

# UMWELT- UND ENERGIE-REPORT 2004



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

## Umweltmanagement zeigt erste Ergebnisse

Im Jahr 2004 hat die ETH Zürich den Grundstein für die Einführung und Umsetzung eines professionellen Umweltmanagements gelegt. Mit dem Projekt RUMBA, dem «Ressourcen- und Umweltmanagement in der Bundesverwaltung», setzt die ETH Zürich alles daran, in Zukunft ihre Umwelteinflüsse in engen Grenzen zu halten und eine der ökologisch fortschrittlichsten Institutionen zu werden. Die eigenen Umweltziele stützt die ETH Zürich auf das international anerkannte Kyoto-Protokoll und auf die Vorgaben von EnergieSchweiz ab.

Die konkret formulierte CO<sub>2</sub>-Strategie setzt die Begrenzung von Emissionen in Bezug zu den Energiesparzielen.

In den letzten 15 Jahren ist die Anzahl Personen (Studierende und Mitarbeitende) an der ETH Zürich beträchtlich angestiegen. Auch die Gebäudefläche insgesamt und die Nutzfläche pro Person sind gewachsen. 2004 sind weitere Nutzflächen an der ETH Zürich in Betrieb gesetzt und von der Verbrauchsbeurteilung erfasst worden.

Der gesamte Energieverbrauch der ETH Zürich hat im Jahr 2004 um 1,3 Prozent zugenommen. Verbraucht wurde vor allem mehr Strom. Der Wärmebedarf blieb aufgrund des milden Klimas auf dem Niveau von 2003. Trotzdem sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen gestiegen. Die umweltfreundliche Wärmepumpe Walche, mit der die ETH Zürich einen grossen Anteil ihrer Wärme aus dem Limmatwasser generiert, war nur reduziert verfügbar. Es musste auf Fernwärme umgestiegen werden, die nur etwa zur Hälfte CO<sub>2</sub>-neutral ist.

Auf der Kostenseite haben sich der Ausfall der Wärmepumpe sowie der hohe Ölpreis bemerkbar gemacht. Die ETH Zürich hat für dieselbe Wärmemenge einiges mehr aufgewendet als im letzten Jahr. Gesenkt werden konnten dagegen die gesamten Stromkosten dank effizientem Einsatz des Blockheizkraftwerkes Hönggerberg. Die gesamten Energiekosten belaufen sich auf 17 Millionen Franken. Auch im Jahr 2004 haben die Versorgungseinrichtungen der ETH Zürich für Drittbezügler Wärme produziert.

# INHALT

4\_UMWELTMANAGEMENT

6\_ENTWICKLUNG DER ETH ZÜRICH

9\_UMWELTZIELE

10\_STRATEGISCHE MASSNAHMEN

12\_ENERGIEKOSTEN 2004

15\_ENERGIEVERBRAUCH 2004

19\_CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN 2004

20\_ENTSORGUNG UND RECYCLING 2004

20\_ENERGIEVERSORGUNG DER ETH ZÜRICH

26\_ANHANG



## Umweltmanagement (RUMBA)

Die ETH Zürich mit über 20 000 Personen (Studierende, Professoren und Mitarbeitende) verwaltet rund 200 eigene Gebäude und mietet weitere 60 dazu, um dem gestiegenen Platzbedarf gerecht zu werden. Bei der Bewirtschaftung der Liegenschaften, wie auch beim gesamten Lehr- und Forschungsbetrieb, sollen in Zukunft neben den wissenschaftlichen und ökonomischen auch umweltrelevante Ziele angestrebt werden.

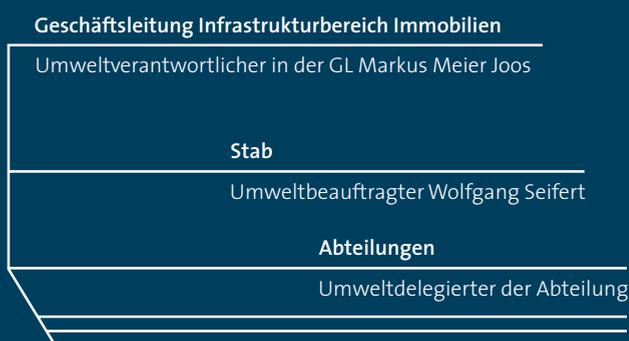
Die Umweltpolitik ist ein Bestandteil der Qualitätspolitik des Infrastrukturbereichs Immobilien der ETH Zürich. Sie wird mit dem Projekt RUMBA, dem «Ressourcen- und Umweltmanagement in der Bundesverwaltung», konkret umgesetzt.

Die Direktion Infrastrukturbereich Immobilien der ETH Zürich führte im Jahr 2004 ein professionelles Umweltmanagement ein. Gestützt auf das vom Bund lancierte Projekt RUMBA will sich die ETH Zürich in den nächsten Jahren als ökologisch vorbildliche Institution etablieren, die nach umweltrelevanten Grundsätzen geführt wird. Das Projekt RUMBA wird auch in allen anderen Bereichen der ETH durchgeführt. Dazu gehören die ETH Lausanne, das Paul Scherrer Institut (PSI), die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), die Eidgenössische Materialprüfanstalt (EMPA) und die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL).

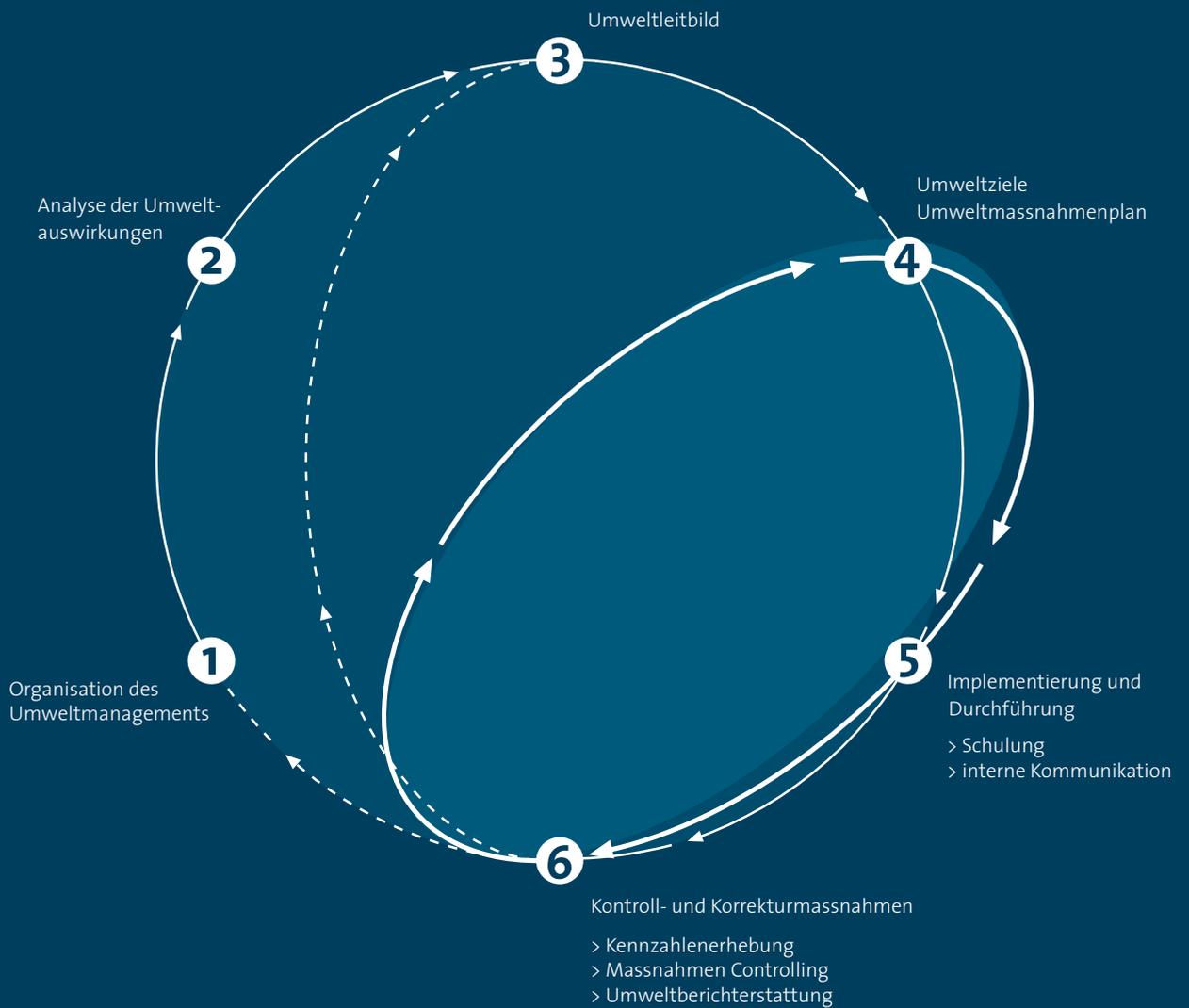
Mit der Umsetzung von RUMBA verpflichtet sich die ETH Zürich zur kontinuierlichen Verbesserung der Umweltperformance, das heisst, sie reduziert den Verbrauch an natürlichen Ressourcen und minimiert die direkten und indirekten Einwirkungen ihrer Tätigkeiten auf die Umwelt.

**Gemeinsame Anstrengungen notwendig.** Die Integration des Umweltmanagements in die Prozesse und in die gesamte «Hochschulkultur» wird den eigentlichen Erfolg des Projektes bringen. Die einzelnen Mitarbeitenden und Studierenden werden dazu in die Umweltpolitik der ETH Zürich einbezogen.

Die Leitung von RUMBA untersteht dem Umweltteam des Infrastrukturbereichs Immobilien. Das Umweltteam setzt sich aus dem Direktor des Infrastrukturbereichs Immobilien, den Umweltdelegierten der Abteilungen sowie dem Umweltbeauftragten der ETH Zürich zusammen. Es verfasste zunächst das interne RUMBA-Leitbild und führte anschliessend eine Relevanzanalyse durch. Die Basis für die Aktivitäten im Jahr 2004 bildet ein verbindlicher Massnahmenplan für die Direktion Infrastrukturbereich Immobilien. Das RUMBA-Leitbild geht über die Einhaltung der umweltrelevanten Gesetze und Vorschriften hinaus und postuliert eine intensiviertere Reduktion des Energie- und Rohstoffbedarfs. Auch der Schonung der Umwelt soll im Immobilienbereich vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt werden. Aufgrund der Umweltanalyse sind die Ziele konkretisiert und die Massnahmen definiert worden.



Organisation des Umweltmanagements



Modell Umweltmanagement des Infrastrukturbereichs Immobilien

## Entwicklung der ETH Zürich

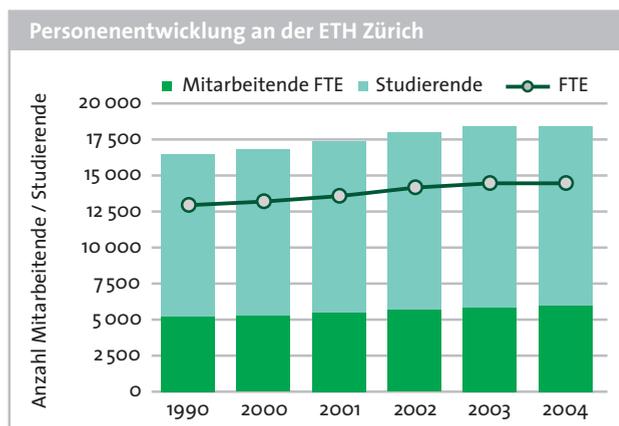
Der Verlauf der Energiekosten steht im Zusammenhang mit der Entwicklung und dem Ausbau der ETH Zürich. In den letzten Jahren ist die ETH Zürich bezüglich Anzahl Studierende und Mitarbeitende gewachsen. Zugenommen hat auch die Anzahl und Grösse der Gebäude und damit die Nutzfläche, die beleuchtet und beheizt wird. Durch den Mehrbedarf an Labors erhöhte sich zudem der Energieverbrauch für Versuche und Forschungsarbeiten.

Um die Präsenz in den Gebäuden zu berücksichtigen, wird die Personeneinheit FTE (Full Time Equivalent) benutzt. Eine zu 100 Prozent angestellte Person gilt als 1,0 FTE, Teilzeitangestellte werden entsprechend ihrem prozentualen Anstellungsverhältnis berechnet. Eine studierende Person gilt als 0,68 FTE, weil die Studierenden während den Semesterferien weniger an der ETH Zürich anwesend sind. Die forschenden Assistenten und Doktoranden sind gemäss ihren Anstellungsprozenten berücksichtigt.

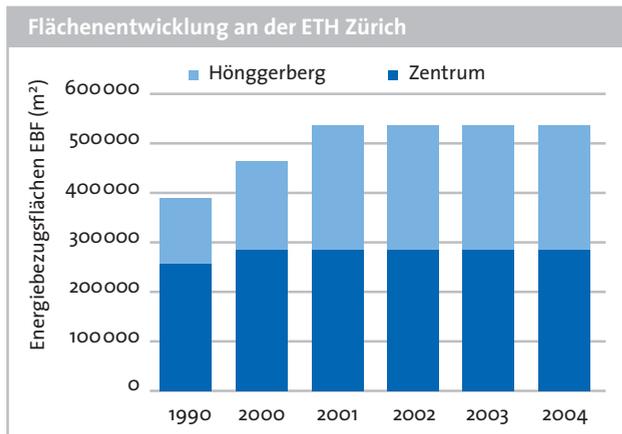
Die verschiedenen genutzten Flächen eines Gebäudes (Hörsaal, Labor, Aufenthaltsräume, Treppenhaus etc.) werden nach einheitlichen Kriterien als Energiebezugsfläche (EBF) bewertet. Im Wesentlichen sind das die Flächen, die beheizt werden.

Nicht nur die absoluten Zahlen der Studierenden, Mitarbeitenden und der Fläche zeigen den Entwicklungsverlauf deutlich, sondern auch die spezifischen Angaben zur bewirtschafteten Fläche pro Person, welche an der ETH Zürich studiert oder für die ETH Zürich arbeitet. Der Verlauf der pro Personenäquivalent FTE benutzten Fläche EBF gibt Aufschluss über den gewachsenen Flächenbedarf pro studierende beziehungsweise forschende Person.

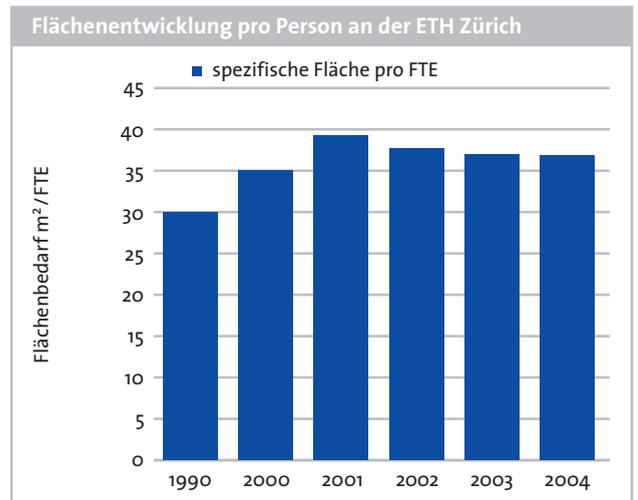
Die spezifischen Kosten pro Personenäquivalent (CHF/FTE) und die spezifischen Kosten pro Energiebezugsfläche (CHF/m<sup>2</sup> EBF) weisen auf die Intensität der Nutzung hin. Darin enthalten ist auch die sogenannte Energie-Effizienz, die den Energieverbrauch in Bezug auf die Anzahl Personen und die genutzte Fläche widerspiegelt.



Über die letzten beiden Jahre ist die Anzahl Personenäquivalente konstant geblieben. Nur marginal ist die Veränderung in Richtung weniger Studierende und mehr Mitarbeitende. Seit 1990 ist doch eine markante Zunahme von rund 12 Prozent beim Personenbestand zu verzeichnen. Das Verhältnis von Studierenden zu Mitarbeitenden ist über die letzten Jahre gleich geblieben, das heisst, die ETH Zürich ist proportional gleichmässig gewachsen.



Die Energiebezugsfläche hat auf Grund der Ausbautappen auf dem Hönggerberg erheblich zugenommen. Mit dem Bau des neuen Gebäudes ist die nutzbare Gebäudefläche nach dem Jahr 2000 um 40 Prozent angewachsen. Im Zentrum erlebte die ETH Zürich einen Flächenzuwachs nach 1990. Wesentlich dazu beigetragen hat der Neubau des Gebäudes für Produktionstechnik und Mechanische Systeme (CLA) sowie die Renovation der Chemie-Altbauten (CAB).



Seit 1990 hat das spezifische Flächenangebot der ETH Zürich um ein Viertel zugenommen, das heisst, die ETH Zürich bewirtschaftet heute wesentlich mehr Fläche für eine studierende bzw. arbeitende Person als früher. Mit der 3. Ausbautappe auf dem Hönggerberg vergrösserte sich die spezifische Energiebezugsfläche pro Personenäquivalent überproportional, so dass in Zukunft einer steigenden Anzahl Studierender noch genügend Raum zur Verfügung gestellt werden kann. Das spezifische Flächenangebot hat sich gegenüber dem Vorjahr nicht verändert und beträgt 37 m² Energiebezugsfläche pro FTE.



DIE WÄRMEPUMPE WALCHE AN DER  
LIMMAT LIEFERT UMWELTENERGIE

## Umweltziele

### Die Energiestrategie der ETH Zürich

- Aktive Umsetzung der Ziele von EnergieSchweiz bis zum Jahr 2010
- Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien
- Wahrnehmen der Vorbildrolle der ETH Zürich
- Erreichen des CO<sub>2</sub>-Zieles für das Jahr 2010
- Energiekostenrechnung nach dem Verursacherprinzip
- Jährliche Veröffentlichung der Energiedaten

	Kyoto-Protokoll und CO <sub>2</sub> -Gesetz Basisjahr 1990 Ziel 2010	EnergieSchweiz Basisjahr 2000 Ziel 2010	Ziele der ETH Zürich Bis 2010
Elektrizität		Maximales Wachstum von 5%	Wie EnergieSchweiz: Maximales Wachstum von 5%
Wärme aus fossilen Brennstoffen	15% Reduktion des CO <sub>2</sub> -Ausstosses	10% Reduktion des Verbrauchs	Wie EnergieSchweiz: 10% Reduktion des Verbrauchs
Wärme aus nicht fossilen Energieträgern			10% Reduktion des Verbrauchs

Umweltziele des Infrastrukturbereichs Immobilien der ETH Zürich  
(Details siehe Anhang)

### Das Energiekonzept der ETH Zürich

- Systematische Betriebsoptimierung der Immobilien
- Einsatz von energieeffizienten Technologien
- Ausbau des Energiecontrollings
- Minergiestandard bei Neubauten und Sanierungen
- Modernste Technologie bei Haustechnik und Gebäudehülle
- Optimierung der Blockheizkraftwerke und Wärmepumpen

**CO<sub>2</sub>-Strategie der ETH Zürich.** Im Jahr 2004 hat der Infrastrukturbereich Immobilien der ETH Zürich eine CO<sub>2</sub>-Strategie erstellt, welche die Zielsetzungen für den Energieverbrauch mit der Zielsetzung für die CO<sub>2</sub>-Emissionen koordiniert. Als Infrastruktureinrichtung für rund 12 500 Studierende und 6 000 Angestellte gehört die ETH Zürich sowohl zu den Energiegrossoverbrauchern im Kanton Zürich wie auch zu den Grossoverbrauchern des Bundes. Sie ist von der kantonalen Energiegesetzgebung betroffen und unterliegt zugleich dem schweizerischen CO<sub>2</sub>-Gesetz. Die Schweiz hat sich im CO<sub>2</sub>-Gesetz – in Anlehnung an das Kyoto-Protokoll – absolute Emissionsziele für 2010 gesetzt, wonach die Emissionen aus Treibstoffen um 8 Prozent, diejenigen aus Brennstoffen um 15 Prozent unter jenen des Jahres 1990 liegen müssen.

Bis im Jahr 2010 strebt die ETH Zürich eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 15 Prozent gegenüber dem Basisjahr 1990 an. Diese Zielsetzung basiert auf dem Kyoto-Protokoll.

Durch gezielte Einsparungen im Wärmebedarf können die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf eine verträgliche Grösse reduziert werden. Das erklärte Ziel beim Wärmeverbrauch ist bis 2010 die Reduktion um 10 Prozent in Bezug auf das Jahr 2000.

Für die Beurteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden nur die Emissionen aus der fossilen Wärmeproduktion in Betracht gezogen. Sie basieren auf einer technisch optimalen Verbrennung. Die Wärme aus einem Heizkessel ergibt in der Modellrechnung die gleichen CO<sub>2</sub>-Emissionen wie nutzbare Wärme aus einem Blockheizkraftwerk (BHKW). Für die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Fernwärme wird davon ausgegangen, dass diese zu 50 Prozent mit Erdgas erzeugt wird. Die restlichen 50 Prozent der Fernwärme kommen von der Kehrlichtverbrennungsanlage der Stadt Zürich. Nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen des verbrauchten Erdgases werden in der CO<sub>2</sub>-Rechnung berücksichtigt.

**Einbezug sämtlicher Ressourcen.** Das Energiesparziel betrifft nicht nur den Strom- und Wärmebedarf in den Gebäuden, sondern umfasst auch den Treibstoffverbrauch für Dienstfahrten. Unmittelbar wird dadurch auch das Emissionsziel beeinflusst. Dieses kommt auch bei der Gebäudereinigung mit der Verwendung von umweltfreundlichen Reinigungsmitteln zum Tragen. Das Umweltteam strebt zudem eine Minimierung von problematischen Kältemitteln und damit die Begrenzung von Umweltrisiken durch die verschiedenen Kühlanlagen an. Im Lehr- und Forschungsbetrieb ist der Papierverbrauch eine umweltrelevante Grösse und birgt grosses Sparpotential, verbraucht doch die ETH Zürich jährlich über 73 Millionen Seiten A4-Papier, davon rund 38 Prozent Recyclingpapier.

## Strategische Massnahmen

**Beitritt zur Energieagentur der Wirtschaft (EnAW).** Die Schulleitung der ETH Zürich hat im Dezember 2004 den Beitritt zur Energieagentur der Wirtschaft gutgeheissen. Namhafte Schweizer Wirtschaftsverbände haben Ende 1999 die Energieagentur der Wirtschaft gegründet. Als Bindeglied zwischen dem Bund und ihren Mitgliedern koordiniert und begleitet die EnAW die konkreten Massnahmen der Unternehmen für mehr Energie-Effizienz und die CO<sub>2</sub>-Reduktion. Die EnAW und der Bund haben eine Partnerschaft vereinbart, mit der die Ziele in der Energie- und Klimapolitik effizient und wirtschaftsverträglich erreicht werden sollen. Mit dem Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) unterzeichnete die EnAW einen entsprechenden Rahmenvertrag als Basis.

**Umweltprozent beim Infrastrukturbereich Immobilien eingeführt.** Der Infrastrukturbereich Immobilien der ETH Zürich hat alle Vorbereitungen getroffen, um ab Januar 2005 ein internes «Umweltprozent» einzuführen. Mit dem Umweltprozent wird ca. ein halbes Prozent des Baubudgets für die Realisierung der Umweltziele reserviert, die sich die ETH Zürich im Rahmen des Programms RUMBA gesetzt hat. Damit steht jährlich rund eine halbe Million Franken zur ausschliesslichen Verwendung für umweltrelevante Zwecke zur Verfügung. Mit dem Umweltprozent werden Massnahmen unterstützt, welche die Effizienz der Energienutzung steigern, die Emissionen senken oder den Ressourcenverbrauch (fossile Energieträger, Wasser, Papier) reduzieren und für die bis anhin keine finanziellen Mittel zur Verfügung standen. Die Umweltziele können jedoch nicht nur durch den alleinigen Einsatz des Umweltprozentes erreicht werden. Die bisherigen Anstrengungen aller Beteiligten für eine Erhöhung der Energie-Effizienz, für den Einsatz erneuerbarer Energien und für einen schonenden Umgang mit den Ressourcen an der ETH Zürich müssen beibehalten werden. Das Umweltprozent soll lediglich zusätzliche Massnahmen und Projekte unterstützen, die sonst an der ETH Zürich nicht durchgeführt würden.

**Energiesparen durch Betriebsoptimierung.** Die erfolgreiche Betriebsoptimierung im Gebäude der Elektrotechnik (ETZ) brachte in den letzten zwei Jahren Einsparungen von 20 Prozent bei der Wärme und von 5 Prozent beim Stromverbrauch. Der Pilotversuch mit dem Gebäude der Elektrotechnik zeigt, dass sich die Investitionen in die Betriebsoptimierung schon innerhalb von zwei Jahren auszahlen. Eine weitere Betriebsoptimierung ist für das Gebäude CLA im Gange. Die Erfahrungen aus den Projekten für Betriebsoptimierung zeigen klare Tendenzen auf:

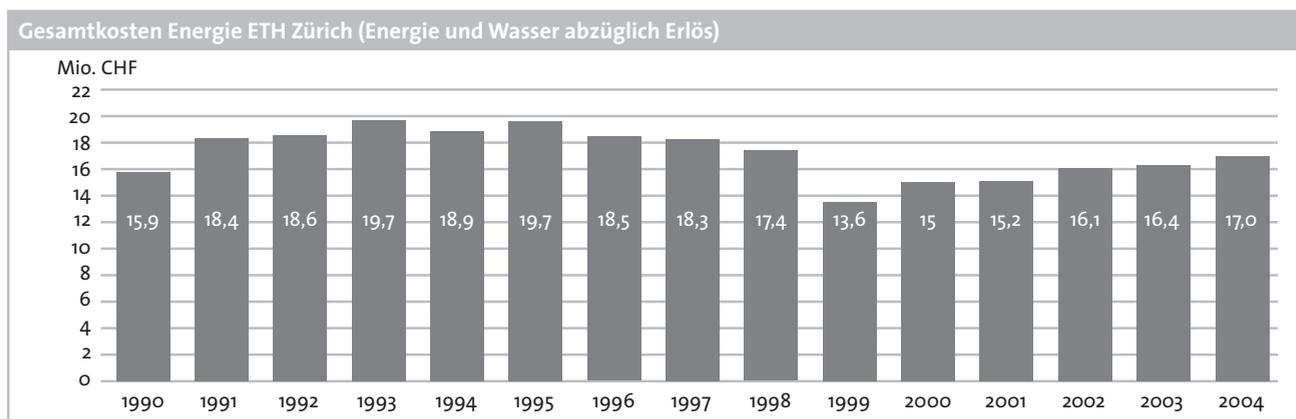
- Für Gebäude, in welchen viele energieintensive Forschungsaktivitäten stattfinden, ist eine Betriebsoptimierung ungeeignet, da der Energiebedarf überwiegend durch die Forschungseinrichtungen und deren Nutzungsintensität bestimmt wird und die angestrebten Einsparungen am Gebäude kaum ins Gewicht fallen.
- In grossen Lehrgebäuden lassen sich Betriebsoptimierungsprojekte sehr erfolgreich und wirtschaftlich umsetzen, da die Einsparung innerhalb von weniger als zwei Jahren die erforderlichen Investitionen aufwiegt.
- Die erfolgreiche und effiziente Abwicklung der Betriebsoptimierungsprojekte erfordert die engagierte Unterstützung der zuständigen Gebäudebereichsleiter und der Betriebstechniker.

**Auswirkung auf die Energiebilanz der ETH Zürich.** In der Gesamtbilanz sind die Energie-Einsparungen aus den Betriebsoptimierungen noch nicht ersichtlich. Die Einsparungen, die zum Beispiel im Gebäude der Elektrotechnik nachweislich erreicht worden sind, wurden durch den Mehrverbrauch in anderen Gebäuden kompensiert. Um sichtbare Einsparungen zu erreichen, müssen in Zukunft zusätzliche Betriebsoptimierungen an allen grossen Gebäuden durchgeführt werden.



DER TRINKWASSERVERBRAUCH  
NIMMT STETIG AB

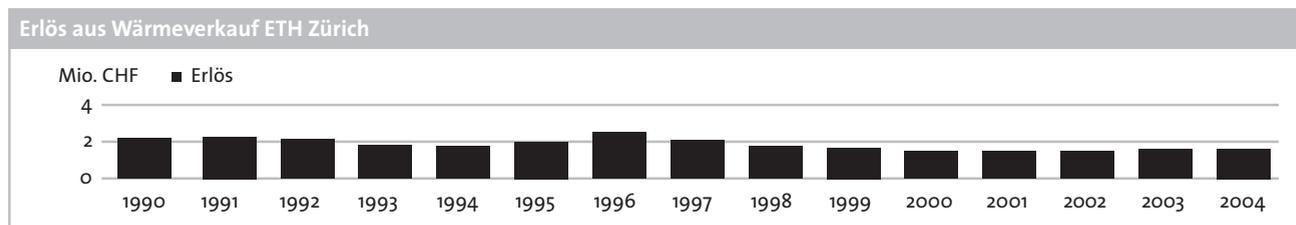
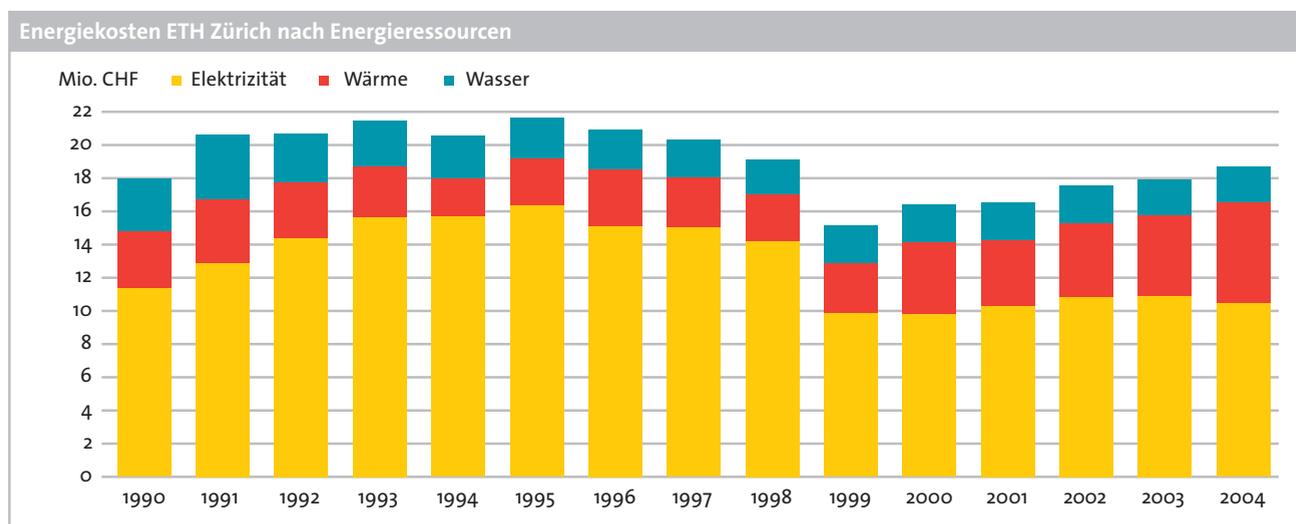
## Energiekosten 2004



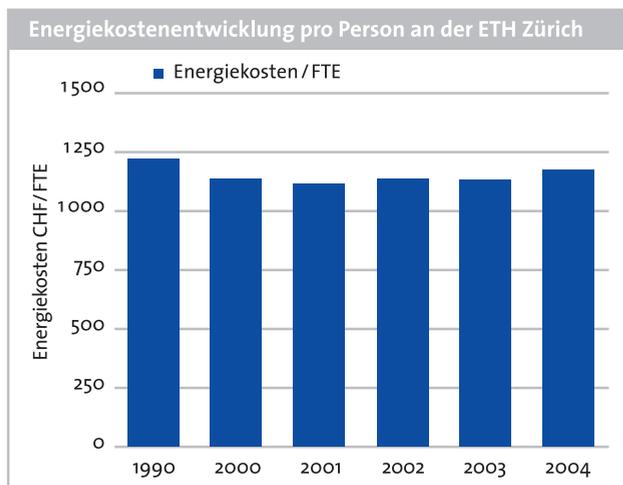
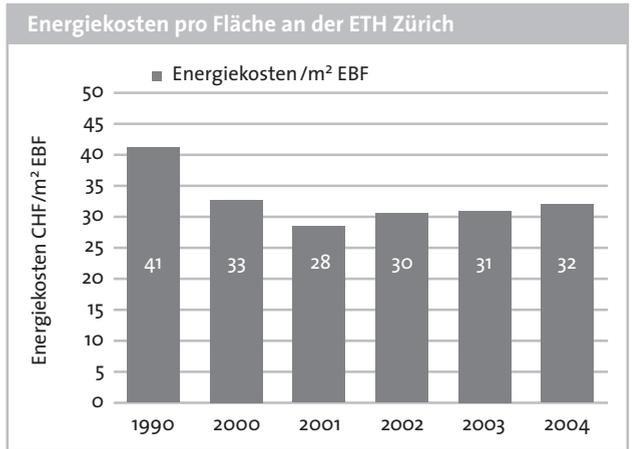
Die gesamten Energiekosten umfassen die Aufwendungen für Strom, Wärme und Wasser an sämtlichen Standorten der ETH Zürich und belaufen sich im Jahr 2004 auf 17 Millionen Franken.

Die gesamten Kosten für die Energiebereitstellung der ETH Zürich belaufen sich auf total 18,7 Millionen Franken. Davon entfallen auf die Elektrizität 10,4 Millionen Franken (i.e. 55 Prozent), auf die Wärmeenergie 6,1 Millionen Franken (33 Prozent) und auf Wasser 2,2 Millionen Franken (12 Prozent). Die an Drittbezüger verkaufte Wärmeenergie beläuft sich auf 1,7 Millionen Franken und entspricht 9 Prozent der gesamten Energiekosten oder rund 28 Prozent der produzierten Wärme.

Der Erlös resultiert aus dem Verkauf der entsprechenden Nutzenergie in Form von Wärme an Drittbezüger, welche von den Einrichtungen der ETH Zürich versorgt werden. Leicht zugenommen hat der Erlös gegenüber dem Vorjahr infolge des gestiegenen Wärmebedarfs der Drittbezüger trotz milderem Winter.



Eine Kostenreduktion konnte beim Elektrizitätsverbrauch erreicht werden. Beim Wasserverbrauch blieben die Kosten unverändert. Die Kosten für die Wärmebereitstellung haben zugenommen und übertreffen die Einsparungen der Stromkosten. Die gesamten Kosten der Nutzenergieproduktion sind stark abhängig von der Anlagentechnik, mit der die Energie erzeugt wird. Zum Beispiel sind die Kosten für Nutzwärme, die vom städtischen Fernwärmenetz kommt, höher als für Wärme, die mit der eigenen Wärmepumpe bereitgestellt wird. Eine Erhöhung der Wärmekosten ist dann unmittelbar die Folge bei einer reduzierten Verfügbarkeit der Wärmepumpe, wie dies im Jahr 2004 der Fall war.

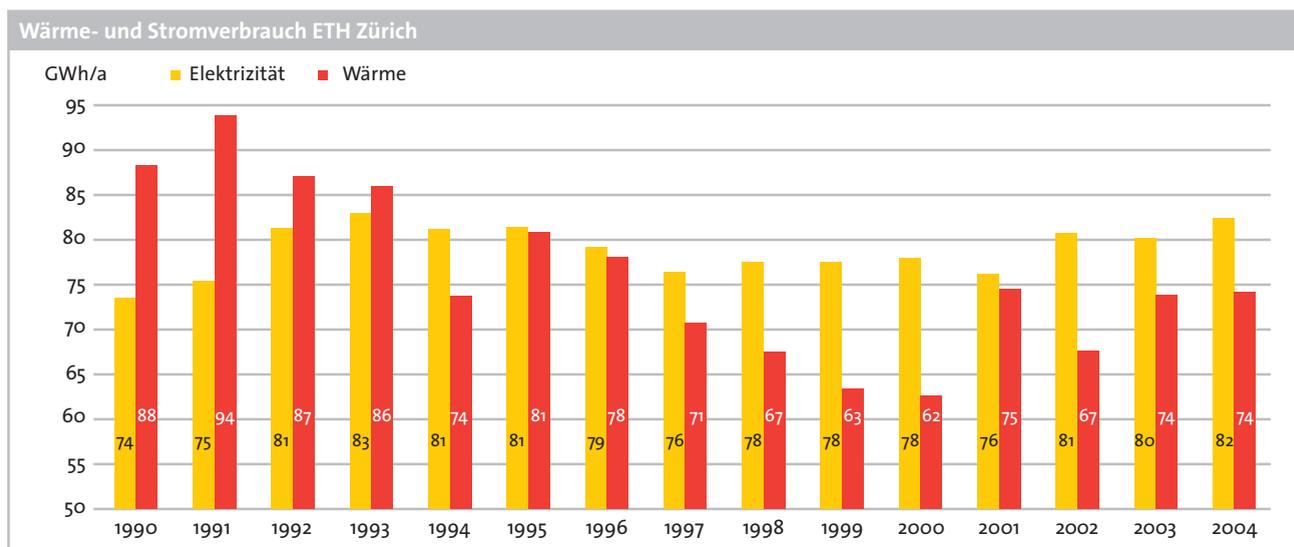


Die spezifischen Energiekosten pro Energiebezugsfläche haben seit 1990 um über 20 Prozent abgenommen. Grund dafür ist die effizientere Energieerzeugung. Der Verlauf von Jahr zu Jahr folgt wiederum den vorherrschenden Klimabedingungen.

Seit 1990 konnten an der ETH Zürich die spezifischen Energiekosten pro Personenäquivalent um gut 4 Prozent gesenkt werden. Trotz intensiverer Nutzung der Einrichtungen und der energieintensiveren Forschung haben sich die Anstrengungen zur Verbrauchsreduktion positiv bemerkbar gemacht. Dennoch sind die spezifischen Energiekosten von Jahr zu Jahr grossen Schwankungen unterworfen und gehen mit den ungleichen Klimaeinflüssen einher. Beeinflusst werden die spezifischen Energiekosten auch vom aktuellen Energiepreis, der sich aus dem internationalen Ölpreis und dem in der Schweiz gehandhabten Strompreis ergibt.

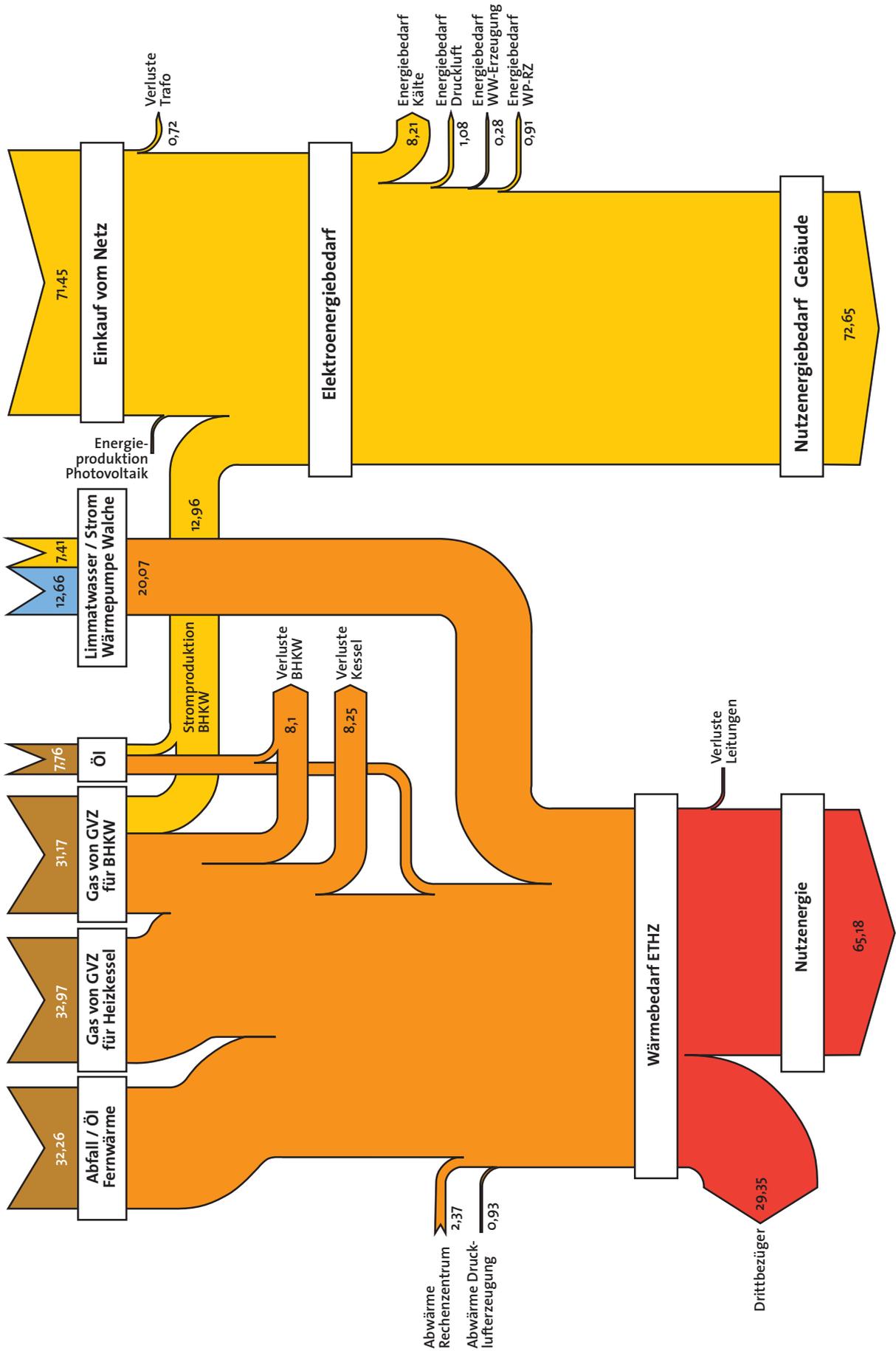
DIE PHOTOVOLTAIK-ANLAGE AUF DEM  
HÖNGGERBERG PRODUZIERT  
ERNEUERBARE ENERGIE





In der Berechnung des Nutzenergieverbrauchs ist die gesamte ETH Zürich inklusive Aussenstationen berücksichtigt. Der Nutzenergieverbrauch lässt sich vereinfachend mit dem Elektrizitäts- und dem Wärmeverbrauch darstellen. Der Wärmeverbrauch ist nicht auf Klimaeinflüsse korrigiert. Die Übersicht zeigt die verbrauchte Elektrizität (gelb) und die effektiv verbrauchte Wärme (rot) auf der Seite der Benutzer (Nutzenergie). Die Wärmepumpen liefern Wärme als Nutzenergie und beeinflussen die Berechnung des Elektrizitätsverbrauchs als Nutzenergie nicht.

Beim Elektrizitätsverbrauch war gegenüber dem Verbrauch im Jahr 2003 eine Zunahme von 2 GWh/a im Jahr 2004 auf 82 GWh/a zu verzeichnen. Dank dem milden Sommer 2004 ist der Bedarf an Klimatisierungskälte zurückgegangen. Im Jahr 2004 hat die ETH Zürich die letzten Gebäudeteile der 3. Ausbautappe Höggerberg, HCI vollständig in Betrieb genommen. Diese Erweiterung hat die klimabedingten Einsparungen weit übertroffen. Der Wärmeverbrauch ist gegenüber dem letzten Jahr bei 74 GWh/a konstant geblieben. Dabei gilt zu bedenken, dass im Jahr 2004 der Winter milder war als im Jahr zuvor. Deshalb errechnet sich für den Wärmeverbrauch nach einer Klimakorrektur doch ein höherer spezifischer Verbrauch, so dass effektiv ein Klima spezifischer Mehrverbrauch entstand. Dieser Mehrverbrauch hängt wiederum mit der Inbetriebnahme der 3. Ausbautappe Höggerberg, HCI zusammen. Der klimakorrigierte Bedarf an Wärme stieg auf dem Höggerberg um über 2,5 GWh/a weiter an. Die Flächenzunahme infolge der in den letzten drei Jahren etappenweise einbezogenen 3. Ausbautappe Höggerberg, HCI beträgt ca. 80 000 m<sup>2</sup>. Dies entspricht einer Flächenzunahme von ca. 40 Prozent auf dem Höggerberg. Der Wärmeverbrauch stieg in der selben Zeit (seit 2002) jedoch nur um 30 Prozent. Die deutlichen Unterschiede im Wärmeverbrauch der letzten Jahre decken sich mit den nach SMA Meteo Schweiz veröffentlichten Heizgradtagen für das schweizerische Mittel.



Schema der gesamten Energieflüsse der ETH Zürich ohne Aussenstationen (Angaben in GWh/a)



BELASTETE ABLUFT WIRD  
IM SÄUREWÄSCHER GEREINIGT

# EIN ALPENGARTEN IST LEBENDIGER ALS VERSIEGELTE FLÄCHEN



## CO<sub>2</sub>-Emissionen 2004

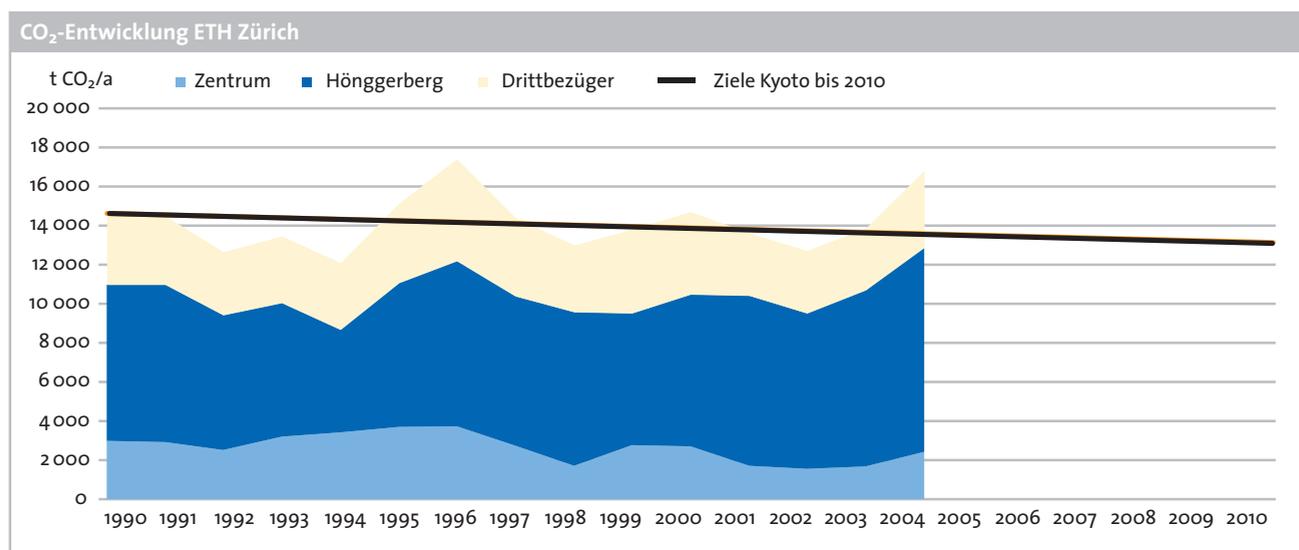
Im Jahr 2004 hat sich gezeigt, dass der CO<sub>2</sub>-Ausstoss der ETH Zürich von zwei betrieblichen Grössen stark beeinflusst wird:

- Betriebsstunden der Wärmepumpe Walche
- Betriebsstunden der Blockheizkraftwerke

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoss stieg im Jahr 2004 um 2 200 Tonnen CO<sub>2</sub> auf rund 12 800 Tonnen an. Trotz gleich bleibendem Wärmeverbrauch nahm der CO<sub>2</sub>-Ausstoss um 21 Prozent gegenüber dem Vorjahr zu. Dies ist in erster Linie auf den teilweisen Ausfall der Wärmepumpe Walche im Jahr 2004 zurückzuführen. Der Wärmebedarf musste dadurch vermehrt mit Fernwärme und den eigenen Kesselanlagen gedeckt werden. Durch diese Verlagerung der Wärmeproduktion weg von der CO<sub>2</sub>-neutralen Wärmepumpe hin zu mehr fossilen Energieträgern verschlechterte sich auch die CO<sub>2</sub>-Bilanz. Zusätzlich fielen nochmals 3 900 Tonnen CO<sub>2</sub> bei der Wärmeproduktion für den Verkauf an Drittbezügler an.

Der Gasheizkessel hat im Jahr 2004 gegenüber dem Vorjahr bis zu 5 GWh mehr Wärme produziert, obwohl der Nutzwärmeverbrauch sich kaum verändert hat. Die Verschlechterung des Kesselwirkungsgrades kann auf das Alter der Kesselanlage und auf ungünstige Betriebsbedingungen zurückgeführt werden. Die Erneuerung der Kesselanlage ist für die kommenden Jahre bereits geplant.

Auch in der Beurteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen muss die Erweiterung der Nutzfläche berücksichtigt werden. Um eine wirkliche Aussage über die Zielsetzung und über die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen machen zu können, wird in Zukunft eine Normierung auf die Energiebezugsfläche nötig sein. Die flächenspezifische Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wird für die Zielerreichung ausschlaggebend sein, denn die spezifischen Umweltziele sollen auch bei einem Wachstum der ETH Zürich erreicht werden.



Mit dem Blockheizkraftwerk auf dem Höggerberg produzierte die ETH Zürich selber 1 GWh mehr Strom als im Vorjahr. Dies wirkt sich auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz negativ aus, weil die Substitution von zugekauftem durch selbst produzierten Strom den Verbrauch an fossilen Energieträgern erhöht. Dennoch ist die eigene Stromproduktion sehr sinnvoll, solange die Abwärme aus dem Blockheizkraftwerk für die Gebäudeheizung genutzt werden kann.

## Entsorgung und Recycling 2004

**Sonderabfälle.** Im Jahr 2004 entsorgte die ETH Zürich 106 Tonnen Sonderabfälle. Dies entspricht einer Zunahme von 20 Tonnen gegenüber dem Vorjahr. Der Umzug der Chemie-Altbauten aus dem Zentrum und die damit verbundene Räumung der Gebäude machte sich in der gestiegenen Menge bemerkbar.

**Recycling-Quote.** Die Recycling-Quote von Sonderabfall konnte von 6,9 auf 7,6 Prozent gesteigert werden. Vor allem Batterien und Leuchtstoffröhren erfuhren einen grösseren Rücklauf. Auch mehr Fotofixierer, aus dem Silber zurückgewonnen wird, fand den Weg ins Recycling.

**Lösungsmittelabfälle.** Die Lösungsmittel machen einen Drittel der gesamten Sonderabfallmenge der ETH Zürich aus. Seit dem Jahr 2004 werden in der 3. Ausbautappe Hönggerberg, HCl chlorierte und nicht chlorierte Lösungsmittelabfälle getrennt aufgefangen.

Chlorierte Lösungsmittelabfälle müssen in einem Hochtemperaturofen mit geringer Energieverwertung verbrannt werden. Die Kosten für die Entsorgung der chlorierten Lösungsmittel ist doppelt so hoch wie für nicht chlorierte.

Nicht chlorierte Lösungsmittelabfälle können in Zementfabriken als Dieseltreibstoffersatz entsorgt werden. Im Jahr 2004 lieferte die ETH Zürich 10 bis 20 Prozent der Lösungsmittelabfälle in die Zementfabriken.

Ob die Lösungsmittelabfälle getrennt entsorgt werden können, entscheidet sich bereits im Labor. Wenn es gelingt, vermehrt direkt in den Labors zu trennen, kann die Entsorgung weiter verbessert und die Umweltverträglichkeit des Laborbetriebs erhöht werden. Das Interesse an der Entsorgung ist gegenüber dem Vorjahr merklich gestiegen.

## Energieversorgung der ETH Zürich

Die ETH Zürich bezieht ihre Nutzenergie aus unterschiedlichen Primärenergien. Sie betreibt selbst einige Anlagen zur Umwandlung von Primärenergie und Endenergie in Nutzenergie (Definition siehe Seite 24): Eine Photovoltaikanlage auf dem Hönggerberg, ein Blockheizkraftwerk (BHKW), mehrere Kesselanlagen (Ölheizungen), die Wärmepumpe Walche (WPW) und einige Fernwärme-Umformerstationen. Verschiedentlich wird auch Abwärme von Gebäuden und Einrichtungen genutzt. Direkte Verluste fallen bei den Kesselanlagen und den Blockheizkraftwerken an, was mit dem maximal umsetzbaren thermischen Wirkungsgrad von Feuerungsanlagen zusammenhängt.

Das Blockheizkraftwerk produziert aus Gas sowohl Strom als auch Wärme. Die Wärmepumpe Walche entzieht der Limmat Wärme, verbraucht dazu aber auch Strom, der indirekt zu Raumwärme wird. Das umweltrelevante Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) entsteht hauptsächlich bei der Energieerzeugung aus Gas und aus Öl.

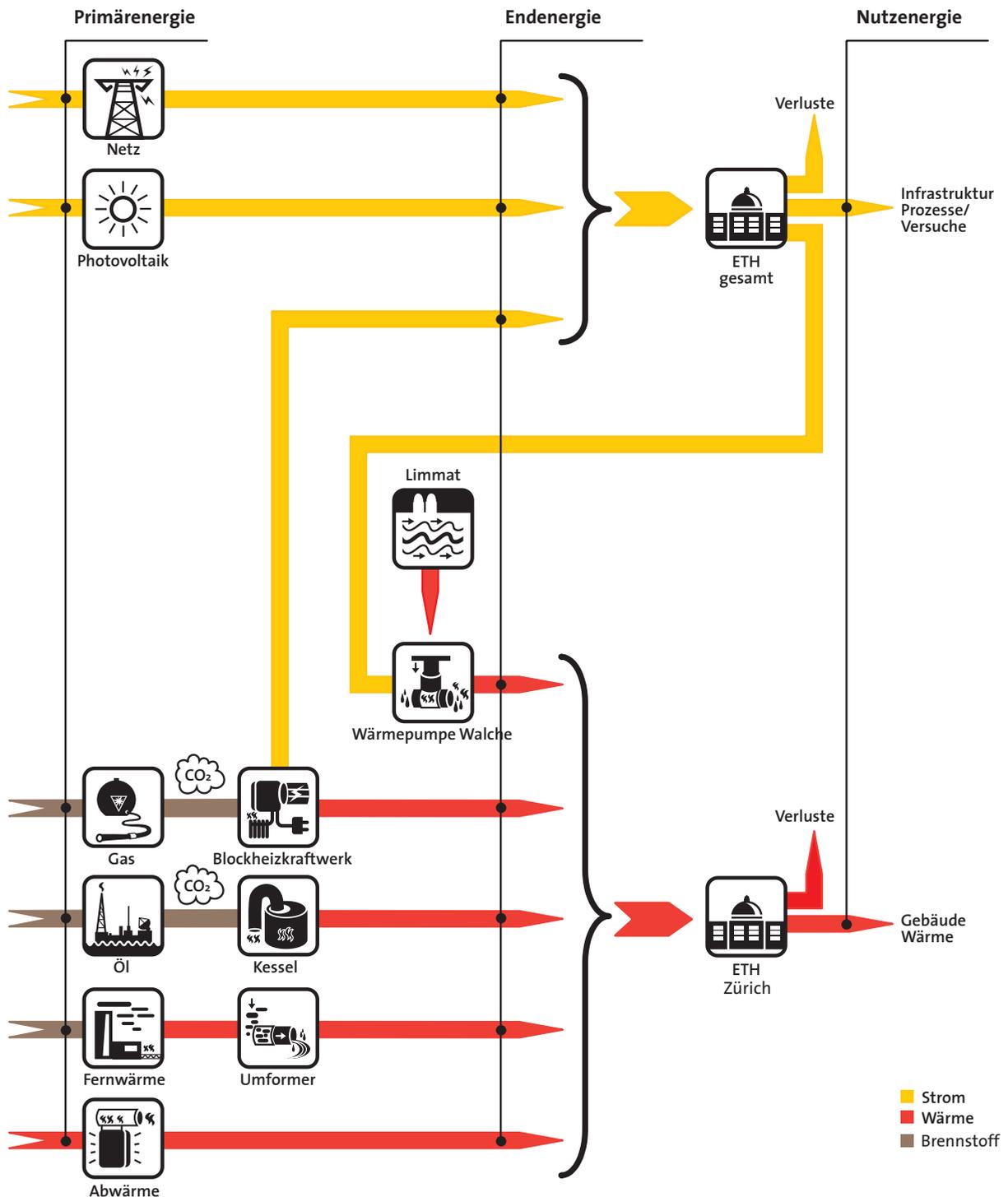
Als Nutzenergie werden vor allem die Hauptgruppen Elektrizität (Strom) und Wärme betrachtet, anhand derer ein vereinfachter Jahresvergleich geführt werden kann. Der Strom wird vor allem für das Betreiben von Apparaten, für die Beleuchtung, für Produktionsprozesse (Versuchsbetriebe) und für Betriebseinrichtungen (Lifte etc.) benötigt.

Nutzenergie wird auch für die Kühlung von Räumen im Sommer benötigt. Weil Kälte ausnahmslos aus Strom produziert wird, ist die Kälteenergie im Stromverbrauch enthalten.



DER LÖSUNGSMITTELABFALL WIRD  
GETRENNT UND WIEDERVERWERTET

## Die Energieversorgung der ETH Zürich



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

Die ETH Zürich versorgt mit ihren Anlagen auch externe Wärmebezügler in benachbarten Gebäuden, welche nicht zur ETH Zürich gehören und keine Forschung und Ausbildung betreiben. Daraus ergibt sich der vorangehend erwähnte Erlös aus der verkauften Wärme an Drittbezügler.

HYBRIDFAHRZEUGE HALBIEREN  
DEN CO<sub>2</sub>-AUSSTOSS



## Anhang

### Energieformen

**Primärenergie.** Zur Primärenergie gehören Erdöl, Erdgas, Holz, Sonnenstrahlung, Windenergie, Wasserkraft, Erdwärme, Luft- und Wasserwärme etc. Die ursprüngliche Form der Energie, wie sie aus einer natürlichen Quelle gewonnen werden kann, ist oft nicht direkt nutzbar. Sie 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, die mit einer Wärmepumpe verwertet werden kann.

**Endenergie.** Die Energie, die einem Gebäude, einem Fahrzeug oder einer Maschine in verschiedenen Formen zugeführt wird, ist die Endenergie. Als Endenergie sind vor allem Strom, Heizöl, Treibstoffe, raffiniertes Erdgas und Gas oder 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.

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

### 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)

## Aktuelle Umweltkennzahlen RUMBA

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Umweltkennzahlen für das Jahr 2004, wie sie für das Projekt RUMBA als Vergleichsbasis standardisiert und zusammengestellt wurden.

		Eingekaufte Menge	Selber produzierte Menge	Verkaufte Menge	Verbrauchte Menge*	
Energie	Strom aus dem Netz	79 009 295 kWh 10 440 700 CHF	12 960 649 kWh	kWh CHF	84 410 000 kWh	
	Ökostrom aus neuen erneuerbaren Energien	kWh CHF	150 000 kWh	kWh CHF	150 000 kWh	
	Ökostrom aus Wasserkraft (Kleinkraftwerke)	kWh CHF	- kWh	kWh CHF	- kWh	Total Stromverbrauch 92 119 944 kWh/J
	Heizöl	7 767 066 kWh 324 558 CHF		kWh CHF	4 850 000 kWh	Total Strombezug 79 009 295 kWh/J
	Gas	64 144 273 kWh 2 730 905 CHF		6 798 260 kWh CHF	47 296 000 kWh	
	Kohle	kWh CHF		kWh CHF	- kWh	
	Holz	kWh CHF	kWh	kWh CHF	- kWh	
	Fernwärme	32 263 227 kWh 2 484 268 CHF	20 070 450 kWh	22 550 447 kWh CHF	29 780 000 kWh	Total Wärmeverbrauch 94 896 310 kWh/J
	Trinkwasser	476 600 000 L 2 206 638 CHF	L	L	476 600 000 L	Total Wärmebezug 74 825 860 kWh/J
	Papier für Drucker und Kopierer, Neufaser	45 480 000 B* 475 000 CHF		B* CHF	45 480 000 B*	* Angabe in Blatt A4 (80 gm <sup>2</sup> )
Papier für Drucker und Kopierer, Recycling	27 800 000 B* 290 000 CHF		B* CHF	27 800 000 B*	* Angabe in Blatt A4 (80 gm <sup>2</sup> )	

kWh/J = Kilowattstunden pro Jahr

Bezugsgrössen	Mitarbeitende (Stellen FTE)	5 984	1	5 984 FTE
	Studierende	12 505	0,68	8 503 FTE
	Personen			14 487 FTE
	Energiebezugsfläche	532 464	1	532 464 m <sup>2</sup>

Kennzahlen	Wärmebezug pro Person	5 165 kWh/MA/J	590 W/MA
	Wärmebezug pro Energiebezugsfläche	141 kWh/m <sup>2</sup> /J	16 W/m <sup>2</sup>
	Strombezug pro Person	5 454 kWh/MA/J	623 W/MA
	Anteil Wärme aus erneuerbaren Energien	36,3 %	
	Anteil Strom aus erneuerbaren Energien	0,2 %	
	Trinkwasserverbrauch pro Person	32 898 L/MA/J	
	Papierverbrauch pro Person	5 058 BA4/MA/J	
Anteil Recyclingpapier	38 %		

\* Elektrizität, die als Strom verbraucht wird, nicht als Wärme. Wärmeenergie, die als Wärme verbraucht wird, nicht als Strom.

## Umweltziele des Infrastrukturbereichs Immobilien der ETH Zürich im Detail

Umweltzielsetzung im Detail	Messgrösse	Ziel	Basis	Termin
Energho-Ziel 10% Reduktion des Energieverbrauchs in bestehenden Gebäuden	Strom- / Wärmeverbrauch pro Gebäude	10% Reduktion des Verbrauchs	Referenzjahr des Vertrags	Referenzjahr + 5 Jahre
NOx-Ausstoss der Heizanlagen HEZ Kesselanlagen unter LRV-Grenze	kg [NOx]/GWh	LRV-Grenze	Jahr 2003	2010
Abfallmanagement Verbesserung der Trennung von Hauskehrich in Papier und Karton	Hauskehrich Papier, Karton	55% 45%	64% (2003) 36% (2003)	2008
Treibstoffverbrauch Fahrzeugflotte a) Reduktion des Gesamtverbrauches um 50% b) Reduktion des spez. Treibstoffverbrauches	a) Liter Treibstoff b) Liter Treibstoff pro 100km	a) 83500 Liter b) 9,5 L/100km	a) 2000: 167000 L b) 2003: 10 L/100km	a) 2005 b) 2008
Papierverbrauch a) Senken des Verbrauchs b) Erhöhen des Recycling-Anteils c) Einführen FSC-Papier mit Label	kg Rec/kg Total als Ersatz für hochweisses Papier	a) halten b) 50% c) 100%	a) Jahr 2002 b) 41,1% c) 0%	2006
Erneuerbare Energie Anteil am Gesamtverbrauch erhöhen a) Elektrizität erneuerbar b) Wärme erneuerbar	Prozent vom Gesamtenergieverbrauch	a) 1% b) +3%	a) Jahr 2000 b) Jahr 2000	2010
Energiekennzahlen betreffend Neubauten	Verbrauch pro Nutzfläche	10% unter SIA-Zielwert	–	kontinuierlich

# IMPRESSUM

## **Herausgeber**

ETH Zürich

## **Redaktionsleitung**

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

## **Redaktionsteam**

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

A. Graf, ETH, Abteilung Betrieb, Zürich

H. Huber, ETH, Abteilung Betrieb, Zürich

S. Knecht, Knecht Engineering, Seuzach

B. Pellascio, ETH, Leiter Abteilung Sicherheit u. Umweltschutz, Zürich

E. Rebsamen, ETH, Abteilung Betrieb, Zürich

H. Rüger, Getec Zürich AG, Zürich

## **Redaktionsadresse**

ETH IMMOBILIEN

Abteilung Sicherheit und Umweltschutz

Wolfgang Seifert, Umweltbeauftragter

Hochstrasse 60

CH-8092 Zürich

## **Erscheinungsweise**

Der Umwelt- und Energie-Report 2004 der ETH Zürich erscheint jährlich in deutscher Sprache.

## **Wiedergabe**

Auch auszugsweise nur mit schriftlicher Einwilligung der Redaktion sowie Quellenhinweis: «Umwelt- und Energie-Report 2004 der ETH Zürich»

## **Titelbild / Bild Inhaltsverzeichnis**

Haustechnikraum am Höggerberg, HCI / Begrünte Dächer auf dem Höggerberg. Fotograf: Thomas Schuppisser

## **ETH Energie und Umwelt im Internet**

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

## **Bericht im PDF-Format**

Der Umwelt- und Energie-Report 2004 der ETH Zürich ist als pdf-Datei verfügbar:

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

ETH IMMOBILIEN  
Abteilung Sicherheit und Umweltschutz  
Wolfgang Seifert, Umweltbeauftragter  
Hochstrasse 60  
CH-8092 Zürich