

xT-Bauweise – ein modulares (Holzrahmen-)Bausystem für bezahlbaren Wohnungsneubau

Andrej Eifert

Aufgabenstellung an ein nutzungsflexibles Vollsystem für Wand-, Decken- und Dachkonstruktionen

Im Folgenden soll ein neu entwickeltes Holzrahmen-Bausystem samt der bauseitigen Vorkehrungen für flexibel anpass- und umnutzbare Wohnungs- und Gewerbeeinheiten vorgestellt werden, welches exemplarisch den aktuellen Normen und Grundanforderungen an nachhaltiges und bezahlbares Bauen gerecht wird und zugleich einer Vielzahl weiterer Anforderungen aus den aktuellen Diskursen des Neuen Bauens entspricht.

In der Entwicklung des xT-Bausystems wurde der Versuch unternommen, die Materialeffizienz der Bohlenbinderkonstruktionen aus kurzen Konstruktionshölzern von Philibert de L'Orme, David Gilly und Friedrich Zollinger mit dem konstruktiven Pragmatismus des Bausystems von Naumann & Stahr zu vereinen und dadurch eine neue, flexible und ressourcenschonende Holzrahmenbauweise zu generieren.

Noch vor 10 Jahren wurde der Nachweis der Kosteneffizienz für zahlreiche innovative Holztragsysteme und Holz-Beton-Hybridentwicklungen u. a. noch durch überzogene Brandschutzaufgaben der genehmigenden Behörden erschwert.

Heute generiert das handwerkliche Wissen tradierter materialgerechter Konstruktionsprinzipien, multipliziert mit den Möglichkeiten des ingenieurbasierten Entwerfens, Fertigens und Bauens und einer stetig wachsenden Vielfalt an Holzprodukten und Verbundmaterialien am Markt einen dynamisch wachsenden Möglichkeitsraum für die Entwicklung neuer Bauweisen und -systeme.

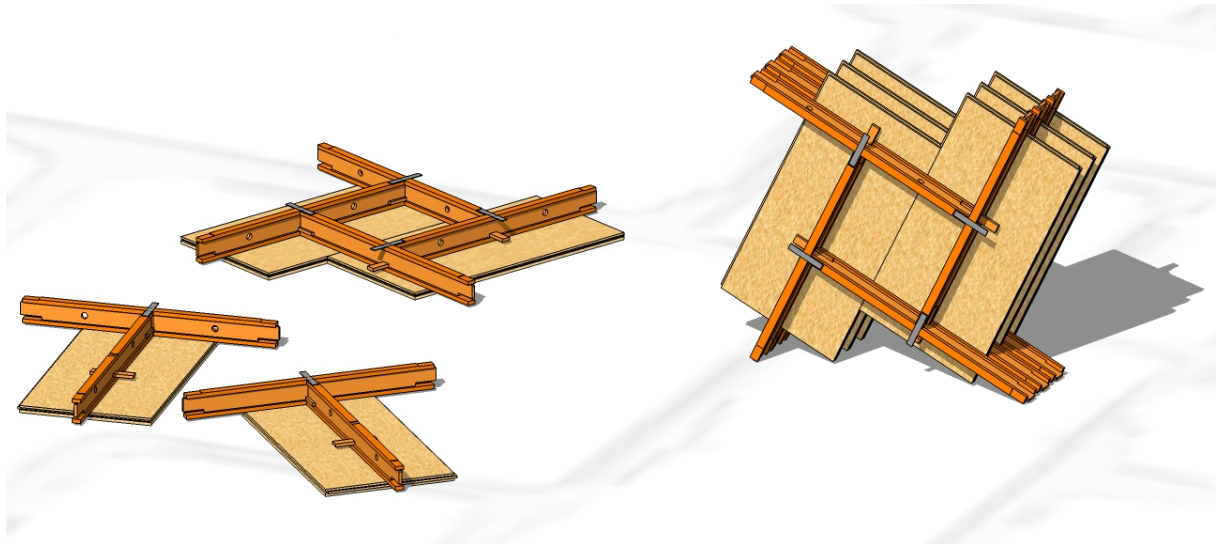
Das vorliegende xT-Bausystem nutzt den entstandenen Raum durch die Verwendung hochtragfähiger (qualifiziert getrockneter, maschinell sortierter und bauaufsichtlich zugelassener) Konstruktionselemente, die erweiterten Möglichkeiten von CAD und BIM in der Planung und die Konfektionierung mittels industrieller Vorfertigungs- und Abbundtechniken, sowie die Verwendung innovativer Verbindungsmittel und hochleistungsfähiger Holzwerkstoffe zur Beplankung konsequent aus und wurde aufgrund seines innovativen Charakters daher auch zum Patent angemeldet (DE 10 2015 102 905.7 und A 50141/2016).

Das modulare Holzrahmenbausystem vermag bei entsprechender Dimensionierung bereits alle baurechtlichen Anforderungen an die Tragfähigkeit und die Gebrauchstauglichkeit der Bauteile für drei bis vier Vollgeschosse zu erfüllen, wenngleich eine bauaufsichtliche Regelzulassung auf Basis standardisierter Prüfbedingungen derzeit noch aussteht.

Beschreibung des xT-Bausystems für Wand-, Decken- und Dachkonstruktionen

Das hiermit erstmals vorgestellte modulare Baukastensystem dient zur einfachen Errichtung von Wand-, Decken- und Dachkonstruktionen und findet ebenso für tragende Wandscheiben wie für biegebelastete Dach- und Deckenplatten Anwendung. Es werden dabei weder komplizierte Verbindungsmittel, noch eine aufwendige Hebe- und Fügetechnik benötigt und durch den Verzicht auf ein umlaufendes Randprofil der Einzelmodule auch keine unnötigen Wärmebrücken erzeugt.

Das Grundmodul, das hierbei Verwendung findet, besteht aus vier windmühlenartig gefügten hölzernen Stegträgern (klassischen Schalungsträgern oder auch Agepan-, TJI-/ FinnJoist*, STEICO-joist, easy-joist*- oder Ligno-Uni*Trägern), den zugehörigen vorgebohrten Verbindungslaschen (vorzugsweise aus Furnierschichtplatten und bandverzinktem Stahl) und einer einseitig erfolgten Beplankung mit einem Plattenwerkstoff (vorzugsweise 60-80mm starken Holzfaserplatten mit umlaufender Nut/Feder), der direkt auf den Gurten der Stegträger befestigt wird.



zwei T-förmige Teilmodule und das xT-Grundmodul liegend und stehend/ gestapelt

Das Grundmodul kann – wie abgebildet – auch als Multiplikation eines T-förmigen Teilmoduls aus zwei Stegträgern und einer vormontierten Weichfaserplatte aufgefasst werden (**2xT** – siehe Abb.) – daraus leitet sich auch die Bezeichnung „**xT**“ für das gesamte Bausystem ab.

Über eine additive Fügung des dargestellten Grundmoduls können beliebig dimensionierte Großmodule definiert und daraus dann alle Wand-, Decken- und Dachkonstruktionen ein- und mehrgeschossiger Bauten unter Beachtung der konstruktiven Detaillösungen gefügt werden.

Durch die vorkonfektionierte einseitige Beplankung aller Wand und Dachmodule (umlaufende Nut-Feder als wasser- und winddichte Basis der äußeren Fassaden- und Dachbekleidung) wird mit der Fügung der Tragkonstruktion zugleich auch eine **erste Hülle als Witterungsschutz des Tragwerkes** und der noch einzubringenden Haustechnik, der Dämmung und der sonstigen Ausbaumaterialien realisiert.

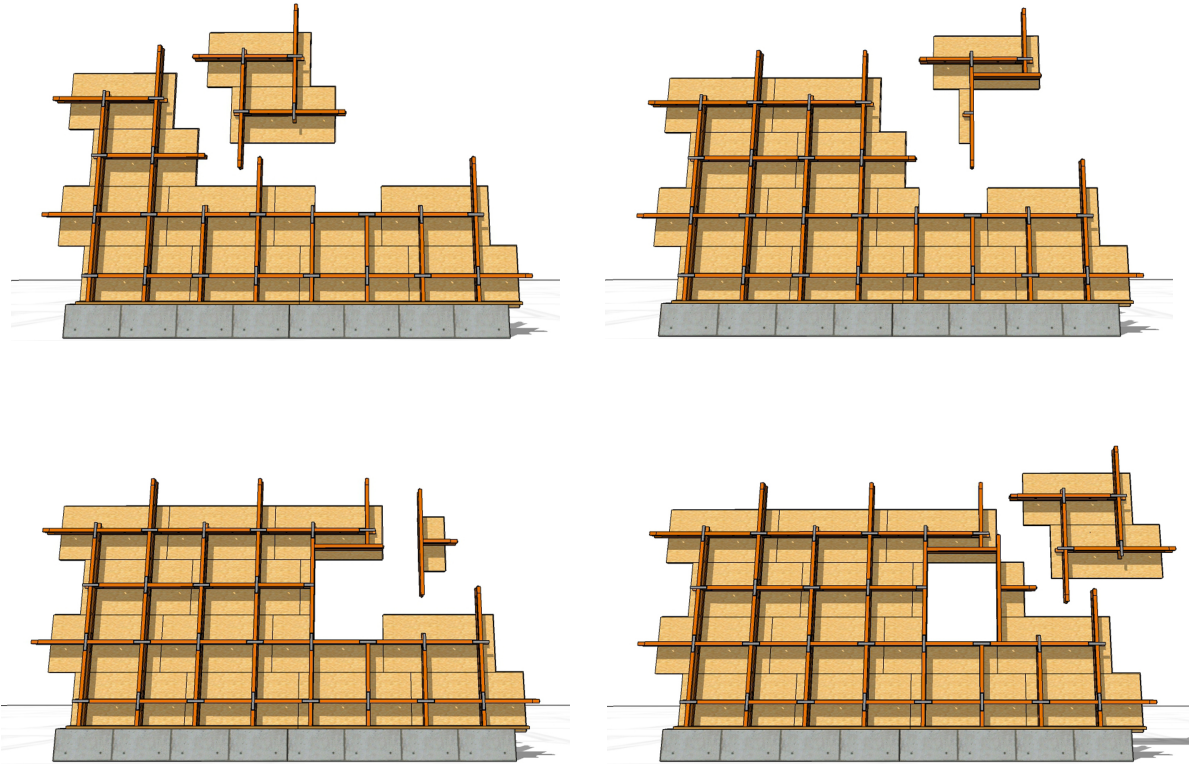
Bei der Montage entstehen damit in jeder Ebene zweiachsig spannende Flächentragwerke, ähnlich einem Trägerrost aus sich kreuzenden Nagelbrettbindern. Durch die Vielzahl an Knotenverbindungen wird eine **hohe Steifigkeit in der Scheibenebene** erzielt, die bedarfsweise noch durch eine innere Beplankungslage aus Furnierschichtplatten gesteigert werden kann.

Die Rohbaustruktur wird wahlweise aus den windmühlenartigen Grundmodulen einzeln gefügt oder aus vorgefertigten Großmodulen/ Raumzellen errichtet, die das Grundmodul in additiver Fügung beinhalten.

Dies ermöglicht eine kosten- und ressourcenschonend herstellbare Grundkonstruktion mit variierbarem Wand- und Deckenaufbau, der bereits **alle notwendigen Funktionen einer schützenden, tragenden und aussteifenden Außenhaut erfüllt**.

Die entstehenden kassettenartigen Hohlräume der Holzrahmen werden (außer bei vorgefertigten Wandtafeln und Raumzellen) erst nach Errichtung der Rohbau-Tragkonstruktion mit Dämmstoff gefüllt (vorzugsweise eingeblasene Zellulose oder Naturfaserdämmplatten).

Die Wahl des **Rastermaße des Systems** orientiert sich dabei neben der Bruttogeschosshöhe und statischen Vorgaben in erster Linie an der Größe der gewählten Beplankungsplatte (mit Randausbildung Nut-Feder oder Falz), kann aber auch auf häufig verwendete Bauelemente (Standard-Fenstergröße) reagieren.



Fügeprinzip einer Wandtafel aus Einzelmodulen (on site/ off site)

Als innere Wandabschluss ist eine abgeklebte Dampfbremsfolie für die erforderliche Luftdichtheit und die Ausführung eine inneren Beplankung aus Holzwerkstoffen bzw. mineralischen Stoffen auf Lattung vorgesehen, wodurch zugleich der notwendige Bauraum für Unterputzdosens und eine bauphysikalisch unkritische Installationsebene für Elektro u. a. vorhalten wird.

Eine dampfsperrende Ausbildung der innenseitigen Wand- und Dachverkleidung wird aufgrund des **hochgradig diffusionsoffenen Wandaufbaus** zumeist überflüssig sein.

Den einschlägigen Brandschutznormen kann durch eine entsprechende Festlegung von Materialität und Dicke des Dämmstoffes und der inneren Beplankung und ggf. vorzusehenden Schotts bei der äußeren Beplankung hinterlüfteter Fassaden entsprochen werden.

Das modulare xT-Bausystem ist grundsätzlich den flächigen Holzrahmenbauweisen zuzuordnen, obgleich damit bei großen Radien auch einachsige gekrümmte Wand- und Dachausbildungen realisierbar sind (vgl. Zollinger-Dach bzw. da-Vinci-Brücke).

Anwendungsbereiche des xT-Bausystems als Voll- und Hybridsystem

Das xT-Bausystem ist als Vollsystem verwendbar – also als eine einheitliche Systembauweise für Wand-, Decken- und Dachkonstruktionen (oberhalb eines gemauerten Sockels, eines Streifenfundamentes oder einer armierten Bodenplatte) – lediglich mit einigen anforderungsspezifischen Variationen des Schichtenaufbaus – entsprechend den Kriterien von Niedrigenergie- beziehungsweise Passivhäusern.

Es ist darüber hinaus **auch als hybride Bauweise in Kombination mit anderen flächigen Holzbausystemen oder Massivbauweisen** (z.B. mit schwimmendem Estrich, Spannbeton- oder Verbund-Deckenelementen zur

Verbesserung des Schallschutzes oder mit Ortbeton-Treppenhäusern zur besseren Aussteifung) kombinierbar und somit auf projektindividuelle Anforderungen hin optimierbar.

Das xt-Bausystem kann seine Einsatzvorteile insbesondere **bei schwer erreichbaren bzw. ungünstig geschnittenen Grundstücken, fehlenden Flächen für eine Baustelleneinrichtung, komplizierten Gründungsverhältnissen oder Grundstückstopografien** ausspielen und für die innerstädtische Nachverdichtung bestehender Quartiere auch vormals „unbebaubare Grundstücke“ wieder in den Entwicklungsfokus der Marktakteure zurückholen.

Seine größte Wirtschaftlichkeit wird das System daher bei der **Überbauung schmaler Baulücken, dem Aufstocken von (teiltrückgebauten) Bestandsobjekten oder der Neubebauung von Gebäudebrachen** erreichen. Dies gilt insbesondere, wenn diese Neubebauung aus städtebaulichen oder denkmalpflegerischen Gründen der Kubatur des verlorenen baulichen Ensembles ohne zusätzlichen Mehraufwand folgen soll. Das Bausystem kann dabei sowohl **als eigenständige Tragstruktur und Gebäudehülle, als selbsttragende Dämm-Vorsatzschale vor bestehenden Massivgeschossen oder als flexibel handhabbares Deckensanierungssystem in der Denkmalpflege** Verwendung finden.

Die flexibel definierbare Modulgröße erspart bei kleinen Bauvorhaben das Aufstellen eines Baustellenkrans, da die Module teilweise sogar händisch, zumindest aber **mit mobiler hydraulischer Aufzugs- und Hebetechnik bewegt und positioniert** werden können.

Die Module können zur Bauzeitverkürzung aber auch auf **großmaßstäbliche Module in Trailergröße** (ganze Wandtafeln, halbe und ganze Raumzellen) vormontiert und damit auch auf die Projektabläufe von Investoren und Wohnungsunternehmen abgestimmt werden.

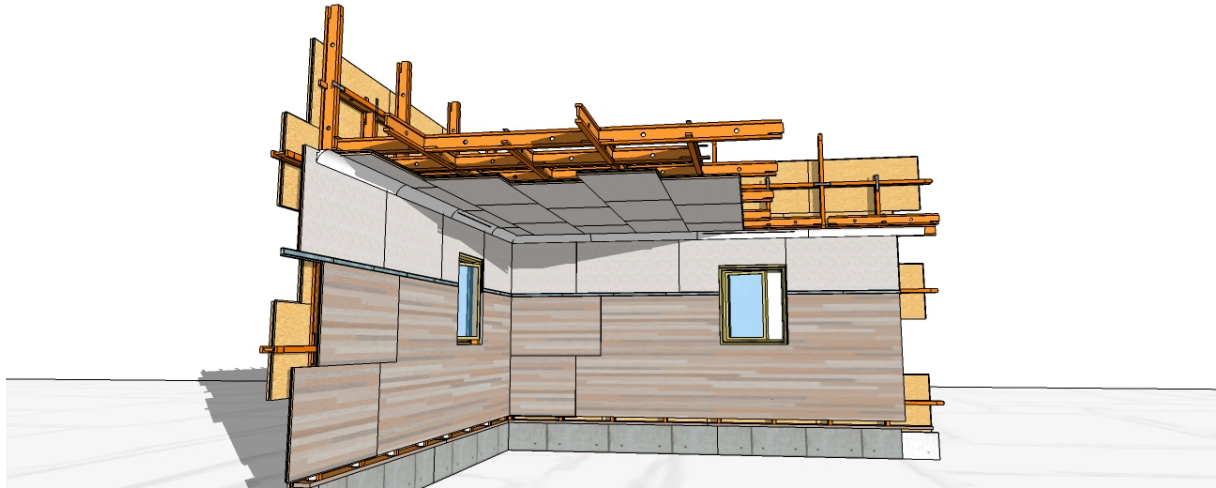
Diese flexible und robuste Holzrahmenbauweise ermöglicht damit **größere stützenfreie Spannweiten, unterschiedliche Tragfähigkeit** (1-4 Geschosse möglich) **und Steifigkeit der Knotenverbindungen, sowie projektabhängig wählbare Vorfertigungstiefen und Modulgrößen** (2m²-30m²), nicht zuletzt in Abhängigkeit von der Zugänglichkeit des Baufeldes/ der Baulücke für Transportfahrzeuge und der jeweils verfügbaren, kostengünstigsten Hebetechnik.

Es kann damit zudem eine **weitestgehend erdbeben- und lawinensichere Bauweise** etabliert werden, die **auch bei komplizierter Topografie und kritischem Baugrund** (Konversionsflächen, Bergbausenktungsgebiete, etc.), eingesetzt werden kann, robust auf Setzungen und dynamische Belastungen reagiert und diese Energien durch unkritische Verformungen der gesamten Struktur abbauen kann.

Die grundsätzliche **Unabhängigkeit von spezialisierten Vorfertigern** (Abbundzentren und Werke der Fertighausanbieter) sollte sich kostendämpfend auf deren Angebotskalkulation auswirken und zugleich auch kleineren **regional ansässigen Handwerksunternehmen** (Zimmereien, Tischlereien und größeren Dachdeckerbetrieben) eine Ausschreibungsteilnahme ermöglichen.

Im Unterschied zu den großen börsennotierten Bauunternehmungen, die ihren Aktionären verlässlich hohe Gewinnausschüttungen schulden, haben mittelständische Unternehmer längst gelernt, präzise zu kalkulieren und auch mit kleinen Margen für Wagnis und Gewinn effizient zu wirtschaften.

Die Einfachheit der Grundmodule ermöglicht letztlich sogar deren Vorfertigung „in der Garage“, **der Holzwerkstatt einer Produktionsschule bzw. einer WfbM oder einer neben dem Baufeld eingerichteten „Feldfabrik“** des beauftragten Handwerksbetriebs aus der Region.



Weitere Vorzüge des xT-Bausystems gegenüber etablierten Bauweisen

Abgesehen von den bereits in den vorangegangenen Abschnitten skizzierten, recht spezifischen Möglichkeiten einer **Vorwegnahme bzw. Reduzierung von Installationsaufwänden** unterschiedlicher Haustechnik-, Home Entertainment- und AAL-Anwendungen verfügt das xT-System über eine deutlich höhere Grundflexibilität des gesamten Systems.

Dass nichttragende Trennwände aufwandsarm umgesetzt werden können, ist heutzutage schon eine Standardanforderung für nutzungsflexible Raumsysteme. Ein zweiachsig tragendes Deckensystem reagiert (mit Lastumlagerungen und minimalen Veränderungen der Durchbiegung) deutlich robuster auf eine geringfügige Änderung der Stützweite und ermöglicht damit sogar ein **Versetzen tragender Stützen und Wandmodule**.

Vorbedingung dafür ist, das derart umbaubare Bereiche tragender Wandscheiben oder Stützen in den Konstruktionsplänen samt der zulässigen Freiheitsgrade vorab definiert, im Standsicherheitsnachweis bereits mit eingerechnet sind und der Umbau nur unter Aufsicht vorgenommen wird, da eine temporäre Entlastung der zu versetzenden Wand durch eine Stützung der benachbarten Systemknoten des Deckenträgerrostes die Berücksichtigung von temporären oder dauerhaften Ertüchtigungen in darüber und darunter liegenden Geschossen erfordert.

Das modulare System erlaubt die Verwendung nachhaltig produzierter Baustoffe, die Wiederverwendbarkeit der Teilmodule bei Umbauten und Erweiterungen (**cradle-to-cradle**) und die Verwendung gebrauchter (und geprüfter) Schalungsträger für die Vorfertigung statisch wenig beanspruchter Module.

Da in Bezug auf die Gebäudenutzungsdauer die dem Spritzwasser ausgesetzten Fensterlaibungen und Sockelbereiche zumeist die limitierenden baukonstruktiven Schwachpunkte (Expositionsklassen) bilden, lassen sich bei einem modularen System wie dem vorgestellten, die feuchteexponierten Bauelemente oder Teilmodule (z.B. Wandschwellen und Fenstersohlbänke) auch nach Jahrzehnten noch vergleichsweise aufwandsarm austauschen und so **die Lebensdauer des gesamten Gebäudekomplexes nahezu beliebig verlängern**.

Durch einen wählbar hohen Vorfertigungsgrad, die unkomplizierte Vorfertigung und die einfach handhabbare Moduldimension der Rohbaustruktur sind **bei entsprechender Anleitung auch größere Eigenleistungsanteile ansetzbar bzw. sogar ein Selbstbau in Nachbarschaftshilfe** ist bei entsprechender handwerklicher Vorbildung und Bauüberwachung möglich. Neben dem kostensparenden Bauen im Geschosswohnungsbau ist daher vor allem der **Einsatz anerkannter Asylsuchender zur Beschäftigung und Qualifizierung** bei der Errichtung eigener Asyl-Unterkünfte unter fachlicher Anleitung intendiert.

Damit wird dieses Low-Tech-System auch für Stiftungen, Gemeinschaft-Wohnprojekte und Baugruppen interessant, um im Projekt eine höhere Partizipation und Variabilität und eine bessere Aneignungspraxis durch die künftigen Nutzer zu generieren.

Die Entwicklung neuer Beschäftigungsformen im Rahmen von städtebaulich-wohnungspolitischen Modellvorhaben wird in sozial benachteiligten Quartieren (z.B. berufsorientierende Ausbildungs- oder Beschäftigungsförderung Langzeitarbeitsloser bzw. die graduelle Baubeteiligung der Asylsuchenden) durch modulare Bausysteme wie diesem überhaupt erst ermöglicht.

Generierung einer hohen Angebotsvielfalt innerstädtischer Wohnformen

Nutzungsflexible Bausysteme in der Nachverdichtung und die Organisation einer qualitativ hochwertigen und bezahlbaren Versorgungssicherheit bilden zwei wesentliche Vorbedingungen dafür, dass Menschen im hohen Alter, mit Behinderungen oder Fluchterfahrungen überhaupt noch in angemessener Form im Quartier wohnen und sozialräumlich erfolgreich inkludiert bzw. integriert werden können.

Weitere städtebauliche Randbedingungen einer kompakten und bürgerfreundlichen Stadt, wie z.B. eine Anbindung mit öffentlichen Verkehrsmitteln, wohnnahes Grün und ein möglichst anregendes und unterstützendes Umfeld gewinnen mit der Verkleinerung des Aktionsradius benachteiligter Bevölkerungsgruppen ebenfalls immer mehr an Bedeutung.

Um dieser **wachsenden Differenzierung an Wohnwünschen und -bedarfen** im Rahmen einer „Wohnungsbau-offensive“ umfänglich zu entsprechen, kann es daher auch keine ideale Wohnform oder Bauweise geben – städtisches Bauen bleibt daher weiterhin das **Bauen unterschiedlicher Akteure in typologischer Vielfalt und Dichte städtischer Gebäude- und Wohnungstypen mit möglichst nutzungsneutralen oder zumindest flexibel anpassbaren Grundrissen**.

“Der baukulturelle Mehrwert [der neuen Vielfalt an Bau- und Bauträgerformen] hat sicher auch wirtschaftliche Aspekte, reicht aber in seinen sozialen und kulturellen Auswirkungen weit darüber hinaus und leistet mit dem Beitrag zum aktiven Aufbau selbstbestimmter nachbarschaftlicher Netzwerke einen kaum zu überschätzenden Beitrag zur sozialen Stabilisierung der Stadtgesellschaften.” (Kremer-Preiß et al. 2011 zit. bei Harlander 2013b)

Literaturverzeichnis

Brylok, Alekandra u.a. (Herausgeber: VSWG und GÖZ der TU Dresden): Städtebau der Zukunft. Selbstständiges Wohnen bis ins hohe Alter, Dresden 2015.

Harlander, Tilman: Aufsatz “Soziale Stadtentwicklung”, erschienen in „Urbaner Holzbau – Chancen und Potenziale für die Stadt“ von Peter Cheret, Kurt Schwaner und Arnim Seidel, DOM Publishers, Berlin 2013.

Holzabsatzfonds (Hg.): Informationsdienst Holz, Holzbau Handbuch Reihe 1, Teil 1, Folge 7/2009. Holzrahmenbau (aktualisiert), Köln 2015.

Jocher, Thomas; Mühlthaler, Erika; Gerhards, Pia (Uni Stuttgart): ready – vorbereitet für altengerechtes Wohnen, in: Schriftenreihe Zukunft bauen - Forschung für die Praxis, Heft 01, BBSR (Hrsg.), Bonn 2014.

Kremer-Preiß, Ursula u.a. (Kuratorium Deutsche Altershilfe): Wohnen im Alter - Marktprozesse und wohnungspolitischer Handlungsbedarf Köln/ Berlin. Hrsg.: BMVBS-Forschungen, Heft 147, Berlin 2011.

Naumann&Stahr heute: *HolzWertHaus 3G+* siehe <<http://holzwerthaus.de/bausystem/>> ; vgl. auch SMUL-Broschüre „Bauen mit Holz in Sachsen – modern und klimafreundlich“, Dresden 2014, S. 51-53, 74.

Patentanmeldung DE 10 2015 102 905.7 und A 50141/2016 „Bausystem - xT_Modulare Wandkonstruktion, Decken- oder Dachkonstruktion einschl. des Verfahrens zur Errichtung von entsprechenden Bauwerken“

Wegener, Gerd: Kultureller, ökologischer und energetischer Nutzen des Bauens mit Holz, in: Cheret, Peter; Schwaner, Kurt u. Seidel, Arnim: Urbaner Holzbau – Chancen und Potenziale für die Stadt, DOM Publishers, Berlin 2013.