

© Institut für den sozialen Wohnbau des Landes Südtirol

© Istituto per l'edilizia sociale della Provincia Autonoma di Bolzano

Herausgeber: Institut für den sozialen Wohnbau des Landes Südtirol

Layout: EURAC

Texte und Graphiken: EURAC

Photos: Luisa Zampieri, Diego Del Monego

Druck: Fotolito Longo SPA-AG

Editore: Istituto per l'edilizia sociale della Provincia Autonoma di Bolzano

Layout: EURAC

Testi e grafici: EURAC

Fotografie: Luisa Zampieri, Diego Del Monego

Stampa: Fotolito Longo SPA-AG

Erklärungen:

Die kursiv geschriebenen Wörter, z.B. U-Wert, sind im Glossar aufgeführt

Die Nummerierungen in eckigen Klammern weisen auf die Quelle aus der Literaturliste hin

Spiegazioni:

I termini in corsivo, come ad es. Coefficiente U, sono riportati nel glossario

La numerazione tra parentesi richiama le pubblicazioni consultate, che sono riportate nelle bibliografia

Dieses Buch wurde nach bestem Wissen erstellt, dennoch sind inhaltliche Fehler nicht völlig auszuschließen. Herausgeber und Autor übernehmen daher keinerlei Verantwortung und Haftung für etwaige inhaltliche Unrichtigkeiten.

Questo libro è stato realizzato utilizzando le migliori conoscenze disponibili, ma non si esclude che possano esserci errori di contenuto. Per questo l'editore e l'autore non si assumono alcuna responsabilità per eventuali inesattezze.



Vorwort des Präsidenten

Mit dem Pilotprojekt in Branzoll betritt das Institut Neuland. Wenngleich es schon immer ein besonderes Augenmerk auf energiesparendes und ökologisches Bauen gehabt hat, war die Planung und Errichtung dieses Gebäudes doch eine besondere Herausforderung: Würde es gelingen, ein kompetentes Planungsteam für eine solche (leider noch nicht alltägliche) Bauaufgabe zu finden? Würden unsere internen Projektbetreuer bereit und in der Lage sein, vertraute Pfade zu verlassen und ein für sie noch unbekanntes Terrain zu betreten? Und würden wir die richtigen Handwerker finden, die ein solches Projekt auch fachgerecht umsetzen können?

Ich glaube, das fertige Gebäude spricht für sich. Mit Freude, aber auch mit etwas Stolz können wir jetzt den ersten sozialen Wohnbau bzw. das erste Mehrfamilienhaus in Südtirol und in Italien, das als Passivhaus ausgeführt worden ist, den Mietern übergeben. Das Institut als öffentliche Einrichtung, hat die Aufgabe Neuland aufzubereiten und Vorbildfunktion einzunehmen.

Dem Architekten ist es gelungen, unter bestmöglicher Ausnutzung der urbanistischen Rahmenbedingungen ein gediegenes Gebäude zu

Prefazione del Presidente

Con il progetto pilota a Bronzolo l'Istituto spalanca le porte su un nuovo mondo. Pur avendo sempre avuto un occhio di riguardo al risparmio energetico e all'aspetto ecologico del costruire, la progettazione e realizzazione di questo edificio hanno rappresentato una sfida particolare e tanti dubbi iniziali: saremmo riusciti a costituire un gruppo di lavoro competente per un progetto edilizio di questa portata (che purtroppo non rientra ancora nella routine)? I nostri responsabili di progetto sarebbero stati disponibili ad abbandonare sentieri conosciuti e sarebbero stati capaci di avventurarsi verso orizzonti inesplorati? Ed inoltre, avremmo trovato degli artigiani in grado di realizzare un tale progetto a regola d'arte?

Credo che l'edificio finito, in tutto il suo pregio, parli da se!

E' con gioia ma anche con un pizzico di orgoglio che consegnamo agli inquilini il primo edificio plurifamiliare di edilizia sociale, realizzato in Alto Adige ed in Italia, secondo i criteri della casa passiva. L'Istituto quale istituzione pubblica ha il compito di esplorare nuovi orizzonti e di fungere da esempio.

Sfruttando al meglio i vincoli urbanistici esistenti,

planen, dass sich mit seiner modernen Formensprache sehr gut in den gebauten Kontext integriert.

Mit diesem Pilotprojekt wollten wir ausloten, was heute an Energieeinsparung, insbesondere was die Heizkosten anlangt, technisch möglich ist. Es gehört ja auch zu den institutionellen Aufgaben des Institutes, diese Vorteile unseren Mietern, die ja dem Teil der einkommensschwächeren Bevölkerung angehören, weiterzugeben.

Damit die wirklichen Verbrauchszahlen und sonstigen Eigenschaften des Gebäudes nicht nur theoretisch auf dem Papier festgehalten bleiben, hat das Wohnbauinstitut eine zweijährige Begleituntersuchung initiiert, die in Zusammenarbeit mit der Europäischen Akademie durchgeführt wird. Von dieser erwarten wir uns wichtige Rückschlüsse, über die Eigenschaften und über die Akzeptanz des Gebäudes. Darüber hinaus wird es Aufgabe des Institutes sein, die nachhaltigen Auswirkungen der Anlage und Gebäude weiter zu überprüfen und Rückschlüsse für zukünftige Bauten aufzubereiten.

Mit diesem Buch über das Pilotprojekt Passivhaus Branzoll will das Institut auch anderen interessierten Bauherren und Bauplanern eine

L'Architetto è riuscito a progettare un edificio solido e accurato, che pur con le sue forme nuove si integra magicamente nel contesto esistente.

Con questo progetto volevamo sondare le nuove frontiere a livello tecnico per quanto riguarda il risparmio energetico, ed in particolare la riduzione dei costi per il riscaldamento. Rientra infatti tra i compiti istituzionali dell'Istituto quello di trasferire ai nostri inquilini, che in parte sono i cittadini più bisognosi, tutti i vantaggi raggiunti in questo settore.

Affinché i dati relativi al consumo reale ed altre peculiarità dell'edificio abbiano un seguito, l'IPES ha dato il via ad un monitoraggio biennale che sarà effettuato in collaborazione con l'Accademia Europea. Da questo monitoraggio ci aspettiamo riscontri importanti sulle caratteristiche e sull'impatto dell'edificio nell'ambiente. L'Istituto esaminerà in seguito, gli effetti a lungo termine dell'edificio e dell'impianto, e ne trarrà i necessari insegnamenti per le costruzioni future.

Con questa pubblicazione dedicata al progetto pilota "casa passiva di Bronzolo" l'IPES desidera mettere a disposizione di altri costruttori e progettisti un opuscolo informativo dal quale trarre utili spunti e conoscenze dall'esperienza e dalle

Informationsschrift zur Verfügung stellen, damit sie sich Ideen holen und sich über Erfahrungen und auch über Probleme mit solchen Bauvorhaben informieren können.

Ich glaube, dass die Umsetzung der Idee des Passivhauses und somit des energiesparenden und ökologischen Bauens eine wichtige und verantwortungsvolle Maßnahme für unsere Gesellschaft und speziell für die zukünftige Generation ist.

Deshalb wünsche ich dieser Publikation viel Erfolg und eine weite Verbreitung.

Der Präsident des Wohnbauinstitutes
Albert Pürgstaller

problematische affrontate e risolte dall'IPES durante questa realizzazione.

Io sono convinto che la realizzazione dell'idea della casa passiva e pertanto del costruire con criteri di risparmio energetico ed ecologico costituisca un gesto di responsabilità nei confronti della nostra società e particolarmente delle generazioni future.

Un motivo in più per augurare a questa pubblicazione grande successo ed un'ampia diffusione.

Il Presidente IPES
Albert Pürgstaller

Vorwort der ehemaligen Präsidentin

Es freut mich, dass das Wohnbauinstitut nun das erste Mehrfamilien-Passivhaus in Branzoll seiner Bestimmung übergeben kann.

Das Wohnbauinstitut hatte unter meiner Präsidentschaft den Ehrgeiz entwickelt, in Sachen Energieeinsparung beim Bauen eine Vorreiterrolle in Südtirol einzunehmen.

Dies vor allem um die Heizungsspesen für die sozialschwächeren Instituts-Mieterinnen und Mieter so gering als möglich zu halten, was angesichts der ständig steigenden Energiepreise eine immer wichtigere Rolle spielt. Denn jeder nicht verbrauchte Kubikmeter Gas oder Heizöl braucht nicht bezahlt zu werden und verursacht zudem entsprechend weniger Ausstoß an Treibhausrelevantem CO₂, wozu sich das Wohnbauinstitut als Mitglied im Klimabündnis auch verpflichtet hat.

Als Architekt Michael Tribus aus Lana den Projektierungsauftrag für 8 Wohnungen in Branzoll im Klima-Haus-Standard A⁺ erhielt, schlug er vor einen Schritt weiter zu gehen und das Gebäude im Passivhaus-Standard auszuführen. Bei diesem bereits seit fünfzehn Jahren international bestehenden Standard muss der Energiebedarf des Gebäudes bei umgerechnet weniger als eininhalb

Prefazione dell'ex-presidente

Sono molto lieta che l'IPES possa ora consegnare la prima casa passiva plurifamiliare a Branzolo.

Sotto la mia Presidenza l'IPES è stato il precursore nel settore del risparmio energetico edilizio, e ciò ci ha resi fieri ed orgogliosi.

In primo luogo il risparmio energetico deve servire a contenere le spese di riscaldamento a favore del nostro inquinato più indigente. Considerando che il prezzo per l'energia continua ad aumentare, questo è un fattore di primaria importanza. Infatti ogni metro cubo di gas o gasolio non utilizzato non deve essere pagato ed inoltre inquina meno, riducendo le emissioni di anidride carbonica CO₂. L'IPES, quale socio dell'Associazione "Alleanza per il Clima", ha assunto un impegno anche in questo senso.

Quando l'Arch. Michael Tribus di Lana ottenne l'incarico per la progettazione di 8 alloggi a Branzolo secondo i criteri della casa clima standard A⁺, propose di osare un passo in più: di realizzare cioè l'edificio con lo standard "casa passiva". Questo standard internazionale istituito 15 anni fa, prevede che i consumi di energia per l'edificio debbano essere contenuti entro il litro e mezzo di gasolio al metro quadrato e all'anno.

L'IPES ha scelto questo progetto ed ha nel contempo messo in movimento un processo di apprendimento che è stato sostenuto anche

Liter Heizöl pro Quadratmeter und Jahr liegen.

Das Wohnbauinstitut entschied sich für dieses Projekt und hat damit auch einen Lernprozess in Gang gesetzt, der auch vom Landesamt für Energieeinsparung bei einer gemeinsamen Tagung in der EURAC und Workshops mit Prof. Wolfgang Feist vom Passivhaus-Institut unterstützt wurde. Das nun realisierte Pilotprojekt in Branzoll zeigt, wie durch konsequente Planung und genaue Bauausführung durch die Firma Klas eine größtmögliche Energieeinsparung erreicht werden konnte.

Zudem ermöglicht die kontrollierte Komfortlüftungsanlage, dass die Räume immer mit frischer Luft versorgt werden und das lästige, aber notwendige Lüften überflüssig wird. Gleichzeitig wird im Gebäude die Wärme im Winter und die Kälte im Sommer zurückgewonnen. Keine übertriebene Glasflächen auf der Südfassade verhindern zudem eine Überhitzung im Sommer.

Die Maßnahmen in Verbindung mit einer besonders guten Wärmedämmung und Dreifachverglasung bei den Fenstern, sowie das Vermeiden von Wärmebrücken machen die Energieeinsparung und die Behaglichkeit der Räume aus. Das Gebäude erhält auch die Zusatzbezeichnung „Klima Haus plus“, da ökologische Materialien verwendet worden sind, das Haus mit einem Gründach versehen ist und zur Wärmeerzeugung erneuerbare Energien verwendet werden.

dall'Ufficio Provinciale per il risparmio energetico nell'ambito di un convegno/workshop presso l'EURAC, in presenza del Professor Wolfgang Feist dell' "Istituto casa passiva". Il progetto pilota realizzato a Branzoll dimostra come la progettazione semplice e lineare, nonché la costruzione a regola d'arte da parte dell'impresa Klas abbiano permesso il maggior risparmio energetico possibile. Inoltre, l'impianto di ventilazione controllata permette un alto comfort abitativo assicurando un apporto di aria fresca, senza dover arieggiare di continuo gli ambienti, cosa necessaria ma fastidiosa. L'edificio permette inoltre di riutilizzare il calore d'inverno ed il fresco in estate. La facciata a sud è stata volutamente provvista di vetrate non troppo estese, al fine di evitare un surriscaldamento nella stagione calda.

Il risparmio energetico ed il benessere ambientale sono dati sia dagli accorgimenti di cui sopra che da una particolare isolazione termica, a cui hanno contribuito anche l'installazione di una finestra a triplo vetro e l'eliminazione di ponti termici. All'edificio è stato conferito il certificato aggiuntivo "casa clima +", in virtù delle materie prime rinnovabili e dei materiali costruttivi biologici impiegati, nonché del "tetto verde".

Desidero ringraziare tutti coloro che hanno partecipato alla realizzazione di questo progetto per il loro impegno e congratularmi inoltre con i

Abschließend darf ich noch Architekt Michael Tribus ein Kompliment aussprechen, dem es gelungen ist, auf der urbanistisch schwierigen Restbaufläche in Branzoll das Gebäude mit dem vom Wohnbauinstitut vorgeschriebenen Wohnungstypologien zu planen. Dies zeigt, dass Passivhaus-Standard (sprich optimale Energieeinsparung) keine Einschränkung für die Architektur bedingt, sondern vielmehr die Kreativität des Planers fordert.

Die ehem. Präsidentin des Wohnbauinstitutes
Rosa Franzelin-Werth

nuovi inquilini.

Concludendo voglio esprimere un apprezzamento particolare all'arch. Michael Tribus che è riuscito a progettare l'edificio sull'area edilizia disponibile a Bronzolo, pur in presenza di notevoli problemi urbanistici, e nel rispetto delle tipologie abitative prescritte dall'IPES. Questo sta a dimostrare che lo standard casa passiva (ovvero il risparmio energetico ottimale) non rappresenta un limite per l'aspetto architettonico, richiede invece più creatività da parte del progettista.

Ex Presidente IPES
Rosa Franzelin-Werth

Vorwort des Generaldirektors

Begrenzte Ressourcen zwingen zu neuen Lösungen. Die Endlichkeit der natürlichen Vorkommen, die Grenzen der Belastbarkeit unserer Umwelt, die sich verringern den finanziellen Spielräume und die sozialen Herausforderungen machen es notwendig, nach Lösungen zu suchen, die langfristig eine ökonomisch und ökologisch vertretbare Entwicklung im sozialen Wohnbau sicherstellen.

Bei der vor zwei Jahren vom Wohnbauinstitut veranstalteten Passivhaustagung hat uns Dr. Feist, Leiter des Passivhausinstitutes, den Lösungsansatz für die Energieeinsparung gegeben. Der Gedanke, dass die Heizanlage am meisten Energie einspart, die gar nicht errichtet werden braucht, hat uns fasziniert. Die Umsetzung seiner Ideen stellte eine besondere Herausforderung für uns als Bauträger, für die Planer und für die Bauleiterin Frau Geom. Zampieri und die ausführenden Bauhandwerker dar.

Wir wissen, moderne energiesparende Häuser verzeihen keine Baufehler mehr. Daher ist es für uns wichtig, durch den Einbau eines Monitoring Systems die Praxistauglichkeit des Passivhauses zu überprüfen. Genaue Messungen werden uns Aufschluss über die effektiven Energieeinsparungen und Hinweise über das Nutzerverhalten geben.

Prefazione del Direttore Generale

Risorse limitate obbligano a trovare nuove soluzioni. L'esaurimento dei giacimenti naturali, i limiti posti dal nostro ambiente naturale, le diminuite disponibilità economiche e le sfide sociali rendono necessario trovare soluzioni, che a lungo termine garantiscano uno sviluppo economico ed ecologico sostenibile nell'ambito dell'edilizia sociale.

Due anni fa, durante la conferenza sulla casa passiva organizzata dall'Istituto per l'Edilizia Sociale, il dott. Feist, direttore dell'Istituto per la casa passiva, ci ha portato nuovi impulsi per la soluzione al problema del risparmio energetico. L'idea affascinante era che il massimo del risparmio ottenibile dall'impianto di riscaldamento si otteneva evitando di installarlo. L'attuazione concreta delle sue idee è stata una grande sfida per noi ente appaltante, per i progettisti, per la direttrice dei lavori geom. Zampieri e per le imprese che hanno lavorato in cantiere.

Sappiamo che case moderne a basso consumo energetico non perdonano errori di costruzione. E quindi per noi importante controllare l'efficienza effettiva della casa passiva mediante l'installazione di un sistema di monitoraggio. Esatte misurazioni ci

Das ökologische Passivhaus ist sicher noch nicht als Baustandard für das Wohnbauinstitut anzusehen. Wir glauben aber, dass es der Standard der Zukunft sein kann, wenn Planer, die Baustoffindustrie und die Baufirmen imstande sind kostengünstigere Lösungen anzubieten

Die Idee und Konzeption des Passivhauses in Branzoll hat uns wertvolle Impulse und Erfahrungen geliefert, die wir bei Neubauten und für Sanierungen nutzen werden.

Der Generaldirektor des Wohnbauinstitutes
Franz Stimpfl

daranno chiarimenti sull'effettivo risparmio energetico oltre ad informazioni sul modo d'utilizzo.

La casa passiva ecologica non può essere ancora considerata quale standard di costruzione dell'Ipes. Pensiamo però che possa divenire lo standard per il futuro, quando i progettisti, i produttori di materiali edili e le imprese di costruzione saranno in grado di offrire soluzioni più economiche.

L'idea e la concezione della casa passiva a Branzolo ci hanno fornito impulsi ed esperienze molto importanti, che saranno utilizzati per le nuove costruzioni e per i risanamenti.

Il Direttore Generale
Franz Stimpfl

Energieverbrauch in Gebäuden	14	Fabbisogno energetico negli edifici
Standards für Energiebedarf in Gebäuden	17	Standard per il fabbisogno energetico negli edifici
Die EU Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden	18	Linee guida europee sull'efficienza energetica degli edifici
KlimaHaus	19	CasaClima
Passivhaus	21	Casa passiva
Das Passivhaus Branzoll	23	La casa passiva di Bronzolo
Entstehungsgeschichte	25	Genesi del progetto
Beschreibung	26	Descrizione generale
Energiekonzept	29	Sistema energetico
Ökologische Bauweise	54	Aspetti ecologici
Komfort	60	Comfort
Errichtung des Passivhaus Branzoll	62	Costruzione della casa passiva di Bronzolo
Bauverlauf	62	Svolgimento dei lavori
Kosten	65	Costi
Technische Daten	66	Dati tecnici
Monitoring	68	Monitoraggio
Zusammenfassung	74	Riepilogo
Auflistung der beteiligten Firmen	76	Elenco delle imprese che hanno partecipato al progetto
Glossar	78	Glossario
Literaturliste	80	Bibliografia

Energieverbrauch in Gebäuden

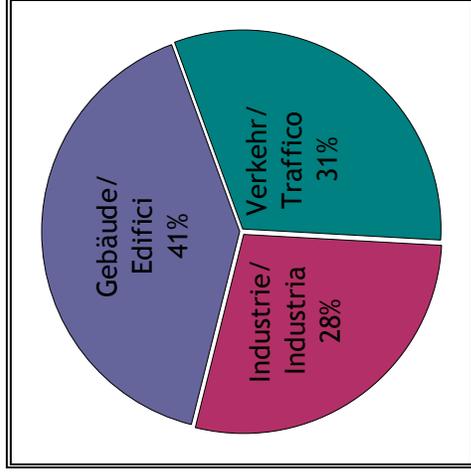
Im Gesamtenergieverbrauch der Europäischen Union spielt der Gebäudebereich eine wesentliche Rolle (siehe Fig. 1). Dementsprechend wichtig sind Maßnahmen in diesem Bereich, wenn die EU ihr Ziel bei der Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs erreichen soll. Nach dem „Grünbuch über Energieeffizienz“ der Europäischen Kommission soll die Reduktion bis zum Jahr 2020 20% betragen, bezogen auf den Verbrauch von 2005 [1]. Erreicht werden soll dies vor allem durch eine Steigerung der Energieeffizienz. Die Triebkraft für die Bestrebungen ist vielfältig und umfasst sowohl umweltpolitische als auch wirtschaftliche und sicherheitspolitische Aspekte. Insbesondere soll die Abhängigkeit von importierten fossilen Energieträgern sinken.

Der Gebäudesektor weist ein beträchtliches Potential für Effizienzsteigerung auf. Dank der technologischen Entwicklung bei bautechnischen Materialien und haustechnischen Anlagen haben sich in den letzten Jahren neue Möglichkeiten für das energiesparende Bauen aufgetan.

Fig. 2 vergleicht den jährlichen Heizwärmebedarf für den Gebäudebestand in Südtirol, Neubauten in Südtirol (Mindestanforderung: Klasse C nach Klimaausweis), ein KlimaHaus A und das Passivhaus Branzoll (berechneter Bedarf).

Fabbisogno energetico negli edifici

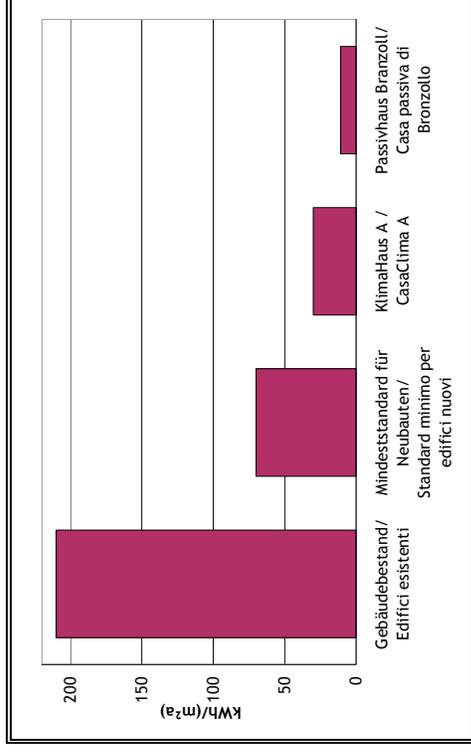
Nell'Unione Europea, il fabbisogno energetico legato al settore delle costruzioni, gioca oggi un ruolo rilevante rispetto al fabbisogno energetico complessivo (vedi Fig. 1). Per ridurre tale fabbisogno energetico, diverse sono le azioni che si stanno intraprendendo in Europa al fine di incrementare l'efficienza energetica. Tali azioni sono state dettate non solo da esigenze di politica ambientale ed economica, ma anche di sicurezza energetica. Il tentativo è quello di ridurre la dipendenza dall'importazione di fonti energetiche fossili. Nel Libro Verde sull'efficienza energetica, pubblicato nel 2005 dalla Commissione Europea, l'obiettivo è quello di puntare entro il 2020 ad una riduzione del 20% del fabbisogno energetico complessivo dell'UE [1]. Il settore dell'edilizia ha un ruolo determinante al fine di raggiungere questo obiettivo. D'altra parte nel corso dell'ultimo decennio, grazie allo sviluppo tecnologico applicato ai diversi materiali da costruzione e agli impianti degli edifici, le possibilità dell'edilizia a basso consumo energetico si sono ampliate notevolmente. Nella Fig. 2 è rappresentato il fabbisogno annuo di energia per il riscaldamento per le seguenti categorie: edifici esistenti in Alto Adige, edifici di nuova costruzione in Alto Adige (categoria C secondo lo standard CasaClima), CasaClima A e casa passiva di Branzolo (fabbisogno calcolato).



**Fig. 1: Endenergiebedarf der EU/
Fabbisogno energetico nella UE**

Quelle/ Fonte: [1]

Neben dem Heizwärmebedarf tragen die Nutzwassererwärmung, der Stromverbrauch für Beleuchtung und elektrische Geräte und eine eventuelle Kühlung zum Energieverbrauch bei. Wie groß deren jeweiliger Anteil ist, hängt wesentlich von der geografischen Lage und der Nutzung des Gebäudes (Büros oder Wohnungen) ab. Bei herkömmlichen Wohngebäuden in Südtirol bestimmt der Heizwärmebedarf den Gesamtenergieverbrauch. Er setzt sich zusammen aus den Verlusten durch Lüftung und dem Wärmestrom durch die einzelnen Teile der Außenhülle (siehe Fig. 3). Diese „Transmissionswärmeverluste“ lassen sich durch



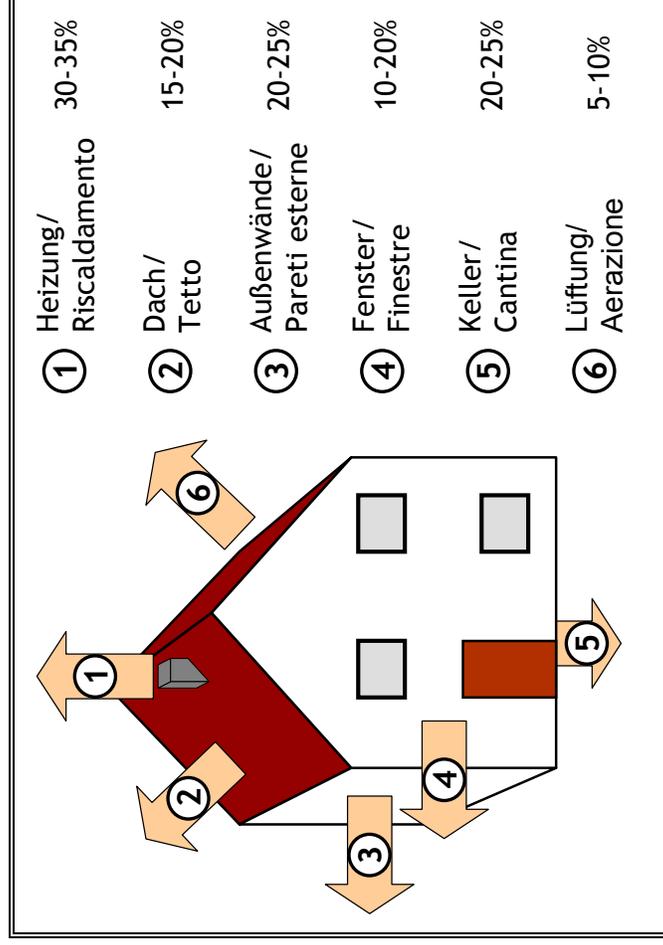
**Fig. 2: Heizenergiebedarf der entsprechenden Kategorien/
Fabbisogno termico per diverse categorie di edifici**

Quelle/ Fonte: [2]

Accanto all'energia per il riscaldamento, concorrono al consumo energetico il fabbisogno di energia per il riscaldamento dell'acqua sanitaria, il consumo energetico per l'illuminazione e per gli apparecchi elettrici ed eventualmente la richiesta energetica legata al condizionamento degli ambienti. I valori di ciascuna voce dipendono considerevolmente dalla posizione geografica e dalla destinazione d'uso dell'edificio (uffici o appartamenti). In Alto Adige, negli edifici di tipo tradizionale, il fabbisogno termico è la voce predominante nel fabbisogno termico complessivo. Tale richiesta energetica è determinata sostanzialmente dalla dispersione di calore per ventilazione e dal flusso di calore che

kompakte Bauweise, Dämmung, gute Fenster und die Vermeidung von Wärmebrücken reduzieren. Um die Verluste durch Lüftung gering zu halten, gilt es das Gebäude möglichst luftdicht zu bauen und die Wärme der verbrauchten Luft zurück zu gewinnen.

fuoriesce attraverso le singole parti dell'involucro esterno (vedi Fig. 3). Le dispersioni per ventilazione possono essere abbattute rendendo l'involucro edilizio ermetico e adottando un sistema di ventilazione meccanica con recupero del calore.



**Fig. 3: Verlustprozesse die den Heizenergiebedarf hervorrufen/
Meccanismi di dispersione che influenzano il fabbisogno termico di un edificio**
Quelle/ Fonte: [3]

Standards für den Energiebedarf in Gebäuden

Mit dem Ziel die Energieeffizienz in Gebäuden zu steigern, wurden in den letzten Jahren in einigen Regionen und Ländern Europas Klassifizierungen eingeführt. Sie sollen insbesondere einem Mieter oder Käufer ermöglichen, die energetischen Eigenschaften von Gebäuden auf übersichtliche Art zu vergleichen. Er soll abschätzen können, welchen Komfort er bei der entsprechenden Immobilie erwarten darf und mit welchen Betriebskosten er rechnen muss.

Die Klassifizierungen beruhen auf unterschiedlichen Berechnungsmethoden und berücksichtigen auch unterschiedliche Energieformen. So wird bei einigen Verfahren ausschließlich der jährliche Heizwärmebedarf betrachtet (z.B. beim KlimaHaus), während bei anderen Verfahren auch Energieverbraucher wie Kühlung oder Beleuchtung mit betrachtet werden (z.B. in der Europäischen „Energy Performance in Buildings Directive“). Im Folgenden wird auf einige gesetzliche Regelungen und Standards für Energieeffizienz, sowie Energiezertifizierungssysteme eingegangen.

Standard per il fabbisogno energetico negli edifici

Negli ultimi anni, con l'obiettivo di migliorare l'efficienza energetica nel comparto edilizio, diversi sono i paesi europei che hanno introdotto sistemi di certificazione energetica degli edifici. Tali sistemi, in particolare, dovrebbero permettere ad un inquilino o ad un acquirente di confrontare in modo chiaro le caratteristiche energetiche degli edifici. I sistemi di certificazione si differenziano a seconda del metodo di calcolo utilizzato e delle diverse forme di energia prese in considerazione. In alcuni metodi viene preso in considerazione solamente il consumo energetico per il riscaldamento (ad es. CasaClima), mentre in altri vengono considerati anche i consumi energetici per il raffrescamento o per l'illuminazione (ad es. nella direttiva europea "Energy Performance in Building"). In seguito verranno approfonditi alcuni aspetti in merito alla legislazione sull'efficienza energetica degli edifici e in merito ad alcuni sistemi di certificazione energetica.

Die EU-Richtlinie über die Gesamte- nergieeffizienz von Gebäuden

Die europäische Richtlinie 2002/91/EG (EPBD - European Performance Building Directive) über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden wurde im Jahre 2002 erlassen und sollte bis Anfang 2006 in nationales Recht der EU Mitgliedsländer umgesetzt werden. Die EPBD verpflichtet die EU-Mitgliedsstaaten zur Einführung von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz bei Neubauten und bei wesentlichen Sanierungen von Gebäuden mit einer Fläche von mehr als 1000 m². Weiters schreibt sie regelmäßige Inspektionen von Heiz- und Kühlanlagen (ab 20 kW) vor, sowie die Einführung eines Energieausweises für zu vermietende und zu verkaufende Gebäude. Als Gesamtenergieeffizienz wird bezeichnet: „...die Energiemenge, die tatsächlich verbraucht oder veranschlagt wird, um den unterschiedlichen Erfordernissen im Rahmen der Standardnutzung des Gebäudes gerecht zu werden“ [4]. Für die Ermittlung entsprechender Indikatoren gibt die EPBD kein einheitliches Verfahren an, sie führt aber im Anhang die Aspekte auf, die dabei zu beachten sind. Dort wird auch gefordert, erneuerbare Energien zu berücksichtigen und die Gebäude ihrer Nutzung entsprechend in Kategorien einzuteilen.

Linie guida europea sulla efficienza energetica degli edifici

La direttiva europea 2002/91/EG (EPBD - European Performance Building Directive) sull'efficienza energetica degli edifici è stata introdotta nel 2002 e avrebbe dovuto essere recepita dagli stati membri dell'unione Europea entro l'inizio del 2006. La EPBD prevede che gli stati membri introducano per gli edifici di nuova costruzione e per le ristrutturazioni di edifici di superficie superiore a 1000 m², norme minime sull'efficienza energetica. Prevede l'esecuzione di ispezioni regolari agli impianti di riscaldamento e condizionamento (a partire da 20 kW), come anche l'introduzione di un sistema di etichettatura energetica per gli edifici da locare e da vendere. Nella direttiva, per rendimento energetico di un edificio si intende: "la quantità di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio [4]. Per quanto riguarda gli indicatori da considerare, la direttiva non suggerisce un procedimento unico da seguire, ma riporta negli allegati gli aspetti da tenere in considerazione. La direttiva intende promuovere l'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile e la classificazione degli edifici in base al consumo energetico.

KlimaHaus

In der Provinz Bozen/Südtirol wurde im Februar 2002 der Klimaausweis als freiwillige energetische Einstufung eines Neubaus oder eines sanierten Gebäudes eingeführt. Die Einstufung wird vom Amt für Luft und Lärm vorgenommen - und zwar nicht nur aufgrund des (mit dem zur Verfügung gestellten Kalkulationsprogrammes) berechneten Heizwärmebedarfs, sondern auch durch Überprüfung vor Ort vor und nach Fertigstellung des Gebäudes.

Besonders energiesparende Gebäude werden mit der KlimaHaus-Plakette ausgezeichnet: Häuser mit einer Wärmekennzahl unter $50 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ erhalten die KlimaHaus-Plakette B, liegt die Wärmekennzahl unter $30 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ erhält das Gebäude die Einstufung KlimaHaus A, dem KlimaHaus A Gold entspricht ein Gebäude mit einer Wärmekennzahl von maximal $10 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ (siehe Fig. 4). Die Auszeichnung KlimaHaus^{plus} wird an Bauwerke vergeben, die sich zudem durch eine ökologische Bauweise auszeichnen und in denen zur Wärmeerzeugung erneuerbare Energieträger verwendet werden. Aus allen Gebäuden, die im Laufe des Jahres die KlimaHaus-Plakette erhalten haben, wird jeweils Südtirols „Bestes KlimaHaus“ ausgewählt und prämiert. Preise werden an den Bauherren, das Planerteam und die Gemeinde vergeben [5]. Seit 2005 ist die Wärmeschutzklasse C.

CasaClima

Il sistema di certificazione energetica CasaClima è stato introdotto in Provincia di Bolzano nel febbraio del 2002 come strumento di certificazione energetica di tipo volontario, per edifici di nuova costruzione e da ristrutturare. La certificazione viene rilasciata dall'Ufficio Aria e Rumore e non solamente sulla base del fabbisogno termico annuo calcolato (attraverso il programma di calcolo a disposizione del pubblico), ma anche attraverso sopralluoghi prima e dopo la fine dei lavori.

Edifici ad elevato risparmio energetico vengono etichettati con la targhetta CasaClima: edifici con un indice termico inferiore a $50 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ottengono la targhetta CasaClima B; se l'edificio ha un indice termico inferiore a $30 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ottiene la targhetta CasaClima A, mentre la targhetta CasaClima A Oro corrisponde ad un edificio con un indice termico pari al massimo a $10 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ (vedi Fig. 4). Il riconoscimento CasaClima^{più} viene dato alle costruzioni che in più sono state realizzate rispettando canoni ecologici e nelle quali per il fabbisogno energetico vengono utilizzate fonti energetiche rinnovabili. Tra tutti i progetti che nel corso dell'anno hanno ottenuto la targhetta CasaClima, ogni anno viene scelta e premiata la migliore CasaClima dell'Alto Adige. I premi vengono assegnati all'impresa edile, al team di progettisti e

(70 kWh/(m²a)) verpflichtender Mindeststandard für Neubauten in der Provinz Bozen.

al Comune [5]. A partire dal 2005, per le nuove costruzioni in Provincia di Bolzano, la categoria di consumo del calore (70 kWh/(m²a)) è diventata standard minimo obbligatorio.

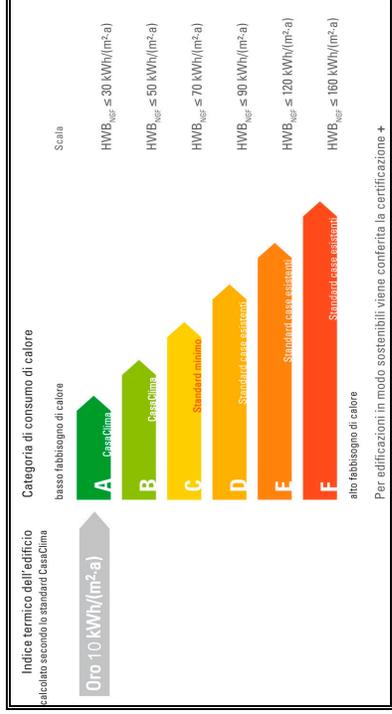
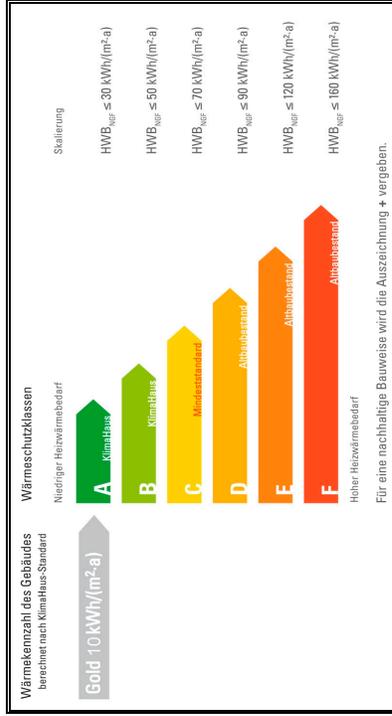


Fig. 4: Wärmeschutzklassen/
Categorie di consumo del calore

Passivhaus

Als nicht öffentlich-rechtlicher Standard hat sich der Passivhaus-Standard etabliert. Das Passivhaus-Institut Darmstadt definiert ein Passivhaus als „... ein Gebäude, in dem eine behagliche Temperatur sowohl im Winter als auch im Sommer ohne separates Heiz- bzw. Klimatisierungssystem zu erreichen ist. ... bei einem Heizwärmebedarf von weniger als 15 kWh/(m²a)...“ [6]. Ein Passivhaus zeichnet sich im Besonderen aus durch: a) eine hoch wärmedämmte Hülle, b) in Bezug auf Ausführung und Orientierung optimierte Fenster sowie c) eine besondere Luftdichtigkeit der Gebäudehülle, um die Wirksamkeit der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung zu gewährleisten. Die passiven Gewinne, wie interne Lasten und solare Einträge, reichen dann weitestgehend aus, um die Temperatur auf einem behaglichen Niveau zu halten. Der noch erforderliche Restwärmebedarf erfolgt oft durch eine Erwärmung der Zuluft über das Lüftungssystem - denn da bei sehr gut gedämmten Gebäuden in der Heizbilanz die Lüftungsverluste dominieren, ist ein solches zwecks Wärmerückgewinnung jedenfalls vorhanden. Die entfallenden Kosten für das konventionelle Heizungssystem (Heizkörper, Rohrleitungen, Kessel größerer Leistung, etc..) kompensieren so die Kosten für die zusätzliche Dämmung. Die resultierenden Kosten für den

Casa passiva

Lo standard “Casa Passiva” si è affermato come modello costruttivo pur non essendo direttamente correlato a disposizioni di legge. Secondo quanto definito dall’Istituto per la Casa Passiva di Darmstadt “Passivhausinstitut”, una casa passiva è un edificio con un fabbisogno termico dell’involucro edilizio inferiore a 15 kWh/(m²a) e nel quale si raggiunge una temperatura gradevole, sia in estate che in inverno, senza l’utilizzo di un sistema di riscaldamento o climatizzazione convenzionale [6]. Una casa passiva si distingue in particolare: a) per un involucro altamente coibentato, b) per la cura dedicata nella scelta del tipo e dell’orientamento delle finestre, c) per la particolare ermeticità dell’involucro edilizio, volta ad assicurare l’efficienza dell’impianto di ventilazione con recupero del calore. I guadagni passivi, come i carichi interni e gli apporti solari sono sufficienti a mantenere la temperatura ad un livello confortevole. Il fabbisogno termico rimanente viene generalmente fornito tramite il riscaldamento dell’aria attraverso un impianto di ventilazione con recupero del calore. L’adozione di tale tipologia di impianto è ad ogni modo conveniente in quanto negli edifici molto isolati, nel bilancio energetico, prevalgono le perdite per aerazione. La riduzione dei costi per il sistema tradizionale di riscaldamento

Eigenutzer, welche die Betriebskosten für Heizenergie ebenfalls berücksichtigen, können schon bei heutigen Brennstoffpreisen mit jenen eines Niedrigenergiehauses konkurrieren (siehe Fig. 5).

(radiatori, tubazioni, caldaia di maggiore potenza, ecc..) compensa in questo modo i costi supplementari per l'isolamento. Considerati gli attuali costi dei combustibili fossili, i costi totali per la realizzazione di una casa passiva da parte dell'utente finale, costi che tengono in conto anche delle spese per il riscaldamento, sono concorrenziali con quelli di una casa a basso consumo energetico. (vedi Fig. 5).

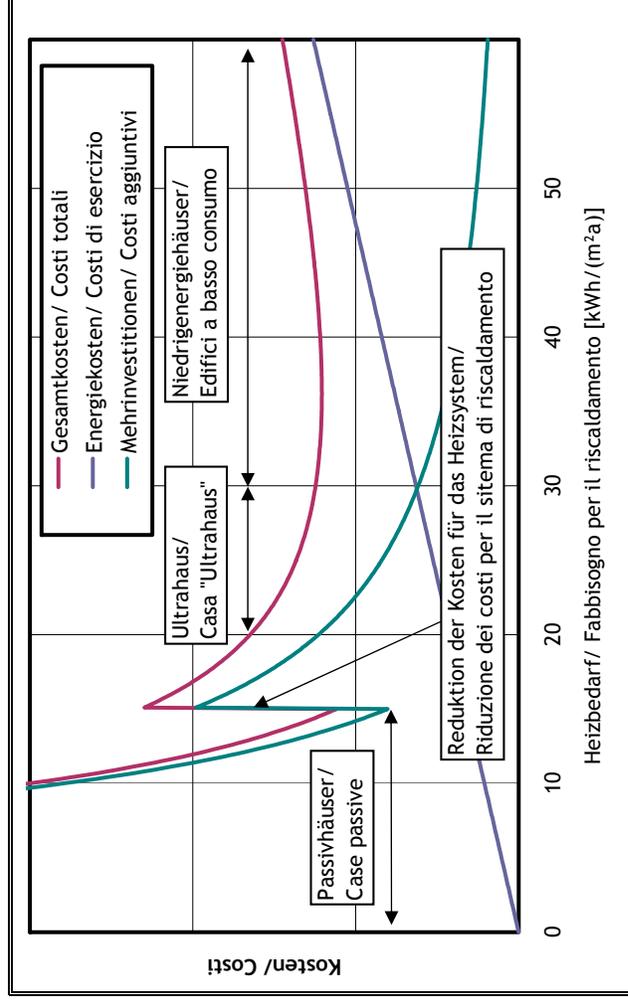


Fig. 5: Aus Investition und Betriebskosten resultierende Kosten für den entsprechenden Heizenergiebedarf/
Andamento dei costi totali e dei costi di esercizio e aggiuntivi in funzione dell'indice termico

Quelle/ Fonte: [7]

DAS PASSIVHAUS BRANZOLL

LA CASA PASSIVA BRONZOLO

Direktor des Technischen Amtes Bozen 2 Emil Wörndle	Direttore dell'Ufficio Tecnico Bolzano 2 Emil Wörndle
Projektsteuerung Luisa Zampieri	Responsabile di progetto Luisa Zampieri
Architektonisches Projekt Michael Tribus	Progetto architettonico Michael Tribus
Planungsmitarbeiter B. Oberrauch, G. Gantioler, M. Brugger	Collaboratori alla progettazione B. Oberrauch, G. Gantioler, M. Brugger
Heizung-, Lüftungs- und Sanitärplanung Davide Parisi	Progetto impianto termoidraulico e ventilazione Davide Parisi
Statik Luciano Larentis	Statica Luciano Larentis
Bauleitung Luisa Zampieri	Direttore dei lavori Luisa Zampieri
Bauleitung Heizung-, Lüftungs- und Sanitäranlagen Davide Parisi	Direttore lavori termoidraulico e ventilazione Davide Parisi
Statische Bauleitung Seppi Heinrich	Direttore lavori statica Seppi Heinrich
Beratung in Bauphase P. Erlacher, D. Russo, C. Tabiaddon, O. Celva	Consulenza in fase d'esecuzione P. Erlacher, D. Russo, C. Tabiaddon, O. Celva
Sicherheitskoordinator in der Planungs- u. Bauphase Luciano Larentis	Coordinatore della sicurezza progetto ed esecuzione Luciano Larentis



**Fig. 6: Eingangfront des Passivhaus Branzoll/
Vista dell'ingresso della casa passiva di Bronzolo**

Entstehungsgeschichte

Das Wohnbauinstitut hat als öffentliche Körperschaft für den sozialen Wohnbau der Provinz Bozen/Südtirol die Aufgabe, Wohnungen zu einem sozialem Mietzins zur Verfügung zu stellen. Die dafür benötigten Immobilien werden vom Wohnbauinstitut gebaut, angemietet oder gekauft. Neubauten werden seit 2001 freiwillig nach dem Standard für KlimaHaus B 50 kWh/(m²a) geplant, und unterschreiten die gesetzlich geforderten 70 kWh/(m²a) damit deutlich. Dadurch haben die Wohnungen, die das Wohnbauinstitut den Bewohnern anbietet, nicht nur günstige Mietpreise sondern auch merklich reduzierte Heizkosten. Unter diesem Aspekt, aber auch um seiner Verantwortung gegenüber der Umwelt gerecht zu werden und um weitere Verbesserungsmöglichkeiten der Energiesparsamkeit seiner Gebäude auszuloten, hatte sich das Wohnbauinstitut im Jahre 2002 das Ziel gesetzt, ein Passivhaus (Heizbedarf unter 15 kWh/(m²a)) zu bauen. Die hierzu notwendige Mehrinvestition sollte 10% der üblichen Kosten für den sozialen Wohnbau nicht überschreiten. Zudem sollte der KlimaHaus^{plus}-Standard erreicht werden.

Genesi del progetto

L'IPES, Istituto per l'Edilizia Sociale della Provincia Autonoma di Bolzano/Alto Adige, ha il compito di mettere a disposizione alloggi per famiglie a canone sociale. L'IPES può raggiungere tale obiettivo attraverso la costruzione, l'acquisto o la locazione di edifici. Per libera scelta dal 2001 l'IPES si è posto l'obiettivo di costruire i nuovi edifici secondo lo standard CasaClima B 50 kWh/(m²a), obiettivo che risulta più restrittivo rispetto a quello minimo imposto per legge 70 kWh/(m²a). In questo modo gli appartamenti che l'IPES mette a disposizione degli inquilini, non solo sono offerti a canone sociale, ma offrono anche costi per il riscaldamento ridotti. Seguendo tale direzione, ma anche al fine di assumere un atteggiamento responsabile verso l'ambiente e di ricercare ulteriori possibilità di miglioramento nel risparmio energetico dei propri edifici, nel 2002 l'IPES si è imposta l'obiettivo di costruire una casa passiva (fabbisogno termico inferiore a 15 kWh/(m²a). I sovracosti relativi non dovevano superare del 10 % i costi IPES standard per l'edilizia sociale. In aggiunta l'obiettivo era anche quello di rispettare lo standard CasaClima^{più}.

Beschreibung

Bei dem Passivhaus Branzoll handelt es sich um ein Mehrfamilienhaus für acht Familien. Die einzelnen Wohnungen sind über ein in der Mitte des Gebäudes angeordnetes Treppenhaus mit Aufzugschacht zugänglich (siehe Fig. 8). Die drei 5-Zimmer, drei 3-Zimmer und zwei 2-Zimmerwohnungen haben insgesamt eine Netto-Wohnfläche von 577 m². Im Gebäude befinden sich zudem 14 Garagen.

Descrizione generale

La casa passiva di Bronzolo è un edificio plurifamiliare per otto famiglie. L'accesso ai singoli appartamenti avviene attraverso un vano scala con ascensore ricavato al centro dell'edificio (vedi Fig. 8). La superficie abitativa netta è pari complessivamente a 577 m², suddivisi in 3 appartamenti da 5 vani, 3 appartamenti da 3 vani e 2 appartamenti da 2 vani. Nell'edificio si trovano pure 14 garages.

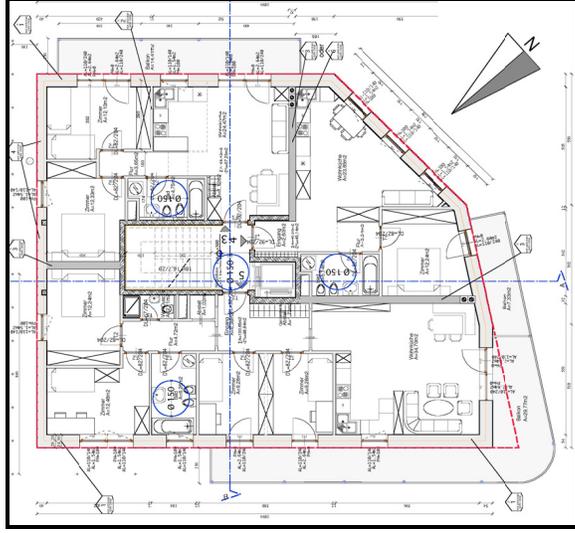


Fig. 7: Grundriss des Gebäudes /
Pianta dell'edificio

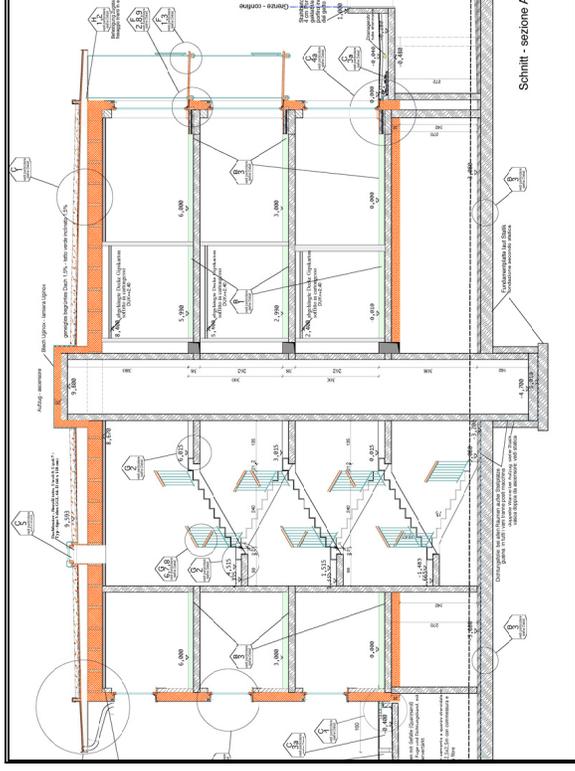
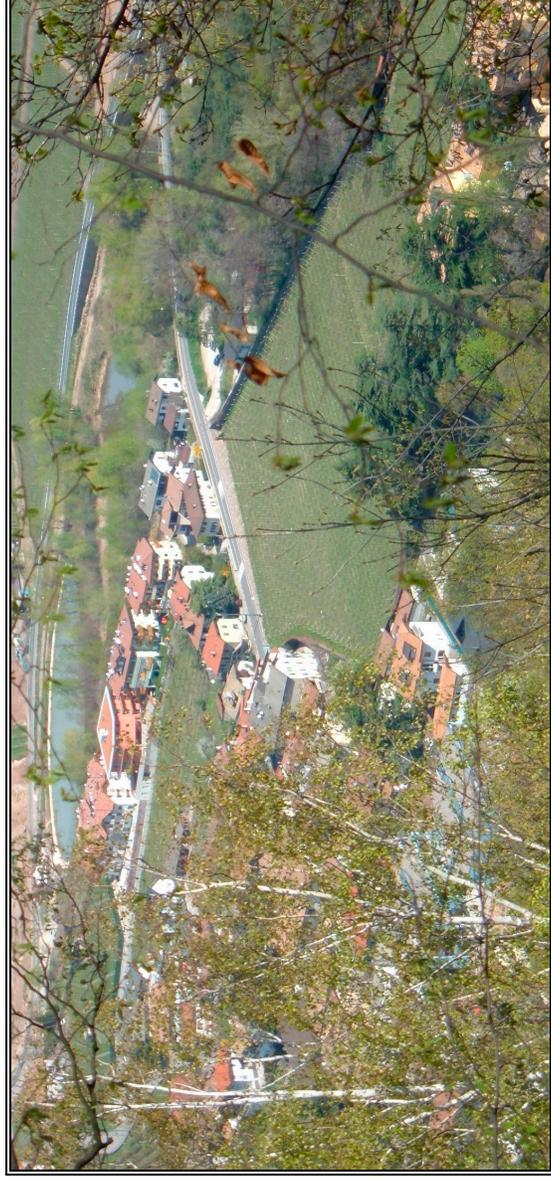


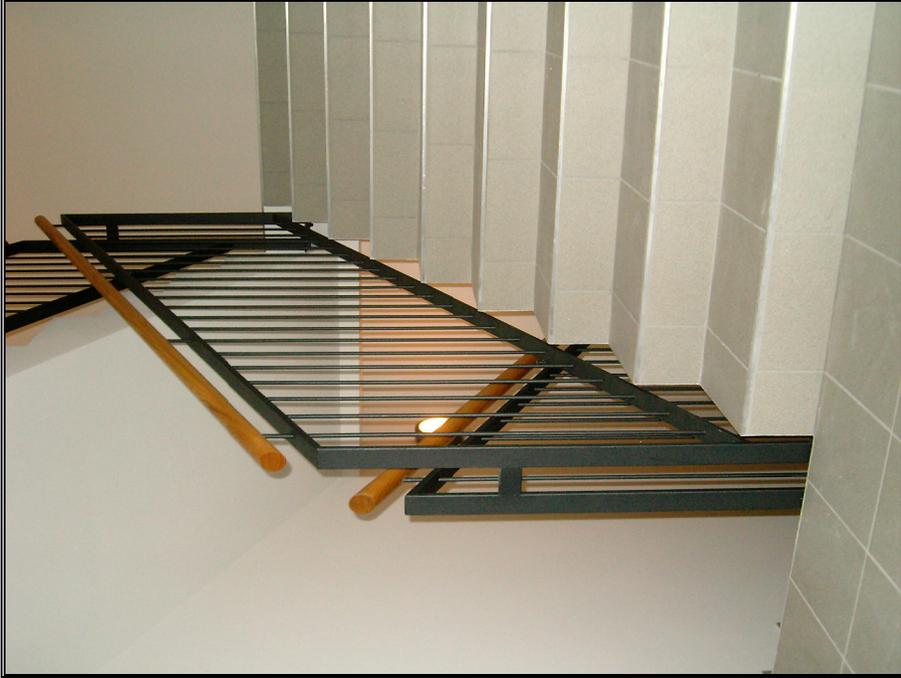
Fig. 8: Querschnitt des Gebäudes /
Sezione dell'edificio

Der Baugrund befindet sich in einem neuen Wohnviertel in Branzoll, 10 km südlich von Bozen, der Hauptstadt der Provinz Bozen. An die Südflanke des Gebäudes grenzen Weingärten an. Bei den Nachbargebäuden handelt es sich ebenfalls um neu gebaute Mehrfamilienhäuser, sie weisen einen Abstand von 10 m auf. Gebäudehöhe, Bepflanzungen und Topographie führen das ganze Jahr über zu keiner Verschattung. Laut KlimaHaus-Berechnungstabelle beträgt die Heizperiode in Branzoll 176 Tage mit einer mittleren Außentemperatur von 4,87°C und entsprechenden 2659 Heizgradtagen.

Il lotto si trova in un nuovo quartiere residenziale a Branzolo, 10 km a sud di Bolzano, cittadina capoluogo della Provincia di Bolzano. I fabbricati circostanti sono edifici plurifamiliari di nuova realizzazione, posti ad una distanza di 10 m. L'altezza degli edifici circostanti, il tipo di vegetazione e la topografia della zona fanno sì che l'edificio non sia ombreggiato. Consultando la tabella del programma CasaClima, per Branzolo si ottiene un periodo di riscaldamento pari a 176 giorni, una temperatura media esterna di circa 4,87°C e quindi un numero di gradigiorno pari a 2659.



**Fig. 9: Ausblick auf die Wohnbauzone mit dem Passivhaus in Branzoll/
Vista della zona abitativa con la casa passiva di Branzolo**



**Fig. 10: Treppenhaus/
Scala**



**Fig. 11: Garage/
Garage**

Energiekonzept

Das Energiekonzept eines Gebäudes umfasst sowohl passive, bauliche Maßnahmen als auch die haustechnischen Anlagen. Für das Passivhaus Branzoll wurde es mit dem Ziel erarbeitet, hohen Komfort für den Nutzer bei geringem Heizenergieverbrauch mit ökologischer Bauweise und möglichst geringen Mehrinvestitionen zu realisieren.

Passiver Teil

In das passive Energiekonzept eines Gebäudes gehen insbesondere die Gebäudehülle mit ihren Wärmedämmeigenschaften, die Speichermasse zur Dämpfung von Kälte- und Wärmespitzen, sowie das Verhalten gegenüber der Sonneneinstrahlung ein. Während im Winter möglichst viel Sonnenenergie zum Heizen genutzt werden soll, gilt es in hiesigen Breiten den solaren Eintrag im Sommer so klein wie möglich zu halten, um die *Kühllast* zu minimieren. Ebenfalls zu berücksichtigen ist der Einfluss der Gebäudenutzung, wie die Wärmeeinträge durch Personen und elektrische Geräte. Bei einem sorgfältig ausgearbeiteten passiven Konzept, kann der aktive Teil sehr klein dimensioniert werden mit entsprechend reduzierten Investitions- und Betriebskosten. Im Folgenden werden wesentliche

Sistema energetico

Il sistema energetico di un edificio comprende le soluzioni tecniche costruttive passive come pure gli impianti tecnici. Nella casa passiva di Branzolo esso è stato concepito al fine di garantire un buon livello di comfort agli utenti, limitando il fabbisogno energetico per il riscaldamento, adottando un sistema costruttivo ecologico e contenendo il più possibile i costi.

L'aspetto passivo

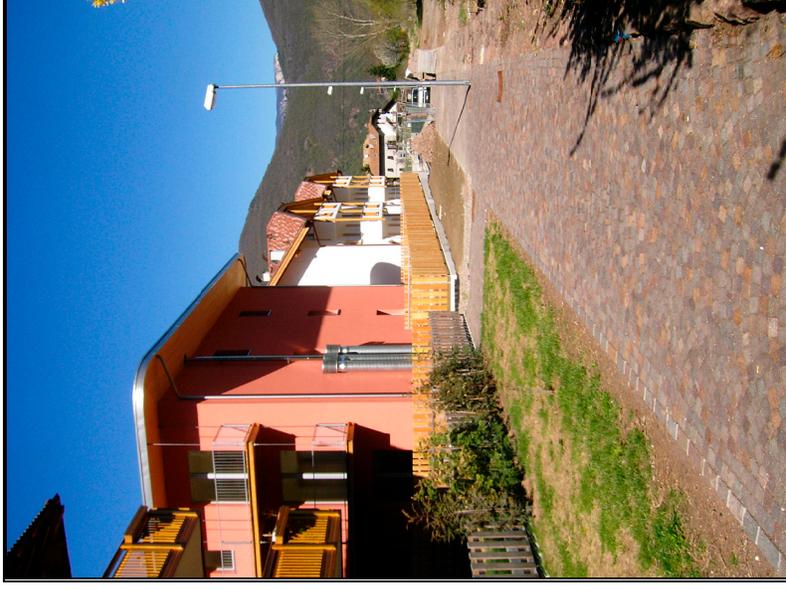
Nell'aspetto passivo del sistema energetico di un edificio rientra il cappotto esterno con le sue proprietà isolanti, la massa termica che consente l'attenuazione dei picchi di caldo e freddo, come pure anche il comportamento dell'edificio nei confronti della radiazione solare. Mentre in inverno la radiazione solare dovrebbe essere sfruttata il più possibile per il riscaldamento, alle latitudini calde è necessario limitare il più possibile l'apporto solare estivo e ciò al fine di minimizzare la *potenza frigorifera* richiesta per il raffrescamento. Da tenere in considerazione sono anche l'influenza della destinazione d'uso dell'edificio ed i guadagni interni dovuti alle persone ed agli apparecchi elettrici. Maggiore è la cura dedicata all'aspetto energetico passivo, meno complessa risulterà la

Aspekte des passiven Energiekonzepts für das Passivhaus Branzoll im Detail erläutert.



**Fig. 12: Fenster und Führung für Jalousien/
Finestra con guida per le veneziane**

parte attiva relativa agli impianti tecnici, con conseguente riduzione dei costi di esercizio. Di seguito verranno analizzati alcuni aspetti del sistema energetico della casa passiva di Branzolo.



**Fig. 13: Nord-Ost-Front/
Facciata nord-est**

Wände

Die Außenwände bestehen aus 25 cm starkem Ziegelmauerwerk und einem 28 cm starken Mineralschaum-Wärmedämmsystem. Daraus resultiert ein U -Wert von $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Bei einer Außentemperatur von -15°C wird dadurch eine innere Oberflächentemperatur von $19,3^\circ\text{C}$ erreicht, bei einer Raumtemperatur von 20°C (siehe Fig. 16 und Fig. 46). Die Innenwände aus Ziegelmauerwerk sind beidseitig mit Innenputz versehen. Die Ziegelstärke beträgt bei Wohnungswänden 12 cm, bei Wohnungstrennwänden 25 cm. Damit ist die thermische Masse des Gebäudes relativ hoch und behagliche Kühlung kann allein schon mit der Vorkühlung der Zuluft durch den Erdwärmetauscher und einer Kühlung während der Nacht erfolgen, denn die thermische Masse kühlt nachts aus und kann während des Tages wieder neu Wärme einspeichern.

Pareti

Le pareti esterne in laterizio hanno uno spessore di 25 cm e sono isolate termicamente attraverso un cappotto in pannelli isolanti minerali dello spessore di 28 cm. Ne deriva una *trasmittanza* U pari a $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Con una temperatura esterna di -15°C , la temperatura della parete interna risulta pari a $19,3^\circ\text{C}$ per una temperatura interna pari a 20°C (vedi Fig. 16 e Fig. 46). Le pareti interne in mattoni sono intonacate da entrambe le parti con intonaco civile. I mattoni delle pareti interne hanno uno spessore di 12 cm, mentre le pareti divisorie tra diversi appartamenti hanno uno spessore di 25 cm. In questo modo l'edificio dispone di una massa termica relativamente alta. Si può quindi ottenere un piacevole raffrescamento grazie unicamente all'abbassamento notturno della temperatura ed a un pre-raffrescamento del ricircolo attraverso l'impianto geotermico.

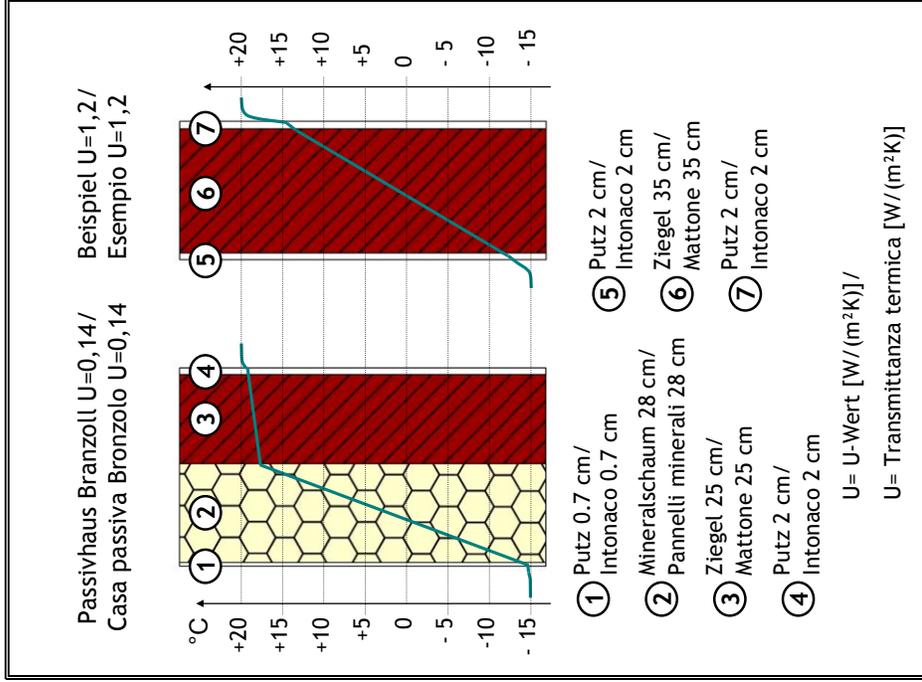


Fig. 17: Anbringung der Dämmung/
Applicazione dell'isolamento alla parete esterna

Fig. 16: Querschnitt mit Temperaturverlauf/
Sezione con andamento della temperatura

Finster

Bei den Fenstern handelt es sich um dreifachverglaste Fenster mit Wärmeschutzscheiben und einem Aluminium-Holzrahmen (siehe Fig. 19). Der Holzrahmen sowie die mit Argon gefüllten Scheibenzwischenräume wirken gut dämmend. Daraus ergibt sich für das gesamte Fenster ein U -Wert von $0,86 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Eine Besonderheit bei der Gestaltung der Fenster stellt der so genannte Blindstock dar (siehe Fig. 18 und Fig. 20).

Finestre

Le finestre, come nella maggior parte delle case passive, sono a vetrata termoisolante a tre strati e gli infissi sono in legno-alluminio (vedi Fig. 19). Il telaio in legno, così come l'intercapedine riempita di gas argon tra le lastre di vetro fungono da isolante. In questo modo per l'intera finestra risulta una *trasmissione* U pari a $0,86 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Una particolarità nella progettazione delle finestre è rappresentata dal cosiddetto contro telaio (vedi Fig. 18 e Fig. 20).



Fig. 18: Blindstock/
Controtelaio



Fig. 19: Schnitt des Fensters /
Sezione della finestra

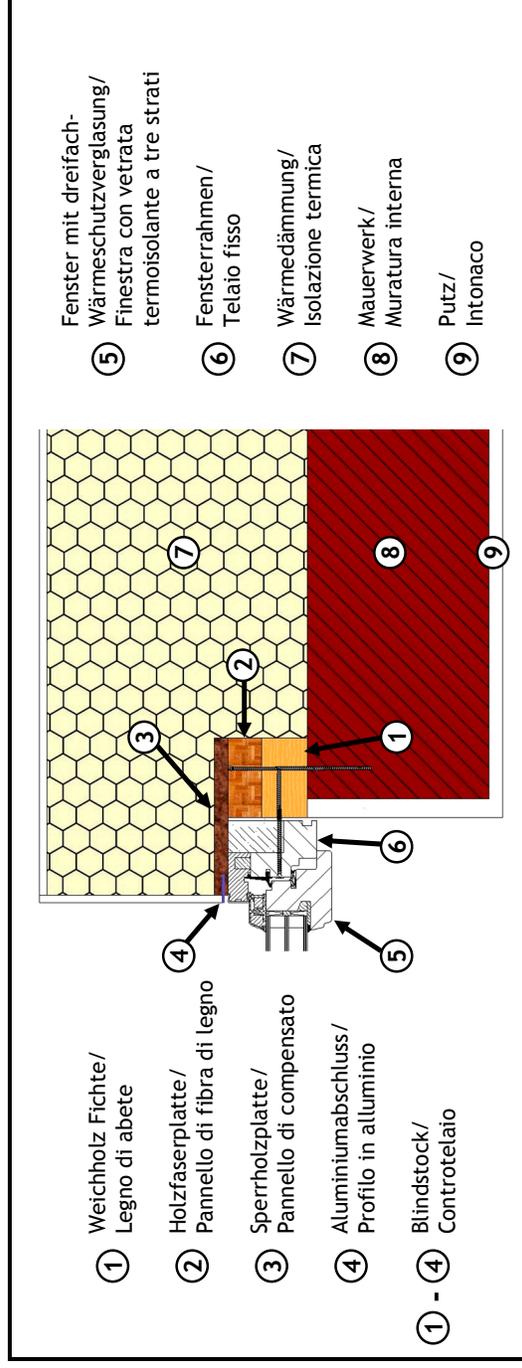


Fig. 20: Schnitt des Blindstocks/
Sezione del controtelaio

Er wurde von der Fa. Freisinger, mit Unterstützung des Wohnbauinstitutes, der Firma Klas und des Projektanten ausgearbeitet, um ein gängiges Problem beim Bau von Passivhäusern zu lösen: Üblicherweise werden die Fensterrahmen - örtlich und zeitlich - vor Außendämmung und Innenputz angebracht, um gute Dämmwerte zu erzielen. Oft nimmt aber der Fensterrahmen bei den weiteren Arbeiten Schaden, sei es durch die Feuchtigkeit der Materialien oder durch mechanische Einwirkung. Der Blindstock ermöglicht daher das Einsetzen der Fenster nach Abschluss der angeführten Arbeiten.

Il controtelaio utilizzato per l'installazione dei serramenti è stato progettato dalla ditta Freisinger, con il supporto tecnico dell'IPES, della ditta Klas e del progettista. Esso permette di posizionare il telaio fisso del serramento interamente all'interno dell'isolazione termica, (vedi fig. 20), quando sia questa che l'intonaco interno sono stati ultimati. Questa soluzione ha permesso di avviare ad un problema che spesso si presenta nella messa in opera di finestre per case passive. Infatti con l'installazione delle finestre prima dell'isolazione termica è possibile incorrere in danneggiamenti alle stesse a seguito delle successive lavorazioni.