

GLAS

Vom geheimnisvollen Kunstobjekt zum Hightech-Produkt

Wir leben in einer Zeit rasanter technologischer Entwicklungen in vielen Bereichen: Medizin, Raumfahrt, Verkehr, Internet. Doch eines der wichtigsten Erzeugnisse, *welches unsere Welt womöglich mehr prägt als alle anderen*, ist bereits mehrere Tausend Jahre alt: Glas

Es existieren viele Mythen über die Ursprünge der Glasherstellung. So soll es bei der Zerstörung der mesopotamischen Stadt Ur entstanden sein, als das Feuer den sandigen Wüstenboden zum Schmelzen brachte. An dieser Geschichte sind jedoch starke Zweifel angebracht, nicht zuletzt, weil ein Stadtbrand wohl kaum die dafür notwendigen rund 1600 Grad Schmelztemperatur entwickeln konnte. Nicht zuletzt hat man bei Untersuchungen der Bombardierung Dresdens 1945 festgestellt, dass die durch den Feuersturm entfachten Temperaturen eben nicht ausreichen, um beispielsweise emailierte Straßenschilder oder Glasfenster zum Schmelzen zu bringen. Inzwischen geht man davon aus, dass Glas eher zufällig als Nebenprodukt bei der Herstellung von Töpferware entdeckt wurde.

Als der Mensch vor etwa 12 000 Jahren damit beginnt, sich stabile Behausungen zu bauen, überkommt ihn das Problem, wie er mit Lichtmangel und dem

Rauch der Feuerstellen umgehen soll. Löcher in der Wand sind eine naheliegende Lösung, aber damit entweicht auch die Wärme, und von außen bläst es kalt hinein. In der Bronze- und Eisenzeit hat man daher die „Fenster“ mit in Öl getunkten und gespannten Tierhäuten abgedeckt. Erst im 2. Jahrhundert n. Chr. kommen bei den Römern richtige Fensterscheiben zum Einsatz, die auf beiden Seiten glatt und damit durchsichtig sind. Selbstverständlich sind sie ein Privileg für Reiche.

Neben natürlichen transparenten Mineralien wie Obsidian, Glimmer oder dem als Marienglas bekannten Selenit, das schon die Römer laut Plinius dem Älteren für Fensterscheiben nutzten, entwickeln antike Kulturen im östlichen Mittelmeerraum etwa um 3500 v. Chr. die Technik zur Herstellung künstlichen Glases. Schriftliche Quellen aus dem mesopotamischen Ugarit erwähnen um 1600 v. Chr. die Produktion von Glas, und ägyptische Texte aus der Zeit deuten an, dass gläserne Waren aus



GLASKUNST AUS ÄGYPTEN
Das Parfümfläschchen stammt aus dem 14. Jahrhundert v. Chr. (Metropolitan Museum, New York)

RÖMISCHES FARBENSPIEL

Wird der Lycurgus-Becher von hinten beleuchtet, ist er rot. Kommt das Licht von vorne, wirkt der Kelch grün (4. Jahrhundert, British Museum, London)



ZEITZEUGEN Dekanter, Vasen, Flaschen und Becher aus Pompeji (1. Jahrhundert, Archäologisches Nationalmuseum, Neapel)

diesem Raum importiert werden. Ein Kelch mit dem Namen des Pharaos Tutmosis III. (um 1450 v. Chr.) gilt neben den sogenannten Nuzi-Perlen als ältestes sicher zu datierendes Glasgefäß. Erste schriftliche Überlieferungen zur Herstellung von Glas finden sich in der Bibliothek des assyrischen Königs Assurbanipal und stammen etwa aus dem Jahr 650 v. Chr. Für die Herstellung wird Quarzgestein zerkleinert, mit sodahaltiger Pflanzenasche – die die notwendige Brenntemperatur senkt – vermischt und bei 800 Grad zu einer Fritte verschmolzen, die nach dem Abkühlen zerkleinert und in Tiegeln bei bis zu 1100 Grad zu Barren gegossen wird. Mit Oxiden wird das Rohglas schwarz, violett, blau, grün, rot, gelb oder weiß gefärbt und in Barren gehandelt. Sie finden sich auf einem Schiffswrack aus dem 14. vorchristlichen Jahrhundert vor dem türkischen Bodrum. Die Barren können dann bei vergleichsweise niedrigen Temperaturen zu Hohl- und Flachgläsern verarbeitet werden. Im antiken Rom erreichen die Glashandwerker bereits eine hohe Kunstfertigkeit und stellen sogenannte Netzbecher

aus Diatretglas her, bei dem das Gefäß von einer Außenwand aus durchstoßendem Glas umfasst wird.

Auch nach dem Untergang des Weströmischen Reiches wird in Mitteleuropa, beispielsweise im Rheinland, weiterhin Glas hergestellt. Inzwischen sind Glasmacher gesuchte Künstler, welche weltliche und Kirchenfürsten teilweise von weit her anwerben. Da der Handel im Laufe der Zeit massiv zurückgeht und teilweise sogar zusammenbricht, importiert das Frankenreich nur kleine Mengen der wichtigen sodahaltigen Aschen, ohne deren Beimengung Glas erst bei rund

Bitte die Kette freistellen



ÄGYPTISCHE KOSTBARKEIT

Ketten aus Glasperlen sind um 500. v. Chr. als Schmuck und Handelsware begehrt

rück, wenn auch das technische Wissen in den Klöstern erhalten bleibt.

Erst im Spätmittelalter entwickelt sich eine neue europäische Glasindustrie, vor allem (aber nicht nur) in Böhmen, wo neben Hohl- auch Fensterglas entsteht, welches ab dem 14. Jahrhundert in Form der Butzenfensterscheibe in den Städten weite Verbreitung findet. Dieses ist meist von grünlicher, selten auch von brauner Farbe, da dem Glas Eisenoxide beigemischt wurden. Glas wird nun auch wieder vermehrt für Gefäße genutzt, seine kunstvollste Anwendungsform bilden aber wohl die bunten Fenster der gotischen Kathedralen mit ihren szenischen Darstellungen. Da es schwierig ist, großflächiges Flachglas herzustellen, werden die Fenster zunächst aus farbigen Glasstücken zusammengesetzt, wofür Bleiverstrebungen zum Einsatz kommen. Man spricht daher auch von „Bleiglasfenstern“, obwohl für diese in der Regel kein Bleiglas verwendet wird. So werden beispielsweise die für gotische Kathedralen typischen Fensterrosetten zusammengefügt. Die Szenen großer Seitenfenster werden dagegen ab dem späten Mittelalter



INSELSCHÖNHEIT Krug aus trübweißem Muranoglas (16. Jahrhundert, Eremitage, Sankt Petersburg)

Bitte den Hintergrund etwas mehr abdunkeln, damit die Karaffe noch mehr heraustritt

Ein besonderes Zentrum der Glasherstellung befindet sich auf der zu Venedig gehörenden Insel Murano. Die Venezianer haben vermutlich im Hochmittelalter Spezialisten aus Byzanz angeworben und dann eigenständig

aufkommenden Brillen über die im 16. Jahrhundert entwickelten Teleskope bis hin zum 1600 in den Niederlanden erfundenen Mikroskop. All das wäre ohne die vorherige Entwicklung durchsichtigen Glases nicht denkbar.

Im 15. Jahrhundert wird **erstmalig** durchsichtiges Glas hergestellt

Verfahren zur Glasherstellung weiterentwickelt. Aus Brandschutzgründen werden 1295 sämtliche Glashütten auf der Insel Murano angesiedelt. Weil das

Preise für Glas in Venedig zu hoch wurden, wurden die Glasmacher gezwungen, die Produktion auf die Insel Murano zu verlegen, was sogar

die Todesstrafe. Muranoglas existiert in verschiedenen Varianten, entweder als trübweißes Milchglas oder in dem berühmten Blau. In der Mitte des 15. Jahrhunderts entwickelt Angelo Barovier schließlich mithilfe von Manganoxid ein Verfahren zum Entfärben, sodass erstmals durchsichtiges Glas hergestellt werden kann.

Neben Ziergefäßen und der Fensterproduktion gewinnt Glas nun auch eine Bedeutung für die Erfindung optischer Geräte. Linsen aus geschliffenem Glas können vielfältig genutzt werden, angefangen von den im Mittelalter

Auch in Asien breitet sich das Wissen um die Herstellung von Glas in der Antike aus. Die ältesten Glasfunde aus dem Indus-Tal stammen etwa aus dem Jahr 1600 v. Chr. In China lässt sich die Herstellung von Glas seit dem fünften vorchristlichen Jahrhundert nachweisen. Chinesische Glasmacher verwenden statt Soda vor allem Bariumoxid und Blei. Glas wird jedoch vor allem für Schmuck und rituelle Gegenstände verwendet und steht in seiner Bedeutung hinter Keramik und Porzellan zurück. Erst im 17. und 18. Jahrhundert entwickelt sich eine größere chinesische Glasindustrie, die nicht zuletzt von der Zuwanderung europäischer Fachleute profitiert. So richtet der aus Würzburg stammende Jesuit Kilian Stumpf 1696 im Palast des Kaisers in Peking eine Glashütte ein, die bis zum Ende des Kaiserreiches 1911 in Betrieb bleiben wird.

Doch nur in Europa entstehen erste moderne Verfahren zur Massenherstel-

oftmals auf das Glas gemalt. Für eine bessere Haltbarkeit müssen die Farben anschließend nochmals bei bis zu 550 Grad ins Glas gebrannt werden.

Die Glasmalerei stellt im ausgehenden Mittelalter eine geschätzte Kunstform dar, die auch den Niedergang der gotischen Architektur übersteht, da Glas nun als Gebrauchsgegenstand immer weiter Verbreitung findet. Aus der Technik der Schmelz- oder Emaillefarben entwickelt sich schließlich eine eigene Kunstform. Emaille ist zwar ebenfalls seit der Frühgeschichte bekannt, wird aber ab dem 16. Jahrhundert für teure Schmuckgegenstände verwendet, da sich mit ihrer Hilfe Edelsteine zu Figuren zusammensetzen lassen.

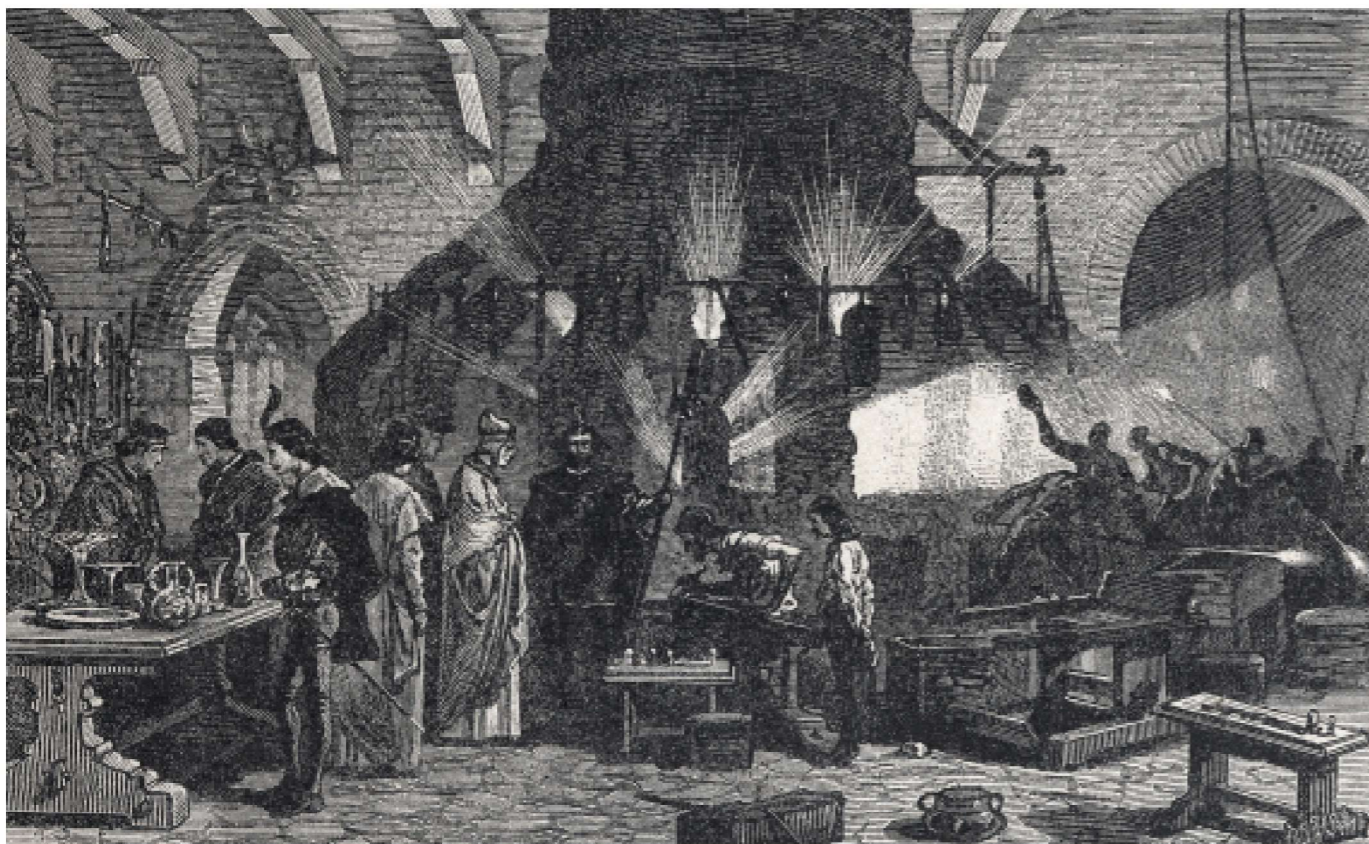
Die erste umfassende moderne Beschreibung zur Herstellung von Glas findet sich im 12. Buch von Georgius Agricolas „De re metallica“ aus dem Jahr 1556, worin der Autor allerdings überwiegend die römischen Methoden schildert.



ZERBRECHLICHE KUNST Diese fertigen Glasher-

Bitte im unteren Teil der Bilder den Ton halten bzw einen einziehen

und Vasen wie



GEHEIMNISVOLLES HANDWERK Die Glashersteller auf Murano arbeiten und leben in strenger Isolation (Stich, um 1880)

lung auch von durchsichtigem Fensterglas. Waren die Butzenfensterscheiben des Spätmittelalters noch aus Dutzenden einzelnen, mundgeblasenen Teller-scheiben hergestellte Fenstermosaiken, werden im Frankreich des ausgehenden 17. Jahrhunderts großflächige Scheiben in Manufakturen mit protoindustriellen Methoden hergestellt.

Ludwig XIV. lässt für die industrielle Glas- und Spiegelherstellung die Manufacture Royale des glaces de Miroirs nahe Paris gründen, für die er 20 Glasmacher aus Murano abwirbt. Die Manufaktur stellt unter anderem die Spiegel für Versailles her. 1692 wird der Betrieb nach Saint Gobain verlegt, wo der neue Hüttendirektor Louis Lucas de Nehou das Walzglasverfahren entwickelt, bei dem flüssiges Glas auf eine Kupferplatte ausgebreitet und ausgewalzt wird. Dadurch wird die Herstellung großer Fenster und Spiegel mit gleicher Stärke möglich. Allerdings kann das Glas Luft- und Schmutzeinschlüsse enthalten.

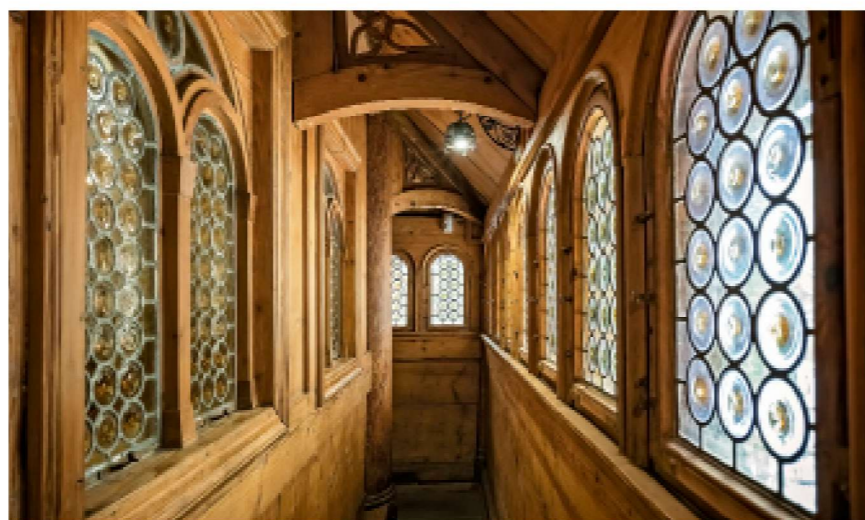
Auch in Böhmen und Schlesien gelingt es im 18. Jahrhundert, höherwertiges, vor allem dickeres Glas herzustellen, welches sich außerdem schneiden und schleifen lässt. Die rasche Verbreitung der Technik führt dazu, dass ge-

schliffene Gläser sich vom Kunst- zum Massenprodukt entwickeln.

Im 19. Jahrhundert bewirken neue technische Verfahren eine regelrechte Revolution in der Herstellung von Hohlglasgefäßen. Bis dahin hat sich die Technik der Glasbläser, die im ersten vorchristlichen Jahrhundert im römischen Reich entwickelt worden war, kaum verändert. Dabei wird Rohglas erhitzt, bis es zu einer zähflüssigen Masse schmilzt, die dann mithilfe einer Pfeife wie eine Seifenblase aufgebläht und in beliebige Formen gebracht werden

kann. Im Zuge der Industrialisierung werden Glasbehälter durch Matrizen in Form gebracht, wofür man auch eigene Flaschenblasmaschinen benötigt, die ausreichend Druck erzeugen, um das zähflüssige Rohglas in die Form zu pressen. Flaschen und Gläser werden nun aus mehreren Teilen hergestellt und mit einer Flüssigglasnaht „verschweißt“.

Die schnell voranschreitende Entwicklung führt gerade in der Mitte des 19. Jahrhunderts zu rasch wechselnden Herstellungsverfahren: 1847 entwickelt Joseph Magoun Metallfor-

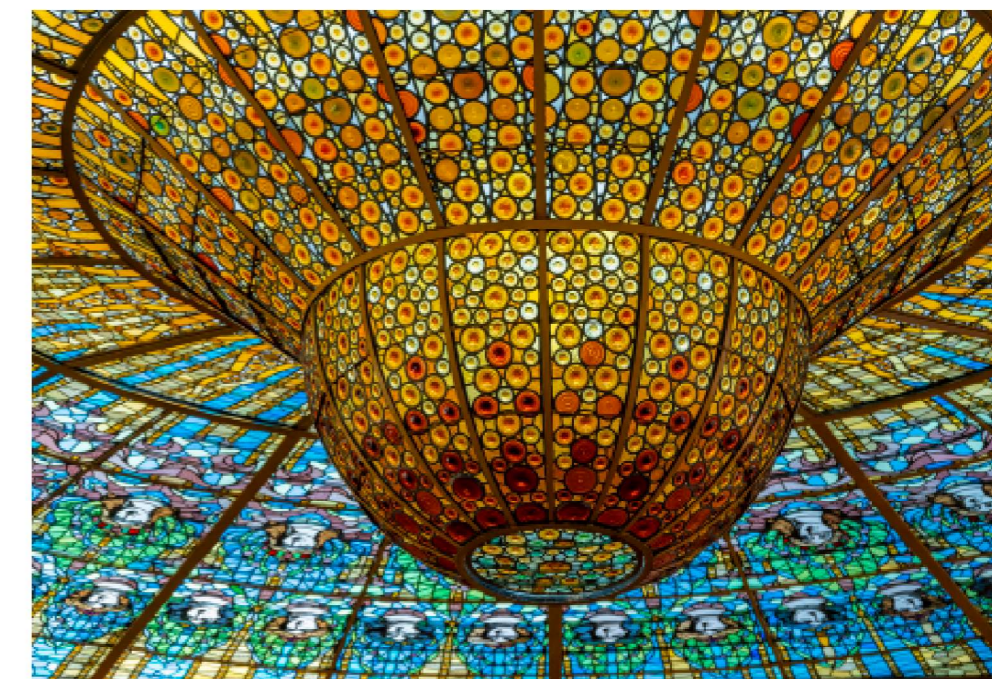


LICHTFLUT Butzenfensterscheiben in der Stabkirche Wang im polnischen Karpacz

men, eine halbautomatische Flaschenblasmaschine kommt erstmals 1859 in Pittsburgh zum Einsatz. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts werden schließlich verschiedene Verfahren zur Herstellung von Pressglas entwickelt, ehe 1903 Michael Joseph Owens eine vollautomatische Glasproduktionsmaschine patentieren lässt, die Flaschen im Saug-Blas-Verfahren herstellt. Dabei wird eine Form in eine flüssige Glasmasse getaucht und diese durch Unterdruck in die Form gezogen. Industrielle Glasherstellung ist äußerst arbeitsintensiv und risikoreich, weswegen bereits im Kaiserreich eine hohe Zahl an Migranten in diesem Industriezweig zum Einsatz kommt. In Dresden beschäftigen die Siemens-Glaswerke um 1900 vor allem Arbeiter aus Böhmen.

Diese neuen Möglichkeiten des Glases manifestieren sich eindringlich im Londoner Crystal Palace, der 1851 in gerade einmal 17 Wochen errichtet wird und für den 83 600 Quadratmeter Glas verbaut werden. Aber auch andere Großbauten, etwa Bahnhofshallen, profitieren von dem neuen Material; nicht zuletzt begünstigt die Möglichkeit, großflächigere Scheiben herzustellen, die Entwicklung des „Schaufensters“ in Kaufhäusern.

Die Herstellung von Fensterglas erweist sich allerdings immer noch nicht als ausgereift. 1904 entwickelt Émile



BUNTES MEISTERWERK Glaskuppel des Palau de la Música Catalana in Barcelona

Im 20. Jahrhundert wird industriell gefertigtes Glas schließlich zum billigen Alltagserzeugnis, welches zwischenzeitlich sogar zum Wegwerfprodukt verkommt. Da sich das Material aber erst nach vielen Tausend Jahren zersetzt, wird es notwendig, Flaschen und Gläser zu recyceln. Das Gleiche gilt für seinen größten Konkurrenten: Plastik. Ende der 1920er-Jahre entwickeln verschiedene chemische Konzerne in Europa das Acryl- oder auch Plexiglas. Kostengünstiger in der Herstellung, geringer im Gewicht und in manchen

terfelder Firma über 200 000 Quadratmeter Spiegelglasfenster her. Dieses ist ganz unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt. Es muss bruchsicher sein und gleichzeitig flexibel genug, um die Schwankungen der Türme auszuhalten, die bis zu 2,5 Meter betragen können. Da viele Wolkenkratzer wie der Burj Khalifa in warmen Klimazonen errichtet werden und vollständig klimatisiert sind, besteht die Gefahr von Kondenswasserbildung auf der Außenseite, weswegen auf der Innenseite zusätzliches Wärmedämmglas angebracht wird. Zudem ist das Glas in den oberen Stockwerken ganz anderen Temperaturen und Druck ausgesetzt. Die Fenster haben daher unterschiedliche Stärken.

Glas ist weiterhin ein wichtiger Bestandteil immer leistungsfähigerer technologischer Produkte, vom Fenster eines Spaceshuttles über Linsen von Handykameras bis zur Kontaktlinse. Sie alle stellen unterschiedlichste Anforderungen an seine Eigenschaften und Herstellungsverfahren. Glas ist eben ein Hightech-Produkt. ■



Alexander Querengässer (geb. 1987) arbeitet als Historiker zu Themen des Mittelalters und der Neuzeit. Er ist Autor zahlreicher Bücher.

Im Burj Khalifa sind über 200 000 Quadratmeter Glasfenster verbaut

Fourcault ein nach ihm benanntes Verfahren der Ziehglasherstellung. Dabei wird ein Glasband vertikal aus der Schmelze und mit Walzen durch einen Kühlkanal gezogen, wobei ein wellenförmiges Muster entsteht. Erst 1959 wird das noch heute übliche Floatglasverfahren entwickelt, bei dem die Glasschmelze auf ein Bad aus flüssigem Zinn gegossen, von Rollen erfasst und auf die gewünschte Dicke gestreckt wird. In einem Kühlkanal kühlt es ab und kann am Ende geschnitten werden.

Anwendungsbereichen bruchsicherer, ersetzt Plastik Glas in vielen Bereichen, ohne es aber gänzlich zu verdrängen.

Auf der anderen Seite nimmt Glas nun in der Architektur eine Bedeutung ein wie seit der Gotik nicht mehr. Allerdings sind es keine szenischen Darstellungen auf Kirchenfenstern, die die Architekten begeistern, sondern die Möglichkeit, Wolkenkratzer ganz in verspiegeltes Glas zu kleiden. Für das bisher höchste Gebäude der Welt, den Burj Khalifa in Dubai, stellt eine Bit-