



**Planer  
am  
Bau**



# wirtschaftlich BAUEN

Ein Journal vom Ingenieurbüro W+S WESTPHAL • 23. Ausgabe • 2011

## „Zeichnen ist die Sprache des Ingenieurs“

notierte der Erfinder der graphischen Statik Karl Cullmann (1821-1881) bündig und visionär im Vorwort seiner 1866 veröffentlichten Monographie „Die graphische Statik“.

*(Quelle: Christine Lehmann, Bertram Maurer: Karl Cullmann und die grafische Statik - Zeichnen, die Sprache des Ingenieurs; 2006 Ernst & Sohn, Berlin)*

### Zeichnen heißt erklären

Es reiche nicht, mit Worten (oder Zahlen) zu erklären, wie eine Brücke aussehen soll. Man müsse sie zeichnen.

Die zeichnerischen Verfahren in eine mathematisch fundierte Ordnung zu bringen, war Cullmanns Bedürfnis. Es gelang ihm in herausragender Weise. Die graphische Statik bedeutete den Aufstieg von der Technik zur Wissenschaft. Anfang des 20. Jahrhunderts geriet sie etwas in Vergessenheit, weil Relativitätstheorie und Quantenphysik die Grenzen des Vorstellbaren - und Darstellbaren - sprengten. Verbildlichung geriet in Verruf, die abstrakte Malerei war „en vogue“. Heute bringen Computer-Darstellungen, nicht zuletzt 3D-Animationen, die Anschaulichkeit ins Rechenwerk der Statik zurück.

Aber nicht durch die Ingenieure selbst, denn die sind in der heutigen Zeit zeitlich kaum noch in der Lage, Zeichnungen selbst anzufertigen. Zu hoch sind die Anforderungen durch Berechnungsverfahren, Normen und nicht zuletzt auch Haftungsfragen.



Seit Anfang 2001 ist **Sandra Henseleit** bei uns. Bei der täglichen Arbeit an Schal- und Bewehrungsplänen steht sie oft direkt im Spannungsfeld Berechnung - Baustelle - DIN-Normen.

**Carmen Tofahrn** ist seit Mitte 1994 in unserem Büro und hat ein besonderes Interesse an der Objektplanung und an Stahlbaudetails.



### Bauzeichner sprechen „Ingenieur“

Die Anschaulichkeit wird vielmehr vorrangig von einer Berufsgruppe realisiert, die nicht nur im Arbeitsalltag, sondern auch in unserem Journal häufig „vergessen“ wird. Aber ohne sie gäbe es viel zu oft Verständigungsprobleme zwischen Ingenieur und Bauherr: die Bauzeichner(innen). Sie sind immer da und sind immens wichtig für den reibungslosen Ablauf zwischen Ingenieurbüro und Baustelle. Insbesondere im Stahlbetonbau müssen die Berechnungen der oft abstrakten Modelle (FEM-Methode) in lesbare und verlegbare Bewehrungspläne übersetzt werden.

### Was machen Bauzeichner?

Bauzeichner sind die „rechte Hand“ des Bauingenieurs. Bevor ein Gebäude, ein Kraftwerk, eine Brücke oder eine Straße gebaut werden, müssen Bauzeichner eine genaue Darstellung des Bauwerks und seiner einzelnen Teile, seiner Lage, der Konstruktion, der Versorgungseinrichtungen und anderer Details mit exakten Maßen anfertigen. Sie (über-) setzen Entwurfsskizzen oder die Berechnungen der Ingenieure in genehmigungsfähige und normgerechte Bau- und Ausführungszeichnungen um. Dabei arbeiten sie heute fast ausschließlich mit spezieller CAD-Software und erstellen Rohbauzeichnungen, Schal- und Bewehrungspläne, Lagepläne, Baustelleneinrichtungspläne sowie Details des Beton-, Mauerwerk-, Holz- oder Stahlbaus. Dazu benötigen sie auch Kenntnisse über die Baumaterialien und deren Verwendung. Außerdem nehmen sie das Aufmaß (messen z.B. Längen, Höhen und Breiten) von Flächen, Bauteilen und Baukörpern und übertragen diese Daten in die Planunterlagen. Bauzeichner müssen sehr gewissenhaft arbeiten, denn nach ihren Plänen richten sich alle Arbeiten am Bau. Dabei arbeiten sie eng mit Behörden, Bauherren und ausführenden Unternehmen zusammen, müssen also auch sehr kommunikativ und kundenorientiert sein.

Während früher mit Bleistift und Tusche am Reißbrett gezeichnet wurde, sind heute CAD-Programme das wichtigste Arbeitsmittel der Bauzeichner. Damit einher ging auch eine Veränderung der Anforderungen an diese Berufsgruppe von manuellen (Zeichen-) Fertigkeiten hin zu mehr theoretischem Wissen.

Bild: Bauzeichner 1975, Deutsche Fotothek, Eugen Nosko



Guten Tag, liebe Leserin,  
guten Tag, lieber Leser,

vor über 50 Jahren erstellte unser Bürogründer Dr. Träger die Statik für den „Normalwindkanal“ des DLR. Ende 2010 wurde der aktuell leistungsfähigste aero-akustische Windkanal der Welt in Braunschweig eröffnet. Für diese Erweiterung und Umrüstung des Normalwindkanals von 1961 hat das DLR wieder unser Büro mit der Tragwerksplanung beauftragt, was uns sehr stolz macht und unsere Leistungsfähigkeit bestätigt. Einen kurzen Bericht dazu finden Sie auf Seite 2, ausführlicher beschreiben wir das Projekt im Internet unter [www.ws-westphal.de](http://www.ws-westphal.de)

Hans-Georg Westphal  
Holger Schliesenski

Übrigens: Kurz vor Drucklegung dieser Ausgabe wurde unser Büro nach dem TÜV Rheinland-QualitätsStandard Planer am Bau zertifiziert!



# Windkanal Braunschweig

## Leistungsfähigster aero-akustischer Windkanal der Welt

### Umrüstung Niedergeschwindigkeits-Windkanal Braunschweig und Erweiterung der Versuchshalle mit Messwarte

Am 2. Dezember 2010 eröffnete das deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Braunschweig gemeinsam mit der Stiftung Deutsch-Niederländische-Windkanäle (DNW) den leistungsfähigsten aero-akustischen Windkanal der Welt. Dieser Windkanal zählt nicht nur zu den leisesten, sondern ist auch extrem flexibel und kann für unterschiedlichste aerodynamische und aero-akustische Untersuchungen eingesetzt werden: an Modellen von Zivil- und Militär-Flugzeugen, Raumfahrzeugen und Hubschraubern, sowie an Modellen und Großausführungen von Flugkörpern, Personen- und Lastkraftwagen, Strahltriebwerken, Propellern und Rotoren.

Aufgrund des hohen Eigenlärms von Windkanälen konnten bisher nur die dominanten Hauptquellen der Geräuscherzeugung, z.B. ausgefahrene Fahrwerke bei der Landung, erforscht werden. Andere, kleinere Lärmquellen, die in der Summe jedoch eine enorme Bedeutung haben, konnten bislang messtechnisch nicht erfasst werden.

Um auch zukünftig die erhöhten Anforderungen in der Akustikforschung erfüllen zu können, plante die DNW eine akustische Ertüchtigung des bestehenden Windkanals, der sich bereits durch sehr gute aerodynamische Eigenschaften auszeichnete.

Besonders stolz ist NWB-Leiter Dr. Andreas Bergmann auf die kurze Planungszeit. Diese war nur aufgrund der interdisziplinären Zusammenarbeit mit dem Simulationszentrum C<sup>2</sup>A<sup>2</sup>S<sup>2</sup>E im DLR-Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik möglich. So konnte die Windkanalströmung des geplanten Umbaus im Vorfeld berechnet und nach nur einjähriger Planungszeit mit der Umrüstung begonnen werden.

### Vorhandene Bebauung

Der Gebäudekomplex 110 auf dem Gelände des DLR Braunschweig wurde in den Jahren 1958/60 als „Normalwindkanal“ des D.F.L. geplant und gebaut. Die statischen Berechnungen und Zeichnungen dazu wurden von unserem Bürogründer Dr. Träger angefertigt.



die Stahl-Tragkonstruktion der Messwarte

Das Gebäude besteht aus drei eigenständigen Teilen, dem Westanbau mit 2-geschossigen Werkstattgebäuden, der ca. 300 m<sup>2</sup> großen Versuchshalle, die zwischen der westlichen und östlichen Windkanalröhre liegt, und dem Ostanbau, einem 2-geschossigen Bürogebäude. Alle Gebäudeteile wurden in Massivbauweise erstellt und sind bis auf den Gründungsbereich durch Gebäudefugen komplett voneinander getrennt.

### Umbaumaßnahmen an der Windkanalröhre

Um die heutigen technischen Anforderungen erfüllen zu können, wurde eine größere schallabsorbierende Windkanalröhre erforderlich.

Dazu wurde der westliche Teil der Stahlbetonröhre einschließlich der Fundamente komplett abgebrochen. Die neue, erheblich längere Windkanalröhre wurde als frei stehende Stahlbetonröhre mit äußerer Wärmedämmung westlich an die bestehende Röhre angeschlossen. Für die neuen größeren Umlenkschaufeln mussten Teile der Ecken der Röhrenwände im östlichen Teil des Windkanals abgebrochen werden. Um die Standsicherheit weiter zu gewährleisten, wurden die Halbrahmen der Ecken mit einer Stahlkonstruktion verstärkt.

### Erweiterung der Versuchshalle

Um mehr Lagerfläche für die demontierbaren aero-akustischen Einbauten zu erhalten, wurde die bestehende Halle auf der Nordseite erweitert. Der Anbau besteht aus einer Stahlrahmenkonstruktion und erstreckt sich über die gesamte bestehende Hallenbreite.

Um einen guten Blick auf die Versuchsaufbauten zu haben, wurde eine neue, 25 m lange Messwarte auf der westlichen Hallenseite geplant, die oberhalb des Windkanals liegt und in die Halle hinein ragt. Die scheinbar schwebende Messwarte ist eine architektonisch besonders ansprechende Stahlkonstruktion, deren Fußboden auf der Ebene der Arbeitsbühne liegt. Sie musste sehr leicht ausgeführt werden, da sie im Bereich des Hallenanbaus aus architektonischen Gründen nur an zwei Stellen über Zugstützen an das Hallendach angehängt werden konnte. Im Bereich der bestehenden Halle wird die Messwarte auf das Flachdach des Werkstattgebäudes gesetzt. Dieses Stahlbetondach wurde zur Abtragung der zusätzlichen Lasten mit Stahlunterzügen und Stützen ertüchtigt.

### Interessantes statisches Tragsystem

Eine besondere statisch-konstruktive Herausforderung war die horizontale Anbindung des Hallenanbaus an den Bestand.

Da aufgrund des Anbaus die Arbeitsbühne auf der Nordseite abgebrochen wurde, mussten die hieraus freiwerdenden Horizontallasten –



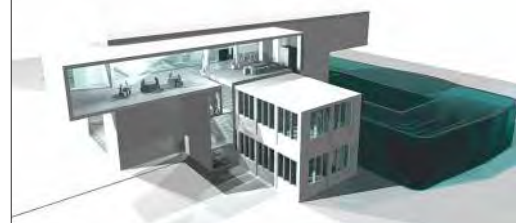
immerhin 380 kN (das entspricht etwa zehn ausgewachsenen Elefanten) – über das Stahlfachwerk der neuen Arbeitsbühne im Hallenanbau aufgenommen und über die Stahlbetonwandscheibe des Treppenhauses auf der Westseite sowie der Stahlkonstruktion des neuen Eingangs auf der Ostseite weitergeleitet und dann über die neue Gründung abgetragen werden.

Die neue Arbeitsbühne erhält jedoch nicht nur hohe horizontale Beanspruchungen, sondern auch vertikale Randlasten von 200 kN aus dem MPM (Model Positioning Mechanism). Das MPM ist eine Bewegungsplattform und lässt Bewegungen in sechs Freiheitsgraden zu. So können Flugzeugmanöver simuliert und hochpräzise Vorhersagen der Flugeigenschaften und dynamischen Lasten zukünftiger Flugzeuggenerationen gemacht werden.

Da am MPM keine niedrigen Resonanzschwingungen auftreten dürfen, wurde eine Schwingungsanalyse durchgeführt, die zusätzliche konstruktive Maßnahmen zur Schwingungsreduzierung erforderlich machte.

### Perspektivische Darstellung

mit freundlicher Genehmigung von HTP Architekten Braunschweig



Auch wenn das Bauwerksvolumen des Hallenanbaus nicht besonders groß erscheint, war die statisch-konstruktive Bearbeitung aufgrund der Vielzahl der besonderen technischen Anforderungen ausgesprochen aufwändig – eine echte Herausforderung für unser Team, die wir aber zur Zufriedenheit des Bauherrn und der anderen Beteiligten gut bewältigt haben.



Umlenkecke in der neuen Windkanalröhre

Das durch zahlreiche Umbaumaßnahmen zwischen 1968 bis 1972 geprägte Museum wird seit Mai 2009 erneut umgebaut.

Aufgrund eines neuen Nutzungskonzeptes sollten einige dieser Umbauten wieder zurückgebaut und durch weitere bauliche Maßnahmen ergänzt werden.

Die Konstruktion besteht im Wesentlichen aus massiv gemauerten bis zu ca. 65 Zentimeter dicken Wänden mit darin enthaltenen, teilweise zugemauerten Halbrundbögen. Das Prunkstück des Gebäudes ist der Lichthof im Gebäudeinneren, um den herum sich die Gänge erstrecken, in denen die Ausstellung gezeigt wird. Der Lichthof hat eine gebogene Stahl-/Glaskonstruktion mit einer Spannweite von ca. 16 Metern als sichtbares Staubdach. Die Länge des Raumes beträgt ca. 24 Meter, die maximale Höhe vom Fußboden bis zur Rundung des Glasstaubdaches ca. 20 Meter.

## Der Lichthof

war mit Bühnen aus Stahlträgern mit darauf verlegten Stahlbetondecken in verschiedenen Ebenen zugebaut worden, die über Stahltreppen erreicht wurden. Die Bühnen gehörten mit zur Ausstellungsfläche.

Für den Rückbau wurden die Stahlbetondecken auf den Bühnen mit einem kleinen Stemmbagger abgebrochen. Die über 16 Meter langen und etwa vier Tonnen schweren Stahlträger wurden vor dem Auflager abgetrennt und in einem Stück mit einem Autokran herabgelassen und aus dem Gebäude transportiert. In dieser Form ließen sich die Stahlträger anschließend weiterverkaufen.

Über dem Erdgeschoss des Lichthofes wurde eine neue, 24 Zentimeter dicke Stahlbetondecke von 16 x 16 Metern eingebaut. Diese bildet jetzt den unteren Abschluss des Lichthofes. Neue Stahlbetonstützen mit einer Dicke von 24 x 24 Zentimetern auf Einzelfundamenten tragen die Decke jetzt punktgestützt im Raster von ca. 4 x 4 Metern. Darunter entstand ein neuer Raum, der als Magazin genutzt wird. Der wiederhergestellte, großzügig gestaltete offene Lichthof soll zukünftig für Konzerte und andere öffentliche Veranstaltungen genutzt werden.

Die Nutzungsänderung stellte noch weitere Anforderungen an die Raumakustik und die Lüftungstechnik. Bei einer Ansammlung von über 200 Personen steigt die Luftfeuchtigkeit mit zunehmender Personenanzahl und Dauer eines Konzertes an, die Exponate der unverschlossenen Ausstellung in den offenen Gängen könnten beschädigt werden. Dazu musste die alte Anlage ertüchtigt werden. Es ist unter anderem noch geplant, die Raumakustik durch Schallsegel aus Glaselementen zu ergänzen.



## Städtisches Museum Braunschweig: Haus am Löwenwall

Das 1861 auf Initiative des Bürgertums gegründete Städtische Museum Braunschweig ist mit seinen umfangreichen Sammlungen zur Braunschweiger Kunst- und Kulturgeschichte eines der bedeutendsten kommunalen Museen Deutschlands. Der Baumeister Max Osterloh realisierte das durch Rundbögen sowie großzügige, lichtdurchflutete Raumfluchten gekennzeichnete Haus am Löwenwall 1906 im Jugendstil mit Mitteln des Braunschweiger Weltreisenden Carl Götting. Im Mittelpunkt des Baus steht der Lichthof, umgeben von einem Ausstellungs-Rundgang auf vier Etagen.

## Das Fluchttreppenhaus

mit Aufzug in Massivbauweise im östlichen Gebäudebereich störte das neue Raumkonzept, weil es die Ausstellungsgänge um den Lichthof auf eine Durchgangsbreite von nur noch zweieinhalb Metern verkleinerte. Das Treppenhaus sollte komplett in einem Zuge abgebrochen werden. Dazu waren Vorarbeiten notwendig, um die Standicherheit in diesem Gebäudebereich nicht zu gefährden.

## Geschickt eingefädelt...

Vom Erdgeschoss bis in das dritte Obergeschoss wurden zwei neue Abfangkonstruktionen eingebaut, bestehend aus geschossweise angeordneten Stahlstützen und Abfangträgern. Die vorhandenen Decken und Treppen erhielten dazu Kernbohrungen mit einem Durchmesser von ca. 350 mm, durch die die Stützen nach und nach geschossweise eingefädelt und darauf die Deckenträger gelegt wurden. Mit Hilfe dieser Konstruktion konnten die Bestandsdecken sowie die später zu schließenden Treppenlöcher und das Dachtragwerk abgefangen werden.

Die Abbrucharbeiten des Treppenhauses konnten vom Dachgeschoss aus beginnen, wobei der alte Aufzugsschacht als Entsorgungsschacht für den Schutt diente. In den einzelnen Geschossen entstanden Deckenlöcher von ca. 10 x 3 Metern, da die Umfassungswände und die Treppenläufe

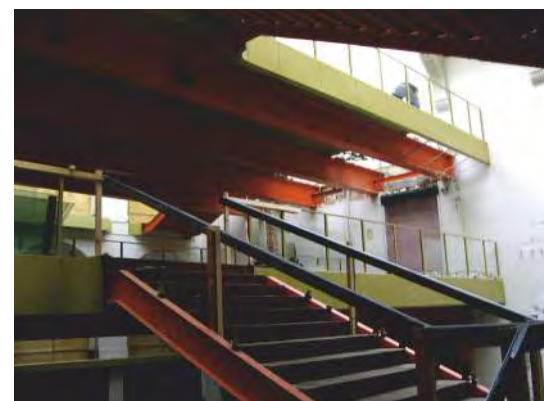
mit den Podesten nach und nach abgebrochen wurden. Die Absturzsicherungen und die Deckenöffnungen in den Geschossen bekamen von jetzt an eine besondere Bedeutung: Vom Erdgeschoss aus konnte man bis unter das Dach fast 25 Meter hoch schauen. Die Gebäudeaussteifung war durch die umlaufenden alten Stahlbetondecken gewährleistet. Anschließend wurden die Deckenlöcher wieder zubetoniert – das Treppenhaus war entfernt worden.



Um den ursprünglichen Charakter des Gebäudeinneren wieder herzustellen, wurden abschließend die zugemauerten Durchgänge mit darüber liegenden Halbrundbögen wieder geöffnet.



Der Lichthof vor und während der Abbrucharbeiten der 16 Meter langen Bühnen, auf denen auch die Ausstellung gezeigt wurde.



# Neubau Mensa und Sanierung Grundschule Heidberg

Im Zuge des Konjunkturprogramms II wurde der Klassentrakt und der WC-Trakt der 1965 erbauten Grundschule im Auftrag des Gebäudemanagements der Stadt Braunschweig 2009/10 umfassend saniert sowie für den erweiterten Ganztagsbetrieb der Schule eine Mensa mit Küche sowie Neben- und Ruheräumen als Anbau zwischen dem Klassen- und dem WC-Trakt verwirklicht.

## Der Klassentrakt

besitzt zwei Treppenhäuser, die das Gebäude in drei Abschnitte unterteilen. Die Treppenhäuser sind durch Gebäudefugen von den angrenzenden Abschnitten getrennt. Die Decken über dem 1.OG und dem EG sind Stahlbetonrippendecken, die Kellerdecke ist eine Stahlbeton-Plattendecke. Die tragenden Giebel- und die Innenquerwände aus Mauerwerk dienen als Deckenaufleger und sind auf Streifenfundamenten gegründet.

Neben der unzureichenden Dämmung der Außenbauteile (Außenwände, Dach, Kellerdecke) war der Anblick der Waschbeton-Fertigteile-Fassade an den Längsseiten für die heutige Zeit recht trist.

Geplant war, den Klassentrakt energetisch zu sanieren, ferner sollten die Ansprüche einer kindgerechten Lernumgebung in die Umbaumaßnahmen mit einfließen. Zum Beispiel konnten die Kinder auf der Südseite nicht hinaus schauen, da die Brüstung unter den Fenstern ca. 1,4 m hoch war.

Die Sanierung umfasste:

- ▶ Rückbau der gesamten aufgeständerten Dachkonstruktion bis oberhalb der Stahlbetonrippendecke über dem OG und Neuaufbau einer Warmdach-Gefälledämmung mit bituminöser Dachabdichtung,
- ▶ Ausbau aller Waschbetonfassadenelemente (Sandwichplatten) der Gebäudelängsseiten,
- ▶ Einbau neuer Außenwandfertigteile aus Stahlbeton und Einbau aussteifender Mauerwerksscheiben mit komplett veränderter Fensterteilung und geringeren Brüstungshöhen,
- ▶ Austausch aller Fensterelemente und Außentüren,
- ▶ neues Vorhang-Fassadensystem aus Faserzementplatten mit Dämmung auf den gesamten Außenwandflächen,
- ▶ Dämmung der Kellerdecke von unten.



Bei den Deckenrandunterzügen durften die seinerzeit angesetzten Lasten durch die neuen Außenwandelemente nicht überschritten werden, um eine zusätzliche kostenintensive Ertüchtigung der Bauteile zu vermeiden. Insgesamt wurde die Gesamtlastsituation durch die Umbaumaßnahmen nur unwesentlich verändert.

Aufgrund des geringen Zeitfensters (Vorgabe Konjunkturprogramm sowie übergangsweise Auslagerung der Kinder in eine andere Schule) mussten die Arbeiten möglichst schnell geplant und umgesetzt werden. Daher arbeiteten zwei Rohbau-Unternehmen parallel.

Zur schnellen Bearbeitung dienten auch die neuen Fassadenfertigteile für den Klassentrakt. Diese konnten zügig eingesetzt werden, sodass die Fassade nur über einen kurzen Zeitraum offen stand.

## Der WC-Trakt

ist mit dem Klassentrakt über einen schmalen Verbindungsang verbunden. Der ehemalige überdachte Außenbereich vor den WC's wurde im Zuge des Mensa-Neubaus zum Innenbereich.

Des Weiteren wurde auf der Südseite in Anlehnung an die Architektur des Neubaus ein Verblendmauerwerk mit Dämmung als neue Außenfassade vor die vorhandene Konstruktion gesetzt. Das vorhandene Flachdach wurde komplett mit Gefälledämmung saniert, eine aufgesetzte Attika bildet mit der Attika des Neubaus einen gleichmäßigen Übergang.

Zwischen Klassen- und WC-Trakt wurde

## die neue Mensa

mit Küche und Ruheräumen gebaut.

Der in massiver Bauweise erstellte eingeschossige Neubau ist nicht unterkellert. Die Stahlbetondecke wird über der Mensa durch Stahlbeton-Unterzüge, ansonsten durch Wände getragen. Die nördliche Außenwand besteht wegen der großen Öffnungen aus Stahlbeton-Bauteilen.

Die bei der Bearbeitung der Bestandsgebäude festgestellten Schäden an den Betonbauteilen (z.B. Abplatzen des Betons durch Korrosion der Bewehrung) wurden auf Grundlage der Richtlinie über den Schutz und die Instandsetzung von Betonbauteilen (RILI SIB) saniert.

Verbindungsang und Klassentrakt Südseite (Blick von Osten)

Architekten:  
Schneider + Sendelbach Architekten, Braunschweig

## Humor

### Du bist Ingenieur, wenn...

- ▶ wenn du zwar das zweite Gesetz der Thermodynamik, aber nicht deine Hemdgröße kennst
- ▶ wenn du noch nie ein Festplatten-Backup gemacht hast
- ▶ wenn du jemals das Anschlusskabel eines defekten Elektrogerätes zur eventuellen späteren Verwendung aufgehoben hast
- ▶ wenn du 70 Anschläge in der Minute tippen, aber deine Handschrift nicht lesen kannst
- ▶ wenn du glaubst, dass die wirklichen Helden von „Apollo 13“ in der Bodencrew waren
- ▶ wenn du mehr Geld für deinen Computer ausgegeben hast als für dein Auto
- ▶ wenn du jemals versucht hast ein 4,99-Euro-Radio zu reparieren
- ▶ wenn dich dein 3-jähriger fragt, warum der Himmel blau ist und du ihm etwas von atmosphärischer Absorption und Rayleigh-Streuung erklärst
- ▶ wenn du in deinem Haus alles automatisiert hast, aber nichts davon genügt den Vorschriften
- ▶ wenn deine Liebste ständig über das Kabel stolpert, daß du vor 3 Jahren „vorübergehend“ verlegt hast
- ▶ wenn du noch mindestens einen historischen Computer im Keller hast
- ▶ wenn du diese Liste komplett gelesen hast – und die ganze Zeit versucht hast dir einzureden, dass wenigstens einer der Punkte nicht auf dich zutrifft...

Quelle: dipling (<http://www.yaws.de/dipling>)

## Impressum

Herausgeber: Dipl.-Ing. H.-G. Westphal  
W+S WESTPHAL

Ingenieurbüro für Bautechnik GmbH  
Karlstraße 92, 38106 Braunschweig  
Telefon: 0531 238090, Fax: 0531 2380920

e-mail: [info@ws-westphal.de](mailto:info@ws-westphal.de)  
<http://www.ws-westphal.de>

Redaktion: Dr.-Ing. Knut Marhold, Wuppertal

