

*Prof. Dr.-Ing Thomas Bock  
Technische Universität  
München  
Lehrstuhl für Baurealisierung +  
Bauinformatik*

# **Holz im Hochkultur- und Hochtechnologieprozess**



# Holz im Hochkultur- und Hochtechnologieprozess

## 1. Einleitung

Die Verschiedenartigkeit der Kultur und der Natur wird geprägt durch unterschiedliche Klimaeinflüsse, mit Hokkaido im äußersten Norden und Yakushima im Süden. Einerseits gibt es die heutigen Ainu, die Nachkommen der Ureinwohner Japans, von denen die ältesten Kulturzeugnisse der Inseln stammen, die Jomon-Keramik aus den Jahrtausenden vor A. D., deren Ursprung wahrscheinlich in Ostsibirien lag. Okinawa, die Ryukyu-Inseln, standen unter dem Einfluß südchinesischer Kultur, deren Reste noch sichtbar sind an wundervoll geschwungenen Mauerkörpern von Burganlagen des 12.-16. Jahrhunderts. Die Hauptinseln sind kulturell in den ersten Jahrhunderten nach der Zeitwende von Korea geprägt, mit riesigen Tumulusgrabstätten, in denen man Hausmodelle aus Ton gefunden hat. Japanische Architektur ist in westlichen Vorstellungen, die Architektur des Teehauses und des daraus entwickelten Sukiya-Stiles der höheren Wohnkultur des zentralen Reiches unter der Hauptstadt Kyoto. Vielleicht können wir Japan besser verstehen, wenn wir uns vor Augen halten, daß das Land über Jahrtausende immer neue Einflüsse assimiliert und zu etwas umgesetzt hat, das es nur in Japan gibt. ("Bunka no resoko" Prof. Dr.phil. Yujiro Shinoda, Zitat 1987) "Ein hochflexibler, kultureller Kontext erlaubte die Einbindung fremder Elemente jeder Art, wozu ein hohes Formempfinden Voraussetzung war. Für Japan charakteristisch ist eine kulturelle Einschließlichkeit und Vieldeutigkeit, viel eher als Eindeutigkeit und Reinheit von Prinzipien", betont Prof. Hisao Koyama von der Universität von Tokio.

(Quelle: Vorlesungsreihe Prof. H. Koyama 1985, Prof. Y. Shinoda, 1985-88, socio-economic institute, Tokio)

## 2. Klimata, Lebensform und Bauen am Beispiel YOSHINO GARI

Die langgestreckte Inselwelt Japans dehnt sich über 3.000 km vom 20. bis zum 45. Grad nördlicher Breite aus. Die Hauptinseln liegen zwischen dem 30. und 45. Grad.

Für den größten Bereich der Inseln sind fünf deutlich differenzierte Jahreszeiten (Frühjahr-Regenzeit-Sommer-Herbst-Winter) charakteristisch, aber sie sind in den einzelnen Regionen unterschiedlich ausgeprägt.

Im südlichsten Teil, auf den Okinawa-Inseln, sind die Sommer sehr schwül, und heftige Taifune überqueren ihn. Die Winter sind mild. Der nördlichste Bereich, die Insel Hokkaido, hat milde Sommer und sehr kalte Winter mit pulverigem Schnee. Die Seite der Hauptinseln zum Pazifischen Ozean hin hat feuchtheiße Sommer und kalte, trockene Winter. In diesem Bereich liegt auch Tokyo. Die Seite zur Japanischen See hin ist durch heiße Sommer, ohne viel Wind, und kalte Winter mit feuchtem, schweren Schnee gekennzeichnet.

Entsprechend sind die traditionellen Wohnhäuser, insbesondere die Bauernhäuser unterschiedlich konzipiert.

Die Häuser im heißen Süden sind verhältnismäßig klein und offen mit riesigem Dach; Küche und andere Nebenräume sind vom Haupthaus getrennt, der Hof ist von hohen Windschutzhecken, -mauern und kräftigen Bäumen umgeben. Die Wohnhäuser an der Japanischen See, wo es starke Schneefälle gibt, sind im Gegensatz dazu sehr ausgedehnt, mit großen Dächern und einbaubaren Vorläuben. Im Norden sind auch Brunnen in das Haus miteinbezogen.

Innerhalb des Hauses findet man immer zwei Ebenen: den gestampften Erdboden in der Eingangshalle, im häuslichen Arbeitsbereich und in der Küche, und einen erhöhten Holzboden, den man ohne Schuhe betritt, 45 bis 85 cm hoch; er bildet den Bereich des Wohnens und Schlafens, und seit dem 19. Jahrhundert ist dieser gesamte Wohnbereich auch in den einfachen Häusern mit 4,5 cm dicken, hartgepreßten Strohmatten, den tatami, ausgelegt. Die tatami sind mit einer feingewebten Grasmatte überzogen, die erneuert werden kann. Auf den tatami geht man in Strümpfen oder barfuß, während man auf den Holzböden Pantoffeln benutzt.

Diese Kombination von Erdboden und erhöhtem Holzboden ist vermutlich sehr alt. Das ursprüngliche Erdgrubenhaus, (Darstellung: Yoshinogari -Kyushu- Rekonstruktion einer Siedlung von vor 2300 Jahren) "tateana" wurde durch ein hochgestelztes Speicherhaus "takayuka" ergänzt, als die landwirtschaftliche Entwicklung seit der Einführung des Reisbaus in den ersten Jahrhunderten der Zeitwende es erforderte. Eine Eliteschicht, die bessere Kleidung trug, verwendete dann wahrscheinlich hochgestellte Häuser im Stil der Speicherbauten als Wohnung, ebenso wurden die Kulturbauten, deren Entwicklung in den Ise-Schreinen (Querverweis zum Beitrag von Werner Blaser) gipfelte, in dieser Form errichtet. Der erhöhte Boden war im Winter wärmer und erhöhte im Sommer die Luftzirkulation. Wegen des Feuchteproblems konnten die Stützenfüße vor dem Verfaulen ausgetauscht werden, ohne den Wohnungsboden zu zerstören.

Die Zusammenfügung der drei Elemente, des Erdbodens, des erhöhten Holzbodens und des Hofes, zu dem Teile des Hauses gänzlich geöffnet werden können, geben der japanischen Architektur ihre eigentümliche, räumliche Form.

1. Die Abgrenzung zwischen innen und außen ist in Teilen des Hauses vieldeutig.
2. Das Verhalten ist von dieser offenen, räumlichen Situation geprägt. Höflichkeit ist ein Mittel, für räumliche Unbestimmtheiten zu entschädigen. Der Grad der Intimität eines Gastes mit der Familie bestimmt der Ort im Hause, bis zu dem er eingelassen wird. Entsprechend dieser Hierarchie sind auch Wände und Decken in den einzelnen Raumbereichen unterschiedlich ausgeführt, grob belassen oder fein bearbeitet.
3. Mit Hilfe beweglicher Wandelemente aus Holz und Papier können die Räume weiterhin differenziert und den Lebenssituationen zwischen Alltag und Festzeit im Hause angepaßt werden. Es handelt sich um ein multifunktionales Raumkonzept

Seit der Meiji-Revolution nach 1868 wurden zum ersten Male in großer Anzahl reine Wohnhäuser für die Angestelltenschicht errichtet. Das reine Wohnhaus gab es zuvor nur für die niederen Samurai und als Mietshäuser bei den Kaufleuten. Es kam nun der Wunsch nach europäischen Möbeln und nach europäischen Räumen auf, die zunächst als einzelne Stuben an den übrigen Grundriß angehängt wurden. Seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges gibt es in einer Umkehrung abgeschlossene Wohnungen nach europäischem Muster mit keinem, einem oder zwei japanischen Räumen. Die Einführung der Eßküche hat die traditionelle Form des Hauses mit Gästezimmer und abgelegener Kochküche verdrängt. Die Wohnungen schlossen sich immer mehr von der Nachbarschaft ab und kehrten sich nach innen, je höher die Dichten in den Ballungszentren wurden.

### 3. Vergängliche Behausungen

Für manche westliche Betrachter ist das traditionelle japanische Haus *das* Modell eines "ökoökologischen" Hauses. Es besteht aus Holz, hat Lehmwände, Papierfenster, Strohboden, es ist vollkommen zum Außenraum zu öffnen, und ein Garten gehört dazu. Heute ist das traditionelle japanische Haus ein verfeinertes, z.T. auch kulturelles Instrument, und in mancher Weise unzulänglich, um Natur und moderner Gesellschaft gerecht zu werden.

Daß natürliche Materialien zum Hausbau verwendet werden, hat seine Gründe in der Verfügbarkeit der Rohstoffe, in besonderen lokalen Umständen, wie der Sicherung vor Erdbeben, die in Japan dem Holzskelettbau den Vorzug vor dem Mauerwerksbau gab, und der Erweiterbarkeit und Austauschbarkeit durch modulare Holzbauweise.

Aber das japanische Haus wurde durchaus nicht als natürlich im positiven Sinne verstanden. Es hat so viele Mängel, daß es das Sinnbild für die Unbeständigkeit des menschlichen Daseins wurde. Das Haus ist lediglich "kari no yado", Provisorium, vergängliche Behausung, anfällig für die Macht der vier Elemente: Feuer, Wasser, Luft und Erde. Im hojo-ki, "Die Hütte von zehn Fuß im Quadrat", aus dem 12. Jahrhundert, schreibt ihr Verfasser Chomei, ein zum Eremiten gewordener Adliger der Hauptstadt Heian-kyo, heute Kyoto:

"Unaufhörlich strömt der Fluß, und doch ist das Wasser nie dasselbe, an den stillen Stellen sammelt sich der Schaum und vergeht, er bleibt keinen Augenblick.

So ist der Mensch und seine Wohnung. Stattlich erheben sich die Dächer von hoch und niedrig im Wettstreit in unserer glanzvollen Hauptstadt; aber wenige stehen für viele Generationen. Dieses Jahr verfallen und im nächsten wieder aufgebaut, wie oft wird die Villa der Dekade in der nächsten zur Hütte.

Und so sind die, die in ihr leben. Tot am Morgen und geboren zur Nacht, so geht der Mensch dahin, ohne Dauer, wie der Schaum auf dem Wasser. Die Arbeit des Menschen ist nutzlos in jedem Fall, aber Geld und Zeit zu verschwenden, um Häuser zu bauen an einem solch gefährlichen Ort wie der Hauptstadt, ist dumm über alles Maß." ("Kamo no chomei", Hojoki, 1212, Übersetzt ins Englische von Donald Keene in "An account of my hut" aus "Anthology of Japanese Literature: From the Earliest Era to the mid nineteenth Century", Grove Press 1955)

Chomei baut sich eine Hütte in den bergen von 3m Seitenlänge und 2m Höhe. Um nicht an den Ort gebunden zu sein wohnt er in der Natur als Einsiedler, nur soweit als irgend nötig von ihren Unbilden geschützt, von niemandem abhängig, und um die Natur poetisch in den Jahreszeiten und den Landschaftsbildern zu erfahren. Das Stadthaus, unser Modell des natürlichen Hauses, erschien ihm als das unnatürlichste: die Natur kann man nur begrenzt erleben, es ist anfällig gegen die Unbilden der Natur, und es zwingt zu sozialem Wettstreit. Mag das japanische Stadthaus auch nicht so natürlich sein wie Chomeis Berghütte, so erwarten wir "Westler" doch bei ihm eine bewußte Naturbeziehung in Analogie zu den anderen Bereichen der japanischen Kultur. Was charakterisiert nun das japanische Stadthaus? Steht das Haus direkt an der Straße, dann sind die Räume durch ein oft raumhohes Holzgitterwerk von der Einsicht abgeschirmt, aber Luft kann hindurch. Zur Straße hin liegen Besprechungs- oder Empfangsraum beim Handwerker Verkaufsraum oder Büro beim Kaufmann. Die privaten Räume und das schönste Zimmer, der Gästeraum, liegen im Innersten oder im Obergeschoß, wenn möglich an einem Gartenhof, die Alltagsräume, Küche und Eßplatz, sind dazwischen. Beim frei stehenden Einfamilienhaus ist die Raumordnung im Prinzip dieselbe, nur die Gästerräume liegen am Garten und haben über den Garten einen eigenen Zugang. Jedenfalls sind die Räume weniger funktional differenziert, sondern von den (halb-) öffentlichen an der Straße bis zu den privaten im Innersten des Hauses durch ihre Lage sozial gestuft.

Im Gästeraum kennzeichnet die Wandnische, tokonoma; den Ort für die ranghöchste Person; im Palast sitzt der Ranghöhere auf einem eine Stufe erhöhten Fußboden um ihn vor Attentaten aus Raumkriechern zwischen Erdboden und Wohnboden zu schützen! Im Teehaus, das immer ein Ort ritualisierten, gesellschaftlichen Zusammenseins war, verdeutlicht ein höherer Deckenteil oder eine verfeinerte Ausführung der Holzdecke den Ort des Gastes.

Das Haus bringt ein Mindestmaß an Klimaregelung: es ist zu öffnen, in den feuchtheißen Sommern für Zugluft, im Winter zum Einlassen der Sonne. Aber das Haus als bescheidene Klimahülle (ohne Heizung) erfordert einen mehrschichtigen Aufbau, der es vom Außenraum abtrennt. Funktional und architektonisch entsteht durch diese Mehrschichtigkeit ein großzügiges, transparentes Raumempfinden, wodurch selbst kleinere Zimmer großzügig wirken. Die zum Hof oder Garten liegenden Räume haben einen äußeren Umgang, engawa, mit Papierschiebetüren, shoji, zum Raum hin und mit Holzläden, amado, an der Außenseite. Zur Abschirmung gegen Tiere, Erdfeuchte und Flut wird das Haus hochgesetzt. Der gepresste Strohfußboden "tatami", ist unterlüftet und horizontale Steinplatten zwischen Stützenfuß und Bodenkonstruktionen "nezumigaishi"halten Ratten und Mäuse fern. Die Heizung beschränkt sich auf handwärmende Kohlebecken und eine gewärmte Vertiefung im Fußboden, kotatsu, über der ein Tisch steht, man nimmt heiße Bäder und trägt viele Kleider. Man spricht von den kurzen Leiden des Winters, aus denen man eine Tugend macht: warme Füße und einen kühlen Kopf bewahren.

Das Haus ist von seinen Nachbarn abgeschirmt und von dem Außenraum, wie auch dem Garten, allseitig abgetrennt, um ein Mindestmaß an Schutz zu gewähren; andererseits ist es aber auch nahezu vollständig zu öffnen, um Luft und Sonne je nach Jahreszeit hineinzulassen. Im Freien kann man sich nicht aufhalten, nur von einem Dach geschützt öffnet man sich zur Natur. Aus diesem Widerstreit verschiedener Ansprüche entstanden Bauelemente wie Holzgitter oder Papierwände und der eigenartig freie Raum, der sich zum Garten öffnen kann und doch radikal von ihm getrennt ist.

Als idealer Ort für eine Ansiedlung wurde in der Regel eine Stelle am Übergang zwischen Bergen und Reisfeldern gewählt, um möglichst viel Fläche für den Feldbau zu haben. Ebenso wie die Reisfelder sind auch die Dorfflächen terrassiert, so wie das Gelände es ergibt. Die Kaiserstadt Kyoto ist nach chinesischem Vorbild im Rechteck ausgelegt, in einer Ebene mit leichtem Gefälle von Norden nach Süden und an drei Seiten von Bergen umgeben. Auch hier ergibt sich eine terrassierte Fläche mit rechteckigen oder quadratischen Grundstücken. Bepflanzte und bewohnte Erdfläche sind nach dem gleichen Prinzip kultiviert. Bewohntes Land kann wieder renaturiert werden.

Das Haus, ein in sich elastischer Holzskelettbau, ist aufgeständert auf Steinfundamente, die über die Erde herausstehen. Zwischen Stützenfüßen und Wohnungsboden können sich bei Speicherbauten auch noch horizontale Steinplatten (nezumigaishi) befinden, um Ratten, Mäusen den Zugang zu verwehren. Das Land wird nicht durch tiefe Gräben aufgeschnitten, zum Beispiel durch Ausschachtungen für Keller. Es gibt eine alte Warnung in China, nicht die "Adern des Drachen" zu verletzen. Der gegenwärtige Hochhausbau hat allerdings tiefe Wunden geschnitten.

Das Fest der Grundsteinlegung heißt in Japan "Erdberuhigungsfest"; nicht ein einziger Stein wird - im Idealfall - in der Erde versenkt, sondern ein Hügel aufgeschüttet und der Boden in den vier Himmelsrichtungen gereinigt.

Das japanische Haus ist in der Wirklichkeit wie in der Vorstellung ein durchlässiges Gebilde, in das Natur als ferne Landschaft durch einen eingefangenen Blick oder verkleinert im Garten für seine Bewohner aufgenommen werden kann, in das Natur mit der Gewalt der vier Elemente zerstörend eindringen mag, es ist aber auch ein Ort, an dem die Natur in der Form ihrer gegensätzlichen Wirkkräfte lebensspendend und lebenserhaltend gegenwärtig sein kann, wenn der Erbauer die Regeln der Anordnung der Räume und der Anordnung des Gartens beachtet oder in der Landschaft den idealen Ort sich sucht.

#### 4. Die multifunktionale und dreiteilige Raumkonzeption

Die Struktur des traditionellen japanischen Raumes ist in vielerlei Weise eigenartig. Nicht feste Wände und durchgehende Fußböden und Decken beschreiben den Raum, sondern Stützen, mehrere Schichten beweglicher Trennelemente und verschieden hohe Boden- und Deckenteile, jedes vom anderen jedoch klar getrennt, bilden ein Kontinuum und, je nach Verschieben der Elemente, ein reiches Spiel von Beziehungen zwischen den Innenräumen und zwischen innen und außen. Einmal ist der Raum nach den verschiedenen Bodenmaterialien gegliedert: der Erdboden, der für grobe Arbeiten in Haus und Hof als Grundlage dient der Holzboden, der ohne Schuhe, nur mit Pantoffeln betreten wird, der als Innen- oder Außenflur Übergangsbereich ist und als Übergangsraum zwischen Wohnraum und Garten eine Zwischenzone bildet, ein Ort der Betrachtung des Gartens und Spielbereich für Kinder, aber auch ein im Winter sonnengewärmter Platz für häusliche Arbeiten; und schließlich gibt es in den Wohnräumen den Strohboden aus tatami, die in der Welt einmalige Erfindung der gepreßten Strohmatte, ungefähr 90 x 180 cm groß, auf die feine gewebte grasmatten aufgenäht sind, die zuerst einzeln als Sitz- oder Schlafmatten den Holzboden bedeckt haben, dann im Gästezimmer und, seit dem 19. Jahrhundert, verbreitet im gesamten wohnbereich ausgelegt wurden. Auf diesen Matten geht man ohne Schuhe oder Pantoffeln. Die zweite Raumstruktur ist durch die Bearbeitung der Wände gegeben. Grobe Lehmwände findet man in den Arbeitsbereichen, Papier(fusuma)- oder Holz-Schiebetüren in den inneren Wohnbereichen, polierte Holzwände oder Lehmwände mit feiner Oberfläche in den Gästebereichen und durchscheinenden Papierwände (shoji) nach außen. Die dritte Raumstruktur entsteht dadurch, daß nicht betretbare Bereiche im Raumgefüge bestehen, wie zum Beispiel der Garten, von dem der Lebensbereich um einen halben Meter abgehoben ist.

Ein weiteres Kennzeichen des japanischen Raumes sind seine im funktionale Asymmetrie und seine abgewinkelten Achsen, obgleich die modularen Bauteile im einzelnen symmetrisch gebaut sind.

#### Zwei Beispiele für Wohn- und Lebensformen:

##### Beispiel 1: Teeraum (Querverweis Beitrag von Werner Blaser)

Teehäuser sind an ein Haus angebaut oder stehen frei in einem speziell angelegten Garten, der einen schattigen Bergwald darstellt. Teehaus und Garten sind von den übrigen Bereichen durch Zäune abgetrennt. Das versteckte Teehaus ist über einen markierten Weg durch den Garten erreichbar. Der Weg beginnt am Warteplatz. Törchen und niedrige Tür markieren die Übergänge. Die Schuhe werden vor der niedrigen Tür abgelegt. Durch die Distanzierung im Garten über Weg und halbe Tür wird der Teeraum zum "heiligen Bezirk". Der Teeraum ist ein Ort kultivierter Handlungen. Diese sind an verschiedenen Achsen orientiert:

1. Architektur und Wohnform: Wandnische mit Bild und Blumen (tokonoma), asymmetrisch, jedoch orthogonal zu den Wänden. Fenster liegen in den Ecken.
2. Tätigkeiten und Lebensform: Der Hausherr (Teemeister) sitzt in schräger Richtung zu den Gästen, die in Winkel-Form angeordnet sitzen, der oberste Gast dem tokonoma am nächsten, mit dem Rücken dazu oder seitlich.

### Beispiel 2: Wohnraum

1. Architektur und Wohnform: Der Wohnraum = Gästeraum (shoin) ist über ein besonderes Tor und Nebengarten oder über andere Räume des Hauses zu erreichen (Eingang - "doma" -Raum mit Erdfußboden - Räume des Alltags). Sondereingang beziehungsweise Zugang über Bereiche gestufter Privatheit (Alltagsräume) geben ihm als "innersten" Raum eine Sonderstellung. Der anschließende Garten wird im allgemeinen nicht betreten, sondern vom Raum aus betrachtet und nach außen durch eine Mauer abgeschlossen. Im Gegensatz zum Teehaus wird der Raum auf den Garten hin geöffnet, bleibt aber trotzdem durch den erhöhten Boden, Umgang (engawa) und Vordach von ihm getrennt.

2. Tätigkeiten und Lebensform: Der shoin hat zwei Richtungen: die durch das tokonoma asymmetrisch angegebene Richtung (der oberste Gast sitzt davor mit dem Rücken zur Nische) und die Blickrichtung in den Garten, um 90° gewendet durch das shin-Fenster oder diagonal, wenn der Raum übereck geöffnet werden kann.

In Wohnungen und Betrieben der Ballungszentren ist oft kein Platz für einen Teeraum. So wird aus der Not eine Tugend gemacht: Der in Japan bekannte Qualitätsmanagementprofessor Imaizumi sagte: "Es kommt nicht so sehr darauf an in welchem Raum man sich vergnügt, trinkt und spielt, sondern vielmehr mit wem und daß man sich dabei wohlfühlt. Somit kann man sowohl in einer engen Wohnung als auch neben der Fertigungsstraße seinen Spaß haben!

## **5. Holzverbindungen als technologische Voraussetzung des Wandels im traditionellen japanischen Wohnungsbau**

Die Holzverbindungen sind über Jahrhunderte verfeinert und durch technischen Fortschritt auch zierlicher und filigraner geworden, aber im Prinzip wurden sie kaum verändert. Zur Zeit werden vor allem buddhistische Tempel und shintoistische Schreinbauten, denkmalgeschützte Bauernhäuser, Teehäuser oder traditionell entworfene Restaurants mit alten Zimmermannskonstruktionen gebaut oder erneuert.

Im japanischen Holzbau unterscheidet man zwischen Verbindungen mit Elementen gleicher Funktion, tsugite genannt, also zum Beispiel Stützen mit Stützen oder Balken mit Balken, und Verbindungen mit Elementen verschiedener Funktion, shiguchi genannt, zum Beispiel Stützen mit Balken oder Stützen mit Pfetten. Die Verbindungen werden sowohl druck- als auch zugfest ausgebildet. Es gibt mehr als 50 verschiedene Typen von tsugite und shiguchi und insgesamt über 400 unterschiedliche Verbindungen. Um diese Verbindungen ausführen zu können, müssen sie zuvor stereometrisch aufgezeichnet werden.

Je nach Form, Belastung und Funktion werden die Verbindungen mit unterschiedlich harten oder weichen Hölzern ausgebildet.

Da der Zimmermann diese Verbindungen "entwirft" und sie sich im Kontext des gesamten Bauwerkes vorstellen muß, hat er Aufgaben zusätzlich zu seiner Arbeit als ausführender Zimmermann, die bei uns eher dem Architekten zukommen. Auch entwirft er ein Schrein- und Tempelzimmermann Häuser selbst. Das trifft auch auf die Zimmerleute zu, die Teehäuser bauen, also japanische Architektur im sogenannten sukiya-Stil ausführen.



Sehr komplizierte Knoten entstehen, wenn Stützen, die von der Schwelle bis zur Fußpfette oder zum Firstbalken über 2 oder 3 Geschosse durchgehen, von Balken, Trägern oder Unterzügen durchstoßen werden beziehungsweise diesen als Auflager dienen. Die Tragfähigkeit und Biegesteifigkeit darf nicht beeinträchtigt werden, obwohl der Querschnitt zum Teil sehr stark reduziert wird. Die sampo-zashi-Verbindung und ähnliche Knoten erfüllen diese Bedingungen. Hierbei wird das "männliche" Element mit sehr langen Zapfen durch die Stütze gesteckt, mit dem "weiblichen" Element verbunden und durch einen Stift verankert. Im rechten Winkel, quer zu dieser Achse, kann dann noch ein drittes Element in der Stütze aufgelagert werden. Danach wird der Knoten mit Hartholzkeil gesichert, alle Teile werden so aneinandergedreht, daß die Stütze ihre ursprüngliche Tragfähigkeit wiedererlangt. (Querverweis Beitrag Werner Blaser)

Ist der horizontale Balken zu kurz oder der zum Einschleiben des Balkens notwendige Raum nicht gegeben, dann wird dieser Balken mit einer Nut versehen und durch einen Hartholzzapfen mit der Stütze verbunden, wobei der Zapfen erst durch die Stütze gesteckt und dann in die Nut eingelassen wird. Der Knoten wird dann noch mit Stiften und Keilen gesichert. Die Verbindungen sind druck- und zugfest.

Durch die komplizierten Knoten wird das Tragwerk zu einem in sich stabilen Gitterkasten, der keine Diagonalverstrebungen aufweist. Dadurch ergibt sich eine elastische Steifigkeit der Baukonstruktion, die auf einem Sockel, zum Beispiel auf die Schwellhölzer, gelenkig aufgelagert ist, ebenso wird das schräge Dach lediglich oben "aufgelegt". Diese Bauweise ist eine erdbebensicher und der Schwertschmiede- und Lackwarenkunst nachempfunden.

Wegen der extremen Rohstoffknappheit haben die japanischen Baumeister mit nachwachsenden Rohstoffen versucht, multifunktionale Räume in möglichst harmonischen Rhythmen herzustellen. Als vertikales Haupttragelement kam die runde oder eckige Vollholzsäule zur Anwendung. Diese lagert bei Erdbeben beweglich auf einer Einzelgründungsplatte aus Naturstein. Um bei beschränkter Balkenlänge möglichst große Säulenabstände zu erzielen, wurde die Technik der aufgelösten überkragenden Säulenköpfe und der Kragbalken verwandt. Die gestalterische Phantasie und die handwerkliche Fertigkeit sind bis heute sehr beeindruckend.

Die Ausführungsqualität war so hervorragend, daß das älteste Holzgebäude der Welt - der "Horyu-Ji" in Nara aus dem 8. Jahrhundert - noch heute bewundert werden kann. Nicht alle Holzbauten haben Erdbeben, Brände und Kriege überdauert. Bemerkenswert aber ist, daß die meisten von ihnen zahlreiche schwere Erdbeben überstanden haben. Wie unsere alten Zimmerer haben die Japaner diese Konstruktionen ohne die Verwendung von Nägeln oder von anderen Nichtholzverbindungsmiteln, nur mittels Formschlus- (Nuten, Zapfen etc.) unter Verwendung von Holzdübeln und Keilen, gefügt.

In einem Land der Taifune und nahezu doppelter Niederschlagsmenge der BRD widmeten die Zimmerer der Dachkonstruktion große Aufmerksamkeit. Die meisten Dachkonstruktionen gliedern sich in drei Teile, den First (Koya) und die beiden Traufenteile (Hisashi). Konstruktionen besonderer Art sind die Pagoden mit ihren vertikalen Strukturen. Das Rückgrat wird von der durchgehenden Zentralsäule gebildet, um die sich Stockwerksäulen gruppieren, an denen die Dachelemente festgemacht sind. Die Zentralsäule geht in die Spitzenverzierung über. Insgesamt entsteht das Bild einer japanischen Pinie, wodurch die Gebäude sich sehr harmonisch in die Natur einfügen.

Diese Konstruktionen basierten auf einem ausgeklügelten geometrischen Achs- und Bandrastersystem, das sowohl die fertigungstechnische als auch architektonische Grundordnung bildete. So war der Daiku san (Zimmerer) zugleich der Architekt. Insgesamt haben wir es mit einer Vorfertigungs- und Rastertechnik in modularem Aufbau zu tun, die Standardfertigung mit höchster Formenvielfalt und Ästhetik verbindet.

## Hochkulturprozeß:

In Japan gibt es der Welt älteste und größte noch existierende Gebäude aus Holz. Einige der noch heute genutzten Tempel sind mehr als 1200 Jahre alt. Nicht alle haben Brände und Kriege überdauert. Bemerkenswert aber ist, daß die meisten von ihnen Dutzende von schweren Erdbeben "weggesteckt" haben. Dies ist einerseits verwunderlich, wenn man bedenkt, daß diese Konstruktionen ohne die Verwendung von Nägeln oder von anderen Nichtholzverbindungsmiteln, nur mittels Formschluß- (Nuten, Zapfen etc.) unter Verwendung von Holzdübeln und Keilen, gefügt sind. Andererseits führten großartigen Ingenuität der Erbauer und die genaue Kenntnis der Kraftverläufe sowie die hohe Präzision der Zimmerleute zu Bauwerken, die Dauerhaftigkeit und Leichtigkeit der Konstruktion aufs beste verbinden. Einige der Konstruktionsprinzipien und Fügetechniken werden im folgenden an wenigen Beispielen kurz dargestellt.

Wie alle Baumeister der Welt haben die alten Japaner versucht, mit beschränkten technischen Mitteln (hier: Säule und Balken) möglichst große Teilräume zu überbrücken und diese in harmonischen Rhythmen zu Gesamträumen zu addieren. Als vertikales Haupttragelement kommt die Runde oder eckige Vollholzsäule zur Anwendung. Diese ist bis auf die Einzelgründungsplatte aus Naturstein durchgeführt. Unabhängig von den Griechen kamen die japanischen Baumeister darauf, daß eine leicht bauchige Säule eleganter wirkt als die geradlinig bearbeitete. Um bei beschränkter Balkenlänge möglichst große Säulenabstände wählen zu können, wird die Technik der aufgelösten überkragenden Säulenköpfe und der Kragbalken verwendet. Die dabei aufgebrachte Phantasie ist grenzenlos und die technische Fertigkeit erstaunlich.

Säulen werden auch verwendet, wenn die Gründungssohle wesentlich tiefer liegt als der Tempelboden, bei beim Kiyomizu-Dera in Kyoto; mehr als hundert Vollholzsäulen, die mit den Querbalken nur über Zapfen und Keile verbunden sind, tragen den Tempelbau im Hang.

Besonders typisch für japanische Tempel und Pavillons sind die Dachkonstruktionen, in denen die Kragtechnik vollendet ist, um dem Gebäude eine leichte, ja schwebende Erscheinungsform zu geben .

Ein einfaches Beispiel für die Konstruktion eines einstöckigen Bauwerks, ist der Toshodajji-Tempel. Es besteht aus vier Säulenreihen. Die beiden äußeren Reihen sind niedriger, was sich aus der Kragkonstruktion bei gewünschter harmonischer Dachneigung, aber auch aus den statischen Überlegungen, wie sie in der Skizze dargestellt sind, ergibt. Die Dachkonstruktion gliedert sich in drei Teile, den First (Koya) und die beiden Traufenteile (Hisashi). Die äußere Säulenreihe trägt wegen der Kragwirkung das 1,2-fache der Last  $W_a$  aus dem "Hisashi", während die innere Säule die halbe Last  $W_b$  aus dem "Koya" trägt, die noch um  $0,2 W_a$  vermindert ist. Der Traufenteil würde ohne die aus dem Firstteil kommende Auflast abkippen. Die äußere Säulenreihe ist also stärker belastet, dementsprechend in geringerer Schlankheit ausgebildet. Die Stärke der Pfeile gibt qualitativ die Kraftbeträge wieder, schwarz die Auflasten, weiß die Auflagerreaktionskräfte .

Eine weitere Konstruktionsform von auskragendem Dach ist am Beispiel des Kinkakuji dargestellt. Die Leichte Dachhautkonstruktion gibt ihre Last auf den Haupttragbalken ab. Dieser wird "Hanegi" genannt und ist in der Regel nur roh zugehauen und an der auskragenden Dachunterseite unsichtbar, weil er von weiteren, der Verzierung dienenden Kragbalken, den „Kesho-noki“, verhüllt wird. Sein inneres Widerlager findet der "Hanegi" an einer Art Kehlbalckenkonstruktion, die auch den oberen Teil des Daches trägt.

Das älteste Holzgebäude der Welt ist der "Horyu-Ji" in Nara aus dem 8. Jahrhundert. Die Dachkonstruktion zeigt, wie die Säulenkapitele und Balkenaufleger zur Verbesserung der

Stützwirkung auskragen und gleichzeitig Verzierungselemente sind. Der "Kumogata-Kumimono" ist ein besonders schönes Element, ein Balkenaufleger in der Form einer schwebenden Wolke, um dem Dach eine noch leichtere Erscheinungsform zu geben.

Eine weitere Krag- und Verzierungskonstruktion ist ein Detail des "Todaiji" in Nara aus dem Jahre 1199.

An den Dachecken überkreuzen sich gewöhnlich die einzelnen Kragbalken zu kunstvollen Gebilden.

Konstruktionen besonderer Art sind die Pagoden mit ihren vertikalen Strukturen. Das Rückgrat wird von der durchgehenden Zentralsäule gebildet, um die sich Stockwerksäulen gruppieren, an denen die Dachelemente festgemacht sind. Die Zentralsäule geht in die Spitzenverzierung über. Insgesamt entsteht das Bild eines Nadelbaumes, wodurch die Gebäude sich sehr harmonisch in Wälder und Parks einfügen. Bei kleineren Gebäuden stützt sich die Zentralsäule auf die Querbalken der ersten Geschoßdecke, die von den Säulen des Erdgeschosses getragen wird. Größere Zentralsäulen für vier- bis fünfstöckige Pagoden stützen sich direkt auf den Gründungsstein ab, der dann gleichzeitig für sakrale Zwecke gestaltet ist.

Bei größeren Hallenbauten kamen später auch Doppel-T-Träger aus Vollholz mit hohen Stegen und abgehängte Kassettendecken zur Anwendung. Damit konnten dann auch größere Räume sehr elegant freitragend überspannt werden. Zusammen mit den leichten Trennwänden und den Lichtwirkungen gehören diese Bauten und Konstruktionen zur hohen Schule des Holzbaus.

Ganz besondere Aufmerksamkeit widmete man bei den Hallenbauten den harmonischen Abständen zwischen den in die Wände integrierten und von außen sichtbaren Säulen. Es gibt Wand-, Tor-, Tür- und andere Elemente, die zwischen die Säulen eingepaßt sind. Ihre Abstände bekamen religiöse und zivile Bedeutung. So wurden diese Elementabstände auch zu Grundmaßen in der Landvermessung. Insgesamt haben wir es mit einer Vorfertigungs- und Rastertechnik in modularem Aufbau zu tun, die Standardfertigung mit höchster Formenvielfalt und Ästhetik verbindet, - ein Lehrstück für die heutige Zeit!

Der Beruf des Zimmermanns (Daiku-san) gehörte seit alters her zu den angesehensten in Japan. Die Ausbildung dauerte mindestens 10 Jahre! Die Zulassung an einer guten Bauschule brachte sehr große Ehre. Bücher über Detailkonstruktionen wurden etwa wie die Bibel geachtet, und teilweise geheim gehalten, um den vorhandenen technologischen Vorsprung zu wahren!

Abschließend sei noch ein Blick auf den Montage- und Baubetrieb geworfen. Wie man sieht, standen zur Holzbearbeitung allerlei Handwerkzeuge und große Sägen zur Verfügung, Leitern und Hilfsgerüste wurden eingesetzt, und zum Lastheben wurden Seile und Umlenkrollen benutzt.

Besondere Aufmerksamkeit verdient der Bauleiter, selbstverständlich ein Shintopriester, dessen Arbeitsplatz beneidenswert ausgestattet ist.

Ein traditionelles japanisches Holzhaus  
Handwerklich vom "Daikusan" hergestellte Holzbauteile

## Hochtechnologieprozeß

Der nächste Entwicklungsschritt im traditionellen Holzbau war die von Verwendung von Bohr-, Fräs- und Sägemaschinen, die oft in der Hand gehalten werden konnten und mit deren Hilfe die Holzbauteile vor Ort zugeschnitten werden konnten. Trotz dieser mechanischen Arbeitshilfen, verlor der Beruf des Zimmerers immer mehr an Attraktivität und es wurde immer schwieriger qualifizierte Arbeitskräfte für das Bauwesen zu gewinnen.

Auf Grund der überwiegend kleinteiligen Struktur der Bauindustrie ( Kapital- und Umsatzschwäche), des Facharbeitskräftemangels, der steigenden Baunachfrage und der weitverbreiteten Verwendung von Computern (PC's) wurde die Precut Baumethode in Japan entwickelt. Die erste Precut Maschine kam 1975 auf den Markt. Zu dieser Zeit jedoch war die Computertechnologie noch nicht weit genug entwickelt und somit wurden bis 1980 nur vereinzelte Precut Maschinen installiert und weiterverbessert.

Das größte Problem dieser 10-jährigen Entwicklungsphase waren die Planungs- und Konstruktionsfehler, die dann zwangsläufig vom Maschinenbediener in die Precut Maschine übertragen wurden. Der Maschinenbediener vertraute den Planungsunterlagen und programmierte entsprechend den Planungsunterlagen, die oft fehlerhaft waren, die Precut Maschine. Außerdem wurden noch Aufrißfehler, Bearbeitungsfehler und Holzmaterialauswahlfehler gemacht, aber die größte Fehlerursache waren Planungsfehler (70%). Dieses Problem hatten die japanischen Zimmerer früher nicht, da sie selbst planten und bauten. Aber nun gab es fast keine jungen Leute mehr, die Zimmermann werden wollten. Zunehmender Facharbeitskräftemangel verlangt das Abspeichern von Expertenwissen des Baumeisters in eine CAD/CAM Anlage.

Automatisch von der Precut Anlage hergestellte traditionelle Holzbauteile

Daher entwickelten die Precut Maschinenproduzenten ab 1980 sogenannte CAD- Systeme, um die Planungsdaten in den Computer einzugeben und ihre Baubarkeit für die Arbeitsvorbereitung zu überprüfen. Nachdem diese Daten am CAD überprüft wurden, wurden die Daten in die Precut Maschine eingegeben. Seit 1985 wurde die Software weiter zu einem CAD/CAM System entwickelt und damit wurden die Planungs-, Programmierungs- und Bearbeitungsfehler weitgehend reduziert. Mit diesem CAD/CAM Precut System war das ursprüngliche Entwicklungsziel erreicht. Das einzige Problem, das nun noch vorhanden ist, ist die richtige Materialauswahl und die entsprechende material- und konstruktionsgerechte Holzbearbeitung. Wenn z.B. ein Träger gebraucht wird, so kann das CAD/CAM System den oder die geeigneten Träger noch nicht automatisch auswählen. Die Produktivität gegenwärtiger CAD/CAM Precut Systeme ist ca. 30 mal so hoch wie die der herkömmlichen Zimmerei bzw. 1 Precut Anlage ersetzt 30 Zimmerer. In einer Precut Fabrik arbeiten 1-2 Personen an einer Fertigungsstrasse, die ca. 120 bis 200 qm Boden- / Wandfläche täglich herstellt. Die Anzahl der Fabriken, die sich der CAD/CAM Technologie bedienen, nahm ab 1985 schlagartig zu und ebenso die Anzahl der mit dieser Baumethode hergestellten Häuser

Eine CAD/CAM Precut Anlage

Eine vollautomatische CAD/CAM Precut Anlage ist im Augenblick noch nicht produktiver als eine teilautomatische, da die Maschinenkosten fast 70% höher sind. Der Vorteil in der vollautomatischen Anlage liegt vielmehr in der höheren und kontinuierlichen Produktionsqualität, was zu geringeren Nacharbeitungskosten führt.

Eine Precut Baustelle. Ein fertiges Precut Haus

### Die "Precut" Baumethode

Auf Grund der überwiegend kleinteiligen Struktur der Bauindustrie ( Kapital- und Umsatzschwäche), des Facharbeitskräftemangels, der steigenden Baunachfrage und der weitverbreiteten Verwendung von Computern (PC's) wurde die Precut Baumethode in Japan entwickelt. Firmen, die Precut Technologie einsetzen.

## Durch CAD/CAM von Bauteilen zu einer konstanten Planungs- und Ausführungsqualität

Eine kapitalintensive Alternativentwicklung zur Precut Baumethode ist der Fertighausbau in Holzbauweise. Ein japanischer Chemiekonzern entwickelte ein Fertighausssystem in Raumzellenbauweise. Als Bauherr kann man in einem sogenannten Showroom mit Hilfe der "virtuellen Realität" ( 3D Computersimulation in Echtzeit ) das Traumhaus erleben und auch gleich die Finanzierungsmöglichkeiten vorschlagen lassen. Wenn dem Bauherrn der Entwurf gefällt und die Finanzierung paßt, dann kann er das Haus in Auftrag geben und ca. 40 Tage später bereits einziehen.

### Raumzellenvorfertigung-Kücheneinheit

Das Just In Time Produktionssystem funktioniert im 4 Tagesrhythmus, wobei 1 Tag für die Auftragsvergabe an den Zulieferer und für die Arbeitsvorbereitung beim Zulieferer, 2 Tage für die Herstellung und 1 Tag für die Auslieferung veranschlagt sind. Das Bauteilesortiment beträgt über 2 Millionen Bauteile, damit jeder Kundenwunsch erfüllt werden kann. Verständlich, daß eine so große Teilevielfalt nur durch CAD/CAM Technologien sicher be- und verarbeitet werden kann.

### Raumzellenmontage vor Ort

Die Raumzelle wird je nach Funktion zum Beispiel zu einer Küche ausgebaut und dann der Fertigungsendkontrolle unterzogen. Einer der Gründer der Qualitätszirkelinitiative in Japan, Professor Imaizumi, sagte:

" Der Betrieb gibt dem Qualitätszirkel kein Geld, denn der Qualitätszirkel ist die eigene Sache der Gruppenmitglieder, die diese autonome Aktivität mit eigener Initiative entwickeln. Somit ist der Spaß an der Arbeit schon da!"

