



**TRO** **life**  
magazin apr/2014

**Büroluft.**

Für ein Klima der Effizienz.

## inhalt



**projektbericht**  
**The art of handling air in offices.**  
Seite **04**



**wissenschaft & technik**  
**Das Büro der Zukunft.**  
Seite **14**



**streiflichter**  
**Das Büro im Wandel der Zeit.**  
Seite **20**



**feature**  
**Green Building.**  
Seite **24**



**interview**  
**Nachgefragt! Büro-Zukunft.**  
Seite **28**



**forum & wirtschaft**  
**Businessklima.**  
Seite **32**



**lifestyle**  
**Happy Hour.**  
Seite **34**



**reportage**  
**Büroalltag.**  
Seite **36**



**trox news**  
**Modernste Messmethoden.**  
Seite **40**



**glosse**  
**Die Mechanik der Bürokratie.**  
Seite **42**



## standpunkt

### Büro(t)räume.

**Allein in Deutschland strömt jeden Morgen fast jeder Vierte an den Arbeitsplatz Nr. 1. Er geht ins Büro. Um kaum einen anderen Ort ranken sich deshalb so viele Geschichten, denen sich TROX life in dieser Ausgabe widmen will: lustige, weniger lustige, absurde, unglaubliche, spektakuläre und auch weniger spektakuläre.**

Der Büromensch verbringt 80 % und mehr Zeit in Innenräumen, im Laufe seines Berufslebens etwa 80.000 Stunden. Da ist es umso wichtiger, hochqualifizierten Mitarbeitern perfekte Arbeitsplatzbedingungen und ein gesundes Wohlfühlklima zu bieten, um im Wettbewerb um gut ausgebildete Arbeitskräfte zu bestehen. Im Neubausektor gibt es heute deshalb so gut wie keine Bürobauten mehr, die nicht mit einer perfekt funktionierenden Raumluftechnik ausgestattet sind. Wir stellen Ihnen zwei Beispiele vielversprechender Raumluftechnik in unserem Projektreport vor, berichten über vorbildliche Bauvorhaben und informieren Sie u. a. über die Konjunkturaussichten bei Bürogebäuden und nachhaltige Architekturkonzepte.

Ein anderes Bild zeigt der Bestand. Untrügliches Indiz: Noch immer werden etwa 40 % des Energieverbrauchs und 1/3 der CO<sub>2</sub>-Emissionen europaweit dem Gebäude-sektor, in der Mehrzahl Bürobauten, zugerechnet. Nur etwa 5 % des Bürogebäudebestands sind energetisch auf der Höhe der Zeit. Dies gilt praktisch überall auf der Welt. Allein in den Vereinigten Staaten warten unzählige Bürotürme, zu ihrem großen Teil in den 30er und 40er Jahren errichtet und deshalb noch mit veralteter Raumluftechnik ausgestattet, auf ihre energetische Sanierung. Für Klima und Umwelt eine Belastung – für unsere Branche ein riesiges Potenzial.

Unser Heft „Büroluft“ will Impulsgeber sein für die Bürowelt, Impulsgeber für energieeffiziente, raumluftechnische Anlagen. Es soll Anregungen und Planungshilfen geben, um die riesigen, unausgeschöpften Potenziale, die sich uns bieten, gemeinsam zu erschließen.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß bei unserer faszinierenden Entdeckungsreise durch die Bürogebäude und Büros dieser Welt.

Lutz Reuter  
Vorsitzender der Geschäftsführung TROX GmbH



**Statoil**

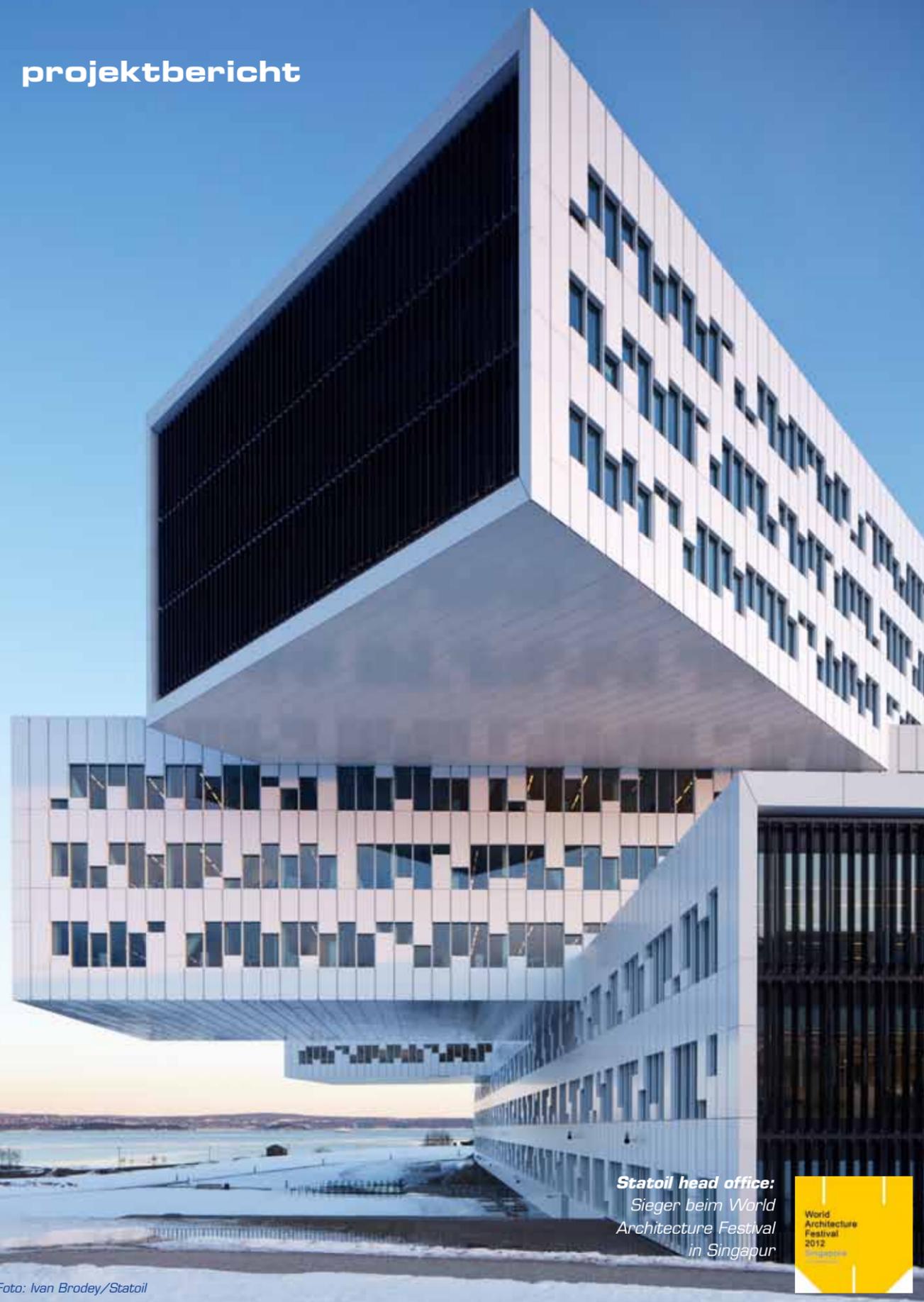
ausgestattet mit Luft-Wasser-Systemen von TROX.



Foto: Ivan Brodey/Statoil

# Perfektes Arbeitsklima. The art of handling air in offices.

Das raumluftechnische Konzept eines Bürogebäudes hängt von vielerlei Faktoren ab. Da sind zunächst die bautechnischen Rahmenbedingungen wie Architektur, Ausrichtung, Standort und Außenklima, Raumvolumina und Raumaufteilung und vieles andere mehr. Dann spielen Belegungsdichte, abzuführende Lasten sowie Nutzung und Einrichtung der Büros eine Rolle. Und nicht zuletzt hängt die raumluftechnische Auslegung davon ab, ob es sich um einen Neubau oder eine Gebäudesanierung handelt.



**Statoil head office:**  
Sieger beim World  
Architecture Festival  
in Singapur



Foto: Ivan Brodey/Statoil

## Lösungen – zugeschnitten auf die Anforderungen an das Gebäude.

Bei sehr vielen Bauvorhaben arbeiten TROX Ingenieure im Vorfeld oft sehr eng mit Planern und Projektentwicklern zusammen. So entsteht eine raumlufttechnische Versorgung, die zugeschnitten auf das jeweilige Projekt – egal ob klein oder groß, Neubau oder Sanierung – ausgelegt werden kann. Mit perfekt abgestimmten Komponenten aus einer Hand, die für effiziente und ganzheitliche Raumluftekonzepte sorgen und den Planungsaufwand spürbar reduzieren.

Die Fülle an Büro-Lösungen, die TROX zu bieten hat, würde den Rahmen dieses Magazins sprengen. Wir stellen Ihnen deshalb exemplarisch vier Projekte und deren raumlufttechnische Konzepte vor. Zwei Bürogebäude wurden jeweils mit Nur-Luft-, zwei andere mit Luft-Wasser-Systemen ausgestattet – in beiden Fällen je ein Neubau und eine Gebäudesanierung. Bildlich gilt das Hauptaugenmerk einem außergewöhnlichem Projekt in Norwegen, das international ausgezeichnet wurde. Aber wir widmen uns natürlich auch den „kleineren“ Lösungen, die in ihren effizienten Raumluftekonzepten den „großen“ in nichts nachstehen.

## Luft und Wasser ergänzen sich effizient.

Gerade in Bürogebäuden, wo hohe Wärmelasten vorherrschen – verursacht durch Personen, Beleuchtung, Computer und Bürogeräte –, stellen Luft-Wasser-Systeme

die energieeffiziente Alternative zu reinen Luftsystemen dar. Luft-Wasser-Systeme kühlen und/oder heizen die Luft im Raum durch Luft-Wasser-Wärmeübertrager. So können Heiz- und Kühlleistung unabhängig vom Außenluftstrom dimensioniert werden. Zusätzlich bieten Luft-Wasser-Systeme den großen Vorteil, dass Energie mit Wasser viel effizienter als mit Luft transportiert wird, sodass bei gleicher Heiz- oder Kühlleistung ein geringerer Energieverbrauch entsteht. Sie können offen installiert werden, werden aber meist in abgehängten Decken oder auch in Zwischenböden eingebaut.

Bei aktiven Deckeninduktionsdurchlässen, wie sie beim Statoil-Bürogebäude in Norwegen zum Einsatz kommen, wird zusätzlich zur Wasserkühlung Frischluft aus der Zentralanlage in den Raum eingebracht. Da das System nach dem Prinzip der Induktion arbeitet, kann im Vergleich zu Nur-Luft-Systemen der Zuluft-Volumenstrom spürbar reduziert werden. Zusätzliche Ventilatoren zum Transport der Luft sind überflüssig, deshalb arbeitet das System absolut geräuscharm und spart zudem weitere Energie.

Deckeninduktionsdurchlässe sind raumsparend, da kleinere Zentralanlagen ausreichen, Versorgungsleitungen reduziert werden können und die Einbauhöhe sehr flach ist. Sie arbeiten im Kühl- und Heizbetrieb, dadurch werden zusätzliche statische Heizkörper nicht benötigt. Außerdem bieten sie den großen Vorteil, dass sich Licht, Beschallung, Rauchmelder- und Sprinkleranlagen integrieren lassen.



Beispiel für eine fassadenintegrierte Luft-Wasser-Lösung: das Capricorn-Bürogebäude im Düsseldorfer Hafen.



## Fassadenintegrierte Lösungen.

Eine weitere interessante, energieeffiziente und platzsparende Lösung, speziell auch für die Sanierung, stellen fassadenintegrierte Lüftungsgeräte dar. Sie werden in die Außenhaut eines Gebäudes integriert. Dabei können die Geräte in der Brüstung, in der Wand oder im Unterflurbereich eingebaut werden. Be- und Entlüftung erfolgen direkt über die Außenfassade, so transportieren sie Luft auf kürzestem Wege. Ein Luftleitungsnetz entfällt und auch bei Fassaden-Lüftungssystemen können thermische Lasten über das Medium Wasser abgeführt werden.



**1 NEUBAU** Statoil – Luft-Wasser.

In der Bucht von Oslo entstand auf einem ehemaligen Flughafengelände eine wahre Architekturikone. Man ist fast versucht, auf den Gedanken zu kommen, dass Bauklötzchen Pate für diesen Entwurf standen. Wie Holzklötze sind fünf kubische Baukörper spielerisch aufeinander-gestapelt. Was in der Skizze wie die Laune eines Designers anmutet, erweist sich beim genaueren Hinsehen als bis ins kleinste Detail durchdacht und weist eine Vielzahl intelligenter und innovativer Lösungen auf. Alle fünf Baukörper sind so ausgerichtet, dass optimale Tageslichtverhältnisse herrschen und die nahezu säulenfreien Büros grandiose Ausblicke auf den Fjord bieten. Das Gebäudeskelett aus nahtlosem Stahl zitiert Baukonstruktionsmerkmale der Ölindustrie und erlaubt Auskragungen von bis zu 30 Metern. Im Innenbereich der kubischen Module entstand der „Urban-Plaza-Tower“ als weiterer

Ausdruck demokratischer Architekturphilosophie. Er bildet das soziale Zentrum in diesem außergewöhnlichen Bürokomplex. Sämtliche Büros erschließen sich von dort, sodass im Atrium Raum für spontane Interaktion und interdisziplinären Austausch geschaffen worden ist.

Die modulare Bauweise mit hohem Vorfertigungsgrad, der sich positiv auf die Baukosten auswirkte, ermöglichte die Fertigstellung in einer Rekordzeit von nur 20 Monaten. Auch die 3.200 Deckeninduktionsdurchlässe Svalbord mit integriertem Licht- und Sprinkler-system, tailor-made by TROX Auranor, wurden vorinstalliert, in extra eingerichteten Produktionslinien gefertigt und in speziell entwickelten Transporteinheiten just in time an die Baustelle geliefert. Das energieeffiziente Luft-Wasser-System trägt so dazu bei, dass der Primärenergieverbrauch des Gebäudes bei nur rund 100 kWh pro m<sup>2</sup> und Jahr liegt.

Fotos: bygenytt.no/Statoil

*Oben:* Blick in den Urban Tower, über den das Gebäude erschlossen wird.

*Rechts:* Deckeninduktionsdurchlässe klimatisieren und lüften die Büros energieeffizient. Sozialräume inspirieren zum regen Informationsaustausch.



Ausrichtung und Anordnung der Gebäudekuben sorgen für großartige Ausblicke und viele Lichtblicke sowie eine optimale Erschließung des Gebäudes an den Schnittstellen der Gebäudekörper.



# projektbericht

**Luft-Wasser in perfect constitution.  
Ausgezeichnet in Gold.**

**SANIERUNG**  
Das Constitution Center, das über 40 Jahre das US-amerikanische Verkehrsministerium beherbergte, wurde von 2008 bis 2010 einer kompletten Verjüngungskur unterworfen. Das Hauptaugenmerk der umfangreichen Sanierung galt natürlich der energetischen Erneuerung des zehnstöckigen Gebäudes.



Das Constitution Center in Washington wurde mit dem LEED-Zertifikat in Gold ausgezeichnet.

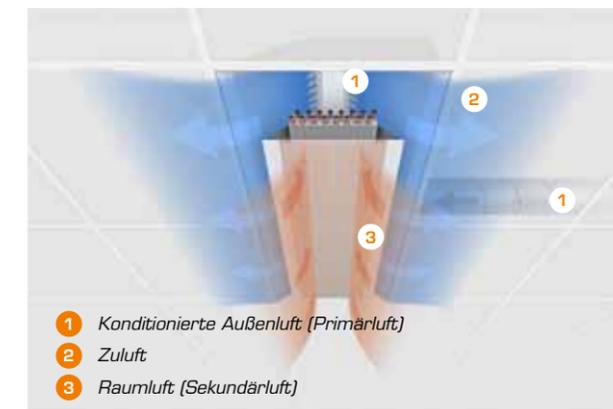


**TROX Deckeninduktionsdurchlässe:**  
hohe Kühlleistung mit angenehm niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten im Aufenthaltsbereich.

Beim Klima- und Lüftungssystem lag der Fokus auf einer zukunftsorientierten Technologie, die noch in Jahren Bestand haben soll in Bezug auf Energieeffizienz, Behaglichkeit und Komfort. Die Wahl fiel auch hier auf Deckeninduktionsdurchlässe, nicht zuletzt wegen ihrer problemlosen Einbringungsmöglichkeit in Doppeldecken.

In Washington wurde eigens ein Testlabor eingerichtet, um alternative Lösungen von insgesamt vier Wettbewerbern zu testen. Testsieger wurde der TROX DID-600 mit den besten Leistungsdaten aller getesteten Geräte. Die SmithGroup, Architekt des Gebäudes, konstatierte: "TROX chilled beams are the main components responsible for the reduced costs, as a result of the ability to provide required cooling capacity without running the 4,800 ton chiller plant most of the year."

### Das Funktionsprinzip von Deckeninduktionsdurchlässen



## TROX Luft-Wasser-Systeme in weiteren internationalen Bürogebäuden:

Goods Shed, Melbourne, Australien



1. Vodafone, Mailand, Italien \_ 2. KAM, Brügge, Belgien \_ 3. TMB, Ankara, Türkei



Hypercube, Moskau, Russland



TROX Referenzen



Miele, Gütersloh, Deutschland

**3** SANIERUNG

**Quellluft. Raum ist in der kleinsten Ecke.**

Wenn, wie im Fall der energetischen Sanierung eines Bürogebäudes der Firma Miele in Gütersloh, keine raumlufttechnische Anlage und damit auch keine Lüftungskanäle vorhanden sind, stellt sich die Frage: Wohin mit einem Luftverteilungsnetz im Falle einer Nur-Luft-Versorgung?

Mit kombinierten Zu- und Abluftdurchlässen von TROX wird dem Planer die Möglichkeit an die Hand gegeben, bei Sanierungsbauten auch Nur-Luft-Anlagen einzuplanen. Für die Lufteinbringung und -abführung dienen in Fluren klassischer Bürobauten, an denen links und rechts die Büros angeordnet sind, Deckenabhängungen dazu, Kanäle und Auslässe unterzubringen und sie in den Flurwänden zu montieren. In den Büros bleibt die volle Raumhöhe erhalten.

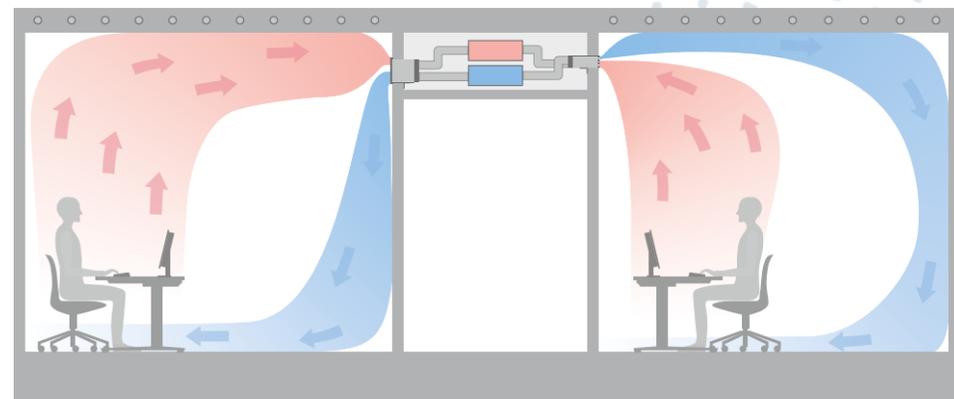
Die kombinierten Quellluftdurchlässe der Serie QLW-AZ für Zu- und Abluft, die bei Miele zum Tragen kamen, gewährleisten eine thermische Behaglichkeit durch die geringe Temperaturdifferenz zur Raumtemperatur und hohen Komfort durch turbulenzarme Luftströmungen. Das Prinzip der Quelllüftung basiert auf der impulsarmen Luftzufuhr und den natürlichen Auftriebsströmungen im Raum, die an vorhandenen Wärmequellen (Personen, Beleuchtung, elektrische Geräte) entstehen. Der optionale Telefonieschalldämpfer verhindert zudem wirkungsvoll eine Schallübertragung von Raum zu Raum über die Luftleitung. Es kann in Ruhe gearbeitet werden.



**QLW-AZ**  
Die Zuluft wird bei diesen kombinierten Durchlässen im unteren Durchlassbereich eingebracht, die Abluftabsaugung erfolgt im oberen.

Quellluft

Mischluft



**Quellluft** Komfortable Lösungen für Arbeitsplätze abseits der Flurwand, so dass die Quellluft ungehindert daran einströmen kann.

**Mischluft** Der Coanda-Effekt bewirkt, dass die zugeführte Mischluft sich entlang der Decke und dann zugarm nach unten ausbreitet. Arbeitsplätze können an der Wand angeordnet werden.

**4** NEUBAU **Mischluft. Aus der Zwischendecke.**

Auch im Neubau, gerade wenn es um kompakte Baukörper geht, können kombinierte Zu-/Abluftdurchlässe wirtschaftliche Ideallösungen darstellen. Wie in Karlsruhe, wo SEF Ingenieure in einem Gebäude, in dem auch ihr Büro untergebracht ist, diese Variante der Luftführung in Verbindung mit einer Mischlüftung einplanten. Die verstellbaren Schlitzdurchlässe der Serie VSD35-3-AZ wurden auch im badischen Bürogebäude in abgehängten Decken der Flure untergebracht.

Die TROX Mischluftdurchlässe nutzen den Coanda-Effekt. Die Zuluft, die durch den oberen Schlitz ausgeblasen wird, streicht an der betonkernaktivierten Decke entlang und kann so tief in den Raum eindringen. Der Luftstrom erhöht damit den Effekt der Bauteiltemperierung.

Die Abluft wird durch die unteren beiden Schlitze abgesaugt. Durch ihre kompakte und flache Bauweise (110 mm) sind die Durchlässe ideal für die Installation bei engen Platzverhältnissen. Die Luftanschlüsse befinden sich außerhalb des Büros im Flurbereich. Eine Geräuschübertragung aus Nachbarräumen wird durch den Einsatz eines Schalldämpfers vermieden. Mit dem Kombi-Durchlass VSD50-1-LT steht auch eine senkrechte Variante für die Installation in Trockenwänden mit integrierter Telefonieschalldämpfung zur Verfügung.

Planer Michael Schmidt: „Durch die örtlichen Gegebenheiten waren dem Gebäude sowohl in der Höhe als auch in der Ausdehnung Grenzen gesetzt, sodass bei der Planung des raumlufttechnischen Konzepts dem begrenzten Gebäudevolumen Rechnung zu tragen war und deshalb auch für den Architekten und Fachplaner eine möglichst raumsparende Lösung das Ziel sein musste.“

SEF Ingenieure, Karlsruhe, Deutschland



**TROX RLT-Systemkomponenten aus einer Hand in weiteren internationalen Bürogebäuden:**

ADAC, München, Deutschland



1. Belgrano Office, Buenos Aires, Argentinien \_ 2. European Parliament, Brüssel, Belgien \_ 3. Edificio IDOM, Bilbao, Spanien



The Squire, Frankfurt am Main, Deutschland



TROX Referenzen

# Das Büro der Zukunft.

Ein Klima der  
Kreativität.



*MetroNaps ApS*  
Kopenhagen, Dänemark

Der Mensch reagiert ausgesprochen sensibel darauf. Er fühlt, leidet und hadert mit ihm: dem Klima. Sein Einfluss auf uns ist mächtig. Wenn die Sonne scheint, hebt sich mit dem Sonnenlicht die Stimmung, wir fühlen uns heiter und froh. Umgekehrt drückt ein grauer, kalter Herbsttag Laune und Tatendrang.

## Gutes Klima ist Grundvoraussetzung für Leistung.

Man muss noch nicht einmal wissenschaftliche Studien heranziehen, um den Zusammenhang zwischen Büroklima und Leistungsfähigkeit herzustellen, sowohl was physische (Temperatur, Feuchte, Luftgeschwindigkeit, Schadstoffe ...) als auch psychische (Stress, Umgebung ...) Faktoren anbelangt.

Der Gestaltung des Büros zu einem Ort produktiven Klimas und Wohlfühls kommt gerade immer mehr die entscheidende Rolle beim Kampf um gut ausgebildetes Personal zu. Je behaglicher der Arbeitsplatz sein wird, desto höher wird die Chance auf qualifizierte, motivierte und leistungsstarke Mitarbeiter sein.

## Das Büro der Zukunft motiviert.

Allein in den hochentwickelten Industriestaaten arbeiten mehr als 40 % der Erwerbstätigen in Büros. „Für uns ist das Grund genug, sich damit zu beschäftigen, wie man Büroarbeit so gestaltet, dass man Innovationen, Leistung und zugleich Wohlbefinden fördern kann“, sagt Stefan Rief, Leiter des Competence Center Workspace Innovation des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), in einem Interview mit der ZEIT.

## Das Büronickerchen

fördert die Konzentration

Im Napshell kann durch gezieltes Powermapping Ihr biologisches Bedürfnis nach Ruhepausen ganz natürlich in den Alltag integriert, neue Energieressourcen können aktiviert werden. [www.napshell.com]



Modulare, flexible Systeme sind gefragt. Ob für den spontanen Austausch oder die konzentrierte Einzelarbeit, LO Mindport von Lista Office LO bietet für jede Tätigkeit die passende Arbeitsumgebung. [www.lista-office.com]

## Das Arbeitsklima.

### Das Büro der Zukunft wird mobil und multilokal sein.

„Immer mehr Menschen“, prognostiziert Rief, „werden unterschiedliche Arbeitsplätze innerhalb und außerhalb von Büros nutzen.“ Sie arbeiten unterwegs, zu Hause, projektbezogen in Co-Working-Zentren, gemeinsam bei Freunden oder Angehörigen auf dem Land und in Verkehrsmitteln, aber selbstverständlich auch weiterhin in Büros. Die Büros werden darauf ausgelegt werden, dass man höchstproduktiv und gemeinsam arbeiten kann.

Dank unbegrenzter Flexibilität durch mobiles Internet und Clouds kann Büroarbeit praktisch überall stattfinden. Das führt zunehmend zu Büroflucht. Aber um zukünftig qualifiziertes Personal zu gewinnen, wird die Industrie gefordert sein, durch flexible und nachhaltige Konzepte attraktiver für den Berufsnachwuchs zu sein. Die Wahl des Arbeitgebers wird in starkem Maße davon abhängig gemacht werden, wie gut der Arbeitsplatz zum

Lebensstil und Lebenskontext des potenziellen Mitarbeiters passt. Feste Rituale werden aufbrechen: Man arbeitet ein oder zwei Tage der Woche von zu Hause aus. Oder wählt Heimarbeit über einen längeren Zeitraum, weil zum Beispiel die Eltern pflegebedürftig sind. Sogenannte Co-Working-Zentren werden speziell zu dem Zweck eingerichtet, ein bestimmtes Projekt voranzutreiben. Je wohler ein Mitarbeiter sich fühlen wird und je besser er seine Kreativität entfalten kann, desto effizienter und produktiver wird er sein.

### Das Büro der Zukunft wird ökologisch geprägt sein.

In allen Bereichen, auch bei der Gestaltung, der Ausstattung und dem Betrieb eines Bürogebäudes, findet ein ökologisches Umdenken statt. Umwelterorientierung ist zu einem wichtigen Unternehmensfaktor geworden in puncto Mitarbeiterattraktivität, aber auch für das Image gegenüber Kunden.

## BRABUS iBusiness 3D

Mobilität ist alles: Auto-Tuner schaffen das perfekte mobile Büro auf Rädern. [www.brabus.com]



## Das Raumklima.

### Das Büro der Zukunft wird hervorragende Luftqualität besitzen.

Da sich der Mensch privat und beruflich überwiegend in Innenräumen aufhält, ist die Qualität der Raumluft für die Betroffenen wesentlich wichtiger als die vom Gesetzgeber sehr viel besser überwachte Außenluft.

Wenn die Raumlufttechnik mit dem Sick Building-Syndrom in Zusammenhang gebracht wird, so ist das in großem Maße irreführend. Zum einen sind die meisten Umfragen älteren Datums und man darf vor allem eins nicht vergessen: Wir sprechen im Bestand von einer Vielzahl alter und schlecht gewarteter, vernachlässigter Anlagen. Man muss sich nur mal vor Augen führen, dass im Manhattan des 21. Jahrhunderts die Mehrzahl der Skyscraper und in Detroit sämtliche Wolkenkratzer vor dem 2. Weltkrieg erbaut wurden. Dementsprechend veraltet ist die Raumlufttechnik und damit sind Lufthygiene und thermische Behaglichkeit nicht auf dem Stand heutiger Technik, wie viele Wissenschaftler beklagen.

In Amerika diskutiert man heute sehr viel mehr die Indoor Air Quality, als vom Sick Building zu sprechen. Einer

der bekanntesten Wissenschaftler, die bessere Raumluftqualität für die Bürotürme der Metropolen fordern, ist William J. Fisk, der in Berkeley lehrt. Sein Spezialgebiet liegt in der Erforschung des Einflusses guter Raumluftqualität auf die Arbeitsproduktivität und daraus resultierend auf den ökonomischen Nutzen für die Volkswirtschaft.

So konnte er zusammen mit seinen Forschungskollegen nachweisen, dass die Büroproduktivität je nach Zulufrate um bis zu 4 % steigt (u. links). Weitaus interessanter noch sind seine Beobachtungen zur Zufriedenheit der Raumnutzer, da die Qualität des Büroklimas natürlich auch in starkem Maße von der Erwartungshaltung und den subjektiven Empfindungen beeinflusst ist. Mit zunehmender Außenluftrate zeigte sich hier ein signifikantes Anwachsen in der Anzahl zufriedener Personen (u. rechts) – ein immens wichtiger Aspekt, da Motivation und Wohlfühl, aber auch die Abwesenheitsraten (Abnahme von bis zu 35 %) in hohem Maße mit der Arbeitsstättenzufriedenheit korrelieren.



Abb. li.: Manhattan, New York  
Abb. re.: Downtown Detroit  
Abb. Mitte: Workman on the Framework of the Empire State Building, 1930



#### Mindestbeleuchtungsstärken

- Arbeitsräume für mittel-feine Arbeiten bzw. einfache Sehaufgaben: **300-500 lx**
- Raumzonen mit Bildschirmarbeitsplätzen: **500-1000 lx**
- Arbeitsplätze für feine Arbeiten bzw. normale Sehaufgaben: **500-1000 lx**

#### Raumklima

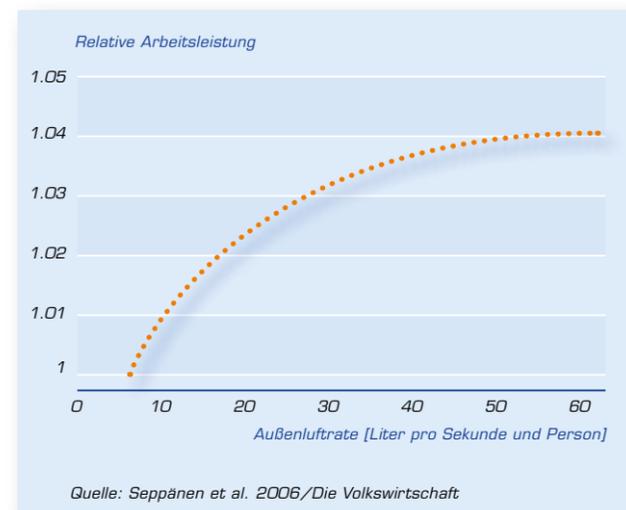
Temperatur und Luftfeuchtigkeit für Büroarbeitsplätze

Temperatur Sommer: **22-28 °C**  
Temperatur Winter: **21-23 °C**  
Rel. Luftfeuchtigkeit Sommer: **30-60 %**  
Rel. Luftfeuchtigkeit Winter: **30-50 %**  
Luftgeschwindigkeit: **< 0,2 m/s**  
Außenluftrate: **10 l/s und Person bzw. 36 m³/h und Person**

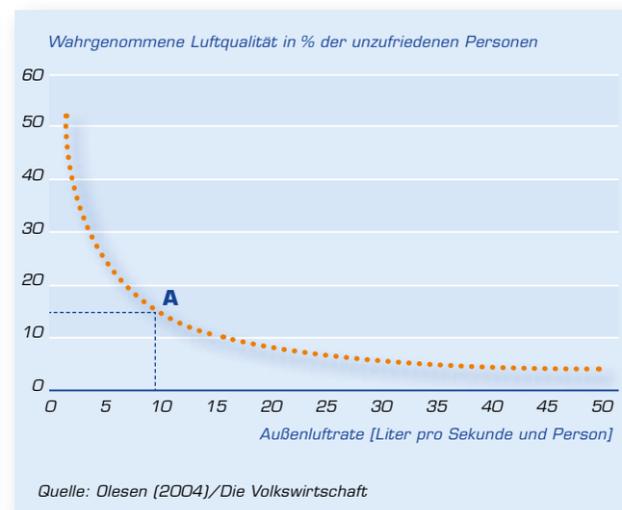
Die Modernisierung maschineller Lüftungsanlagen wird vielfach wegen der hohen Investitionskosten aufgeschoben. Auch eine Erhöhung der Außenluftrate, die zu erheblich höheren Energieverbräuchen führen würde, unterbleibt aus diesem Grund sehr häufig. Dabei unternimmt die Industrie außerordentliche Anstrengungen (WRG, EC-Ventilatoren, Strömungsoptimierung, intelligente MSR-Systeme), um die Energieeffizienz der raumlufttechnischen Anlagen noch weiter zu steigern (s. auch S. 40).

Allerdings handelt es sich beim Investitionsstau wie bei der Verminderung der Zulufrate um eine Milchmädchenrechnung. In einer Cost-Benefit-Analyse hat Fisk nachgewiesen, dass der wirtschaftliche Vorteil die Investitionen in gute Raumluftqualität bei weitem übersteigt. Bei der Renovation des gesamten Bürogebäudeparks in den USA (Anpassung der Luftraten auf 10 l/s und Person, Raumtemperatur nicht über 23 °C im Winter und weitere technische Maßnahmen) beziffert er den jährlichen Nutzen in Amerika allein auf 20 Mrd. US-Dollar. Ausgelöst durch bessere Arbeitsleistung, weniger Symptome und weniger Absenzen.

### Zusammenhang von Lüftung und Arbeitsleistung bei Büroarbeit



### Anteil Unzufriedener in Abhängigkeit der Lüftungsrate (bewertet durch geschulte Personen)



### Faktoren der Klima-Behaglichkeit

#### PHYSIKALISCHE RAUMKLIMA-FAKTOREN

- Lufttemperatur
- Luftfeuchte
- Luftgeschwindigkeit
- Raumumschließungstemperatur
- Vertikaler Temperaturgradient
- Luftqualität
- Schadstoffgehalt
- Elektrosmog
- Licht

#### PSYCHOLOGISCHE PARAMETER

- Psychische Beanspruchung
- Arbeitsplatzgestaltung (Ergonomie, Pflanzen, Einrichtung)
- Flexibilität in der Wahl des Ortes
- Zufriedenheit
- Umweltaspekte

#### ART DER AKTIVITÄT/PERSON

- Schwierigkeitsgrad der Arbeit
- Körperliche Beanspruchung
- Konstitution, Kleidung, Alter, Geschlecht

# Das Büro im Wandel der Zeit.

## Vom Kontor zum Mobile Office.

Mit dem **wachsenden Fernhandel** der Renaissance kamen neue Formen der Buchhaltung und Finanzierung und damit die ersten Ausprägungen des Büros, das **Kaufmannskontor**, auf. Die Menge der Schriftstücke, die chronologisch abgelegt wurden, nahm nun so rapide zu, dass der Schreibtisch des Kaufmanns neben **Gänsekiel, Tintenfass, Schreibpult und Münzwaage** nicht mehr ausreichend Platz dafür bot. Für die wachsende Papierflut gab es deshalb eine **Bank** neben dem Schreibtisch zur Ablage. Der Ausdruck „auf die lange Bank schieben“ hat darin seinen Ursprung.



Kopierpresse

Mit den **Kopierpressen** wurden erste Vervielfältigungsmethoden und damit auch die Standardisierung von Vorgängen entwickelt.

### Rationalisierung, made in USA.

1874 kam aus den USA die erste serienmäßig hergestellte **Schreibmaschine**. Sie machte auch Durchschläge der Schriftstücke möglich. Das Büro wurde immer stärker funktional nach Abteilungen gegliedert wie Auftragsannahme, Kalkulation, Versand und Buchhaltung. Damit einhergehend setzte sich eine Hierarchisierung der Tätigkeiten (Kommies kamen auf, die Hilfskräfte des Kontoristen) durch. Mit Rationalisierung und Mechanisierung der Büroarbeit und der wachsenden Verwaltungsarbeit entstanden in den 20er Jahren die ersten **Großraumbüros** und man sprach mit der Verbreitung der Schreibmaschine auch von der Feminisierung der Büroarbeit.



Schreibmaschine von 1876

### Die Ära des Journals.

Nach Vorbild des Militärs prägten das Büro des 19. Jahrhunderts Disziplin, Korrektheit und Systematik. Die **Stahlfeder** hatte den Gänsekiel ersetzt, geschrieben wurde an Stehpulten, wo alle Einnahmen und Ausgaben in einem meterbreiten **Kontorjournal** festgehalten wurden. Aus Inspektionsgründen mussten alle Transaktionen auf nummerierten Seiten und in chronologischer Reihenfolge üblicherweise am **Stehpult** festgehalten werden. Lehnstuhl und Schreibtisch waren Vorsetzten vorbehalten.

### Das Kommunikationszeitalter.

Wieder einmal war es das Militär, von dem der Einfluss auf die Bürotätigkeit ausging. Für die militärischen Planungsstäbe waren schnelle Kommunikationswege eminent wichtig. **Fernsprech- und -schreibgeräte** wurden weiterentwickelt und wurden zum strategischen Erfolgsfaktor. Erste kommerzielle **Fernsprechnetze** wurden Ende des 19. Jahrhunderts eingerichtet.

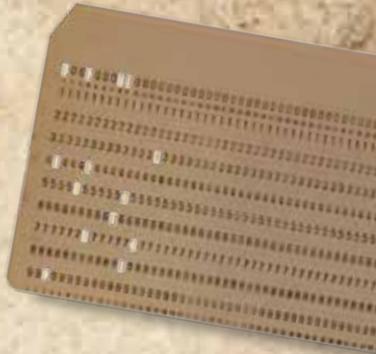
Vor 65 Jahren gab es bereits die ersten **Autotelefone**. Ihr Preis war happig, er lag in etwa bei der Hälfte des Wagenpreises. Ende der 80er/Anfang der 90er begann das **Zeitalter des mobilen Telefons**. Und 2007 stellte Steve Jobs dann das erste iPhone der Öffentlichkeit vor und revolutionierte damit die Telefonie.

### Die Computerisierung der Büroarbeit.

Computer gibt es erst seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Der **Z22** von der Konrad Zuse AG wurde ab 1957 gebaut und 50-mal ins Inland sowie 5-mal ins Ausland geliefert. Trotz ihres riesigen Raumbedarfs und der beträchtlichen Personal- und Anschaffungskosten waren Großcomputer für Verwaltungen von beschränktem Nutzen. Was ihre mit **Lochkarten** gesteuerten Rechenprozesse ergaben, wurde auf Papierstreifen ausgedruckt und die wurden wiederum in Ordnern abgelegt. Eine Datenflut, die so unübersichtlich war wie die unzähligen Einträge im Kontorbuch. Das änderte sich mit dem **PC**. Mit diesem Second Desk kann jeder Einzelne auf riesige Datenmengen zugreifen. Kommunikationstempo, Speicher- und Verarbeitungsmöglichkeiten steigen nach wie vor in schwindelerregendem Maß.



Lochkarte

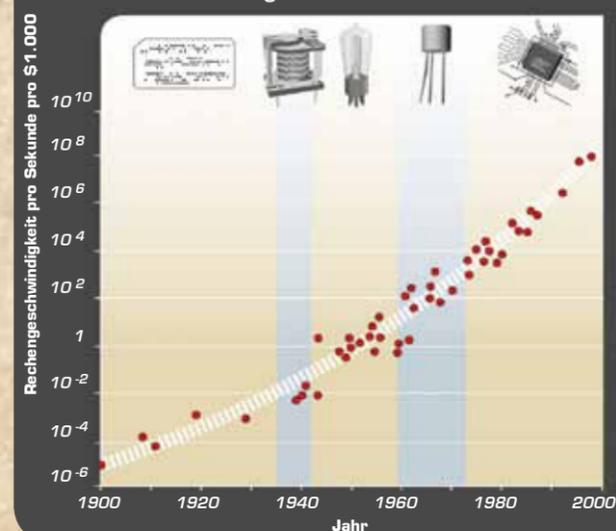


### Das mobile Büro.

Sorgen Laptop, Mobiltelefon und Internet dafür, dass das klassische Büro verschwindet? Vom papierlosen und nonterritorialen Büro ist ja seit Jahren die Rede. Allen Prognosen zum Trotz hat die fortschreitende Computerisierung paradoxerweise zu einem vielfach höheren Papierkonsum geführt. Heute verbrauchen wir etwa 7-mal mehr Papier als in den 50ern, ist es doch so viel leichter geworden, Kopien anzufertigen, indem man „Strg+P“ oder den Kopierer anwählt. Frei nach dem Motto: „Ausgedruckt ist halb erledigt“.

Die Kommis und Kontoristen von einst sind jetzt zwar mobil geworden, vom Aussterben des stationären Büros durch mobile Unabhängigkeit sind wir jedoch noch ein Stück weit entfernt. Sehr wohl hat sie dazu geführt, dass der Angestellte von heute jederzeit und allerorts erreichbar und einsetzbar ist. Wohl ist den meisten dabei nicht!

### Das Mooresche Gesetz Die fünf Paradigmen



### Das Mooresche Gesetz

Nach Moore verdoppeln sich Speichergröße und Prozessorgeschwindigkeit innerhalb von 18 Monaten. Dadurch halbieren sich die Kosten.

Die Lichtgeschwindigkeit, mit der sich die Computertechnologie weiterentwickelt, zeigen die heutigen Smartphones. Ihre Rechnerkapazität hätte 1969 bei weitem ausgereicht, Apollo 11 auf dem Mond landen zu lassen.

# Büro, Büro.

## Wissenswertes rund um den Arbeitsplatz Nr. 1.

Im Zuge der Bürokratisierung wird ein Arbeitsplatz in der Produktion heute von zwei Angestellten verwaltet. Der Schweizer Autor Hans Peter Treichler konstatierte, dass das Büropersonal 1888 gerade einmal 4 % der Beschäftigten in der Industrie stellte. Anfang des 20. Jahrhunderts waren es schon knapp über 10 %, 1950 bereits 20 %. Der Anteil Nichtwerkstätiger kletterte binnen 20 Jahren auf 32 %. Heute hat sich dieses Verhältnis praktisch umgekehrt. Wir haben im Folgenden einige interessante Daten zum Thema Büroarbeitsplatz zusammengetragen.



### Die teuersten Büroplätze der Welt

Brutto-Spitzenmieten pro Quadratmeter und Monat\*

1. London West End	2.137 €
2. Hong Kong CBD**	1.505 €
3. Rio de Janeiro Zona Sul	1.343 €
4. New Delhi Connaught Place	1.324 €
5. Tokyo CBD	1.274 €
6. Moskau CBD	1.141 €
7. Beijing CBD	1.074 €
8. New York Midtown	1.054 €
9. Sydney CBD	992 €
10. Paris CBD	915 €
...	
19. München CBD	533 €

\* Quelle: Cushman & Wakefield, „Office Space Across the World“, 2012  
 \*\* CBD – Central Business District



### Die zehn größten Lügen im Büro

1. „Ich will gar nicht befördert werden.“
2. „Ich verdiene auch nicht mehr als du.“
3. „Ich hab' nichts gegen dich.“
4. „Mit dem Fehler habe ich nichts zu tun.“
5. „Nein, wir sind kein Paar.“
6. „Ich sag dem Chef meine Meinung.“
7. „Ich nehme es auf meine Kappe.“
8. „Ich kann auch ohne die Arbeit.“
9. „Ich bin glücklich verheiratet.“
10. „Du schaffst das schon!“



### Kommt Ihnen der Büro-Schwindel nicht bekannt vor?

Wir lassen die Aussagen ganz bewusst unkommentiert. Denn jeder hat seine ganz persönlichen Erfahrungen und Interpretationen zu den jeweiligen Aussagen, die somit ganz unterschiedliche Empfindungen beim Leser auslösen werden.

### Nur eine Anmerkung zu diesem Thema:

Die meisten Ehen werden, nein, nicht im Himmel, sondern im Büro geschlossen.

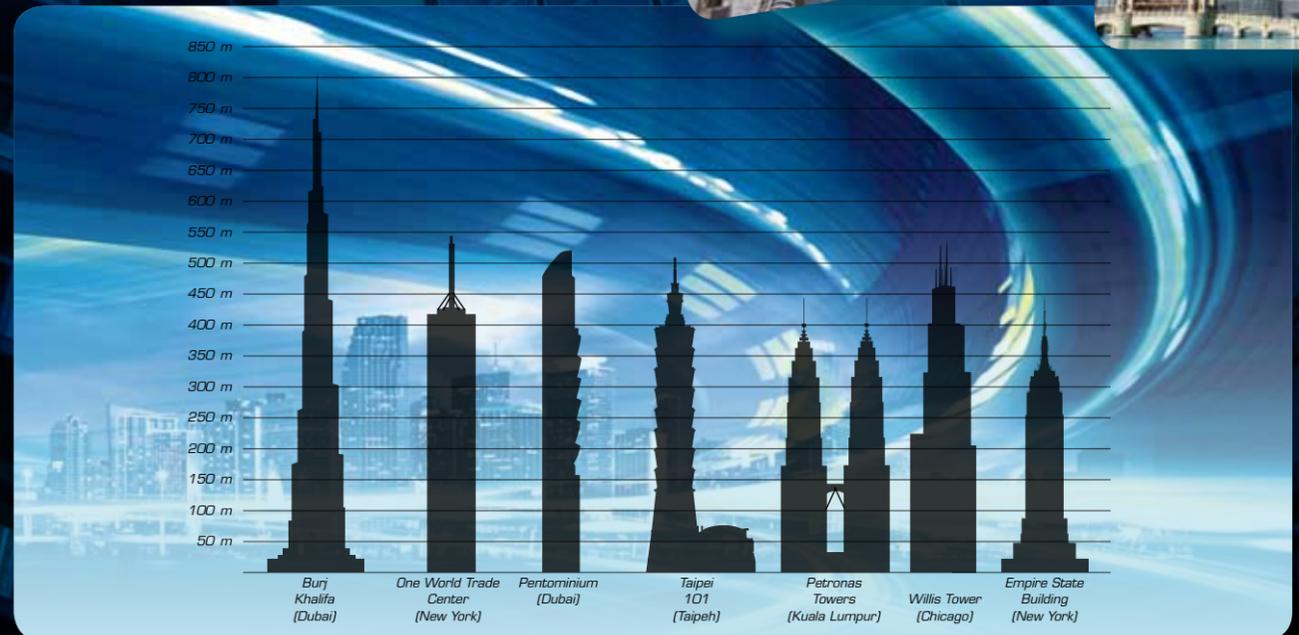


Burj Khalifa  
 Dubai, Vereinigte Arabische Emirate;  
 Bauzeit: 2004–2010; Höhe: 828 m;  
 Höhe bis zur Spitze: 829,8 m

Blick hinunter vom  
 Burj Khalifa



### Die höchsten Büros der Welt



Quellen: Heinz Nixdorf MuseumsForum, Hans Peter Treichler, Spiegel Online, Manfred Wehrle, „Am liebsten hasse ich Kollegen“

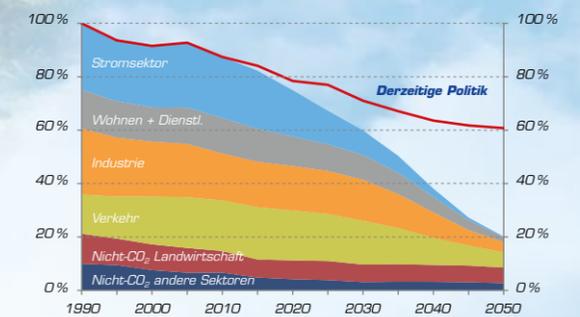
# Green Building.

Büroimmobilien werden immer effizienter.

Etwa 40 % des Energieverbrauchs und 1/3 der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden in Europa dem Gebäudesektor zugerechnet. Will die Welt ihre ambitionierten Klimaschutzziele erfüllen, gibt es im Bereich der energetischen Sanierung viel zu tun. Denn: Nur etwa 5 % des Gebäudebestands sind energetisch auf der Höhe der Zeit.\* Im Neubaubereich ist die Nachhaltigkeit der Immobilie bereits zum mitentscheidenden Wettbewerbsvorteil geworden.

\* GEEA Allianz für Gebäude-Energie-Effizienz.

Klimaschutzziele EU



Quelle: Wege zur Verringerung der THG-Emissionen in der EU um 80 % (100 % = 1990), Unterrichtung durch die Europäische Kommission

# Nachhaltigkeit

## MEGATREND

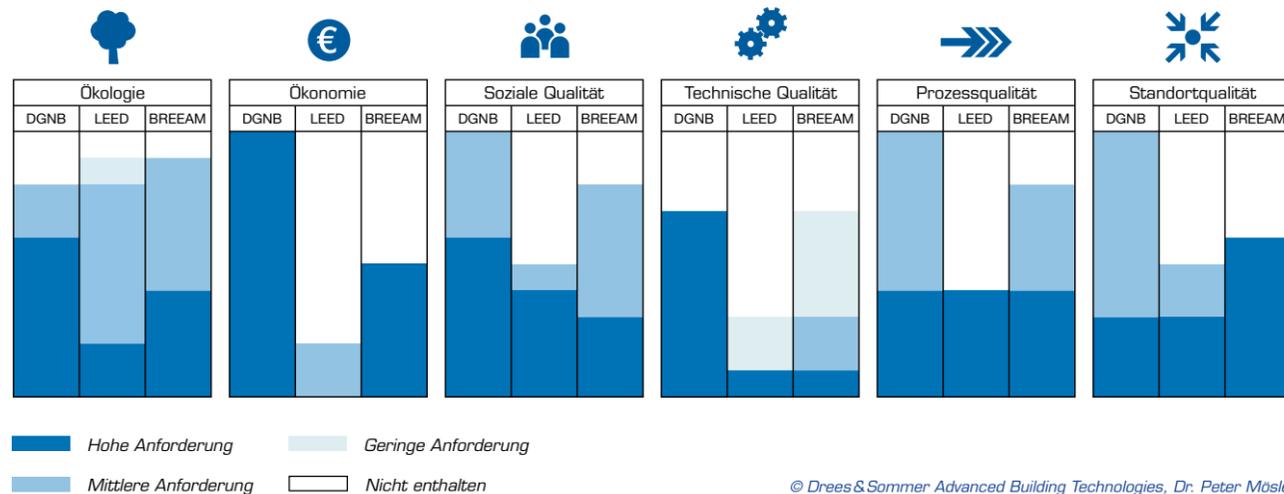
### Nachhaltigkeit als Wettbewerbsfaktor.

Lage, Lage, Lage lautete bisher das Credo der Immobilienwirtschaft. Jetzt kommt ein gewichtiger Faktor hinzu: die Nachhaltigkeit. „Building green“ ist angesagt. Und entsprechende Nachhaltigkeitszertifikate haben deshalb Konjunktur. Aufgrund steigender Energiepreise, wachsender Ökologieansprüche der Mieter und einer höheren Nutzungsqualität grüner Immobilien sind Nachhaltigkeitsnachweise für die Vermarktung von Gewerbeimmobilien immens wichtig geworden.

Folgt man neueren US-Studien, werden mit nachhaltigen Gebäuden um 16 % bis 35 % höhere Verkaufserlöse und 3 % bis 6 % höhere Renditen erzielt. Kein Wunder, dass sich die Investitionen in Green Buildings in den USA seit 2000 fast verdoppelt haben.

Einhergehend mit der guten Baukonjunktur für energieeffiziente Gebäude wächst auch der Trend zu Zertifizierungen. Der Treiber dafür ist die Kombination aus dem „Megatrend Nachhaltigkeit“ und der gestiegenen Nachfrage und Konkurrenzsituation bei Immobilien, verbunden mit der Tatsache, dass Investoren in Nachhaltigkeitsnachweisen ein effektives Marketinginstrument sehen.

### Zertifizierungssysteme im Vergleich



Nachhaltige Gebäude erzielen höhere Mietpreise und bessere Renditen.

TROX ist Mitglied in der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V.



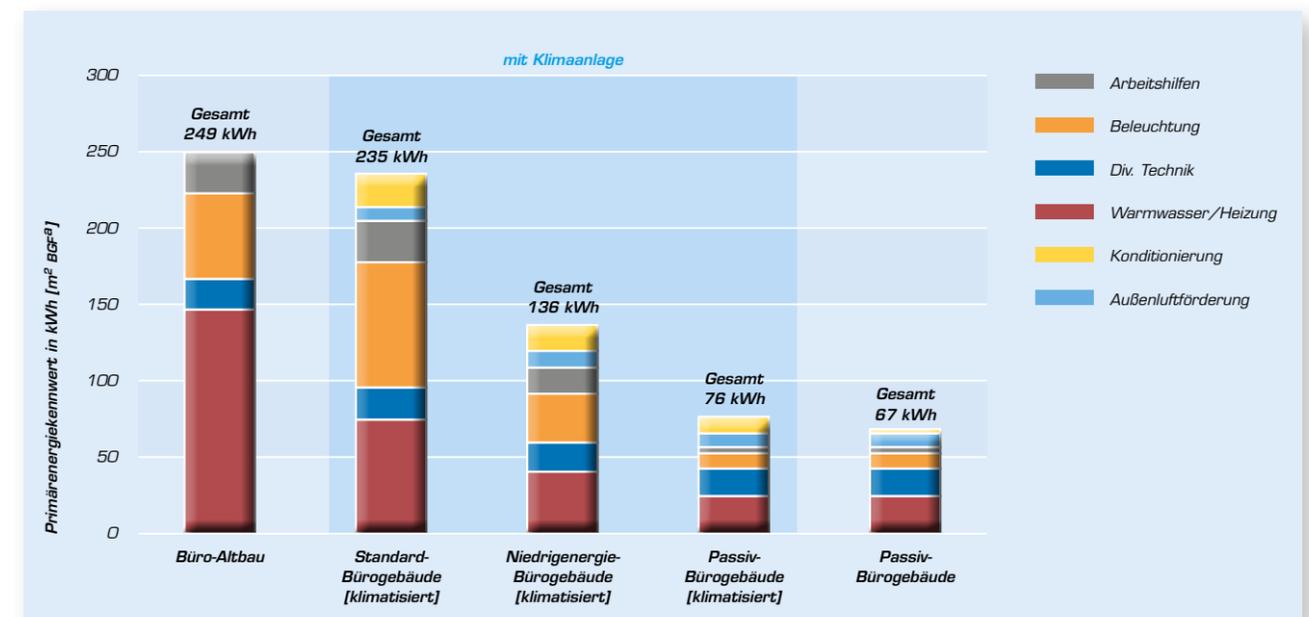
Da es weltweit viele unterschiedliche Ansätze zur Bewertung nachhaltiger Gebäude gibt, ist es schwierig, die Ergebnisse objektiv zu vergleichen. Schaut man sich die bekanntesten Zertifizierungsverfahren an, – LEED, DGNB und BREEAM – sind Unterschiede (s. Abb. S. 26) zwar gegeben, aber eins ist allen dreien gemein: **Sie fordern die Bauwirtschaft heraus, nachhaltige und energieeffiziente Gebäude zu errichten, zum Wohle ihrer Nutzer und zum Vorteil für unser Klima.**



### Nachhaltigkeit in der Praxis.

Intelligente, strömungsoptimierte Fassadenkonstruktionen, die Nutzung der Erdwärme und der Abwärme, z. B. hausgener Rechenzentren bis hin zu energieeffizienten Heizungs- und Lüftungssystemen – die Liste innovativer Gebäudeausrüstung ist lang. Und der Erfindungsgeist vieler Ingenieure ist bei weitem noch nicht ausgeschöpft. So wurde unlängst sogar ein Windkraftwerk in die Fassade eines Bürogebäudes integriert.

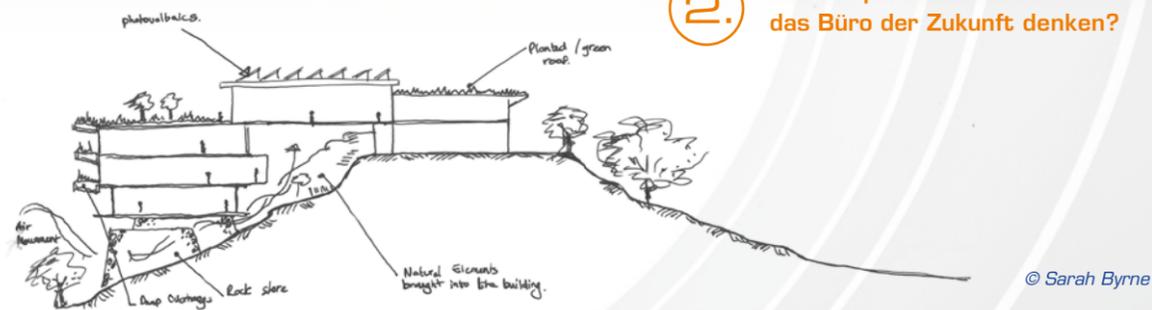
### Primärenergie-Kennwerte des Beispielgebäudes bei unterschiedlichen energetischen Ausführungsqualitäten



# Nachgefragt! Büro-Zukunft.

Wir baten Architekten, Planer und Investoren rund um den Globus um ihre Einschätzung, wie sich der Bau von Verwaltungsgebäuden zukünftig gestalten wird. Und stellten allen die beiden folgenden Fragen.

1. Wo sehen Sie zukünftig die größten planerischen Herausforderungen bei einem Bürogebäude?
2. Welche persönlichen Visionen haben Sie, wenn Sie an das Büro der Zukunft denken?



## Südafrika Johannesburg \_ Sarah Byrne, GLH & Associates Architects

1. Neue Technologien werden die Art, wie wir arbeiten, signifikant hinsichtlich neuer Arbeitsformen, -methoden und -stätten, wie z. B. Co-Working-Spaces, verändern. Anpassungsfähigkeit und Zusammenarbeit mobiler Arbeitnehmer mit einem neuen, dynamischen Lebensstil werden die moderne, sich ständig im Fluss befindliche Arbeitswelt prägen.
2. Komprimierte, kollaborative, multifunktionelle Arbeitsstätten. Energieeffizientere und gesündere Arbeitsumgebungen, in die sich die Natur nahtlos einfügt.

## Spanien Madrid \_ Rafael de la Hoz, Rafael de La-Hoz Arquitectos



1. Neue Technologien bringen eine nie dagewesene Mobilität – Büroarbeit kann in den entlegensten Orten und unterschiedlichsten Zeitzonen erfolgen – und ermöglichen Zeit-, Arbeits- und Kostenersparnis. Unternehmen versuchen die Produktivität ihrer Angestellten durch offene und flexible Büroflächen noch weiter zu steigern, viele wählen hybride Arbeitsräume. Virtuelle Formen der Zusammenarbeit werden durch Computertechnologie, Video- und Audiokonferenzen möglich.

Nach nachhaltigen Gesichtspunkten geplant und gebaut: LEED-zertifiziert in Gold, die REPSOL Headquarters in Madrid.



## Brasilien São Paulo \_ FGMF Arquitectos

1. Unsere persönliche Vision geht weg von sterilen Super-Hightech-Bauten. Wir sehen die Zukunft vielmehr in anheimelnden Büros, in denen Natur, Sport, Erholung und das Gemeinschaftserlebnis stärker eingebunden werden.

Sicherlich werden Nachhaltigkeit und Nutzungsqualität heute noch nicht stark genug in die Architektur integriert. Die Bürowelt wird nicht mehr allein durch „Gadgets“ geprägt werden, sondern durch innovative Konzepte, die Nutzer und Architektur im Kontext zu ihrer Umgebung in den Vordergrund rücken.

Green Buildings sind die Zukunft – in zweierlei Hinsicht: mit ressourcenschonender Technik und einer stärkeren Einbindung von Grün- und Freiflächen.

2. Was die Raumlufttechnik anbelangt, glauben wir an innovative nachhaltige Lösungen wie energieeffiziente Luft-Wasser-Systeme. Neue Entwicklungen werden hohen Ansprüchen an individuelle Steuerbarkeit, Flexibilität, Behaglichkeit und Umweltfreundlichkeit gerecht werden.

Das Büro der Zukunft wird informell offener geprägt sein, es muss die Kreativität anregen. Enge, geschlossene und gesichtslose Räume werden der Vergangenheit angehören. Stattdessen spielen Wohlfühlaspekte und Lebensqualität eine große Rolle.

Das FGMF-Projekt „Edificio Corujas“ lebt die Philosophie des Dreiklangs: Nutzerqualität, harmonische Einbindung und Nachhaltigkeit.



Italien

Mailand \_ Vittorio Jacomussi, Studio de Ferrari Architetti



1. Die naheliegende Antwort: umweltschonend und nachhaltig. Doch damit ist es längst nicht getan. Es gibt genügend Bauten mit energieeffizienten Technologien, die sich aber mangels lokalen Kontextes keineswegs harmonisch in ihr Umfeld einfügen. Deshalb liegt die wahre Herausforderung in der Kombination des „Genius Loci“ (sozio-kulturelle und architektonische Faktoren, Nutzungsqualität) und „Genius vivendi“ (ein erhöhender Neologismus für den Modus Vivendi, der die individuelle Einbringung jedes Einzelnen in das Lebensumfeld, die Freiheit und erhöhte Lebensqualität auch in einer immateriellen Welt impliziert).
2. Genius Loci + Genius Vivendi + Technologie, die Reihenfolge ist ein Muss: Technologischen Fortschritt setzen wir voraus, nehmen ihn als gegeben an.

Vereinigte Arabische Emirate

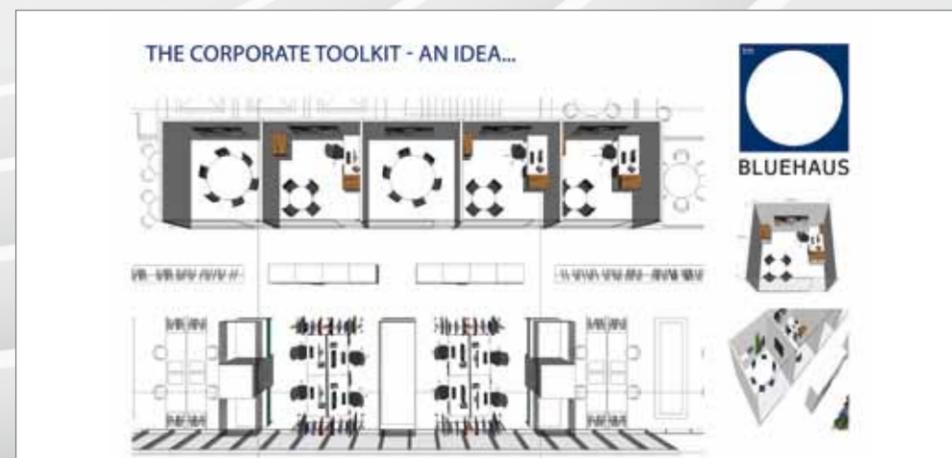


Dubai \_ Ben Corrigan, Bluehaus Group

1. Interior Designer werden sich zwei Herausforderungen stellen müssen. Zum einen brauchen sie eine langfristige Sicht ihrer Visionen. Wir nennen das Day-2-Szenario und bekennen uns zu einer gründlichen Arbeitsplatzberatung. Sie soll sicherstellen, dass Ziele und Ausrichtung des Kunden kurz-, mittel- und langfristig erfüllt werden. Dabei dreht sich alles um eine nichtstationäre, mobilere und technikgetriebene Bürowelt mit höherer Flexibilität.

Zum anderen müssen wir stets auf der Höhe der Zeit sein. Bei der rasanten technischen Entwicklung eine große Herausforderung durch ständig wechselnde Trends und Bedürfnisse.

2. Das Büro der Zukunft ist ein modulares Tool-Kit mit dem Ziel, Bürozellen oder Areale von einem Tag auf den anderen installieren, ändern oder abbauen zu können. Wir brauchen multifunktionale Systeme für Gemeinschafts- und Rückzugsräume, die aus nachhaltigen, recycelten oder recyclingfähigen Materialien bestehen. Im Büro der Zukunft werden Erlebniswelten, Sport, Natur und Cafés stärker Einzug halten.



Modulares Tool-Kit für sämtliche Bereiche.



Russland

Moskau \_ Boris Bernaskoni



1. Die schwierigste Aufgabe für moderne Architekten ist es, die Balance zwischen qualitativ hochwertig ausgestatteten Büroflächen (ästhetisch, ergonomisch, sicher und kommunikativ) und vernünftigen Bau- und Betriebskosten zu finden.
2. Das Büro der Zukunft muss in erster Linie die Ansprüche des Nutzers erfüllen. Zwei Aspekte sind wichtig:
  - Easy-to-use: Arbeitsplätze mit hoher Ästhetik, Komfort, flexibler Grundrissgestaltung, schmeichelndem Licht
  - Wirtschaftlichkeit: ökonomisch, ökologisch und energieeffizient

Das heißt: effiziente Büroflächen mit intelligenten, bedarfsgerechten Systemen hinsichtlich Ästhetik Energie- und Wasserverbrauch und mit einem gesunden Raumklima. Das Büro der Zukunft ist ein Ort, der die Kommunikation fördert und zu fruchtbaren Ergebnissen führt. Mit unserem Projekt Hypercube haben wir versucht, solchen Anforderungen Rechnung zu tragen.

Design der Zukunft.

Bei TROX gilt nicht nur die Designdevise „form follows function“, sondern in verstärktem Maße die Losung „form follows emotion“. Das heißt, dass unsere Produkte nicht nur technischen Anforderungen der Strömungslehre folgen, sondern auch durch ihre Gestaltung Räume emotional aufwerten.

Der TROX X-GRILLE wurde jetzt mit dem Interior Innovation Award 2014 ausgezeichnet. Das Lüftungsgitter zeichnet sich durch seine optimalen strömungstechnischen Eigenschaften und durch sein außergewöhnliches Design in Bicolor-Optik aus.

interior innovation award 2014 Winner



# Businessklima. Licht am Horizont.



Die Bautätigkeit im Bereich der Bürogebäude bot in den letzten fünf Jahren nicht gerade Anlass zu Freudensprüngen. Der Ursprung des starken Rückgangs liegt sicherlich in der weltweiten Finanzkrise und ihrer Immobilienblasen.

Jetzt sehen Wirtschaftsforscher wieder Licht am Horizont. 2014 soll laut Euroconstruct\* die rückläufige Tendenz der Bürobautätigkeit nahezu gestoppt sein. Für das Jahr 2015 wird sogar moderates Wachstum (1 %) vorausgesagt. Es werden also wieder vermehrt Büros gebaut. Das ist auch das Ergebnis einer aktuellen Untersuchung der PATRIZIA Immobilien AG, die Neubautätigkeit, Leerstandsentwicklung und Investitionschancen auf 27 Büromärkten untersucht hat. Weitere positive Anzeichen sind die wachsenden Bürobeschäftigungszahlen und die Konjunkturaussichten. Ausnahmen werden, so die Prognosen, nur (Finanz-)Krisenländer wie Irland oder Spanien bilden.

Werden überall auf der Welt hohe Leerstände beklagt – in Dublin steht jedes 5., in Frankfurt jedes 7. und in Dubai fast jedes 2. Büro leer –, so liegt der Grund dafür zumeist tiefer: mangelnde Marktfähigkeit nicht mehr zeitgemäßer Immobilien, inattraktive Randlage oder aber gierige Spekulation. Denn die Nachfrage nach qualitativ hochwertigen Büroimmobilien, besonders in den Metropolen dieser Welt, ist nach wie vor ungebrochen.

### Redevelopment.

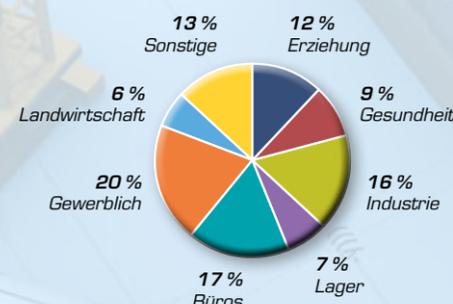
Jetzt scheint sich ein neuer Trend für alt- und ausgediente Bürogebäude abzuzeichnen: die Umnutzung – was für eine merkwürdige Wortschöpfung – in Wohngebäude. Büroleerstand auf der einen Seite und wachsender Wohnraumbedarf auf der anderen Seite: Was liegt da besonders in Großstädten mit einer Wohnraumunterversorgung näher, als Büro- in Wohnflächen umzuwandeln? Zumal die Revitalisierung einer alten Immobilie im aktuellen Marktumfeld, wo Mieter am längeren Hebel sitzen, risikobehaftet ist.

Die Zahl der Projektentwickler, die sich dem interessanten Thema Redevelopment annehmen, wächst. So auch die Zahl interessierter Investoren, wenn auch einige bürokratische Klippen bei der Umwandlung von Büro- in Wohnraum zu umschiffen sind. Die Kosten eines Umbaus liegen im Vergleich zu einem Neubau rund 20 % niedriger. Ausgediente Bürogebäude werden meist bis zum Rohbau zurückgebaut. Innerhalb des „alten“ Skeletts entstehen dann zeitgemäße, energieeffiziente Gebäude, die die akute Wohnungsnot in Innenstadtlagen zu lindern helfen.



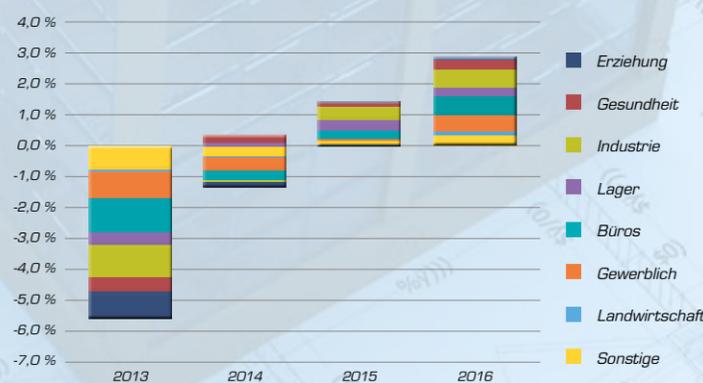
\* Euroconstruct 75th Conference, Dez. 2013,

### Anteile der Segmente im Nichtwohnbau (2012)



Quelle: Euroconstruct (74th Conference)

### Beitrag der Segmente zum jährlichen Wachstum im Nichtwohnbau



Quelle: Euroconstruct (74th Conference)

Trotz Konjunkturflaute bieten Bürobauten als größtes Segment im Nichtwohnbau wichtige Potenziale gerade für die TGA-Branchen.

# Happy Hour.

## After Work Drink.

Wem die Erfindung der „Happy Hour“ zuschreiben ist, ist heute nicht mehr genau nachzuerfolgen. Manche schreiben es den trinkfreudigen Iren New Yorks zu, die mit wachsendem Aufkommen der Verwaltungsaufgaben in den 20ern die trockene Büro-luft – die Konditionierung der Raumluft ließ damals noch zu wünschen übrig – runterspülen wollten.

Die Happy Hour nennt man die glückliche Stunde des Tages, ab der dem gesellschaftlichen Comment entsprechend der Konsum von Alkohol nach Büroschluss gestattet scheint. Nach allgemeinen Arbeitsgepflogenheiten „nine to five“: Somit beginnt die Happy Hour in der Regel um fünf und endet um sechs.

Don Winslow beschreibt die Atmosphäre der blauen Barstunde überaus treffend in seinem Roman „Manhattan“: „Wie üblich war das P. J. randvoll mit ernsthaften Trinkern, darunter Schriftsteller, Berufs-Iren und Ehemänner, die im Büro Überstunden gemacht hatten und einen späteren Zug nach Hause nahmen.“ Das P. J. Clarke's, eine der traditionellsten Bars nach Büroschluss, nennt Winslow das männlichste aller Wasserlöcher: „Walter hatte sich einen Platz an diesem sinnbildlichen Lagerfeuer gesichert, an jenem Ritual, das so alt ist wie die menschliche Gesellschaft. Wenn die Männer sich um die Flammen zusammenhocken und die Jagdgeschichten des Tages erzählen.“

Apropos Bar. Ihr Wortursprung geht auch auf die Trinkgewohnheiten amerikanischer Iren, aber auch auf die deutscher Siedler zurück. Man(n) trank zur Zeit der Kolonialisierung, um ein Schwätzchen zu halten, am Tresen des Drugstores. Oft eben auch ein Gläschen zu viel, was zumeist in einer handfesten Keilerei endete. Zum Schutz ihrer Waren und des Ladentischs errichteten die Ladenbesitzer deshalb eine Barriere (engl. Bar), um ihre Ware zu schützen. Aus den Drugstores entwickelten sich später die Saloons, die als Ursprung der heutigen Bar gelten.

Neben dem Bier nach Büroschluss erfreute sich im Laufe der Jahrzehnte auch der Cocktail in der Happy Hour wachsender Beliebtheit. Um seinen Namen ranken sich auch die wildesten Geschichten. Eine der Legenden besagt, dass das Mix-Getränk seinen Namen den Hahnenkämpfen zu verdanken habe. Der Besitzer des Siegerhahns

hatte das Recht, dem unterlegenen die bunten Schwanzfedern auszureißen. Die Trophäe begoss man mit einem Drink „on the cock's tail“. An den „Federn herbeigezogen“ erscheint auch folgender Erklärungsversuch: In einer amerikanischen Bar stand ein großer, hohler Hahn aus Keramik. Am Ende des Tages schütete der Barkeeper alle übrig gebliebenen Getränke-reste in den Hahn. Es entstand ein hochprozentiges Gemisch, das aus dem Schwanz des Hahns gezapft und zum Sonderpreis angeboten wurde. Was sich schnell herumsprach, immer mehr Leute bestellten das Mixgetränk aus dem Cocktail.

Auf jeden Fall ist die After-Work-Bar aus dem Büroalltag nicht mehr wegzudenken. Alle Jahre kämpfen die schönsten unter ihnen um die Auszeichnung „The World's Greatest Bar“. Wir stellen Ihnen hier einige der schönsten Thekenplätze der Metropolen rund um den Globus vor und geben Ihnen die Rezepte berühmter Cocktail-Klassiker.

**TROX BLUE AIR**  
4 cl Curacao, 1 cl Limettensaft,  
3 cl Wodka, 1 cl Ananassaft

**WHISKEY SOUR**  
5 Teile Whiskey,  
3 Teile Zitronensaft,  
2 Teile Läuterzucker  
oder Zuckersirup

**TIPP!!!** Zutaten außer Sodawasser und Saft mit Eis schütteln, in ein Cocktailglas abseihen, Soda oder Saft auffüllen und mit einer Zitronenscheibe o. Ä. garnieren.

**GIN FIZZ**  
4,5 cl Gin,  
3 cl frisch gepresster  
Zitronensaft,  
1 cl Zuckersirup,  
8 cl Sodawasser

**DRY MARTINI**  
5,5 cl Gin,  
1,5 cl trockener Wermut  
Alle Zutaten in ein Rührglas mit Eiswürfeln geben, gut umrühren und in eine gekühlte Martinischale abseihen. Öl aus einem Stück Zitronenschale auf den Drink spritzen oder mit einer Olive garnieren.

### Eine kleine Auswahl After Work Bars

#### NEW YORK

- **Brass Monkey**  
55 Little West 12th St, New York, NY 10014  
Tel.: +1 212-675-6686
- **P. J. Clarke's**  
915 3rd Ave, New York, NY 10022  
Tel.: +1 212-317-2044

#### LONDON

- **The Owl & Pussycat**  
34 Redchurch Street, Shoreditch London E2 7 DP  
Tel.: +44 20-3487 0088

#### SINGAPUR

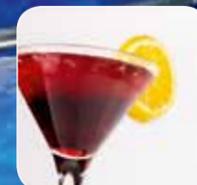
- **LeVel 33**  
8 Marina Boulevard, #33-01 Marina Bay,  
Tower 1, 018981 Singapore  
Tel.: +65 6834-3133

#### BERLIN

- **Quasimodo**  
Kantstraße 12a, 10623 Berlin  
Tel.: 030 31804560
- **Die Ständige Vertretung (StäV)**  
Schiffbauerdamm 8, 10117 Berlin  
Tel.: 030 2823965

#### MADRID

- **Mariana**  
Calle Juan de Mariana 14, 28045 Madrid  
Tel.: +34 915-276535



# Büroalltag.

## Ein Streifzug durch nicht alltägliche Büros.

Graue Wände, graue Schreibtische, graue Aktenschränke, graue Anzüge. Alles grau in grau, so zeigt sich noch vielfach der triste Büroalltag. Wo Unternehmen aber darauf Wert legen, dass Mitarbeiter sich wohlfühlen, inspiriert werden und ihre Kreativität und Arbeitskraft in vollem Maße entfalten können, zeigt sich der Büroalltag von einer ganz anderen, von seiner farben- und formenprächtigsten Seite.

# WorkScape

## Firmen definieren Arbeitsräume neu.

Der Bürokomplex folgt heute völlig anderen Gesetzen. Inspirierend und motivierend soll die Arbeitsumgebung wirken. Langeweile und klassische Büroboxen waren gestern. Heute werden kubische Formen aufgelöst, monotone Schwarz-Weiß-Grau-Tristesse wird abgeschafft. An ihre Stelle treten in modernen Büros organische Linienführung, aufregende Farbenspiele, olfaktorische und haptische Erlebnisse durch natürliche, neuartige und aufregende Materialkombinationen.

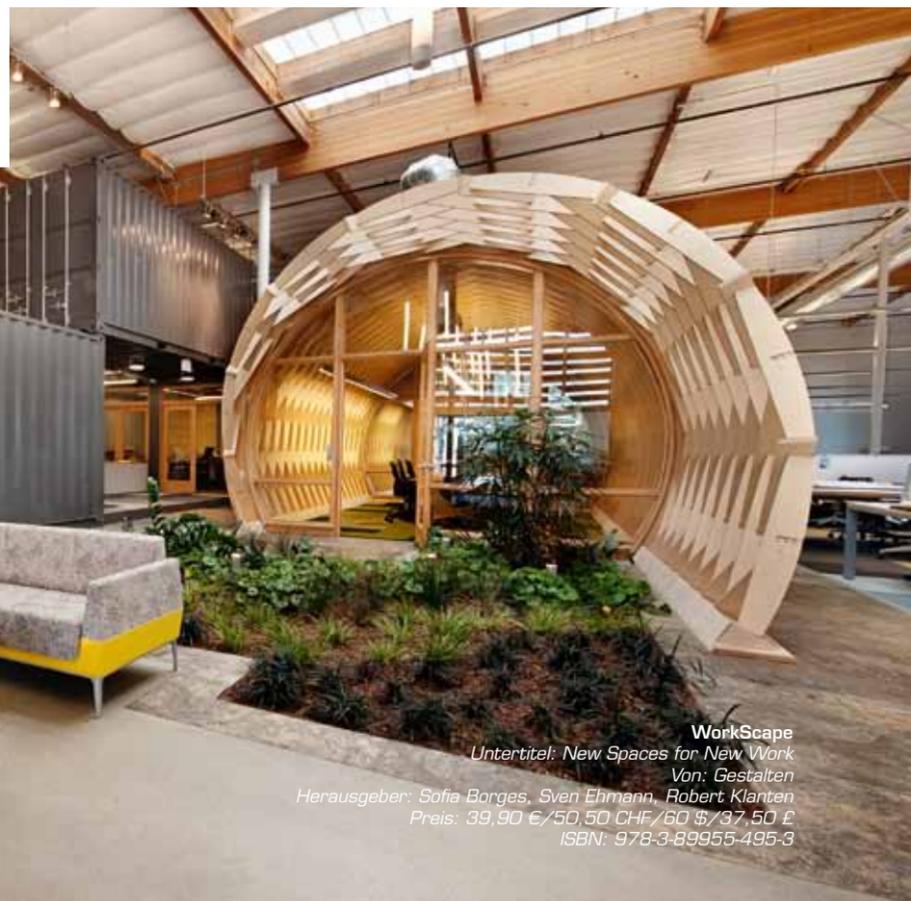


**Sofia Borges** hat sich aufgemacht und rund um den Globus die aufregendsten Bürokomplexe ausfindig gemacht. WorkScape, so der Titel des Buches, ist ein wunderbares Bürowerk mit beeindruckenden Bildern. Sie zeigen, wie schön die Bürowelt sein kann.

Wenn man durch die gut drei Dutzend Bürogebäude wandert, u. a. die der Internetgiganten Google und AOL, des Sport-artikel-Designers Hurley oder der Traumfabrik von dreamworks, fällt vor allem eins auf: Viel natürliches Licht, organische Formenvielfalt und kreative Farbgebung sind der gemeinsame Nenner dieser so unterschiedlichen und außergewöhnlichen Büros.



**Hayden Place**  
von Cunningham Group Architecture,  
Fotografie: Christiane Ingenthron.



**WorkScape**  
Untertitel: New Spaces for New Work  
Von: Gestalten  
Herausgeber: Sofia Borges, Sven Ehmann, Robert Klanten  
Preis: 39,90 € / 50,50 CHF / 60 \$ / 37,50 £  
ISBN: 978-3-89955-495-3

Der klassische Nine-to-five-Job ist passé. In der Bürowelt von morgen wachsen Arbeits-, Freizeit- und Wohnkultur viel stärker zusammen. Plüschige Sofaecken laden zum entspannten Nachdenken ein, Fitness- und Wellness-Einrichtungen sorgen für den notwendigen Bewegungsausgleich zur sitzenden Tätigkeit. Und mit Einrichtungen wie Kitas, Gemüsegarten oder Fahrrad-Sharing zieht Familiäres ins Büro mit ein.

Lassen Sie sich von dieser Fotostrecke inspirieren und tauchen Sie ein in die spektakuläre Bürowelt von WorkScape.



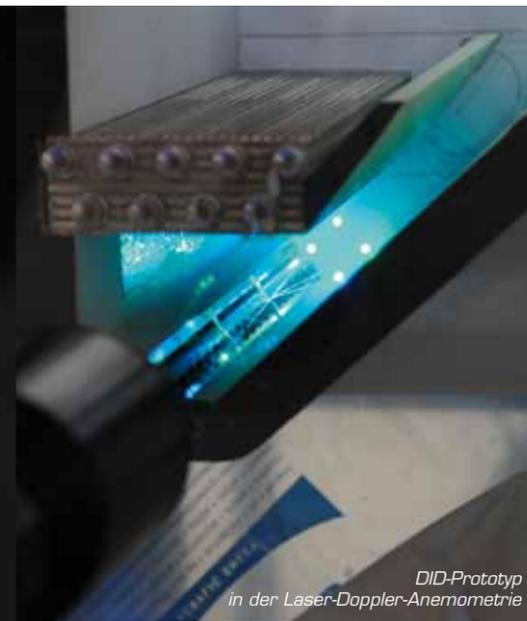
**Oben: One Size-Box in a Box**  
von Origins Architecten, Fotografie: Stijn Poelstra/Stijn Stijl.  
**Unten: AOL Headquarter**  
von Studio O+A, Fotografie: Jasper Sanidad.  
**Rechts: ANZ Centre**  
von Hassell and Lend Lease Design,  
Fotografie: Peter Bennetts und Earl Carter.  
Alle Bilder aus WorkScape, Copyright Gestalten 2014.





# Modernste Messmethoden.

## Für ein Höchstmaß an Effizienz.



DID-Prototyp  
in der Laser-Doppler-Anemometrie

**Optimierte Strömungsbedingungen im Inneren raumluftechnischer Komponenten, wie beispielsweise Deckeninduktionsdurchlässe, können Leistung, Effizienz und auch akustische Eigenschaften verbessern. In enger Zusammenarbeit mit dem E.ON Energy Research Center der RWTH Aachen arbeitet TROX deshalb kontinuierlich daran, ein strömungstechnisches Optimum für die innovativen Produkte zu erreichen. Dabei bedienen sich die Wissenschaftler modernster, leistungsfähiger Messmethoden, um Strömungseigenschaften zu analysieren.**

### Messen mit Licht.

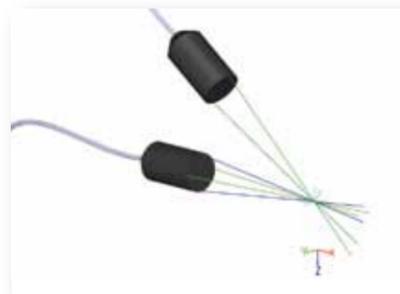
Eine genaue Kenntnis bestimmter Strömungsmerkmale wie Geschwindigkeit, Richtung oder Turbulenzgrad ist die entscheidende Voraussetzung für die Wirksamkeit von Lüftungs- und Klimakomponenten.

Wir stellen Ihnen hier eine berührungslose Messtechnik, die Laser-Doppler-Anemometrie, vor, eine optische Messmethode zur Ermittlung der Luftgeschwindigkeiten durch Lichtdetektion. Dem strömenden Fluid

Luft werden zur Streuung des Lichts Kleinstpartikel, die genau der Strömung folgen, zugegeben. Die Lichtstreuung sorgt dafür, dass Luftströmung „sicht- und messbar“ gemacht werden kann. Denn die Laserstrahlen erfahren bei einer Streuung an bewegten Partikeln eine Frequenzverschiebung, die von der Geschwindigkeit der Partikel abhängt und damit als Geschwindigkeitsmessinformation dient.

### Die Laser-Doppler-Anemometrie.

Die Laser-Doppler-Anemometrie wird angewandt, um Geschwindigkeits- und Turbulenzgrößen sowie Richtung eines strömenden Fluids an einem bestimmten Punkt zu messen. Mittels drei in einem Punkt sich



Drei an einem Punkt sich kreuzender Laserlichtpaare zur Analyse der Strömungseigenschaften.

kreuzender Laserlichtpaare verschiedener Wellenlängen können die drei Geschwindigkeitskomponenten der Strömung gleichzeitig bestimmt werden: indem man die Frequenz des Lichts misst, das von einem Partikel, das den Kreuzungspunkt durchquert, gestreut wird. Superschnelle Rechner und Transformationsalgorithmen „übersetzen“ dabei die über einen Fotodetektor in ein elektrisches Signal gewandelte, geschwindigkeitsabhängige Lichtstreuung der mitschwimmenden Partikel in die relevanten Geschwindigkeitskomponenten.

### Einsatz in der Entwicklung von DID-Komponenten.

Am Beispiel eines Deckeninduktionsgeräts lassen sich verschiedene Optimierungsaufgaben erläutern. Deckeninduktionsgeräte werden für die Belüftung sowie für die leistungsstarke Kühlung oder Heizung von Innenräumen eingesetzt. Für Anwendungen mit hohen thermischen Lasten und geringen bis mittleren Luftwechselraten wird – bei geringem Raumbedarf – eine hohe Energieeffizienz erreicht. Das charakteristische Merkmal von Deckeninduktionsdurchlässen ist das

**Induktionsprinzip:** Innerhalb des Geräts wird die vorkonditionierte Primärluft, die vom Zentralgerät bereitgestellt wird, mittels einer Reihe kleiner Düsen eingebracht. Die turbulente Vermischung der sich ausbildenden Luftstrahlen mit der unmittelbar umgebenden Luft bewirkt, dass Sekundärluft in das Gerät gesogen wird. Dabei durchströmt sie einen Wärmeübertrager. Typischerweise werden so pro Volumenteil Primärluft etwa vier Volumenteile Raumluft durch den Wärmeübertrager geführt und je nach eingestellter Wassertemperatur gekühlt oder erwärmt.

Die Wirksamkeit, mit der die Primärluft Raumluft induziert, wird durch das sogenannte Induktionsverhältnis beschrieben. Es stellt eine globale Zielgröße einer Optimierung dar und hängt direkt von den Strömungszuständen in einem Induktionsgerät ab. Entscheidend für ein hohes Induktionsverhältnis ist, dass Strömungsverluste durch die Geometrien im Induktionsgerät möglichst gering gehalten werden. Dazu bedarf es wegen der Komplexität der Strömung und der großen Anzahl geometrischer Freiheitsgrade im Geräteinneren solcher Messmethoden, um optimierte Geometrien zu entwickeln.

TROX Ingenieure arbeiten in Zusammenarbeit mit der RWTH Aachen kontinuierlich an der Weiterentwicklung und Verbesserung unserer raumluftechnischen Komponenten, Geräte und Systeme.

The art of handling air | TROX

←
+
http://www.trox.de/

## World Wide Web.

### Neuer TROX Online-Auftritt.

Seit Januar ist er online: der neue Internet-Auftritt von TROX. Die Intentionen für die neue Website sind mit zwei Anglizismen aus der Online-Fachwelt treffend zu umschreiben: **User-Centered** und **Responsive Design**. Was steckt hinter diesen Schlagworten der Webdesigner?

**User-Centered Design.**

Ganz einfach: „Unsere Nutzer sind nicht zuletzt durch die innovativen technischen Möglichkeiten der Webseitenprogrammierung sowie durch das moderne, besser strukturierte Screendesign stärker noch als bisher ins Zentrum des Konzepts unserer interaktiven Systeme gerückt“, meint dazu Klaus Stöckel, der IT-Experte bei TROX. Das äußert sich in einer schlüssigen, nachvollziehbaren und

vor allem zielgruppenorientierten Nutzerführung. So wählt der User unter dem Navigationspunkt „Kompetenzfelder“ sein Betätigungsfeld, beispielsweise Planer oder Architekt, Anlagenbauer oder Betreiber. Durch diesen Filter kommt er schnell an die speziell für seine Berufsgruppe aufbereiteten Informationen.

**Responsive Design**

Auch die Suche nach spezifischen Informationen gestaltet sich durch die integrierte Google-Suchtechnologie einfacher und komfortabler, ebenso wie durch die neue intelligente Filterfunktion, beispielsweise im Productfinder. Die Optimierung der Bedienung und Leserführung macht es außerdem möglich, dass wesentlich detailliertere Produktinformationen zur Verfügung gestellt werden und sie trotzdem einfach erreichbar sind.

Moderner, informativer, schneller und vor allem nützerrelevanter: der neue Online-Auftritt von TROX.

# Die Mechanik der Bürokratie.

## Parkinson's Law.

Vor über 50 Jahren formulierte der Soziologe Cyril Northcote Parkinson die Parkinsonschen Gesetze, die bis heute nichts von ihrer Aktualität und Absurdität verloren haben.

### Das Wachstum der Bürokratie.

*„Work expands so as to fill the time available for its completion.“\**

Verwaltungen, so Parkinsons Erfahrungen, als er im Dienste Seiner Majestät stand, haben einen stetigen Zuwachs an Personal zu verzeichnen. Unabhängig vom Umfang der Aufgaben. Nach Parkinsons wundersamen Beobachtungen nahm der Personalbestand jährlich zwischen 5,2 % und 6,6 % zu. Selbst bei Wegfall der Kernaufgaben, so seine Überzeugung, würden Verwaltungsaufgaben nicht schrumpfen. Ein Schelm, wer dabei an Business- und an Process-Mapping, Controlling oder Procurement und nicht zuletzt an nicht enden wollende PowerPoint-Präsentationen denkt. Alles Dinge, die verwaltet werden wollen.

Denn als Beamter in der Königlich-Britischen Marine stellte Parkinson fest, dass die Zahl der Verwaltungsangestellten im britischen Kolonialministerium wuchs und wuchs. Nach seiner Einschätzung entwickelt sich der Angestelltenstab in jeder Verwaltung dabei nach folgender Formel:

$$x = \frac{2k^m + L}{n}$$

- k** = Zahl der Angestellten, die Beförderung anstreben, indem sie neue Untergebene einstellen.
- m** = Anzahl der Arbeitsstunden pro Person, die der Anfertigung von Memoranden im internen Büroverkehr dienen.
- L** = Differenz zwischen dem Alter bei Einstellung und dem Alter bei Pensionierung.
- n** = Zahl der Verwaltungseinheiten, die vom Büropersonal tatsächlich erledigt werden.
- x** = Zahl der neuen Angestellten, die von Jahr zu Jahr angeheuert werden müssen.

Seine Formel stützte sich darauf, wie sich das Personal der britischen Verwaltung entwickelte. Parkinson wies nach, dass im Jahre 1914 die Admiralität 62 Großkampfschiffe, im Jahre 1928 dagegen nur noch 20 zu verwalten hatte.

Während die Schiffseinheiten um 67,74 % und die Zahl der Besatzungen um ein Drittel abnahmen, vermehrte sich im gleichen Zeitraum

die Zahl der Angestellten bei den Schiffswerften um wundersame 40,28 %, das Verwaltungspersonal in der britischen Admiralität gar von 2000 auf 3569, also um nicht weniger als 78,45 %.

Auch im britischen Kolonialamt hatte sich zwischen 1935 und 1954 das Gebiet der britischen Kolonien zwar einschneidend verkleinert, der Personalbestand jedoch mehr als vervierfacht.

### Die wunderliche Vermehrung der Arbeit.

Arbeit vermehrt sich auf wunderbare Weise! Sind das die trivialen Hirngespinnste eines britischen Humoristen? Weit gefehlt, wenn man sich die heutige E-Mail-Flut vor Augen führt. Lesen Sie dazu über eine typische Büro-Alltagssituation frei nach Parkinson [s. rechts].



Na ja, wird sich jeder denken: „Ich habe es ja schon immer gesagt, der wachsende E-Mail-Verkehr mit der unsäglichen Sitte ‚Kopie an‘ ist der wahre Grund nachlassender Effizienz. Da ist das persönliche Gespräch doch weit- aus effizienter. Denn das widmet sich ausschließlich essentiellen Dingen.“

Weit gefehlt, wäre Parkinsons Antwort mit seinem Lehrsatz zur Meeting-Kultur: **„Die auf einen Tagesordnungspunkt verwendete Zeit ist umgekehrt proportional zu den jeweiligen Kosten.“**

Parkinson schildert für diese These eine Finanzausschusssitzung. Dort ging es um: • die Bewilligung der Gelder für einen Atomreaktor (10 Mio. \$, Diskussionsdauer 2 ½ Minuten). • einen Fahrradunterstand (2.350 \$, 45 Minuten) und • Kaffee für die Sitzungen eines anderen Ausschusses (monatlich 4,75 \$, 5 ¼ Stunden).

Inkompetenz in wichtigen Sachfragen werde durch ausführliche Wortmeldungen zu trivialen Punkten kompensiert, wodurch es immer wieder zu verheerenden Fehlentscheidungen und der Verschwendung von Ressourcen komme.

Dazu fällt einem der alte Adenauer ein: **„Die zehn Gebote sind deshalb so klar und eindeutig, weil sie nicht auf einer Konferenz beschlossen wurden.“**



**A** leitet eine Abteilung von sieben Angestellten. Eine eingehende Mail gelangt an alle sieben der Abteilung. **E** entscheidet, dass die Mail in die Zuständigkeit von **F** fällt. Er entwirft eine kurze Antwort, bevor **C**, nachdem er den Entwurf drastisch bearbeitet hat, den Vorgang zur Rücksprache an **D** weiterleitet, der wiederum vorschlägt, dass **G** sich mit der Sache befassen solle. **G** geht in und **B** ist im Urlaub. Deshalb übermittelt **G** den Entwurf an **H**, der eine kurze Stellungnahme verfasst, und sie cc an **D** zu **C** sendet. **C** bearbeitet den Text und leitet die Neufassung an **A**, der sämtliche Änderungen rückgängig macht und auf den Text von **F** zurückgreift.

### Impressum:

Herausgeber:  
TROX GmbH  
Heinrich-Trox-Platz  
D-47506 Neukirchen-Vluyn  
Tel.: +49 (0)2845/202-0  
Fax: +49 (0)2845/202-265  
E-Mail: trox@trox.de  
www.trox.de

Realisation:  
TR advertising  
Schanzenstraße 6–8  
D-40549 Düsseldorf

Redaktion:  
Christine Roßkothen, TROX GmbH  
Klaus Müller

Redaktionsbeirat:  
Ralf Joneleit  
Sven Burghardt

Druck:  
Limberg-Druck GmbH  
Industriestr. 17  
D-41564 Kaarst

Lektorat:  
WIENERS+WIENERS GmbH  
An der Strusbek 12b  
D-22926 Ahrensburg

Art Direction:  
Alexandra Höver

Bildredaktion:  
Alexandra Höver  
Klaus Müller

Bildquellen:  
Titel: Fotolia; Thinkstock  
Seite 4/5: Ivan Brodey/Statoil  
Seite 6/7: Fotolia; Ivan Brodey/Statoil; TROX GmbH  
Seite 8/9: bygenytt.no/Statoil; Fotolia; TROX GmbH  
Seite 10/11: Fotolia; TROX GmbH  
Seite 12/13: TROX GmbH  
Seite 14/15: Fotolia; MetroNaps ApS  
Seite 16/17: Brabus; Fotolia; Lista Office LO; Napshell  
Seite 18/19: Fotolia, Wikimedia Commons: Lewis Hine  
Seite 20/21: Fotolia; Shutterstock; Wikimedia Commons: Alfred Löhr, Kosmopolitat, Courtesy of Ray Kurzweil and Kurzweil Technologies Inc.  
Seite 22/23: Fotolia; Getty Images; Thinkstock  
Seite 24/25: Fotolia  
Seite 26/27: Fotolia  
Seite 28/29: Fotolia; Rafael de La-Hoz Arquitectos; Sarah Byrne  
Seite 30/31: Ben Corrigan; Boris Bernaskoni; Fotolia; TROX GmbH; Vittorio Jacomussi  
Seite 32/33: Fotolia  
Seite 34/35: Fotolia; TROX GmbH  
Seite 36-39: Verlag: Gestalten, Hrsg.: Sofia Borges, Sven Ehmann, Robert Klanten, Fotografie: Peter Bennetts/Earl Carter, Christiane Ingenthron, Jasper Sanidad, Brandon Shigeta, Stijn Poelstra/Stijn Stijl  
Seite 40/41: Fotolia; TROX GmbH  
Seite 42/43: Fotolia  
Seite 44: Fotolia; Thinkstock



**TROX GmbH**  
Heinrich-Trox-Platz  
D-47504 Neukirchen-Vluyn  
Tel.: +49 (0)2845/202-0  
Fax: +49 (0)2845/202-265  
trox@trox.de  
www.trox.de