrauch	15
4.2	Elektrizitäts-Bedarf	16
4.3	Wärme-Bedarf	17
4.4	Kälte-Verbrauch	18
4.5	Wasser-Verbrauch	18
5	Energieziele	19
5.1	Energieziele der ETH Zürich gesamt	19
5.2	Energieziele ETH Zentrum	20
5.3	Energieziele ETH Hönggerberg	21
5.4	Massnahmen zu <i>EnergieSchweiz</i>	22
6	CO ₂ -Emission	23
6.1	CO ₂ -Emission von fossilen Energieträgern	23
6.2	CO ₂ -Emission ETH Zürich	23
6.3	CO ₂ -Emission der ETH Zentrum	24
6.4	CO ₂ -Emission der ETH Hönggerberg	25
7	Planungsgrundlagen und spezifische Energiekosten	25
8	Energieverbrauch im Detail	27
8.1	Elektrizitäts-Bedarf 2000 – 2003	27
8.2	Wärme-Bedarf 2000 – 2003	29
	Anhang	32
A1	Der Verbrauch der grössten Gebäude (Überblick)	32
A2	Aktuelle Umwelt-Kennzahlen RUMBA	34
A3	ETH Zentrum (Plan mit allen Gebäudebezeichnungen)	35
A4	ETH Hönggerberg (Plan mit allen Gebäudebezeichnungen)	36

1 Zusammenfassung



Grafik 1–1: Total der Energie- und Wasserkosten der ETH Zürich (Ausgaben abzüglich Erlös)

Im Jahr 2003 hatte die ETH Zürich wie im Vorjahr auch einen leichten Anstieg der gesamten Energiekosten zu verzeichnen. Der Elektrizitätsverbrauch der ETH Zürich hat gegenüber dem Vorjahr leicht abgenommen und liegt innerhalb der Zielsetzung von *EnergieSchweiz*. Die 3. Ausbautappe an der ETH Hönggerberg hat nach erstmaliger Nutzung im Jahr 2003 nachweisbare Auswirkungen sowohl auf den Stromverbrauch wie auch auf den Wärmebedarf gehabt. Mit dem erweiterten Flächenangebot der ETH Hönggerberg ist auch der Energieverbrauch merklich angestiegen. Die laufenden Umbauarbeiten der Chemie-Altbauten der ETH Zentrum vermochten den erhöhten Stromverbrauchs der ETH Hönggerberg zu kompensieren. Nach der Wiederinbetriebnahme der renovierten Chemie-Altbauten wird auch der Stromverbrauch der ETH Zentrum wieder zunehmen.

An beiden Standorten war gegenüber dem Vorjahr ein erhöhter Wärmebedarf (klimabereinigt) festzustellen. An der ETH Hönggerberg ist dies wiederum auf die Erweiterung (3. Ausbautappe) zurückzuführen. An der ETH Zentrum sind es einzelne Gebäude, dessen Wärmebedarf stark zugenommen hat. Vom gesamten Wärmebedarf liefert die Wärmepumpe Walche rund einen Drittel aus der Restwärme der nahe gelegenen Limmat. In Anbetracht der gestiegenen Nutzfläche war es im Jahre 2003 nicht gelungen die Wärmebedarfsziele aus *EnergieSchweiz*, welche auf dem Stand der Nutzfläche von 2000 beruhen, zu erfüllen.

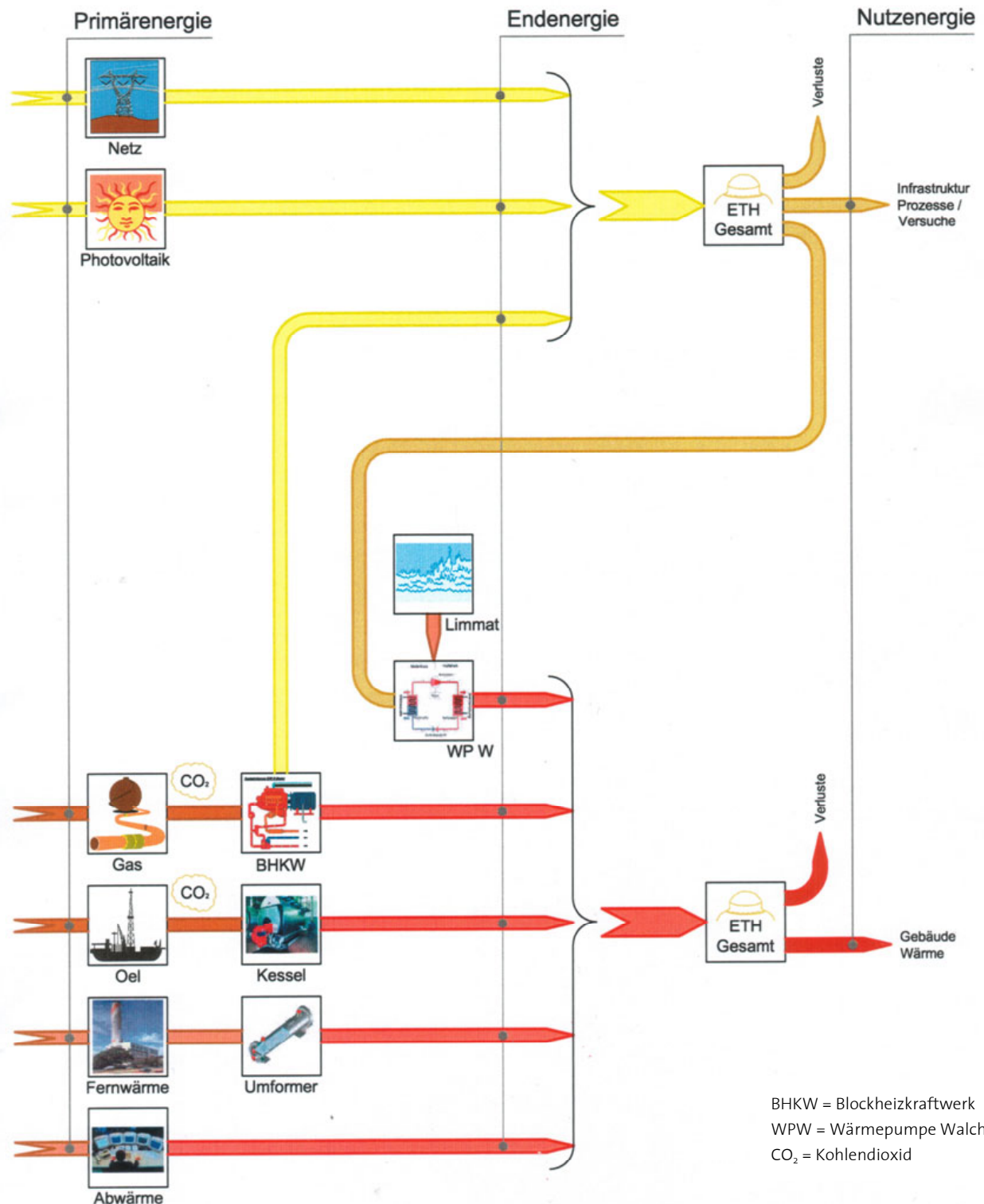
Die angestrebte Zielsetzung für den Kohlendioxid-Ausstoss (CO_2) basierend auf dem Kyoto-Protokoll konnte im Jahr 2003 nur sehr knapp erreicht werden. Weil ein grosser Anteil der Wärme von der CO_2 -neutralen Wärmepumpe erzeugt wird, ist die Erhöhung des CO_2 -Ausstoss nicht so massiv ausgefallen wie die Zunahme des Wärmebedarfs. Die ETH eigene Stromproduktion mit den Gas betriebenen Blockheizkraftwerken trägt auch zum CO_2 -Ausstoss ihren Teil bei.

Der Wasserverbrauch und damit die Wasserkosten haben auch im Jahr 2003 leicht abgenommen. Die wesentliche Reduktion des Wasserverbrauchs war vor zwölf Jahren mit der Umstellung der Wasserkühlung auf Hybridkühlung realisiert worden. Die Wasserkosten wurden in den letzten Jahren kaum mehr vom Kältebedarf beeinflusst.

Die Energie-Versorgung der ETH Zürich im Überblick

Primärenergie ist die ursprüngliche auf der Erde vorfindbare Energie in Form von Erdöl, Erdgas, Sonnenlicht etc. und auch Wasserkraft, thermisch verwertbarer Abfall etc. Die Endenergie ist die aus der Primärenergie hergestellte direkte nutzbare Form von Energie wie Heizöl, Triebstoffe, Stadtgas, Strom und Fernwärme. Endenergie ist gekennzeichnet durch die Handelsform der Energie, in welcher sie ein Energie-Produzent bzw. -Lieferant an den Bezüger abgibt. Die Nutzenergie ist die Energieform, welche die ETH Zürich als solche verbraucht. Als Nutzenergie werden vor allem die Hauptgruppen Strom und Wärme betrachtet, anhand derer ein vereinfachter Jahresvergleich geführt werden kann. Der Strom wird vor allem für das Betreiben von

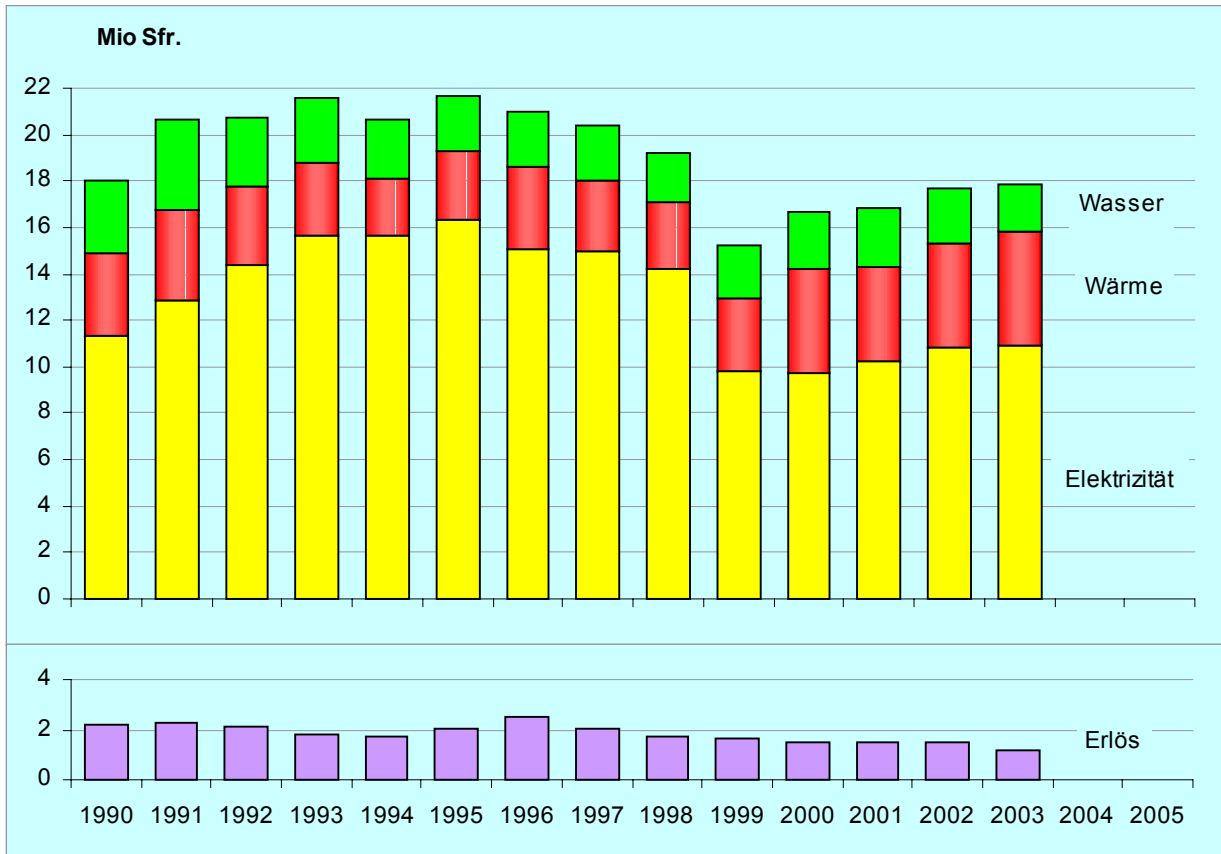
Apparaten und die Beleuchtung benötigt. Die Wärme dient zur Beheizung der Gebäude an kalten Tagen. Mit der Wärmepumpe Walche (WPW) wird Strom auch zu Raumwärme. Aus der Endenergie Stadtgas produziert das Blockheizkraftwerk (BHKW) sowohl Strom als auch Wärme. Das umweltrelevante Kohlendioxid (CO_2) entsteht hauptsächlich bei der Energieerzeugung aus Gas und aus Öl. Die ETH Zürich betreibt einige Anlagen zur Umwandlung der Endenergie, bzw. Primärenergie, in Nutzenergie innerhalb der Abteilung Betrieb selbst. Zu den Anlagen gehören eine Photovoltaik-Anlage auf dem Höggerberg, ein Blockheizkraftwerk, mehrere Kesselanlagen, die Wärmepumpe Walche und einige Fernwärme-Umformerstationen.



Grafik 2.1-1: Die Energieversorgung der ETH Zürich

2 Kosten im Jahr 2003

2.1 Kosten-Übersicht



Grafik 2.1-1: **Total Energiekosten ETH Zürich** (ETH Zentrum, ETH Höggerberg, Aussenstationen)

Die totalen Kosten für Wärme, Elektrizität und Wasser nehmen seit 1999 wieder markant zu, nachdem sie in den vorangehenden Jahren rückläufig waren. Die dritte Ausbaustufe auf dem Höggerberg hat diesen Anstieg massgeblich verursacht. Mit dem erhöhten Raumangebot geht auch eine Zunahme der Energiekosten einher. Zunahme der jährlichen Elektrizitätskosten-Kosten beträgt seit 1999 1,1 Millionen Franken. Die Kosten für den Wärmebedarf sind seit 1999 um 1,8 Millionen Franken angestiegen. Davon entfallen 0,4 Millionen Franken auf die Zunahme von 2002 bis 2003. Obwohl sich der eigentliche Wärmeverbrauch nur wenig erhöht hat, war doch eine massive Zunahme der Energie-Preise zu verzeichnen. Seit 1999 bis 2003 hat sich der Fernwärmepreis von 3,3 Rappen pro Kilowattstunde auf 7,7 Rappen erhöht. Der Gaspreis ist in dieser Periode ebenfalls gestiegen. Die Wasserkosten haben in der Periode von 1999 bis 2003 leicht abgenommen.

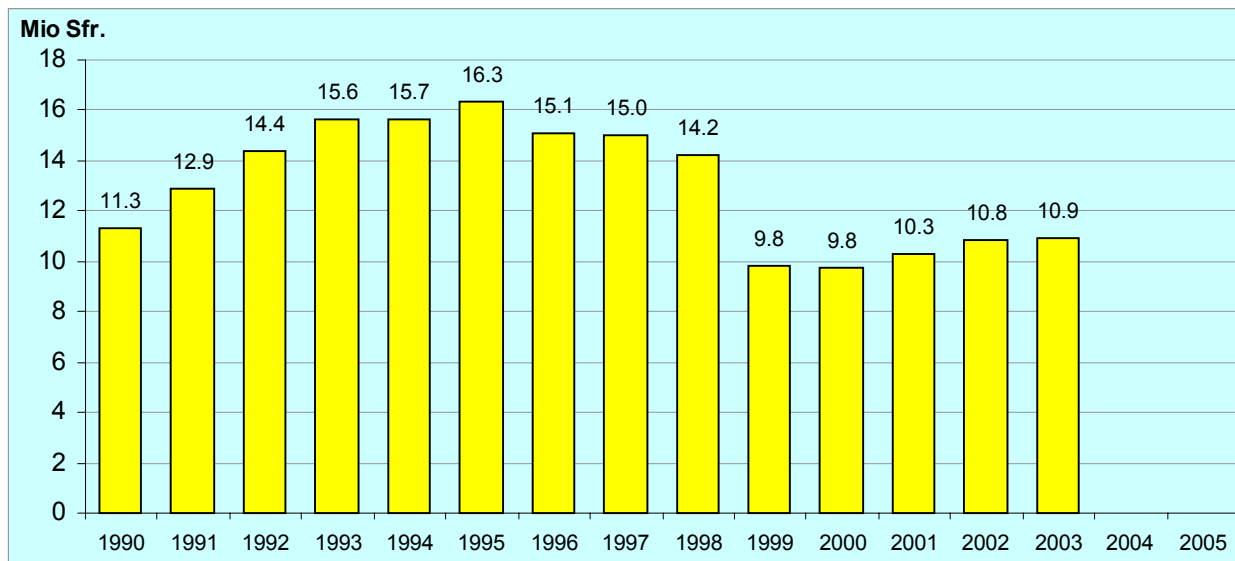


Der Anteil an den gesamten Kosten beträgt für die Elektrizität 66% (i.e. 10.9 Mio. SFr), für die Wärmeenergie 29% (4.9 Mio. SFr) und für Wasser 12% (2.0 Mio. SFr)

Ein geringerer Erlös ist 2003 im Vergleich zum Vorjahr entstanden. Die an Drittbewerber verkaufte Wärmeenergie ist wertmässig um 0,28 Millionen auf 1.2 Mio. SFr. zurückgegangen und entspricht 7% der gesamten Energiekosten.

ETH Höggerberg

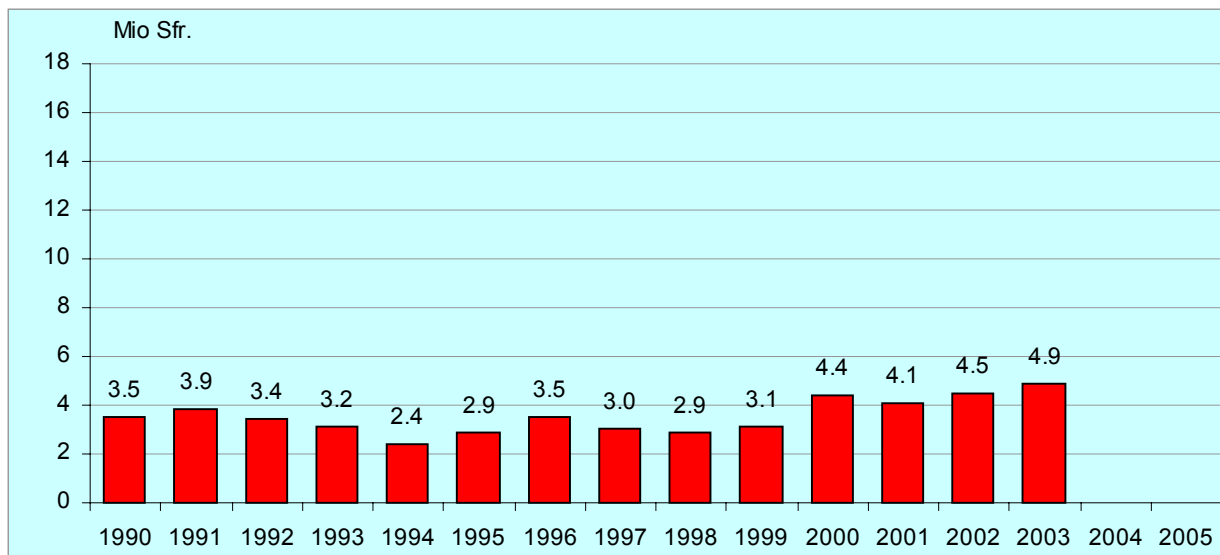
2.2 Kosten für Elektrizität



Grafik 2.2–1: **Elektrizitätskosten der ETH Zürich** (inklusive Kälte-Erzeugung und Wärmepumpe)

Die Elektrizitätskosten sind seit 2002 trotz der 3. Ausbautappe der ETH Höggerberg quasi konstant geblieben. Die Kosten für Kälte (vor allem zur Raum-Kühlung während heissen Tagen) sind auch in den Elektrizitätskosten enthalten. Die Stromkosten für den Betrieb der Wärmepumpe Walche (1,35 Millionen Franken) sind ebenfalls Bestandteil der gesamten Elektrizitätskosten.

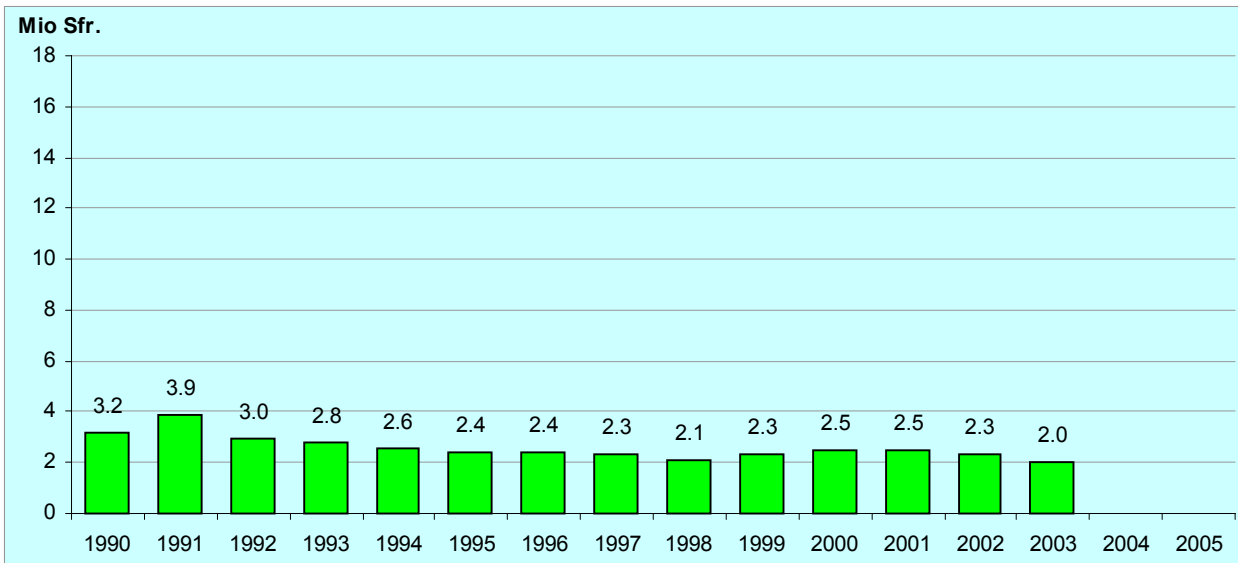
2.3 Kosten für Wärme



Grafik 2.3–1: **Effektive Wärme-Kosten ETH Zürich gesamt** (Klima-Einflüsse sind nicht berücksichtigt)

Die Kosten für die Wärme sind neben den baulichen Veränderungen (Grösse der Nutzflächen etc.) auch vom vorherrschenden Klima in der betrachteten Abrechnungsperiode abhängig. Sie variieren mit der Anzahl der so genannten Heizgradtagen, d.h. mit der Intensität des Winters (siehe Kap. 3.5). Der Winter 2002 war sehr mild. Der Winter 2001 und derjenige von 2003 waren hingegen etwas kälter im Durchschnitt. Jedoch kann die Veränderung der Wärmekosten nicht nur dem Klima zugeschrieben werden. Die steigenden spezifischen Wärmekosten haben einen grossen Einfluss auf die Gesamtkosten. Die Fernwärmekosten der ETH-Zentrum haben sich seit 1999 mehr als verdoppelt.

2.4 Kosten für Wasser



Grafik 2.4-1: **Kosten für den Wasserverbrauch der ETH Zürich gesamt**

Der Einbezug der Wasserkosten in die Energiekosten berücksichtigt den Umstand, dass die Verwendung von Leitungswasser zur Kühlung (Raum- und Prozesskühlung) indirekt auch Energiekosten verursacht. Der Einsatz von neuen hybriden Kühltürmen im Jahre 1992 führte zu einer massiven Reduktion des Wasserverbrauchs. Hybride Kühltürme ersetzen die konventionellen Kühltürme, die sehr viel Wasser verbraucht haben. Mit der Verbesserung der Kühlanlagen konnten die Energiekosten gesenkt und die Ressource Trinkwasser geschont werden.

Die Wasserkosten waren bis zur Umstellung der Wasserkühlung auf Hybridkühlung stark vom Kältebedarf abhängig. Seit der Umstellung werden die Wasserkosten nicht mehr vom Kältebedarf beeinflusst und sind für den Energiehaushalt der ETH Zürich nur noch von untergeordneter Bedeutung.

Die spezifischen Wasserkosten sind seit 1999 kaum angestiegen. Der Wasserverbrauch und demzufolge auch die Wasserkosten waren im Jahr 2003 trotz des Rekordsommers weiterhin rückläufig.



Dampf-Umformer der ETH Zentrum

3 Bilanzierung und Berechnung der Energien

3.1 Energie-Formen

Primärenergie:

Zur Primärenergie gehören Erdöl, Erdgas, Sonnenstrahlung, Windenergie, Wasserkraft, Erdwärme, Luft- und Wasserwärme etc. Die ursprüngliche Form der Energie, wie sie aus einer natürlichen Quelle gewonnen werden kann, ist oft auch nicht direkt benutzbar und muss meistens umgewandelt oder weiterverarbeitet werden. In neuerer Zeit kommt auch dem thermisch verwertbaren Abfall die Bedeutung von Primärenergie zu. Die Abwärme aus Industriebetrieben und Prozessen erlangt ebenfalls den Charakter von Primärenergie, welche mit einer Wärmepumpe verwertet werden können.

Endenergie:

Die einem Gebäude in verschiedenen Formen zugeführte Energie ist die Endenergie. Als Endenergie sind vor allem Strom, Heizöl, Treibstoffe, Stadtgas, Fernwärme gebräuchlich. Endenergie zeichnet sich durch gute Transportfähigkeit und Messbarkeit aus. Die Endenergie ist praktisch für den Handel zwischen den Produzenten und den Bezüglern. Die Bezüglern können die Endenergie direkt nutzen oder müssen diese zuerst in eine andere Form umsetzen. Bei Brennstoffen ist die Bezugsbasis der untere Heizwert.

Nutzenergie:

Die Nutzenergie ist die Energie, die vom Nutzer letztlich in der entsprechenden Form verwendet wird. Nutzenergie tritt in Form von Licht, Kraft, Wärme und Prozessen auf. Die Hauptgruppen bilden die Elektrizität (der Strom) und die Wärme.

Die Wärme findet für die Winterheizung oder für Prozesse Verwendung. Wärmeerzeugungsanlagen (Heizkessel, Blockheizkraftwerk etc.) produzieren die Nutzenergie Wärme aus der Endenergie Gas oder Heizöl.

Die Elektrizität dient vor allem der Beleuchtung und treibt auch die Apparate und Geräte (Computer etc.) an. Als Nutzenergie wird auch Kälte für die Kühlung von Räumen im Sommer verwendet. Weil die Kälteenergie aber ausnahmslos aus Strom produziert wird, ist sie im Stromverbrauch enthalten. Prozessenergie ist die Energie für Produktionsprozesse (Versuchsbetriebe) und für Betriebseinrichtungen (Lifte etc.).

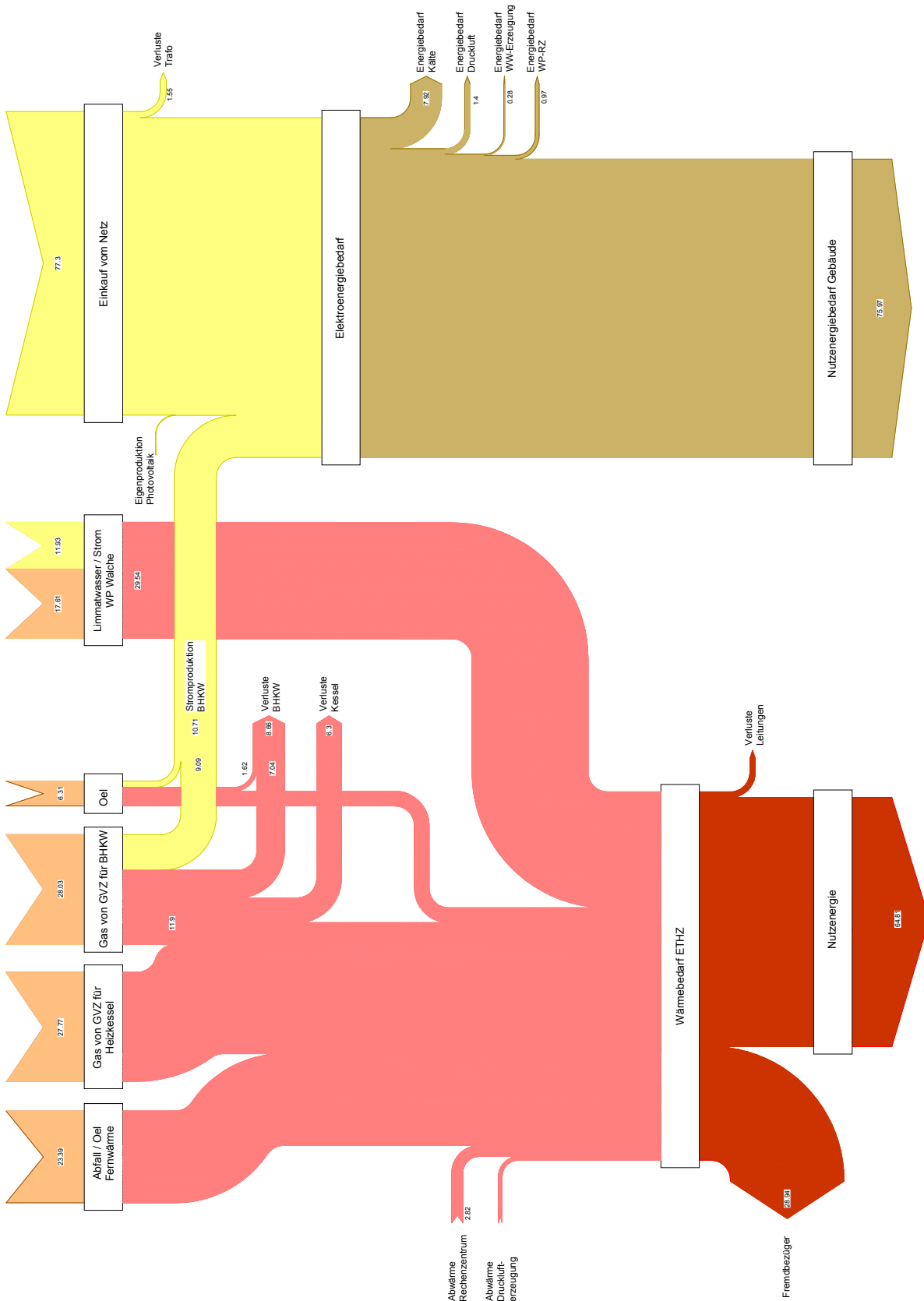
Einheiten:

KWh	Kilowattstunde	KWh/a	Kilowattstunde pro Jahr
MWh	Megawattstunde (= 1'000 kWh)	MWh/a	Megawattstunde pro Jahr (= 1'000 kWh/a)
GWh	Gigawattstunde (= 1'000 MWh)	GWh/a	Gigawattstunde pro Jahr (= 1'000 MWh/a)



Photovoltaik-Anlage der ETH Hönggerberg

3.2 Energie-Bilanz für die ETH Zürich gesamt



Grafik 3.2-1: Schema der Energieflüsse der ETH Zürich gesamt (Angaben in GWh/a)

Die ETH Zürich kauft als Endenergie Strom, Stadtgas, Heizöl und Fernwärme ein. Als Nutzenergie verbraucht die ETH Zürich vor allem Strom und Wärme in den Gebäuden. Ein Teil vom Strom wird für die Erzeugung von Kälte gebraucht. Sehr klein ist der Anteil des Stroms, mit dem Druckluft für die Labors bereitgestellt wird. Verschiedentlich wird auch Abwärme von den Gebäuden und Einrichtungen genutzt. Direkte Verluste fallen bei den Kesselanlagen und den Blockheizkraftwerken an, was mit dem maximal umsetzbaren thermischen Wirkungsgrad von Feuerungsanlagen zusammenhängt.

Die bezogenen Mengen an Endenergie (Strom, Heizöl und Stadtgas) und die entsprechenden Einheitspreise ergeben die Energie-Kosten.

Die genauere Betrachtung der Nutzenergie gibt Aufschluss über den Verbrauch an Wärme und den Elektrizitätsverbrauch. Anhand der verbrauchten Nutzenergie lassen sich die Sparpotentiale definieren und die Sparziele quantifizieren.

Die ETH Zürich versorgt mit ihren Anlagen auch externe Wärmebezügler in benachbarten Gebäuden. Daraus erfolgt ein Erlös von der verkauften Energie. Diese externen Bezüger sind nicht der ETH Zürich angegliedert und übernehmen keine Funktion für Forschung und Ausbildung.

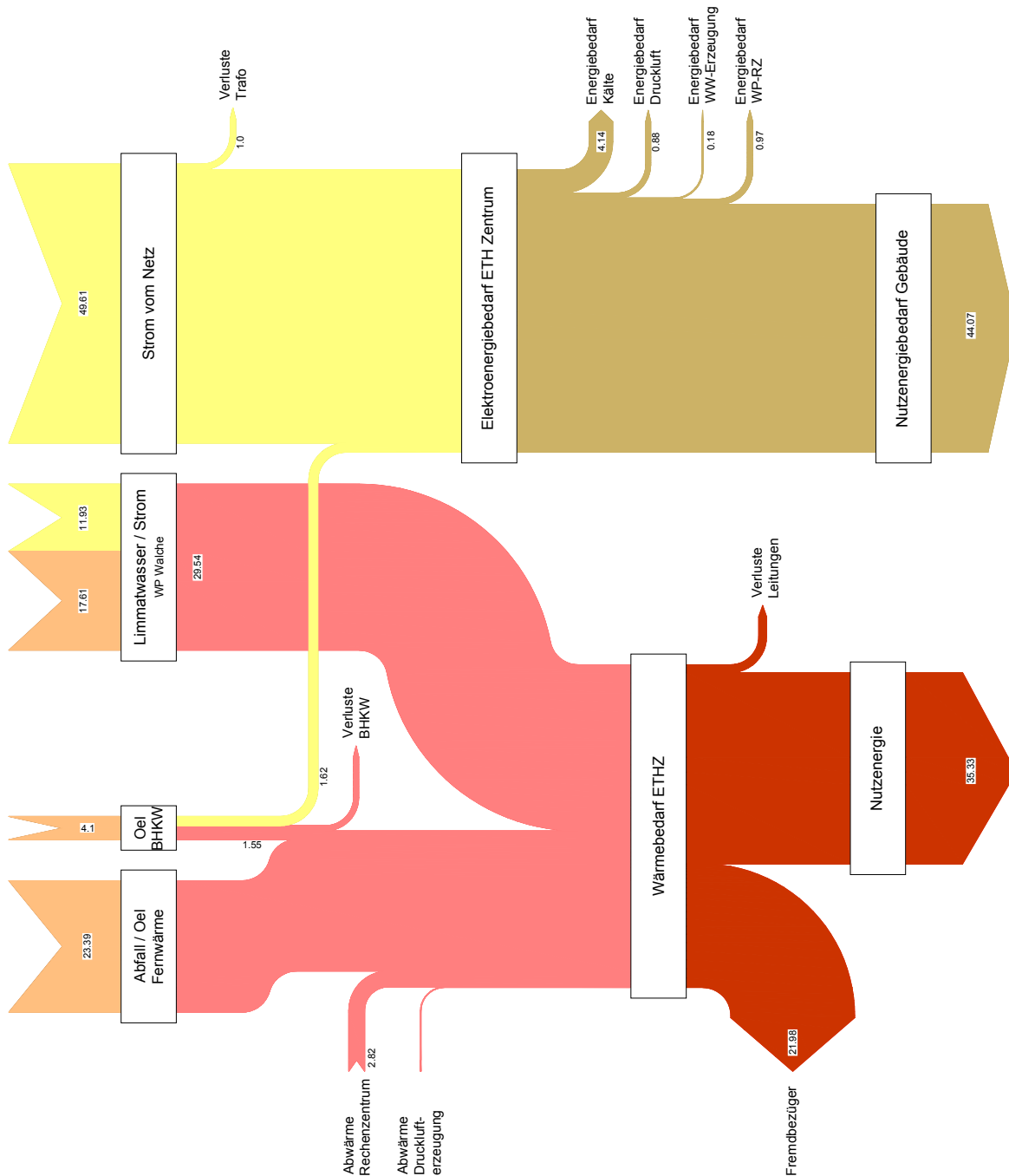
Die ETH Zürich bewirtschaftet eine kleine Anzahl Gebäude, Aussenstationen genannt, welche durch eigene Einrichtungen und nicht von den Einrichtungen der ETH Zentrum bzw. der ETH Höggerberg versorgt werden. Alle Berechnungen in diesem Bericht enthalten auch die Kosten und den Verbrauch der Aussenstationen. Der Anteil der Aussenstationen am Gesamten ist klein. Folgende Aussenstationen sind miteinbezogen: Versuchsstation Eschikon (Lindau-Eschikon), Versuchsstation Schwerzenbach, Swiss Center for Scientific Computing in Manno und ETH Forschungsstation Chamau.

Die Kosten für die Energie beinhalten im Wesentlichen die Kosten für den Einkauf der Endenergie abzüglich des Erlöses aus dem Verkauf von Nutzenergie. Die effektiven Verbrauchszahlen sind multipliziert mit den spezifischen Kosten für die betreffenden Energieformen. Weil die effektiv erzielten Einkaufspreise nur teilweise berücksichtigt sind, können geringe Abweichungen von den tatsächlichen Energiekosten entstehen.



Hybrid-Fahrzeug Toyota Prius der ETH Zürich

3.3 Energie-Bilanz für die ETH Zentrum im Detail



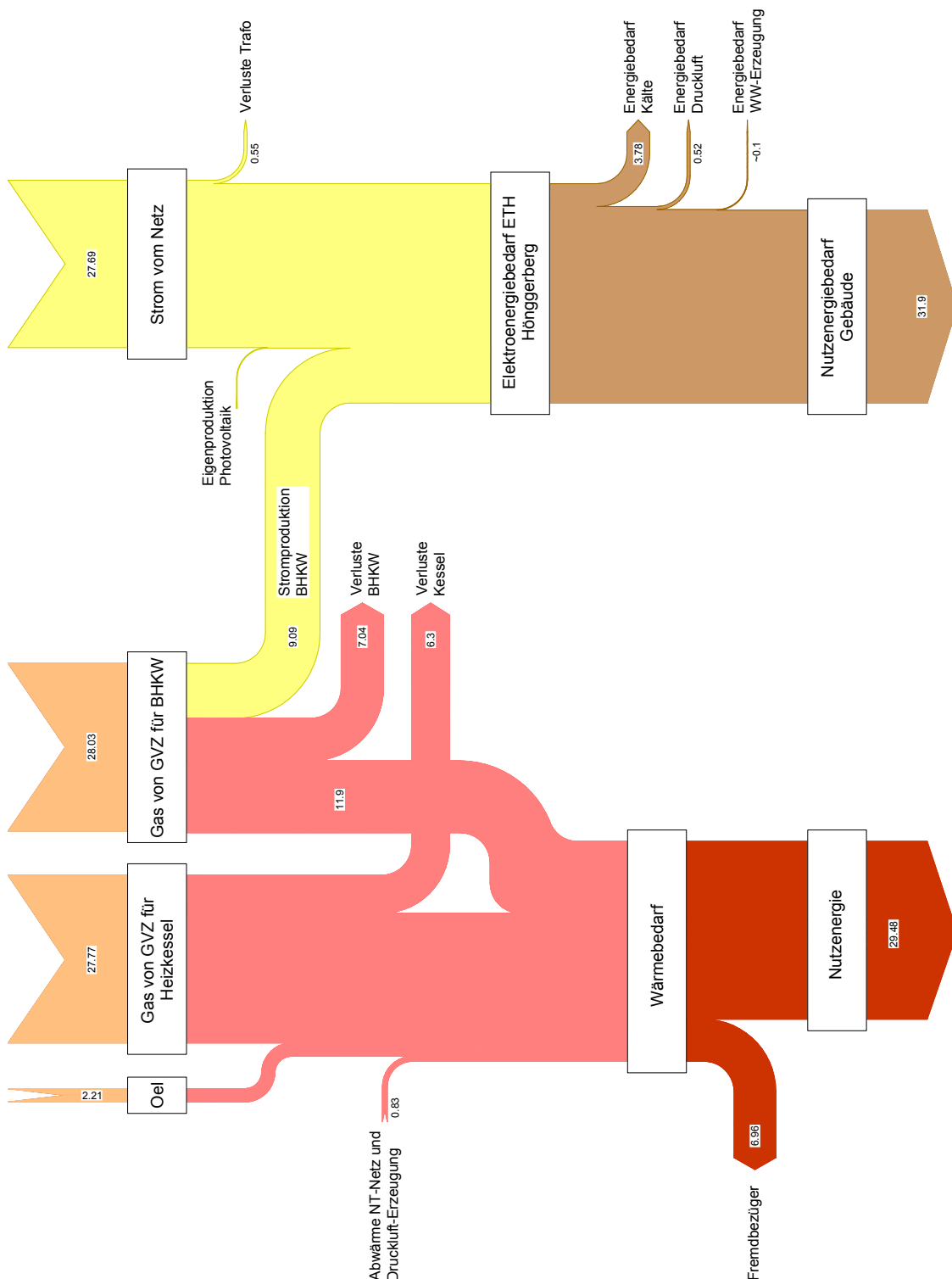
Grafik 3.3-1: Schema der Energieflüsse der ETH Zentrum (Angaben in GWh/a)

Das Schema der gewichteten Energieflüsse zeigt deutlich das Verhältnis von Elektrizitätsverbrauch (gelb) zum Wärmebedarf (rot) an der ETH Zentrum. Der Hauptanteil vom eingekauften Strom wird in den Gebäuden für den Betrieb von Geräten und die Beleuchtung verbraucht. Die Kälteerzeugung, die Bereitstellung der Druckluft, die Warmwassererzeugung (Boiler) und der Betrieb der Wärmepumpe im Gebäude RZ sind einzeln messbare Verbraucher und haben nur einen geringen Anteil am gesamten Stromverbrauch (ca. 10%).

Die Wärmepumpe Walche liefert rund die Hälfte der benötigten Wärme an der ETH Zentrum. Diese Wärme stammt zu $\frac{3}{5}$ aus der Limmat und zu $\frac{2}{5}$ aus Strom. Die Fernwärme deckt hauptsächlich die andere Hälfte des Wärmebedarfs ab. Ein Blockheizkraftwerk liefert zusätzlich Wärme und Strom aus Öl. Die nutzbaren Abwärmern aus dem Rechenzentrum und der Druckluftherzeugung werden ins System zurückgeführt.

Die ETH Zentrum versorgt aus ihrer Wärmeproduktion mehrere Fremdbezüger in der Nachbarschaft. Daraus ergibt sich der Erlös von abverkaufter Wärme.

3.4 Energie-Bilanz für die ETH Höggerberg im Detail



Grafik 3.4-1: Schema der Energieflüsse der ETH Höggerberg (Angaben in GWh/a)

Der Elektrizitätsverbrauch (gelb) und Wärmebedarf (rot) an der ETH Höggerberg sind im Schema der gewichteten Energieflüsse dargestellt. Der Elektrizitätsbedarf wird vom EWZ-Netz und durch die Eigenproduktion gedeckt. Die ETH Höggerberg weist einen grossen Anteil an selbst produzierten Strom durch das Blockheizkraftwerk (BHKW) auf. Die Photovoltaik-Anlage (PV) leistet auch einen Beitrag zur Stromproduktion, wenn auch noch einen recht kleinen im Vergleich zum gesamten Elektrizitätsbedarf.

Der Hauptanteil vom Strom wird in den Gebäuden für den Betrieb von Geräten und die Beleuchtung verbraucht. Die Kälteerzeugung, die Bereitstellung der Druckluft und die Warmwassererzeugung (Boiler) sind

einzel messbare Verbraucher und haben nur einen geringen Anteil am gesamten Stromverbrauch (ca. 10%, wie auch an der ETH Zentrum).

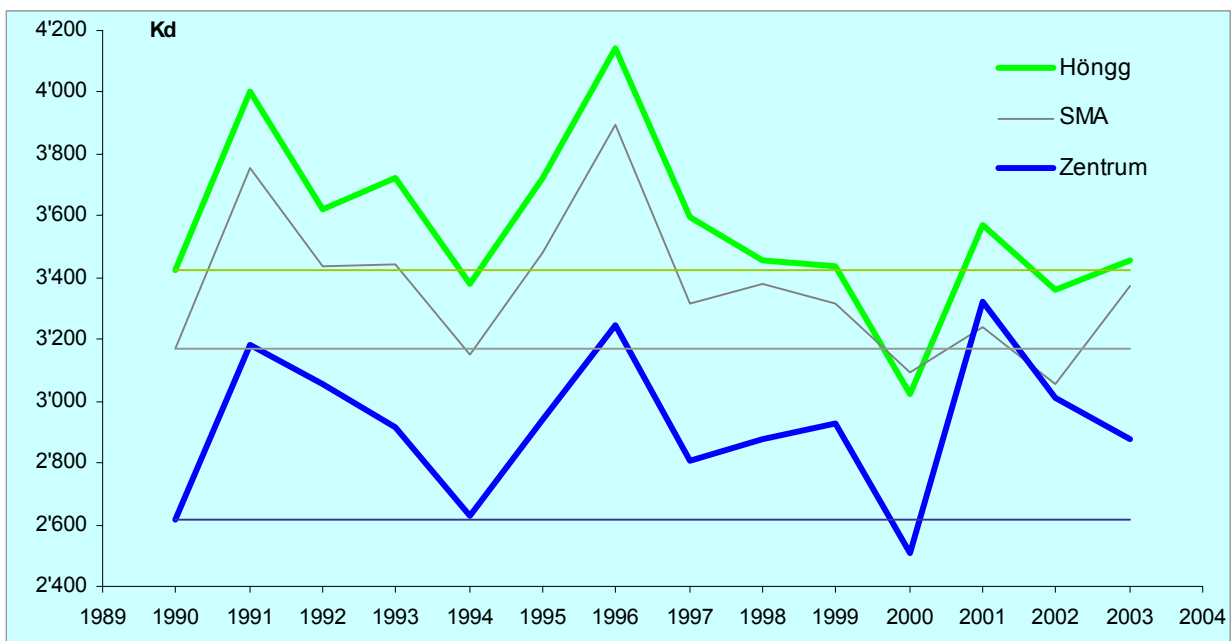
Mit mehreren Gas betriebenen Heizkesseln wird der Hauptanteil des Wärmebedarfs der ETH Höggerberg gedeckt. Die Heizkessel werden auch zeitweise mit Öl gefeuert. Die Wärme vom BHKW deckt rund einen Drittel des Wärmebedarfs der ETH Höggerberg. Die Feuerungsanlagen und das BHKW nützen den im Brennstoff enthaltenen Heizwert optimal aus, so dass die üblichen Abgas-Verluste gering ausfallen.

Die nutzbaren Abwärmen aus der Kälteproduktion und der Drucklifterzeugung werden ins Heiz-System zurückgeführt. Auch die ETH Höggerberg beliefert mit ihren Wärmeerzeugungsanlagen einige Fremdbezüger.

3.5 Normierter Wärmeverbrauch mit Heizgradtagen

Die nachfolgend aufgeführten "Heizgradtage" sind ein Mass für den Verlauf der Aussentemperatur während eines Jahres. Mit Hilfe der Heizgradtage können absolute Wärmeverbrauchswerte aus verschiedenen Jahren korrigiert und verglichen werden. Zur Berechnung der Heizgradtage wird an jedem Heiztag gemessen, um wie viel die Aussentemperatur von der Innentemperatur von 20 Grad Celsius (°C) abweicht. Ein Heiztag ist ein Tag mit einer Tagesmitteltemperatur von weniger als 12° C.

Die Heizgradtage bezeichnen die Differenz zwischen der Innentemperatur (20°C) und der mittleren Aussentemperatur eines Tages, summiert über alle Tage mit einer Aussentemperatur von weniger als 12°C. Die Heizgradtage werden in Kelvintagen (Kd) angegeben. Die Schweizerische Meteorologische Anstalt (SMA) publiziert die Werte der Heizgradtage für 16 Standorte. Je kälter der Winter ist, umso grösser ist die Anzahl Heizgradtage und umso grösser ist der Wärmebedarf.



Grafik 3.5-1: Heizgradtage seit 1990 in Zürich

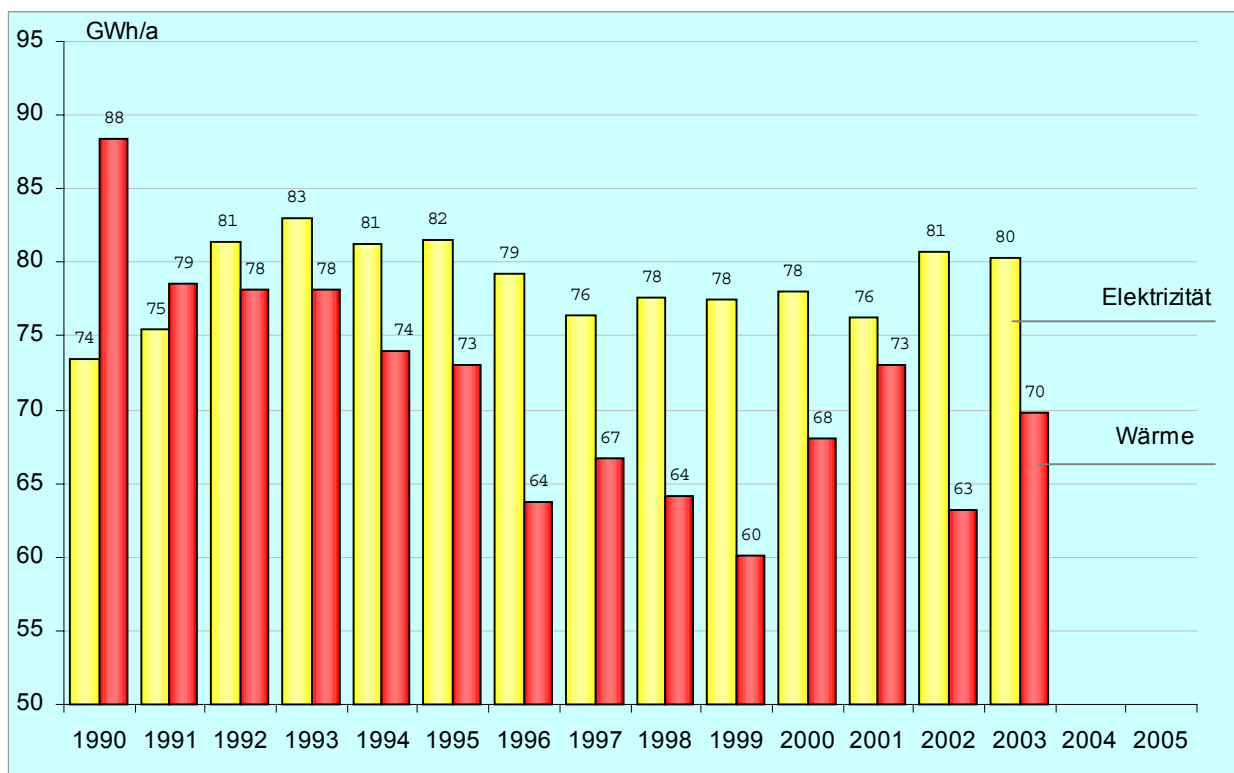
In der vorangehenden Grafik sind die Heizgradtage dargestellt und in der Tabelle die daraus resultierenden Korrekturfaktoren, basierend auf den Werten von 1990. Alle im Bericht als *klimabereinigt* angegebenen Werte sind gemäss untenstehender Tabelle korrigiert.

In Prozent [%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003
ETH Zentrum	100	82	86	90	99	89	81	93	91	89	104	79	87
Höggerberg	100	86	95	92	101	92	83	95	99	100	113	96	102
SMA	100	84	92	92	101	91	81	95	94	96	102	98	104

4 Verbrauch im Jahr 2003

4.1 Nutzenergie-Verbrauch

Die Berechnung des Nutzenergieverbrauchs berücksichtigt die gesamte ETH Zürich (ETH Zentrum und ETH Hönggerberg) inklusive der Aussenstationen. Der Wärmeverbrauch ist auf die Aussentemperatur von 1990 korrigiert (Klima-Einflüsse sind berücksichtigt). Die Übersicht zeigt die effektiv verbrauchte Elektrizität (gelb) und die effektiv verbrauchte Wärme (rot) auf der Seite der Benutzer (Nutzenergie).

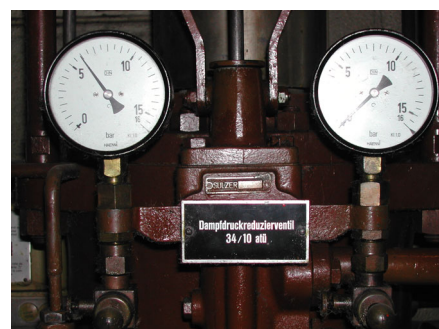


Grafik 4.1-1: Nutzenergie-Verbrauch der ETH Zürich: Elektrizität und Wärme

Wärme und Elektrizität sind die beiden gemessenen Formen der Nutzenergie. Der Nutzenergie-Verbrauch lässt sich vereinfachend mit dem Wärme- und dem Elektrizitätsverbrauch darstellen. Eine Ausnahme bilden hier die Wärmepumpen, die aus Strom und aus Abwärme Nutz-Wärme produzieren. Die Wärmeproduktion der Wärmepumpe ist bei der Berechnung des Verbrauchs im Wärmeverbrauch enthalten. Deshalb ist der für die Wärmeproduktion der Wärmepumpe benötigte Strom nicht im Stromverbrauch nochmals eingerechnet. Dadurch ist der effektiv getätigte Strom-Bezug vom EWZ-Netz um den Bedarf der Wärmepumpe höher gegenüber dem hier berechneten Strom-Verbrauch.

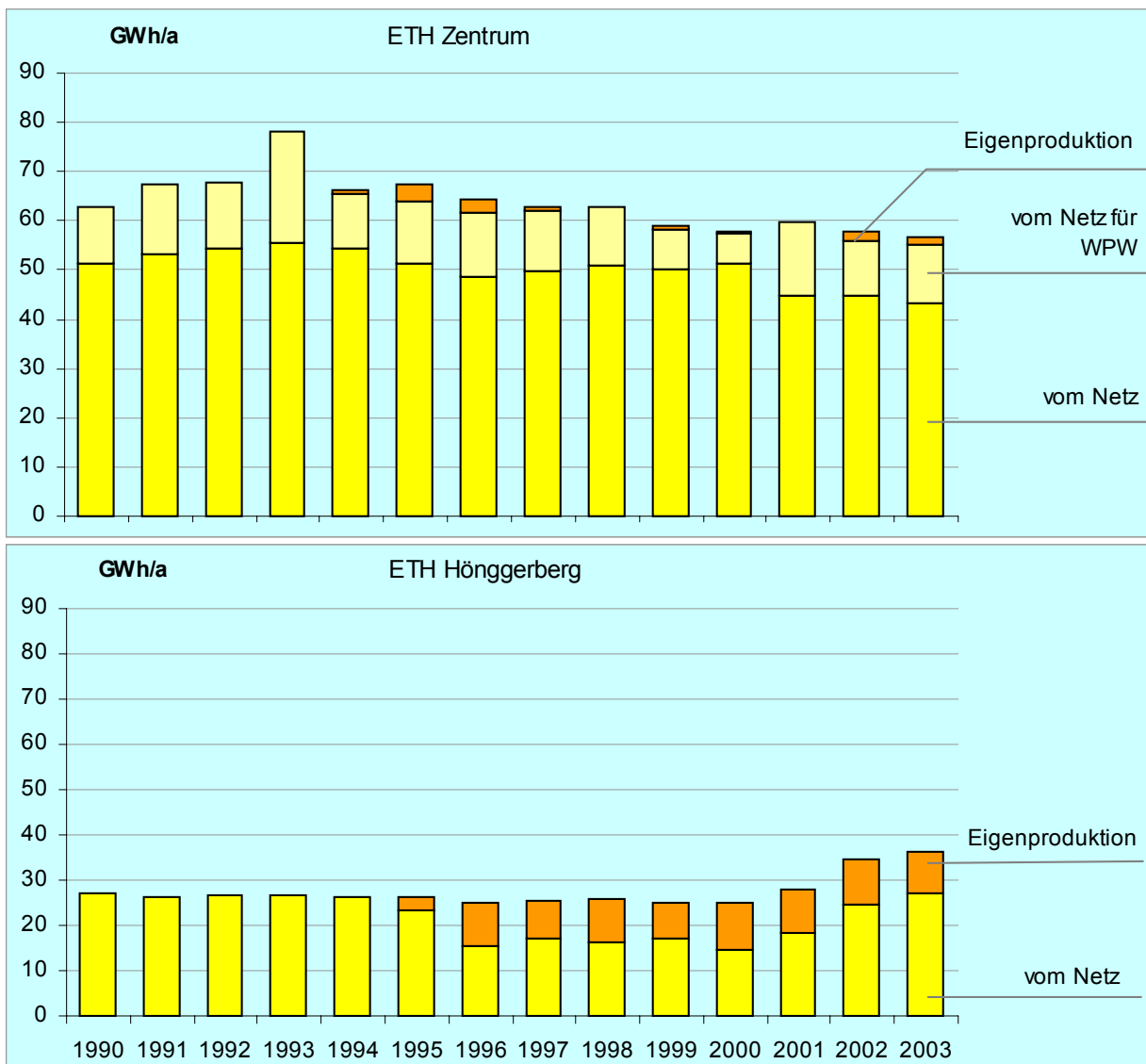
Nach der Zunahme des Elektroverbrauchs im Jahr 2002 infolge der 3. Ausbautappe am Hönggerberg, blieb der Verbrauch im Jahr 2003 fast unverändert.

Der Wärmeverbrauch in den Aussenstationen ist in den letzten Jahren konstant geblieben. Auch an der ETH Hönggerberg hat der Wärmeverbrauch nur sehr moderat zugenommen. Die Zunahme des gesamten Wärmeverbrauchs der ETH Zürich ist ausschliesslich auf die ETH Zentrum zurückzuführen und rührt von einem stark gestiegenen Verbrauch in den Gebäuden MLX und CLA her.



Drucküberwachung ETH Zentrum

4.2 Elektrizitäts-Bedarf

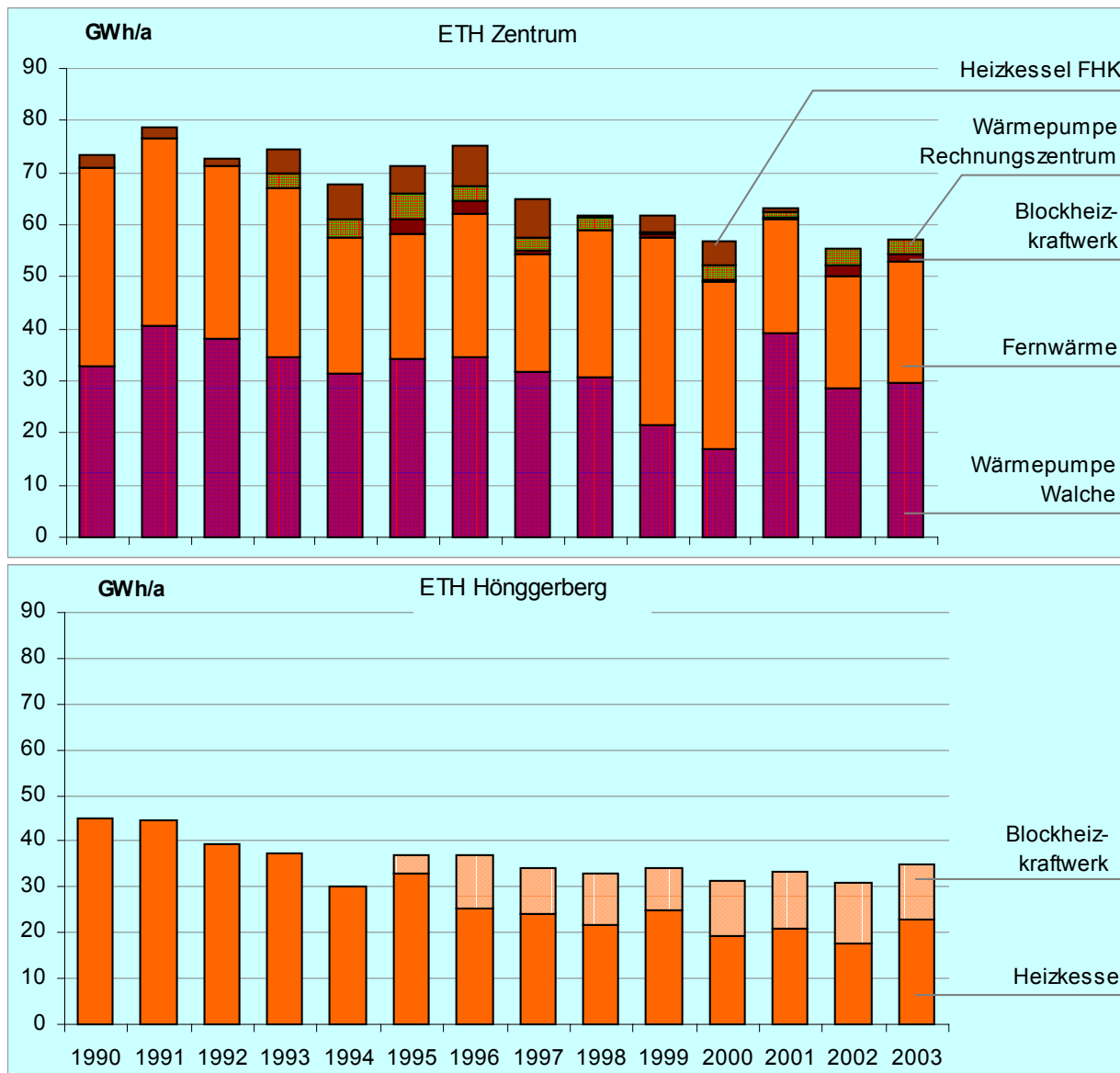


Grafik 4.2-1: **Elektrizitätsbedarf der ETH Zentrum und ETH Höggerberg nach Herkunft**

Der Elektrizitätsbedarf der beiden ETH-Standorte Zentrum und Höggerberg im Vergleich zeigt, dass die ETH Zentrum mehr Strom verbraucht als die ETH Höggerberg. Bei dieser Betrachtung ist aber zu berücksichtigen, dass der für die Wärmepumpe Walche (WPW) bezogene Strom letztlich als Wärme genutzt wird. Das Blockheizkraftwerk (BHKW) an der ETH Höggerberg leistet einen wesentlichen Beitrag zur Stromproduktion. Die Eigenproduktion vom BHKW der ETH Zentrum macht nur einen kleinen Teil aus.

An der ETH Zentrum ist eine stetige Abnahme des Elektrizitätsbedarfs zu verzeichnen. Die Massnahmen im Zusammenhang mit den Vorgaben aus *EnergieSchweiz* zeigen ihre Wirkung. An der ETH Höggerberg ist die Zunahme im Stromverbrauch noch auf die letzten Auswirkungen der 3. Ausbautetappe zurückzuführen.

4.3 Wärme-Bedarf

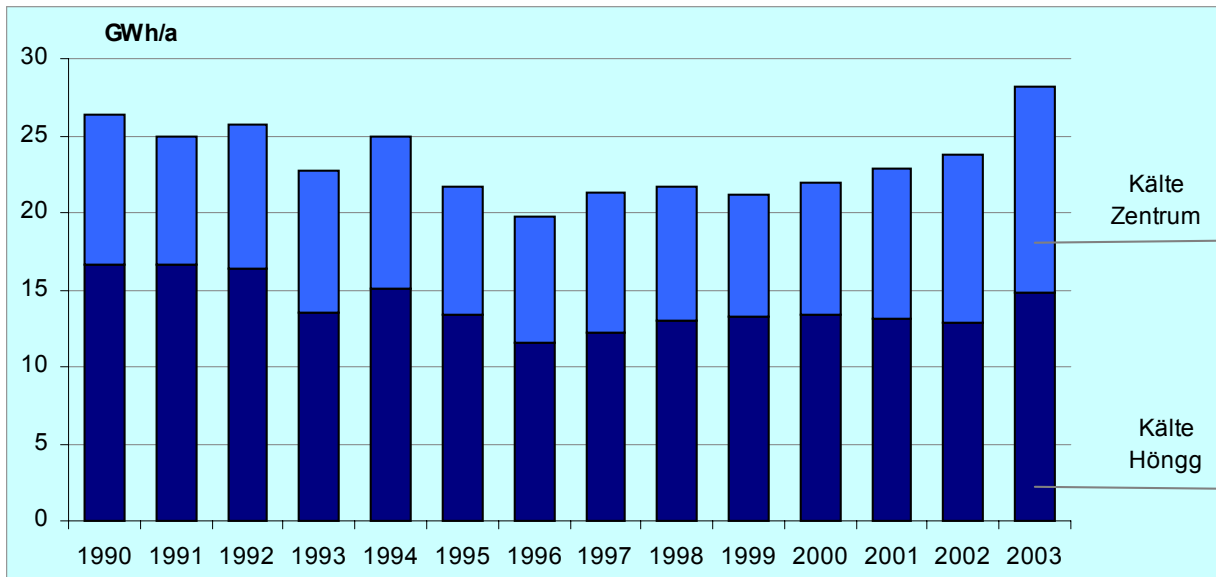


Grafik 4.3-1: Wärme-Bedarf der ETH Zentrum und der ETH Hönggerberg nach Produzenten

Der Mehrbedarf der ETH Zentrum von 2001 wurde ausschliesslich mit der Wärmepumpe Walche (WPW) erbracht. Der Anteil der WPW an der Wärmeerzeugung ist im Jahr 2002 und im Jahr 2003 bei ca. 30 GWh pro Jahr annähernd konstant geblieben. Die Zunahme des Wärmebedarfs konnte über die Fernwärme gedeckt werden, d.h. der Anteil der Fernwärme nahm um den Gesamtzuwachs zu.

An der ETH Hönggerberg stieg der Wärmebedarf infolge der 3. Ausbautappe merklich an. Der Anteil der Wärmeproduktion vom BHKW im Verhältnis zum Heizkessel blieb quasi unverändert.

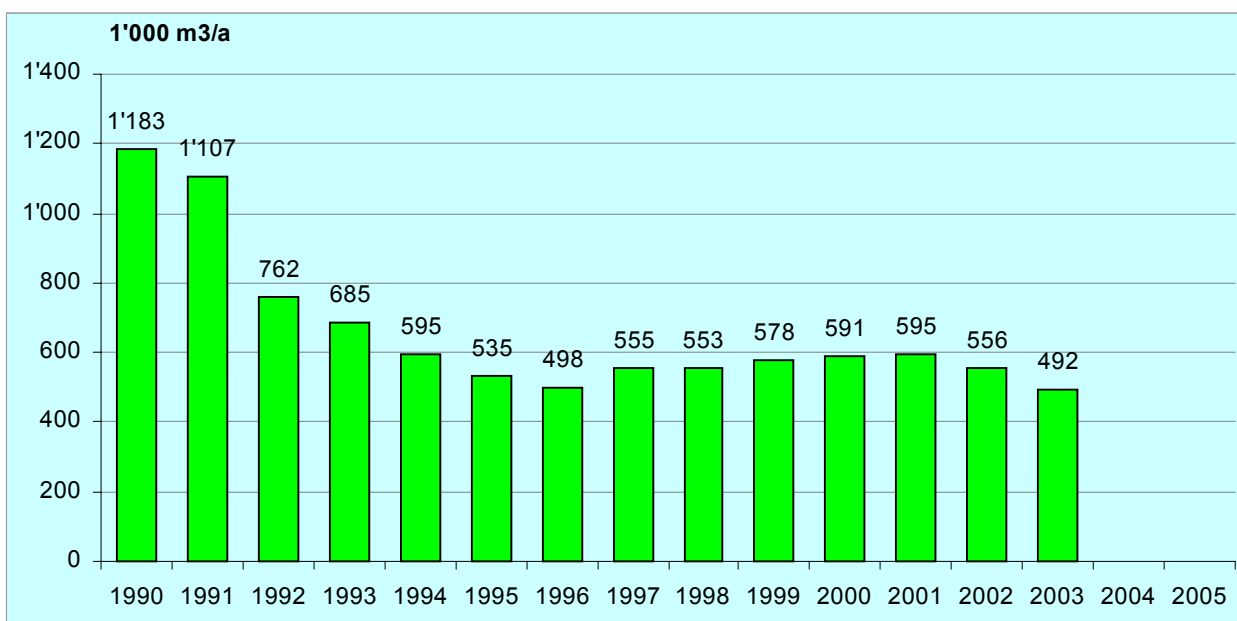
4.4 Kälte-Verbrauch



Grafik 4.4-1: **Gesamter Kälte-Verbrauch aufgeteilt nach ETH Zentrum und ETH Hönggerberg**

Die Erfahrungen aus dem für die Schweiz sehr heissen Sommer haben gezeigt, dass die Betrachtung des Kälte-Verbrauchs für die Gebäudekühlung und Klimatisierung einen wesentlichen Einfluss auf den Energiebedarf gehabt hat und auch in Zukunft auf die öffentliche Versorgung haben wird. Der Kälte-Verbrauch hat im Sommer 2003 gegenüber dem von 2002 stark zugenommen (um ca. 15%). Die Zunahme war an beiden Standorten etwa gleich ausgefallen. Während an der ETH Hönggerberg die Teile der 3. Ausbautappe dazu gekommen sind, war an der ETH Zentrum eine intensivere Nutzung zu verzeichnen.

4.5 Wasser-Verbrauch



Grafik 4.5-1: **Wasserverbrauch der ETH Zürich gesamt**

Der Wasserverbrauch ist im Jahr 2003 nochmals reduziert worden, trotz des heissen Jahrhundert-Sommers. Der Wasserverbrauch hat damit einen Tiefststand in den letzten 12 Jahren erreicht, was auch in anbetracht der Umwelt-Anstrengungen der ETH Zürich sehr erfreulich ist.

5 Energieziele

5.1 Energieziele der ETH Zürich gesamt

	Vorgaben		Ziele der ETH Zürich	
	Kyoto-Protokoll und CO ₂ -Gesetz Basisjahr 1990 Ziel 2010	<i>EnergieSchweiz</i> Basisjahr 2000 Ziel 2010	ETH Zentrum	ETH Hönggerberg
Elektrizität	-	Maximales Wachstum um 5%	<i>EnergieSchweiz</i> : Maximales Wachstum um 5%	<i>EnergieSchweiz</i> : Maximales Wachstum um 5%
Wärme aus fossilen Brennstoffen	Reduktion des CO ₂ -Ausstosses um 15%	Reduktion des Verbrauches um 10%	Anteil sehr gering. Die Fernwärme wird zu 50% aus fossiler Energie erzeugt.	<i>EnergieSchweiz</i> : Reduktion des Verbrauchs um 10%
Wärme aus nicht fossilen Energieträgern	-	-	ETH eigenes Ziel: Reduktion des Verbrauchs um 10%	Nur fossile Brennstoffe im Einsatz

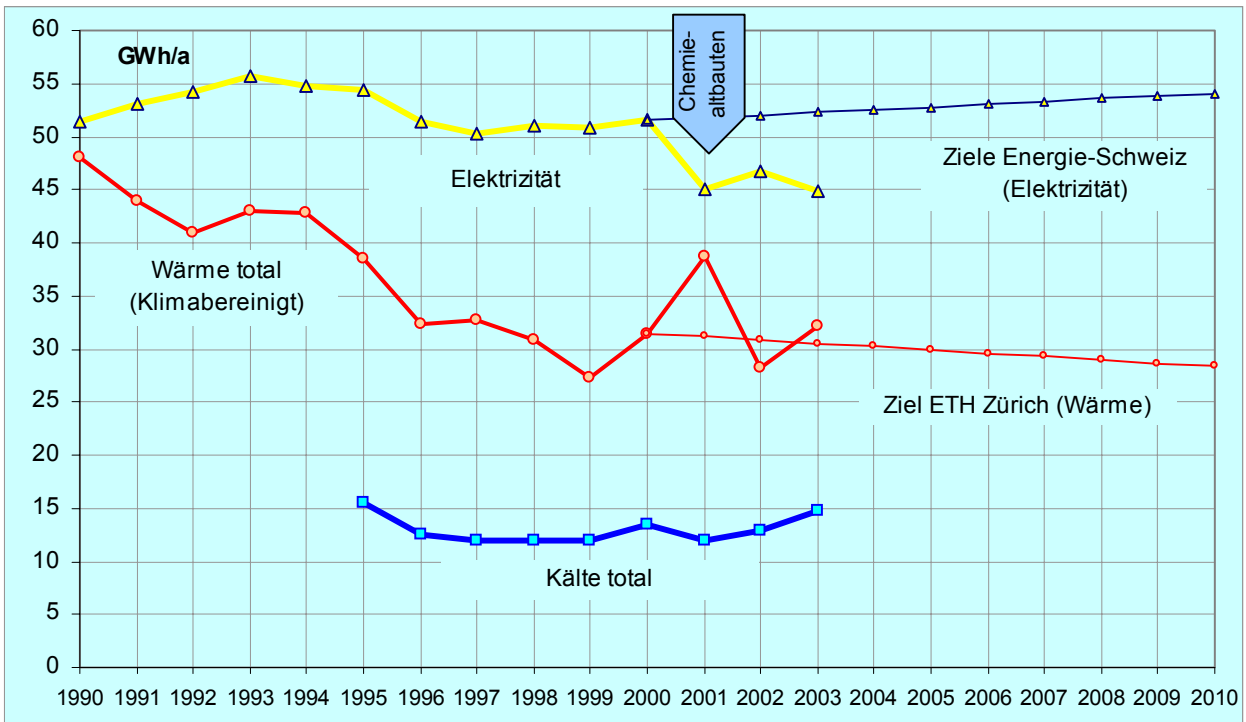
Die Energie-Strategie der ETH Zürich

- Aktive Umsetzung der Ziele von *EnergieSchweiz* bis zum Jahr 2010 (mit Referenzjahr 2000)
 - 10% Einsparung beim Wärmeverbrauch
 - maximal 5% Zunahme des Elektrizitätsverbrauchs
 - Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien
- Wahrnehmen der Vorbildrolle der ETH mit Pilot- und Demonstrationsprojekten
- Erreichen des CO₂-Zieles für das Jahr 2010: CO₂-Reduktion um 15% gegenüber 1990
- Errechnung der Energiekosten langfristig nach dem Verursacherprinzip
- Transparenz: Jährliche Veröffentlichung der Energiedaten

Das Energie-Konzept der ETH Zürich

- Ausdehnung des Energiespar-Contracting
- Systematische Betriebsoptimierung bei allen Immobilien
- Intelligenter Einsatz von energieeffizienten Technologien
- Ausbau des Energiecontrollings: stufengerechtes Controlling in allen Bereichen.
- Anwendung des Minergie-Standards bei Neubauten und Sanierungen
- Anwendung modernster Technologie bei Haustechnik und Gebäudehülle
- Optimale Auslastung der bestehenden Blockheizkraftwerke und Wärmepumpen

5.2 Energieziele ETH Zentrum

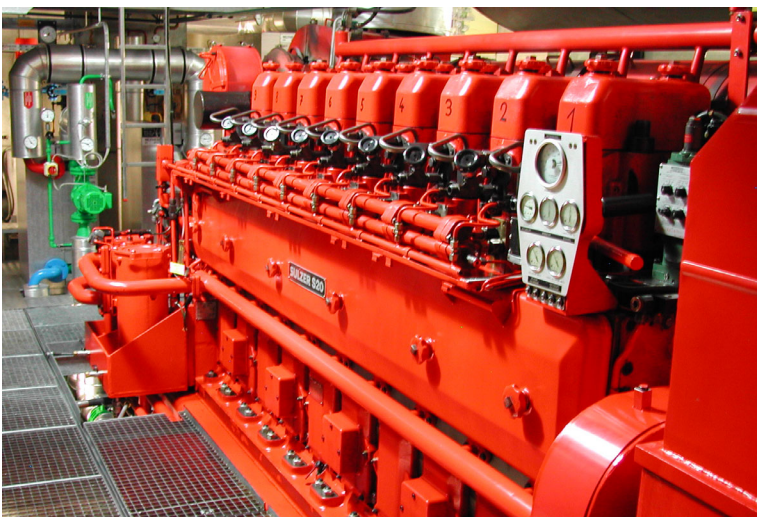


Grafik 5.2-1: Nutzenergie-Verbrauch und Energieziele der ETH Zentrum

Zum Vergleich und zur Beurteilung der Zielerfüllung aus *EnergieSchweiz* dient der gesamte Elektrizitätsverbrauch jedoch ohne den Anteil für die Wärmepumpen. Weil sich zur Zeit die Chemie-Altbauten im Umbau befinden und nicht benützt werden, scheinen die Ziele von *EnergieSchweiz* eingehalten zu sein. Eine Aussage, wie der gesamte Elektrizitätsverbrauch der ETH Zentrum in Bezug auf das Ziel von *EnergieSchweiz* liegt, kann erst gemacht werden, wenn die Chemiegebäude wieder in Betrieb sind. Seit der Sanierung der Chemie-Altbauten ist der Elektrizitätsverbrauch quasi konstant und unter dem angestrebten Ziel.

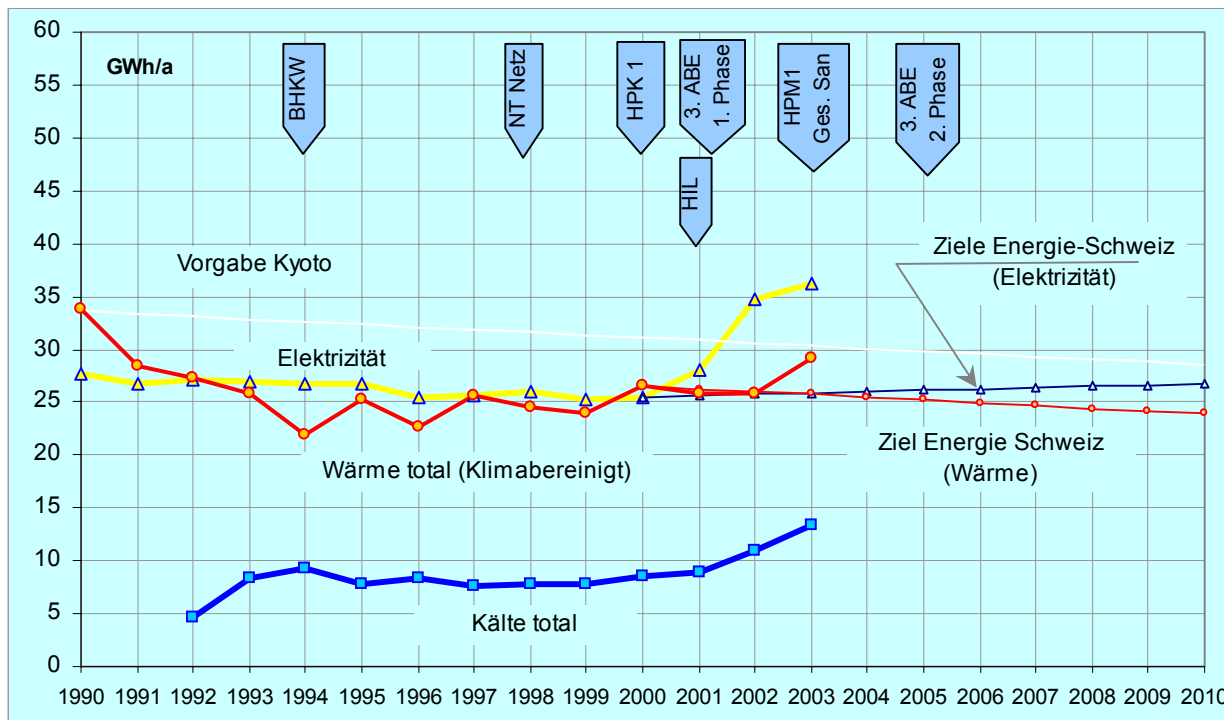
Beim Wärmeverbrauch sind noch immer unregelmässige jährliche Schwankungen festzustellen. Auch für den Wärmeverbrauch lassen sich Aussagen betreffend Zielerreichung erst nach Wiederinbetriebnahme der Chemiegebäude machen.

Der Kälteverbrauch nahm auch im Jahr 2003 stetig zu. Die Kälte wird einerseits für die Raumklimatisierung im Sommer und andererseits auch für Laborversuche benötigt.



Blockheizkraftwerk (BHKW) ETH Zentrum

5.3 Energieziele ETH Höggerberg



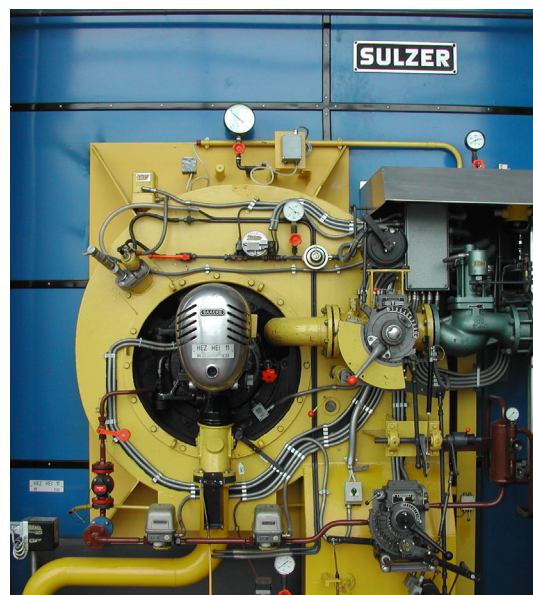
Grafik 5.3-1: Nutzenergie-Verbrauch und Energieziele der ETH Höggerberg

Der Anstieg des Elektrizitätsverbrauchs des letzten Jahres konnte etwas gedämpft werden. Auch im Jahr 2003 sind weitere Nutzungen, vor allem in den neu eingerichteten Teilen vom Gebäude HCI (HC0, HC1, HC2, HC3), dazu gekommen. Die Erweiterungen liessen den Elektrizitätsverbrauch nochmals um 1,5 GWh pro Jahr ansteigen.

Die auf das Jahr 2000 basierende Zielsetzung für Elektrizitätsverbrauch nach *EnergieSchweiz* kann bedingt durch das baulich vergrösserte nutzbare Raum-Angebot nicht eingehalten werden.

Der Wärmeverbrauch hat im Jahr 2003 merkbar zugenommen. Der Bezug des HC-Bereichs Mitte bis Ende 2002 schlägt im Wärmeverbrauch 2003 zu Buche. Der zusätzliche Wärmebedarf der neuen HCI-Gebäude ist erstmals im Jahr 2003 wirksam.

Bedingt durch die erhebliche Vergrösserung der Laborflächen stieg der Kälteverbrauch auch am Höggerberg stark an.



Kessel-Anlage ETH Höggerberg

5.4 Massnahmen zu *EnergieSchweiz*

Im Mai 2001 hat der Bundesrat die Energiegrossoverbraucher des Bundes aufgefordert, mit gutem Beispiel voranzugehen und die Ziele von *EnergieSchweiz* zu verwirklichen. Mit der Einführung des Minergie-Standards bei Bundesbauten, der Umsetzung des Programms RUMBA (Ressourcen- und Umweltmanagement der Bundesverwaltung) sowie der Entwicklung und der Anwendung von eigenen Energiekonzepten sollen die angestrebten Ziele erreicht werden. Der hier vorliegende "Energierreport 2003 der ETH Zürich" verwendet eine umfassenden Zahlenbasis und gilt auch als Jahresbericht für *EnergieSchweiz*.

Massnahmen zu Gunsten des Umweltschutzes und der rationellen Energieverwendung sollen bis zum Jahr 2005 innerhalb des Programms RUMBA im ganzen Bundesbereich umgesetzt werden.

Die ETH Zürich hat im Rahmen des Programms RUMBA folgende Massnahmen durchgeführt:

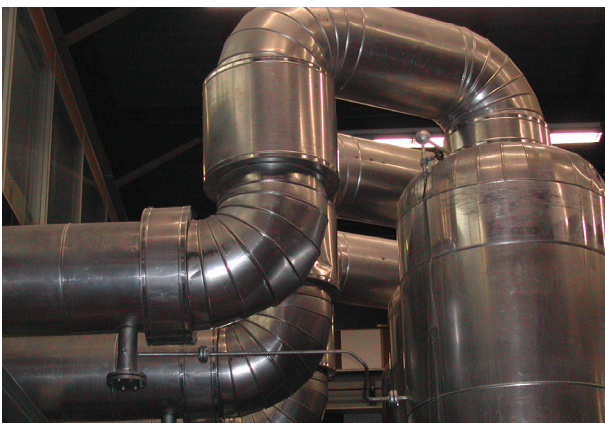
- Im Gebäudebereich wurden 4 Energiesparverträge (Energiespar-Contracting) gemäss den Vorgaben aus dem Verein *energho* abgeschlossen. Das erklärte Ziel von *energho* ist die Energieeffizienz in den öffentlichen Institutionen zu erhöhen. Der Verein *energho* wird vom Bundesamt für Energie (BFE) im Rahmen des Programms *EnergieSchweiz* unterstützt. (Ausführliche Informationen unter www.energho.ch)
- Der Minergie-Standard wird bei Neubauten und nach Möglichkeit auch bei Umbauten bzw. Erweiterungsbauten angestrebt.
- Das Programm RUMBA wird bei der Direktion Immobilien eingeführt. Die Einführung des Programms wird bis Ende 2004 abgeschlossen sein.
- Die Gespräche zur Zielvereinbarung sind mit dem Kanton Zürich und der EnAW (Energie-Agentur der Wirtschaft) aufgenommen worden.
- Die Energiestatistik und die CO₂-Angaben der ETH Zürich sind als Energierreport seit dem Jahr 2003 erstmals auf dem Internet abrufbar (www.energie.ethz.ch).

Die Finanzen für diese Massnahmen sind bescheiden. Ein Grossteil der Aktivitäten zur Zielerreichung von *EnergieSchweiz* wird in die bestehende Prozessabläufe integriert.

Die aktuellsten Zahlen zum Programm RUMBA befinden sich im Anhang A2. Weitere Angaben über die Durchführung von RUMBA sind im Internet bei der Bundesverwaltung unter www.rumba.admin.ch oder bei der ETH Zürich unter www.rumba-eth.ch nachzulesen.

Ausblick:

Es zeichnet sich ab, dass es schwierig wird die Ziele von *EnergieSchweiz* im Bereich der Elektrizität und im Bereich der erneuerbaren Energien zu erreichen. Das stetige Wachstum der Hochschule und der zunehmende Flächenbedarf laufen den Sparzielen von *EnergieSchweiz* entgegen. In Zukunft werden die angestrebten Ziele aus *EnergieSchweiz* mit einer auf die Studentenzahl bzw. auf die Nutzfläche indexierten Betrachtung beurteilt, welche dem Wachstum und dem steigenden Angebot der ETH Zürich Rechnung trägt.



Dampfstation der ETH Zentrum

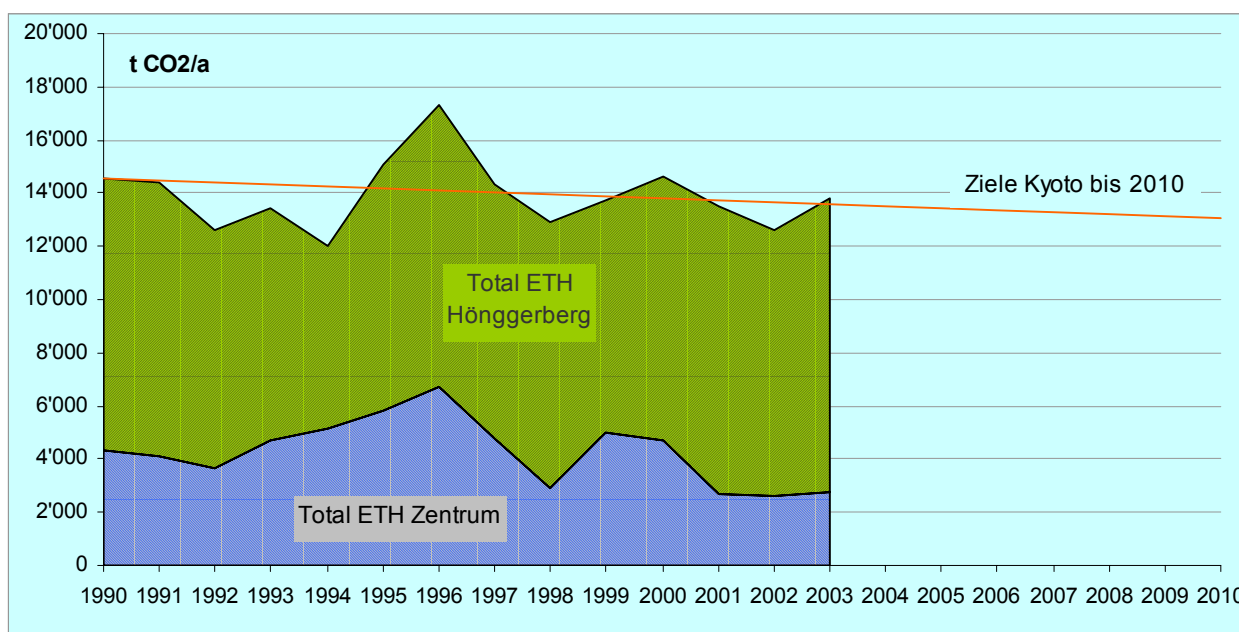
6 CO₂-Emission

6.1 CO₂-Emission von fossilen Energieträgern

Für die Beurteilung der CO₂-Emissionen werden nur die Emissionen aus der fossilen Wärmeproduktion in Betracht gezogen. Die CO₂-Emissionen lassen sich mit den untenstehenden Emissionsfaktoren anhand der produzierten Wärme berechnen. Diese sind vom BUWAL Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft publiziert worden und basieren auf einer technisch optimalen Verbrennung. Die Wärme von einem Heizkessel ergibt in der Modellrechnung die gleichen CO₂-Emissionen wie nutzbare Wärme aus einem Blockheizkraftwerk (BHKW). Für die Berechnung der CO₂-Emissionen aus der Fernwärme wird angenommen, dass diese zu 50% mit Gas erzeugt wird. Die restlichen 50% der Fernwärme kommen von der Kehrrechtverbrennungsanlage der Stadt Zürich. Nur die CO₂-Emissionen des verbrauchten Gas-Äquivalentes sind eingerechnet.

	Tonnen CO ₂ pro erzeugte Wärme		Bemerkungen
	t CO ₂ / TJ	t CO ₂ / GWh	
Öl BHKW	73.7	265	ETH Zentrum
Öl-Heizkessel	73.7	265	ETH Zentrum und ETH Hönggerberg
Gas-Heizkessel	55	198	ETH Hönggerberg
Gas-BHKW	55	198	ETH Hönggerberg
Fernwärme	27.5	99	ETH Zentrum Es wird angenommen, dass 50% der Fernwärme fossil mit Gas erzeugt wird

6.2 CO₂-Emission ETH Zürich



Grafik 6.2-1: CO₂-Emissionen der ETH Zürich gesamt und die Ziele aus dem Kyoto-Protokoll

Die basierend auf das Kyoto-Protokoll angestrebte Reduktion der CO₂-Emissionen soll bis im Jahr 2010 15 % gegenüber dem Basis-Jahr 1990 betragen (rote Linie in der Grafik).

Die Zunahme des Wärmeverbrauchs am Höggerberg, welcher mit fossilen Energieträgern (Öl und Gas) gedeckt wird, führt automatisch auch zu einer entsprechenden Zunahme des CO₂-Ausstosses. Die Überschreitung des CO₂-Ziels zeigt, dass die ETH Höggerberg sehr viel Wärme verbraucht hat. Durch gezielte Einsparungen im Wärmebedarf können die CO₂-Emissionen auf eine zielverträgliche Grösse reduziert werden.

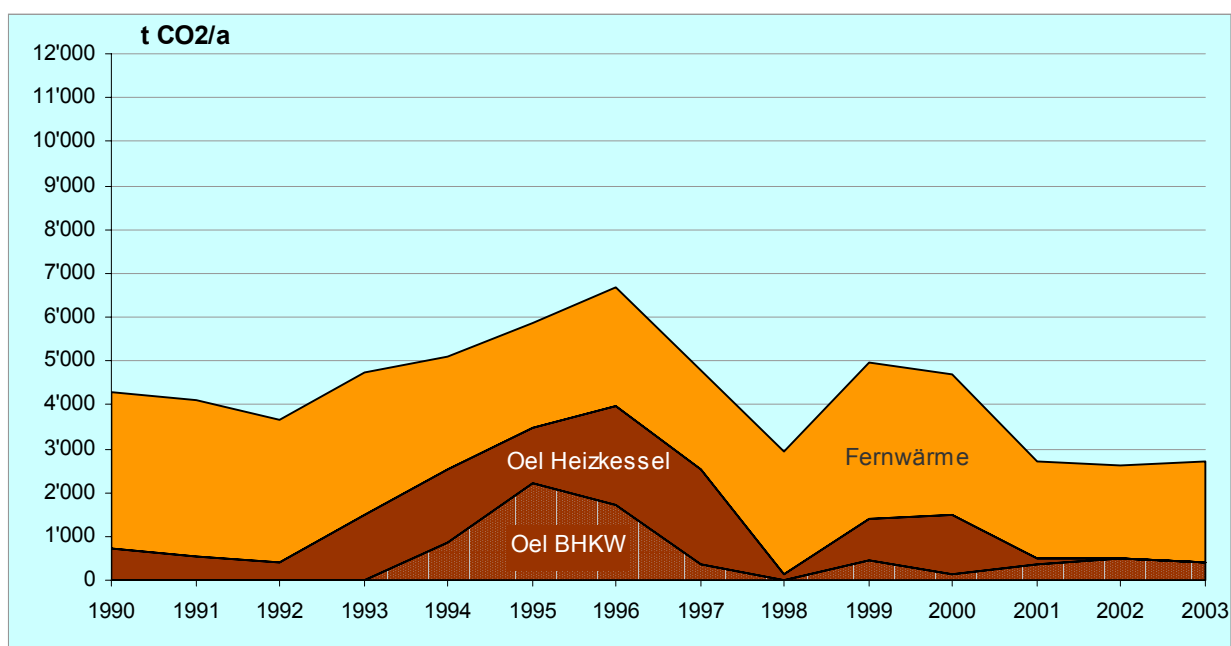
Auch in der Beurteilung der CO₂-Emissionen muss die Erweiterung der Nutzfläche durch die 3. Ausbautetappe berücksichtigt werden. Um eine wirkliche Aussage über die Zielsetzung und über die Entwicklung der CO₂-Emissionen machen zu können, wird in Zukunft eine Normierung der Nutzfläche nötig sein. Die flächenspezifische Entwicklung der CO₂-Emissionen wird nach der Vollendung der 3. Ausbautetappe zu berücksichtigen sein.

In der Berechnung der CO₂-Emissionen ist der CO₂-Ausstoss aller fossilen Brennstoffe, welche an der ETH Zürich Verwendung finden, berücksichtigt. Auch die CO₂-Emissionen, welche durch den Wärmeverkauf an Dritte verursacht werden, sowie die CO₂-Emissionen der BHKW-Anlagen, welche aus Öl und Gas Strom produzieren, sind eingerechnet.

CO₂-Emissionen der ETH Zürich aus der bezogenen Fernwärme:

Die Berechnungen basieren auf der Annahme, dass die Fernwärme zu 50% mit Gas erzeugt worden ist und 50% der Fernwärme kommt von der Kehrlichtverbrennungsanlage der Stadt Zürich. Nur die CO₂-Emissionen des verbrauchten Gas-Äquivalents sind eingerechnet.

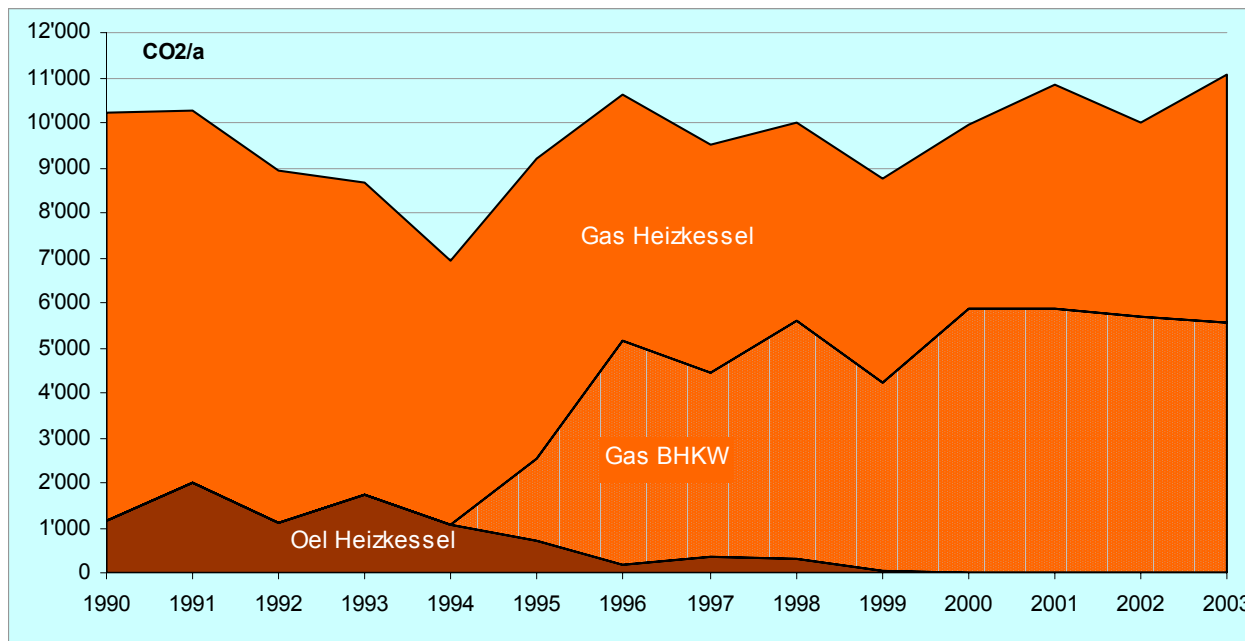
6.3 CO₂-Emission der ETH Zentrum



Grafik 6.3-1: CO₂-Emissionen der ETH Zentrum

Mit dem reduzierten Wärmebedarf in den im Umbau befindlichen Chemie-Altbauten ist seit 2001 auch der CO₂-Ausstoss entsprechend tiefer. Mit einer Erhöhung des Anteils der Wärmepumpe Walche an der Wärmeproduktion der ETH Zentrum könnten die CO₂-Emissionen weiter reduziert werden.

6.4 CO₂-Emission der ETH Höggerberg

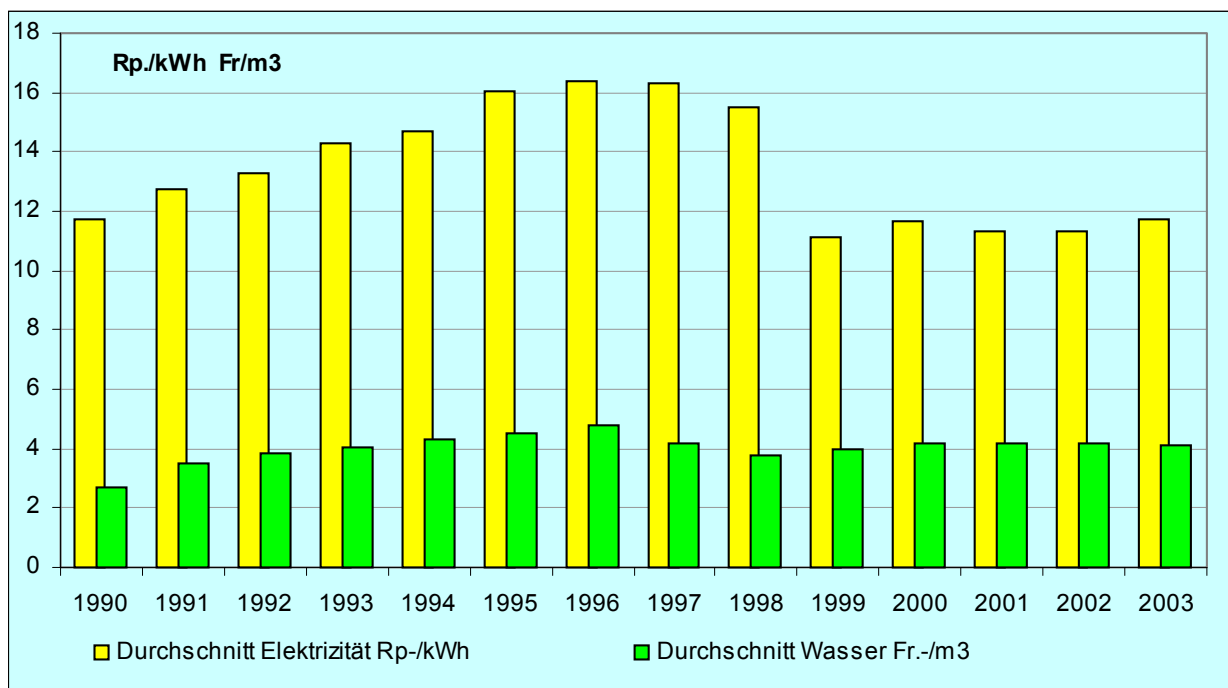


Grafik 6.4-1: CO₂-Emissionen der ETH Höggerberg

An der ETH Höggerberg wird heute die gesamte Wärme mit einem BHKW und mit Kessel-Anlagen aus Gas erzeugt. Entsprechend dem Wärmeverbrauch verläuft auch der CO₂-Ausstoss.

Die Zunahme der CO₂-Emissionen im Jahr 2003 ist durch die Zunahme des Wärmeverbrauchs nach der Inbetriebnahme der 3. Ausbautappe begründet.

7 Planungsgrundlagen und spezifische Energiekosten

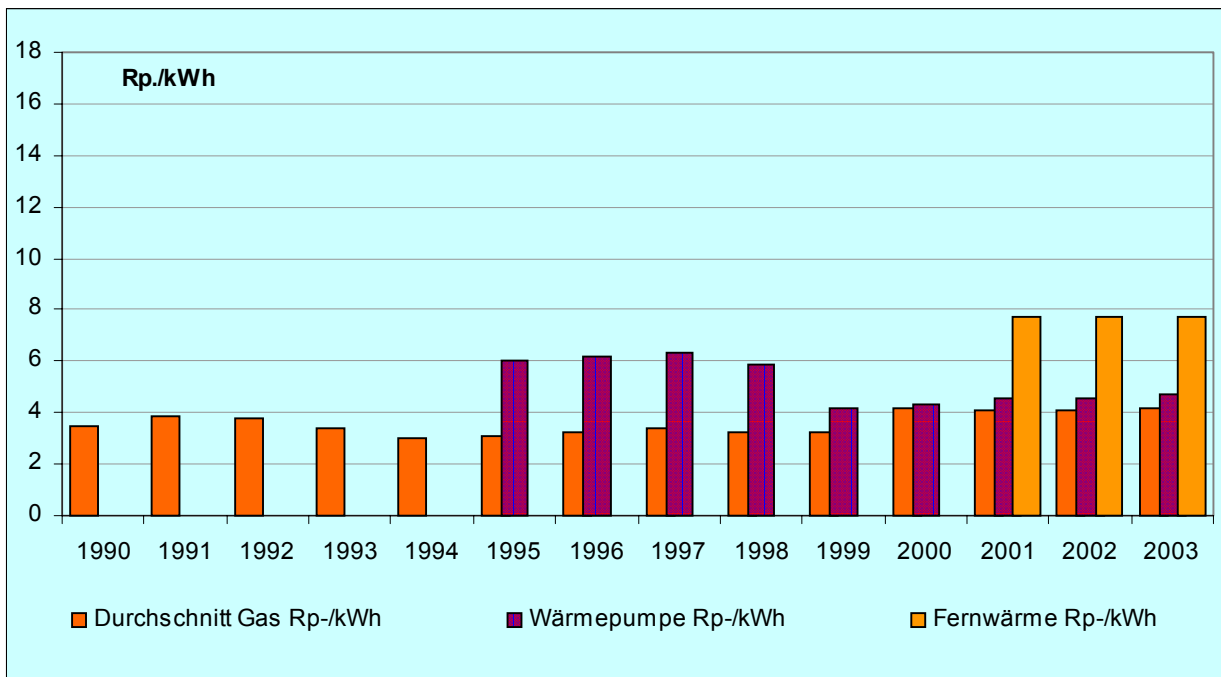


Grafik 7-1: Spezifische Preise für Elektrizität und Wasser an der ETH Zürich

Die vorangehend aufgeführten Energiepreise sind rechnerisch ermittelte Werte. Die effektiven Gesamtkosten dividiert durch die entsprechenden Verbräuche ergeben den in diesem Bericht für Hochrechnungen verwendeten Einheitspreis. Dadurch können sich geringfügige Abweichungen der effektiv realisierten von den publizierten Energiepreisen ergeben. Ferner hat die ETH Zürich teilweise Spezialkonditionen mit den Energie-Dienstleistern ausgehandelt.

Auffallend ist insbesondere die markante Veränderung der Elektrizitätskosten zwischen 1998 und 1999. Die spezifischen Elektrizitätskosten sind damals von über 15 Rp/kWh auf heute 11,3 Rp/kWh korrigiert worden. Dadurch ergeben sich auch in der Kostenentwicklung (Grafik 2-3 und Grafik 2-4) entsprechende Veränderungen, welche jedoch nicht auf Verbrauchseinsparungen zurückzuführen sind.

Die Werte dienen insbesondere als Planungsgrundlagen für Energie- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Dadurch ist für verschiedene Projekte, Massnahmen, Variantenstudien und anderes eine Vergleichsbasis gegeben.



Grafik 7-2: Spezifische Wärmeenergie-Preise an der ETH Zürich

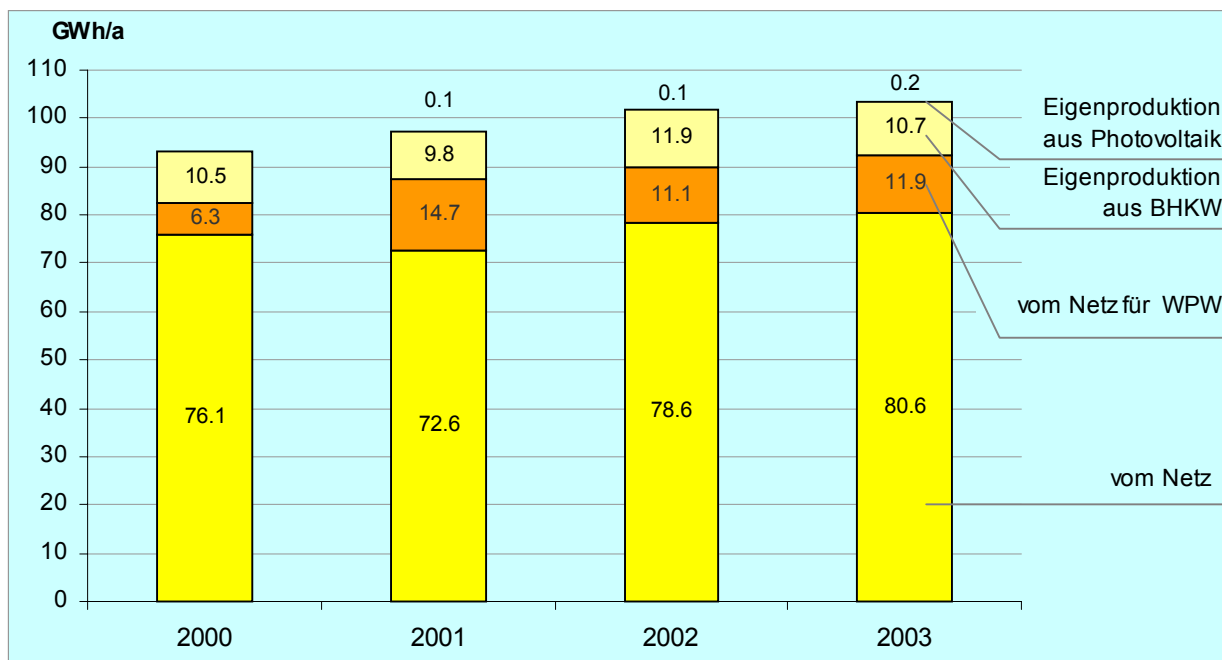
Spezifische Energiekosten in Rp/kWh (inkl. MWSt)	E 2000	2002	2003	2004	2005
Elektrizität ¹⁾	17,5	11,3 ¹⁾	11,3 ¹⁾	11,3 ¹⁾	11,3 ¹⁾
Wärme	7,0	8,5 ²⁾	8,5 ²⁾	8,5 ²⁾	8,5 ²⁾
Kälte	7,6	7,7 ³⁾	7,7 ³⁾	8,6 ⁴⁾	8,6 ⁴⁾

- 1) Einheitstarif, kein Hochtarif und kein Niedertarif. Durchschnittspreis aus Hochtarif und Niedertarif, je im Sommer und im Winter
- 2) Arbeitspreis Fernwärme Zürich; Annahme: Ölpreis = 5 Rp/kWh (Einfluss der WP Walche nicht eingerechnet.)
- 3) Der Arbeitspreis Kälte wurde von E 2000 übernommen.
- 4) Berechnungen Competence Center Abt. Betrieb

8 Energieverbrauch im Detail

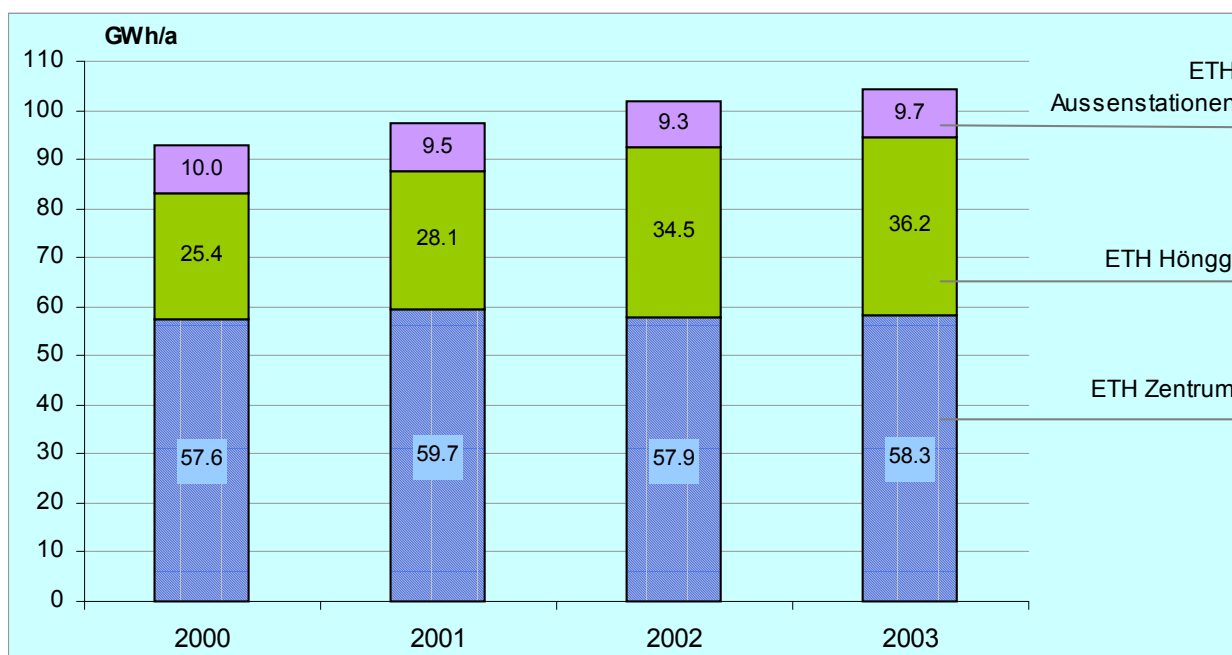
8.1 Elektrizitäts-Bedarf 2000 – 2003

8.1.1 Elektrizitätsbedarf ETH Zürich gesamt



Grafik -1: **Elektrizitätsbedarf der ETH Zürich gesamt nach Herkunft** (inklusive Aussenstationen)

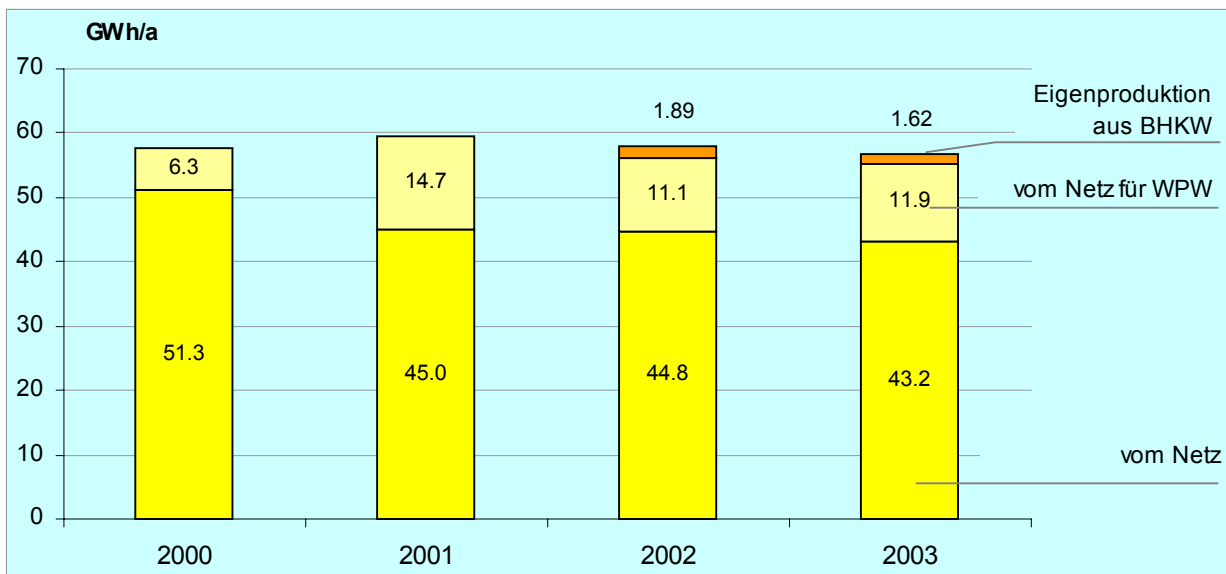
Der Elektrizitätsbedarf der ETH Zürich stieg in den letzten Jahren kontinuierlich um ca. 4 % pro Jahr an. Die Eigenproduktion durch das Blockheizkraftwerk (BHKW) deckt ca. 10 % des Gesamtbedarfs. Einen kleinen Anteil haben die erneuerbaren Energien (Photovoltaik-Anlage). Rund 12 % des gesamten Stromverbrauchs werden zur Betreuung der Wärmepumpe Walche (WPW) aufgewendet.



Grafik 8.1-2: **Elektrizitätsbedarf ETH Zürich gesamt nach Standort**

Die Zunahme des Elektrizitätsbedarfs war in den letzten vier Jahren an der ETH Hönggerberg am grössten. Die ETH Zentrum sowie die Aussenstationen waren nur leichten Schwankungen unterworfen.

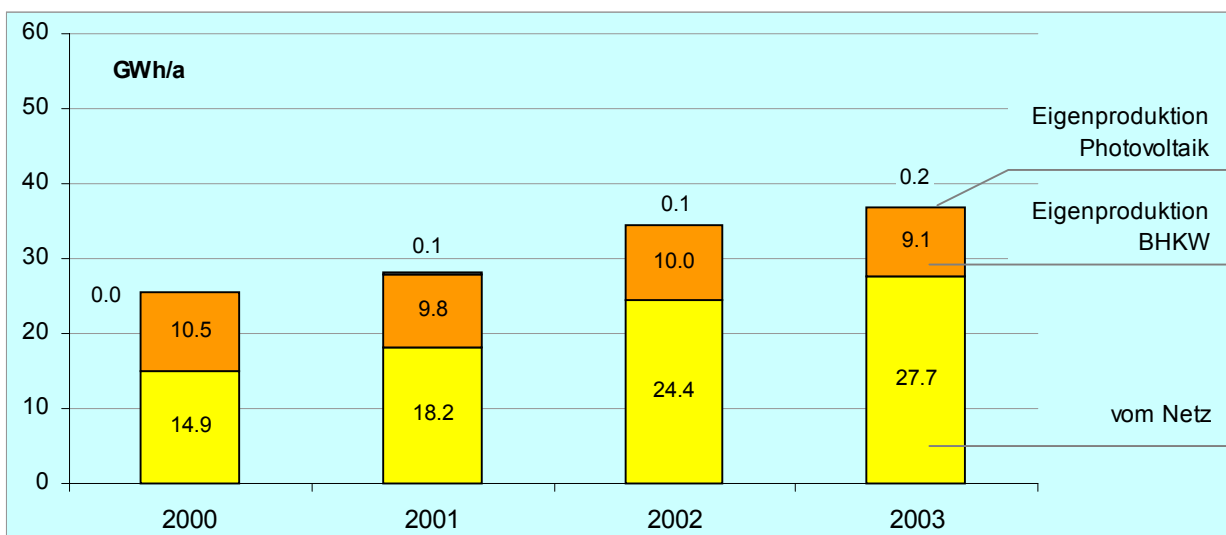
8.1.2 Elektrizitätsbedarf ETH Zentrum



Grafik 8.1-3: Elektrizitätsbedarf der ETH Zentrum von 2000 – 2003

Obwohl der Elektrizitätsbedarf der ETH Zentrum ab dem Jahr 2001 infolge der Sanierung der Chemie-Altbauten um ca. 5 GWh pro Jahr gesunken ist, verändert sich der Bezug vom Netz nur geringfügig. Der Minderverbrauch wird kompensiert durch den Mehraufwand für die Wärmepumpe Walche (WPW).

8.1.3 Elektrizitätsbedarf ETH Höggerberg

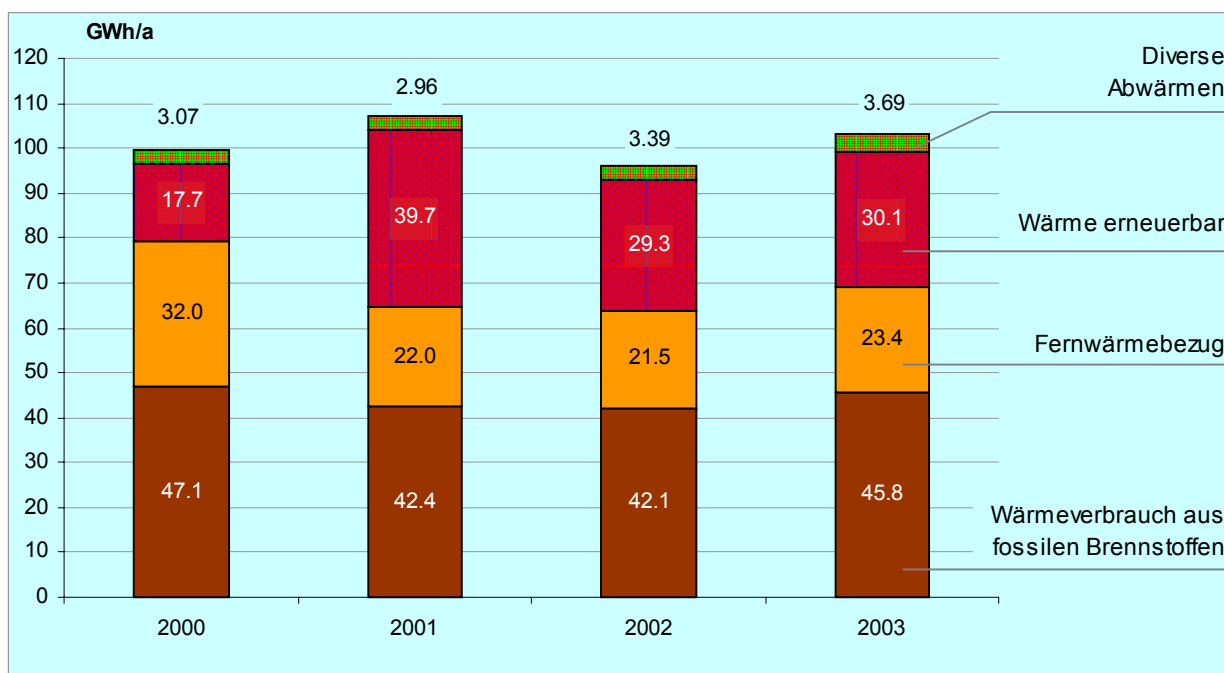


Grafik 8.1-4: Elektrizitätsbedarf der ETH Höggerberg von 2000 – 2003

Der Elektrizitätsbedarf der ETH Höggerberg stieg in den letzten Jahren kontinuierlich an. In den Jahren 2000 bis 2003 ist der Elektrobedarf der ETH Höggerberg um 45 % oder um 10,5 GWh pro Jahr gestiegen. Alleine im Jahr 2003 ist der Verbrauch gegenüber dem Vorjahr um 10 % oder um 2,9 GWh/a angestiegen. Die Eigenproduktion hat leicht auf 9 GWh/a abgenommen und deckt rund 25 % des Elektrizitätsbedarfs der ETH Höggerberg.

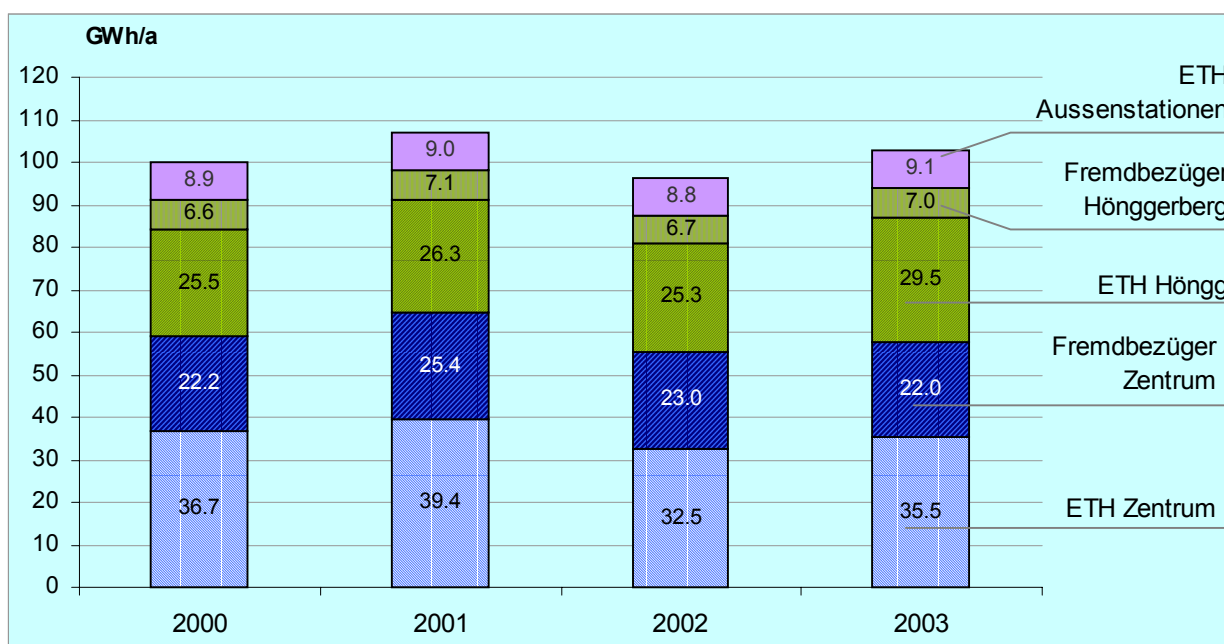
8.2 Wärme-Bedarf 2000 – 2003

8.2.1 Wärmebedarf ETH Zürich gesamt



Grafik 8.2–1: **Wärmebedarf an der ETH Zürich gesamt nach Erzeuger** (inklusive Aussenstationen)

Der Wärmebedarf der ETH Zürich wird hauptsächlich aus fossilen Brennstoffen, erneuerbaren Wärmequellen (Flusswasser) und Fernwärme gedeckt. Einen kleinen Teil dazu tragen die verschiedenen Abwärmennutzungen bei (ca. 4%). Die in der vorangehenden Grafik dargestellten Werte sind nicht klimakompensiert und stellen den tatsächlichen Verbrauch dar.



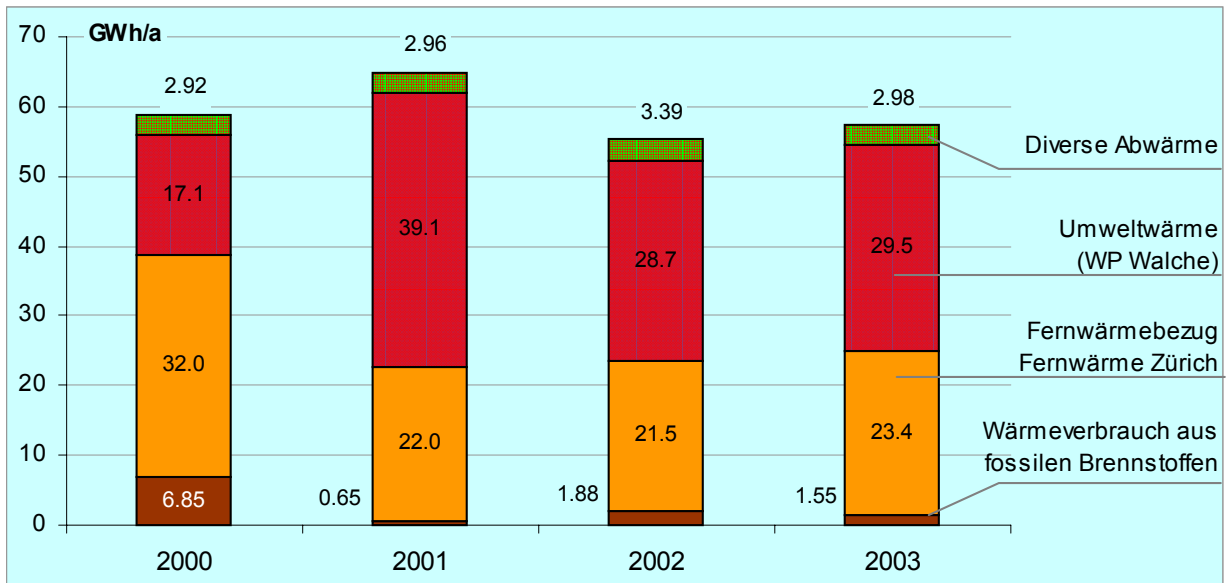
Grafik 8.2–2: **Wärmebedarf an der ETH Zürich gesamt nach Standort**

Die Unterschiede im Wärmebedarf sind zum Teil klimabedingt. Im Jahr 2001 und 2003 waren, gemessen am langjährigen Mittel "strengere" Winter als diejenigen der Jahre 2000 und 2002. Der Mehrverbrauch im Jahr

2003 gegenüber 2002 wurde in erster Linie durch fossile Energieträger gedeckt (Gas an der ETH Höggerberg). Die Wärmepumpe Walche erbringt ca. 30 % des gesamten Wärmebedarfs der ETH Zürich.

Der Wärmebedarf im Jahr 2003 der ETH Zentrum hat um 10 % und derjenige der ETH Höggerberg um 15 % zugenommen. Der Verbrauch der Aussenstationen und der Bedarf der externen Bezüger sind im Wesentlichen gleich geblieben.

8.2.2 Wärmebedarf ETH Zentrum



Grafik 8.2-3: Wärmebedarf der ETH Zentrum

Die jährlichen Schwankungen des Wärmebedarfs sind teilweise klimabedingt (die in der vorangehende Grafik dargestellten Werte sind nicht Klima kompensiert und stellen den tatsächlichen Verbrauch dar).

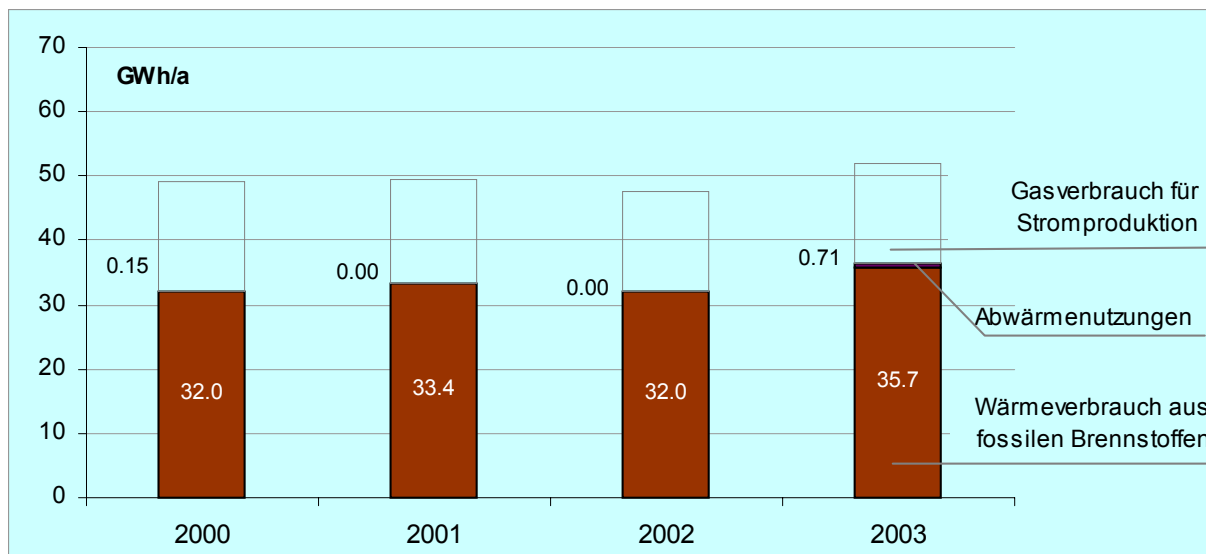
Die Wärmeproduktion der Wärmepumpe Walche (WPW) ist in den letzten vier Jahren sehr unterschiedlich angefallen. Im Jahr 2000 ist die Wärmeproduktion durch einen Betriebsausfall der WPW sehr gering.

Im Jahr 2001 erreichte die Produktion mit 39.1 GWh/a den höchsten Wert seit 1990. In den Jahren 2002 und 2003 lieferte die Wärmeerzeugung rund 29 GWh/a. Die Wärmepumpe Walche erzeugt 50% des Bedarfs der ETH Zentrum bzw. 30% des gesamten Wärmebedarfs der ETH Zürich (inkl. Aussenstationen).



Windenergie-Anlage

8.2.3 Wärmebedarf ETH Hönggerberg



Grafik 8.2-4: Wärmebedarf der ETH Hönggerberg (inklusive Fremdbezüger)

Der Bezug der Gebäudeteile HCI erfolgte im Jahr 2002. Aus diesem Grunde ist der Zuwachs bei der Wärme erstmals im Jahr 2003 richtig wirksam.

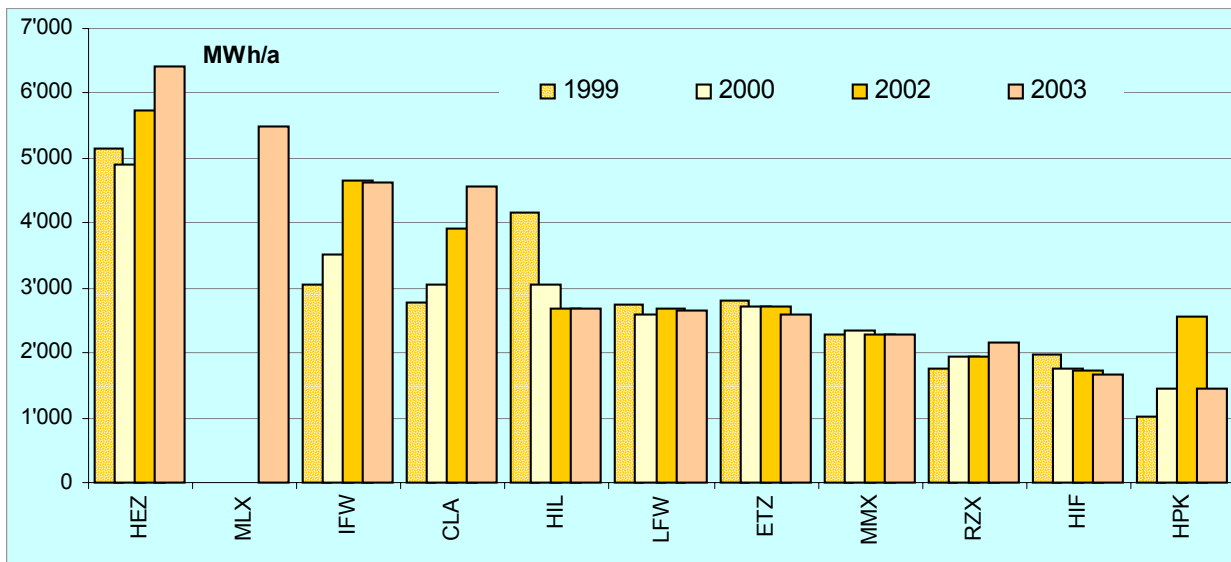
Der Gasverbrauch des Blockheizkraftwerks (BHKW) für die Stromproduktion ist mit der dünnen Linie angedeutet und gibt einen Vergleich zwischen dem Wärmeverbrauch und der Stromproduktion mit dem Blockheizkraftwerk. Beide sind für den CO₂-Ausstoss relevant.



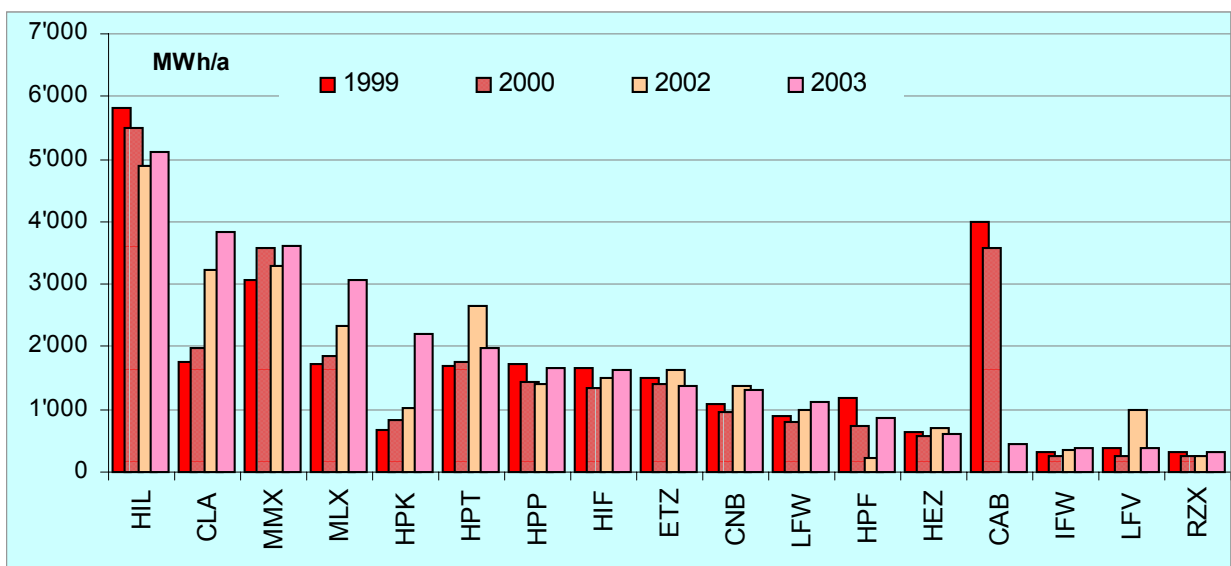
Kessel-Anlage der ETH Hönggerberg

Anhang

A1 Der Verbrauch der grössten Gebäude (Überblick)

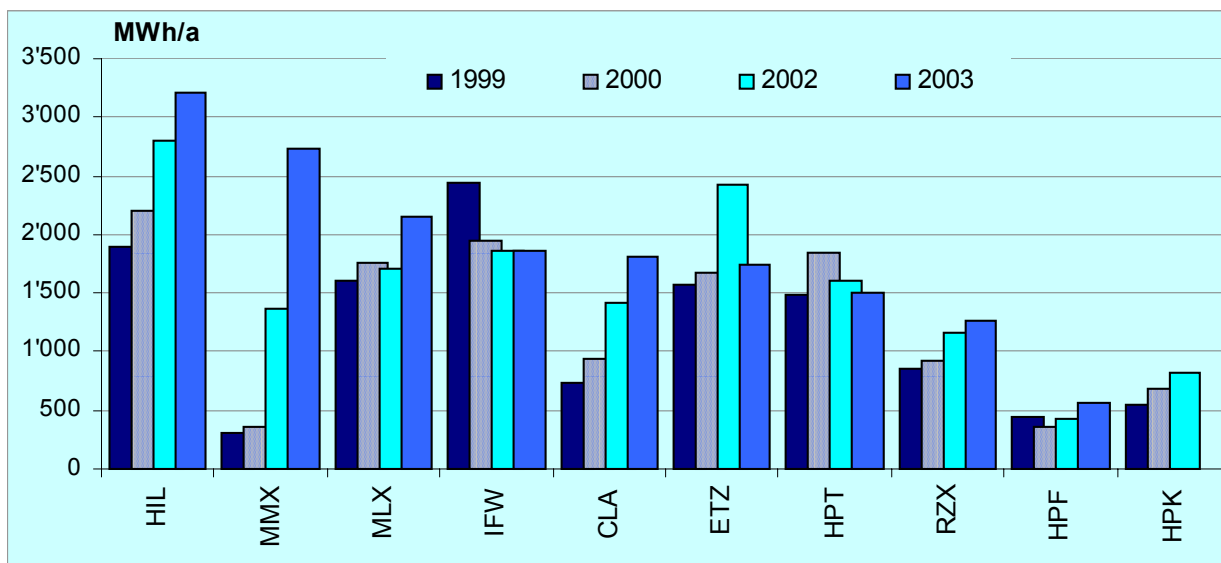


Grafik A1-1: Entwicklungen des Elektrizitätsverbrauches 1999 bis 2003¹

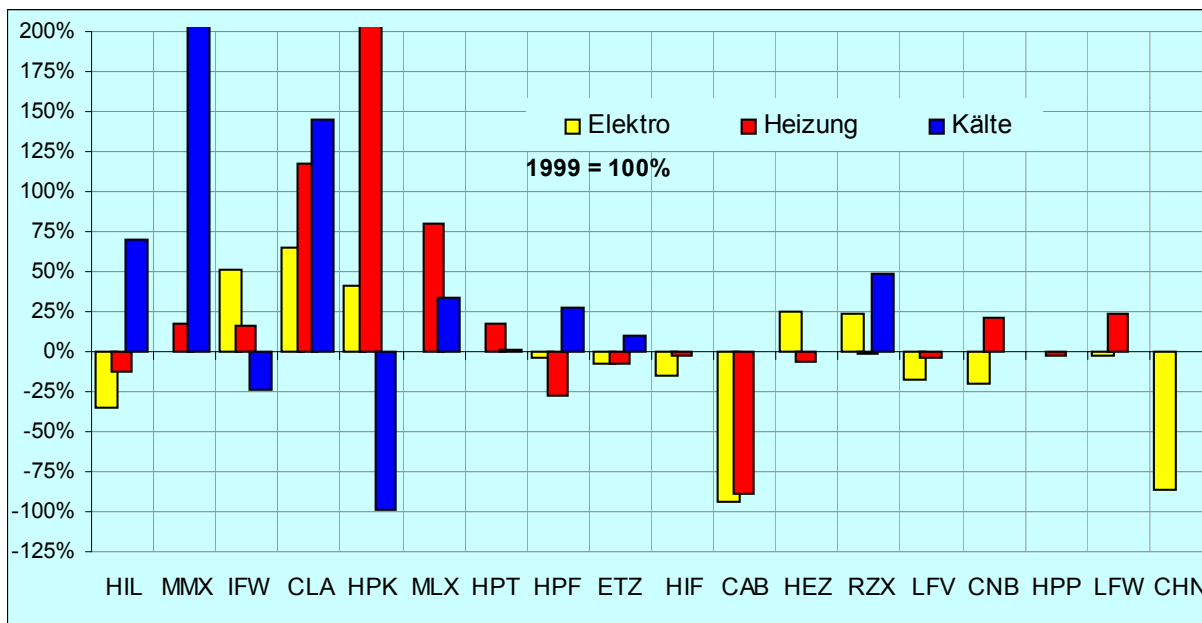


Grafik A1-2: Entwicklung des Wärmeverbrauchs 1999 bis 2003

¹ Es ist zu beachten, dass im HEZ die Kälte-, Wärme-, Wasser-, Druckluft- und Heliumaufbereitung für den gesamten Höggerberg erfolgt und dass durch diese zentrale Dienstleistung der Gebäudeverbrauch sehr hoch ausfällt.



Grafik A1-3: Entwicklung des Kälteverbrauches 1999 bis 2003



Grafik A1-4: Prozentuale Veränderungen des einzelnen Medienverbrauchs 1999 bis 2003

Die Gebäudebezeichnungen sind hier im Anhang oder auf der ETH Website der Abteilung Liegenschaften (www.lw.ethz.ch) aufgeführt.

A2 Aktuelle Umwelt-Kennzahlen RUMBA

Die nachfolgende Tabelle zeigt die aktuellsten Umwelt-Kennzahlen für das Jahr 2003, wie sie innerhalb des Projektes RUMBA von der ETH Zürich publiziert werden.

		Eingekaufte Menge	Selber produzierte Menge	Verkaufte Menge	Verbrauchte Menge	
Energie	Strom aus dem Netz	288'149'395 MJ	38'561'249 MJ	MJ	326'710'644 MJ	Bemerkungen: Alle Angaben in der Masseinheit pro Jahr Total Stromverbrauch 327'250'644 MJ Total Strombezug 288'689'395 MJ Total Wärmeverbrauch 302'203'385 MJ Total Wärmebezug 195'844'985 MJ
		10'924'233 CHF		CHF		
	Ökostrom aus neuen erneuerbaren Energien	540'000 MJ	MJ	MJ	540'000 MJ	
		CHF		CHF		
	Ökostrom aus Wasserkraft	MJ	MJ	MJ	MJ	
		CHF		CHF		
	Heizöl	14'902'962 MJ		MJ	14'902'962 MJ	
		172'984 CHF		CHF		
	Gas	200'869'567 MJ		25'047'018 MJ	175'822'549 MJ	
		2'469'574 CHF		CHF		
Kohle	MJ		MJ	MJ		
	CHF		CHF			
Holz	MJ	MJ	MJ	MJ		
	CHF		CHF			
Fernwärme	84'207'067 MJ	106'358'400 MJ	79'087'594 MJ	111'477'874 MJ		
	1'801'096 CHF		CHF			
Stoffe	Trinkwasser 1)	492'000'000 L	L	L	492'000'000 L	
		2'205'094 CHF		CHF		
	Papier für Drucker und Kopierer, Neufaser	B*		B*	B*	
		CHF		CHF		
Papier für Drucker und Kopierer, Recycling	B*		B*	B*		
	CHF		CHF			

Bezugsgrössen	Angestellte (Stellen FTE)		5'891	1	5891	FTE
	Studenten		12'626	0.68	8586	FTE
	Beschäftigte				14477	FTE
	Energiebezugsfläche		564290	1	564290	m2

Kennzahlen	Wärmebezug pro Person		13528.3 MJ/MA/J	3757.9 kWh/MA/J	429 W/MA
	Wärmebezug pro Energiebezugsfläche		347.1 MJ/MA/J	96.4 kWh/MA/J	11 W/m2
	Strombezug pro Person		19941.7 MJ/MA/J	5539.4 kWh/MA/J	632 W/MA
	Anteil Wärme aus erneuerbaren Energien		36.9 %		
	Anteil Strom aus erneuerbaren Energien		0.2 %		
	Trinkwasserverbrauch pro Person		33986 L/MA/J		
	Papierverbrauch pro Person		BA4/MA/J		
	Anteil Recyclingpapier		- %		

A4 ETH Hönggerberg (Plan mit allen Gebäudebezeichnungen)

