

Bauen mit Systemen: Planung und Umsetzung

Matthias Eisele
merz kleypartner ZT GmbH
AT-Dornbirn



Bauen mit Systemen: Planung und Umsetzung

1. Einleitung

„Bauen mit Systemen“ – was bedeutet das? Was bedeutet „System“ beim Bauen? Jeder Fachbereich definiert diesen Begriff unterschiedlich. Der Gegenpart von System ist das Durcheinander. Intuitiv löst der Begriff der „System“ folgende Assoziation aus: System = Ordnung, Vereinheitlichung, Wiederholung von Gleichem – daraus resultieren Synergien => Effizienz => **Wirtschaftlichkeit**
Je stärker die Systematisierung, je konsequenter die Vereinheitlichung, je mehr Wiederholungen, desto stärker sind die dadurch erzielbaren Effekte.

Dies ist wohl der Grund dafür, dass allerorten eine möglichst hohe Systematisierung angestrebt wird. Wirtschaftlichkeit hat für die meisten Bauherren Priorität. Für einige davon die oberste.

Systematisierung ist einlanges verfolgtes Ziel. Es wurden schon viele Bausysteme entwickelt, mit verschiedensten Systematisierungsgraden. Dabei gibt es wohl weitaus mehr gescheiterte Bausysteme als etablierte Bausysteme, die sich am Markt durchsetzen konnten. Im Bauwesen werden im Vergleich zu anderen Branchen (Industrie, Logistik) üblicherweise sehr geringe Systematisierungsgrade erreicht.

Auch in unserem Büro ist die Arbeit der Tragwerksentwicklung mehr oder weniger (abhängig von den Interessen der Auftraggeber) geprägt vom Bestreben nach Systematisierung. Je nach Randbedingungen und Priorisierung werden dabei unterschiedliche Systematisierungsgrade erreicht. Nachfolgend werden vier realisierte Projekte mit unterschiedlichen Systematisierungsgraden vorgestellt.

2. Produktions- und Verwaltungsgebäude Sputnik, Biel



Abbildung 1: Ansicht West mit Büroriegeln in den Obergeschossen

Bereits das äußere Erscheinungsbild des Gebäudes lässt erahnen, dass die ökologische Nachhaltigkeit beim Neubau des Verwaltungs- und Verwaltungsgebäudes der Sputnik Engineering AG in Biel eine vordergründige Rolle einnimmt. Ebenso ist am Gebäude eine gewisse Systematisierung abzulesen. Das Gebäude wurde unter starkem Zeitdruck geplant und gebaut. Allein deshalb wurde ein hoher Wiederholungs- und Vereinheitlichungsgrad angestrebt. Mit Erfolg – das Gebäude konnte termingerecht der Nutzung übergeben werden.

Das dreigeschossige Gebäude erstreckt sich über eine Grundfläche von ca. 90x130 m. Im Erdgeschoss werden im Wesentlichen die Produktionsflächen mit den dazugehörigen Nebenräumen angeordnet. In den beiden Obergeschossen sind die Büroflächen vorgesehen. Das Untergeschoss sind Gebäudetechnik, Archive und Labore untergebracht.

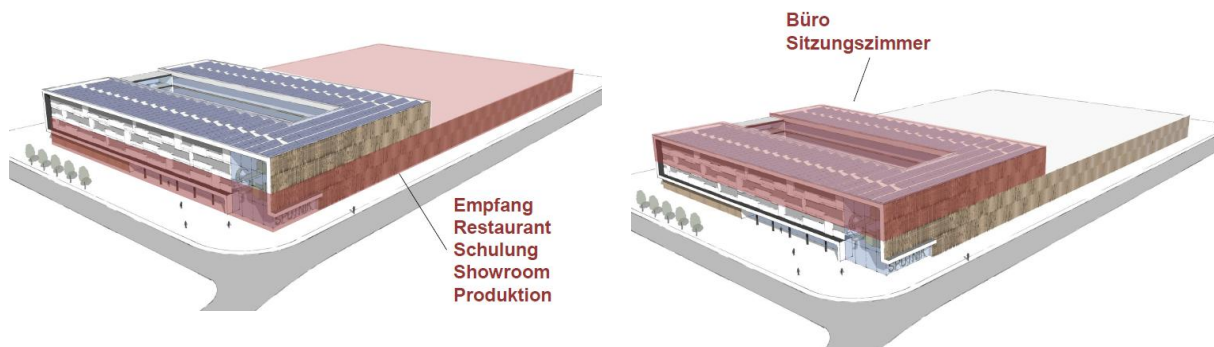


Abbildung 2: Funktionalitätsbereiche

Der Bauherr, ein GreenTech-Unternehmen, forderte entsprechend der Corporate Philosophie einen ressourcenschonenden Einsatz der Baustoffe und ermunterte zur Verwendung möglichst umweltverträglicher Baustoffe. Da liegt die Verwendung des Baustoffs Holz nahe. Das Holz sollte jedoch nicht dogmatisch und „auf Biegen und Brechen“ eingesetzt werden, sondern es sollte eine möglichst intelligente, effiziente Kombination aus Baustoffen, entsprechend den jeweiligen Stärken, verwendet werden. Das Ergebnis ist ein Materialmix in der Holzbau, Stahlbetonbau, Stahlbau, Holz-Beton-Verbund und Stahl-Beton-Verbund miteinander kombiniert wurden.

Die Stützen im Erdgeschoss und die aussteifenden Treppenkerne wurden in Stahlbeton errichtet, ebenso wie das Untergeschoss, die Fundamente und die Bodenplatte. Die Decken der Büroriegel werden aus einer HBV-Decke, die Dächer aus einer reinen Brettstapeldecke hergestellt. Die Dächer über der Produktion im Erdgeschoss wurden als reine Holzkonstruktion, mit BSH-Satteldachträgern, Pfetten und OSB-Dachscheibe errichtet. Der Grundraster des Gebäudes beträgt 6,25 x 6,25 m. Die Stahlbetonstützen im Erdgeschoss stehen im Raster 6,25 x 12,50 m im unter den Büroriegeln, die Satteldachträger der Dächer dazwischen überspannen die Distanz von 18,75 m stützenfrei.

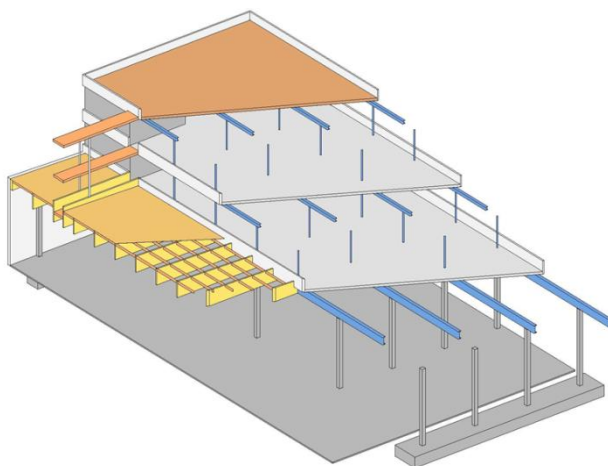


Abbildung 3: Isometrie statisches System

Die Hauptträger der Geschossdecken und der Dachkonstruktion sind aus Stahl, wobei die Träger in den Decken gemeinsam mit dem Aufbeton als Stahl-Beton-Verbundträger ausgebildet sind. Die Träger über dem Erdgeschoss (HEB 700) fangen eine Stützenachse der Obergeschosse ab. In den Bürogeschossen sind die Stützen aus Stahlhohlprofilen im Raster 6,25 x 6,25 m angeordnet.

Die Aussenwände wurden komplett aus nicht tragenden, vorelementierten Holzrahmenelementen hergestellt. Die innere Beplankung aus OSB-Platten bildet gleichzeitig die fertige, sichtbare Oberfläche. Die Randabschalung des Aufbetons aus KLH-Platten dient

gleichzeitig als Anschlag, Richtschwelle und Befestigungspunkt für die Fassadenelemente. Die KLH-Abschalung wurde vor dem Betonieren vom Holzbauer mit geringstmöglicher Toleranz ausgerichtet und montiert. Die Fassadenelemente wurden so konstruiert, dass im Wesentlichen nur sieben verschiedene Elementtypen gefertigt werden mussten.



Abbildung 4: Ansicht Nord mit Produktion

Die Holz-Beton-Verbunddecke wurde die Decke mit einer Stärke von 240 mm gewählt. Unten wurden Brettstapelelemente mit 140 mm eingesetzt. Im Bereich der Büros hatten Die Elemente eine „Plus-Minus“ Profilierung (d.h. die Kanten sind abwechselnd 140 und 160 mm hoch) und eine fertige Oberfläche in Sichtqualität. Der Verbund wurde ausschliesslich über 20mm tiefe, in die Brettstapel eingefäste Kerfen hergestellt. In einem weiten Raster wurden Spax mit Tellerkopf als konstruktive Verbindung zwischen Brettstapel und Aufbeton angeordnet. Der Aufbeton wurde jeweils immer unmittelbar nach der Montage der Stahl/Holz-Konstruktion aufgebracht. Die Decke kann bei dieser Montageabfolge bereits nach dem ersten Abbinden als Scheibe wirken. Ausserdem übernimmt der Aufbeton sogleich die Funktion des Witterungsschutz für die Stahl/Holz-Konstruktion. Beide Vorteile konnten bei diesem Projekt nutzbar gemacht werden.

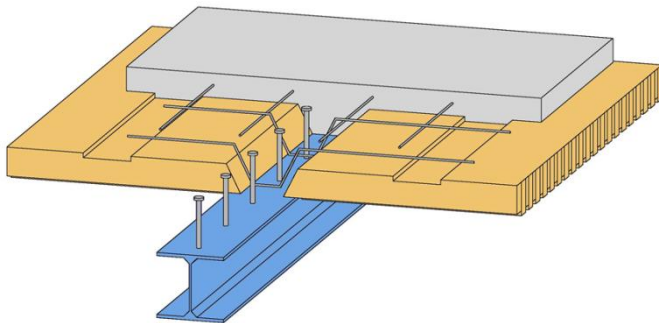


Abbildung 5: HBV-Decke und Stahlbeton-Verbundträger

Factbox

Produktions- und Verwaltungsgebäude Sputnik Engineering AG
Länggasse 85
CH-2504 Biel

Bauherrschaft: Sputnik Engineering AG, Biel

Architektur: Burckhart + Partner AG Architekten Generalplaner, Bern

Bauingenieur Holz: Merz Kley Partner, A-Dornbirn

Bauingenieur Massiv: BSB + Partner AG, CH-Biberist

Baukosten (BKP 2): CHF 34,1 Mio.

Geschossfläche: 21.810 m²

3. LifeCycle Tower LCT One, Dornbirn



Abbildung 1: Ansicht des fertigen Gebäudes

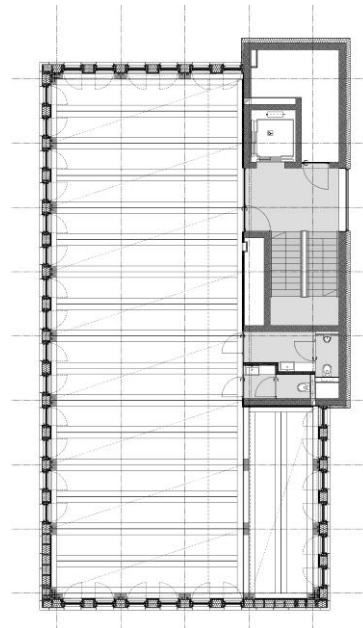


Abbildung 2: Grundriss

Der LCT ONE (LifeCycle Tower ONE) ist in verschiedener Hinsicht ein Pionierprojekt. Es ist das erste achtgeschossige Holzgebäude in Österreich. Es ist der Prototyp für die im Forschungsprojekt „LifeCycle Tower“ entwickelte Holz-Systembauweise. Mit diesem Projekt sollten unter anderem die bauliche Umsetzbarkeit, die Funktionstüchtigkeit, die Wirtschaftlichkeit und Optimierungspotential untersucht werden.

Abweichend vom im vorausgegangenen Forschungsprojekt LCT, wurde der Kern in einer Ortbetonbauweise anstatt in Holzbauweise ausgeführt. Dies ist das Ergebnis einer intensiven Auseinandersetzung mit den gesetzlichen Vorschriften des Brandschutzes, die zeigt, dass es derzeit nicht möglich ist, den Kern bei Gebäuden dieser Höhe aus brennbaren Baustoffen zu herzustellen. Der Kern stabilisiert das Gebäude für alle horizontalen Einwirkungen, wie Wind, Erdbeben oder ungewollte Schiefstellungen.

Die Geschosdecken sind aus Holz-Beton-Verbund (HBV) Elementen zusammengesetzt, die als Plattenbalken ausgebildet sind. Die HBV-Decke ist der eigentliche Schlüssel, um in die Höhe zu bauen, da es mit ihr gelingt, die jeweiligen Geschosse durch

eine nicht brennbare Schicht konsequent zu trennen. Die Elemente haben Abmessungen von 2,70 m x 8,10 m bei einer Stärke von 36 cm. Die Betonplatte ist 8 cm dick und jedes Element besitzt 4 Längsbalken 24 x 28 cm² aus Brettschichtholz. Der Verbund zwischen Holz und Beton wird mittels Kerfen hergestellt. An der Schmalseite laufen die Längsbalken in höhengleiche Querträger aus Stahlbeton aus. Jedes Deckenelement ist bezüglich seiner beiden Mittelachsen symmetrisch und muss an den vier Eckpunkten gestützt werden. Durch den hohen Vorfertigungsgrad vereinfacht sich der Bauablauf wesentlich. Die Deckenelemente werden in Stahlschalungen präzise und in Sichtqualität hergestellt. Sie

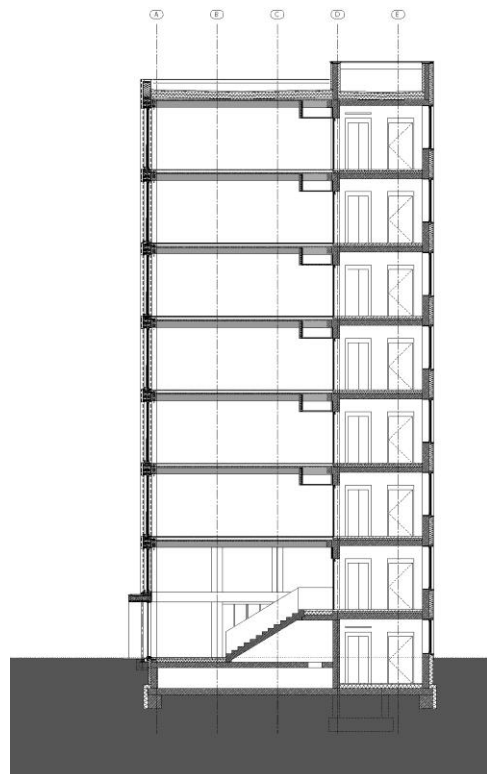


Abbildung 3: Gebäudeschnitt

können sofort belastet werden. Da die Aushärtung des Betons während der Lagerung im Werk erfolgt, erübrigen sich die im Ausbau meist störenden Abspritzungen.



Abbildung 4: Innenraum mit sichtbaren Deckenbalken und Stützen



Abbildung 5: Versetzen der Deckenelemente



Abbildung 6: Versetzen der Deckenelemente

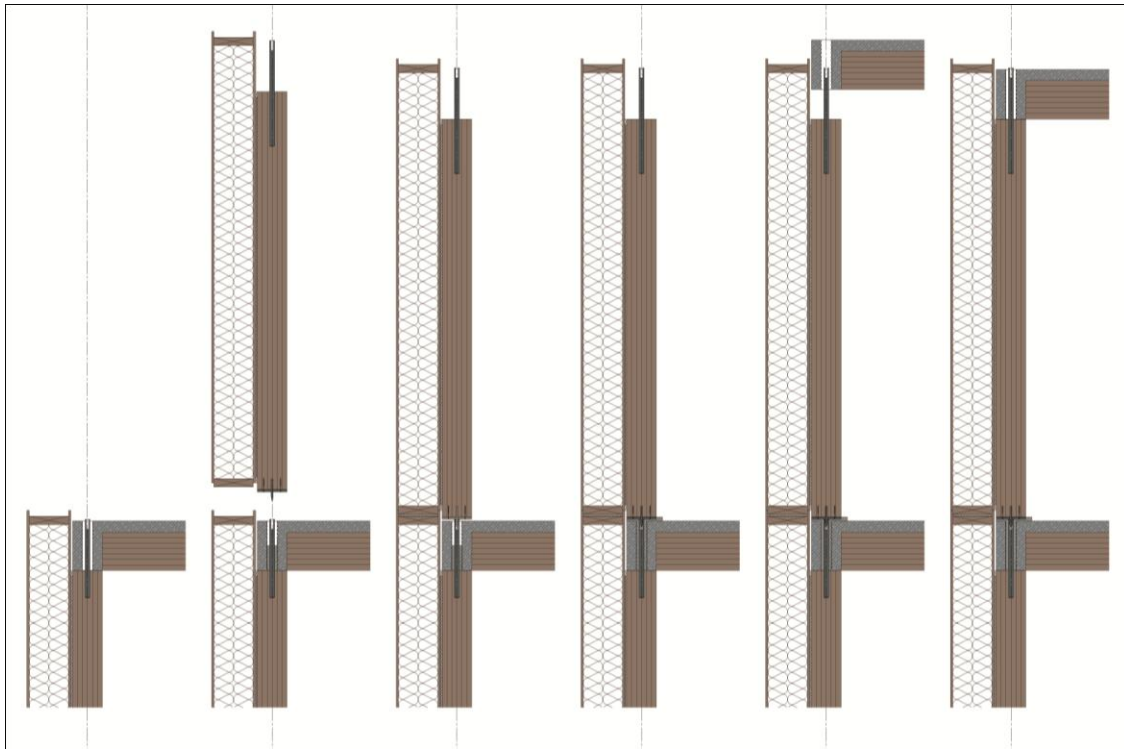


Abbildung 7: Montagereihenfolge



Abbildung 8: Wandfertigung im Werk

Am Kern werden die Deckenplatten auf geschweißte Stahlkonsolen aufgelegt. Auf der Außenseite bilden Stützen aus Brettschichtholz das Auflager. Die einzelnen Elemente werden nach dem Montieren und dem genauen Ausrichten mittels Fugenverguss kraftschlüssig zu einer aussteifenden Deckenscheibe zusammengefasst. Die Decken sind für eine Nutzlast von 4 kN/m^2 ausgelegt. Die geforderte Brandwiderstandsdauer beträgt REI 90 und wurde mittels Brandversuch nachgewiesen.

Die Stützen an der Fassade sind als Doppelquerschnitte $2 \times 24 \times 24 \text{ cm}^2$ ausgebildet. Jeweils ein Stützteile trägt ein angrenzendes Deckenelement. Die Stützen sind reine Pendelstützen und werden im Wesentlichen nur durch Normkraft beansprucht. Die Decken sind jeweils auf den darunterliegenden Stützen aufgelegt. Die Stützen des folgenden Geschosses wiederum stehen auf den darunterliegenden Deckenelementen. Durch die Ausbildung der Querträger in Stahlbeton ist ein direkter Lasttransfer vom Stirnholz der oberen Stütze über die Betonrippen ins Stirnholz der unteren Stütze möglich, das heißt es wird kein Holzteil quer zur Faser belastet und es sind auch keine aufwendigen Stahlteile für die Lastdurchleitung erforderlich. Auch die Schwindproblematik wird damit eliminiert. Die Stützen sind für einen Brandwiderstand R 90 bemessen. Da sie 3-seitig sichtbar und fassaden-seitig nicht ausreichend geschützt sind, musste rechnerisch ein allseitiger Abbrand berücksichtigt werden.

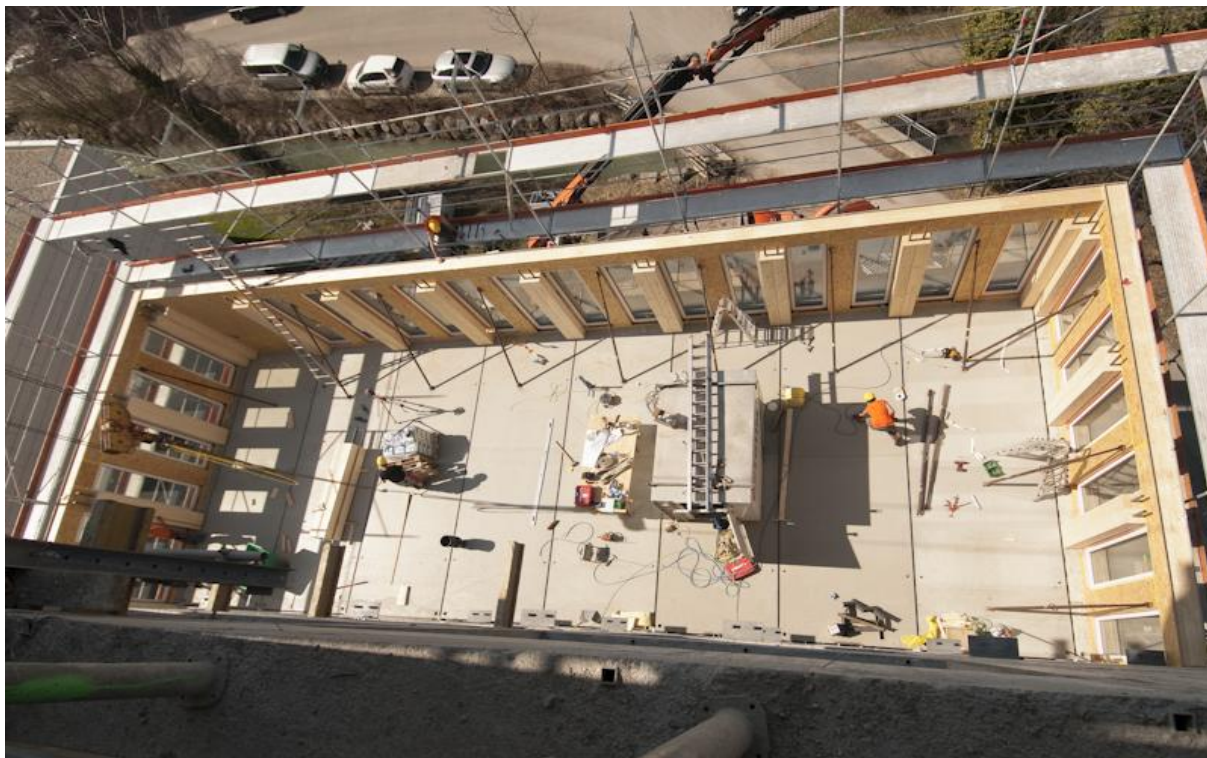


Abbildung 9: Wandelemente mit vorgestellten Stützen

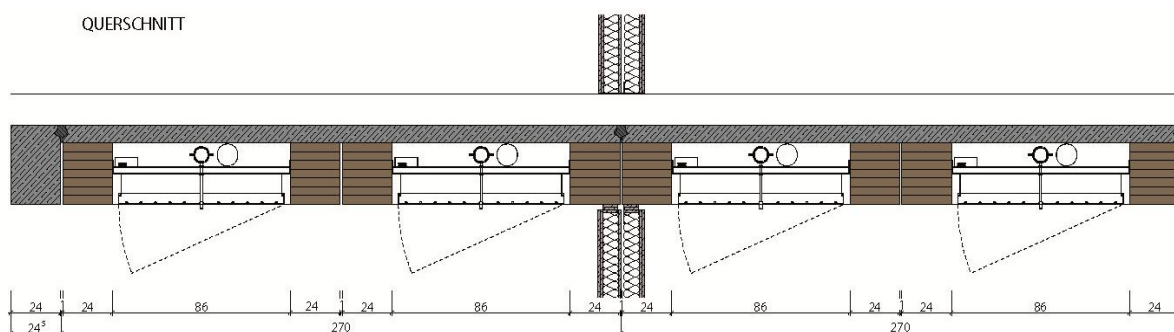


Abbildung 10: Decke im Querschnitt

Factbox

LifeCycle Tower One
Färbergasse 17b
A-6850 Dornbirn

Bauherrschaft: Cree, Dornbirn

Architektur: Hermann Kaufmann, A-Schwarzach

Bauingenieur Holz & Massiv: Merz Kley Partner, A-Dornbirn

Gesamtkosten: € 4,00 Mio.

Baukosten: € 2,50 Mio.

Geschossfläche: 2319 m²

Nutzfläche: 1765 m²

4. Illwerke Zentrum Montafon (IZM), Vandans



Abbildung 11: Gebäude nach Fertigstellung

Das Illwerke Zentrum Montafon (IZM) ist die neue Hauptverwaltung des Vorarlberger Stromproduzenten. Das Gebäude hat eine Nutzfläche von ca. 10.000 m² und bietet Platz für 270 Mitarbeiter.

Es ist ausserdem das Folgeprojekt des Life Cycle Tower One (LCT). Dabei musste sich das LCT-System erstmals dem Wettbewerb stellen und unter üblichen Marktbedingungen ausgeführt werden.

Der Grundriss des Gebäudes erstreckt sich über 120 x 16 m bei einer Höhe von 21 m. Die derzeit fünf Obergeschosse können um ein zusätzliches ergänzt werden. Dies ist in der Statik und im Brandschutzkonzept bereits im Neubau vorgesehen. Die Sockelkonstruktion bis zur Erdgeschossdecke und die beiden Erschließungstürme sind in Ortbeton ausgeführt worden. Der restliche Teil des Rohbaus (inklusive Fassaden) wurde innerhalb von sechs Wochen im gleichen System wie der LCT one – mit diversen Adaptionen, die dem abweichenden Grundraster und der eher in die Horizontale orientierten Gebäudeform geschuldet sind – errichtet. Das Prinzip und die Detaillierung sind jedoch nahezu ident. Das Grundraster der Deckenelemente beträgt hier 3,00 x 8,10 m. Aufgrund der Gebäudebreite von ca. 16 m wurde eine Zwischentragachse mit Stahl-Beton-Verbundstützen und Stahlunterzügen eingezogen. Aufgrund der langgezogenen Gebäudeform, mit weit über die Kerne ausladenden Deckenscheiben mussten die Deckenscheiben für die Horizontallastableitung im Vergleich zum LCT one verstärkt werden. Auch die geschossweisen Vordächer sind neu: diese bilden gleichzeitigen konstruktiven Witterungs- und Blendschutz.

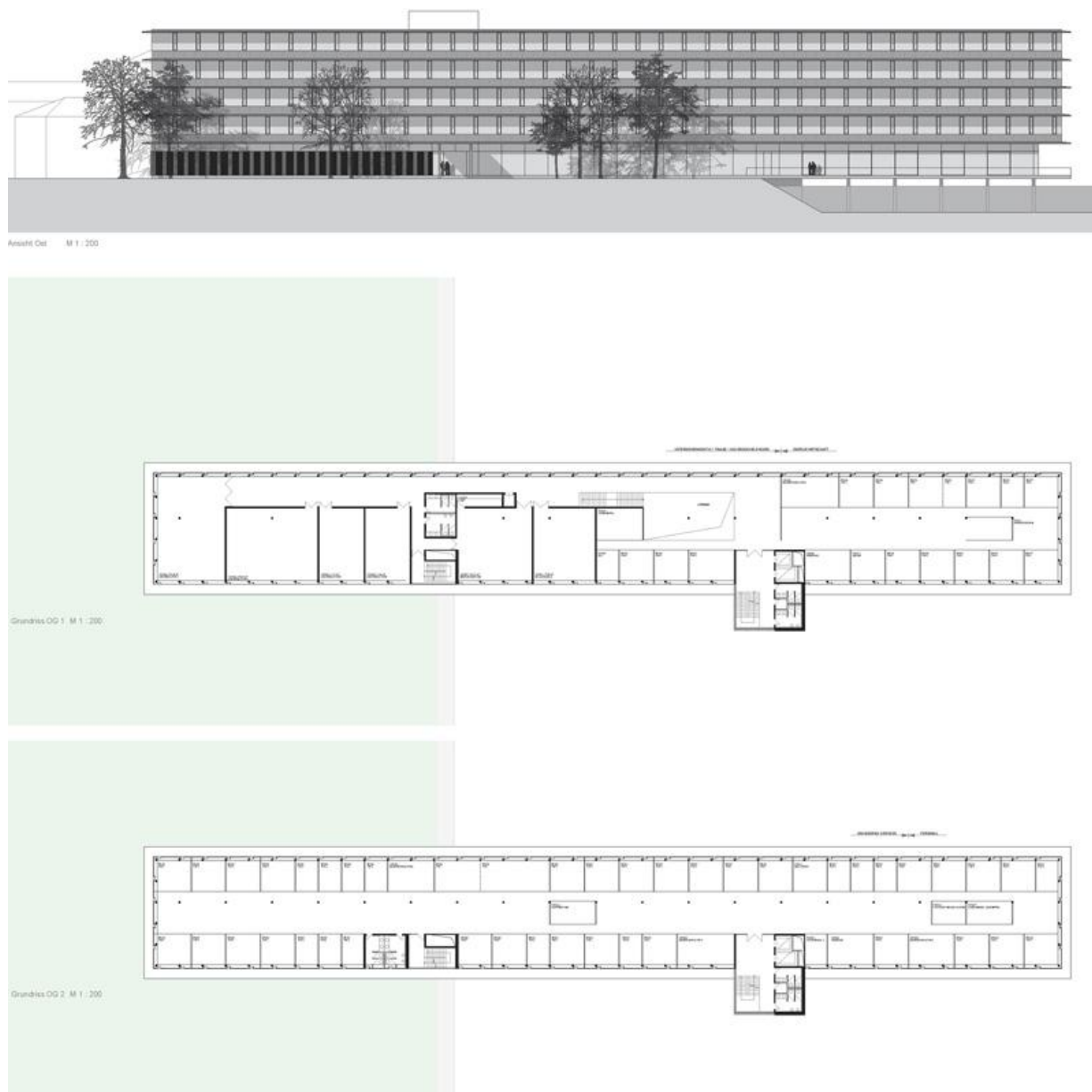


Abbildung 12: Ansicht und Grundrisse

Factbox

Illwerke Zentrum Montafon (IZM)
 Rodund
 A-6733Vandans

Bauherrschaft: Vorarlberger Illwerke AG

Architektur: Hermann Kaufmann, A-Schwarzach

Bauingenieur Holz & Massiv: Merz Kley Partner, A-Dornbirn

Baukosten: € 30 Mio.

Geschossfläche: 11.497 m²

Nutzfläche: 10.400 m²

5. BMW Alpenhotel Ammerwald, Reutte



Abbildung 13: Das Alpenhotel nach Fertigstellung

Das Hotel Ammerwald, schon seit geraumer Zeit mit den bayrischen Motorenwerken und seinen Mitarbeitern auf verschiedenste Weise verbunden, dient auch heute noch Erholungsort und auch als Tagungsort für Fortbildungsveranstaltungen der BMW Group. Als Ersatz für einen in die Jahre gekommenen Vorgängerbau bietet der Neubau seit 2009 Raum für ca. 200 Betten in 93 Zimmern.

Über einen Sockel aus Ortbeton wurden hier 96 vollständig eingerichtete Raumzellen (inkl. Badarmaturen und Duschverglasung!) dreigeschossig übereinandergestapelt.



Abbildung 14: Montage der Einrichtung im Werk

Ein viertes Holzgeschoss ist vorgesehen. Die Konstruktion aller Begrenzungsflächen der Raumzellen bestehen aus Brettsperrholzelementen, die so einen stabilen Quader bilden. Die Verbindung untereinander ist aus Schallschutzgründen auf ein Minimum reduziert. Außer dem Druckkontakt für die vertikale Lastabtragung, welche mit Schallschutzlagern entkoppelt wurde, gibt es keine statischen Verbindungen der einzelnen Raumzellen.

Die Systematisierung bei der Fertigung hat bei diesem Neubau nahezu die Ausmaße einer industriellen Fabrikation erreicht. Die Montagezeit der Holzgeschosse betrug dadurch lediglich zwei Monate, wohlgermt für Rohbau inklusive aller Ausbaugewerke. Die war selbstverständlich nur möglich, weil der Ausbau bereits im Werk stattgefunden hatte. Im Holzbaubetrieb wurde eine 60 m lange Produktionsstraße auf Schienen angelegt.



Abbildung 15: Fertigungsstraße auf Schienen im Werk

Nachdem jede Raumzelle die 12 Stationen aller Gewerke passiert hatte, wurden sie zunächst (mit Nummern versehen) auf dem Betriebsgelände gelagert. Jeden Tag kamen drei Stück dazu. Anschließend wurden die Boxen auf Tiefladern per Spezialtransport zur 200 km entfernten Baustelle gebracht – jede Nacht zehn Stück. Denn jeden Tag konnten zehn Stück auf der Baustelle versetzt werden. Der Transportaufwand konnte durch die Einsparungen bei der Fließbandfertigung mehr als aufgefangen werden. Wie bei allen anderen fließbandgefertigten Gütern eben auch. Das Projekt ist ein erstklassiges Beispiel wie durch Systematisierung, durch zahlreiche Wiederholung von Gleichem – auch im Bauwesen, speziell im Holzbau – Synergien zugunsten der Wirtschaftlichkeit genutzt werden können.

Factbox

BMW Group Alpenhotel Ammerwald
Ammerwald 1
A-6600 Reutte

Bauherrschaft: BMW Group

Architektur: Oskar Leo Kaufmann und Albert Rüb ZT GmbH, Dornbirn

Bauingenieur Holz: Merz Kley Partner, A-Dornbirn

Bauingenieur Massiv: Mader Flatz ZT GmbH, A-Bregenz

Gesamtkosten: € 15 Mio.

Geschossfläche: 8.150 m²