

Digitaler Prozess von der Planung bis zur Baustelle mit modernen Verbindungsmitteln

Henning Artmann
Hilti Deutschland AG
Kaufering, Deutschland



Digitaler Prozess von der Planung bis zur Baustelle mit modernen Verbindungsmitteln

1. Einleitung

Die zunehmende Popularität des Holzbaus stellt Zimmereibetriebe vor eine wachsende Herausforderung. Wie können bei stagnierender Mitarbeiteranzahl mehr Projekte, Projekte in höherer Qualität bzw. höherer Komplexität oder auch beides gleichzeitig erzielt werden? Die Digitalisierung von Arbeitsprozessen bis auf die Ebene des Verbindungsmittels kann hierauf eine Antwort liefern.

2. Marktumfeld Holzbau und Produktivität

Der Koalitionsvertrag der deutschen Bundesregierung aus 2021 will «die Grundlagen schaffen, den Einsatz grauer Energie sowie die Lebenszykluskosten [im Gebäudebereich] verstärkt betrachten zu können», dem Ziel einer Kreislaufwirtschaft näher zu kommen als auch eine «nationale Holzbau-, Leichtbau- und Rohstoffsicherungsstrategie» aufzulegen [1]. Der politische Wille für mehr Holzbau trifft damit auf ein Marktumfeld, in dem gemäß dem Bundesbauministerium weiterhin jährlich 400,000 Wohnungen, davon 100,000 Sozialwohnungen, benötigt werden. Diese sollen «gutes, bezahlbares und klimagerechtes Wohnen» laut Bundesbauministerin Klara Geywitz ermöglichen [2].

Damit ist zur stetig wachsenden Holzbauquote eine weitere Beschleunigung zu erwarten. Den Lageberichten des Bundes Deutscher Zimmermeister Holzbau Deutschland hat sich die Holzbauquote im Wohnbau als auch im Nichtwohnbau auf zuletzt gut ein Fünftel der Bauvolumina eingependelt, siehe auch Abbildung 1 [3]. Dies entspricht 31,061 Bauvorhaben in Holzbauweise in 2020.

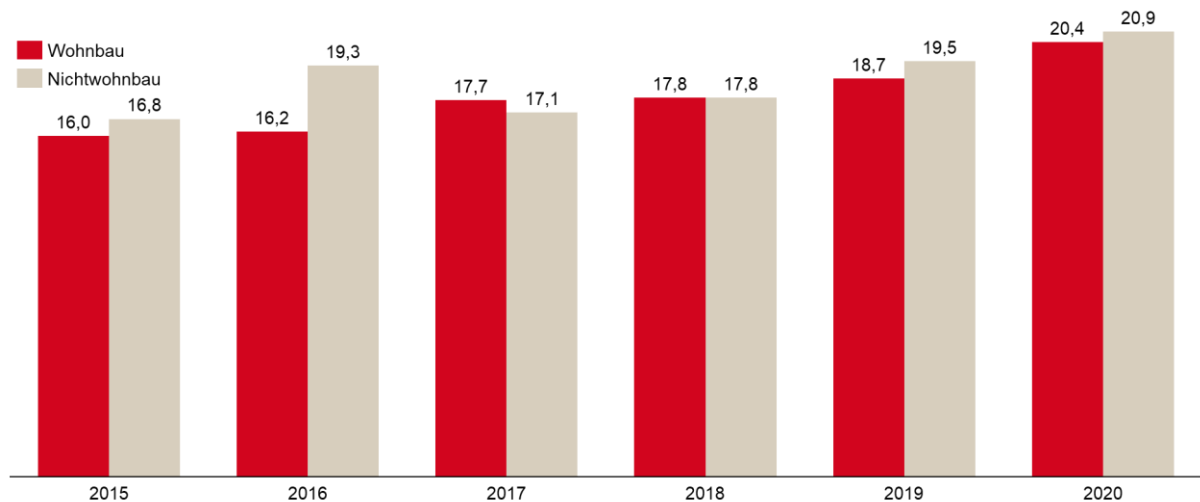


Abbildung 1: Holzbauquote in % in Deutschland für den Wohn- und Nichtwohnbau

Speziell im Ein- und Zweifamilienhausbau ist die Holzbauquote mit 23,1% in 2021 auf ein absolutes Rekordhoch gestiegen [4].

Die positive Entwicklung des Marktumfeldes von 5,5% jährliche Wachstumsrate trifft auf einen deutlich schwächeren Zuwachs von 2,0% in den Beschäftigungszahlen, siehe auch Abbildung 2 [3].

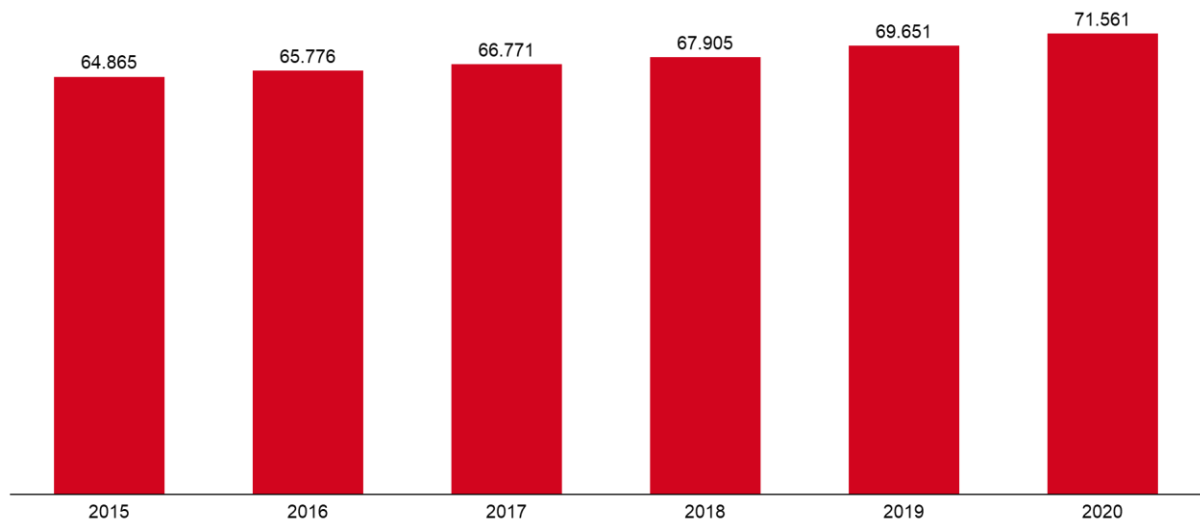


Abbildung 2: Tätige Personen im Zimmerer- und Holzbaugewerbe

Werden die Anzahl an Bauvorhaben den Beschäftigungszahlen gegenübergestellt ergibt sich ein Kennwert für den erforderlichen Produktivitätsanstieg. Normiert auf 2015 zeigt sich, dass in den letzten 5 Jahren ein Anstieg der Projekte je beschäftigter Person im Zimmerer- und Holzbaugewerbe von 18,6% stattgefunden hat, siehe Abbildung 3.

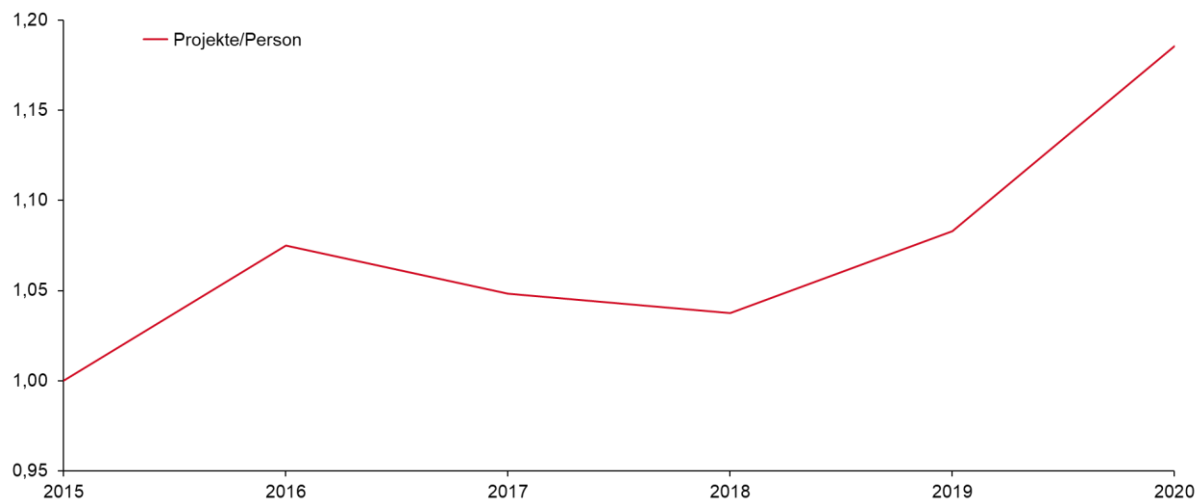


Abbildung 3: Entwicklung der Holzbau Projekte je beschäftigter Person im Zimmerer- und Holzbaugewerbe

Neben Nachwuchsgewinnung und Halten von Fachkräften, müssen die Zimmereibetriebe in ihren betrieblichen Abläufen mögliche Produktivitätssteigerungen identifizieren und umsetzen.

3. Der digitale Bruch

Das Baugewerbe bildet weiterhin das Schlusslicht im Digitalisierungsvergleich. In 2020/2021 lagen alle anderen Branchen bei einem höheren Digitalisierungsindex, Vorreiter hierbei die Banken- und Versicherungsbranche [5].

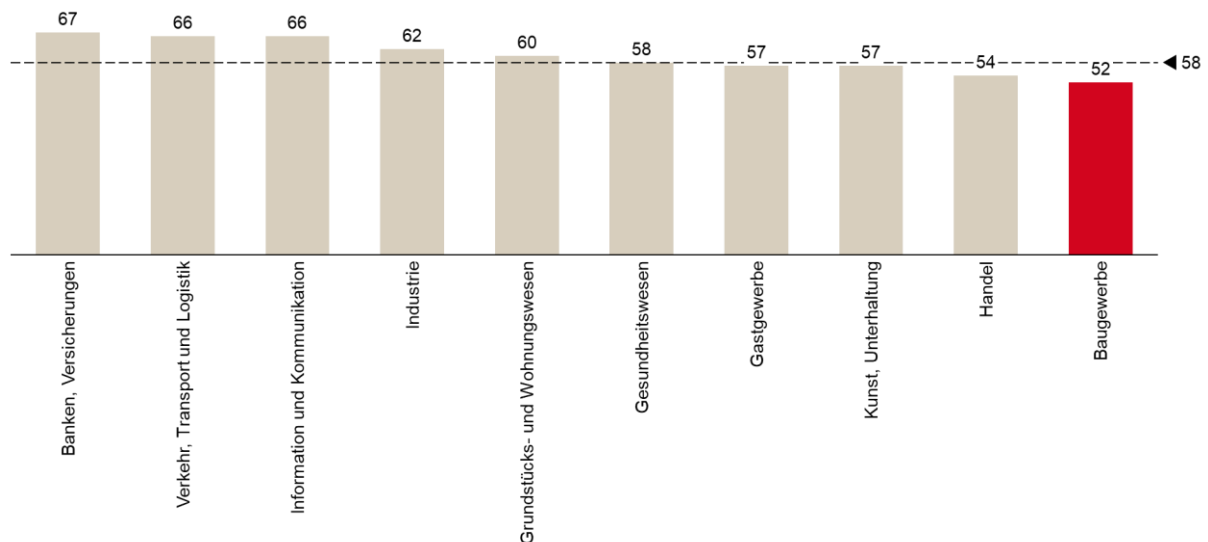


Abbildung 4: Digitalisierungsindex 2020/2021 Branchenvergleich [5]

In der Zimmerei- und Holzbaugewerbe ist der Digitalisierungsgrad sicherlich deutlich höher als in anderen Baugewerben. Die meisten Zimmerei- und Holzbaubetriebe arbeiten mit vielfältigen, digitalen Prozessen. Diese digitalen Prozesse, wie Konstruieren, Visualisieren im CAD, Planerstellung von Konstruktions- oder Einreichplänen, Verladeplanung, sind jedoch Größtenteils in der Planung und Arbeitsvorbereitung anzutreffen. Nur wenige Prozesse binden das Baustellengeschehen in digitale Prozesse mit ein. Beispiele wären Field to BIM Prozesse wie Scanner Aufmaß nehmen.

Es kommt daher im Regelfall zum «digitalen Bruch» auf der Baustelle. Ab der Baustelle dominieren manuelle Prozesse. Daten und Wissen aus dem digitalen Gebäudemodell werden kaum wertbringend auf die Baustelle übertragen. Das Beispiel des ausgedruckten Bauplanes zum Ablesen und Kontrollieren von Baumaßen ist sicherlich das geläufigste Beispiel, siehe Abbildung 5.

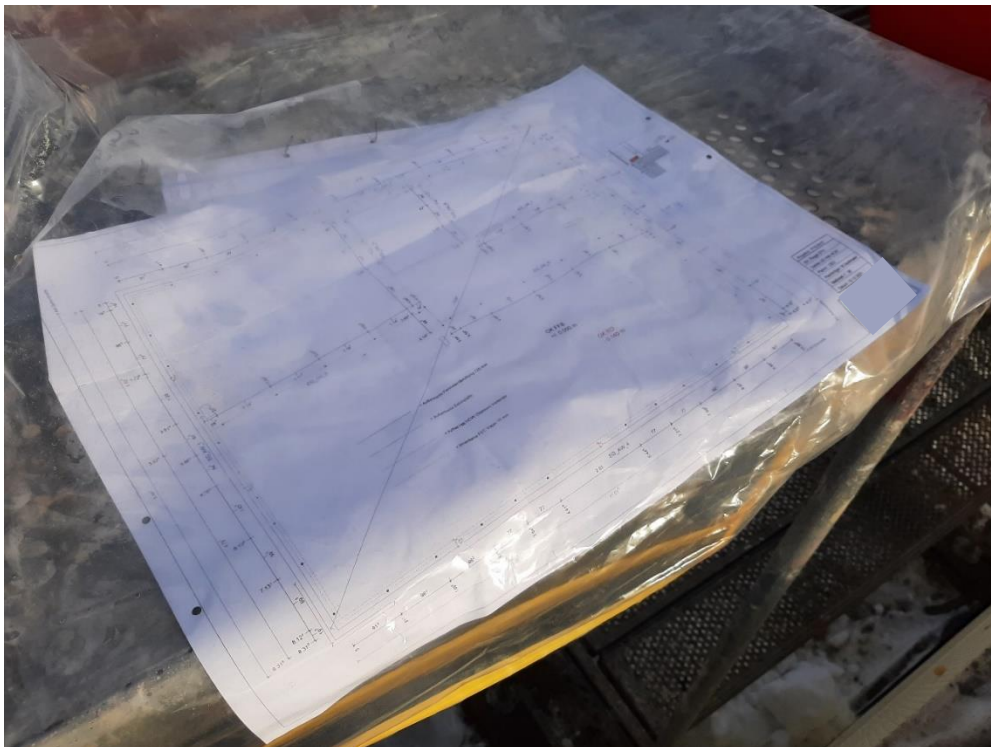


Abbildung 5: Der digitale Bruch auf der Baustelle am Beispiel des ausgedruckten Bauplanes

4. Verbindungsmittel als digitales Bindeglied zwischen Planung und Baustelle

Im Holzbau finden eine Vielzahl an Verbindungsmitteln Verwendung. Sobald die Verbindungsmittel eine Holzbearbeitung im Abbund erforderlich machen, werden diese im digitalen Planungsprozess integriert. Verdeckte Schwalbenschwanzverbinder, verdeckte Balkenträger oder Haupt-/Nebenträger sind typische Verbindungsmittel, die eine weiterführende Bearbeitung erforderlich machen. Neben einem Informationsfluss an den Abbund (Computer aided manufacturing, CAM), können Informationen zum Verbindungsmittel in Stücklisten zusammengefasst werden und damit zum Beispiel digitale Angebots- und Bestellprozesse bedienen. Eine Informationsweitergabe an die Baustelle erfolgt üblicherweise nicht.

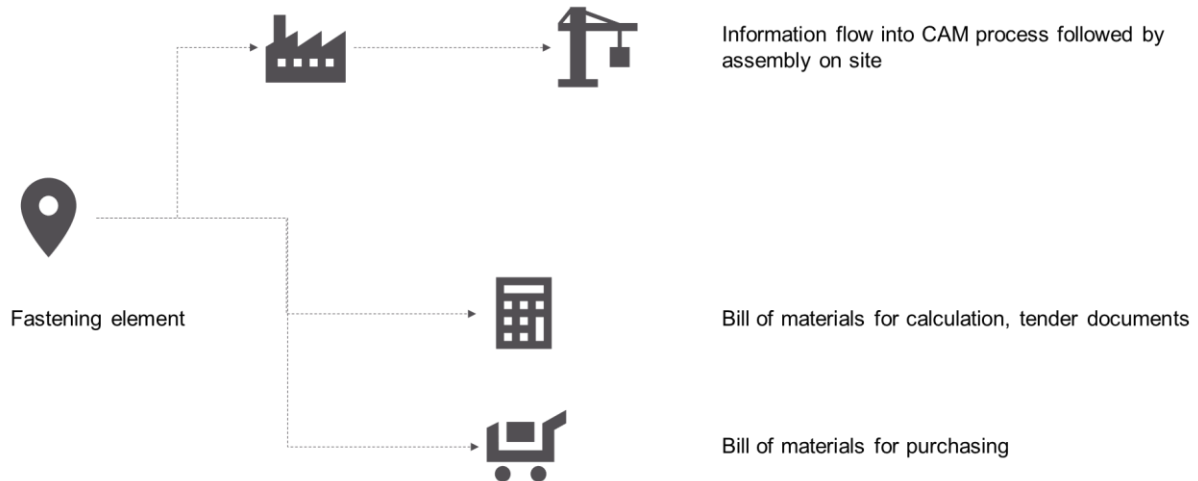


Abbildung 6: Informationsfluss bei traditionellen Verbindungsmitteln

Bei modernen Verbindungsmitteln wie dem Hilti Holzverbinder HCW erfolgt eine zusätzliche Informationsweitergabe der Verbindungsmittelposition auch an digitale Messgeräte, die diese Informationen dann auf die Baustelle übertragen können.

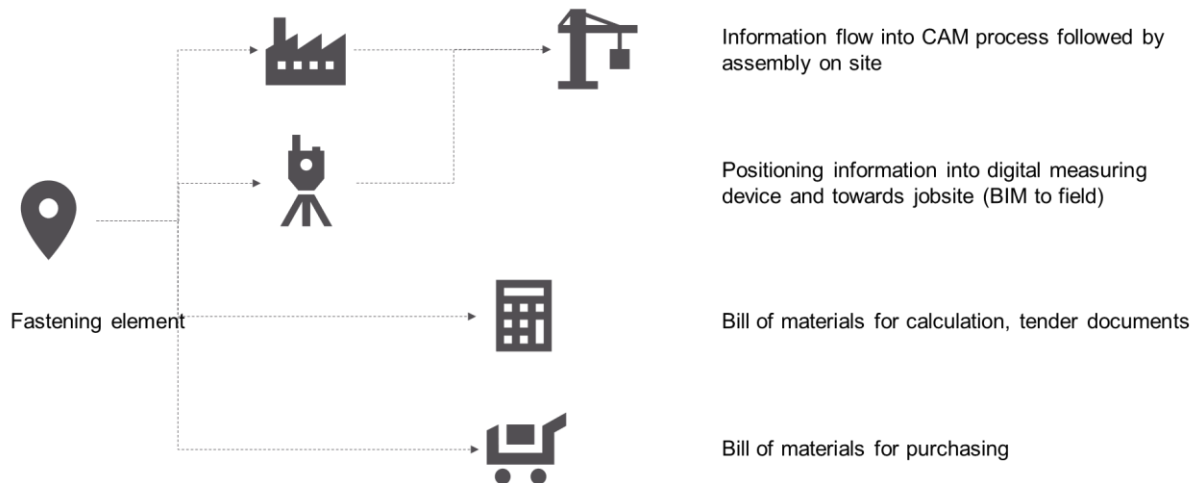


Abbildung 7: Informationsfluss bei modernen Verbindungsmitteln

Durch die Digitalisierung der Verbindungsmittelinformationen kann die Produktivität als auch die Qualität auf der Baustelle deutlich gesteigert werden. Dank digitaler Messtechnik reduzieren sich Fehlerquellen wie Übertragungsfehler aus einem analogen Bauplan oder Messfehler durch manuelles Einmessen.

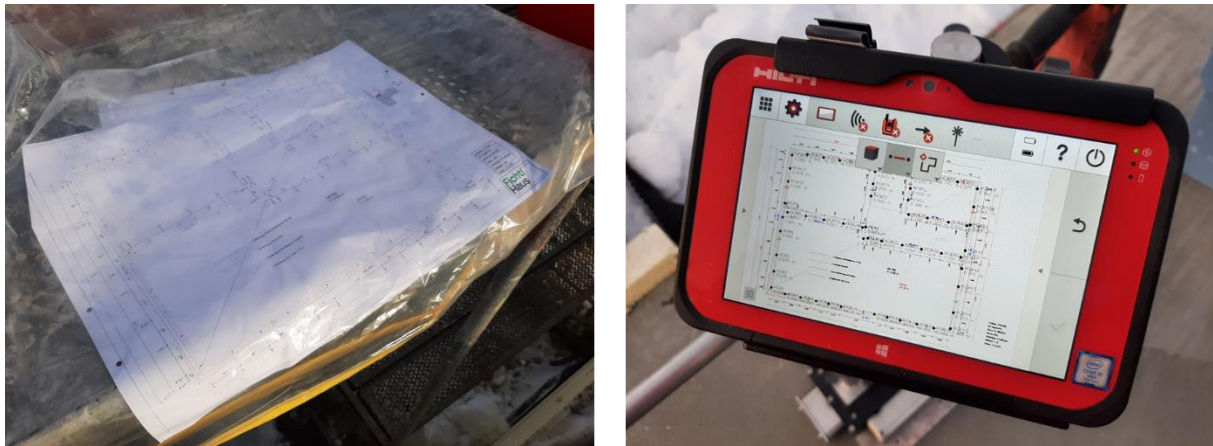


Abbildung 8: Gegenüberstellung klassischer und digitaler Datengrundlage für das Einmessen

5. Prozesskette Hilti Holzverbinder HCW

Am Beispiel des Hilti Holzverbinder HCW soll der gesamte Ausführungsprozess beleuchtet werden und Gemeinsamkeiten als auch Veränderungen gegenüber klassischen Verbindungsmitteln aufgezeigt werden.

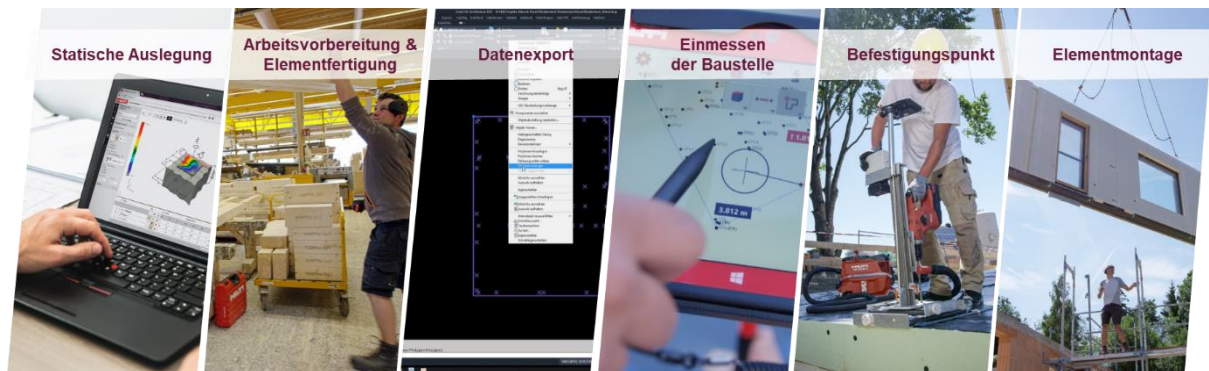


Abbildung 9: Die Hilti Holzverbinder HCW Anwendungskette

5.1. Statische Auslegung

Die statische Auslegung erfolgt analog zum bisherigen Vorgehen. Basierend auf den Gebäudelasten werden die Anzahl und Verteilung der Verbindungsmittel definiert. Die statische Auslegung kann durch digitale Berechnungsprogramme wie Hilti Profis Engineering oder Ing-Tools unterstützt werden.

5.2. Arbeitsvorbereitung & Elementfertigung

In der Arbeitsvorbereitung werden die Ergebnisse der statischen Auslegung in das Gebäudemodell überführt. Die korrekte Anzahl an Verbindern wird in den üblichen CAD Programmen wie SEMA, HSBCAD, Dietrich's oder CADwork aus den Stammdaten in die jeweiligen Holzelemente integriert. Durch Routinen werden die erforderlichen Informationen wie Bohrlochgröße oder -positionierung erstellt. Die einzelnen Verbindungsmittel bzw. -punkte können für eine bessere Nachverfolgbarkeit gekennzeichnet und durchnummeriert werden.

In der Elementfertigung kann nun an der Abbund Station der HCW Verbinder in die Schwelle eingedreht werden. Der Zuganker HCW L wird zusätzlich am Stiel vernagelt. Während Verbindungsmittel wie Balkenschuhe nicht in der Elementfertigung integriert werden, ist zum Beispiel die Montage von versteckten Verbindern auch heute schon Alltag in der Elementfertigung. Eine Änderung des Materialflusses ist aufgrund des HCWs nicht erforderlich.

Die Arbeitsvorbereitung als auch die Elementfertigung laufen somit fast analog zum Arbeiten mit klassischen Verbindungsmitteln.

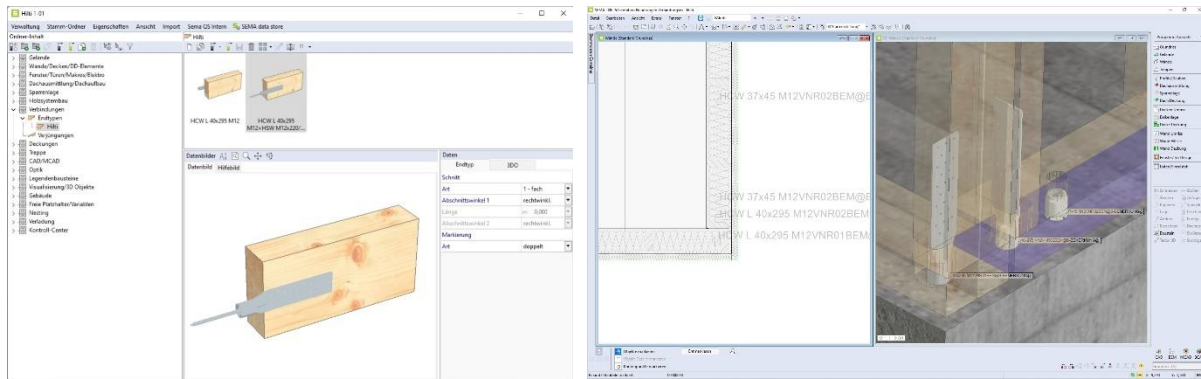


Abbildung 10: Stammdaten und Einbindung des Verbindungsmittel in der Arbeitsvorbereitung in SEMA

5.3. Datenexport

Neben den Informationen an den Abbund fließen noch die Positionsinformationen der Verbindungsmittel in die digitale Messtechnik. Über die CAD Programme wird ein digitaler Verankerungs- oder Richtschwellenplan generiert, der im .dxf oder .dwg Format eingelesen wird.

5.4. Einmessen der Baustelle

Beim Einmessen der Baustelle erfolgen mehrere Arbeiten. Durch das Einmessen wird die Qualität der Betonarbeiten in Bezug auf Lage- als auch Höhentoleranzen aufgenommen. Das Einmessen bringt dann die digitale Planung in Einklang mit der Bausituation vor Ort, in dem die Messpunkte auf die Bodenplatte übertragen werden. Kritische Details wie Kellerloch werden hierbei fehlerfrei berücksichtigt.

Für das Einmessen wird der Tachimeter neben der Bodenplatte positioniert und entlang der Betonplattenkanten ausgerichtet. Die Verbindungspunkte werden via Tablet ausgewählt und angefahren. Die Bohrungspunkte können nun gekennzeichnet oder unmittelbar gebohrt werden.

Das Einmessen ist auch üblicher Bestandteil eines jeden Holzbauprojektes. Durch die Digitalisierung kann jedoch der Arbeitsaufwand deutlich reduziert und direkt mit der Vorbereitung der Bodenplatte kombiniert werden.



Abbildung 11: Verbindungspunkte auf dem Tablet und Anfahren der Bohrungspunkte

5.5. Befestigungspunkt

Die Bohrungen für die chemischen oder mechanischen Anker, z.B. Hilti HST3 müssen gerade in der Bodenplatte ausgeführt werden. Der Befestigungspunkt ist somit Grundlage für eine korrekte Positionierung als auch Nivellierung der Holzelemente.



Abbildung 12: Anfahren und Bohren des Befestigungspunktes sowie Einstecken des mechanischen Dübels

Die Nivellierung erfordert eine Ausrichtung einer zweiten Mutter in Abhängigkeit vom höchsten Punkt auf der Bodenplatte. Jeder Befestigungspunkt wird angefahren und eingestellt, siehe Abbildung 13. Die Mutter wird mit Schraubensicherung arretiert.



Abbildung 13: Nivellierung der Befestigungspunkte über zweite Mutter und Referenzpunkt

Beide Arbeitsschritte erfolgen im Einmannbetrieb zeitlich getrennt von der Elementmontage und ersetzen übliche Arbeitsweisen mit Richtschwellen oder Winkelmontage. Eingewöhntes Personal kann ein Einfamilienhaus innerhalb eines halben Tages einmessen und einrichten (Aufwand: 0,5 Manntage). Vergleichbare Arbeit mit Richtschwellen erfordert laut Kundenrückmeldungen 4 Manntage.

5.6. Elementmontage

Die Elementmontage kann zeitlich versetzt erfolgen. Die Arbeiten können unmittelbar mit dem ersten Kranhub beginnen. Da die Elemente nur noch einrasten, entfallen parallele Befestigungsarbeiten wie sie zum Beispiel bei der Winkelbefestigung erforderlich sind. Mit dem Hilti Holzverbinder HCW sind Taktzeiten von 8 Minuten je Element durch Kunden bestätigt.



Abbildung 14: Absetzen eines Wandelementes auf die vorbereitete Bodenplatte

6. Vergleich der Abläufe

Die Planungs- und Fertigungsabläufe sind identisch zu klassischen Verbindungsmitteln und stellen daher keine große Anforderung an Änderungen der betrieblichen Abläufe. Das Entkoppeln der Baustelleneinmessung und -vorbereitung ist eine deutliche Veränderung zum bisherigen Vorgehen. Die Montageabläufe ändern sich so weit, dass vorherige Arbeitsschritte wie Winkelbefestigung oder Abkleben von Winkeln komplett entfallen können. Eine genauere Kranführung und Kontrolle des Herablassens ist beim Hilti Holzverbinder HCW empfehlenswert.

Je nach Betriebsgröße und der vorherigen Bauprozesse sind unterschiedliche Einsparungspotentiale durch eine Digitalisierung des Befestigungsmittel möglich. Eingewöhnte Kunden haben 30% Produktivitätsgewinn erarbeiten können.



Abbildung 15: Beispielhafte Gegenüberstellung zwischen klassischen und modernen Verbindungsmitteln

7. Zusammenfassung

Moderne Verbindungsmittel wie der Hilti Holzverbinder HCW können als Bindeglied zwischen der digitalen Planung und der digitalen Baustelle dienen. Während sich die meisten grundlegenden Arbeitsschritte kaum verändern, wird das digitale Einmessen der Baustelle zeitlich von der Elementmontage getrennt und erfährt einen deutlichen Produktivitäts- und Qualitätsgewinn. Der HCW kann in der Elementmontage Aufwandseinsparungen von bis zu 30% realisieren.

8. Literatur

- [1] «Mehr Fortschritt wagen, Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit», Koalitionsvertrag 2021 – 2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN und den Freien Demokraten (FDP)
- [2] <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/buerokratieabbau/wohnungsbau-bundesregierung-2006224>, Stand 28.04.2022
- [3] «Lagebericht 2021» Holzbau Deutschland – Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V., Stand Mai 2021
- [4] «Die Deutschen bauen mehr Fertighäuser – vor allem in der Südhälfte und in Berlin», Pressemitteilung des Bundesverband Deutscher Fertigbau, 18.04.2022
- [5] «Digitalisierungsindex Mittelstand 2020/2021 Der digitale Status quo des deutschen Mittelstands», Deutsche Telekom, Dezember 2020