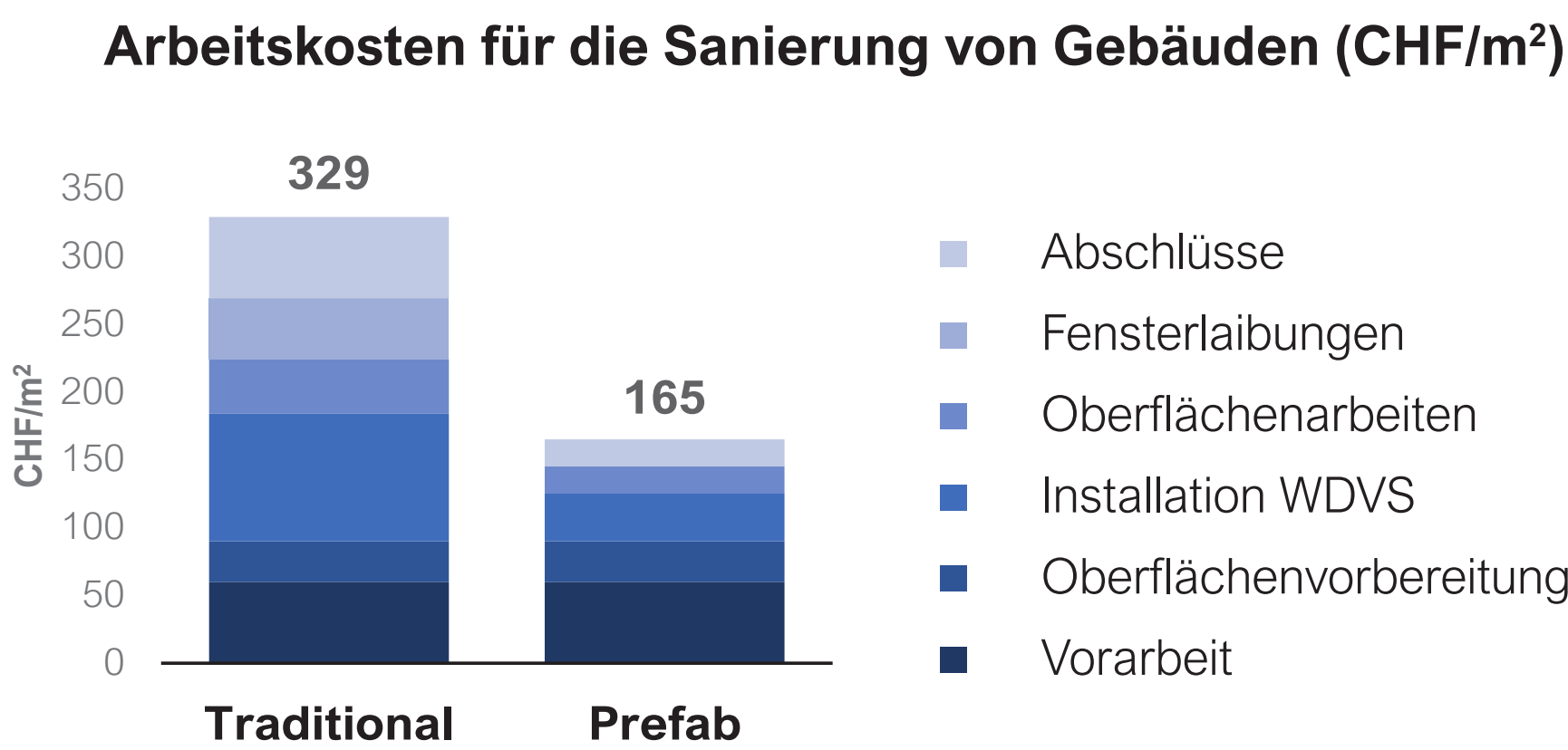


VORGEFERTIGTE LEICHTBAUPLATTEN FÜR DIE ENERGETISCHE SANIERUNG VON GEBÄUDEN

Referenz-Nr.: eGeKo BDAWEL-2024-9439 / En-PP 24-21

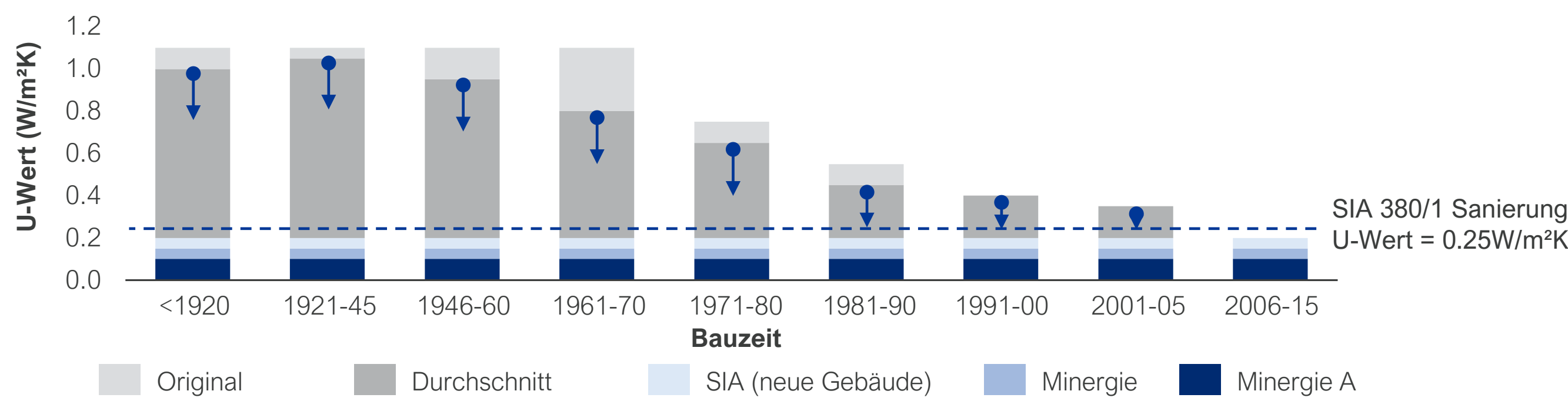
Zielsetzung und Motivation

Gebäude verursachen einen erheblichen Anteil des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen. Gleichzeitig ist der Sanierungsgrad im Gebäudebestand sehr gering. Viele Bestandsgebäude sind energetisch ineffizient und schwer zu sanieren, teuren arbeitsintensiven.



Relevanz für die Energie- und Klimastrategie

Das Projekt trägt direkt zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors bei – einem Kernziel der Energie- und Klimastrategie des Kantons Zürich.



Durch die Verbindung von Effizienzsteigerung, Kreislaufwirtschaft und digitaler Fertigung unterstützt es die Umsetzung der kantonalen Netto-Null-Strategie. Die Lösung ermöglicht skalierbare, lokal gefertigte Sanierungen mit minimalem Material- und Energieeinsatz.

Lösung / Umsetzung

Das Projekt entwickelt vorgefertigte, ultraleichte Fassadenelemente, die eine schnelle, präzise und wirtschaftliche Sanierung bestehender Gebäude ermöglichen. Das Hybrid-Dämmsystem kombiniert Mineralwolle (Hauptfassadendämmung) und Aerogel (Fensterlaibungen) und nutzt digitale Planung und robotergestützte Fertigung:

- Digitaler 3D-Zwilling: 3D-Scanning + BIM-Modellierung
- Robotergestütztes Zuschneiden der Dämmung
- Robotergestütztes digitales Casting des Mörtels
- Robotergestütztes Spritzen der Beschichtung

Das Ergebnis ist eine vollständig digital gesteuerte, industriell vorgefertigte Fassadenkonstruktion für energieeffiziente Sanierungen.



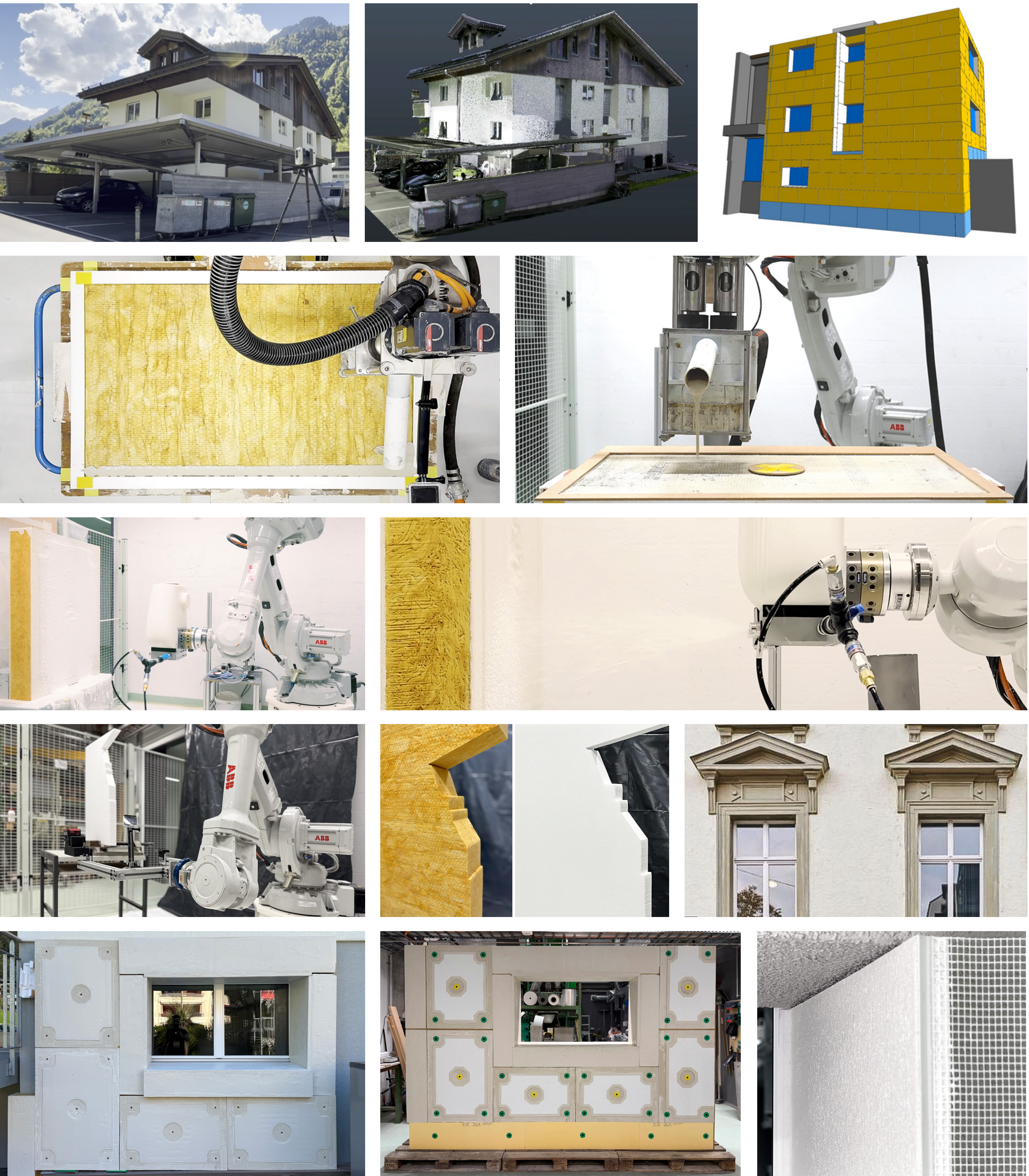
Ergebnisse und Erkenntnisse

Für die Vorfertigung von WDVS-Paneeelen wurde eine voll funktionsfähige Roboterfertigungsanlage entwickelt und validiert:

- **Digitaler 3D-Zwilling:** 3D-Scan und ein BIM-Modell des Demonstrationsgebäudes mit einer Genauigkeit im Submillimeterbereich ($\leq 0,5$ mm) erstellt, um die Entwicklung kundenspezifischer Paneelgeometrien zu unterstützen.
- **Digitales Casting:** Für Klebermörtel wurden Parameter für die Roboteranbringung, die Filamentbreite, die Werkzeugwege und das Gießfenster (bis zu 100 Minuten) festgelegt. Oberflächenbeschaffenheit und mechanische Eigenschaften wurden überprüft.
- **Roboterspritzen:** Ein Spritzroboter wurde entwickelt und getestet. Obwohl die Oberflächenqualität hoch war, führte die begrenzte Bewegungsgeschwindigkeit des Roboters zu übermäßigem Materialauftrag, was auf zukünftigen Optimierungsbedarf hinweist.
- **Roboterschneiden:** Ein Schneidkopf für Roboter wurde entwickelt und für den Roboterbetrieb angepasst. Komplexe Dämmgeometrien (z. B. Fensterlaibungen) wurden erfolgreich in zwei Dämmstoffen geschnitten.
- **Erste Produktion:** 10 m² vorgefertigte Paneele wurden hergestellt und vor Ort auf Passgenauigkeit geprüft.

Die Paneele wurden außerdem an einer Holzmodellkonstruktion der ETH Zürich montiert, um Passgenauigkeit, Toleranzen und die Machbarkeit des Arbeitsablaufs weiter zu validieren.

Die Tests des Arbeitsablaufs vor Ort zeigten eine Reduzierung der Anwendungszeit um 20 %. Weitere Optimierungen werden folgen, um die Montagezeit weiter zu verkürzen.



Nächsten Schritte

In den kommenden Arbeitspaketen folgen:

1. Vollständige Produktion und Installation am Pilotgebäude
2. Vorläufige Ökobilanz, Zeit- und Kostenbewertung der Vorfertigung

Langfristig soll das System zur Standardlösung für energetische Gebäudesanierungen im Kanton Zürich werden.