Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 94 (2003)
Heft: 19

Artikel: Mit thermoaktiven Bauteilen kühlen und heizen
Autor: Humm, Othmar
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-857600

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mit thermoaktiven Bauteilen kühlen und heizen

Zweijährige Messcampagne in einem Bürohaus in Frankfurt

Viele Bürobauten werden über Decken gekühlt und – allerdings in selteneren Fällen – beheizt, doch Messresultate waren bislang kaum verfügbar. An einem Demonstrationsprojekt des Frankfurter Förderprogramms *Energie*[1)] sind während zwei Jahren viele Messresultate erhoben und nun publiziert worden. Der vorliegende Beitrag beschreibt die Technologie der thermoaktiven Bauteilsysteme (Tabs) und präsentiert Resultate der am untersuchten Bürogebäude durchgeführten Messungen.

An die Weiterentwicklung der thermoaktiven Bauteilsysteme (Tabs, Kasten) haben Schweizer Fachleute beachtliche Beiträge geleistet. Dieses Know-how ist unter anderem in ein Projekt der Helvetia Frankfurt (Bild 1) für einen Bürotrakt an der Mainmetropole eingeflossen[2)] (Tabelle). Wie die gut dokumentierten Schweizer Projekte zeigen [1–9], liegen allfällige Probleme mit Tabs bei der haus-

Othmar Humm

technischen Konfiguration, dem Regelregime und der Qualität der Bauhülle. Konfigurieren der Tabs heisst aber nicht nur Auslegung der Register, sondern auch deren Zuordnung zu den nach Temperaturen differenzierten Gruppen bzw. Leitern. Auslegung und Zuordnung bilden somit zwei Ebenen mit völlig unterschiedlicher Konsequenz im Betrieb und in den Modifikationsmöglichkeiten.

1998 fiel der Entscheid für den Einbau von Tabs in das in diesem Beitrag vorgestellte Bürogebäude, was sowohl für die Bauherrschaft als auch für die Stadt Frankfurt, die das Vorhaben als Pilot- und Demonstrationsprojekt des Frankfurter Förderprogramms *Energie* qualifizierte, Neuland bedeutete. Auf Grund der Einstufung als Pilot- und Demonstrationsprojekt sind von diesem Objekt viele Messresultate verfügbar [1].

Nutzung, Bauhülle und Haustechnik

Im neuen Frankfurter Bürogebäude des Versicherungskonzerns Helvetia sind auf den sieben Ober- und den zwei Untergeschossen neben Büros mit einer Fläche von 3800 m^2 auch ein öffentliches und ein Mitarbeiterrestaurant, Schulungsräume sowie eine Tiefgarage mit zweiunddreissig Einstellplätzen untergebracht. Ein Anbau enthält zudem neun Wohnungen und ein Ladengeschäft.

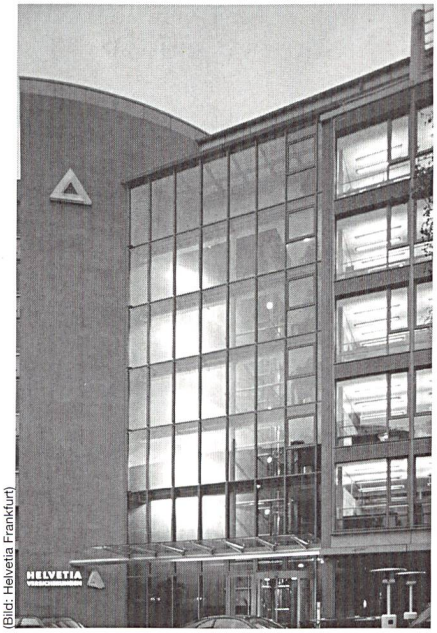
Die opaken[3)] Aussenwände und das Dach weisen relativ gute, das heisst tiefe U-Werte[4)] um 0,25 W/(m^2·K) aus, während die Deckenstirnen lediglich 0,4 W/(m^2·K) erreichen (Tabelle). Demgegenüber besitzen die Fenster mit ihrer 3fach-Verglasung mit Krypton-Füllung (0,5 W/(m^2·K)), welche in einem gut gedämmten Rahmen liegt, annähernd Passivhaus-Standard. Der U-Wert für das gesamte Fenster beträgt 0,85 W/(m^2·K).

Jalousien bilden den äusseren Sonnenschutz, der strahlungsabhängig bewegt wird. In Kombination mit dem Fenster erreicht die geschlossene Jalousie einen g-Wert[5)] von unter 0,12. Die Tageslichtnutzung erfährt durch den Sonnenschutz in der Aussenzone wenig Einschränkung, jedenfalls nicht im fensternahen Bereich. In jedem Büro lässt sich ein Fenster öffnen.

Die Wärme wird von einem im Dachaufbau installierten Gaskessel mit einer Leistung von 180 kW – wovon 96 kW auf die Tabs in den Büros entfallen – geliefert. Die Wärmeverteilung erfolgt dabei über 4 Heizgruppen:

- Tabs in den Normalgeschossen mit 3-Leiter-System
- Tabs in Eckbüros und im Dachgeschoss mit 3-Leiter-System
- Radiatoren in den Büros des Dachgeschosses und im Restaurant
- Lufterneuerung für die Büros und das Restaurant (Vorlauftemperaturen gemäss Bild 2).

Die Kälte- und die Wärmeverteilung über die Tabs sind selbstverständlich identisch (2 Gruppen mit je einem 3-Lei-



(Bild: Helvetia Frankfurt)

Bild 1 Ansicht der Süd-Ost-Fassade des Bürotrakts
Das Bürogebäude liegt in der Frankfurter Weissadlergasse, unweit Römers und Dom.

Bezug	2000
Hauptnutzung	Büro
Anzahl Arbeitsplätze	200
Bruttorauminhalt	21'813 m^3
Bruttogeschossfläche	5'757 m^2
Tiefgarage, zusätzlich	400 m^2
Wärmebezugsfläche (netto)	4'933 m^2
Hüllfläche des beheizten Volumens (oberirdisch)	4'763 m^2
- davon Glasanteil	1'400 m^2
A/V-Verhältnis	0,29
Achsmass Fassade	2,5 m
U-Werte	
- Gesamthülle	0,5 W/(m^2·K)
- gegen unbeheizt	1,35 W/(m^2·K)
- Deckenstirne	0,35 W/(m^2·K)
- Fenster (gesamt)	0,85 W/(m^2·K)
- Verglasung	0,5 W/(m^2·K)
Installierte Wärmeleistung	187 kW
Installierte Kälteleistung	90 kW

Tabelle Technische Daten des Bürotrakts Helvetia in Frankfurt

ter-System, Bild 3). Zusätzlich arbeitet eine Kältegruppe auf die Lufterneuerungsanlage und auf einen Umluftkühler im Untergeschoss (Serverraum). Die Planungswerte der Tabs-Vorlauftemperaturen im Kühlfall der Gruppe 1 (Normalbüros) liegen für den Leiter 1 bei 20 °C und für den Leiter 2 bei 19 °C (Bild 2).

Die Lufterneuerung erfolgt über eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärme- und Feuchterückgewinnung. Die Zuluft lässt sich erwärmen und kühlen, aber nicht entfeuchten. Mit einer spezifischen Aussenluftrate pro Person von 35 bis 45 m^3/h ergibt sich ein für Nichtraucher geeigneter Luftwechsel von 1,3/h. Die mechanische Lufterneuerung ist täglich – ausser an den Wochenenden – von 6 bis 19 Uhr in Betrieb. In diesen Zeiten tritt die Zuluft mit einer (ganzjährig konstanten) Temperatur von 21 °C über Quelllufteinlässe im Doppelboden in den Raum. Durch Verschieben von Bodenplatten lässt sich der Lufteinlass der Möblierung anpassen (Bild 4).

Energieeffiziente Bürogeräte und Leuchten

Die rationelle Stromnutzung war schon bei der Auswahl der Büro- und Haustechnikgeräte sowie der Lampen und Leuchten ein wichtiges Kriterium. Über 60 % des ursprünglich veranschlagten Elektrizitätsbedarfes wurden dadurch eingespart. Grosse Anteile entfallen auf die Ausrüstung der Büros mit Flachbildschirmen sowie auf den Einbau einer effizienten Beleuchtung.

Mangels marktüblicher Angebote kamen eigens für das Objekt Helvetia entwickelte Büro- und Flurleuchten zum Einsatz. Die Leuchten mit optimierten Direkt-/Indirekt-Anteilen bringen die für Büros typischen 500 Lux mit nur 8 W/m^2, im Flur sind es bei 150 Lux 5 W/m^2. Reduziert haben sich damit nicht nur die Energie- und Wartungskosten, sondern auch die Investitionskosten für die Leuchten und der Aufwand für die Kühlung. Der Betrieb der Leuchten ist abhängig von der Tageszeit und vom Tageslicht, nicht aber von der Präsenz. Gesteuert werden sie – wie auch der aussen liegende Sonnenschutz – über den Haustechnik-Bus.

Funktionsweise der thermoaktiven Bauteilsysteme (Tabs)

Mit Tabs werden Bauteile (meistens Decken) zur Kühlung bzw. Heizung der angrenzenden Räume eingesetzt. Zu diesem Zweck werden Wasser führende Register in die Bauteile eingelegt und diese damit aktiviert. Da diese Bauteile in der Regel über grosse Speichermassen verfügen, lässt sich die Kühl- bzw. Heizlast von Räumen auf 24 Stunden pro Tag verteilen oder vom Tag in die Nacht «verschieben». Das ermöglicht tiefere Leistungen der beteiligten Komponenten und damit geringere Investitionskosten. Zusätzlich lässt sich mit dem Nachtbetrieb ein höherer Anteil am so genannten Free-Cooling realisieren und so elektrische Energie sparen.

Das thermoaktive Bauteilsystem

Rund 17 km Rohre sind in der Mitte der 25 cm dicken Betondecken verlegt, aufgeteilt in 240 Register von jeweils 70 m Länge (Bild 4). Die Kunststoffrohre weisen einen einheitlichen Durchmesser von 13 mm/17 mm auf, und der Rohrabstand beträgt in den Normalgeschossen 16 bzw. 14 cm sowie in der Decke des 5. Obergeschosses und im Dachgeschoss (6. Obergeschoss) 13 cm. Ausschlaggebend für den Rohrabstand ist dabei die spezifische Heizlast – also die Heizlast pro m^2 mit Tabs belegter Fläche –, und diese ist für jeden Raum abhängig vom Verhältnis Büro- zu Fassadenfläche. Büros mit grosser Raumtiefe haben somit Tabs-Register mit einer Maschenweite von 16 cm, während es in den anderen Büros 14 cm sind. Im Dachgeschoss ist die spezifische Heizlast noch grösser (Maschenweite 13 cm).

Der Doppelboden mit einer freien Bauhöhe von 23 cm bewirkt, dass ein Drittel der Wärme bzw. der Kälte über den Boden und zwei Drittel über die Decke in den Raum gelangen. Im Heizfall werden die Vorlauftemperaturen der Tabs abhängig von der Aussentemperatur gefahren, bei −12 °C sind es (maximal) 29 bis 30 °C (Bild 4). Bei Kühlung im Hochsommer wird der Vorlauf konstant auf 21 bis 22 °C gehalten, wobei die Be-

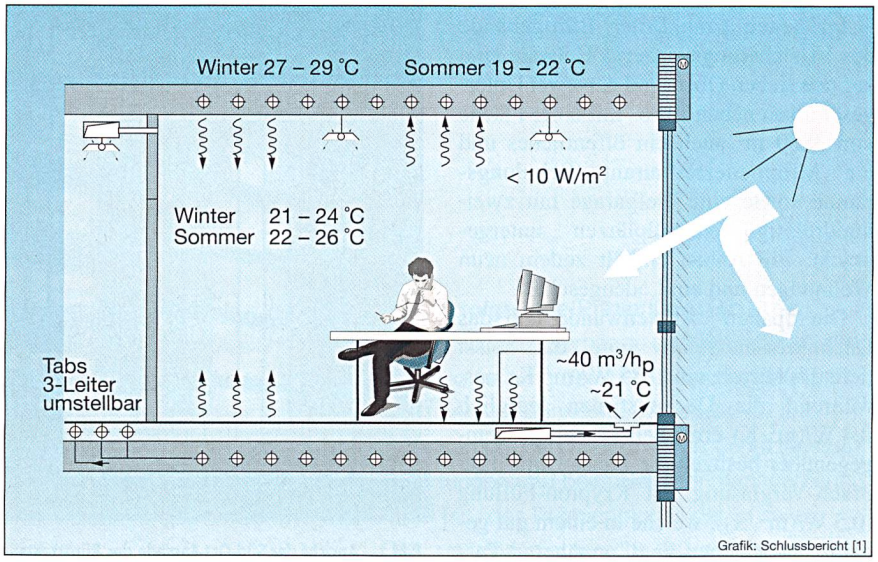


Bild 2 Funktionsprinzip der Haustechnik in einem Büroraum: Thermoaktive Bauteilsystem mit 3 Leitern, Hygienelüftung mit Quellluftauslässen im Doppelboden

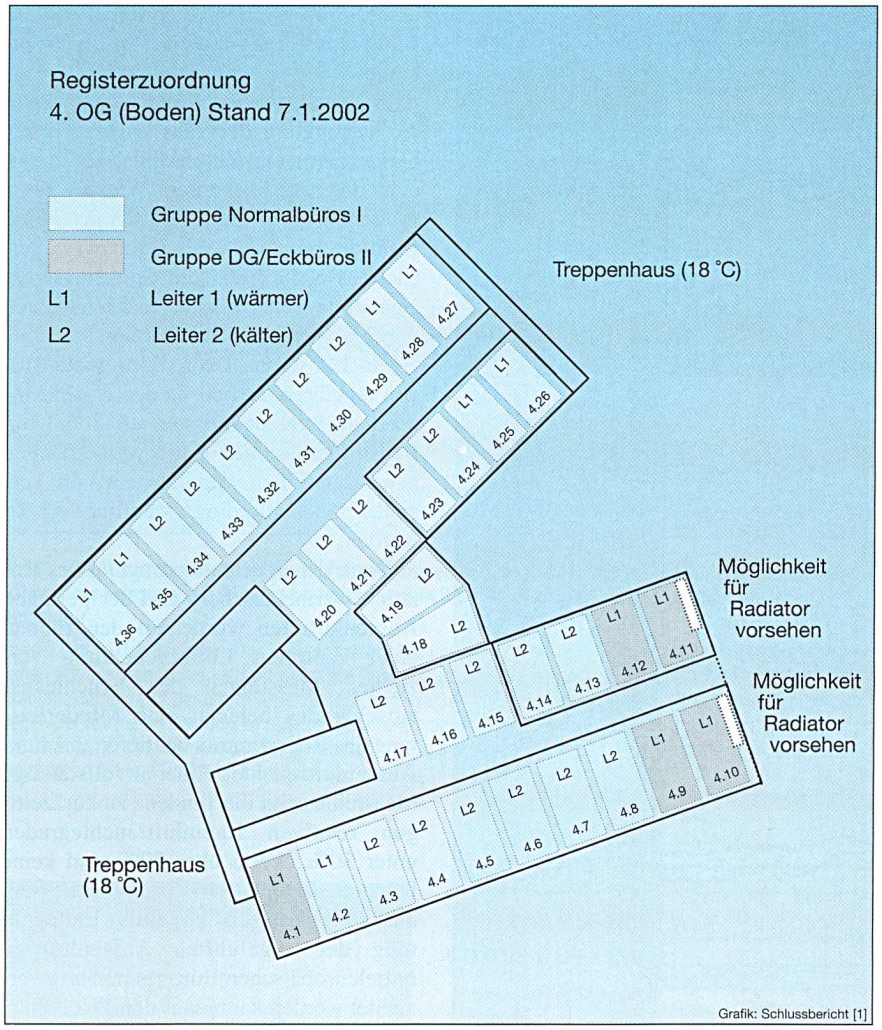


Bild 3 Schema der Zuordnung der Tabs-Register zu den Gruppen und zu den Leitern
Registerzuordnung für das 4. Obergeschoss; L1: Leiter 1 (wärmer); L2: Leiter 2 (kälter)

triebszeiten des Tabs variiert werden. Die geringe Differenz zwischen Vorlauf- und Raumtemperatur unterstützt den Effekt der Selbstregulierung bei der Wärme- bzw. der Kälteabgabe.

Die 240 Register sind jeweils einer der beiden Gruppen und innerhalb dieser einem der beiden Leiter zugeordnet (Bild 3). Die Gruppenzuordnung erfolgt auf Grund der Exposition der Räume (zum Beispiel Eckbüros) und lässt sich nicht modifizieren. Die Wahl des Leiters und damit der Vorlauftemperatur ist hingegen für jedes Register – also für jede der 2,5 m breiten Fensterachsen – auch nachträglich möglich.

Resultate der Messungen

Über einen Bus oder direkt bei den DDC-Rechnern[6] der Unterstationen wurden 322 Messstellen in 10-Minuten-Intervallen vom Leitsystem abgefragt (Bild 5). Die Auswertung erfolgte mittels Excel-Tabellen. Die Messungen brachten hohe Ungenauigkeiten der Raumtemperaturfühler zu Tage: Die Abweichungen betrugen statt der – auf Grund der Ausschreibung verlangten und durch die Fabrikeichung garantierten – 0,2 K nicht tolerierbare +/–0,5 K bis +/–1,5 K. Alle

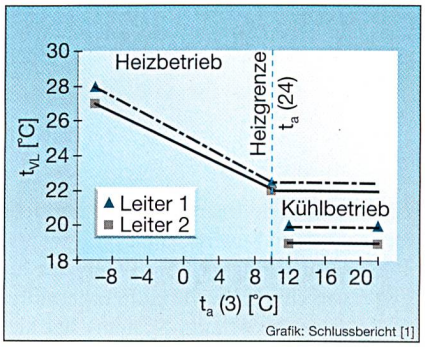
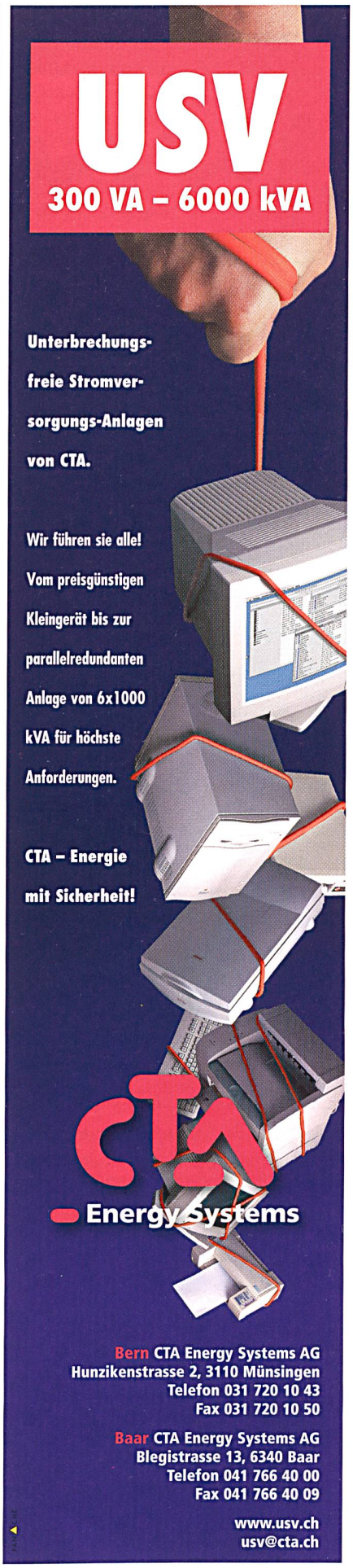


Bild 4 Tabs-Vorlauftemperatur in Abhängigkeit der Aussentemperatur
t_a: Aussentemperatur (Zahl in der Klammer: Zeit in Stunden, über welche gemittelt wurde); t_{VL}: Vorlauftemperatur.



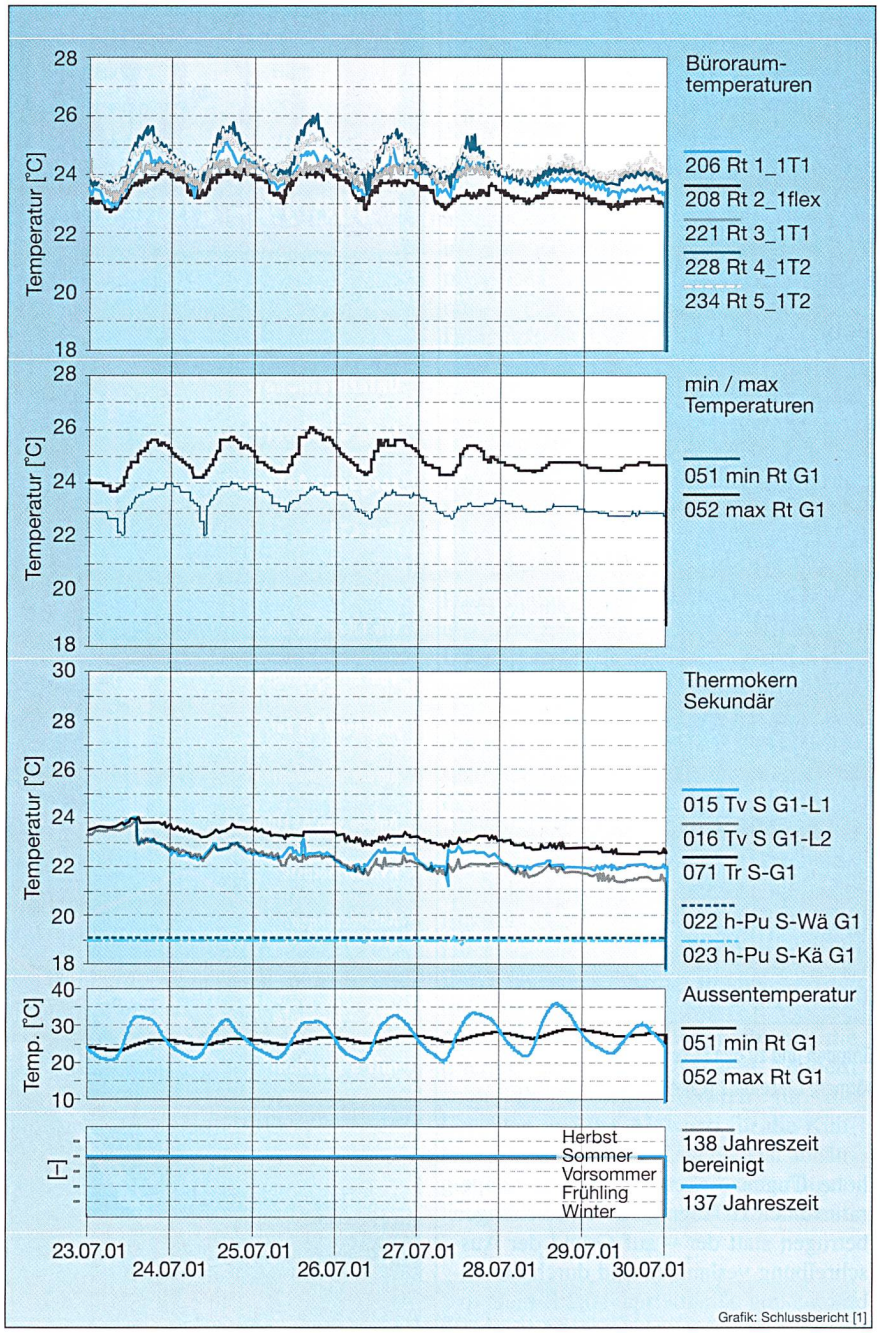


Bild 5 Standardauswertung aller relevanten 10-Minuten-Messgrössen einer typischen Sommerwoche

Grafiken von oben nach unten: Raumlufttemperaturen 1. bis 5. Obergeschoss (Rt 1 bis Rt 5); minimale respektive maximale Raumlufttemperaturen (1-Stunden-Mittel); Vorlauftemperaturen von Leiter 1 (Tv L1) respektive Leiter 2 (Tv L2) sowie Rücklauftemperatur (Tr) und die Laufzeiten der Tabs-Pumpen «Wärme» (ausgeschaltet) und «Kälte»; Aussentemperatur (24-h- und 3-h-Mittel); regeltechnische Zuordnung zur Jahreszeit auf Grund des Datums und auf Grund des 24-h-Mittels der Aussentemperatur.

Fühler mussten daher mit grossem Aufwand nachkalibriert werden (Bild 6).

Betriebserfahrungen

Das Raumklima wurde von den Nutzern als angenehm und behaglich bezeichnet. Allerdings ergab sich diese positive Bilanz erst nach wiederholten Erklärungen über die Handhabung der Fensterlüftung und des Sonnenschutzes: Eine detaillierte Instruktion der Benutzer ist anscheinend unerlässlich.

Die Aufteilung der Tabs-Register auf zwei verschiedene Vorlauftemperaturen (so genanntes 3-Leiter-System) hat sich bewährt. Nach der Voreinstellung wurden im Verlaufe der Betriebsoptimierung 5% der Register auf den alternativen Leiter umgehängt. Noch wichtiger war in der Optimierungsphase die Fehlerbehebung an der Software des Leitsystems und am Bussystem für die Storen- und Lichtsteuerung.

In Zeiten grossen Kältebedarfes kann die Versorgung der Tabs zugunsten der Serverräume und Zuluftkühler gedrosselt oder unterdrückt werden. Wie die Messungen zeigen, resultiert daraus keine Komforteinbusse, weil die aktive Speichermasse der Tabs die Spitzenlast am Nachmittag überbrückt. Nachts gleichen die Tabs das Defizit wieder aus.

Ein Luftwechsel von 1,3/h genügt für den regulären Betrieb. In den ersten Monaten nach Bezug mussten auf Grund von Baustoffemissionen (Farbe, Oberflächen nahe Materialien, Verputze usw.) die Vorspülzeiten[7)] allerdings deutlich erhöht werden.

Dank der Feuchteübertragung des Rotationswärmetauschers und der geringen Aussenluftraten wurde auf den Einbau einer zentralen Luftbefeuchtung verzichtet. Messungen des Feuchteaustauschgrades belegen eine Minderleistung des Regenerators bei tiefer absoluter Aussenluftfeuchte. Eine unvollständige Messreihe zeigt die Tendenz zu kurzzeitigen relativen Raumluftfeuchtegraden unter 30%, Werte über 70% sind keine bekannt. Daraus lässt sich schliessen, dass auf eine zusätzliche aktive Entfeuchtung der zugeführten Aussenluft in mitteleuropäischen Büros ganzjährig verzichtet werden kann, was deutlich höhere Betriebstemperaturen im Kältenetz – mit allen positiven Auswirkungen auf der Betriebs- und vor allem Energiekostenseite – ermöglicht.

Das Steuer- und Regelungskonzept basiert auf der grossen Trägheit des Gesamtsystems und auf dem Selbstregelungseffekt der Tabs. Dabei richten sich die Momentanwerte der Tabs-Vorlauftemperaturen nicht nur nach der Raum- und der Aussentemperatur, sondern zusätzlich nach der Jahreszeit. Eine Verriegelung verhindert zudem, dass gleichentags geheizt und gekühlt wird. Um die saisonale Differenzierung zu verbessern, arbeitet die Tabs-Regelung zusätzlich mit einer fünften Jahreszeit im Vorsommer. Diese Wochen lassen sich sinnvollerweise weder dem Sommer noch dem Frühling zuordnen. Im Vergleich zur Auslegung liegen die Vorlauftemperaturen im Kühlbetrieb um 1 K bis 2 K höher. Bemerkbar machen sich – im Vergleich zur Planung – die niedrigeren internen Lasten und der Beschattungeinfluss benachbarter Bäume.

Messwerte Energieverbrauch

Mit 23,2 kWh/(m^2·a) ist der Nutzwärmebedarf des Bürotraktes niedriger als

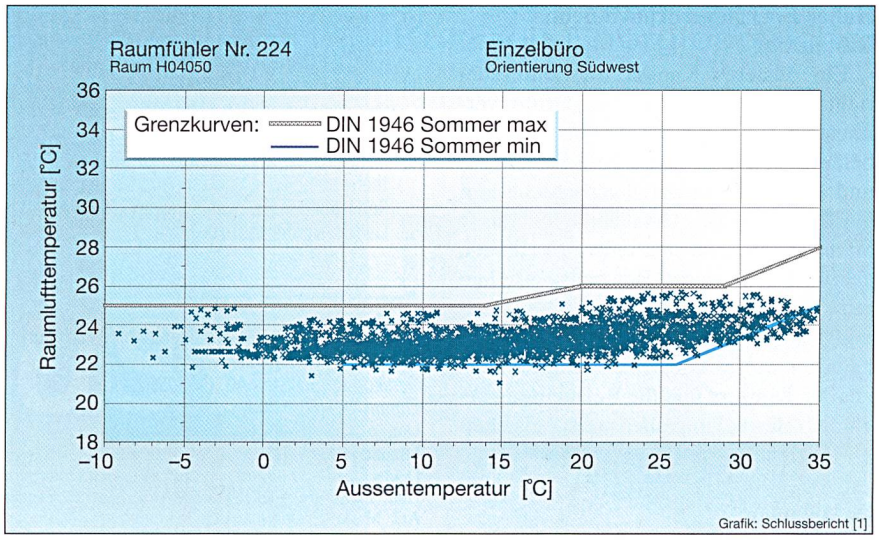


Bild 6 Stündliche Messwerte der Raumlufttemperatur eines typischen Einzelbüros mit Südost-Orientierung während der Belegungszeit (Montag bis Freitag, jeweils 8 Uhr bis 18 Uhr) in Abhängigkeit der Aussenlufttemperatur

Anmerkung zu den Begriffen: Der Streuplot zeigt Messwerte der Raumlufttemperatur. Davon abweichend beziehen sich die Grenzkurven auf die operative Temperatur als Mittel der Raumlufttemperaturen und der Strahlungstemperatur der umschliessenden Flächen. Während des Heizbetriebes liegt die operative Temperatur wegen der wärmeren Betondecke über der Raumlufttemperatur, im Kühlbetrieb ist es umgekehrt. Dazu passt, dass im Sommer die Räume keine Temperaturschichtung aufweisen, im Winter dagegen beträgt die Differenz zwischen Boden und Decke 1,0 K bis 1,5 K.

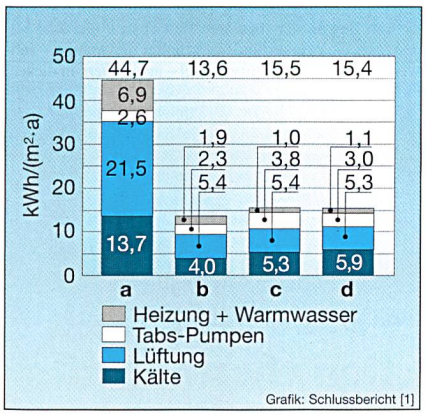


Bild 7 Elektrizitätsverbrauch der vier wesentlichen Anwendungsfelder: Kälte, Lüftung, Tabs (Pumpen) sowie Heizung und Wassererwärmung (WW)

a: Altbau; b: Helvetia-Konzept, c: Helvetia-Ausführungsplan; d: Helvetia-Messung 01/02

berechnet. Ein Grund liegt am milden Klima während der Messperiode. Nach der damals gültigen deutschen Wärmeschutzverordnung wären 58 kWh/(m²·a) zulässig. Rund 22% oder 5 kWh/(m²·a) beträgt der Anteil der Lufterneuerung am Nutzwärmebedarf, was auf die kleinen Luftwechselraten und die Wärmerückgewinnung zurückzuführen ist. Gut schneidet auch der Gaskondensationskessel ab: Mit einem aus den Messdaten generierten Nutzungsgrad von 98,5% resultiert ein Endenergieverbrauch (Wärme) für den Bürotrakt von 23,4 kWh/(m²·a). Für das ganze Gebäude, ohne Restaurant, beträgt der entsprechende Wert 28,8 kWh/(m²·a).

Noch besser im Vergleich zum Planungswert liegt der gemessene Nutzkältebedarf von 14,2 kWh/(m²·a), was auf deutlich geringere interne Lasten und eine Teilbeschattung der Fassade durch Bäume zurückzuführen ist. Am Kältebrauch hat die Lufterneuerung einen Anteil von 1,9 kWh/(m²·a) bzw. rund 13%.

Der Elektrizitätsverbrauch für die Haustechnik beträgt 15,4 kWh/(m²·a). Der Mehrverbrauch für die Kälteerzeugung hängt mit der schlechteren Arbeitszahl der Kältemaschine und des Free-Coolings zusammen. Sehr niedrig ist mit 1,1 kWh/(m²·a) der Stromverbrauch für die Wassererwärmung und für die Heizpumpen. Offenbar ist das gewählte System der Einzelzapfstellen mit Durchlauferhitzer – ohne irgendwelche Speicher – Energie sparend. Ein wesentlicher Anteil des Haustechnik-Stromverbrauches entfällt mit rund 20% auf die Tabs-Pumpen (Bild 7).

Um einen energieeffizienten Betrieb zu ermöglichen, sind 5 Punkte wichtig:

- bester Pumpenwirkungsgrad im Sekundärkreis (möglichst über 50%); bedingt gute Planung und Regelung sowie hohe Produktequalität;
- Wahl von Motoren mit sehr guten Wirkungsgraden;
- geringer Druckverlust in den Registern der Tabs-Plattentauscher durch geeignete Planung und Auslegung;
- optimierte Wassermenge in den Registern (100 l pro Register, bzw. 7,7 l/m²) durch geeignete Planung und Auslegung (eng mit Druckverlust verbunden);
- Pumpenbetrieb nur im tatsächlichen Bedarfsfall.

Typische Altbauten brauchen für ihre Haustechnik – verglichen mit dem hier vorgestellten Demonstrationsobjekt – 3-mal mehr Strom.

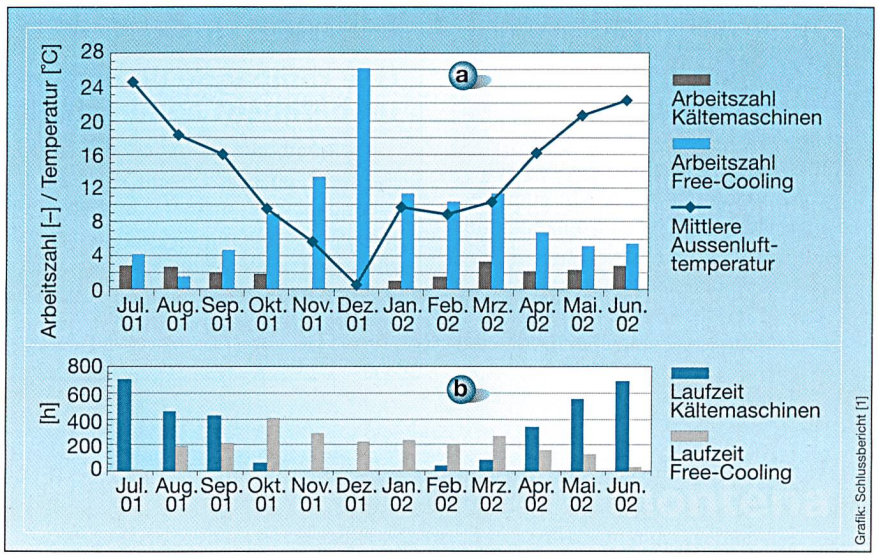


Bild 8 Arbeitszahlen und Laufzeiten von Kältemaschine und Free-Cooling für die Periode Juli 2001 bis Juni 2002

a: Arbeitszahlen der Kältemaschine und des Free-Coolings; b: Laufzeiten der Kältemaschine und des Free-Coolings

Im Jahresmittel betragen die internen Lasten für Geräte und Beleuchtung 27 kWh/(m²·a), wobei jede Kategorie einen etwa gleich grossen Anteil hat. Im Winter entfällt auf die Beleuchtung 60%. Die Geschosse weisen, nicht unerwartet, relativ grosse Unterschiede auf: Im 1. Obergeschoss sind die Lasten höher, im 6. Obergeschoss (Geschäftsleitung und grosses Sitzungszimmer) niedriger.

Mit 13,1 kWh/(m²·a) liegt der Energieverbrauch für die Beleuchtung fast doppelt so hoch wie der Planungswert bei der Projekteingabe. Als Grundlage der Abschätzung diente eine mittlere Betriebszeit der Beleuchtung von 900 h/a, gemäss der Norm *SIA 380/4: Elektrische Energie im Hochbau*. Tatsächlich waren es jedoch 1540 h/a. Es sind drei Gründe, die zu diesen langen Betriebszeiten führen:

- eine verminderte Tageslichtnutzung durch die Beschattung
- keine Präsenz-abhängige Steuerung
- ein Drittel der Beleuchtung liegt in der Tageslicht freien Innenzone mit einer Betriebszeit von 2400 h/a.

Eine verbesserte Abschätzung der mittleren Betriebszeit ergäbe daher 1400 h/a ($^1/_3$ von 2400 h plus $^2/_3$ von 900 h).

Eklatante Unterschiede zu den Planungswerten verzeichnet der Messbericht bei den Arbeitszahlen (JAZ[8]) der Kälteerzeugung (Bild 8). Die gemessene JAZ der gesamten Kälteerzeugung betrug 2,86 (Planung: 4,50), jene der Kältemaschine 2,62 (2,90) und jene des Free-Cooling-Betriebes 6,46 (9,00). Die Hauptursache liegt in der geringen Leistungsziffer des Verdichters im Teillastbetrieb sowie in der Kühlwasserpumpe ohne Drehzahlregulierung beim Free-Cooling. Im Verlauf der Betriebsoptimierung wurden die nachfolgenden Fehler in der Regelung behoben:

- Taktbetrieb der Kälteerzeugung wegen Programmierfehler bei der Speicherladung
- fehlerhafte Umschaltung zwischen mechanischer und freier Kühlung
- fehlerhafte interne Stufenschaltung der Verdichter der Kältemaschine (unter anderem war die Anzahl der Verdichter falsch programmiert).
- mangelnder hydraulischer Abgleich zwischen Produktion und Verbraucher.

Hoher Energieverbrauch beim Restaurant

Ein düsteres Kapitel im Schlussbericht widmet sich dem an Dritte vermieteten Restaurant. Der Gasverbrauch beläuft sich dort auf 475 kWh/(m²·a) und der Elektrizitätsverbrauch auf 570 kWh/(m²·a). Ursachen für diese hohen Verbräuche sind teilweise erkannt, aber nicht umgesetzt. Beispielsweise laufen die Lüftungsanlagen des Restaurants und der Küche während 24 Stunden auf höchster Stufe. Die Haustechnik ist bezüglich Konzept und die Beleuchtung bezüglich Bestückung alles andere als energieeffizient.

Referenzen

[1] *Th. Baumgartner, A. Schweizer, H. Gehbauer, C. Steinbach, A. Will:* Frankfurter Förderprogramm Energie: Thermoaktive Betondecke. Neubau Büro- und Wohngebäude Weissadlergasse. Schlussbericht vom 29. November 2002. Bezug unter http://www.helvetia.de/Ueber_uns/Bau/

[2] Heft Bauteilkonditionierung der Zeitschrift Gebäudetechnik. Verschiedene Beiträge. Nr. 1/2000, AZ-Fachverlag, 5000 Aarau (vergriffen).

[3] *R. Meierhans, B. W. Olesen:* Betonkernaktivierung. Velta, D.F. Liedelt, Norderstedt 1999.

[4] *M. Zimmermann:* Handbuch der passiven Kühlung. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt und Bundesamt für Energie, Dübendorf 1999.

[5] *M. Zimmermann, J. Anderson:* Low Energy Cooling, Case Study Buildings. International Energy Agency, 1998.

[6] *M. Günther et al.:* Betonkernaktivierung – die Technologie der Zukunft. Velta, D.F. Liedelt, Norderstedt 1998.

[7] *R. Meierhans:* Neuartige Kühlung von Bürogebäuden. Kombination passiver und aktiver Kühlung. NEFF-Projekt 464, Schlussbericht 1998.

[8] *H. Deecke:* Betonkernaktivierung von A bis Z. In: Velta Kongress 2003, Velta, D.F. Liedelt, Norderstedt 2003.

[9] *M. Koschenz, B. Lehmann:* Auf der Suche nach thermischer Speichermasse für Lichtbauten und Renovationen. In: Velta Kongress 2003, Velta, D.F. Liedelt, Norderstedt 2003.

Angaben zum Autor

Othmar Humm, Elektroingenieur FH, Fachjournalist Technik + Energie
Oerlikon Journalisten AG, CH-8050 Zürich, humm@fachjournalisten.ch

[1] http://www.helvetia.de

[2] Bauherrschaft: Helvetia Versicherungen, Direktion Deutschland, Frankfurt; Architekt: Architekturbüro Heil, Frankfurt; HLKS-Planer: Meierhans & Partner AG, Mainz; Elektroplanung: Planungsbüro Will, Dieburg; Energiekonzept, Qualitätssicherung und Betriebsoptimierung: Th. Baumgartner & Partner AG, Dübendorf (Schweiz)

[3] Opak: lichtundurchlässig

[4] U-Wert: Wärmedurchgangswert (wurde früher als k-Wert bezeichnet); entscheidende Grösse für den Wärmedurchgang. Er gibt an, wie viel Wärmeenergie durch ein Bauteil strömt, wenn der Temperaturunterschied zwischen innen und aussen 1 K beträgt. Er sollte daher möglichst klein gewählt werden. Bei Niedrigenergiehäusern liegen die U-Werte aller Aussenbauteile im Bereich 0,1–0,2 W/(m²×K).

[5] g-Wert: Er quantifiziert den Gesamtenergiedurchlass durch die Verglasung von aussen nach innen.

[6] DDC-Rechner: DDC bedeutet Direct Digital Control.

[7] Wenn die Lüftungsanlage auf *Ausgeschaltet* ist – beispielsweise am Wochenende oder in der Nacht – können sich zu Beginn der regulären Betriebszeit Gerüche bilden. Um dies zu verhindern, schaltet die Anlage – fallweise mit erhöhtem Luftwechsel – auf *Spülen*, in diesem Fall auf *Vorspülen*.

[8] JAZ: Jahresarbeitszahl. Verhältnis von erzeugter Kälte bzw. Wärme und dem Aggregat zugeführter Energie, in der Regel Elektrizität, während eines Jahres.

Refroidir et chauffer – avec des éléments de construction thermoactifs

Une campagne de mesures réalisée sur deux ans dans un bâtiment administratif à Francfort

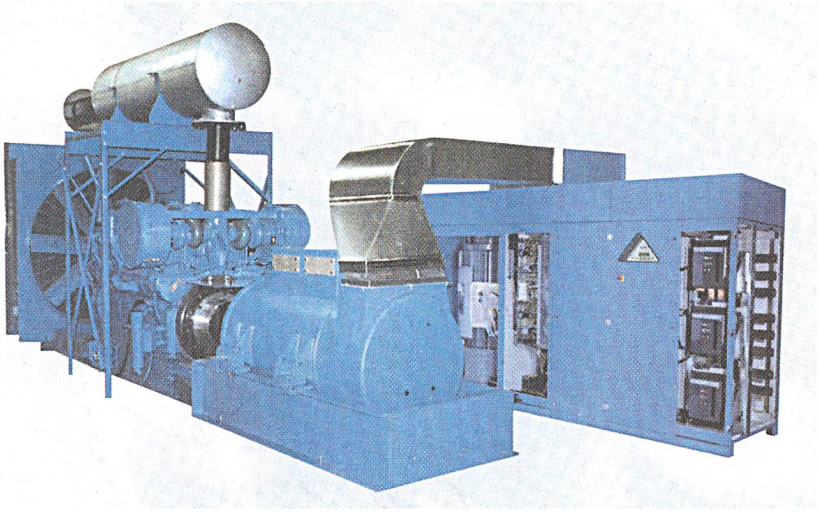
De nombreux bâtiments administratifs sont refroidis par les plafonds et, plus rarement, chauffés. Jusqu'à présent il n'existait quasiment pas de mesures effectuées dans ce domaine. Dans le cadre d'un projet de démonstration mené sur deux ans par le programme «Frankfurter Förderprogramm Energie», de nombreuses mesures ont été réalisées dans un bâtiment administratif et les résultats viennent d'être publiés. Le présent rapport décrit la technologie des systèmes d'éléments de construction thermoactifs (Tabs) et en présente les résultats.

Was nützen teure Betriebsmittel wenn kein Strom vorhanden ist?

USV

Sicherheit für Ihre wichtigen Anwendungen

Statische oder dynamische Systeme mit oder ohne integriertem Diesel- oder Gas-Motor und Kurzzeit Energiespeicher(Powerbridge)



gebrüder meier ag
elektrische maschinen und anlagen

Leistungsbereich
statisch 3 - 4000 kVA
bei Parallelbetrieb
dynamisch 150 kVA - 40 MVA
bei Parallelbetrieb

Althardstrasse 190
8105 Regensdorf
Tel. 01 870 93 93
Fax 01 870 93 94

Buchsweg 2
3052 Zollikofen
Tel. 031 915 44 44
Fax 031 915 44 49

Bureau Suisse romande
2500 Bienne 6
Case postale 101
Tel/Fax. 032 342 48 63

Emmenweid
6021 Emmenbrücke
Tel. 041 209 60 60
Fax 041 209 60 40

SCHUTZ VOR ELEKTROMAGNETISCHEN FELDERN... DIE ERSTE IDEE IST NICHT UNBEDINGT DIE BESTE !

MOBILKOMMUNIKATIONSANLAGEN, HOCHSPANNUNGSLEITUNGEN, BAHNLINIEN, TRAFOSTATIONEN... DIE NISV* SCHREIBT FÜR ALLE DIESE ANLAGEN GRENZWERTE FÜR DIE ABGESTRAHLTEN ELEKTROMAGNETISCHEN FELDER VOR. SEI ES FÜR EINE DIAGNOSE ODER FÜR DIE BEHEBUNG EINER UNKLARHEIT, WIR MACHEN IHNEN DIE SACHE EINFACHER.

Akkreditiertes NISV Unternehmen

UNSERE KOMPETENZEN: BERECHNUNG DER FELDSTÄRKEN FÜR NEUE ODER BESTEHENDE ANLAGEN, MESSUNG DER FELDER ODER SANIERUNG DER ANLAGEN.

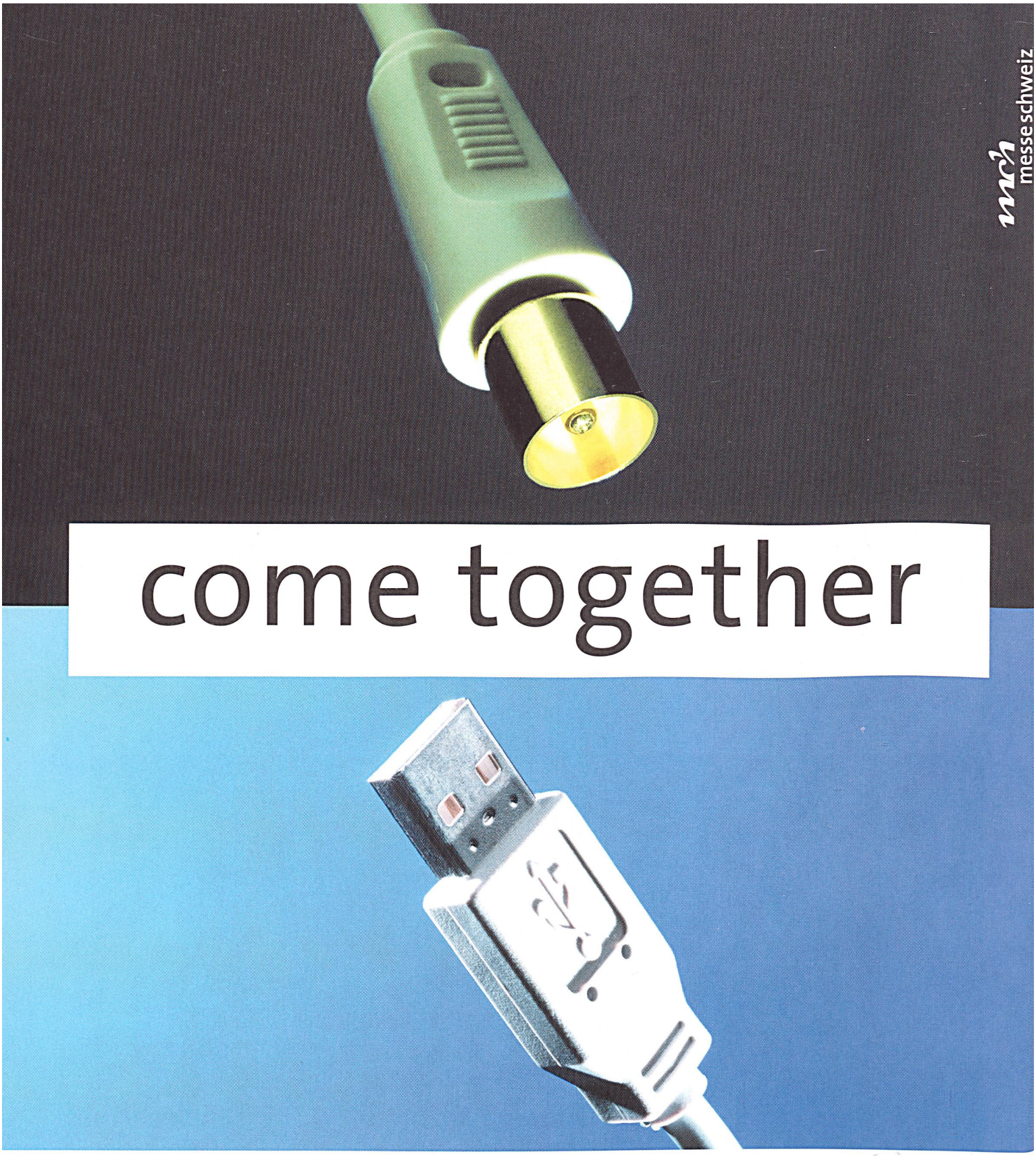
Haben Sie eine Frage oder ein bestimmtes Bedürfnis?
Brauchen Sie einen Ratschlag?
Stimmen wir uns auf die richtige Wellenlänge ein!

*NISV: Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung.

montena
montena emc ag
Schweizer Leader in EMV- und Feldmessungen

montena emc – CH-1728 Rossens
Tel. ++41 (0)26 411 93 33 – Fax ++41 (0)26 411 93 30
Niederlassungen: Turgi, St. Gallen – www.montena.com

Polygrone



Orbit/Comdex – the IT-place to go!
24. bis 27. September 2003 | Messe Basel

Bei uns kommt alles zusammen, was in der IT-Branche von Bedeutung ist: innovative Technologien, praxisbezogene Lösungen, informative Themenparks. Dieses Jahr mit speziellem KMU-Fokus.

Führende Köpfe geben beim Orbit/Comdex Kongress am 25. und 26. September ihr Wissen zur IT-Nutzenoptimierung für KMU weiter. Detailprogramm und Informationen zur IT-Fachmesse: **www.orbitcomdex.com** und **+41 58 206 21 21**

orbit
24.-27. September 2003
COMDEX