

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (<http://www.ub.tuwien.ac.at>).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (<http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/>).



David Plunger | Klimagerechte Entwürfe für Bauernhäuser in Südtirol

Diplomarbeit

Klimagerechte Entwürfe für Bauernhäuser in Südtirol

**ausgeführt zum Zwecke der Erlangung
des akademischen Grades eines Diplomingenieurs
unter der Leitung von**

**Univ. Prof. Arch. Dipl.-Ing. Dr. techn. Martin Treberspurg
Ressourcenorientiertes Bauen
Department für Bautechnik und Naturgefahren
H875 Institut für konstruktiven Ingenieurbau
Universität für Bodenkultur Wien**

**eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät Architektur und Raumplanung**

**von
David Plunger
0126208
Rasumofskygasse 1/7
1030 Wien**

Wien, am 04. Oktober 2007

**Gewidmet meinen Eltern,
ohne deren Unterstützung ich nie so weit gekommen wäre**

**Dank gilt auch meinem Professor
und allen anderen Personen,
die einen Beitrag zur Entstehung
dieser Arbeit geleistet haben**

1.	Vorwort	1	3.	Problem Ressourcenknappheit	18
			3.1	Energieproduktion und Ver(sch)wendung	18
			3.2	Knappheit der fossilen Brennstoffe	20
2.	Problem Klima	3	3.3	Ausbau der Nutzung regenerativer Energien	22
2.1	Die Erde, der blaue Planet	3	3.4	Knappheit von Baugrund in Südtirol	25
2.2	Der Treibhauseffekt und die damit verbundene globale Erderwärmung	7	4.	Klimagerechte Gebäude	28
2.3	Folgen und Szenarien der globalen Erderwärmung	9	4.1	Grundlagen für nachhaltiges Bauen	29
2.4	Maßnahmen gegen die globale Erwärnung und ihre Sinnhaftigkeit	13	4.2	Nachhaltige Haustypen	30
	Kyoto-Protokoll	13	4.2.1	Das Passivhaus	31
	Die neuen EU-Klimaschutzziele	14	4.2.2	Das Klimahaus Südtirol	35
	Europäische Charta für Solarenergie in Architektur und Raumplanung	15	4.3	Einsetzbare Technologien und Materialien	39
	Klimahaus-Agentur Südtirol	15		Bauweise	39
	Italienisches Steuergesetz	17		Wärmedämmung	40
	Toblacher Gespräche	17		Luftdichtheit	47
				Kontrollierte Wohnraumlüftung	48
				Wärmepumpen	51
				Heizung	53
				Fenster	56
				Solarenergienutzung	58

5.	Bauernhöfe in Südtirol	62	6.2.2	Genaue Bestandsaufnahme	124
5.1	Geschichtliche Entwicklung Südtirols	62	6.2.2.1	Planunterlagen	124
5.2	Südtirol aus bäuerlicher und landwirtschaftlicher Sicht	67	6.2.2.2	Wärmebedarfsberechnung	134
5.3	Die Architektur der Bauernhäuser – „Klimahäuser“ seit Generationen	73	6.2.3	Entwurf zur Sanierung des bestehenden Wohngeschosses und interner Ausbau des Dachgeschosses	137
5.4	Analyse der Haus- und Hofformen	85	6.2.3.1	Planunterlagen	141
5.5	Probleme und Lösungsansätze bestehender Gebäude	93	6.2.3.2	Wärmebedarfsberechnung	156
5.5.1	Altbaumodernisierung	96	6.3	Umwidmung und Innenausbau der Rauchn-Dilla in Kastelruth	160
5.5.2	Neubau	100	6.3.1	Der Stadel im Lauf der Geschichte	160
5.5.3	Umwidmung bestehender und ungenützter Gebäudeteile	102	6.3.2	Genaue Bestandsaufnahme	162
5.5.4	Verwirklichte Beispiele	103	6.3.3	Entwurf zur Umwidmung und Innenausbau der gesamten Kubatur	172
			6.3.3.1	Planunterlagen	176
			6.3.3.2	Wärmebedarfsberechnung	191
6.	Eigene Entwürfe	114	7.	Literaturverzeichnis und Quellenangabe	195
6.1	Die Marktgemeinde Kastelruth	114			
	Die Architektur der Kastelruther Bauernhöfe	119	8.	Bildnachweis	198
6.2	Umbau des Lafoglerhofs in Kastelruth	121			
6.2.1	Der Lafoglerhof im Laufe der Geschichte	121			

Diese Arbeit zum Thema „Klimagerechte Entwürfe für Bauernhäuser in Südtirol“ soll auf diverse Fragen eine Antwort geben. Als Erstes soll das Problem des Klimawandels und der damit verbundenen globalen Erwärmung erörtert werden. Die weitreichenden Folgen für Mensch und Umwelt werden genauso angesprochen wie die Gegenmaßnahmen zur Eindämmung des Problems, global gesehen wie auch speziell auf Südtirol bezogen. Die Gegenmaßnahmen werden dabei hauptsächlich aus dem Blickwinkel der Architektur betrachtet, doch wenn man anmerkt, dass der Gebäudesektor nach dem Verkehr der zweitgrößte Treibhausgas-Emittent ist, scheint diese Betrachtungsweise legitim.

Ein weiterer Punkt ist die Ressourcenknappheit und die dadurch dringend notwendige Umstrukturierung der Energieversorgung. Die Hauptaufgabe muss darin bestehen, sich weg von den fossilen und atomaren Energieträgern und hin zu den erneuerbaren Energien zu bewegen. Hier muss weltweit ein Umdenken stattfinden, genauso wie in den eigenen vier Wänden. Südtirol ist von diesem Problem zwar nicht unberührt, es spielt im Vergleich aber eine relativ untergeordnete Rolle, da man bereits seit geraumer Zeit auf erneuerbare Energien setzt. Dafür soll aber ein anderes Problem aufgezeigt werden, das speziell in Südtirol auftritt. Genauso wie in den anderen Alpenregionen herrscht durch die gebirgige Topographie und die rege Bautätigkeit in den letzten Jahrzehnten ein verstärkter Mangel an verfügbarem Baugrund.

Bezogen auf den Bausektor, ist die Antwort auf die beiden Probleme des Klimawandels und der Energieversorgung „nachhaltiges Bauen“. Dies bedeutet umweltfreundliche und energieeffiziente Gebäude zu planen und umzusetzen, welche von der Errichtung, über die Nutzung bis hin zur Entsorgung nach Ablauf der Lebensdauer, die Umwelt in geringstmöglichem Maße belasten. Während im deutschen Sprachraum das Passivhaus an zunehmender Bedeutung gewinnt, hat Südtirol eine Vorreiterrolle in Sachen Klimaschutz eingenommen und verpflichtende Energiestandards bei Gebäuden (Klimahaus) gesetzlich festgeschrieben. Wie man solche Standards technisch und vor allem nachhaltig erreichen kann, soll ausführlich beschrieben werden.

Im zweiten Teil der Arbeit möchte ich dann im Speziellen auf die Architektur der Südtiroler Bauernhöfe eingehen. Diese, tief in der Tradition verwurzelte, Architektur ist gesellschaftlich und wirtschaftlich gesehen ein fester Bestandteil des Landes und trägt wesentlich zum speziellen Charme der Landschaft bei, die jährlich Millionen von Touristen ins Land lockt. Allerdings sind die meisten dieser Gebäude auf Grund ihres Alters baufällig und können die heutigen Wohnstandards nicht mehr ausreichend erfüllen. Hier sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, durch welche die Architektur modernisiert und an aktuelle Bedürfnisse angepasst werden kann, ohne ihren eigenständigen Charakter zu verlieren. Auf den Leitgedanken der klimagerechten Architektur soll dabei ein Hauptaugenmerk gelegt werden, denn schließlich waren die Bauernhäuser seit

jeder höchst energieeffiziente Gebäude, nur eben gemacht für eine andere Zeit mit anderen Bedürfnissen.

Dabei muss eine grundlegende Änderung der Einstellung von Bauherren und Planern stattfinden. Es muss verstärkt auf die Ressource Altbau zurückgegriffen werden, genauso wie ein Kontext mit moderner Architektur gefunden werden muss. Als Anschauungsbeispiele sollen einige verwirklichte Projekte dienen, die mehrere mögliche Varianten von baulichen Veränderungen zeigen.

Den Abschluss der Arbeit bilden schließlich zwei eigene Entwürfe, die in gewissem Maße die gesamte Arbeit widerspiegeln sollen. Beide Projekte basieren auf realen Objekten, die sich beide in meiner Heimatgemeinde Kastelruth befinden. Das erste ist ein denkmalgeschütztes Bauernhaus, vermutlich aus dem 16. Jahrhundert, welches wärmetechnisch saniert, im Dachgeschoss ausgebaut und mit einem kleinen

Zubau erweitert wird. Dabei soll ein Dialog von traditioneller und moderner Architektur stattfinden und aufgezeigt werden, wie bestehende Strukturen an aktuelle Wohnbedürfnisse angepasst werden können. Das zweite Projekt ist ein verlassener und ziemlich heruntergekommener Stadel mitten im Ortsgebiet von Kastelruth. Es soll eine Umnutzung des Gebäudes in Wohnkubatur veranschaulicht werden, wobei das Gebäude klimatechnisch auf den aktuellsten Stand gebracht wird, ohne dabei das äußere Erscheinungsbild radikal zu verändern.

Bei beiden Projekten soll versucht werden neben der grundlegenden Verbesserung des Wärmeschutzes eine qualitätsvolle Architektur zu schaffen, die behutsam mit dem Bestand umgeht, sich aber auch gleichzeitig bewusst von den einfallslosen Standardbeispielen distanziert, welche in der Umgebung zur Genüge vorhanden sind.

2. Problem Klima

2.1 Die Erde, der blaue Planet

Die Erde ist der größte Gesteinsplanet in unserem Sonnensystem und gleichzeitig auch der einzig bekannte belebte Himmelskörper. Dass Leben möglich ist, resultiert aus dem Zusammenspiel mehrerer Faktoren.

Zum ersten ist hier die genaue Lage unseres Sonnensystems in der Milchstraße zu nennen: nicht zu nahe am Zentrum (dort ist es wegen heißer Staub- und Gaswolken lebensfeindlich), aber auch nicht zu weit außen (dort kommen nicht genug schwere Elemente vor, welche Grundbausteine aller Lebewesen sind). Entscheidend sind aber Position und Größe der Erde im Sonnensystem: Die Erde ist gerade weit genug von der Sonne entfernt, um die "richtige" Menge an Sonnenenergie abzubekommen und groß genug, um mit ihrer Schwerkraft eine Atmosphäre festzuhalten. Die Sonnenenergie ist mit Abstand die wichtigste Energiequelle für die Erde: die Position der Erde führt dazu, dass die Strahlung energiereich genug ist, um für das Leben notwendige Reaktionen anzutreiben, aber nicht so stark, dass alles Wasser verdampfen würde. ^[1]

Die Atmosphäre ist eine relativ dünne Schicht von Gasen, welche fundamental für das Leben auf der Erde ist. Was wir als Luft bezeichnen, besteht im Wesentlichen aus 78,084% Stickstoff, 20,946% Sauerstoff, 0,934% Argon und anderen Edelgasen. Der Kohlendioxid-Gehalt beträgt nur 0,038%, ist

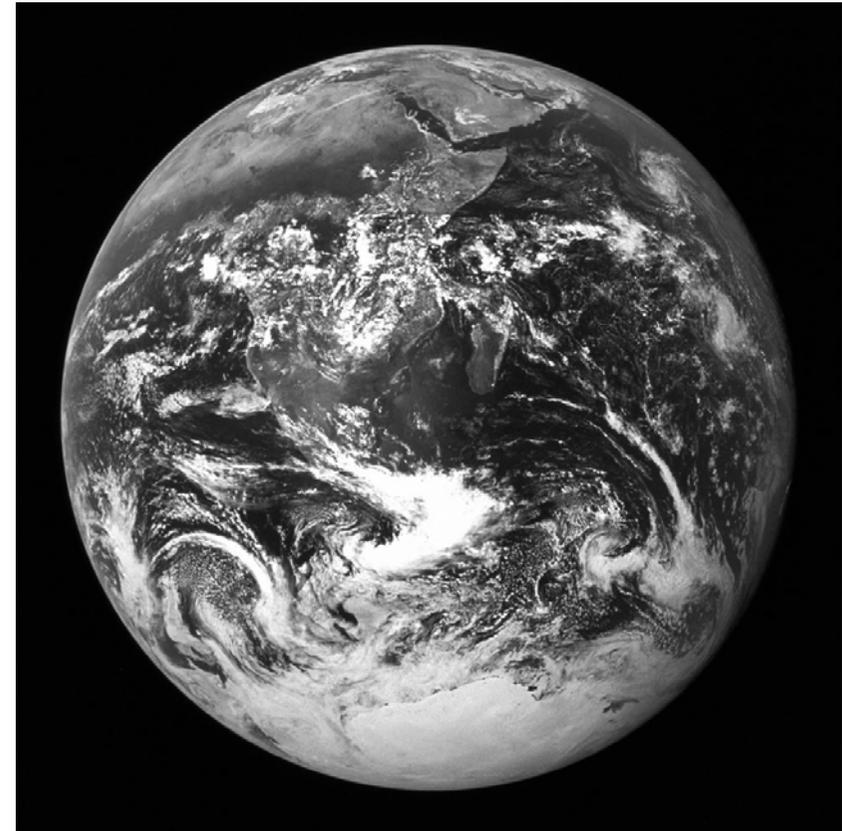


Abb. 1: Die Erde fotografiert auf der Apollo 17 – Mission

¹ ÖKOSYSTEM ERDE, , Letzter Zugriff 17.07.2007

aber neben dem Wasserdampf der wichtigste Verursacher des natürlichen Treibhauseffektes, ohne den es auf der Erde bedeutend kälter wäre. Die eintretenden (kurzwelligen) Sonnenstrahlen (im Mittel ca. 342 W/m^2) werden zu 70% von der Erde absorbiert, die restlichen 30% werden ins Weltall reflektiert. Bewohnbar wäre die Erde damit aber immer noch nicht, doch die Treibhausgase verhindern ein Austreten der (langwelligen) Wärmestrahlung (vergleichbar mit einem Glashaus, das zwar Sonneneinstrahlung durchlässt, die Wärmestrahlung aber nicht mehr hinauslässt), womit die durchschnittliche Oberflächentemperatur statt -18° auf $+15^\circ$

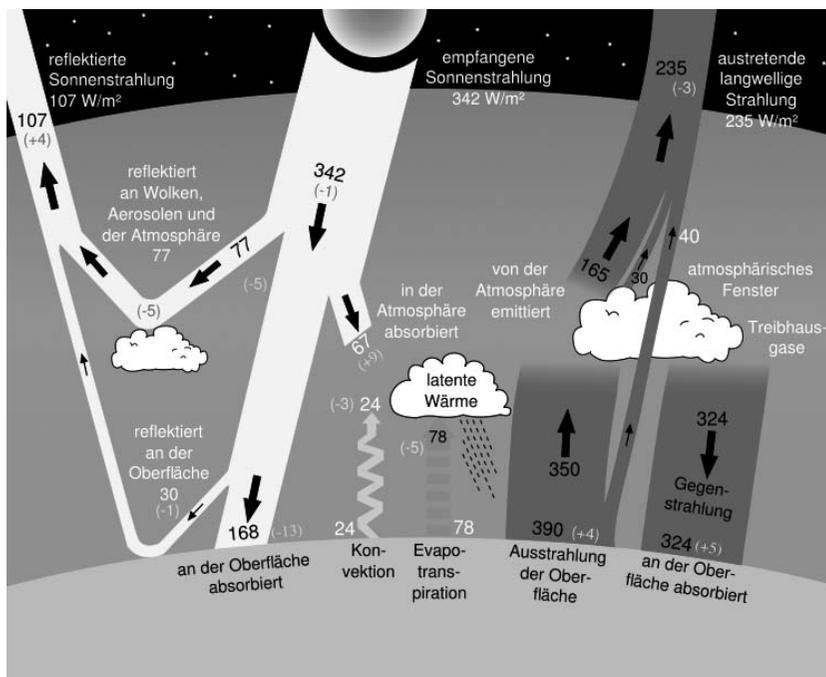


Abb. 2: Strahlungshaushalt der Erde

steigt und Leben erst wirklich ermöglicht. ^[2] Seit 3,5 Milliarden Jahren ist dieses Phänomen dafür verantwortlich, dass die Temperatur der Erde hoch genug ist, sodass es flüssiges Wasser gibt - die Voraussetzung für Leben.

Die Größe der Erde hält nicht nur die Atmosphäre fest, sondern hat noch eine zweite Wirkung: Die Erde kühlt im Inneren kaum aus, dadurch bleibt der Antrieb der Plattentektonik erhalten. Für den Wärmehaushalt der Erde ist die Energie im Erdinneren dagegen im Vergleich zur Sonnenstrahlung kaum von Bedeutung. Sie schützt das Leben aber auf eine andere Weise: Konvektionsbewegungen im flüssigen äußeren Teil des Erdkerns sind wahrscheinlich die Ursache für die Erzeugung des Erdmagnetfelds. Dieses Erdmagnetfeld schützt die Erde vor den Sonnenwinden. Sonnenwinde bestehen zum größten Teil aus Wasserstoffkernen, die elektrisch geladen sind und daher durch das Magnetfeld zum größten Teil um die Erde herum gelenkt werden.

Und schließlich ist auch der Einfluss des Mondes von entscheidender Bedeutung. Er stabilisiert mit seiner Schwerkraft die Rotationsachse der Erde - ohne diese Stabilisierung würde sie zeitweise eine Neigung von 90 Grad erreichen. Die Eiskappen der Pole wären direkt auf die Sonne gerichtet und würden schmelzen, wodurch große Teile der Kontinente überflutet werden würden: die Klimaschwankungen hätten möglicherweise jedes Leben früh vernichtet. Der Mond kann andererseits geradezu als "Architekt der Evolution" gelten. Die Neigung der Erdachse geht auf den Zusammenprall zurück, bei dem der Mond entstand. Die Neigung ist wiederum

² WIKIPEDIA, Treibhauseffekt, <http://de.wikipedia.org/wiki/Treibhauseffekt>, Letzter Zugriff 11.07.2007

für die Jahreszeiten verantwortlich, und diese bedingen wiederum die große Vielfalt an Tieren und Pflanzen. Außerdem wurde bei dem Zusammenprall ein Teil der Erdkruste ins All geschleudert - erst dadurch wurde die Erdkruste so dünn, dass sich die Kontinentalplatten gegeneinander verschieben konnten; ohne diese Verschiebung hätte es kein Land und also auch kein Leben auf dem Land gegeben.^[3]

Die Entstehung und Weiterentwicklung des Lebens auf der Erde ist also von vielen Ereignissen und Faktoren abhängig, welche in einem ausgewogenen Zusammenspiel stehen.

Und einer dieser zentralen Faktoren ist eben auch das Klima.

Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) definiert das Klima als die Statistik des Wetters über einen Zeitraum, der lang genug ist, um diese statistischen Eigenschaften auch bestimmen zu können. Zur Beschreibung des Klimas wird in der Regel eine Zeitspanne von 30 Jahren als Bezugszeitraum herangezogen.

Der Begriff "Klima" ist von "klinein", dem griechische Wort für "neigen", abgeleitet, denn Sommer und Winter sind Folge der Neigung der Erdachse relativ zur Bahnebene der Erde um die Sonne, der sogenannten Ekliptik. Gegenwärtig beträgt die Neigung $23,5^\circ$, wodurch während des Nordsummers die Nordhalbkugel und während des Südsommers die Südhalbkugel stärker von der Sonne bestrahlt werden.

Die im Jahresgang und im Mittel unterschiedliche Einstrahlung der Sonne am Äquator und am Pol sorgt für wärmere und kältere Oberflächen und damit horizontale Temperaturunterschiede in der unteren Atmosphäre, wodurch

Luftdruckunterschiede und daraus Strömungen entstehen. Die Atmosphäre ist aber kein isoliertes System, sondern steht mit der Hydrosphäre (Ozean und Wasserkreislauf auf Kontinenten und in der Atmosphäre), der Kryosphäre (Eis und Schnee), der Biosphäre (Tiere und Pflanzen), der Pedosphäre (Boden) und der Lithosphäre (Gestein) in Wechselwirkung. Diese Bestandteile des Klimasystems bewegen sich mit völlig unterschiedlicher Geschwindigkeit und sie haben drastisch unterschiedliche Wärmeleitfähigkeiten und Wärmekapazitäten. Die Dynamik des Klimasystems und die daraus folgende Statistik des Klimas werden daher durch die stark unterschiedlichen Zeitskalen der Komponenten geprägt. Die unterste Atmosphäre passt sich in Stunden den Bedingungen an der Oberfläche an, die Tiefenzirkulation der Ozeane reagiert erst in Jahrhunderten voll auf die veränderte Zusammensetzung der Atmosphäre, und ein großes

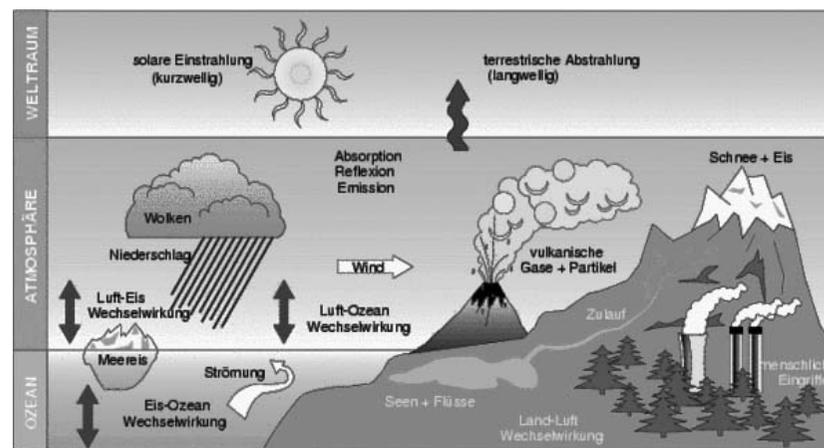


Abb. 3: Schematische Darstellung des Klimas

³ ÖKOSYSTEM ERDE, http://www.oekosystem-erde.de/html/erde_leben.html, Letzter Zugriff 11.07.2007

Inlandeisgebiet wie die Antarktis braucht dazu viele Jahrtausende.^[4]

Seit der Entstehung der Erde verändert sich das Klima ständig, eine Klimaveränderung kann beispielsweise eine tendenzielle Abkühlung oder Erwärmung der Oberflächentemperatur über Jahrtausende bezeichnen. Ursachen für solche Veränderungen sind z.B. Vulkanausbrüche (bei großen Eruptionen können Gase und Asche bis weit in die Atmosphäre hinauf geschleudert werden und durch photochemische Prozesse Partikel entstehen, die dann die Sonnenstrahlen reflektieren und somit die Einstrahlung von Wärmeenergie verhindern) oder die Sonnenaktivität, welche bewiesenermaßen stark variiert (auf Grund des Magnetfeldes der Sonne).

Auch die gegenwärtig stattfindende globale Erwärmung ist eine Klimaveränderung, allerdings keine natürliche. Ursache hierfür sind hauptsächlich menschliche Aktivitäten (z.B. die Emission von Treibhausgasen).^[5]

⁴ MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR METEOROLOGIE, <http://www.mpimet.mpg.de/presse/faqs/was-ist-der-unterschied-zwischen-wetter-und-klima.html>, Letzter Zugriff 12.07.2007

⁵ WIKIPEDIA: Klimaveränderung, <http://de.wikipedia.org/wiki/Klimaver%C3%A4nderung>, Letzter Zugriff 13.07.2007

2.2 Der Treibhauseffekt und die damit verbundene globale Erderwärmung

Wie bereits vorher beschrieben sind unsere Atmosphäre und der damit verbundene Treibhauseffekt verantwortlich dafür, dass die gemittelte Oberflächentemperatur auf der Erde 15° beträgt. Wobei eigentlich nicht die ganze Atmosphäre dafür verantwortlich ist, sondern lediglich ein sehr kleiner prozentueller Anteil davon. Diese sog. Treibhausgase verhindern ein Austreten der langwelligen Wärmestrahlung und heizen die Atmosphäre auf. Um wie viel sie die Oberflächentemperatur der Erde anheben, ist nicht einfach zu

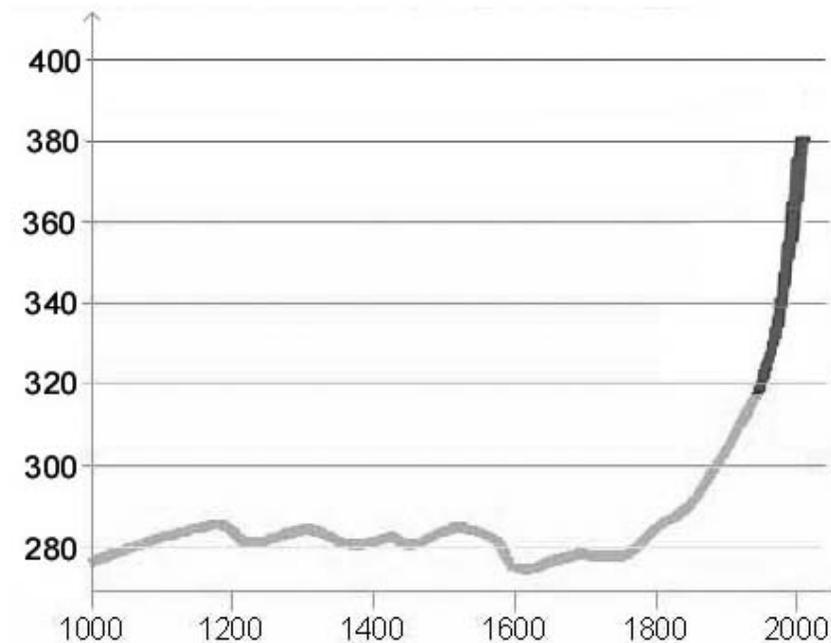


Abb. 4: Der Anstieg der CO₂-Konzentration in den letzten Jahrhunderten

bestimmen. In letzter Zeit möglich gewordene Messungen der Wärmeabstrahlung in den Weltraum durch Satelliten lassen auf eine Temperaturerhöhung des Bodens durch den natürlichen Treibhauseffekt um etwa 33°C schließen. Diese Erwärmung lässt sich wie folgt auf die wichtigsten Treibhausgase aufteilen: Wasserdampf (H₂O) 20,6°C, Kohlenstoffdioxid (CO₂) 7,2°C, bodennahe Ozon (O₃) 2,4°C, Distickstoffoxid (N₂O, auch bekannt als Lachgas) 1,4°C, Methan (CH₄) 0,8°C, Schwefelhexafluorid (SF₆) und fluoridierte Verbindungen (HFKW und FKW) zusammen 0,6°C.

Erdgeschichtlich war der Treibhauseffekt von zentraler Bedeutung. Der ständig wechselnde Gehalt an Treibhausgasen in der Atmosphäre (v.a. Kohlendioxid und Methan) war für die wechselnden Temperaturverhältnisse seit der Entstehung der Erde vor ca. 4,6 Milliarden Jahren verantwortlich und somit auch für die Entstehung von Eiszeiten und Wärmeperioden. Allerdings war der natürliche Treibhauseffekt immer von seinem speziellen Regulationsmechanismus gekennzeichnet.^[6]

Ganz anders beim anthropogenen (vom Menschen verursachten) Treibhauseffekt. Seit der industriellen Revolution verstärkt der Mensch den natürlichen Treibhauseffekt durch den Ausstoß von Treibhausgasen. Die vorindustrielle Konzentration (ca. 1750) von CO₂ betrug 280 ppmV (Teile pro Million Volumenanteil). Die Konzentration des CO₂ ist vor allem durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe, sowie durch großflächige Entwaldung auf heute über 379 ppmV gestiegen.

⁶ WIKIPEDIA: Treibhauseffekt, <http://de.wikipedia.org/wiki/Treibhauseffekt>, Letzter Zugriff 13.07.2007

Nach Messungen aus Eisbohrkernen ist dies die höchste Konzentration seit mindestens 650.000 Jahren, wahrscheinlich sogar schon seit 20 Millionen Jahren.⁷ Der Volumenanteil von Methan beträgt statt 0,73 ppmV heute 1,85 ppmV. Als Hauptursache hierfür ist die Massentierhaltung anzuführen, gefolgt von weiteren landwirtschaftlichen Aktivitäten wie dem Anbau von Reis. Aber auch durch das Auftauen der Permafrostböden in den nördlichen Tundren könnten in näherer Zukunft große Mengen an im Boden gebundenen Methan und Kohlendioxid entweichen. Der Volumenanteil von Distickstoffoxid stieg von 0,27 ppmV auf 0,32 ppmV.

Zu beachten gilt dabei zusätzlich, dass Kohlendioxid zwar einer der Hauptverursacher der globalen Erwärmung ist, da es in wesentlich größeren Mengen vorkommt als andere Treibhausgase, diese aber ein viel höheres Treibhauspotenzial als CO₂ haben. Angegeben wird dies durch das GWP (Global Warming Potential, Treibhauspotenzial), welches angibt, um wie viel mal stärker oder schwächer eine bestimmte in die Atmosphäre emittierte Menge des Gases im Vergleich zur gleichen Menge CO₂ zum Treibhauseffekt beiträgt. Bezogen auf 100 Jahre haben die Treibhausgase folgendes Potenzial: Kohlenstoffdioxid (CO₂) 1, Methan (CH₄) 23, Distickstoffoxid (Lachgas, N₂O) 296 und Schwefelhexafluorid (SF₆) sogar 22.200. Die Werte der verschiedenen Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW, englisch CFC) gehen von 4.600 bis 10.600, die der Fluorkohlenwasserstoffe (FKW, englisch HFC) von 1.700 und 12.000. Diese Daten sind auf dem Stand von Juli 2006. Das Treibhauspotenzial ist aber nicht mit dem tatsächlichen Anteil an der globalen Erwärmung gleichzu-

setzen, da sich die Emissionsmengen und Volumenanteile der verschiedenen Gase stark unterscheiden.^[8]

Der Großteil der Wissenschaftler sieht es inzwischen als erwiesen an, dass der weltweite Temperaturanstieg in direktem Zusammenhang mit der steigenden Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre steht. Die seit etwa 1860 vorliegenden weltweiten Temperaturmessungen zeigen eine Zunahme der global gemittelten bodennahen Lufttemperatur um 0,74°C (±0,18°C Fehlertoleranz) zwischen 1906 und 2005. Am ausgeprägtesten ist die Erwärmung von 1976 bis heute, wobei auch die wärmsten 11 Jahre seit Temperaturaufzeichnung allesamt auf die letzten 12 Jahre fielen.^[9] Verglichen mit den Schwankungen der Jahreszeiten sowie beim Wechsel von Tag und Nacht erscheinen die genannten Zahlen gering. Als globale Änderung des Klimas bedeuten sie jedoch sehr viel – besonders wenn man die um nur etwa 6°C niedriger liegende Durchschnittstemperatur auf der Erde während der letzten Eiszeit bedenkt.

Soweit die Fakten zur aktuellen Situation; sollte die Entwicklung allerdings in diesem Ausmaß weitergehen, müssen wir uns mit ernsthaften Konsequenzen auseinandersetzen.

⁷ IPCC: Fourth Assessment Report, 2007

⁸ CDIAC: Recent Greenhouse Gas Concentrations, http://cdiac.ornl.gov/pns/current_ghg.html,
Letzter Zugriff 17.08.2007

⁹ IPCC: Fourth Assessment Report, 2007

2.3 Folgen und Szenarien der globalen Erderwärmung

Eines sei einmal vorweg gesagt: mit 100%iger Wahrscheinlichkeit kann man nie voraussagen, wie die Zukunft aussehen wird. Allerdings kann man anhand der bereits beobachtbaren Veränderungen die Folgen erkennen und damit auch auf die mögliche weitere Entwicklung schließen.

Laut IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) sollte die globale Durchschnittstemperatur bis 2100, abhängig vom weiteren Anstieg der Emissionen, im niedrigsten Szenario um 1,8°C (1,1 – 2,9°C), im höchsten um 4,0°C (2,4 – 6,4°C) ansteigen, wobei die größte Erwärmung in den nördlichen Breiten stattfinden würde. ^[10] Dies hätte natürlich die unterschiedlichsten Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.

Besonders stark ist die Natur betroffen. Phänomene wie das Abschmelzen der Gletscher, das Steigen des Meeresspiegels oder Auftreten von extremen Wettergeschehnissen sind bereits erkennbar. Durch den steigenden CO₂-Gehalt in der Atmosphäre verschieben sich die Jahreszeiten um mehrere Tage nach vorne. Besonders stark bekommt dies die Fauna zu spüren, bei der sich gewohnte zeitliche Rhythmen verschieben. Das Wanderverhalten der Zugvögel verändert sich, genauso wie das Brutverhalten verschiedener Vogelarten, deren Jungen mit Nahrungsproblemen zu kämpfen haben, weil sich der Lebenszyklus einer als Hauptnahrungsquelle dienenden Raupenart zeitlich nach vorne verlagert hat. Ein weiteres Problem ist die Verschiebung von Klimazonen. Eine Erwärmung oberhalb von 2°C birgt enorme Risiken für das Aussterben zahlreicher Tier- und Pflanzenarten, deren

¹⁰ IPCC: Fourth Assessment Report, 2007

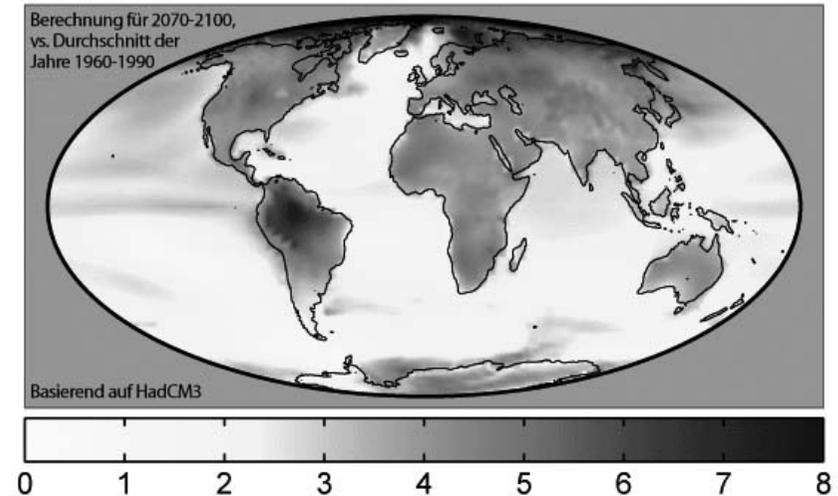


Abb. 5: Prophezierter Temperaturanstieg in °C für das Jahr 2100

Lebensräume nicht länger ihren Anforderungen entsprechen. Diese Arten werden verdrängt oder können aussterben, wenn sie den sich geografisch schnell verschiebenden Vegetationszonen nicht folgen können. Besonders betroffen sind Lebewesen in den Tropen- und Polargebieten. Andere Arten können sich unter den Gegebenheiten wiederum stärker ausbreiten.

Auch die Auswirkung auf die Meere ist verheerend. Die steigende Konzentration von CO₂ in der Atmosphäre senkt indirekt auch den pH-Wert der Ozeane, da es sich mit dem Wasser zu Kohlensäure verbindet und somit zur Versauerung der Ozeane beiträgt. Dieser Effekt verlangsamt zwar die Erderwärmung, zieht aber schwerwiegende Folgen u.a. für

Tiere mit einem Schutzmantel aus Kalk nach sich (Korallen und Plankton). Eine weitere Bedrohung für die Wassertierwelt ist auch die Erwärmung des Meerwassers, was ähnliche Folgen wie bei den Landtieren hat.^[11]

Ein weit größeres Problem stellt allerdings die Erhöhung des Meeresspiegels dar, welche durch die thermische Ausdehnung des erwärmten Wassers und dem (teilweisen) Abschmelzen der weltweiten Eismassen zustande kommen könnte. Die Projektionen für 2100 reichen für das niedrigste Szenario von 18 – 38 cm, für das höchste von 26 – 59 cm.^[12] Falls der Meeresspiegel um 1 Meter ansteigen würde (im Worst-Case-Szenario könnten es 7 Meter sein, würde es zum vollständigen Abschmelzen des Grönlandeises kommen), würden weltweit 150.000 km² Landesfläche dauerhaft überschwemmt werden, 180 Millionen Menschen wären betroffen.

Das Abschmelzen der Gletscher, deren Rückgang seit Jahrzehnten klar bemerkbar ist, bringt zahlreiche Folgen für Trinkwasserversorgung und lokale Ökosysteme mit sich. Auch die Eispanzer Grönlands und der beiden Polkappen schrumpfen relativ schnell. Der Temperaturanstieg macht sich um die Pole stärker bemerkbar und beschleunigt somit das Abschmelzen und das Abbrechen von Eisbergen. Eine Gefahr stellen hier zudem die entstehenden Schmelzwasserseen im Inneren Grönlands dar. Sollten die Dämme brechen und die enormen Süßwassermengen in den Atlantik strömen, könnte der Nordatlantikstrom (als Teil des globalen Förderbandes) abgeschwächt werden bzw. komplett versiegen, wie es in den

letzten 120.000 Jahren bereits mehrfach passierte. Die Folge wäre eine Kälteperiode in Mittel- und Nordeuropa. Das Abschmelzen der Polkappen hätte aber auch noch weitreichendere Folgen für das Weltklima, denn die weiße Oberfläche des Eises reflektiert einen Großteil der eintreffenden Sonnenstrahlung. Wäre sie nicht vorhanden, würde die Strahlung vom Wasser absorbiert und würde zusätzlich zur Erwärmung beitragen.

Die Wahrscheinlichkeit für eine inkonstante, regionale Verteilung der Niederschläge mit daraus resultierenden Wetterextremen wie Überschwemmungen und Dürren würde ebenfalls ansteigen (was allerdings auch zum Teil mit menschlichen Eingriffen in Ökosysteme zu begründen ist).

Einige dieser genannten Phänomene können sog. Rückkopplungen verursachen, d.h. sie können die globale Erwärmung beschleunigen oder abschwächen. So kann z.B. durch die Erderwärmung und die düngende Wirkung von CO₂ ein erhöhtes Pflanzenwachstum entstehen, welches den CO₂-Haushalt wieder senken würde. Genauso wie durch das Auftauen der Permafrostböden in Sibirien und Nordamerika sehr große Methanmengen, die bisher noch im Boden gebunden sind, in die Atmosphäre entweichen würden.

¹¹ WIKIPEDIA, Folgen der globalen Erwärmung,
http://de.wikipedia.org/wiki/Folgen_der_globalen_Erw%C3%A4rmung, Letzter Zugriff
11.07.2007

¹² IPCC: Fourth Assessment Report, 2007

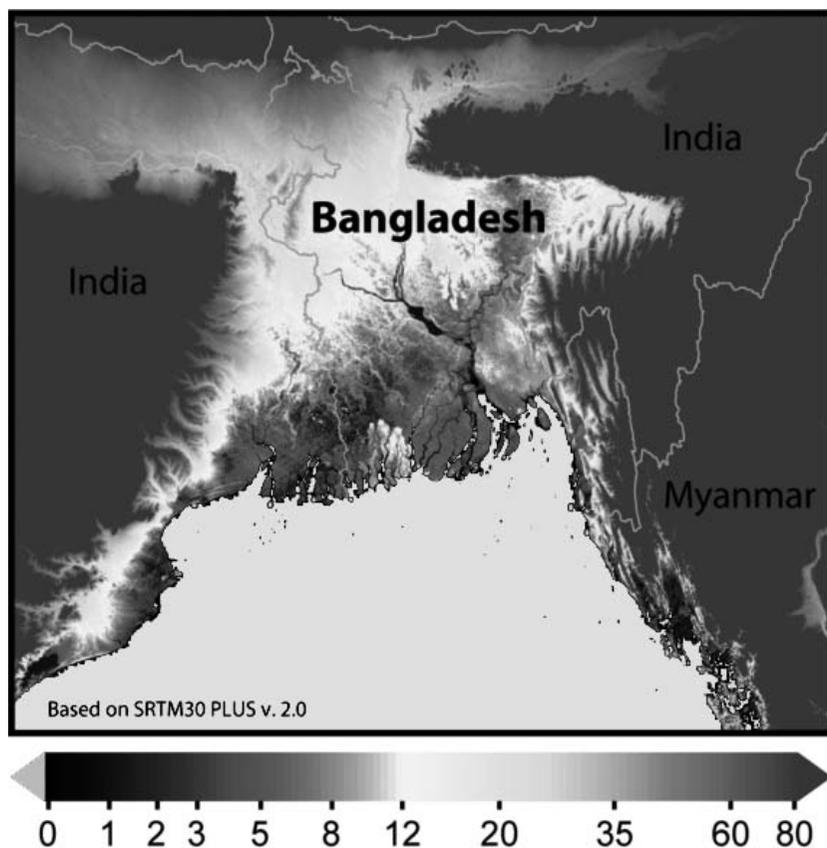


Abb. 6: Überflutungsgefährdete Gebiete durch den Anstieg des Meeresspiegels am Beispiel Bangladesh

Doch nicht zu unterschätzen sind auch die politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Folgen. Besonders betroffen sind dabei die sog. Dritte-Welt-Länder, welche von den Folgen der globalen Erwärmung am stärksten betroffen sein werden, da sie von den größten Umweltkatastrophen

heimgesucht werden. Existenzielle Probleme wie das Steigen des Meeresspiegels (Bangladesh, Malediven) oder zunehmende Dürre und Wasserknappheit (Afrika) wird die Zahl der Umweltflüchtlinge drastisch erhöhen. Genauso wie das Konfliktpotenzial um natürliche Ressourcen steigen wird.

Ein den Menschen direkt betreffendes Problem der Verschiebung von Vegetationszonen sind mögliche gravierende Veränderungen der Erträge aus der Landwirtschaft. Die landwirtschaftliche Produktivität wird sowohl von einer Temperaturerhöhung als auch von einer Veränderung der Niederschläge betroffen sein.

Auch die menschliche Gesundheit ist in direkter und indirekter Weise vom Klima abhängig, so wird eine drastische Erhöhung der Hitzetoten erwartet. Auf indirektem Weg beeinflusst die globale Erwärmung das Verbreitungsgebiet, die Population und das Infektionspotential von Krankheitsüberträgern wie Stechmücken (z.B. Anopheles, Überträgerin der Malaria) oder Zecken.

Auch der Tourismus wird sich verändern. So ist beim Sommertourismus eine Verschiebung der Touristenströme zu Gunsten der kühleren äquatorfernen Gebiete zu erwarten, genauso wie Skigebiete sich auf schneearme Winter einstellen müssen.^[13]

Volkswirtschaftlich betrachtet bestehen größere Unsicherheiten bei der Abschätzung der Folgekosten eines ungebremsten Klimawandels. Laut dem britischen Stern-Report, veröffentlicht im Oktober 2006, bedroht die globale Erwärmung im Falle ausbleibender Gegenmaßnahmen die

¹³ WIKIPEDIA, Folgen der globalen Erwärmung, http://de.wikipedia.org/wiki/Folgen_der_globalen_Erw%C3%A4rmung, Letzter Zugriff 11.07.2007

Weltwirtschaft in einem Ausmaß, das dem der Weltwirtschaftskrise in den 1930er-Jahren gleicht. Während ein wirksamer Klimaschutz auch nach Angaben des Stern-Reports ca. 1% des globalen Bruttoinlandsproduktes kosten wird, müssen für ungebremsten Klimawandel bis zum Jahr 2100 Kosten in der fünf- bis zwanzigfachen Höhe einkalkuliert werden.^[14]

Man sieht also, dass das Ausmaß an Katastrophen und Veränderungen kaum vorhersehbar ist, wobei man anfügen muss, dass keine der Prognosen mit 100%iger Wahrscheinlichkeit eintreten muss. Allerdings ist die Menschheit gewarnt und beginnt zu realisieren, dass Untätigkeit keinesfalls eine Lösung sein kann.

¹⁴ STERN: Stern Review on the Economics of Climate Change, http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm, Letzter Zugriff 17.08.2007

2.4 Maßnahmen gegen die globale Erwärmung und ihre Sinnhaftigkeit

Kyoto-Protokoll

Im Juni 1992 fand in Rio de Janeiro die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung (UNCED) statt, wo u.a. die erste Klimarahmenkonvention und die Agenda 21 unterzeichnet wurde. Beim 1. Weltklimagipfel 1995 in Berlin wurde dann der Weg zur Erarbeitung eines Zusatzprotokolls mit konkreten Verpflichtungen für die Industrieländer geebnet. Das in Berlin in seinen Grundzügen beschlossene Protokoll wurde Ende 1997 in Kyoto auf der COP-3 verabschiedet.

Die im Annex B des Kyoto-Protokolls versammelten industrialisierten Vertragsstaaten haben sich darauf festgelegt, ihre Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2008 bis 2012 um durchschnittlich 5,2 Prozent unter das Niveau von 1990 zu senken. Annex A des Protokolls nennt sechs Treibhausgase (CO₂, CH₄, HFCs, PFCs, N₂O, SF₆), bei welchen die Verpflichtungen anzuwenden sind. Die einzelnen Länder haben dabei unterschiedliche Vorgaben, die vor allem von ihrer wirtschaftlichen Entwicklung abhängen. Für die EU ist eine Senkung der Emissionen um insgesamt 8 Prozent vorgesehen, Russland und die Ukraine haben sich dazu verpflichtet, das Emissionsniveau von 1990 nicht zu überschreiten, und für China, Indien und für Entwicklungsländer sind keine Beschränkungen vorgesehen. Beschlossen wurde das Protokoll am 11.12.1997, in Kraft getreten ist es erst am 16.02.2005.

Das Kyoto-Protokoll sieht mehrere flexible Mechanismen vor, mit dem die Unterzeichnerstaaten seine Ziele erreichen können, so z.B. Emissionsrechtehandel, gemeinsame Umsetzung (Kooperationen zur Modernisierung der ehemals

kommunistischen Ökonomien), sauberer Entwicklungsmechanismus (wenn ein Industrieland Maßnahmen zur CO₂-Reduzierung in einem Entwicklungsland durchführt) und Lastenteilung (speziell für die EU).^[15]

Auf dem Papier klingt das Kyoto-Protokoll vielversprechend und ambitioniert, die Realität sieht allerdings anders aus. So weigern sich z.B. zwei der weltweit größten Verursacher von Treibhausgasen, die USA und Australien, nach wie vor zu unterzeichnen. China, das die USA bei der Gesamtemissionsmenge inzwischen überholt hat, und Indien bleiben auf Grund ihres Status als Schwellenland verschont. Russland und die Ukraine müssen ihre Ausstöße bis zum Jahr 2012 auf dem Niveau von 1990 stabilisieren, allerdings haben gerade diese Länder auf Grund des Zusammenbruchs des Industriesektors nach der politischen Wende einen Emissionsrückgang von ca. 30% seit 1990 erlebt. Trotz der, nach Meinung vieler Umweltorganisationen, zu geringen Reduktionsziele, werden diese von kaum einem Staat konsequent verfolgt. Die Mehrheit der Staaten wird die auferlegten Ziele bis 2012 wohl verfehlen. Während Deutschland das Ziel von -21,0% auf 968 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente schon fast erreicht hat (-17,4%, Stand 2004), sind Österreich und Italien noch weit davon entfernt. Italien ist vom Soll -6,5% auf 486 Mio. t ganze 18,7% entfernt (+12,2%, Stand 2004), Österreich sogar noch weiter: von den

¹⁵ UNFCCC: Kyoto-Protokoll, Deutscher Wortlaut, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpger.pdf>, Letzter Zugriff 28.08.2007

vorgesehenen -13,0% auf 68,8 Mio. t ist man ganze 31,0% entfernt (+18,0%, Stand 2005).^[16] Für die beiden Staaten bleibt wohl als einzige Möglichkeit der Kauf von Emissionsrechten. Da allerdings keine Sanktionen bei Nichterfüllung vorgesehen sind, ist fraglich, ob dies überhaupt geschehen wird.

Inzwischen arbeitet man zwar fieberhaft an einem Programm für die Jahre nach 2012, allerdings zeichnete sich bislang bei den jährlichen Weltklimagipfeln noch kein Durchbruch ab. Die diesjährige Weltklimakonferenz findet von 3.-14. Dezember auf der indonesischen Insel Bali statt, wobei dort allgemein die langersehnte Einigung auf ein Nachfolgeprotokoll zum Kyoto-Abkommen erwartet wird.

Die neuen EU-Klimaschutzziele

Laut Kyoto-Protokoll hat sich die EU verpflichtet die Kohlendioxidemissionen bis 2012 um 8% zu verringern. Auf Druck der deutschen EU-Ratsvorsitzenden Angela Merkel wurde im Rahmen des EU-Gipfels in Brüssel Anfang März 2007 vereinbart, sich ein „ambitioniertes“ Ziel zu setzen und die Reduktion bis 2020 auf 20% zu erhöhen. Sollte ein neues internationales Klimaschutzabkommen zu Stande kommen, würde man sich sogar auf Reduktionen von 30% einigen. Wenn man allerdings betrachtet, dass die EU auf Grund ihrer Osterweiterung Kohlendioxideinsparungen von ca. 15% faktisch geschenkt bekommt, ist dieses Ziel von 20% nicht wirklich ambitioniert. Eine von Greenpeace herausgearbeitete Studie kam zum Entschluss, dass eine Vorreiterrolle der EU hieße, die

¹⁶ UNFCCC: GHG Data 2006, http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/ghg_booklet_06.pdf, Letzter Zugriff 28.08.2007

Staatengemeinschaft würde sich sofort zu Verringerungen um 30% entschließen und um das Erreichen zu können, wäre es wichtig, dass Deutschland (bisher einer der aktivsten Staaten auf diesem Feld) eine Vorreiterrolle übernehmen würde und selbst 40% anstrebt.^[17]

Der deutsche Bundesumweltminister Sigmar Gabriel hat auch schon einen 8-Punkte-Plan vorgestellt, wie Deutschland das Ziel erreichen und den nötigen CO₂-Ausstoß um 270 Mio. Tonnen senken kann.

- Reduktion des Stromverbrauchs um 11% durch massive Steigerung der Energieeffizienz (Einsparvol.: 40 Mio. t)
- Erneuerung des Kraftwerksparks durch effizientere Kraftwerke (30 Mio. t)
- Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung auf über 27% (55 Mio. t)
- Verdopplung der effizienten Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung auf 25% (20 Mio. t)
- Reduktion des Energieverbrauchs durch Gebäudesanierung, effiziente Heizungsanlagen und in Produktionsprozessen (41 Mio. t)
- Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien im Wärmesektor auf 14 % (14 Mio. t)
- Steigerung der Effizienz im Verkehr und Steigerung des Anteils der Biokraftstoffe auf 17 % (30 Mio. t)

¹⁷ GREENPEACE, Presseausendung 08.03.2007 <http://www.greenpeace.at/4444.html>, Letzter Zugriff 17.08.2007

- Reduktion der Emissionen von anderen Treibhausgasen wie zum Beispiel Methan (40 Mio. t)

Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung hat errechnet, dass sich die ökonomischen Folgeschäden eines ungebremsten Klimawandels für Deutschland auf 137 Mrd. Euro belaufen würden. Die notwendigen Klimaschutzinvestitionen anzustoßen wird hingegen bis zum Jahr 2010 rund drei Milliarden Euro kosten.^[18]

Es wäre nicht das erste Mal dass Deutschland eine Vorreiterrolle auf diesem Gebiet einnehmen würde, denn schließlich war Deutschland eine der treibenden Kräfte beim Weltklimagipfel in Berlin 1995, der ja schlussendlich zum Kyoto-Protokoll geführt hatte. Und wenn für Deutschland 40% möglich sind, so sollten doch auch für andere Staaten ähnliche Ziele umsetzbar sein.

Die Europäische Charta für Solarenergie in Architektur und Raumplanung

Einen wichtigen Beitrag zur Senkung der Emissionen und des Energieverbrauchs können auch Architekten und Raumplaner beitragen. Denn ein wesentlicher Anteil an der in Europa verbrauchten Energie (ca. die Hälfte) dient dem Betrieb von Gebäuden. Aus diesem Grund haben 1996 30 namhafte Architekten, unter der Federführung von Thomas Herzog, in Berlin die „Europäische Charta für Solarenergie in Architektur und Raumplanung“ unterzeichnet.

¹⁸ DEUTSCHES BUNDESUMWELTMINISTERIUM: 8-Punkte-Plan zur Senkung der Treibhausgasemissionen um 40% bis 2020, Presseausendung vom 26.04.2007, http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/39237.php, Letzter Zugriff 17.08.2007

Gefordert werden ein rasches und grundlegendes Umdenken, insbesondere für die am Bauprozess beteiligten Planer und Institutionen, sowie ein verantwortungsvoller Umgang mit der Natur und die Nutzung des unerschöpflichen Energiepotentials der Sonne. Die Rolle der Architektenschaft muss erheblich mehr als bisher entscheidenden Einfluss auf die Konzeption und die Disposition von Stadtstrukturen, Gebäuden, die Verwendung der Materialien und Systemkomponenten und damit auch auf den Energieverbrauch nehmen.^[19]

Klimahaus-Agentur Südtirol

In den vergangenen Jahren hat das Land Südtirol zumindest italienweit eine Vorreiterrolle in Bezug auf energiebewusstes Bauen übernommen und die Klimahausagentur ins Leben gerufen. Man setzte neue Ziele in der Energiepolitik, mit besonderer Aufmerksamkeit auf den Gebäudesektor, der bekanntermaßen den größten Energiehunger (um die 40%) aufweist.

Nachdem die EU mit der europäischen Richtlinie 2002/91 für alle Gebäude in den Mitgliedsstaaten einen Energieausweis verpflichtend vorschreibt, geht das Land Südtirol noch etwas weiter. Das Dekret des Landeshauptmannes vom 29.09.2004, Nr. 34 schreibt vor, dass Gebäude, mit Ausnahme von Industriegebäuden, einen maximalen Heizwärmebedarf von 70 kWh/(m²a) nicht überschreiten dürfen. Damit finden die

¹⁹ EUROPÄISCHE CHARTA FÜR SOLARENERGIE, <http://www.oekosiedlungen.de/downloads/dokumente/EU-Charta-Solararchitektur.pdf>, Letzter Zugriff 30.06.2007

staatlichen Wärmeschutzbestimmungen (Gesetz Nr. 10/1991) in Südtirol keine Anwendung mehr.^[20]

Die Klimahausagentur hat es sich zum Ziel gesetzt,

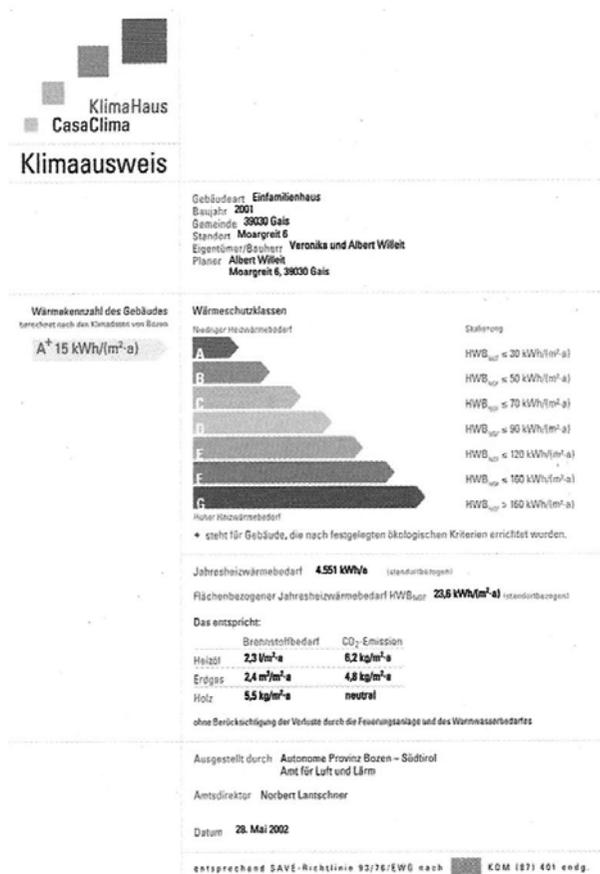


Abb. 7: Energieausweis der Klimahausagentur

²⁰ LANTSCHNER, Klimahaus – Leben im Plus, S.34

ökologisches Handeln mit wirtschaftlichem Denken zu verbinden. Die Gebäude werden in verschiedene Wärmeschutzklassen unterteilt (Gold, A bis G), der Verbraucher kann sich daraus eine auf seine Bedürfnisse abgestimmte Klasse auswählen, wobei für Neubauten mindestens Klasse C vorgeschrieben ist (70 kWh/(m²·a)). Bei Errichtung eines Gebäudes der A-Klasse (30 kWh/(m²·a)) winkt zudem ein Kubaturbonus, dabei müssen nur 30cm der Außenmauer zur urbanistischen Kubaturberechnung (Gebäudevolumen oberhalb des Erdreichs, u.a. Grundlage für die zu entrichtende Gemeindeimmobiliensteuer) herangezogen werden, für die Klasse B sind es 40 cm. Für Klimahäuser der Klassen Gold, A und B bekommt man zudem noch eine eigene Klimahaus-Plakette. Besonders ökologische Gebäude bekommen zusätzlich ein „Plus“ verliehen (technische Details folgen in Kapitel 4.2.2).^[21]

Während das Klimahaus anfangs von der Bevölkerung noch etwas skeptisch aufgenommen wurde, findet es inzwischen immer mehr Akzeptanz. Ein Grund dafür ist wohl eine gute Marketingstrategie, die verstärkt auf Wohnqualität, Komfort und Energieeinsparung setzt. Ein regelrechter Wettbewerb ist inzwischen unter den einzelnen Gemeinden ausgebrochen, die sich mit immer besseren und effizienteren öffentlichen Bauten versuchen gegenseitig zu übertrumpfen.

Ein wichtiger Bestandteil der Klimahausagentur ist zudem die Weiterbildung von Planern, Technikern und Handwerkern durch eigene Kurse und Tagungen. Und zudem kann man seit dem Studienjahr 2005/2006 an der Freien Universität Bozen den Masterlehrgang „Klimahaus“ absolvieren.

²¹ VERBRAUCHERZENTRALE SÜDTIROL, Was ist ein Klimahaus, <http://www.consumer.bz.it/17v26269d25340.html>, Letzter Zugriff 10.07.2007

Das italienische Steuergesetz (ugs. „Finanziaria“) wurde 2007 überarbeitet, wobei endlich auch finanzielle Anreize fürs Energiesparen beim Gebäudebestand gegeben wurden.

Vorgesehen sind Abzüge vom Brutto-Steueraufkommen (IRPEF) bis zu 55%, die Förderung wird auf 3 Jahre verteilt. Einbegriffen sind:

- Gesamtsanierungen von bestehenden Gebäuden, sofern sie mindestens 20% Heizkosteneinsparung erwirken
- Eingriffe an undurchsichtigen, senk- und waagrechten Gebäudeteilen, Fenstern und Rahmen. Bis zu € 60.000 Abzüge sind zulässig
- Sonnenkollektoren für gewerbliche und private Warmwasserbereitung. Auch in diesem Fall sind bis zu € 60.000 Abzüge zulässig
- Heizungen mit Kondensationskesseln, wobei gleichzeitig das Verteilersystem erneuert werden muss. Hier sind bis zu € 30.000 abzugsfähig

Die steuerliche Abschreibung gilt auch für die technischen Spesen, sowie die der Erstellung des Energieausweises.

Für mehr als 10.000m³ große Neubauten sind als Beitrag bis zu 55% vom Zusatzaufwand für die Energiesparmaßnahmen vorgesehen. [22]

²² AUTONOME PROVINZ BOZEN, LANDESAGENTUR FÜR UMWELT: Staatliches Finanzgesetz, <http://www.provinz.bz.it/umweltagentur/2902/downloads/Finanziaria%202007%20ultima%20versione%2014%2006%2007%20de.pdf>, Letzter Zugriff 17.08.2007

Seit 1985 wurden in Toblach nach einer Idee von Hans Glauber alljährlich wichtige Umweltthemen diskutiert. Im Verlauf der Jahre sind die Toblacher Gespräche eine der bekanntesten Umweltveranstaltungen geworden. Unter dem Motto „Für eine Zukunft mit Zukunft“ wurden alljährlich an einem Herbstwochenende bis zum Jahr 1999 im Rahmen eines hochkarätig besetzten Forums auf brennende Probleme der Gegenwart Antworten gesucht. Die Schlussfolgerungen fanden Niederschlag in den weitem bekannten „Toblacher Thesen“. Ziel der Toblacher Gespräche war und wird es auch in Zukunft sein, Perspektiven aufzuzeigen, die dank einer umfassenden ökologischen Innovation für die Zukunft ökonomisch tragfähige und sozial-kulturell tragfähige Entwicklungen zulassen.

Nach einer mehrjährigen Pause wurden die Toblacher Gespräche 2005 fortgesetzt. Das Thema 2005 war „Umbauen für die Zukunft - Wie bringen wir das bebaute Erbe in das Solare Zeitalter“, 2007 wird das Thema „Faszination Solares Zeitalter – Wirtschaft und Übergang vom Öl zur Sonne“ sein. [23]

²³ TOBLACHER GESPRÄCHE, <http://www.toblacher-gespraech.e.it>, Letzter Zugriff 30.06.2007

3. Problem Ressourcenknappheit

3.1 Energieproduktion und Ver(sch)wendung

Mit der industriellen Revolution im 18. und 19. Jahrhundert fand in Europa eine enorme Veränderung des gesellschaftlichen Lebens und der wirtschaftlichen Produktion statt. Die Folge war ein erhöhter Lebensstandard durch neue Möglichkeiten, welche die Industrie bot. Damit stieg auch der Bedarf an Energie zum Betreiben der Maschinen, welcher durch fossile Energieträger (damals v.a. Kohle) gedeckt wurde. Bereits 1890 überholte die Kohle im Verbrauch bereits die Energieträger aus Biomasse. Der Bedarf wurde im Laufe der Jahre immer höher, Umweltverschmutzung und Knappheit der Ressource waren global gesehen noch kein Thema (auch wenn es regional sehr wohl schon Engpässe gab). Die Entwicklung lief stetig weiter, mit Aufkommen des Automobils und der weit verbreiteten elektrischen Energie entdeckte man das Erdöl für sich. Da man in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts glaubte, die Ölvorräte seien unerschöpflich, stieg der Verbrauch immer mehr an und die Preise sanken stetig. Bis 1973, als die schwere Ölkrise ausbrach und die Preise von \$ 5 auf \$ 45 pro Barrel (1 Barrel = 158,99 l = 0,136 t Rohöl)) stiegen. Auf Grund der Krise stieg man bei der Stromproduktion weitgehend auf Kohle und Atomenergie um. Der Ölmarkt erholte sich erst wieder, als die Produkte, v.a. Autos, immer effizienter wurden. Seitdem steigt der Verbrauch an fossilen Brennstoffen von Jahr zu Jahr drastisch an. 2003 lag der weltweite Verbrauch von Öl bei 84

Millionen Barrel (damit wird pro Tag in etwa so viel Erdöl verbraucht, wie sich in 1.000 Jahren Erdgeschichte gebildet hat) und er steigt jedes Jahr um 2%.

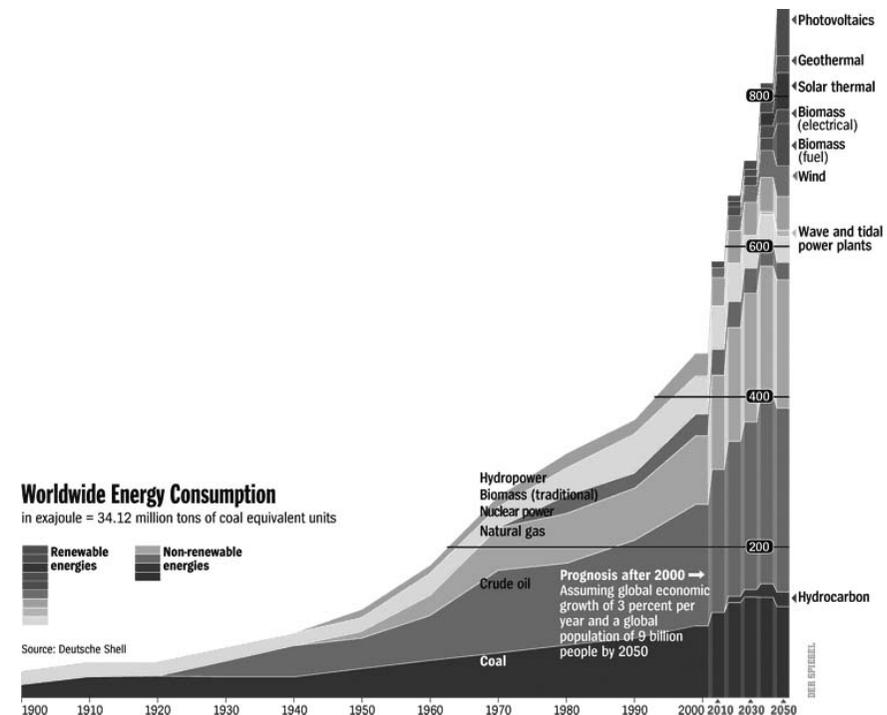


Abb. 8: Weltenergieverbrauch

Die große Nachfrage an den fossilen Brennstoffen ist natürlich durch die enorm hohe Energiever(sch)wendung bedingt. Im Jahr 2004 ist der weltweite Energieverbrauch um 4,3% auf 118.858.600.000.000 kWh (circa 119.000 TWh oder 432 Exajoule; die durchschnittliche Verbrauchsleistung betrug also ca. 13,5 Terawatt) gestiegen. Dabei ist die Hälfte dieses Energieverbrauchs lediglich 1/6 der Weltbevölkerung zuzuschreiben.

Die Energie wird dabei zu 86% aus fossilen Brennstoffen gewonnen (38% Öl, 25% Kohle, 23% Gas). Die restlichen Energiegewinne resultieren zu 5,7% aus Atomenergie, 4,0% Biomasse, 3,2% Wasserkraft und zu erschreckend kleinen Anteilen von 0,5% Sonnenenergie, 0,4% Windkraft und 0,2% Geothermie (Photovoltaik trägt lediglich im zweistelligen Kommabereich bei).

Hinzu kommt, dass Kraftwerke auf Basis fossiler Brennstoffe, v.a. Kohle, einen enormen CO₂-Ausstoß haben und viele Industrieländer hauptsächlich auf diese Form der Energiegewinnung setzen (u.a. Australien und die aufstrebenden Schwellenländer China und Indien mit ihren 2,5 Milliarden Einwohnern).

Wenn man nun weiters bedenkt, dass die Reserven an fossilen Brennstoffen immer kleiner werden, sollte eigentlich langsam ein Umdenken stattfinden. Zum Vergleich: während die geschätzten Energiereserven fossiler Brennstoffe auf 400.000 Exajoule geschätzt werden, liefert uns die Sonne jährlich 3,8 Millionen EJ an Energie.^[24] Eine Umstellung wäre also naheliegend und sie sollte möglichst bald geschehen.

²⁴ WIKIPEDIA, World energy resources and consumption, http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_consumption, Letzter Zugriff 11.07.2007

3.2 Knappheit der fossilen Brennstoffe

Die 3 wichtigsten fossilen Brennstoffe sind Kohle, Erdöl und Erdgas. Wie bereits vorher erwähnt, machen sie ca. 86% der globalen Energiegewinnung aus. Allerdings sind die Reserven begrenzt, sodass wir durch den immer höher werdenden Verbrauch relativ bald vor einem Problem stehen.

Die förderfähigen Reserven wurden von der deutschen Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) im Jahre 2005 auf weltweit 161,6 Milliarden Tonnen geschätzt. Davon entfielen 22,3 Prozent auf Saudi-Arabien, 11,1 Prozent auf den Iran und 9,7 Prozent auf den Irak. Kritiker dieser Angaben weisen allerdings darauf hin, dass die Zahlen häufig aus politischen Gründen verfälscht wurden und die Zahlen meist höher ausfallen als sie eigentlich sind. Bei gleich bleibender Förderung (3,9 Milliarden Tonnen im Jahre 2005) könnte der Bedarf noch für etwa 41 Jahre gedeckt werden.

Da seit den 1980er Jahren weltweit mehr Erdöl verbraucht als gefunden wird, sind auch die Zeitangaben problematisch, die besagen, dass unter derzeitigen Voraussetzungen - das heißt bei gleichem Verbrauch - die Erdöl-Reserven noch bis 2046 reichen werden. Zudem ist dies irreführend, da der tägliche Erdölverbrauch im Laufe der letzten Jahrzehnte immer gestiegen ist und sich dieser Trend durch das große Wirtschaftswachstum vor allem der Volksrepublik China und von Indien verstärkt hat. Des Weiteren ist es nach Ansicht von Experten unwahrscheinlich, dass in Zukunft größere Ölfelder gefunden werden, die den Bedarf decken könnten. Andere Erdölvorkommen wie Ölsand (v.a. in Kanada) würden zwar

noch länger reichen, erfordern aber einen viel höheren Energieaufwand beim Abbau.^[25]

Darüber hinaus wird nach Schätzungen unabhängiger Experten im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts die als Peak-Oil bekannte Spitze der glockenkurvenähnlichen Hubbert-Kurve erreicht werden. Das Erreichen dieses 'Ölfördermaximums' ('peak') bedeutet, dass weltweit die Förderung bzw. Produktion von Erdöl nicht mehr erhöht werden kann. Infolge dessen wird der Ölpreis unausweichlich

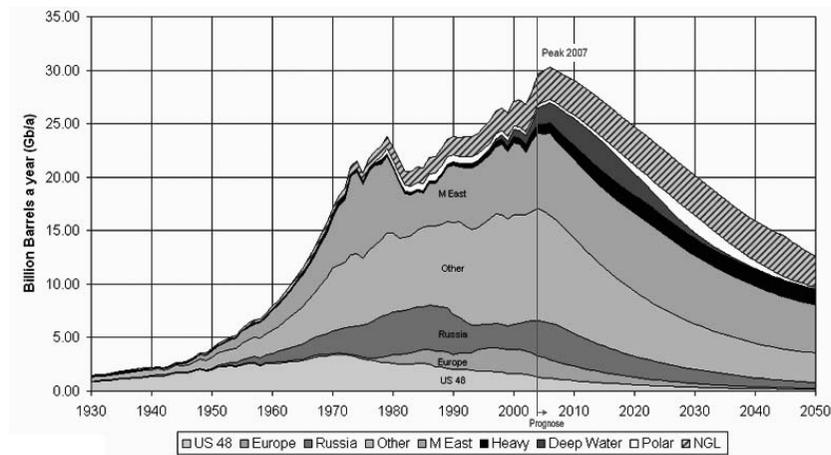


Abb. 9: 2005-Szenario der Öl- und Gasvorkommen mit dem Peak Oil im Jahre 2007

²⁵ WIKIPEDIA, Erdöl/Tabellen und Grafiken, http://de.wikipedia.org/wiki/Erd%C3%B6l/Tabellen_und_Grafiken#Weltreserven, Letzter Zugriff 13.07.2007

und in hohem Maße steigen, da bei stetig wachsendem Verbrauch das Angebot die Nachfrage nicht mehr bedienen kann. In der Vergangenheit konnte die Ölförderung mit der steigenden Nachfrage Schritt halten. Nach dem Erreichen des Ölfördermaximums ist die Befriedigung einer steigenden Nachfrage durch Erhöhung der Produktion definitionsgemäß nicht mehr möglich. Demnach reichen die Prognosen über die mittelfristige Entwicklung des Ölpreises bis zu \$ 250 - abhängig davon, von welchem Vorkommen man ausgeht. Das Problem ist aber auch, dass im Falle eines bald einsetzenden Ölfördermaximums sich die heutige Energieverwendungsweise in den industrialisierten Ländern mit seinem hohen Energieverbrauch, gestützt auf fossile Energieträger, nicht wird aufrechterhalten lassen.

Peak Oil ist kein Energie-, sondern zuallererst ein „Treibstoffproblem“ (Robert Hirsch). Der weltweite Transport beruht zu 97% auf Erdöl (Benzin, Diesel, Kerosin) oder Erdgas. 95% der globalen Handelsströme werden von dieselangetriebenen Fracht- und Containerschiffen auf den Weltmeeren bewältigt. Zwar sind Ersatzstoffe vorhanden, allerdings sind sie im Vergleich zu Erdöl mit ungleich höheren Kosten und Aufwendungen verbunden und nicht in ausreichenden Mengen verfügbar. Genau dieser Punkt hat auch noch eine weitere Konsequenz. Die Globalisierung beruht prinzipiell auf zwei Säulen: weltweiter Kommunikation und weltweitem, billigem Transport. Bedingt durch die unausweichliche ölpreisbedingte Steigerung der Transportkosten wird angenommen, dass der weltweite Handel in dem

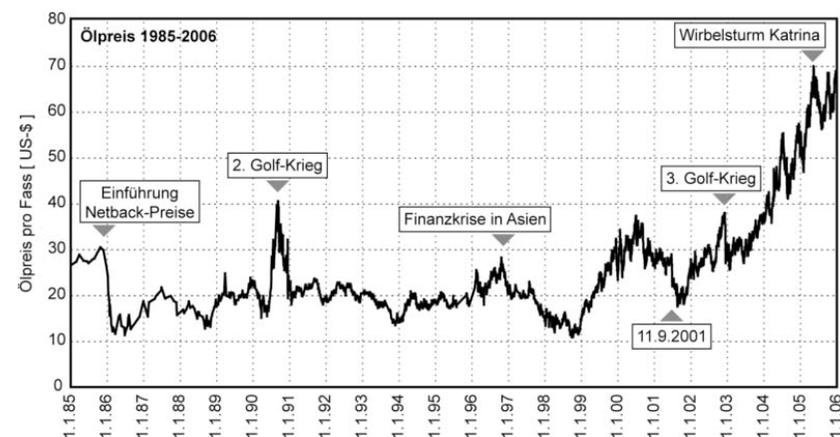


Abb. 10: Entwicklung des Ölpreises seit 1985

derzeitigen Ausmaß nicht mehr möglich sein und sich die Globalisierung einschränken werde.^[26]

Einen vollständigen Verzicht werden wir kaum hinnehmen können. Denn die chemische Zusammensetzung des Erdöls wird verwendet, um fast alle künstlichen Erzeugnisse zu produzieren. Dazu gehören v.a. Kunststoffe, aber auch Farben und Lacke, Arzneimittel, Wasch- und Reinigungsmittel, um nur einige zu nennen.

Es gibt allerdings eine Lösung mit der wir zumindest in der Energieproduktion weitgehend auf fossile Brennstoffe verzichten können: dem konsequenten Ausbau der regenerativen Energien.

²⁶ WIKIPEDIA, Ölfördermaximum, <http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96lf%C3%B6rdermaximum>, Letzter Zugriff 13.07.2007

3.3 Ausbau der Nutzung regenerativer Energien

Regenerative Energie, auch erneuerbare Energie genannt, bezeichnet Energie aus nachhaltigen Quellen, die nach menschlichen Maßstäben unerschöpflich sind. Das Grundprinzip ihrer Nutzung besteht darin, dass aus den in der Umwelt laufend stattfindenden Prozessen Energie abgezweigt und der technischen Verwendung zugeführt wird.

Die wichtigsten Vertreter der erneuerbaren Energien sind die Biomasse (u.a. Holz, Pflanzenöl, Biogas, Bioethanol), Solarenergie (Photovoltaik, Solarthermie), Wasserkraft und Windenergie.

Eine Energiewirtschaft, die auf erneuerbaren Energien aufbaut, kann eine Strategie für das Abwenden der globalen Erwärmung bieten, wenn deren Nutzung die Emission von „Treibhausgasen“ verringert. Die unterschiedlichen Technologien zur Nutzung jeder Form von Energie, also auch erneuerbarer Energien, haben grundsätzlich immer Auswirkungen auf die Biosphäre, also auch auf Menschen und das ihr Leben ermöglichende Ökosystem. Denn dabei müssen auch Aufbau und Abbau der Anlagen betrachtet werden. Diese Auswirkungen müssen verstanden und quantitativ dargestellt werden. Erst dann werden Nutzen und Schaden in der Energie- und Entropiebilanz, für die Artenvielfalt und sozialen Folgen deutlich. So muss z.B. beachtet werden, dass auch die Herstellung eines Photovoltaik-Modules selber sehr energieaufwändig ist (auch wenn sich eine Zelle nach maximal 75 Monaten energetisch amortisiert, d.h. die gewonnene Energie übersteigt die zur Herstellung benötigte Energie), Staumauern für Wasserkraftwerke oder Windparks erhebliche Eingriffe in die Landschaft sind und Palmenplantagen zur Herstellung von

Biodiesel eine Umwandlung von riesigen Flächen des Regenwaldes erfordern.^[27] Auch diese Punkte dürfen nicht vergessen werden, allerdings müssen solche Einwände abgewogen werden gegen die vielfältigen und als wesentlich gravierender zu gewichtenden Natur- und Landschaftsschäden und Eingriffe durch fossile Energieemissionen.

Zusätzliche politische Anstrengungen sind notwendig, um den beschleunigten Ausbau erneuerbarer Energien zu fördern. Diesem Ziel stehen keine technischen und wirtschaftlichen Hindernisse entgegen, sondern lediglich Blockaden des menschlichen Denkens und des politischen Handelns. Mit energischem politischem Willen ist innerhalb von 15 Jahren ein Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung von 60 bis 80 % erreichbar. Eine Vollversorgung aus erneuerbaren Energien wäre dann bis 2040 vorprogrammiert. Da sich der Versuch über globale Verhandlungen zum Ziel zu kommen als unwirksam erwiesen hat, muss ein Neuanfang über die Entfaltung einer Entwicklungsdynamik in einzelnen Ländern geschafft werden. Dass dies möglich ist, hat Frankreich von Mitte der 60er bis Anfang der 80er Jahre gezeigt. Trotz der langen Bauzeit von Atomreaktoren hat man einen Anteil des Atomstroms von über 75% erreicht. Was dort mit Atomenergie möglich war, muss mit erneuerbaren Energien ebenfalls möglich sein!

Bisher hat man noch Angst vor Problemen, die bei einer Umstrukturierung der Energieversorgung entstehen könnten

²⁷ WIKIPEDIA, Regenerative Energien, http://de.wikipedia.org/wiki/Regenerative_Energien,
Letzter Zugriff 16.07.2007

und dass das Potenzial der erneuerbaren Energien als Ersatz für Atomenergie und fossiler Energie nicht ausreiche. Doch gerade eine Laufzeitverlängerung für Atomkraftwerke und der Neubau fossiler Großkraftwerke mit erhöhtem Effizienzgrad würde die gegebenen Chancen einer umfassend angelegten Umstrukturierung um Jahrzehnte verschieben; Zeit die wir nicht mehr haben!

Als Beispiel möchte ich Deutschland anführen, wo sich das Erneuerbare-Energie-Gesetz (Teil der EnEV – deutsche Energieeinsparverordnung) schon jetzt als wesentlich erfolgreicher Element zur Senkung der Treibhausemissionen erwiesen hat, als die Umsetzung des Kyoto-Protokolls in jedem anderen Land. Die jährliche Einführungskapazität an Neuanlagen liegt derzeit bei etwa 3.000 Megawatt, womit man allein durch die kontinuierliche Fortsetzung dieses Ausbaus bis 2023, dem geplanten Abschalten der letzten Atomkraftwerke, einen Anteil erneuerbarer Energien von 30% erreichen würde.

Bis Anfang der 20er Jahre wäre sogar ein Anteil von 80% der Stromversorgung aus regenerativen Energien und Kraft-Wärme-Kopplung durchaus realistisch (v.a. durch Ausbau und Leistungserhöhung von Windkraftwerken). Daraus ergibt sich, dass eine Vollversorgung bis 2040 realisierbar wäre. Ein nicht zu vernachlässigender Punkt ist allerdings der ständig ansteigende Strombedarf durch den vermehrten Einsatz neuer Informationstechnologien oder auch dem zu erwartenden Durchbruch bei automobilen Antriebssystemen hin zum Elektroauto.

Der ständig wiederholte Vorbehalt, dass ein Ausbau der Erneuerbaren Energien in der skizzierten Größenordnung nicht möglich sei, ist technologisch phantasielos oder absichtlich denunziatorisch. Als Gründe werden dafür angegeben, dass

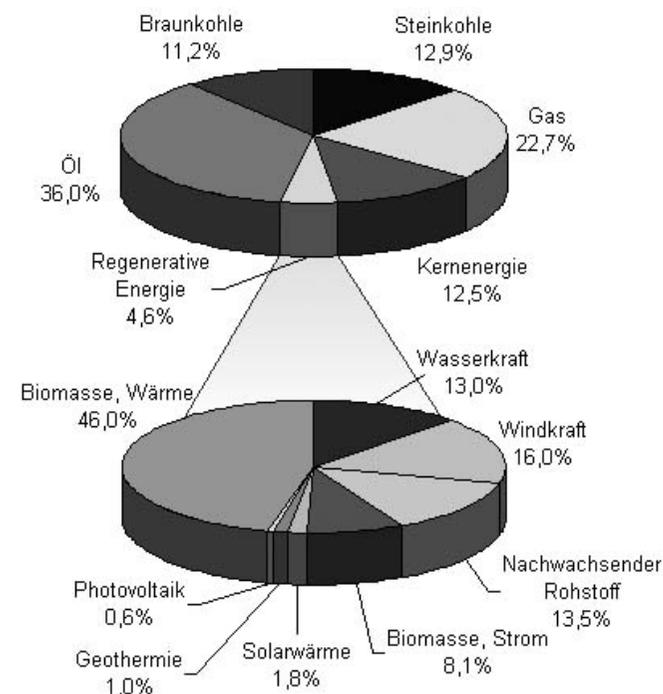


Abb. 11: Anteil der erneuerbaren Energien in Deutschland, 2005

Windkraft und Solarstrom angeblich weder grundlast- noch speicherfähig und deshalb konventionelle Reserveleistungen unverzichtbar seien. Jedoch sind die Wasserkraft, die Biomasse und die geothermische Energie sehr wohl grundlastfähig. Auch der in Deutschland produzierte Windstrom trägt zu 60 % seiner erzeugten Leistung zur Grundlast bei. Nicht grundlastfähig ist allein der Solarstrom. Dieser leistet dafür aber einen exklusiven Beitrag zur Spitzenlast. Die Lösung hierfür könnten Hybridkraftwerke sein, die verschiedene Energieträger zusammenschalten und somit eine durchgehende Versorgung

gewährleisten können. Und auch der Einwand der Nichtspeicherbarkeit ist nicht stichhaltig, weltweit gibt es genug positive Forschungsergebnisse, die auf eine Verbesserung der Problematik schließen lassen.

Ein wichtiger Punkt ist letztendlich auch der Strukturwandel von Großkraftwerken hin zu breit gestreuten dezentralen Anlagen, womit erhebliche Leitungs- und Transformationsverluste vermieden werden können. Zudem ist die Installationszeit von kleineren, dezentralen Stromproduktionsanlagen wesentlich kürzer als bei teureren, großen Anlagen.

Eine Renaissance der Atomenergie durch „schnelle Brüter“ ist ebenso wenig durchführbar und realistisch wie die unterirdische Lagerung von CO₂, welche in letzter Zeit häufig propagiert werden. Der Weg zu einer sauberen Zukunft kann nur über erneuerbare Energien führen.^[28]

²⁸ SCHEER, Jenseits von Kohle und Atom

3.4 Knappheit von Baugrund in Südtirol

Als vorbildlich in Sachen Klimaschutz gilt auch das Land Südtirol, wie die Gründung der Klimahausagentur beweist oder auch der relative hohe Anteil an regenerativen Energieträgern (Wasserkraft und Biomasse Holz). Allerdings werden die Folgen der Klimaerwärmung auch Südtirol nicht verschonen, da insbesondere die Gebiete in den Alpen mit großen Veränderungen rechnen müssen.

Abgesehen von der globalen Erwärmung ist die Topographie der Alpen auch die Ursache für ein Problem ganz anderer Natur, welches in Südtirol in Zukunft eine tragende Rolle einnehmen wird, nämlich die Knappheit an Baugrund.

Die Fläche der Provinz Bozen umfasst insgesamt 740.000 ha, wovon nur ein relativ kleiner Teil als Siedlungsraum geeignet ist. Die alpine Morphologie der Landschaft schränkt die für Wohn- und Produktionszwecke nutzbaren Flächen erheblich ein, die Siedlungsräume konzentrieren sich größtenteils auf die meist schmalen Talsohlen. Besonders deutlich wird dies an der Verteilung der Bevölkerung nach Höhenlagen: rund 86% der Landesfläche liegt über 1.000 Meter über dem Meer, aber fast drei Viertel (72%) der Bevölkerung lebt unterhalb dieser Marke. 1990 betrug die effektive Siedlungsfläche 7.200 ha, dies sind nicht einmal 1% der Gesamtfläche. Auf diesem engen Raum befinden sich sozusagen alle bisher für Wohn- und Gewerbezwecke errichteten Gebäude. Die Fläche, die potenziell für Siedlungszwecke geeignet wäre, wurde auf insgesamt ca. 45.200 ha geschätzt, was bedeutet, dass immer noch 38.000 ha verfügbar sind. An und für sich klingt dies alles andere als besorgniserregend, bei gleichbleibender Bautätigkeit von etwa 45 ha pro Jahr, würde

die Grundfläche noch an die 840 Jahre ausreichen. Dies ist allerdings eine rein hypothetische Zahl und soll lediglich die Größenordnungen veranschaulichen und nicht die tatsächlichen Perspektiven aufzeigen.^[29] Zusätzlich zu dieser LEROP-Schätzung (Landesentwicklungs- und Raumordnungsplan) gibt es auch noch eine Studie des Landesinstituts für Statistik aus dem Jahre 2002, welche zwar zu ähnlichen Ergebnissen kommt, deren Werte sich auf Grund einer anderen Herangehensweise allerdings doch etwas unterscheiden. So kommt man bei dieser Studie auf ein Dauerbesiedlungsgebiet von 61.237 ha (äquivalent zur Nettosiedlungsfläche von 45.200 ha des LEROP). Abzüglich der besiedelten Fläche von 13.917 ha (der Unterschied zu den 7.200 ha der LEROP-Schätzung resultiert daraus, dass bei dieser Schätzung die Verkehrs- und Infrastrukturflächen zur besiedelten Fläche dazugerechnet wurden) kommt man so auf ein erschließbares Dauersiedlungsgebiet von 47.320 ha. Somit schätzt diese Studie die verfügbare Fläche um ca. 10.000 ha größer ein als der LEROP. Die größte zusammenhängende potenzielle Siedlungsfläche erstreckt sich entlang der Etsch, etwa von Latsch über Meran und Bozen bis zur südlichen Landesspitze. Hauptursache für die Konzentration der Siedlungsflächen entlang dieser Achse ist eine durchgängig breite Talsohle, welche für Siedlungstätigkeiten günstig ist. Der aktuelle Besiedlungsgrad ist hier z.B. mit fast 6% doppelt so hoch wie in den anderen Landesteilen (mit Ausnahme von Bozen, wo er fast 27% aufweist). Zusammenfassend lässt sich

²⁹ WIFO BOZEN, Wie werden die Grundflächen in Südtirol genutzt?



Abb. 12: Dauerbesiedlungsfläche in Südtirol, 2002

sagen, dass die Siedlungsachsen prinzipiell in den Tälern liegen und sich dort am Lauf der Hauptflüsse orientieren.^[30]

Zu beachten gilt auch, dass sich zwar die Bevölkerungszunahme in Grenzen hält, sich aber ein Trend entwickelt, der immer mehr zu sog. Singlehaushalten hin geht. Dies hat zur Folge, dass die Anzahl an Haushalten stetig steigt (1996 machten alleinstehende Männer und Frauen bereits 30% aller Haushalte in Südtirol aus) und somit natürlich auch die Nachfrage an Wohnraum. Weiters ist eine generelle Stadtflucht zu beobachten, welche v.a. die westliche Landeshälfte betrifft.

³⁰ ASTAT, Dauersiedlungsgebiet in Südtirol 2002

Betroffen sind hier hauptsächlich die höher gelegenen Gemeinden, wo es die Bewohner scheinbar häufig ins Tal zieht.

Prinzipiell muss man allerdings zwischen Wohn- und Gewerbebauten unterscheiden. So ist die Bautätigkeit bei Wohngebäuden seit Jahren relativ gleich geblieben, jährlich wird eine Kubatur von etwa 150.000 m³ verbaut. Die Aufteilung auf die verschiedenen im Bauleitplan ausgewiesenen Zonen ist allerdings unterschiedlich: so entfallen auf die Erweiterungszonen 49%, auf das landwirtschaftliche Grün 24%, auf die Auffüllzonen 16% und auf den historischen Ortskern 9%. Hinzuzufügen ist hier, dass der Anteil im landwirtschaftlichen Grün eigentlich wesentlich höher ist, da zum landwirtschaftlichen Betrieb gehörende Wohnbauten nicht zur Wohnkubatur gezählt werden. Weiters ist anzumerken, dass die Bautätigkeit im historischen Ortskern höher ist als sie hier erscheint, da diese Zahlen die Kubatur wiedergeben, meist allerdings nur kleinere Zubauten möglich sind. Seit einigen Jahren setzt man intensiv auf diese sog. Wiedergewinnungsarbeiten, immer weniger Durchführungspläne in den Erweiterungszonen werden genehmigt. Laut dem Landesamt für Statistik beträgt die durch die Wiedergewinnungsarbeiten gewonnene Nutzfläche ungefähr ein Fünftel von dem, was jährlich im Rahmen des Wohnbaus an Nutzfläche neu entsteht. Die Daten beziehen sich jeweils auf den Zeitraum von 1990 bis 1995, teilweise auch 1996.

Wie bereits erwähnt, ist die Wohnbautätigkeit nicht weiter besorgniserregend, da sie nur sehr geringfügig zunimmt. Etwas gravierender ist die Situation aber bei der Bautätigkeit von Nichtwohnbauten, sprich Gebäude für die gewerbliche Wirtschaft, landwirtschaftliche Gebäude usw. So fielen in den Jahren des Untersuchungszeitraumes etwa zwei Drittel der

gesamten verbauten Kubatur sowie auch der verbauten Grundfläche auf den Nicht-Wohnbau, obwohl nur 42% der eingereichten Baugesuche diesen betreffen. Der Grund hierfür ist der höhere Bedarf an Kubatur und Grundfläche, die Gewerbebetriebe zur Produktion benötigen. Gleichzeitig hat Südtirol gerade seit dem Beginn der Neunziger eine überdurchschnittlich gute Wirtschaftsentwicklung erlebt, die 1995 in einer Wachstumsrate von 4,4% gegipfelt ist.

Im Vergleich zu den 70er Jahren hat die Bautätigkeit allerdings stark abgenommen. Damals fand eine breite touristische Erschließung statt, wodurch die Bautätigkeit im ganzen Land etwa doppelt so hoch war wie in den 90er Jahren. Anfangs der 80er Jahre wurde dann, als Reaktion auf den stark steigenden Grundverbrauch, eine Trendwende in der Raumordnungspolitik beschlossen. Eine grundsätzliche Einschränkung und schärfere Kontrollen der Bautätigkeit traten in Kraft. Das Ergebnis war der LEROP (Landesentwicklungs- und Raumordnungsplan), das oberste Planungselement im Land, welcher erstens flächensparenden Lösungen Vorrang einräumt und zweitens die Eindämmung des Flächenverbrauchs fordert. Auch die starke Zunahme der Wiedergewinnungsarbeiten, wie sie aus der Baustatistik hervorgeht, ist ganz im Sinne des LEROP-Raumordnungsgrundsatzes: Die Wiedergewinnung bestehender Bausubstanz ist der Ausweisung neuer Bauzonen für Wohn-, Gewerbe- oder öffentliche Zwecke vorzuziehen.

Der Wettbewerb um die knappe Ressource Boden wird auch in Zukunft anhalten. Es ist anzunehmen, dass der Druck vor allem im Gewerbe zu spüren sein wird, was für die Raumordnung zweifelsohne eine Herausforderung darstellt. Im Prinzip stehen dem Gesetzgeber nur zwei Möglichkeiten offen.

Er kann erstens mehr Flächen für Gewerbezwecke ausweisen, oder zweitens, eine intensivere Nutzung anstreben oder eine Kombination von beidem. Das Problem der Knappheit wird dadurch freilich nicht gelöst und kann auch nicht gelöst werden. Der verfügbare Raum ist beschränkt, besonders in Südtirol.^[31]

Neuere Daten als die angegebenen gibt es leider noch nicht, da die Ausarbeitung einer neuen Studie gerade im Gange ist und deren Zahlen noch nicht veröffentlicht werden dürfen.

³¹ WIFO BOZEN, Wie werden die Grundflächen in Südtirol genutzt?

4. Klimagerechte Gebäude

Dass sich etwas ändern muss, sollte inzwischen wohl jedem klar sein. Durch ihren verantwortungslosen Umgang mit der Natur und ihren Ressourcen hat sich die Menschheit in eine ernste Situation gebracht. Die Konsequenzen sind für jedermann bereits spürbar, welcher Natur sie auch immer sein mögen. Mit Sicherheit kann man nur eines sagen, nämlich dass konsequentes Handeln und Umdenken unbedingt und vor allem bald geschehen muss, denn die weitreichenden Folgen betreffen uns alle und werden uns in vielen Bereichen des täglichen Lebens vor gigantische Probleme stellen. Klar muss dieses Umdenken global stattfinden, aber jeder einzelne kann und muss seinen Beitrag leisten.

"Mögen die Bilanzen unserer Generation auch noch Gewinne aufweisen - unseren Kindern werden wir die Verluste hinterlassen. Ohne Absicht und Aussicht auf Rückzahlung borgen wir heute von künftigen Generationen unser "Umweltkapital"... Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen. Die Forderung, diese Entwicklung "dauerhaft" zu gestalten, gilt für alle Länder und Menschen."

[32]

Man kann sich nun die Frage stellen, was man persönlich dazu beitragen kann. Eine naheliegende Antwort sind die eigenen 4 Wände.

Etwa die Hälfte der in Europa verbrauchten Energie dient zum Betrieb von Gebäuden. Ein Großteil des Baubestandes wurde in Zeiten errichtet, in denen die Menschheit im Glauben war, Erdöl sei unerschöpflich und deshalb auch wenig Wert auf Energieeinsparung und energiebewusstes Bauen legte. Der durchschnittliche Energieverbrauch von Gebäuden beträgt um die 280 bis 350 kWh/(m²a) (Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr), dem entsprechen 28 – 35 l Heizöl oder m³ Gas. Wenn man nun bedenkt, dass man durch nicht allzu aufwändige Sanierungsmaßnahmen auf einen Bruchteil dieses Wertes kommen kann, so erkennt man das enorme Einsparungspotenzial. Zudem sollten sich die Sanierungskosten durch den niedrigeren Heizwärmebedarf nach wenigen Jahren amortisieren, gerade bei den immer weiter steigenden Energiepreisen. Ähnliches gilt natürlich auch für Neubauten, wengleich der Heizwärmebedarf dort in den letzten Jahren von Haus aus niedriger ist.

Der Bauherr kann also ganz einfach seinen persönlichen Beitrag leisten und bleibt zudem weitgehend unabhängig vom globalen Energieproblem. Gefordert sind natürlich auch die Planer, welche von vornherein auf nachhaltiges und ressourcenschonendes Bauen wertlegen müssen.

³² ÖSTERREICHISCHE STRATEGIE ZUR NACHHALTIGEN ENTWICKLUNG, April 2002

4.1 Grundlagen für nachhaltiges Bauen

Je früher ökologische und ökonomische Aspekte in den Planungsprozess einfließen, umso besser ist dies für das Endprodukt und umso mehr kann die Natur mit ihren Ressourcen geschont werden. Denn mit Fortschreiten des Planungs- und Ausführungsprozesses wird es immer schwieriger Änderungen ohne schwerwiegende Konsequenzen einzubringen. Dabei gilt es eine Vielzahl von Aspekten zu beachten.

Am Anfang muss eine Bedarfshinterfragung stattfinden. Ist ein Neubau überhaupt von Nöten oder kann zur Deckung des Raumbedarfs auch auf den Bestand zurückgegriffen werden? Der Flächenverbrauch sollte reduziert werden, die Versiegelung des Bodens abnehmen.

Es sollte eine Optimierung des Raumbedarfs bedacht werden, genauso wie die des Gebäudeentwurfs. Die Möglichkeit einer zukünftigen Mehrfachnutzung oder Umnutzung sollte immer möglich sein.

Eine lange Nutzungsdauer des Gebäudes ist unbedingt anzustreben, denn der Energieaufwand bei der Erstellung des Gebäudes (inklusive der Primärenergie der verwendeten Baustoffe) macht einen großen Anteil des Energieverbrauchs im gesamten Lebenszyklus aus.

Grundlage dafür ist natürlicherweise die Dauerhaftigkeit der einzelnen Baustoffe und Bauteile, was zusätzlich die Kosten für Unterhaltungs- und Erneuerungsarbeiten reduziert. Bei den Baustoffen sind zudem die Recyclingfähigkeit und die mögliche Wieder- oder Weiterverwendung zu berücksichtigen. Sie sollten eine möglichst geringe Schadstoffbelastung aufweisen und einen nicht allzu hohen Primärenergiebedarf haben, häufig nur

schwer zu trennende Verbundbaustoffe sollten möglichst ganz vermieden werden.^[33]

Doch auch gestalterisch gilt einiges zu berücksichtigen. So ist die Positionierung des Gebäudes auf dem Grundstück von zentraler Bedeutung, da angrenzende Bebauung sowie topographische Gegebenheiten großen Einfluss ausüben können. So sollte eine Verschattung vermieden werden, genauso wie eine windexponierte Lage. Eine Südorientierung des Baukörpers sollte zur passiven Energiegewinnung unbedingt berücksichtigt werden, falls möglich bereits im Bebauungsplan.

Aber auch das Innere eines Gebäudes darf nicht vernachlässigt werden. Es gibt inzwischen eine Vielzahl an energiesparenden Haushaltsgeräten; durch Solarkollektoren und Wärmepumpen können Strom und Wärme weitgehend selbst erzeugt werden.

Zusammengefasst ist nachhaltiges Bauen also ein bewussterer Umgang mit der Natur, Einsparung von Energie vor und nach dem Einzug, bewusste Auswahl an Materialien und Haustechnik, erneuerbare Energien nutzen und schließlich auch das Zusammenspiel von Architekt und Fachplanern, um zu einem optimalen Ergebnis zu kommen.

Nachhaltiges Bauen ist einfacher als man denkt, fördert den Wohnkomfort und schont die Umwelt. Allerdings ist nachhaltiges Bauen alleine nicht genug, auch der Mensch muss beginnen nachhaltig zu leben und seinen Verbrauch an Energie zu reduzieren.

³³ BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG: Leitfaden für nachhaltiges Bauen

4.2 Nachhaltige Haustypen

In den letzten Jahren haben sich einige Haustypen in Bezug auf Nachhaltigkeit bewährt und sind den meisten Menschen ein Begriff. Definiert werden sie durch ihren Energiestandard, sprich Heizwärmebedarf. 10 kWh/(m²a) (Kilowattstunden pro Quadratmeter beheizter Wohnfläche und Jahr) entsprechen

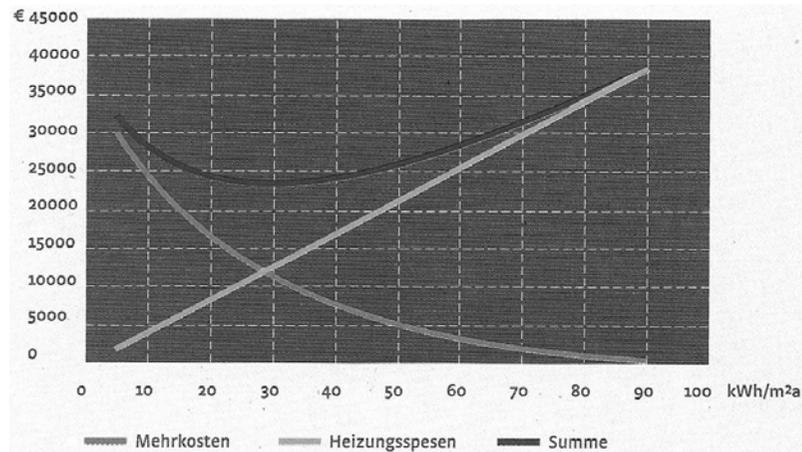


Abb. 13: Kosten-Nutzen-Diagramm bezogen auf 35 Jahre

ungefähr 1 Liter Heizöl oder 1 Kubikmeter Gas.

Einer der bekanntesten Standards ist das Niedrigenergiehaus mit einem Heizwärmeverbrauch von höchstens 50 kWh/(m²a), der nächstbeste ist das 3-Liter-Haus mit 30 kWh/(m²a). Immer mehr Bekanntheit und Verbreitung erlangt das Passivhaus, bei dem die Grenze bei 15 kWh/(m²a) liegt. Es gibt auch einige nicht so verbreitete

Weiterentwicklungen des Passivhauses: so muss das Nullenergiehaus rein rechnerisch in der jährlichen Bilanz keine externe Energie beziehen, das Plusenergiehaus verbraucht rein rechnerisch weniger als es selbst produziert.

In Südtirol werden die Energiestandards unter dem Begriff Klimahaus zusammengefasst, wobei allerdings eine Unterteilung in verschiedene Klassen stattfindet.

Anzumerken ist, dass all diese Standards keine bestimmte Architektur vorschreiben sondern lediglich einen Energiestandard des Gebäudes. Zwar implizieren die Standards die Anwendung gewisser Elemente, letztendlich ist die Gestaltung aber ganz dem Planer überlassen.

4.2.1 Das Passivhaus

Ein Passivhaus ist ein Gebäude, in dem eine behagliche Temperatur sowohl im Winter als auch im Sommer ohne separates Heiz- bzw. Klimatisierungssystem zu erreichen ist. Es bietet erhöhten Wohnkomfort bei einem Heizwärmebedarf von weniger als 15 kWh/(m²a) (bezogen auf Nettogeschoßfläche) und einem Primärenergiebedarf einschließlich Warmwasser und Haushaltstrom von unter 120 kWh/(m²a). Das Passivhaus ist eine konsequente Weiterentwicklung des Niedrigenergiehauses (NEH). Im Vergleich zu einem konventionellen Gebäude benötigt ein Passivhaus bis zu 90% weniger Heizenergie. Diese sensationelle Einsparung erreicht das Passivhaus allein durch seine beiden Grundprinzipien: Wärmeverluste vermeiden und freie Wärmegevinne optimieren.

Eine sehr gut gedämmte Gebäudehülle mit Dämmstärken zwischen 25 und 40 cm und Fenster mit Dreifach-Wärmeschutzverglasung bewirken, dass die Wärme im Haus bleibt. Für Frischluft sorgt eine Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung. Mehr als 80% ihrer fühlbaren Wärme muss die Abluft im Wärmetauscher an die Zuluft zurückgeben. So wird z.B. bei 0°C Außentemperatur die kalte Frischluft allein durch die 20°C warme Abluft auf mindestens 16 °C erwärmt. Durch spezielle Filter kann die Luft auch noch zusätzlich pollenfrei und staubarm gemacht werden, was v.a. für Allergiker und Asthmatiker vorteilhaft ist.

Seine Wärmegevinne erzielt das Passivhaus durch passive Sonnenenergienutzung durch südorientierte Fenster und die Wärmeabgabe von Personen und Haushaltsgeräten. Anhand der Kombination dieser Aspekte mit dem Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung kann in der Theorie auf eine zusätzliche Heizanlage verzichtet werden. Im Sommer verhindert eine Verschattung, z.B. Balkon oder Jalousien, die Überhitzung der Räume. Die langjährigen Messungen im ersten Passivhaus Deutschlands in Darmstadt-Kranichstein belegen es: Selbst im Jahrhundertwinter 1996/97 mit Tagesmitteltemperaturen von bis zu -14°C war die benötigte Heizleistung in den vier Wohnungen so gering, dass man einen Raum mit 20 m² Wohnfläche mit zwei Standard-75 Watt-Glühbirnen hätte heizen können. Dabei lagen die Raumlufttemperaturen in dem Vierfamilienhaus tagsüber ständig über 20 °C.

Passivhaus-Bewohner schätzen zudem den hohen Wohnkomfort ihrer Häuser. Durch die gute Dämmung sind alle Raumumgebungsflächen gleichmäßig warm, auch bei den an die kalte Außenluft grenzenden Bauteilen. Das schafft eine hohe Behaglichkeit. Schlechte Luft im Schlafzimmer während der Nacht, weil die Fenster wegen Frost oder Lärm nicht gekippt bleiben können, gibt es im Passivhaus dank der Komfortlüftung nicht.

Ein weiterer positiver Aspekt am Passivhaus ist, dass es nicht auf eine spezielle Bauweise festgelegt ist. Es gibt Passivhäuser in Massiv-, Holz- oder Mischbauweise.

Beim Bau von Passivhäusern gelten einige Grundsätze:

- **Guter Wärmeschutz und Kompaktheit:** Alle Bauteile der Außenhülle müssen rundum sehr gut wärmedämmend werden. Kanten, Ecken, Anschlüsse und Durchdringungen müssen besonders sorgfältig geplant werden, um Wärmebrücken zu vermeiden. Alle nicht lichtdurchlässigen Bauteile der Außenhülle des Hauses sind so gut gedämmt, dass sie einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) kleiner als $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ haben. Umso kompakter das

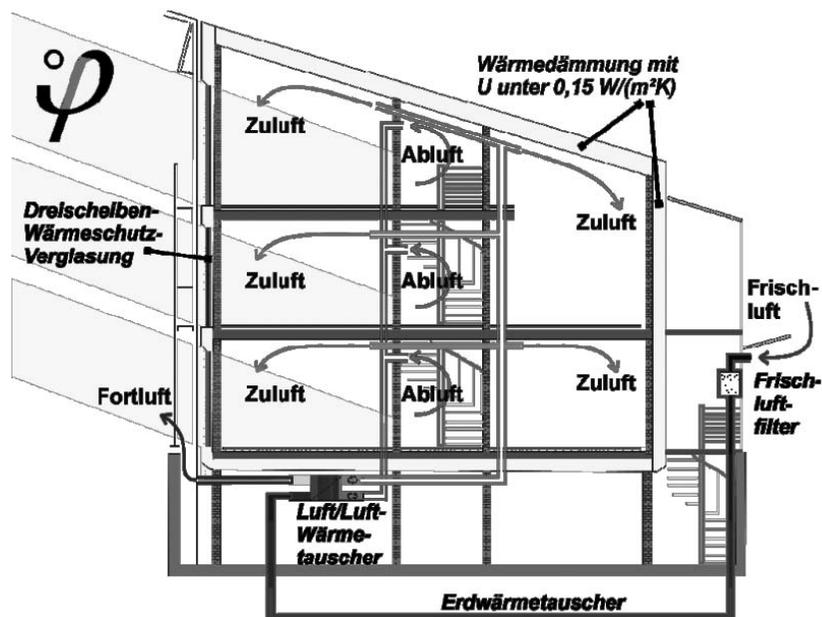


Abb. 14: Schematischer Aufbau eines Passivhauses

Gebäude ist, d.h. umso geringer das Verhältnis Oberfläche/Volumen, umso effizienter ist es.

- **Südorientierung und Verschattungsfreiheit:** Geeignete Orientierung und Verschattungsfreiheit sind weitere Voraussetzungen, damit der "passive" Solarenergiegewinn optimiert und zum entscheidenden Wärmelieferanten werden kann.
- **Superverglasung und Superfensterrahmen:** Die Fenster (Verglasung einschließlich der wärmedämmten Fensterrahmen) sollen einen U-Wert von $0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nicht überschreiten, bei g-Werten um 50% (g-Wert = Gesamtenergiedurchlassgrad, Anteil der für den Raum verfügbaren Solarenergie).
- **Luftdichtheit des Gebäudes:** Die Leckage durch unkontrollierte Fugen muss beim Test mit Unter-/Überdruck von 50 Pascal kleiner als 0,6 Hausvolumen pro Stunde sein. Ermittelt wird dieser Wert durch den sog. Blower-Door-Test.
- **Passive Vorerwärmung der Frischluft:** Die Frischluft kann über einen Erdreich-Wärmetauscher in das Haus geführt werden; selbst an kalten Wintertagen wird die Luft so bis auf eine Temperatur von über 5°C vorerwärmt. Dies ist eine sinnvolle Option, aber nicht unbedingt bei jedem Passivhaus erforderlich.
- **Hochwirksame Rückgewinnung der Wärme aus der Abluft mit einem Gegenstromwärmeübertrager:** Die Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung bewirkt in erster Linie eine gute Raumluftqualität - in zweiter Linie dient sie der Energieeinsparung. Im Passivhaus werden normalerweise

80-90% der Wärme aus der Abluft über einen Wärmeübertrager der Frischluft wieder zugeführt.

- *Erwärmung des Brauchwassers mit teilweise regenerativen Energien:* Mit Solarkollektoren oder auch mit Wärmepumpen wird die Energie für die Warmwasserversorgung gewonnen. Dabei darf man diesen Punkt nicht unterschätzen, da die benötigte Energie zur Brauchwassererwärmung im Passivhaus höher ist als der Heizwärmebedarf.
- *Energiespargeräte für den Haushalt:* Kühlschrank, Herd, Tiefkühltruhe, Lampen und Waschmaschine als hocheffiziente Stromspargeräte sind ein unverzichtbarer Bestandteil für ein Passivhaus.^[34]

Wie bei allen Neubauten gibt es ein breites Kostenspektrum. Anfallende Mehrkosten sind die Materialkosten für den Mehrbedarf an Dämmmaterial, die Lüftungstechnik, die Fenster mit Dreifachverglasung sowie die aufwändigeren Detaillösungen für die Gebäudehülle. Allerdings fallen auch Minderkosten an, wie z.B., dass nicht immer eine Notwendigkeit an Kaminzügen besteht oder keine Heizkörper, Wand- und Fußbodenheizungen erforderlich sind.

Die Haustechnik bei einem Passivhaus (Lüftung + Wärmepumpe) ist ungefähr gleich teuer wie bei einem konventionellen Haus ohne Lüftung (Heizkörper + Heizung), der Wartungsaufwand entspricht dabei dem eines normalen Wohnhauses. Die Baukosten erhöhen sich effektiv um den Betrag, den die bessere Wärmedämmung kostet (Fenster,

³⁴ PASSIVHAUS INSTITUT: Was ist ein Passivhaus?, http://passiv.de/index.html?/01_dph/St-dph/WasPH/WasPH_F.htm, Letzter Zugriff 19.07.2007

Isolation), erfahrungsgemäß um etwa 5-15%. Die CEPHEUS-Studie kommt zu dem Schluss, dass die kapitalisierten Gesamtkosten über 30 Jahre (bei 15% Mehrkosten) bei einem Passivhaus nicht höher sind als bei einem konventionellen Neubau (den ab dem ersten Tag höheren Kapitalkosten stehen die ab dem ersten Tag niedrigeren Energiekosten gegenüber). Unter dem Strich bleiben der Vorteil der höheren Wohnqualität durch die Lüftung, und die Sicherheit gegenüber zukünftigen Energiepreiserhöhungen.

Mit zu beachten ist zudem, dass in Deutschland, Österreich



Abb. 15: Eines der ersten 4 Passivhäuser in Darmstadt-Kranichstein

und der Schweiz Förderungen für Passivhäuser ausgeschrieben sind, in Österreich z.B. 10% der Baukosten.^[35]

Der Prototyp des Passivhauses geht auf das Jahr 1992 zurück und war ein Forschungsprojekt unter der Leitung von Dr. Wolfgang Feist. In Darmstadt-Kranichstein entstand eine Reihenhaussiedlung mit 4 Wohneinheiten, welche bis heute einen Heizwärmebedarf von 10 kWh/(m²a) aufweisen. Am Anfang war die Entwicklung auch auf Grund der hohen Realisierungskosten etwas zaghafte. Erst als Feist 1996 die Arbeitsgruppe für kostengünstige Passivhäuser (CEPHEUS - Cost Efficient Passive Houses as European Standards) und das Passivhaus Institut in Darmstadt gründete, bekam das Thema immer mehr Aufmerksamkeit und die Entwicklung nahm ihren Lauf. Im Jahr 2006 waren bereits an die 6.000 Passivhäuser in Deutschland, Österreich, Südtirol und der Schweiz errichtet und die Tendenz ist stark steigend.

³⁵ WIKIPEDIA: Das Passivhaus, <http://de.wikipedia.org/wiki/Passivhaus>, Letzter Zugriff 19.07.2007

4.2.2 Das Klimahaus Südtirol

Ein Klimahaus ist im Großen und Ganzen nicht viel anders als ein Passivhaus. Die Grundformel ist: Behaglich wohnen bei geringen Heizkosten. Die Prinzipien sind die Wärmeverluste durch eine gut gedämmte und luftdichte Gebäudehülle zu reduzieren und durch passive Solarenergienutzung und energieeffiziente Gebäudetechnik den Energieverbrauch zu optimieren.

Der größte Unterschied ist, dass es nicht einen einzelnen Energiestandard bezeichnet, sondern gleich mehrere zusammenfasst. Wie bereits in Kapitel 2.4 erwähnt, gibt es 8 Klassen:

Wärmeschutzklasse Gold	$\text{HWB} \leq 10 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Wärmeschutzklasse A	$\text{HWB} \leq 30 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Wärmeschutzklasse B	$\text{HWB} \leq 50 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Wärmeschutzklasse C	$\text{HWB} \leq 70 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Wärmeschutzklasse D	$\text{HWB} \leq 90 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Wärmeschutzklasse E	$\text{HWB} \leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Wärmeschutzklasse F	$\text{HWB} \leq 160 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Wärmeschutzklasse G	$\text{HWB} > 160 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Für die Klassifizierung werden die Bruttogeschoßfläche sowie die Klimadaten von Bozen hergenommen.

Für den Neubau sind auf Grund der geänderten Gesetzeslage in Südtirol (Mindeststandard C) nur die 4 besten Klassen von Bedeutung. Welche Klasse man erreichen will und welche Technologien und Materialien man nun dafür einsetzen will, bleibt jedem selbst überlassen. Klar ist allerdings, dass man die höchsten Klassen ohnehin nur mit Passivhaustechnologie

erreichen kann. Die geforderte Klasse C ist eigentlich ohne großen technischen Aufwand zu erreichen, meist sind porosierte Hochlochziegel in einer Stärke von 38 bis 42cm mit einer eventuellen dünnen Außendämmung und Fenster mit Südausrichtung schon ausreichend; wird in Holzbauweise gebaut, so reicht eine dünne Dämmung ebenfalls aus.

Das Bestreben der Klimahausagentur und der Provinz Bozen geht aber ohnehin zu höheren Klassen, so werden z.B. alle öffentlichen Bauten von Landesinteresse im Mindeststandard B errichtet. Auch spricht man von einem „Klimahaus“ eigentlich nur dann, wenn wirklich Klasse B oder höher erreicht wird. Für die Klassen Gold, A und B bekommt man, wie bereits zuvor erwähnt, einen Kubaturbonus. Den Anreiz zum Erreichen dieser Klassen will man eigentlich weniger durch das Argument Heizkostensparnis geben, sondern vermehrt durch die erreichbare Wohnqualität und den Komfort bzw. die Behaglichkeit. Denn in einem Land, in dem der Anteil an Waldfläche 39% beträgt, ist das Argument Heizkostensparnis für viele Menschen nicht wirklich stichhaltig, da sie größtenteils billigen oder kostenlosen Zugang zum Brennstoff Holz haben. Oft schreckt man dabei vor den etwas höheren Investitionskosten für eine höhere Wärmeschutzklasse zurück und lässt die Amortisation der Kosten bereits nach wenigen Jahren nicht als Argument gelten. Dabei könnte man sogar einen Nutzen erfahren, wenn man bedenkt, dass man auf Grund der Heizkostensparnis das somit nicht benötigte Holz verkaufen könnte. Dieses Argument gilt natürlicherweise nur für Besitzer von Waldgrundstücken, welche es in Südtirol allerdings ja nicht gerade wenige gibt. Und noch kurz zum Thema Kostenfaktor:

wenn z.B. die gesamte Dämmung für ein Einfamilienhaus ca. € 6.000 kostet, so können pro Jahr 850 Liter Heizöl eingespart werden, was einer jährlichen Heizkostensparnis von € 800 entspricht. So langsam werden sich die Menschen dieses Potenzials bewusst und gerade auch deshalb erlangt das Klimahaus bei der Bevölkerung einen immer größer werdenden Stellenwert.

Zusätzlich zur erreichten Wärmeschutzklasse kann das Gebäude auch noch das Prädikat „Plus“ erhalten, welches ökologische und gesundheitsrelevante Aspekte berücksichtigt. Das Siegel Klimahaus^{plus} kann dann vergeben werden, wenn es mindestens 4 Kriterien erfüllt:

- *Geringerer Heizwärmebedarf als 50 kWh/(m²a)* (also mindestens Klimahaus Klasse B)
- *Nutzung von erneuerbarer Energie:* Die Energieversorgung des Gebäudes muss ohne fossile Energieträger funktionieren.
- *Verwendung von umwelt- und gesundheitsverträglichen Baustoffen:* Grundsätzlich ist bei der Bewertung und Einstufung der gesamte Lebenszyklus zu betrachten, der von der Herstellung über die Nutzung bis hin zur Entsorgung reicht. So dürfen z.B. keine Dämmstoffe aus Kunststoff benutzt, kein PVC für Fussböden, Fenster und Türen verwendet werden, Innenräume müssen ohne chemischen Holzschutzmittel und lösungsmittelhaltige Lacke/Farben auskommen, auf Tropenholz muss ebenfalls verzichtet werden.
- *Mindestens eine der folgenden 4 ökologischen Maßnahmen muss vorhanden sein:* Photovoltaikanlage,

Sonnenkollektoren für die Warmwasseraufbereitung bzw. Heizungseinbindung, Regenwassernutzung oder Gründach.

Obwohl es dafür keine zusätzlichen finanziellen Anreize gibt, sind etwa 15% der aktuellen Klimahausansuchen Plus-Häuser. Ein Zeichen dafür, dass es den Menschen immer wichtiger erscheint in den Gesundheits-, Umwelt- und Klimaschutz zu investieren.^[36]

Die Klassifizierung der Gebäude erfolgt durch ein einheitliches Rechenverfahren, welches bei Klimahaus B und höher von einem eingetragenen Techniker durchgeführt werden muss, bei Klasse C lediglich vom ausführenden Planer eingereicht werden kann. Das Berechnungsprogramm ist ein Excel-Dokument, welches kostenlos von der Homepage der Klimahausagentur (www.klimahaus.info) heruntergeladen



Abb. 16: Klimahausplakette neben dem Hauseingang

³⁶ LANTSCHNER, Klimahaus – Leben im Plus, S.35ff

werden kann und einfach zu handhaben ist. Was allerdings auch zur Folge hat, dass die Berechnung nicht ganz genau ist und somit durchaus Abweichungen vom effektiven Heizwärmebedarf von 5-10% auftreten können (vorausgesetzt wird ein durchschnittlicher Lebensstil). Verständlicherweise ist eine einfachere Handhabung nur mit teilweise pauschal angenommenen Werten zu erreichen, wie z.B. Lüftungsverluste, interne Wärmegewinne oder Ausnutzungsgrad.

Für die Berechnung der Wärmeschutzklassen werden die Klimadaten von Bozen hergenommen: Heizgradtage 2.736 Kd/a und 179 Heiztage bei einer Heizgrenztemperatur von 12° und einer Innentemperatur von 20°. [37] Allerdings ist gerade dieser Punkt meiner Meinung nach eine kleine Schwachstelle, denn gerade in Südtirol können die Höhenunterschiede der einzelnen Gemeinden mehr als 1.000 m variieren. Der effektive, standortbezogene Heizwärmebedarf ist zwar sehr wohl angegeben, wenn auch nicht hervorgehoben, für die Klassifizierung ist er aber irrelevant. Für einen Fachmann mag dies kein Problem darstellen, allerdings kann es für einen Laien sehr wohl verwirrend wirken.

In einem Punkt ist diese Methode sicherlich zu rechtfertigen, nämlich in dem der Grundlage zur Vergabe von Förderungen. Um eine Gleichberechtigung aller Bewohner zu erreichen, ist es naheliegend, alle Projekte auf den selben Klimadaten basierend zu bewerten (wofür üblicherweise die Daten der Hauptstadt hergenommen werden), diese Methode wird auch in vielen anderen Ländern angewandt. Allerdings unterscheidet sich Südtirol anhand der geographischen Gegebenheiten doch sehr stark von den anderen Ländern. Das Land verteilt sich auf fast

4.000 Höhenmeter (zwischen Salurn mit 220 m und dem Ortler mit 3.905 m), wobei vereinzelt Siedlungen bis auf fast 2.000 m reichen. Bei über 1.500 m Unterschied kann es schon mal vorkommen, dass der Heizwärmebedarf das Doppelte ausmacht.

Ich möchte das Problem an einem konkreten Beispiel aufzeigen, das ich anhand des Klimahaus-Berechnungsprogrammes durchgerechnet habe: würde man dasselbe in Bozen (262 m.ü.M.) errichtete Klimahaus A mit einem Heizwärmebedarf von 21 kWh/(m²a) an einem anderen Standort mit exakt den selben Wandaufbauten, Dämmstärken, Gebäudeform Volumen und Ausrichtung platzieren (also sozusagen mit dem Hubschrauber an eine andere Stelle versetzt), so unterscheiden sich die Ergebnisse erheblich. Würde es in Salurn (220 m) stehen, wäre der Heizwärmebedarf 20 kWh/(m²a), in Brixen (538 m) 23 kWh/(m²a), in Kastelruth (1060 m) 32 kWh/(m²a) und in Pfelders im hinteren Passeiertal (1600 m) sogar 40 kWh/(m²a). Man kann also sehen, die Differenzen können ohne weiteres 20 kWh/(m²a) ausmachen, alle diese Gebäude bekommen allerdings den Klimahausstandard A. Somit kann sich ein Laie, immer basierend auf diesem Beispiel, natürlich zu Recht fragen, warum sein effektiver Heizwärmebedarf über 40 kWh/(m²a) beträgt, er aber eine Klimahaus A-Plakette neben seiner Haustür hängen hat.

Wer dadurch nun einen Vorteil hat, ist eine Ansichtssache. Um den gleichen effektiven Heizwärmebedarf zu erreichen muss ein Bewohner höherer Meereshöhe um einiges mehr investieren als jemand, der in niedrigeren Höhenlagen zu Hause ist. Das sollte einleuchtend sein, da mit zunehmender Höhe auch die Temperaturen sinken, das Klima rauer wird und

³⁷ LANTSCHNER, Klimahaus – Leben im Plus, S.31f

folglich der Heizwärmebedarf steigt. Allerdings kann man die zunehmende Meereshöhe auch als Vorteil ansehen, da man so leichter in den Genuss der Förderungen kommt. Immer auf das vorhergehende Beispiel mit den 20 kWh/(m²a) Unterschied bauend, könnte man bei entsprechender Meereshöhe ein Klimahaus A schon mit fast 50 kWh/(m²a) und ein Klimahaus B mit fast 70 kWh/(m²a) erreichen, das sind immerhin fast schon Werte der nächsthöheren Klasse.

Richtiger wäre es meiner Meinung nach, die Klassifizierungen und Förderungen getrennt zu behandeln, also mit verschiedenen Grundlagen für die Berechnung. Die Förderungen werden weiterhin einheitlich, auf den Standort Bozen bezogen, bewertet, die Klassifizierungen aber hingegen

vom standortbezogenen Wärmeverbrauch abhängig gemacht, da auch die Brennstoffe vor Ort verheizt und die Schadstoffemissionen vor Ort ausgestoßen werden und nicht mit einem auf den „Standort Bozen“ verminderten Wert.

Aber abgesehen von diesem kleinen Schönheitsfehler hat sich das Projekt Klimahaus mehr als nur positiv entwickelt. Durch das gezielte Marketing, die finanziellen Förderungen und nicht zuletzt durch das ständig wachsende Bewusstsein in der Bevölkerung, hat sich das Klimahaus bewährt und ist für seine Bewohner zu einer Art Statussymbol geworden, das man gerne herzeigt und weiterempfiehlt. Das gesamte Projekt und vor allem die Festschreibung im Gesetzbuch kann ein Vorbild für den Rest Europas und der ganzen Welt werden.

4.3 Einsetzbare Technologien und Materialien

Wie bereits vorher erwähnt, sind die beiden Grundprinzipien eines Passivhauses die Vermeidung von Wärmeverlusten zum einen und die Optimierung der Energiegewinnung zum anderen. Das erstere lässt sich in zwei Bereiche unterteilen: die Vermeidung der Transmissionswärmeverluste durch die Außenbauteile und Lüftungswärmeverluste (Luftdichtheit und kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung). Das zweite wird durch passive Solarenergiegewinne und Nutzung vorhandener, regenerativer Energiequellen für Warmwasseraufbereitung und Heizung erreicht.

Durch die jahrelange Entwicklung und konsequente Verbreitung der Passiv- und Niedrigenergiehäuser gibt es inzwischen eine Unzahl an anwendbaren Technologien und Materialien, die sich in der Praxis bewährt haben und immer preisgünstiger und effizienter werden.

Bauweise

Generell sind die meisten Bauweisen für energiesparendes Bauen geeignet: Massivbau, Holzbau, Fertigbauteile, Schalungselementetechnik, Stahlbau und alle Formen von Mischbau.

Die naheliegendste Bauweise ist sicherlich die Holzbauweise, da Holz im Vergleich zu anderen tragenden Baustoffen eine der schlechtesten Wärmeleitfähigkeiten besitzt und somit bereits als Dämmstoff mitwirkt. Die am häufigsten verwendete Bauweise ist die Holzrahmen- oder Ständerbauweise. Die Tragkonstruktion besteht aus Holzständern (Kanthölzer, Riegel oder Doppelstegträger) auf die dann eine beidseitige

Beplankung aufgebracht wird (OSB-Platten oder aus brandschutztechnischen Gründen Gipskartonplatten). Dazwischen wird die Wärmedämmung eingebracht. Die Vorteile liegen auf der Hand, neben der ökologischen Herstellung und dem niedrigen Primärenergieeinsatz kann durch die Ständerkonstruktion die gesamte Wandstärke zur Dämmung verwendet werden, wodurch im Vergleich relativ kleine Wandstärken erzielt werden können. Zudem steht eine riesige Auswahl an Dämmstoffen zur Verfügung. Auch die Bauzeit ist wesentlich kürzer, da Holz keiner Austrocknungszeit bedarf. Allerdings gibt es nicht nur Vorteile: werden auch die Innenwände in Leichtbau ausgeführt, so hat man sehr geringe Speichermassen. Und auch schalltechnisch hat der Holzbau seine kleinen Nachteile.^[38]

Im Gegensatz dazu steht der Massivbau, idealerweise aus Ziegelsteinen. Er kann sowohl als ein- oder zweischaliges System sowie auch als Verbundsystem ausgeführt werden. Einschalige Systeme sind für Passivhäuser nicht wirklich anwendbar, da die Dämmwirkung zu gering ist, aber für ein Klimahaus Klasse C ist z.B. ein porosierter 50er-Hochlochziegel durchaus ausreichend. Ein tragendes Mauerwerk mit vorgesetztem Vollwärmeschutz ist wärmetechnisch auf jeden Fall besser. Die Dämmung wird hierbei mit zunehmender Dicke immer wirtschaftlicher, da die Materialkosten relativ gering sind, die Dämmstärken sollten mindestens 10 cm sein. Wird vor die Dämmschicht eine weitere Vorsatzschale aus Ziegeln

³⁸ ENERGIESPARHAUS.AT: Holzbau, Holzhaus, <http://www.energiesparhaus.at/gebaeudehuelle/holzbau.htm>, Letzter Zugriff 01.08.2007

aufgemauert, so wird der Bauteil mechanisch belastbarer und somit auch langlebiger. Die Vorteile des Massivbaus liegen im Schallschutz, der hohen Wärmespeicherfähigkeit und den relativ niedrigen Kosten. Als Nachteil muss die Austrocknungszeit und somit längere Bauzeit sowie die größeren Bauteilstärken angesehen werden.^[39]

Mischbauweisen sind insofern vorteilhaft, wenn die positiven Eigenschaften der einzelnen Bauweisen kombiniert werden und sich somit die Nachteile untereinander aufheben. So können z.B. die Vorteile einer Leichtbau-Außenwand mit denen der Wärmespeicherfähigkeit massiver Innenwände kombiniert werden.

Maßgeblicher als die Bauweise ist allerdings die Gebäudeform. Kompakte, würfelförmige Baukörper verbrauchen etwa um ein Drittel weniger Herstellungsenergie als verwinkelte, längliche Gebäude. Zudem wird die zu dämmende Oberfläche verkleinert, also auch der Transmissionswärmeverlust minimiert.

Ebenfalls ausschlaggebend ist die Anzahl der Wohneinheiten pro Gebäude. Am meisten Herstellungsenergie verbrauchen Einfamilienhäuser, gefolgt von Doppel- und Reihenhäusern. Mehrfamilienhäuser mit mindestens 4 Wohneinheiten benötigen am wenigsten der sog. „grauen Energie“.^[40]

³⁹ ENERGIESPARHAUS.AT: Ziegelbau (Massivbauweise): Vorteile und Nachteile, <http://www.energiesparhaus.at/gebaeudehuelle/ziegelbau.htm>, Letzter Zugriff 01.08.2007

⁴⁰ KOLB: Zukunft Bauen – Altbauten fit machen für morgen, S. 51

Wärmedämmung

Transmissionswärmeverluste über die Außenbauteile können bis zu drei Viertel der gesamten Wärmeverluste ausmachen. Verhindern kann man diese durch eine gute Wärmedämmung und eine wärmebrückenfreie Konstruktion der Gebäudehülle. Dazu werden die Bauteile gezählt, die den Innenraum mit komfortablem Klima vom Außenraum trennen (Außenwände, Dach, Fenster und an das Erdreich angrenzende Flächen). Die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert, früher k-Wert) sollten bei allen opaken Bauteilen im Bereich von 0,10 – 0,15 W/m²K liegen, bei Fenstern unter 0,8 W/m²K. Dieser Wert gibt an, wie viel Wärme pro Zeiteinheit durch eine Flächeneinheit des Bauteils nach außen übertragen wird, wenn die Temperaturdifferenz gerade ein Grad (1 Kelvin) beträgt. Will man den Wärmeverlust durch eine Wand berechnen, so muss man den U-Wert mit der Fläche und mit der Temperaturdifferenz multiplizieren.

Durch die gute Dämmung erreicht man zudem hohe Oberflächentemperaturen an den Innenwänden, was ein entscheidender Faktor für das Komfort- und Behaglichkeitsgefühl darstellt. Die Oberflächentemperaturen an den Wänden von Passivhäusern (um die 19°C) entsprechen auch an kalten Wintertagen praktisch der Raumlufttemperatur, wodurch wir es im Raum behaglich finden. Selbst die Fensterflächen erreichen Oberflächentemperaturen von über 17,5°C, sodass auf die üblichen Heizkörper vor den Fenstern verzichtet werden kann.

Solche Werte von kleiner als 0,15 W/m²K sind nur mit wirklich gut wärmedämmenden Materialien zu erreichen. Die folgende kurze Auflistung zeigt, wie dick ein Außenbauteil sein



Abb. 17: 2 Aufnahmen mit einer Wärmebildkamera: oben vor, unten nach der thermischen Sanierung

muss, wenn es lediglich aus dem einen Stoff bestehen würde, um auf einen Passivhaus-typischen U-Wert von $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ zu kommen:

Normalbeton	($2,100 \text{ W/mK}$)	15,80 m
Hochlochziegel	($0,400 \text{ W/mK}$)	3,01 m
Nadelholz	($0,130 \text{ W/mK}$)	0,98 m
Typischer Dämmstoff	($0,040 \text{ W/mK}$)	0,30 m
Vakuumdämmung	($0,002 \text{ W/mK}$)	0,015 m

Man kann also deutlich sehen, dass eine vernünftige Bauteilstärke nur mit gewissen Materialien möglich ist, nämlich guten Wärmedämmstoffen. Inzwischen gibt es eine riesige Auswahl an verschiedenen Dämmstoffen. ^[41] Die Auswahlkriterien können Wärmeleitfähigkeit, ökologische Verträglichkeit, Anwendungsmöglichkeiten oder der Preis sein. Die nachfolgende Auflistung soll einen kurzen Überblick über die Produktvielfalt in diesem Bereich geben. Die Reihenfolge der Aufzählung wird durch die Wärmeleitfähigkeit festgelegt, die Dämmstoffe werden somit mit fortwährender Aufzählung immer besser.

- *Calciumsilikat* ($\lambda = 0,065 \text{ W/mK}$): Werden auf Grund ihrer hohen kapillaren Saugfähigkeit als Innendämmung zur Sanierung von feuchtem Mauerwerk und zur Bekämpfung von Schimmel verwendet. Sie können Feuchtigkeit sehr gut zwischenspeichern und haben einen sehr niedrigen Dampfdiffusionswiderstand, Dampfsperren sind deshalb nicht nötig. Die Platten sind zudem druckfest und formstabil und sind auch ökologisch relativ unbedenklich, auch wenn

⁴¹ PASSIVHAUSTAGUNG: Wärmedämmung von Passivhäusern, http://www.passivhaustagung.de/neunte/Passivhaus_Daemmung.html, Letzter Zugriff 01.08.2007

sie einen hohen Energiebedarf bei der Herstellung haben. Einziger Wermutstropfen ist der Preis, der im Vergleich zu anderen Materialien etwas höher ist.

- *Hanf* ($\lambda = 0,065$ W/mK): Anwendbar überall dort, wo keine hohen statischen Belastungen auftreten, wie z.B. zur Wärme- und Schalldämmung in Dächern und Holzständerwänden. Auch als Stopfmateriale zur Trittschalldämmung oder zum Ausstopfen von Fugen und Hohlräumen bei Fensterstöcken und Türzargen als Alternative zu Montageschaum ist es geeignet. Der Anbau von Hanf ist ökologisch sinnvoll, allerdings ist die Zugabe von Stützfasern aus Kunststoff einiger Produkte bedenklich.
- *Stroh, Schilf* ($\lambda = 0,055$ W/mK): Der Dämmstoff besitzt eine lange Tradition und ist ökologisch einer der unbedenklichsten Stoffe. Zudem ist es einer der kostengünstigsten Stoffe. Nachteile sind die große erforderliche Dicke der Ballen und die, wie bei allen nachwachsenden Rohstoffen, hohe Feuchteempfindlichkeit.
- *Expandierte Perlite* ($\lambda = 0,044-0,053$ W/mK): Hergestellt aus Vulkanischem Perlitgestein, ist es nicht brennbar, unverrottbar, beständig gegen Ungeziefer und sehr leicht. Anwendung findet der Dämmstoff v.a. als leichte Dämmschüttung in Hohlräumen, Kerndämmung bei zweischaligen Mauerwerken und als Schüttung unter Estrichen. Die Verfügbarkeit des Rohstoffes ist begrenzt, auch die Transportwege fallen negativ ins Gewicht. Die Ummantelung des Stoffes mit Bitumen zur Anwendung in Feuchtbereichen ist ökologisch und gesundheitlich allerdings nicht ganz unbedenklich.

- *Kokosfasern* ($\lambda = 0,045-0,050$ W/mK): Kokosfasern nehmen eine Sonderstellung unter den natürlichen Fasern ein, da sie in Bereichen eingesetzt werden können, wo sonst nur künstliche Dämmstoffe Anwendung finden. Sie sind diffusionsoffen, wirken feuchteausgleichend, sind feuchtebeständig, strapazierfähig, formbeständig und insekten-sicher. Nachteile sind die langen Transportwege und der Anbau in Monokulturen.
- *Mineralschaum* ($\lambda = 0,045$ W/mK): Das geschäumte Gestein wird v.a. in Ziegelform für die erste Ziegelschar im Sockelbereich oder unter der Decke verwendet um Wärmebrücken zu vermeiden. Als Platten wird es im Fassadenbereich einfach auf das Mauerwerk geklebt. Mineralschaum ist leicht, form- und druckstabil, diffusionsoffen und nicht brennbar. Gesundheitlich gibt es keine Bedenken, allerdings ist der Energieaufwand bei der Produktion sehr hoch.
- *Kork* ($\lambda = 0,045$ W/mK): Dämmkorkplatten werden heute ohne Zugabe anderer Stoffe hergestellt, sie werden durch das eigene Harz gebunden. Verwendung finden sie als Teil eines Wärmeverbundsystems, Trittschalldämmung oder als Ausgleichsschüttung in Form von Korkschrot. Der gute Wärmedämmwert vereint sich mit einer hohen Wärmespeicherfähigkeit, weiters ist das Material diffusionsoffen und resistent gegen Schädlingsbefall und Fäulnis. Zu beachten gilt der starke Eigengeruch, der bei Anwendung im Innenraum beachtet werden muss. Ökologisch gesehen ist der Anbau von Korkeichen sinnvoll, allerdings sind die langen Transportwege ein Negativaspekt. Zudem ist der Stoff relativ teuer.

- *Holzfasern* ($\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$): Ausgangsstoff sind Resthölzer aus Fichten- und Kiefernholz, die zu Holzweichfaserplatten verarbeitet werden. Die Anwendung erfolgt v.a. im Dachbereich, aber auch als Fassadendämmplatten als Teil eines Wärmeverbundsystems. Sie sind diffusionsoffen und haben eine hohe Wärmespeicherfähigkeit. Feuchtigkeitsresistente Platten sind bitumenbeschichtet und sollten deshalb im Innenbereich nicht angewendet werden.
- *Schaumglas* ($\lambda = 0,042 \text{ W/mK}$): Wird zu 66% aus Recyclingglas hergestellt und zu Platten geschäumt. Durch seine geschlossenporige Struktur und die hohe Belastbarkeit ist es vielseitig einsetzbar, so z.B. für Perimeterdämmungen, Boden- und Dachdämmungen, im Sockelbereich oder auch als Innendämmung. Die Produktvariante Schaumglas-schotter dient als wärmedämmende Rollierung. Schaumglas ist praktisch wasser- und dampfdicht, frost- und witterungsbeständig, schädlings- und säureresistent, unbrennbar und extrem langlebig. Auch die Bearbeitung gestaltet sich mit einer Handsäge relativ einfach. Der Energieaufwand bei der Herstellung ist relativ hoch, auch der Preis. Allerdings gleicht sich dies auf Grund der Langlebigkeit und des großen Einsatzspektrums wiederum aus. Bei Umkehrdächern und im Bereich der erdberührten Wände ist Schaumglas die einzige Alternative zu Kunststoffdämmstoffen.
- *Schafwolle* ($\lambda = 0,040\text{-}0,042 \text{ W/mK}$): Wird als Dämmfilz, Matte, Trittschalldämmplatte und als Stopfwohle angeboten. In Bereichen mit hoher statischer Belastung kann Wolle nicht eingesetzt werden, auch sonst ist sie in ähnlichen Bereichen wie Hanf und Flachs anwendbar. Schafwolle eignet sich gut für Holzkonstruktionen, da sie sich dem Arbeiten des Holzes anpasst und bis zu einem Drittel ihres Eigengewichtes Feuchtigkeit aufnehmen kann. Schafwolle muss gegen Mottenbefall geschützt werden. Ökologisch gesehen ist extensive Schafhaltung ein Beitrag zur Erhaltung der Kulturlandschaft, lediglich die möglichen langen Transportwege können ein Problem darstellen.
- *Flachs* ($\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$): Wird aus Abfällen (Kurzfasern) der Flachsproduktion gewonnen. Die Anwendungsmöglichkeiten und Eigenschaften sind mit denen von Hanf mehr oder weniger ident.
- *Zellulose* ($\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$): Wird aus altem sortiertem Zeitungspapier hergestellt und meist unter Druck in Hohlräume von Dach-, Decken- und Wandkonstruktionen eingeblasen und ergibt somit eine winddichte und passgenaue Wärmedämmung ohne Verluste. Der Stoff ist diffusionsoffen, feuchteregulierend, schimmelbeständig, ungezieferresistent und wiederverwendbar. Es sind auch gebundene Platten erhältlich, bei Bedarf kann es auch nass auf eine senkrechte Wand aufgespritzt werden. Unter den ökologischen Dämmstoffen gehört es zu den preisgünstigsten.
- *Glaswolle, Steinwolle* ($\lambda = 0,039\text{-}0,040 \text{ W/mK}$): Beides sind ähnliche Produkte und werden unter dem Begriff Mineralfaserdämmstoff zusammengefasst. Sie sind entweder als Filz oder als Platte erhältlich und auch bei hohen Temperaturen einsetzbar. Anwendbar sind sie für alle Bereiche außer Umkehrdach und erdberührten Bauteilen. Sie sind nicht brennbar, nicht verrottbar, diffusionsoffen

und leicht zu verarbeiten. Wichtig ist, dass der Dämmstoff gegen Feuchtigkeit geschützt wird, da die Wärmeleitfähigkeit schon bei geringer Durchfeuchtung stark ansteigt. Die Herstellung der Stoffe bringt einen hohen Energieaufwand mit sich, zudem werden sie auf Grund der möglicherweise krebserzeugenden Mineralfaserstäube seit langem kritisch diskutiert. Neben Polystyrol zählt die Mineralwolle zu den am häufigsten angewendeten Dämmstoffen.

- *Expandiertes Polystyrol EPS* ($\lambda = 0,036-0,044$ W/mK): Wird aus Erdöl hergestellt und ist deshalb auch nur begrenzt vorhanden. Die weißen EPS-Platten sind billig, vielseitig anwendbar und werden weltweit sehr häufig eingesetzt, so z.B. als Dämmung unter Estrichen, Fassadenplatten, Deckendämmplatte oder auch am Dach. Zusätzlich kann es als Granulat zementgebunden in Schüttungen verwendet werden, hat aber dann wesentlich verschlechterte Dämmwerte. Die Nachteile sind, abgesehen von der begrenzten Verfügbarkeit und der umweltbelastenden Herstellung, das schlechte Brandverhalten in Form von starker Rauchentwicklung, Recyclingmöglichkeit nur in reiner Form (was am Bau selten vorkommt) und die schlechte UV-Beständigkeit.
- *Extrudiertes Polystyrol XPS* ($\lambda = 0,032$ W/mK): Auch XPS hat als Ausgangsrohstoff Erdöl, wird im Gegensatz zu EPS allerdings mit Treibgasen (inzwischen meist CO_2) aufgeschäumt. Die bunten Platten finden auf Grund des hohen Diffusionswiderstandes und der hohen Belastbarkeit v.a. in Nass- und Feuchtbereichen (Perimeterdämmung, Balkone, Sockelbereiche) sowie bei lastabtragenden Dämmungen Anwendung. Inzwischen gelten XPS-Platten als

ökologisch tolerierbar, da sie anstatt mit dem früher verwendeten FCKW nun mit CO_2 hergestellt werden, das aus der Atmosphäre entnommen wird. Platten, die vor 1993 montiert wurden, müssen allerdings speziell entsorgt werden und zudem sollte man billige Importware meiden. Nachteile sind wie bei EPS die starke Qualmbildung im Brandfall und die schlechte UV-Beständigkeit.

- *Polyurethanschaum PUR* ($\lambda = 0,025-0,030$ W/mK): Wird aus Erdöl und aus Rübenzucker gewonnenem Alkohol hergestellt. Besonders als alukaschierte Platte werden äußerst gute Dämmwerte erzielt (allerdings sind diese Produkte häufig mit HFCKW geschäumt). Zusätzlich ist PUR auch noch als Ortsschaum erhältlich, mit dem Fenster und Türen abgedichtet werden können. Die Platten werden hauptsächlich für Aufdachdämmungen verwendet, sowie zur Kessel-, Rohr- und Boilerisolierung. Die Platten sind nicht recyclingfähig und im Brandfall sind sie stark gesundheitsgefährdend, da toxische Gase entweichen. Das Material ist durch Herstellung und Verwendung ökologisch sehr bedenklich.
- *Aerogel* ($\lambda = 0,02$ W/mK): Zählt zu den mikroporösen Dämmstoffen, welche ursprünglich für die Raumfahrt entwickelt wurden. Es wird vorwiegend aus Silikaten hergestellt und ist ein Gel aus Nanoporen in einer Größe von 5 Millionstel Millimetern. Aerogele sind extrem leicht und extrem hitzebeständig und verändern die Dämmeigenschaften auch bei großen Druckunterschieden nicht. Die intensive Forschung und Entwicklung begann erst vor wenigen Jahren, somit sind für die Zukunft noch einige Verbesserungen zu erwarten.

- **Vakuumdämmung** ($\lambda = 0,004 \text{ W/mK}$): Vakuumisolationspaneele sind evakuierte Dämmplatten aus druckstabiler, mikroporöser Kieselsäure, die mit einer metallisierten Kunststoffolie zur Erhaltung des Vakuums ummantelt werden. Durch die extrem geringe Wärmeleitfähigkeit kann ein 2 cm dickes Paneel die gleiche Dämmwirkung wie 20 cm Polystyrol erreichen. Vakuumdämmplatten kommen dann zum Einsatz, wenn eine gute Wärmedämmung erwünscht, aber nur geringe Bauteilstärken möglich sind. Sie sind allerdings sehr teuer und müssen beschädigungssicher eingebaut werden können. Aber selbst wenn die Schutzfolie zerstört wird und somit kein Vakuum mehr vorhanden ist, garantiert der Hersteller noch immer einen Wert von $\lambda = 0,02 \text{ W/mK}$. Das Schneiden der Platten vor Ort ist nicht möglich, sie müssen nach Maß angefertigt werden.
- **Transparente Wärmedämmung**: Während bei einer konventionellen Wärmedämmung versucht wird, den Wärmefluss von innen nach außen zu unterbinden bzw. zu verringern, sollen durch die transparente Wärmedämmung zusätzliche solare Gewinne ins Haus gebracht werden. Die Systeme reichen von transparenten Kunststoffplatten aus Granulat bis hin zu Papierwabenstrukturen, die mit Glas abgedeckt werden. Durch das massive Mauerwerk ergibt sich eine erwünschte zeitliche Verschiebung des Wärmeeintrags in die Abendstunden. Der Energiegewinn beträgt bei Südfassaden bis zu 120 kWh/m^2 im Jahr. Im Sommer ist allerdings die Überhitzungsproblematik von Ost- und Westfassaden nicht zu unterschätzen, Verschattungsmöglichkeiten, die oft sehr teuer sind, sind hier vorzusehen. Bei Teilbelegung von Wänden ist zudem die Rissgefahr durch zu starke Temperaturschwankungen zu beachten.

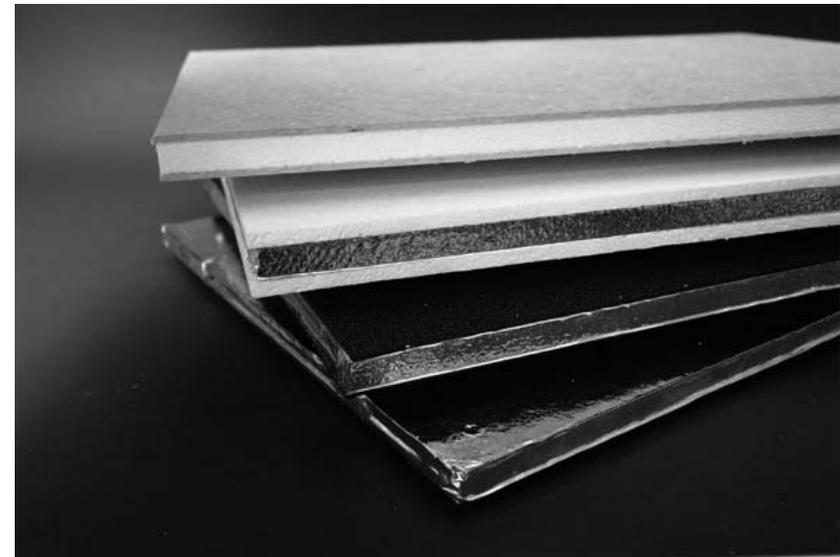


Abb. 18: Hauchdünne Vakuumpaneele

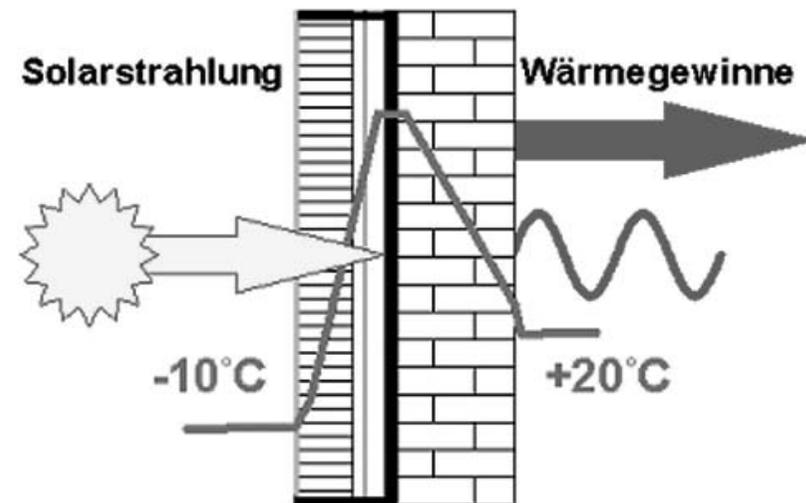


Abb. 19: Funktionsweise einer transparenten Wärmedämmung
Klimagerechte Entwürfe für Bauernhäuser in Südtirol | 45

Weiters ist anzumerken, dass eine transparente Wärmedämmung wesentlich teurer ist als eine konventionelle, in bestimmten Sanierungsfällen aber eine sinnvolle Alternative darstellen kann.

- *Zukunft:* Als Weiterentwicklung der Vakuumpaneele wird derzeit an schaltbaren Dämmungen geforscht. Diese Paneele beinhalten einen Glasfaserkern und können von hochwärmedämmend in relativ gut wärmeleitend umgeschaltet werden. Dieser Schaltvorgang wird durch eine kurze elektrische Aufheizung ausgelöst, mit dem gebundener Wasserstoff freigesetzt wird. Dadurch wird der Druck im Glasfaserkern erhöht und die Wärmeleitfähigkeit steigt. Bei Abkühlung wird der Wasserstoff wieder resorbiert und die Dämmfähigkeit steigt. Verschattungsmaßnahmen wie bei transparenter Wärmedämmung sind somit nicht mehr nötig.

[42][43]

Welchen Dämmstoff der Bauherr und der Architekt schlussendlich auswählen, bleibt ihnen selbst überlassen. Prinzipiell gibt es keine „guten“ oder „schlechten“ Baustoffe, alle gängigen Arten haben ihre Berechtigung und ihre speziellen Anwendungsbereiche. Man kann hier ganz nach persönlichen Vorlieben entscheiden. Die ökologische Verträglichkeit war und wird immer ein Streitfall bleiben. Allerdings bin ich der Meinung, dass unabhängig davon, ob ein Dämmstoff für Herstellung, Transport und Einbau vergleichsmäßig viel oder wenig Energie benötigt, die eingesparte Energie und der reduzierte CO₂-Ausstoß, welche durch die Dämmmaßnahmen

bewirkt werden, ein Vielfaches davon ausmacht. Allerdings kann man trotzdem versuchen, ökologische und nachwachsende Stoffe den begrenzt vorhandenen und umweltschädlicheren zu bevorzugen.

Eine andere Frage ist, auf welcher Seite des Bauteils die Wärmedämmung vorgesehen wird. Prinzipiell gilt, dass eine Außendämmung im Normalfall einer Innendämmung vorgezogen werden sollte. Ausnahmen sind denkmalgeschützte Fassaden, rechtliche Probleme bei Grundstücksgrenzen oder bei selten benutzten Gebäuden, die schnell aufgeheizt werden müssen (Kirchen, Wochenendhäuser).

Die Dämmwirkung bleibt bei gleicher Stärke bei beiden Alternativen dieselbe. Allerdings sind bei Innendämmungen Wärmebrücken unvermeidlich und zudem verkleinern hohe Dämmstärken die Wohnraumfläche erheblich. Zudem ist bei Innendämmungen zu beachten, dass das Aufhängen schwerer Lasten möglicherweise erschwert wird oder Heizkörper und Lichtschalter versetzt werden müssen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist der Temperaturverlauf in der Wand. Während bei Außendämmungen das Mauerwerk durch die Dämmung geschützt ist und durchgehend warm ist, ist es bei Innendämmungen genau umgekehrt. Dadurch, dass das Mauerwerk selbst ungeschützt ist und kalt bleibt, ist es im Winter Frostschäden ausgesetzt. Somit kann es bei Anbringung einer Innendämmung schon vorkommen, dass in der Wand liegende Wasserleitungen zufrieren. Innendämmungen vermindern zusätzlich die Speicherfähigkeit. Dies muss allerdings kein Nachteil sein, da somit Räume schneller aufgeheizt werden können.

⁴² ENERGIESPARHAUS.AT: Dämmstoffe, <http://www.energiesparhaus.at/gebaeudehuelle/daemmstoffe.htm>, Letzter Zugriff 03.08.2007

⁴³ AUTONOME PROVINZ BOZEN, AMT FÜR ENERGIEEINSPARUNG: Wärmedämmung an Gebäuden, S. 17ff

Bei den Herstellungskosten gibt es ebenfalls Unterschiede. So ist die Anbringung einer Innendämmung normalerweise unkomplizierter und billiger, da kein Aushub oder Gerüst nötig ist und das Wetter keine Rolle spielt. Wird eine Außendämmung allerdings zusammen mit ohnehin nötigen Putzausbesserungen oder Fassadenanstrich durchgeführt, so ist dies kosteneffektiver.^[44]

Zusätzlich zur Wärmedämmung ist aber wie gesagt auch eine wärmebrückenfreie Konstruktion erforderlich. Man unterscheidet zwischen geometrischen und konstruktiven Wärmebrücken. Geometrische Wärmebrücken entstehen dort, wo eine Richtungsänderung der Bauteile vorliegt, wie bei Gebäudeecken oder Erkern. Ersichtlich wird dies v.a. an den Oberflächentemperaturen, die Ecken zählen zu den kältesten Regionen an der Wand. Konstruktive Wärmebrücken sind dort zu finden, wo Materialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit ein Außenbauteil mit niedrigerer durchdringen. Solche Wärmebrücken können weitgehend vermieden werden indem auskragende Bauteile, wie Betonbalkone, Fensterstürze, Stahlbetonstützen und dergleichen ausreichend gedämmt werden oder gar darauf verzichtet wird. Die Maßnahmen zur Dämmung müssen detailliert geplant und vom Handwerker auch sachgemäß durchgeführt werden.^[45]

⁴⁴ ENERGIESPARHAUS.AT: Innendämmung oder Außendämmung?, http://www.energiesparhaus.at/gebaeudehuelle/innen_aussen.htm, Letzter Zugriff 06.08.2007

⁴⁵ VERBRAUCHERZENTRALE SÜDTIROL: Wärmebrücken, <http://www.consumer.bz.it/17v26269d25740.html>, Letzter Zugriff 04.08.2004

Zur Vermeidung von Wärmeverlusten gehört auch eine winddichte bzw. luftdichte Gebäudehülle. Denn die beste Wärmedämmung nützt nichts, wenn durch unsachgemäße Ausführung der Konstruktion unkontrollierte Lüftungswärmeverluste auftreten. Diese können ohne weiteres bis zu 50% des Heizwärmebedarfs ausmachen und fallen umso mehr ins Gewicht, je besser die Gebäudehülle gedämmt ist. Luftdichte Gebäudehüllen vermeiden zudem Zugerscheinungen und sog. Kaltluftseen am Boden. Auch ein möglicher Tauwasserausfall innerhalb der Konstruktion wird vermieden.

Besonders anfällig sind, aber nicht nur, Bauten in Leicht- und Holzbauweise. Ursachen sind z.B. kleinste Fugen in der Dampfbremse, bei Fensteranschlüssen, Dachfenstern, Kamindurchführungen oder Dachanschlüssen. Durch eine 1 mm breite und 1 m lange Fuge kann pro Tag bis zu 800 g Feuchtigkeit in die Konstruktion gelangen (bei dichter Dampfbremse nur 0,5 g), was den Dämmwert auf einem Quadratmeter zudem um das Fünffache verschlechtern kann.^[46] Luftdichte Materialien sind z.B. ein durchgehender Innenputz auf Mauerwerken, OSB-Platten oder armierte Baupappen. Nicht geeignet sind Holzweichfaserplatten oder Nut- und Federschalen. Auch Gipskartonplatten sind geeignet, allerdings nur bei extra abgedichteten Fugen. Luftdichte Ebenen müssen immer raumseitig angebracht werden.

Anzumerken bleibt, dass luftdicht nicht gleichbedeutend mit winddicht ist. Während die Luftdichtheit

⁴⁶ AUTONOME PROVINZ BOZEN, AMT FÜR ENERGIEEINSPARUNG: Wärmedämmung an Gebäuden, S. 51



Abb. 20: Blower-Door-Messung in einer Terrassentür

Lüftungswärmeverluste sowie das Eindringen von Feuchtigkeit in die Konstruktion verhindern soll, so verhindert eine winddichte Ausführung das Eintreten von vorbeiströmender Außenluft (Wind) und somit ein Durchspülen der Wärmedämmung. Besonders anfällig dafür sind Dachkonstruktionen, wo dem Problem allerdings durch die Anbringung einer diffusionsoffenen Unterspannbahn an der Konstruktionsaußenseite entgegengewirkt werden kann.

Die Messung der Luftdichtheit erfolgt durch den sog. Blower-Door Test. Dazu wird in eine Tür, idealerweise eine Terrassentür oder ein großes Fenster, ein Ventilator eingespannt, der einen Unter- oder Überdruck von 50 Pascal

erzeugt (entspricht einem Winddruck von 30 km/h). Der für diesen Druck notwendige Luftstrom wird gemessen (sogenannter "n_{L50}-Luftwechsel") und anschließend auf das Raumvolumen bezogen. Grenzwerte hierfür sind 1,5 h⁻¹ für Gebäude mit Lüftungsanlagen und 0,6 h⁻¹ für Passivhäuser.

Die Durchführung des Tests sollte nach Fertigstellung der dichten Ebenen und unbedingt vor Beginn des Innenausbaus durchgeführt werden, da ansonsten eventuelle Ausbesserungsarbeiten nur mehr erschwert durchzuführen sind. Gleichzeitig sollten mögliche undichte Stellen mittels Wärmebildkameras oder Rauchfahnen ausfindig gemacht werden.^[47]

Kontrollierte Wohnraumlüftung

Eine kontrollierte Wohnraumlüftung ist einer der wesentlichen Bestandteile des Passivhauskonzeptes. Die Lüftungsanlage versorgt die Wohn- und Schlafräume mit Frischluft und führt gleichzeitig Feuchtigkeit, Gerüche und andere Luftbelastungen wieder ab. Ein weiterer Vorteil liegt in der Vermeidung von Heizwärmeverlusten, die bei konventionellen Gebäuden durch Fensterlüftung hervorgerufen wird, durch einen Wärmetauscher mit Wärmerückgewinnung.

Das Prinzip der Wärmerückgewinnung funktioniert in der Art, dass die warme Abluft im Wärmerückgewinnungsgerät an der frischen Zuluft vorbeiströmt und diese erwärmt. Es gibt die etwas billigeren und häufig verwendeten Plattenwärmetauscher und die etwas verbrauchsintensiveren aber auch effizienteren Rotationswärmetauscher. In Kombination mit einem Erdwärmetauscher wird die Frischluft im Winter auf bis zu 16°

⁴⁷ ENERGIESPARHAUS.AT: Dichtheitsmessung mit Blower-Door-Test, <http://www.energiesparhaus.at/fachbegriffe/blowerdoor.htm>, Letzter Zugriff 06.08.2007

C vorgewärmt und muss nur mehr geringfügig durch eine konventionelle Heizung auf Raumtemperatur gebracht werden. Genauso wie im Sommer die Zuluft abgekühlt werden kann. Dazu in den nächsten Kapiteln aber mehr.

Prinzipiell kann man 3 verschiedene Arten von Lüftungsanlagen unterscheiden: zentrale Lüftungsanlagen, dezentrale Lüftungsgeräte in den zu belüftenden Räumen und reine Abluftanlagen. Letztere haben keine Wärmerückgewinnung, bieten somit nur eine sehr geringe Heizkostenersparnis und sind deshalb für Passivhäuser nicht geeignet. Eine Komfortverbesserung findet allerdings trotzdem statt. Sie sind v.a. für Altbauten geeignet, da dort ein nachträglicher Einbau der erforderlichen Rohrleitungen meist nur sehr schwer möglich ist.

Zentrale Lüftungsgeräte gibt es wiederum in 2 Varianten. Entweder mit Zu- und Abluftöffnungen in jedem Raum oder die wesentlich kostengünstigere Variante mit Zuluftöffnungen in Wohn- und Schlafräumen und die Abluftöffnungen in Küche, Bad und WC. Bei der ersten ist zwar jeder Raum einzeln steuerbar, durch den erhöhten Rohrbedarf steigen allerdings auch der Platzbedarf und die Kosten. Die zweite Variante benötigt klarerweise weniger Rohre, allerdings kann es auch zu sog. Luftkurzschlüssen kommen, Vermischungen der Luftströme sind möglich. Überluftstromöffnungen bei den Innentüren sind für die Luftzirkulation notwendig (können aber relativ einfach hergestellt werden, z.B. durch Türspalt).

Dezentrale Lüftungsgeräte in den einzelnen Räumen sind etwas kostengünstiger und sollten v.a. dann eingesetzt werden, wenn nur einzelne Räume belüftet werden sollen. Sie sind auch nachträglich leicht installierbar. Allerdings ergeben sich auch

einige Nachteile. So ist der Wirkungsgrad gegenüber zentralen Geräten niedriger und es können eventuell auch Lärmprobleme auftreten, da sich das Gerät unmittelbar im Raum befindet. Die Luftkonditionierung (Be- oder Entfeuchtung, Filtration) ist auch nur schwer möglich. Mit zunehmender Anzahl an zu belüftenden Räumen werden

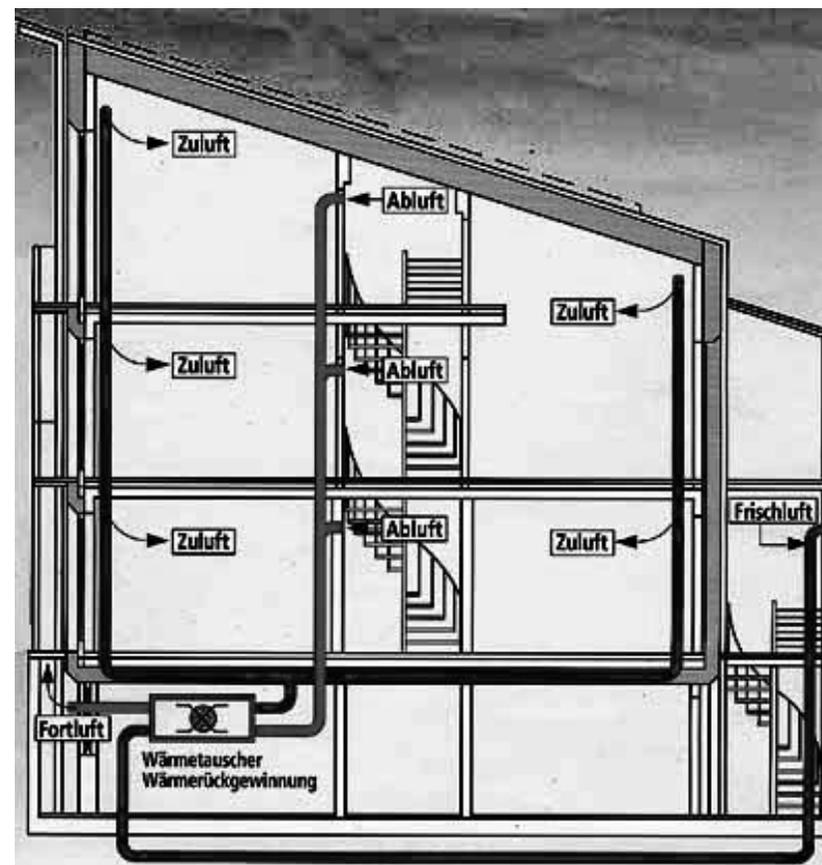


Abb. 21: Funktionsweise einer kontrollierten Wohnraumlüftung

dezentrale Anlagen immer weniger rentabel, da mehrere Geräte notwendig sind und somit Betriebs- und Wartungskosten steigen.^[48]

Die Feuchtigkeitsregulierung ist ein wichtiger Aspekt, da die im Winter angesaugte, kalte Luft nach der Erwärmung extrem trocken wird. Luftbefeuchter sind nur bei zentralen Belüftungsanlagen Standard, das Problem kann aber durch feuchte-regulierende Materialien in den Räumen, wie z.B. Lehmputze, minimiert werden.

Die Kosten für die einzelnen Anlagen für ein Einfamilienhaus sehen wie folgt aus: eine reine Abluftanlage kostet € 2.500 bis € 3.100 und verursacht an die € 40 Stromkosten pro Jahr. Ein System von 6 dezentralen Lüftungsgeräten hat denselben Strombedarf, kostet aber um die € 6.300. Am teuersten ist eine zentrale Anlage: Installationskosten von € 8.000 bis € 10.000 stehen Betriebskosten von 60 € pro Jahr im Dauerbetrieb gegenüber.

Wie viel Heizenergie tatsächlich eingespart wird, kann man aber nicht exakt sagen, es hängt vom ursprünglichen Lüftungsverhalten der Bewohner ab. Ausgehend von einem durchschnittlichen Lüftungsverhalten kann man, abhängig vom Wirkungsgrad der Anlage, 20 bis 40% an Heizkosten sparen. Wurde vor Einbau der Lüftungsanlage sehr wenig bis gar nicht gelüftet, so kann der Einbau der Lüftungsanlage sogar zu höheren Heizkosten führen, wobei in diesem Fall aber nicht die Heizkosten, sondern die Lufthygiene im Vordergrund stehen sollten.^[49] Die benötigte Primärenergie für Lüftungsanlagen

sollte immer niedriger sein als die effektive Heizkostenersparnis. Die elektrische Antriebsleistung des Ventilators sollte deshalb für ein Einfamilienhaus bei dezentralen Anlagen unter 50 W und bei zentralen unter 100 W liegen.

Wirklich wirtschaftlich sind Lüftungsanlagen noch nicht, allerdings sollte die Investition v.a. aus lufthygienischen Gründen erfolgen. Denn neben der Heizenergieersparnis gibt es auch noch andere wesentliche Vorteile. Man hat immer hygienische Luftverhältnisse im Haus, Schadstoffe, Feuchtigkeit, Gerüche und CO₂ werden konsequent abgeführt. Durch spezielle Filter kann die Zuluft von Schadstoffen und Schmutzpartikeln gesäubert werden, ebenso wie die Pollenbelastung, was für Allergiker einen großen Vorteil birgt. Dadurch, dass keine Fenster zum Lüften geöffnet werden müssen, verringert sich auch die mögliche Lärm- und Geruchsbelastung.

Die Lüftungsanlage sollte aber immer als Teil eines Systems gesehen werden, da nur ein Zusammenspiel aller Komponenten in einem Passiv-/Klimahaus zu einer optimalen Lösung beiträgt. Lüftung, Heizung und Warmwasseraufbereitung sollten daher immer gemeinsam betrachtet werden oder im Idealfall sich gegenseitig ergänzen.

⁴⁸ ENERGIESPARHAUS.AT: Kontrollierte Wohnraumlüftung, <http://www.energiesparhaus.at/energie/lueftung.htm>, Letzter Zugriff 06.08.2007

⁴⁹ VERBRAUCHERZENTRALE SÜDTIROL: Kontrollierte Wohnraumlüftung, <http://www.consumer.bz.it/17v26269d28187.html>, Letzter Zugriff 07.08.2007

Wärmepumpen

Wie vorher erwähnt, sind Wärmepumpen eine ideale Ergänzung zu Lüftungsanlagen. Durch Nutzung der umweltfreundlichen Erdenergie kann ein wesentlicher Beitrag zur Erwärmung der Frischluft geleistet werden.

Eine Wärmepumpenanlage besteht immer aus 3 Hauptkomponenten, die um einen wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten, bestmöglich aufeinander abgestimmt sein sollten. Die erste ist die Anlage zur Erschließung der Wärmequelle. Dafür können das Grundwasser, das Erdreich oder die Umgebungswärme genutzt werden. Die zweite Komponente ist die Wärmepumpe selbst, die dafür sorgt, dass die in der Wärmequellenanlage gewonnene Energie auf ein nutzbares Temperaturniveau gehoben wird. Die Unterscheidung der Wärmepumpen erfolgt nach der Art der Wärmeabgabe (Wasser, Sole, Luft) und der Wärmeabgabe an den Raum (Wasser, Luft). Und die dritte Komponente ist schließlich die Wärmenutzungsanlage, welche die Wärmeenergie an den Raum abgibt (im besten Fall eine Fußbodenheizung).

Grundlage für jede Planung muss die Ermittlung der Normheizlast sein, sowie der erwartete Warmwasserbedarf. Dann sollte die Wahl der Wärmepumpe und des gesamten Heizsystems erfolgen. Gerade die Wahl der Wärmequelle ist von entscheidender Bedeutung, da sie über den wirtschaftlichen Betrieb und schlussendlich auch über die Zufriedenheit des Bauherrn entscheidet. Die ergiebigste und konstanteste Energiequelle ist erfahrungsgemäß das Grundwasser, da hier über das ganze Jahr verteilt relativ konstante Wassertemperaturen von 8 bis 10° herrschen. Auch

das Erdreich bietet gute Eigenschaften und hat mit den 4 möglichen Alternativen von Erd-, Kompakt- und Grabenkollektoren sowie Erdsonden vielseitige

Einsatzmöglichkeiten. Die Wärmequelle Luft ist verbunden mit minimalen Aufwendungen und einfachster Anbringung der Anlage, sie hat allerdings auch die größten Temperaturschwankungen.

- **Grundwasser:** ist wie bereits erwähnt die ergiebigste Quelle. Es wird mit Hilfe einer Förderpumpe über einen Saugbrunnen der Anlage direkt zugeführt und über einen Schluckbrunnen wieder in den Boden zurückgeführt.

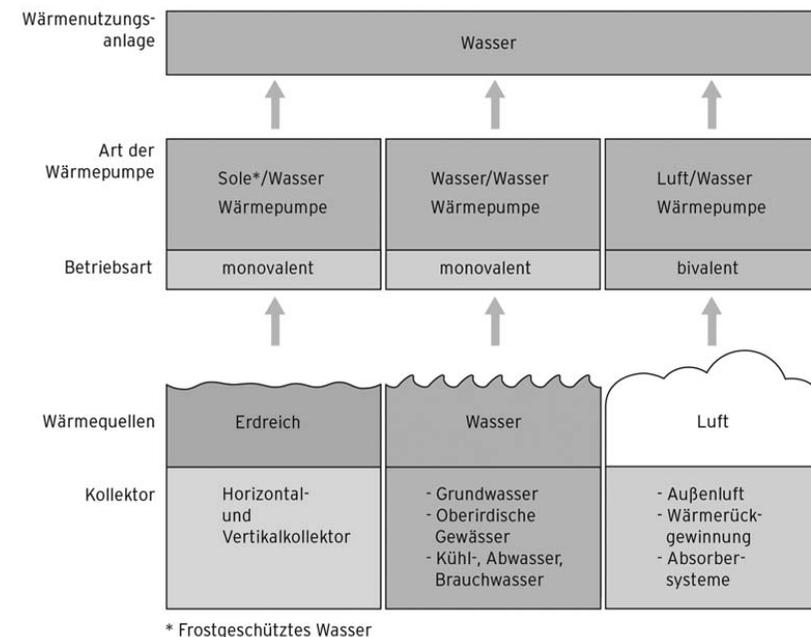


Abb. 22: Wärmepumpen und deren Möglichkeit der Energiegewinnung

Zwischen den beiden Brunnen ist ein Abstand von 15 m notwendig. Zu beachten gilt, dass die Nutzung des Grundwassers prinzipiell genehmigungspflichtig ist, sowie die Wasserqualität von erheblicher Bedeutung ist, da durch

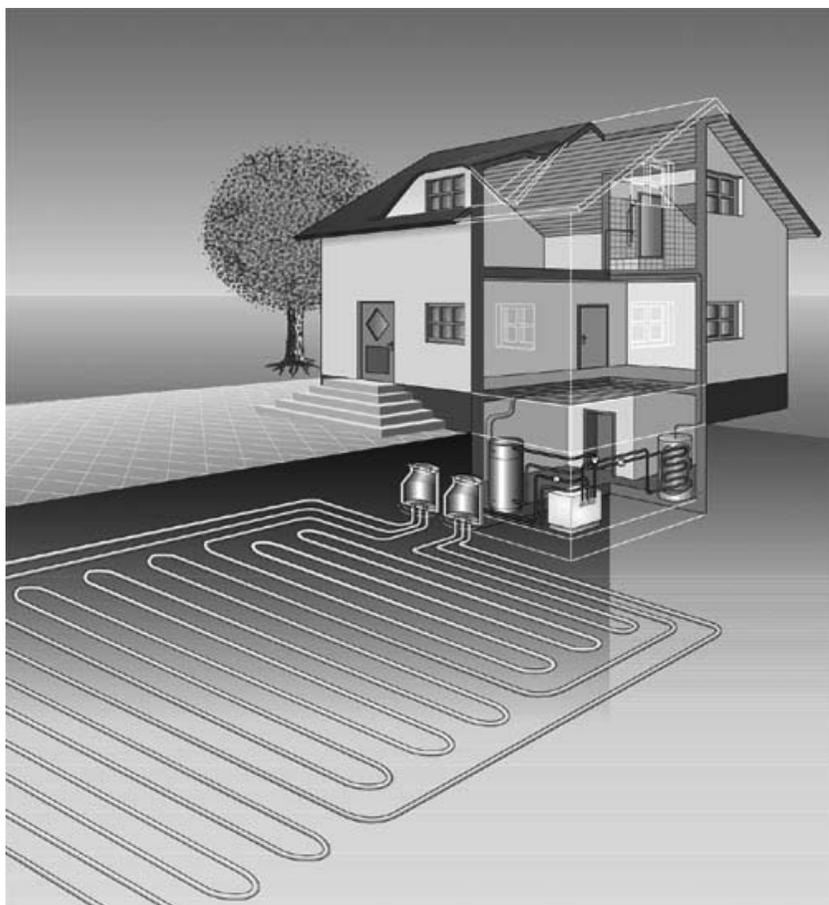


Abb. 23: Schematische Darstellung eines Erdkollektors mit Anbindung an das Heizungssystem

gewisse Inhaltsstoffe eine Korrosionsgefahr der Wärmepumpe gegeben sein könnte.

- **Brauchwasser:** eine Alternative zum Grundwasser können Ab- und Brauchwasser darstellen, denen ebenfalls Wärme entzogen werden kann.
- **Erdsonde:** ist besonders für kleine Grundstücke geeignet, wenn nicht genügend Platz für einen Erdkollektor vorhanden ist. Bei einem Einfamilienhaus wird eine Erdsonde von ca. 110 m benötigt, die über Tiefenbohrungen vertikal in den Boden eingebracht wird.
- **Erdkollektor:** besteht aus einem Rohrsystem, das großflächig in einer frostfreien Tiefe von ca. 1,5 m verlegt wird. Besonders gut geeignet ist diese Methode für große Grundstücke, da für ein Einfamilienhaus an die 250 m² Fläche im Erdreiche benötigt werden. Die richtige Dimensionierung ist sehr wichtig, genauso wie die Bodenbeschaffenheit.
- **Kompaktkollektor:** besteht aus mehreren Kollektormatten, die in 1,5 m Tiefe horizontal in das Erdreich eingebracht werden. Im Vergleich ist dieser Kollektor etwas günstiger, wird ein Kapillarrohrkollektor eingesetzt, so wird für ein Einfamilienhaus nur 112 m² Kollektorfläche benötigt. Die Größe einer Kollektormatte beträgt 100 × 60 cm.
- **Luft:** wird Luft als Wärmequelle hergenommen, so ist kein Eingriff in die Bausubstanz und kein Aushub von Nöten, wodurch diese speziell für den Altbau interessant wird. Da wie gesagt allerdings hohe Temperaturschwankungen

vorliegen, wird eine Luft/Wasser-Wärmepumpe gerne mit einem zweiten Wärmeerzeuger kombiniert.^[50]

Bei der Art der Wärmepumpen wird dann zwischen monovalenter (ein Energieträger) und bivalenter (mehrere Energieträger) Betriebsart unterschieden. Bivalent ist eine Luft/Wasser Wärmepumpe, monovalent entweder Wasser/Wasser oder Sole/Wasser. Soledurchströmte Erdwärmetauscher sind eine relativ neue Technologie, bei der durch eine 25 – 32 mm dicke Leitung ein Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch gepumpt wird. Diese Leitung benötigt kein Gefälle und kann z.B. zwei Mal um das Fundament des Hauses in bereits vorhandene Baugräben gelegt werden (in etwa 1,5 – 2,5 m Tiefe). An die Frischluftleitung der Lüftungsanlage wird ein Sole/Luft Wärmetauscher gehängt, der die Luft erwärmt oder abkühlt. Für 200 m³/h zu erwärmende Luft werden ca. 100 m Leitung benötigt. Die Herstellungskosten sind verhältnismäßig gering, dafür verbraucht die Soleumwälzpumpe etwas mehr Energie. Weitere Vorteile sind die stufenlose Regulierbarkeit und der Wegfall hygienischer Probleme, wie sie zum Beispiel bei Luft-Erdleitungen auftreten können.^[51]

Etwas problematischer sieht die Sache bei Altbauten aus, da oft bauliche Gegebenheiten vorliegen, die keine idealen Voraussetzungen für Wärmepumpen darstellen. Das größte Problem stellen hier meistens die vorhandenen Heizflächen dar. Bilden Flächenheizungen mit Vorlauftemperaturen von 35°C den Idealfall, sind im Baubestand meistens Radiatorenheizungen vorhanden, die noch auf

Vorlauftemperaturen von 75°C ausgelegt wurden. Deshalb ist zu prüfen, ob die Wärmepumpe diesem Umstand überhaupt gerecht wird oder zusätzliche Flächenheizelemente installiert, bzw. die Hüllflächen des Gebäudes zusätzlich gedämmt werden müssen. Andererseits gibt es auch Geräte am Markt, die bereits Vorlauftemperaturen von 65°C erreichen. Ein weiteres, nicht zu vernachlässigendes Problem kann die Montage der Wärmepumpe darstellen, da diese doch erhebliche Größe und Gewicht aufweist. Auch beachtet werden muss die richtige Dimensionierung des Pufferspeichers. Die Größe ist so auszulegen, dass auch eventuelle Sperrzeiten überbrückt werden können. Die daraus resultierende Speichergröße muss auch räumlich untergebracht werden. Als einfache Alternative bietet sich die Sanierung des Heizsystems mit neuen Fußbodenheizungssystemen an.^[52]

Heizung

Die Definition eines Passivhauses besagt zwar, dass es ein Gebäude ist, in dem eine behagliche Temperatur sowohl im Winter als auch im Sommer ohne separates Heiz- bzw. Klimatisierungssystem zu erreichen ist, allerdings sollte man auf ein zusätzliches Heizsystem dennoch nicht verzichten. Wobei das benötigte Heizsystem nicht mit dem eines konventionellen Wohnhauses zu vergleichen ist, da die erforderliche Heizlast unter 10 W/m² liegt. Dabei gibt es zwei verschiedene Parameter zu beachten: die Wahl des Systems der Wärmeabgabe und die des Energieträgers.

⁵⁰ SCHELLHORN: Wärmepumpen – Umweltfreundliche Technik planen, DBZ 2|2007, S. 70ff

⁵¹ ENERGIESPARHAUS.AT: Soledurchströmte Erdwärmetauscher, <http://www.energiesparhaus.at/energie/erdwaermetauscher.htm>, Letzter Zugriff 07.08.2007

⁵² SCHELLHORN: Wärmepumpen – Umweltfreundliche Technik planen, DBZ 2|2007, S. 74

- *Zuluftvorwärmung*: ist wahrscheinlich die gängigste Form der Wärmeabgabesysteme. Mit der Zuluft, die vom Wärmerückgewinnungsgerät kommt und über die Belüftungsanlage wieder verteilt wird, kann gerade so viel Heizwärme transportiert werden wie benötigt wird. Somit ist kein zusätzlicher Heizungskreislauf notwendig und die erforderliche minimale Erwärmung kann im Lüftungsgerät integriert werden. Sog. Kompaktgeräte zur Lüftung, Heizung und Warmwasserbereitung sind seit einiger Zeit auf dem Markt und in allen möglichen Varianten und Kombinationen verfügbar.
- *Fußboden- und Wandflächenheizung*: erfüllen das Kriterium der Behaglichkeit noch um einiges besser als die Zuluftvorwärmung, v.a. in Kombination mit feuchtigkeitsregulierenden Materialien wie Lehm. Vor allem bei Badezimmern wird eine Fußboden- und Wandflächenheizung empfohlen, da man dort gerne höhere Temperaturen hat, die mit der Luftvorwärmung nicht ganz erreicht werden kann. Zu beachten gilt auch, dass sie relativ träge sind, d.h. sie eine gewisse Zeit zum Aufheizen brauchen.
- *Radiatoren*: können durchaus als sinnvolle Alternative gesehen werden, da sie ziemlich schnell reagieren können. Sie müssen aber nicht wie bei konventionellen Gebäuden unterhalb der Fenster angebracht werden und sollten möglichst groß dimensioniert werden, damit die Vorlauftemperatur gering gehalten werden kann.
- *Kachelofen*: eines der typischen Elemente jeder südtiroler Stube kann auch in einem Passiv-/Klimahaus ohne weiteres

Anwendung finden. Allerdings haben moderne Varianten mit ihren Vorgängern nur die gemütliche Ausstrahlung gemein. Ein Kachelofen reicht als einzige Wärmequelle völlig aus. Durch neue Brennraumkonstruktionen, getrennte Primär- und Sekundärluftführungen sowie elektronische Regelungseinrichtungen wird für einen optimalen Ausbrand und niedrigste Emissionswerte gesorgt. Mit eingemauertem Luft/Wasser Wärmetauscher kann die Energie für Heizung und Warmwasser aus dem Ofen geholt werden, gleichzeitig kann man entscheiden wie viel Strahlungswärme an den Raum abgegeben wird und wie viel in den Warmwasserspeicher fließt.

Auch bei der Wahl des Energieträgers gibt es mehrere Möglichkeiten, ökologisch und preislich gesehen. Zu beachten gilt dabei, dass in einem hochgedämmten Gebäude nur sehr wenig zusätzliche Heizwärme zugeführt werden muss (maximale Heizlast 10 W/m²) und deshalb auch die Heizungssysteme kleiner zu dimensionieren sind. Ein Problem stellen hier oft die am Markt erhältlichen Geräte dar, da diese meist zu groß dimensioniert sind. Deshalb empfiehlt es sich bei mehreren Wohneinheiten das Heizsystem zusammenzulegen um ein optimales Kosten-Nutzen-Verhältnis zu erreichen.

- *Wärmepumpe*: kann bei optimaler Planung und Auslegung den kompletten Heizbedarf übernehmen. Vorteilhaft sind hier die angebotenen Kompaktanlagen für zusätzliche Lüftung und Warmwasserbereitung. Der Platzbedarf im Haus ist relativ platzsparend und der Betrieb wartungsarm. Die Anschaffung bringt allerdings etwas höhere Kosten als bei anderen Systemen mit sich.

- **Holzpellets:** sind kleine zylindrische Presslinge aus naturbelassenen Holzresten und verbinden eine Holzheizung mit dem Komfort einer Ölheizung. Der Heizwert von 1 kg entspricht ca. dem eines halben Liters Heizöl, sie sind aber wesentlich billiger und ökologischer. Wie alle Holzfeueranlagen ist auch eine Pelletsheizung CO₂-neutral, d.h. es wird bei der Verbrennung nur so viel CO₂ freigesetzt, wie in der Natur gebunden wurde und auch bei der natürlichen Verrottung im Wald frei würde. Zudem erhält man in Südtirol bei einer Neuanschaffung einer Anlage eine Förderung von 30%. Ein Nachteil ist die Notwendigkeit eines eigenen Raumes für die Lagerung des Stoffes.
- **Stückholzkessel:** ist v.a. im landwirtschaftlichen Bereich einsetzbar. Neben den ökologischen Vorteilen gesellen sich

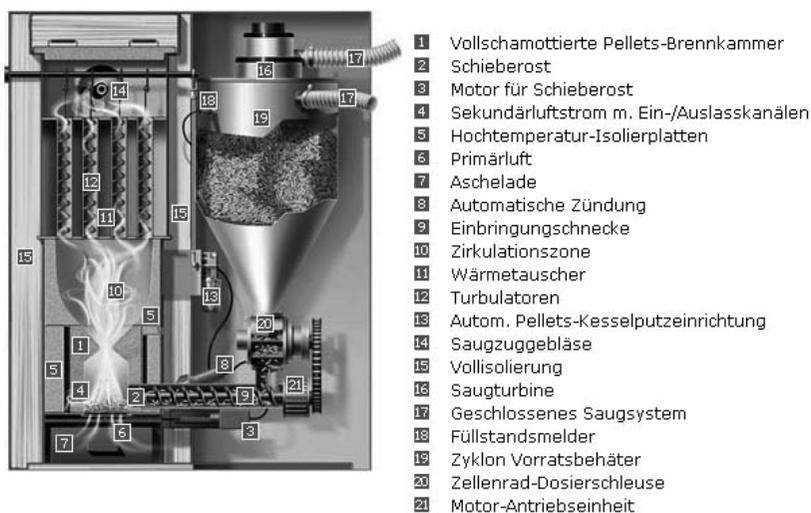


Abb. 24: Funktionsweise einer Holzpellets-Heizung

aber auch einige Nachteile wie z.B. der hohe Platzbedarf oder die regelmäßig nötige Nachfeuerung und Ascheentleerung. Sinnvoll ist die Kombination mit einem Pufferspeicher.

- **Hackschnitzelanlage:** ideal für die Landwirtschaft, da durch eigene Holzabfälle ein fast kostenloser Betrieb möglich ist. Die Anschaffungskosten hingegen sind relativ hoch und es besteht ein sehr hoher Platzbedarf. Sinnvoll und wirtschaftlich sind Hackschnitzelanlagen eigentlich nur ab einem Energiebedarf von mehr als 20 kW.
- **Fernwärme/Nahwärme:** sind besonders bei Biomassenetzen und Abwärmenutzung unübertroffen umweltfreundlich. Es ist kein Heizkessel von Nöten, diese Option ist also vergleichsweise günstig und gefahrlos. Einziger Nachteil ist, dass sie nicht überall verfügbar ist.
- **Brennwertgerät:** sind hochentwickelte Heizkessel mit Gas- und Ölfeuerung, die den Energieinhalt des Brennstoffes allerdings nahezu komplett ausnutzen, da auch die Kondensationswärme des Wasserdampfes in den Abgasen genutzt wird. Großdimensionierte Heizflächen sind sinnvoll, da niedrige Rücklauftemperaturen die Effektivität erhöhen. Es sind auch Kombinationen mit Solarelementen erhältlich. [53]

Um einen kleinen Vergleich der Kosten unter den einzelnen Systemen und Energieträgern anstellen zu können soll folgende Tabelle dienen:

⁵³ ENERGIESPARHAUS.AT: Energieträger, <http://www.energiesparhaus.at/energie/energietraeger.htm>, Letzter Zugriff 09.08.2007

<i>Anlage bzw. Brennstoff</i>	<i>Kosten</i>	<i>Preis pro kWh</i>
Heizöl	100%	€ 0,094
Erdgas	69%	€ 0,068
Holzpellets	64%	€ 0,045
Stückholz	54%	€ 0,028
Hackschnitzel	70%	€ 0,032
Fernwärme	61%	€ 0,081
Tiefenbohrung mit Wärmepumpe	80%	
Flächenkollektor mit Wärmepumpe	64%	

Für die Kosten dient der sog. Heizkesselbarometer als Grundlage. Dabei geht man von einem Gebäude mit einer Leistung von 15 kW und einem Jahresnutzenenergiebedarf von 15.000 kWh aus (entspricht einem Klimahaus C) und berücksichtigt die Anschaffungskosten sowie auch die nachher anfallenden Brennstoff- und Wartungskosten. Für den Preis pro kWh wurde ebenfalls selbiges Gebäude hergenommen. Dafür wurde der Preis pro Einheit durch den Energieinhalt des jeweiligen Brennstoffes dividiert. [54]

Fenster

Um den Punkt der Minimierung der Transmissionswärmeverluste abschließen zu können, müssen auch die Fenster betrachtet werden, die das Bindeglied zwischen Vermeidung von Verlusten und passiver Energiegewinnung sind.

Passivhausfenster sind dämmtechnisch zwar das schwächste Glied einer Fassade, allerdings auch auf dem aktuellsten Stand der Technik (zumindest im Bereich des Wärmeschutzes) und

gleichzeitig auch das Bauteil, das in den letzten Jahren die rasanteste Entwicklung hinter sich hat. Dabei sind 3 Dinge besonders wichtig: möglichst eine Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung, ein thermisch getrennter „Warm edge“-Randverbund und ein speziell gedämmter Fensterrahmen. Die Scheiben selbst sind beschichtet, um eine Wärmereflektion

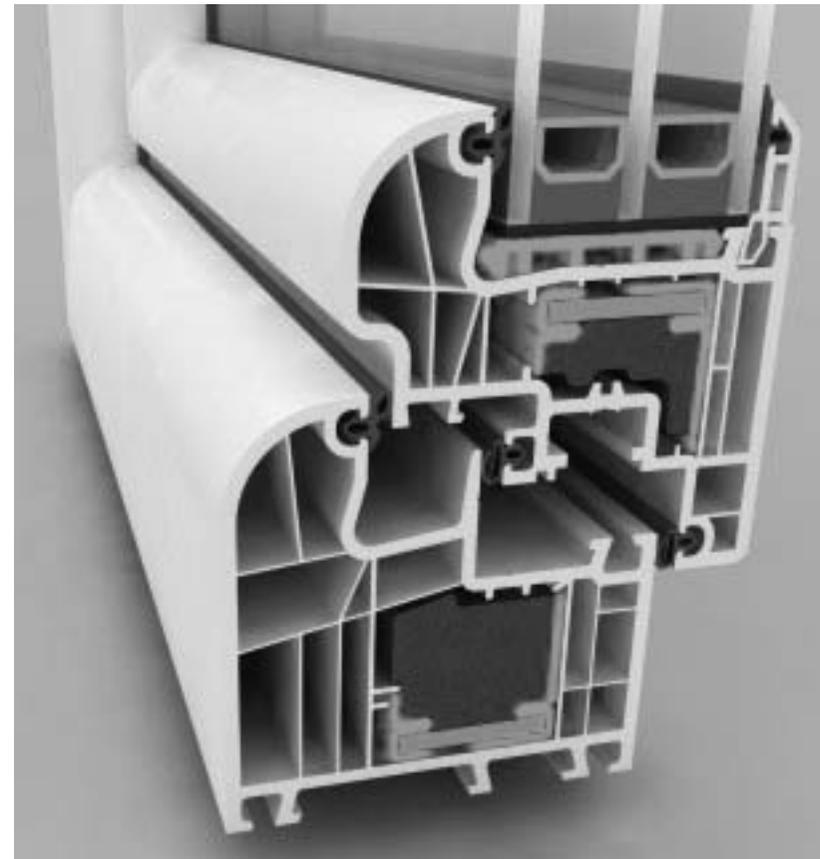


Abb. 25: Profil eines Passivhausfensters mit Dreifach-Verglasung

⁵⁴ VERBRAUCHERZENTRALE SÜDTIROL: Preisvergleich von Brennstoffen und Heizanlagen, <http://www.consumer.bz.it/17v116d28079.html> bzw. <http://www.consumer.bz.it/17v116d22674.html>, 09.08.2007

nach innen zu bewirken (z.B. mit einer niedrigemittierenden Low-E-Beschichtung). Die Zwischenräume sind zusätzlich mit Edelgasen wie Argon oder das etwas teurere und bessere Krypton gefüllt. Bei den Rahmen gibt es große Unterschiede: Kunststoffrahmen sind thermisch oft schlechter als Holz oder Holz/Alu-Rahmen. Für Passivhäuser sind zusätzlich Rahmen aus PU-Schaum erhältlich, es gibt auch sehr gute Rahmen mit Korkeinlage. Wie so oft bestimmt allerdings der Preis die Qualität (optimierte Profilformen und Material).

Während der Wärmedurchgangskoeffizient eines Fensters früher einfach aus dem Mittelwert der U-Werte von Verglasung und Rahmen ermittelt wurde, wird heute eine kompliziertere Berechnungsmethode angewandt, um Wärmebrücken berücksichtigen zu können.

$$U_w = (A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g) / A_w \quad [\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$$

U_w ... U-Wert des Fensters [m^2] (w=Window, engl. Fenster)

A_w ... Fläche des gesamten Fensters inkl. Rahmen

A_g ... sichtbare Verglasungsfläche [m^2] (g=glas, engl. Verglasung)

U_g ... ungestörter Glas U-Wert [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]

A_f ... Fläche des Rahmens [m^2] (f=Frame, engl. Rahmen)

U_f ... U-Wert des Rahmens [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]

I_g ... Umfang der Verglasung

Ψ_g ... Wärmebrückenverlustkoeffizient des Glasrandes in W/mK

Ein vom Passivhausinstitut zertifiziertes Fenster darf einen U-Wert von maximal $0,85 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ aufweisen.^[55]

Passivhausfenster mit Dreifachwärmeschutzverglasung haben auch in kalten Perioden immer eine Oberflächentemperatur von mehr als 17°C , wodurch die Fenster nicht mehr als „kältestrahlend“ empfunden werden. Heizkörper vor den Fenstern, wie sie allgemeiner Standard sind um die Behaglichkeit in den Bereichen davor zu erhöhen, sind nicht mehr nötig.

Auf eine gute Detaillösung bei den Fensteranschlüssen ist besonders Wert zu legen. So sollte die Wärmedämmung immer bis zum äußeren Fensterrahmen geführt werden und auf Rollläden bei Möglichkeit verzichtet werden, da durch den Kasten im Sturzbereich erhebliche Wärmebrücken entstehen.

Inzwischen haben so gut wie alle Fensterhersteller Passivhausfenster, in Südtirol Klimahausfenster, in allen möglichen Ausführungen und Standards im Angebot.

Neben der Vermeidung der Transmissionswärmeverluste steigern große Fensterflächen zudem auch Wohnkomfort und –qualität, bei entsprechender Südausrichtung kommt aber auch noch ein anderer wichtiger Punkt zum tragen: nämlich die passiven solaren Wärmegewinne, die einen großen Beitrag zum Energiehaushalt des gesamten Gebäudes darstellen.

⁵⁵ ENERGIESPARHAUS.AT: Fenster und Einbau, Verglasung und Rahmen, <http://www.energiesparhaus.at/gebaeudehuelle/fenster.htm>, Letzter Zugriff 01.08.2007

Solarenergienutzung

Nicht umsonst werden Passivhäuser oft auch als „solare Bauten“ bezeichnet. Schließlich kann man durch passive und aktive Solarenergienutzung erhebliche Wärme- und Energiegewinne erzielen. In Zukunft wird man um die Nutzung der Sonnenenergie ohnehin nicht mehr herumkommen, denn in Zeiten von drohenden Energiekrisen und Preisexplosionen in dieser Sparte erscheint es nahezu kontraproduktiv das unerschöpfliche Energiepotenzial der Sonne nicht zu nutzen. Selbst durch den schrägen Strahlungseinfall im Winter liefert die Sonne in Mitteleuropa noch immer an die 170 W/m^2 , ein Vielfaches von dem, was der Mensch tatsächlich verbraucht ($0,03 \text{ W/m}^2$ würden genügen). Sonnenenergie ist also unerschöpflich, überall verfügbar und zudem auch noch kostenlos. Gerade im Gebäudesektor lässt sich die Nutzung der Sonnenenergie in vielen Bereichen integrieren.

Allerdings greifen nicht alle Maßnahmen an jedem Standpunkt gleich, wichtig ist dabei, eventuelle natürliche Verschattungen zu beachten. Während solche Einschränkungen des Lichteinfalls in flachem Gelände selten vorkommen, ist dies in hügeligen und gebirgigen Gegenden ein nicht zu vernachlässigender Aspekt. Besonders in Südtirol, durch die

vielen Täler und Berge, muss genauestens analysiert werden, ob genug Sonnenstunden zur Verfügung stehen und somit ein wirtschaftlicher Einsatz von Elementen mit Solarenergienutzung gerechtfertigt werden kann.

Wie bereits vorher erwähnt, können große *südorientierte Fensterflächen* einen wesentlichen Beitrag zum Wärmehaushalt im Gebäude beitragen. Neben der verbesserten Wohnqualität durch den erhöhten Lichteinfall kann man sich dabei das Glashaus-Prinzip zu Nutze machen. Da Glas die Eigenschaft hat kurzwellige Sonnenstrahlung durchzulassen, langwellige Wärmestrahlung aber nicht, kann man das Gebäude sozusagen kostenlos aufheizen. Nützlich dabei ist, dass der Sonnenstand im Winter, wenn man die meiste Heizenergie benötigt, niedrig ist und somit idealerweise flach auf die Fensterflächen trifft. Im Sommer steht die Sonne zwar hoch, dennoch sollte man das Gebäude vor Überhitzung schützen. Dies ist normalerweise durch konstruktive Maßnahmen einfach realisierbar, es muss lediglich gegeben sein, dass die flache Strahlung im Winter möglichst ungehindert auf die Fenster treffen kann, im Sommer hingegen davon abgehalten wird. Dies können alle Arten von horizontalen Verschattungen sein, wie z.B. Balkone oder einfache Sonnenblenden.

Selbige Punkte gelten auch für *Wintergärten*, wo durch eine Hülle fast komplett aus Glas eine Art Mikroklima wie in einem Glashaus geschaffen wird. Ein Wintergarten wird oft als eine Erweiterung der Wohnfläche gesehen, bei optimaler Ausführung kann man damit aber auch Heizkosten sparen. Wichtig sind auch hier eine Verschattungsmöglichkeit und Lüftungsöffnungen um eine Überhitzung im Sommer zu vermeiden. Wärmetechnisch gesehen funktioniert er als Temperaturpuffer, der in Kombination mit speicherfähigen Bauteilen (Boden, Rückwand) im Winter die Wärme zeitversetzt an die Räume dahinter abgeben kann.



Abb. 26: Passivhaus mit aufgeständerten Sonnenkollektoren

Solarkollektoren können zur Warmwasserbereitung oder zur Heizungsunterstützung auf dem Dach oder fassadenintegriert installiert werden. Bei Sonnenkollektoren zur Warmwasserbereitung sollten bei halbwegs guter Südausrichtung (Abweichung bis 45° , wobei Südwest-Ausrichtung besser als Südost ist) in etwa 2m^2 Flachkollektoren pro Person im Haushalt verwendet werden. Die optimale Neigung ist in unseren Breiten 30° bei Sommerbetrieb, für eine möglichst optimale Ganzjahresnutzung 45° . Das Speichervolumen sollte mit $75\text{-}100\text{ l}$ pro Person berechnet werden. Auch wenn man den Warmwasserbedarf mit einer Wärmepumpe decken möchte, sind zusätzliche Solarkollektoren sinnvoll, da sie den Verschleiß der Pumpe verringern und zudem dem Boden im Sommer ausreichend Zeit zur Regeneration geben.

Bei Solaranlagen zur Heizungsunterstützung kann das erhitzte Wasser entweder in einem Pufferspeicher zwischengespeichert werden oder direkt in die Fußbodenheizung laufen. Bei letzterem sind dann für 5 m^2 zu beheizender Fläche in etwa 1 m^2 Kollektorfläche notwendig. Sinnvolle Kollektorgrößen liegen bei $20\text{-}50\text{ m}^2$ und sollten eine Neigung von $50\text{-}70^\circ$ aufweisen. Solare Zusatzheizungen sollten nur bei Gebäuden mit einem Wärmebedarf $< 70\text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ in Betracht gezogen werden, da die Kosteneffizienz nur bei einem höheren Dämmstandard gegeben ist.

Die optischen Wirkungsgrade der Kollektoren belaufen sich auf $70\text{-}85\%$. Bei der Installation hat man die Auswahl zwischen Flachkollektoren und Vakuumkollektoren. Letztere haben einen höheren Wirkungsgrad, sind allerdings auch teurer. Bei genügend vorhandener Fläche zur Anbringung sollte man sich für die billigeren Flachkollektoren entscheiden, da diese zudem auch leichter zu reinigen sind, unempfindlicher gegenüber

mechanischer Beschädigung sind und durch die etwas höhere Wärmeabstrahlung im Winter schneller abtauen.^[56]

Immer günstiger und technisch ausgereifter werden *Photovoltaikanlagen* zur Gewinnung von elektrischem Strom. Sie bestehen meistens aus Silizium, erzeugen aber, im Gegensatz zu den Solarkollektoren, Gleichstrom bzw. Gleichspannung, welche in Wechselspannung umgewandelt wird und anschließend ins Stromnetz eingespeist oder im Haus verbraucht wird. Dabei gibt es 3 verschiedene Typen von Zellen: monokristallin, polykristallin und amorph (Dünnschichtzelle). Mit der Reihenfolge der Aufzählung sinkt der Wirkungsgrad, die Herstellungskosten und somit auch der Preis. Die energetische Amortisation verhält sich allerdings genau umgekehrt. Zudem produzieren Dünnschichtzellen bei diffusem Licht mehr Energie als kristalline. Die Ausrichtung sollte nach Süden erfolgen, für einen Ganzjahresbetrieb sind 30° Neigung optimal (auch hier haben Abweichungen von 20° wie bei Solarkollektoren keine großen Auswirkungen). Eine Fläche von 10 m² liefert in Mitteleuropa ca. 800-1.000 kWh Strom pro Jahr (der durchschnittliche Jahresbedarf eines 4-Personen-Haushaltes beträgt ca. 4.000 kWh). Da der Strom aber größtenteils dann produziert wird, wenn er nicht benötigt wird, kann er in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. In Italien wird dies z.B. mit € 0,44-0,49/kWh vergütet. Allerdings sind die Anlagen relativ teuer und nur selten wirklich wirtschaftlich, eine Anlage für das obige Beispiel kostet an die € 30.000.

Bei den Anlagen werden 2 Systeme unterschieden. Solarzellen aus kristallinem Silizium kommen meist in aufgeständerten Anlagen zum Einsatz. Diese Konstruktionen haben aber ein hohes Eigengewicht und erfordern zudem eine aufwändige Konstruktion zur Instandhaltung und Lagesicherheit. Hinzu kommt, dass diese aufgeständerten Anlagen ästhetisch nicht immer ins Konzept passen. Besser geeignet sind dafür die sog. bauteilintegrierten Anlagen aus

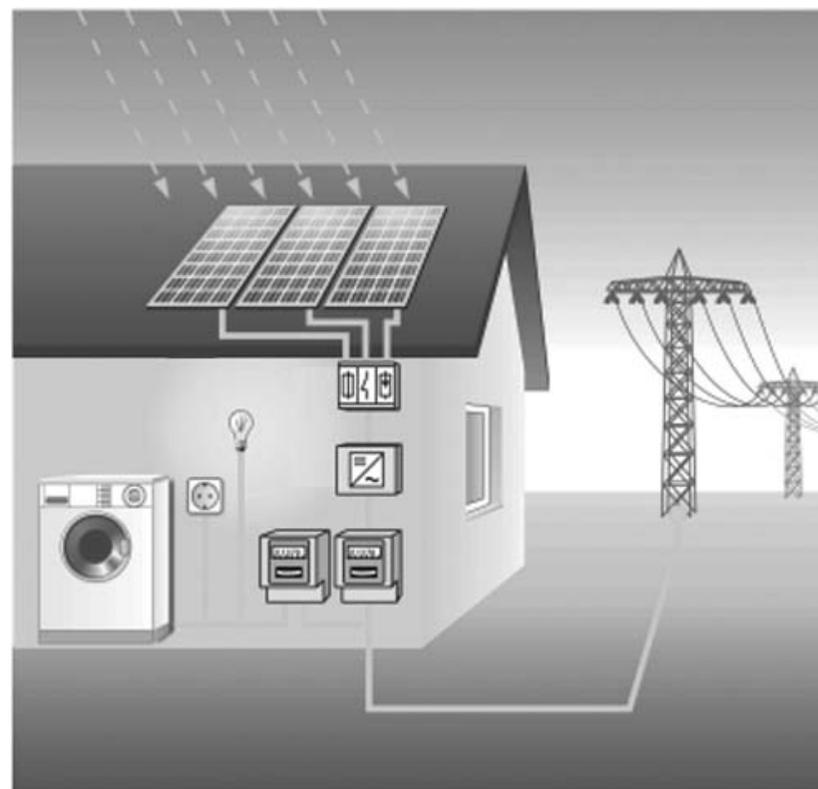


Abb. 27: Schematische Darstellung einer Photovoltaikanlage

⁵⁶ ENERGIESPARHAUS.AT: Thermische Solaranlagen, <http://www.energiesparhaus.at/energie/solaranlage/index.htm>, Letzter Zugriff 10.08.2007

Dünnschichtmodulen. Dabei werden die Platten meist in die Dachabdichtung integriert und verbinden somit die Funktion des Witterungsschutzes mit der Erzeugung von Strom aus Sonnenlicht. Möglich ist die Anwendung sowohl auf Flach- als auch auf Steildächern, sowie auch an der Fassade. Das Flächengewicht beträgt 4,03 bis 4,30 kg/m².^[57]^[58]

Die Sonnenenergie kann zudem auch zu Kühlung und Belüftung von Gebäuden verwendet werden, v.a. bei größeren Gebäuden. Eine, allerdings nicht sehr verbreitete, Möglichkeit ist ein *Solarkamin*. Bei hohen Gebäuden wird mittels solarer Abluftherwärmung ein Kamineffekt erzeugt, der die natürliche Gebäudelüftung und eine Nachtauskühlung unterstützt. Der Heizkamin ist dabei in jeder Etage mit den Fluren verbunden, so dass sich ein leichter Unterdruck einstellt, der verbrauchte Luft nach außen zieht.

Ein etwas weiter entwickeltes und verbreitetes System ist die *solare Kühlung*, welche nach einem ähnlichen Prinzip wie das eines Kühlschranks funktioniert. Beim sog. geschlossenen Verfahren wird ein Gemisch aus Wasser und Kältemittel (meist Ammoniak) durch Solarwärme erhitzt. Durch die Verdampfung des Kältemittels in einem Wärmetauscher wird dem Wasser Energie entzogen und dieses kühlt sich um etwa 6°C ab und kann zur Raumkühlung verwendet werden. Dabei sind ca. 3 m² Kollektorfläche pro kW Kühlleistung erforderlich. Beim offenen Verfahren wird warme Außenluft angesaugt und über ein so genanntes Sorptionsrad getrocknet, welches mit Solarwärme erhitzt wird. Die getrocknete Luft wird anschließend mit

Wasser besprüht, kühlt sich ab und wird im Gebäude verteilt. Hier sind 10 m² Kollektorfläche pro 1.000 m³ Zuluft in der Stunde nötig.^[59]

⁵⁷ REMMELS: Photovoltaik – Die Sonne nutzen, ästhetische Schäden vermeiden; aus DBZ 7|2007

⁵⁸ ENERGIESPARHAUS.AT: Photovoltaik, <http://www.energiesparhaus.at/energie/photovoltaik.htm>, Letzter Zugriff 10.08.2007

⁵⁹ SOLARWÄRME: Solare Kühlung, <http://www.solarwaerme.at/Sonne-und-Energie/Solare-Kuehlung/>, Letzter Zugriff 10.08.2007

5. Bauernhöfe in Südtirol

5.1 Geschichtliche Entwicklung Südtirols

Südtirol ist die nördlichste Provinz Italiens mit einer Gesamtfläche von 7.400,43 km² und einer Einwohnerzahl von 488.877 (Stand März 2007). Da ein Großteil der Landesfläche auf einer Höhe von über 1.000 Metern liegt, ist die Bevölkerungsdichte mit 66,1 Einwohnern pro km² relativ gering. Durch die Lage an der Südseite der Alpen vereint Südtirol die Vorzüge eines Berglandes mit den Annehmlichkeiten eines vergleichsweise milden Klimas.

Obwohl Südtirol historisch gesehen eine lange und traditionsreiche Geschichte aufweisen kann, ist es als Land so wie wir es heute kennen relativ jung, da es erst 1918 von Italien annektiert wurde. Auch der Name selbst ist nur geringfügig älter. Er entstand Ende des 19. Jahrhunderts als Bezeichnung für den Südteil Tirols, südlich des Brennerpasses. Seit 1972 heißt die Provinz auch offiziell „Autonome Provinz Bozen – Südtirol“, zuvor war der offizielle Name „Tiroler Etschland“, übersetzt aus dem italienischen „Alto Adige“. Im Folgenden soll ein kurzer Verlauf der Siedlungsgeschichte gezeigt werden, der bis in die Steinzeit zurückreicht.

Nach dem Zurückweichen der letzten Gletscher und nach dem Wiederaufleben der Vegetation und der Fauna treffen wir bald auf die ersten Spuren der Menschen im mittleren Alpenraum, in jener Gegend, die ab dem Hochmittelalter einmal Tirol genannt werden wird. Einzelne Fundstücke auf der

Seiser Alm reichen weit ins Neopaläolithikum, bis ins 12. vorchristliche Jahrtausend, zurück. Spuren von sesshaft gewordenen, Ackerbau und Viehzucht betreibenden Siedlern lassen sich bis 5.000 v.Chr. zurückverfolgen. Bevorzugte Siedlungsgebiete waren die sonnigen und fruchtbaren Mittelgebirgsterrassen entlang der Haupttäler. In der Bronzezeit begann eine Zeit des wirtschaftlichen Aufschwungs, hauptsächlich wegen des Kupferbergbaus. In der Endbronzezeit (bis 800 v.Chr.) trifft man dann auf eine eigenständige Kultur, die sogenannte Laugener Kultur (oder auch Laugen-Melaun-Kultur), welche, wohl im Trentino beheimatet, große Teile der mittleren Südabdachung der Alpen erfasste und im mittleren Etschtal ihr Hauptverbreitungsgebiet hatte.

Während der Keltensturm des 5. und 4. Jahrhunderts in Südtirol kaum Spuren hinterlassen hat, wird das Gebiet in Folge des Feldzuges von Drusus 15 v.Chr. dem römischen Imperium eingegliedert. Von einer weitgehenden Romanisierung kann aber erst im 4. und 5. Jahrhundert ausgegangen werden. Der verkehrsmäßigen Erschließung durch die Römer verdanken wir fahrbare Straßen in den Haupttälern, was durch Meilensteine und Straßenstationen ersichtlich wird, aber keine Städte. Verwaltungsmäßig ist Südtirol unter den Römern auf drei Provinzen aufgeteilt: Rätien, Noricum und Venetia cum Histria.

Nach dem Niedergang Westroms scheinen sich die Ostgoten in Südtirol behauptet zu haben, welche allerdings ab 568 n.Chr. von den Langobarden wieder verdrängt werden. Um 600 fallen die Bayern ein und behaupten schließlich die Gebiete bis Bozen für sich. Ab 778, als Teil des Frankenreiches und später des Heiligen römischen Reiches Deutscher Nation, erlangt das heutige Südtirol strategische Bedeutung, weil seine Straßen nach Italien führen. Große Teile des Landes werden 1004 und 1027 den Bischöfen von Trient und Brixen geschenkt. Nachdem aber deren Verwalter, die Grafen von Tirol, das Land 1248 unter ihre Herrschaft gebracht haben (Albert I. und Meinhard II.), erhält das Territorium zusammen mit den Talschaften nördlich des Brenners den Namen Tirol. Meinhard II. schafft eine für damalige Verhältnisse in Europa mustergültige Verwaltung und Rechtsordnung, wodurch das Land wohlhabend und begehrt wird. 1363 übergibt die damalige Landesfürstin Margaretha Maultasch das Land Rudolf IV. von Habsburg, dem Herzog von Österreich. Tirol wird ein selbstständiges Land des Hauses Habsburg und kann seine Eigenständigkeit beibehalten.

Das 15. Jahrhundert bringt Tirol einen ungeahnten sozialen und wirtschaftlichen Aufschwung: der bereits blühende Durchzugshandel strebt seinem Höhepunkt zu, der bis dahin fast bedeutungslose Erzabbau entfaltet sich in unvorhergesehener Schnelligkeit zu einem Wirtschaftsboom, die Leibeigenschaft verschwindet fast vollständig zugunsten eines freien Tiroler Bauerstandes. 1490 wird Österreich von Maximilian übernommen, welcher dann später die Nachfolge seines Vaters, Friedrichs III., als deutscher Kaiser antreten wird. Unter seiner Landesherrschaft werden Tirol und speziell die Landeshauptstadt Innsbruck wegen der häufigen

Aufenthalte des Kaisers zum Zentrum der europäischen Politik. Gleichzeitig erfährt Tirol eine beachtliche Vergrößerung. Nach dem Tod Maximilians 1519 schlittert Tirol in eine wirtschaftliche und gesellschaftliche Krise. Die Folge ist ein Bauernaufstand, der v.a. gegen die 1526 erlassene Tiroler Landesordnung kämpft.

Die Herrschaftsteilung zwischen Karl V. und seinem Bruder Ferdinand I. (1522), sowie der Aufstieg Österreichs zur Großmacht durch die Erwerbung Ungarns und Böhmens (1526), bringt Tirol in eine neue geopolitische Situation: vom Zentrum des Reiches unter Maximilian wird Tirol nun ein Randstaat. In der Zeit nach dem Konzil von Trient (1545-1563) erfolgt in Tirol mit Hilfe des Landesfürsten eine tiefgreifende religiöse und kirchliche Erneuerung, die im Zusammenhang mit der Volksmission der Jesuiten am Anfang des 18. Jahrhunderts zu einer derartigen religiösen Verinnerlichung führt, dass man vom "heiligen" Land Tirol sprach.

1720 wird die von Kaiser Karl VI. erlassene „Pragmatische Sanktion“ auch von den Tiroler Ständen angenommen, obwohl sie Tirol bedeutende Sonderrechte nimmt. Der Landesfürst wurde abgeschafft, es gab nur mehr einen Herrscher aller österreichischen Länder und es galt die Unteilbarkeit der Monarchie. Während weder seine Tochter Maria Theresia, noch deren Sohn Rudolf II. von diesem Erlass abweichen, versucht Leopold II. die ursprünglichen Zustände wieder herzustellen.

1797 greifen die Franzosen Tirol das erste Mal an, werden aber von der Tiroler Landesverteidigung erfolgreich vertrieben. 1805 verliert Österreich dann Tirol an Bayern, das Tirol in das bayerische, absolutistische System ohne Rücksicht auf die alten freiheitlichen Traditionen Tirols eingliedert, der Name Tirol wird aus der politischen Geographie gestrichen. Zusammen mit

den aufklärerischen und kirchenfeindlichen Reformen verletzte man die Tiroler zutiefst, welche sich immer mehr gegen die bayrische Herrschaft auflehnen. Als Österreich 1809 Frankreich und Napoleon erneut den Krieg erklärt, bricht auch der Tiroler Volksaufstand aus, der beinahe das ganze Land umfasst. Unter der Führung von Andreas Hofer fügen die Tiroler Bauern dem französisch-bayrischen Heer trotz der schwachen Hilfe der regulären österreichischen Truppen mehrere empfindliche Niederlagen zu (Bergiselschlachten). Auch als Österreich den Krieg bereits als verloren erklärt, kämpfen die Tiroler mit einigen wenigen Erfolgen weiter, werden aber schließlich doch von den Franzosen besiegt und Andreas Hofer hingerichtet. 1810 wird Tirol dann geteilt, was allerdings nur 3 Jahre hält, da Europa von den Franzosen befreit wird und Tirol wieder zurück zu Österreich kommt.

Allerdings hat der absolutistische und konservative Staat Österreich der nachnapoleonischen Zeit für ein Sonderleben Tirols kein Verständnis. Die wirtschaftlichen Verhältnisse der Restaurationsära sind wegen des Rückganges des Handels, der Kriegsfolgen und der Missernten zudem sehr bedrückend. Weiters erwachen erstmals die nationalistischen Gegensätze zwischen Deutschen und Italienern, die Trentiner Volksvertreter fordern 1848 eine Abtrennung des italienischsprachigen Landesteils Tirols.

Nach dem Ende des ersten Weltkrieges wird Südtirol und das Trentino 1919 von Italien annektiert, so wie es 1915 im Londoner Geheimvertrag von der Entente vereinbart wurde. Trotz völkerrechtlicher Einwände und gegen die 13 Punkte von Wilson bekommt Italien durch den Vertrag von Saint Germain die Gebiete südlich des Brennerpasses. Zwar sichert König Viktor Emanuel in seiner Thronrede am 1. Dezember 1919 den

neuen Provinzen “sorgfältige Wahrung der lokalen Institutionen und der Selbstverwaltung” zu, doch gewährt auch das vorfaschistische Italien den Südtirolern keinerlei autonome Rechte.

Durch die Machtergreifung Mussolinis und seiner faschistischen Partei am 28. Oktober 1922 brechen für Südtirol dann schwere Zeiten an. Die 3 Punkte ihres Programms sind die Entnationalisierung der Südtiroler, Massenansiedlung von Italienern und die Aussiedlung der Südtiroler. Die deutsche Sprache wird verboten und unter Strafe gestellt, genauso wie alle deutschen Vereine, alle deutschsprachigen Beamten werden fristlos entlassen. Da aber trotz aller Verbote Südtirol nicht italianisiert werden konnte, fängt man 1935 an, die Großindustrie in Bozen anzusiedeln, womit tausende italienische Arbeitskräfte samt deren Familien ins Land gebracht werden. Als Hitler 1938 Österreich erobert und am Brennerpass die Hakenkreuzfahne weht, machte sich bei vielen Südtirolern Hoffnung auf eine Loslösung von Italien breit, welche allerdings durch die Verkündung des von Mussolini und Hitler beschlossenen „Options-Abkommens“ schnell wieder verschwindet. Alle deutschsprachigen Bewohner der nördlichen Provinzen müssen sich entscheiden, ob sie die italienische Staatsbürgerschaft behalten oder die deutsche annehmen wollen, was mit einer zwingenden Auswanderung verbunden ist. 211.799 (86%) der damals 246.036 Optionsberechtigten der heutigen Provinz Bozen entscheiden sich für die Option, also einer Auswanderung und der Annahme der deutschen Staatsbürgerschaft. Auf Grund der Kriegsereignisse kam die komplette Aussiedlung nie zu Stande, von den „Optanten“ sind lediglich 75.000 (etwa 35%) ausgewandert. Bezeichnend für diese Situation ist die tiefe Kluft, welche zwischen „Dableibern“

und „Optanten“ entstand. 1943 wird Mussolini gestürzt, Italien schließt einen Waffenstillstand mit den Alliierten und wird daraufhin von Hitler-Deutschland besetzt. Südtirol wird Teil der „Operationszone Alpenvorland“ und die Südtiroler müssen mit der Wehrmacht kämpfen.

Nach dem Kriegsende 1945 wird die Hoffnung auf eine Wiedervereinigung mit Österreich wach, schlussendlich bleibt Südtirol aber bei Italien. Im Pariser Vertrag (auch Gruber-DeGasperi-Abkommen) werden den Südtirolern dann 1946 lediglich autonome Rechte im Rahmen der Region Trentino-Südtirol zugestanden, Österreich fungiert als Schutzmacht. Gerade die Autonomie für die Region stellt auch das größte Problem dar, da die Mehrheit des Regionalrates italienischsprachig ist und die Südtiroler somit keine großen Verbesserungen erwarten können. Auch auf Grund der generell mangelhaften Umsetzung des Pariser Vertrags und neuer Vorhaben der italienischen Regierung findet am 17. November 1957 auf Schloss Sigmundskron eine Massenkundgebung statt, der 35.000 Südtiroler beiwohnen und lautstark „Los von Trient“ rufen. Die Kundgebung erweckt, genauso wie die Bombenattentate in den 60er Jahren, internationales Aufsehen und schließlich befasst sich, auf das Drängen Österreichs hin, auch die UNO mit dem Thema und eine Lösung des Konflikts scheint in Aussicht. Am 22.11.1969 stimmt die Landesversammlung der Südtiroler Volkspartei dann dem, von der „Neunzehnerkommission“ ausgearbeiteten, sog. „Paket“ zu, welches 137 Maßnahmen zum besseren Schutz der Südtiroler vorsieht. Das im Paket in Aussicht gestellte Autonomiestatut tritt am 20. Jänner 1972 in Kraft. 1992 werden die letzten 4

Durchführungsbestimmungen erlassen, womit das Südtirol-Paket offiziell erfüllt ist.^[60]

Vor allem auf Grund der weitgehenden Befugnisse in der Gesetzgebung, dem ethnischen Proporz (Gleichberechtigung bei der Stellenvergabe von öffentlichen Ämtern zwischen der deutsch-, ladinisch- und italienischsprachigen Bevölkerung), sowie der Zweisprachigkeit gilt das 2. Autonomiestatut inzwischen international als Modellprojekt für ethnische Minderheiten, an dem sich viele Staaten orientieren.

Laut einer 2001 durchgeführten Volksbefragung leben in Südtirol 69,15% deutschsprachige, 26,47% italienischsprachige und 4,37% ladinischsprachige Einwohner, wobei sich der italienische Teil v.a. auf den südlichen Teil und die Städte konzentriert.^[61]

Wirtschaftlich gesehen steht Südtirol relativ gut da. Zwar ist das Wirtschaftswachstum eher schwach, doch die Arbeitslosigkeit lag im Jahr 2006 bei gerade mal 2,6% (1,9% bei Männern, 3,6% bei Frauen).^[62] 2004 lag das BIP (Bruttoinlandsprodukt) pro Kopf bei € 31.158, womit Südtirol nach der Lombardei die zweitreichste Region Italiens ist. Auch kaufkraftbereinigt ist Südtirol ganz vorne zu finden, das Wohlstandsniveau lag 2004 bei einem Index von 140,2 (der

⁶⁰ AUTONOME PROVINZ BOZEN: Südtirol Handbuch, S.7ff

⁶¹ AUTONOME PROVINZ BOZEN: Volkszählung 2001, http://www.provinz.bz.it/astat/downloads/mit17_02.pdf, Letzter Zugriff 20.08.2007

⁶² AUTONOME PROVINZ BOZEN, LANDESINSTITUT FÜR STATISTIK: ASTAT INFO NR.16, MAI 2007, Erwerbstätigende und Arbeitssuchende, http://www.provinz.bz.it/pressnotes/module/pres_getimg.asp?imgID=271835, Letzter Zugriff 21.08.2007

EU-Durchschnitt liegt bei 100), womit man zu den 20 reichsten Regionen der europäischen Union zählt.^[63]

Die wichtigsten Wirtschaftszweige sind Tourismus, Handwerk und Industrie, sowie die Landwirtschaft. Eine zentrale Rolle nimmt der Tourismus ein, besonders in den Gegenden um Meran und in den Wintersportzentren der Dolomiten hat sich in den letzten Jahrzehnten ein florierender Fremdenverkehr etabliert. Während das Handwerk über eine weitreichende Tradition verfügt und nach wie vor fest verwurzelt ist, gewinnt auch die Industrie immer mehr an Bedeutung. In der Landwirtschaft zählen der Obst- und Weinbau zu den wichtigsten Standbeinen. Südtirol produziert auf ca. 18.000 ha rund 10% der in der EU angebauten Äpfel, das entspricht etwa 2% der Weltproduktion. Aber auch der Weinbau hat eine starke Tradition, so gehört man zu den besten Weißweinregionen Italiens.

Gerade das ausgewogene Verhältnis der einzelnen Wirtschaftszweige Handwerk, Handel, Tourismus, Industrie, Landwirtschaft, den freien Berufen und Dienstleistungen sowie dem öffentlichen Sektor, genauso wie die enge Verflechtung dieser einzelnen Zweige, ist das Spezielle an der Südtiroler Wirtschaft und macht es möglich, dass der hohe wirtschaftliche Standard hierzulande gehalten werden kann.

Durch eine kleinbetriebliche Struktur der Wirtschaft waren im Mai 2003 in Südtirol 56.043 Unternehmen ansässig, davon 17.360 im Bereich der Landwirtschaft (31%). Die Gesamtanzahl an Arbeitsplätzen lag bei 222.175. Während somit im Gesamtdurchschnitt pro Unternehmen 4 Mitarbeiter

beschäftigt werden, sind es in der Landwirtschaft gerade mal 1,6.^[64]

⁶³ EUROSTAT: Pressemitteilung 23/2007 vom 19.02.2007, Regionales BIP der EU27, http://www.eds-destatis.de/de/press/download/07_02/023-2007-02-19.pdf, Letzter Zugriff 21.08.2007

⁶⁴ AUTONOME PROVINZ BOZEN, ASSESSORAT FÜR HANDWERK, HANDEL UND TOURISMUS : Publikation, Starke Wirtschaft – Starkes Land, <http://www.provinz.bz.it/wirtschaft/service/publikationen.asp>, Letzter Zugriff 21.08.2007

5.2 Südtirol aus bäuerlicher und landwirtschaftlicher Sicht

Im Wesentlichen ist es der großzügigen Förderung der Provinz, der Erschließung der Höfe und dem rechtzeitigen Aufschwung des Tourismus zu verdanken, dass Südtirol heute noch eine so bedeutende und stabile Landwirtschaft hat. In diesem Sektor nimmt Südtirol europaweit eine Sonderstellung ein: Im Unterschied zu vielen europäischen Ländern wurden die landwirtschaftlichen Betriebe in Südtirol in den letzten Jahrzehnten weiterbewirtschaftet. Mit 26.589 landwirtschaftlichen Betrieben ist die Anzahl gegenüber der vorhergehenden Landwirtschaftszählung vor zehn Jahren praktisch unverändert geblieben. Sehr wohl mussten die Landwirte verstärkt in den Zu- und Nebenerwerb gehen: Heute sind noch 39,3 % der Landwirte Vollerwerbsbauern. Wie in allen Wirtschaftsbereichen wird auch für die Landwirtschaft die Zukunft noch größere Herausforderungen mit sich bringen, die Erweiterung des europäischen Marktes ist nur ein Beispiel.

So hoch wie der Anteil der Erwerbstätigen in der Landwirtschaft in Südtirol ist, ist er in keinem anderen Alpenland. In Südtirol arbeiten 12,3% in landwirtschaftlichen Betrieben, in Nordtirol 4,5%, im Trentino 4,0% oder in Vorarlberg sogar nur 2,6%. Einen ähnlichen Wert erreicht man lediglich in Graubünden mit 9,8%.^[65]

Die Landwirtschaft in Südtirol lässt sich hauptsächlich in Viehwirtschaft, Obst- und Weinbau unterteilen, Gemüse- und ökologischer Landbau spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Wie bereits oben erwähnt, spielen vor allem die großzügigen Förderungen der Provinz eine wichtige Rolle in der Südtiroler Landwirtschaft: der Haushalt für die Forst- und Landwirtschaft betrug im Jahr 2006 € 151,6 Mio. (inklusive Nachtragshaushalt). Alleine 102,1 Mio. € davon waren Förderungen und Beiträge für die Landwirtschaft. Die größten Anteile fallen auf das ländliche Bauwesen (€ 46,5 Mio.) und die Viehwirtschaft (€ 30 Mio.).^[66]

Dieser Faktor mag wohl auch dazu beitragen, dass die landwirtschaftlichen Gebäude in Südtirol, sowohl Wohnhäuser als auch Wirtschaftsgebäude, generell in einem guten baulichen Zustand sind. Doch auch die Verbundenheit der ländlichen Bevölkerung mit traditionellen Werten und ihrer Heimat, sowie einer althergebrachten Art der Bewirtschaftung auch kleinerer und schwer zu bearbeitender Bergbauernhöfe sind wesentliche Gründe dafür. Diese Verbundenheit wird durchwegs auch als Standort des durch viele Generationen weitervererbten landwirtschaftlichen Betriebes aufgefasst, also des Betriebsitzes mit allen seinen baulichen Elementen, die es zu erhalten gilt. Dies waren mit Sicherheit relevante Beweggründe für den in den letzten beiden Jahrzehnten erlebten Prozess der stetigen Erneuerung und Modernisierung der ländlichen Bausubstanz. Ein Prozess, der durchaus nötig ist, um auf dem regionalen wie auch überregionalen Markt konkurrenzfähig bleiben zu können.

Das Problem der Wirtschaftlichkeit ist überhaupt ein zentrales Thema. Es stellt sich v.a. für die Bergbauern, die oft in

⁶⁵ AUTONOME PROVINZ BOZEN, ASSESSORAT FÜR HANDWERK, HANDEL UND TOURISMUS : Publikation, Starke Wirtschaft – Starkes Land, <http://www.provinz.bz.it/wirtschaft/service/publikationen.asp>, Letzter Zugriff 21.08.2007

⁶⁶ AUTONOME PROVINZ BOZEN: Agrar- und Forstbericht 2006, S. 153ff



Abb. 28: Bergbauernhof bei St. Martin in unwegsamstem Gelände

unwegsamstem Gelände ums wirtschaftliche Überleben kämpfen müssen. Während sie früher reine Selbstversorger waren, reicht dies heute durch den höheren Lebensstandard meist nicht mehr aus, da sie mit den anderen Bauern in

niedereren Höhenlagen nicht konkurrieren können. Ohne die Förderungen des Landes und Zusatzeinkünfte durch einen Nebenerwerb wäre (oder ist) die Existenz der Bergbauern wohl oft zum Scheitern verurteilt. Nebenerwerbsquellen sind oft Teilzeitbeschäftigungen im Handwerk oder der Industrie, sowie in letzter Zeit vermehrt der „Urlaub auf dem Bauernhof“.

„Urlaub auf dem Bauernhof“ wird vom Land Südtirol gefördert und integriert den Tourismus in die Landwirtschaft. Dabei hat der Bauer verschiedene Möglichkeiten, die er anbieten kann, wie z.B. angefangen bei der Beherbergung von Gästen, über die Verabreichung von Speisen und Getränken am Hof oder auf der Alm bis hin zur Organisation von Freizeitaktivitäten wie Kutschenfahrten, Streichelzoos oder auch Heubäder. Von den insgesamt 26.559 landwirtschaftlichen Betrieben in Südtirol waren mit Jahresende 2006 3.119 Betriebe im Landesverzeichnis für Urlaub auf dem Bauernhof eingetragen, davon fielen 2.539 auf die Beherbergung von Gästen (immerhin 9,6%). Dies variiert in den einzelnen Gemeinden klarerweise stark, der Anteil steht meist in direktem Verhältnis zur generellen touristischen Erschließung der jeweiligen Gemeinde. So ist beispielsweise der Anteil der Betriebe mit Beherbergung von Gästen in der Gemeinde Kastelruth, im hoctouristischen Schlerngebiet, mit 25,5% (113 von 443 Betrieben) wesentlich höher als im Landesdurchschnitt. Die Anzahl der eingetragenen Betriebe war laut Südtiroler Bauernbund im Jahr 2006 um 31% höher als im Jahr 1999, die Nächtigungszahlen stiegen sogar um 91% auf

1.528.774 im selben Zeitraum. Als Räumlichkeiten werden meist unausgebaute Dachgeschoße verwendet, die zu ein bis zwei Kleinwohnungen ausgebaut werden. Durch den finanziellen Beitrag des Landes wird zudem ein Großteil der Kosten gedeckt, wodurch sich immer mehr Bauern entschließen, auf den lukrativen Nebenerwerb einzugehen. Im Jahr 2006 hat das Land Südtirol Beiträge in Höhe von € 2,5 Mio. für die Umbaumaßnahmen ausbezahlt (bei 107 Anträgen sind das immerhin € 23.300 pro Antragsteller).^[67]

Doch die Verbindung zwischen den beiden wichtigsten Wirtschaftssparten Landwirtschaft und Tourismus ist noch viel tiefer, denn ohne eine funktionierende Berglandwirtschaft würde ein Tourismus in dieser Form nicht möglich sein. Ein Großteil der Touristen kommt wegen der schönen Landschaft nach Südtirol und gerade die Bauern, besonders die Bergbauern, sind die Landschaftspfleger eines großen Teils unseres Landes. Und dieser Teil des Landes ist nicht gerade gering, denn von den 740.043 ha Gesamtfläche sind immerhin 272.456 ha landwirtschaftliche Nutzfläche, das sind 36,8%. Zählt man die Waldfläche dazu (dann spricht man von landwirtschaftlicher Betriebsfläche) kommt man sogar auf ganze 83,8%.^[68]

Das Zusammenspiel der von den Bauern kultivierten und gepflegten Kulturlandschaft mit der imposanten Bergwelt macht den besonderen Charakter des Landes aus und ergibt ein einmaliges Landschaftsbild. Gerade hier hat auch die Landesregierung angesetzt und vergibt die Förderungen



Abb. 29: Landschaftspflege am Beispiel der Seiser Alm

beispielsweise nur dann, wenn diese sog. Landschaftspflege von Seiten der Bauern auch wirklich durchgeführt wird.

Ein wesentlicher Grund, weshalb die Südtiroler Landwirtschaft nach wie vor eine so bedeutende Stellung einnimmt und es die Kulturlandschaft in dieser Form überhaupt noch gibt, ist das Gesetz des „geschlossenen Hofes“. Dieses Gesetz ist in der Tiroler Landesordnung 1526 festgeschrieben, unter Maria Theresia wird 1770 die Erbfolge festgelegt. 1929 wird das Gesetz abgeschafft, 1954 wieder eingeführt; die letzte novellierte Fassung des Höfegesetzes geht auf das Jahr 2001 zurück (Landesgesetz vom 28. November 2001, Nr. 17). Betroffen sind davon landesweit rund 45% der

⁶⁷ AUTONOME PROVINZ BOZEN: Agrar- und Forstbericht 2006, S. 75 + 86

⁶⁸ AUTONOME PROVINZ BOZEN: Die Landwirtschaft im Überblick, www.provincia.bz.it/agricoltura/3106/downloads/deutsch/01_Text/04_Die_Landwirtschaft_in_%DCberblick.doc, Letzter Zugriff 23.08.2007

landwirtschaftlichen Betriebe, den höchsten Anteil haben wir im Passeiertal mit 70%.^[69] Im Grundbuch sind geschlossene Höfe in der Abteilung I eingetragen.

Das Grundprinzip des geschlossenen Hofes ist die Unteilbarkeit der Einheit aller Bauten und Grundstücke, zur Sicherung des Fortbestands der Höfe und deren bäuerlichen Geschlechter. Somit wird der Hof vor einer Zersplitterung bewahrt und die Wirtschaftlichkeit des Hofes über Generationen hinweg kann gewährleistet werden. Bei der Teilung des Erbschaftsvermögens ist der geschlossene Hof samt Zubehör



Abb. 30: 2 geschlossene Höfe bei Kastelruth

⁶⁹ AUTONOME PROVINZ BOZEN: Die Landwirtschaft im Überblick, www.provincia.bz.it/agricoltura/3106/downloads/deutsch/01_Text/04_Die_Landwirtschaft_in_%DCberblick.doc, Letzter Zugriff 23.08.2007

als unteilbare Einheit anzusehen und kann nur einem Erben oder Vermächtnisnehmer zugewiesen werden. Meist überträgt der Hofbesitzer das ganze Anwesen noch zu Lebzeiten einem seiner Kinder, meist dem ältesten Sohn. Der Erbe muss dabei seinen anderen Geschwistern ihren Anteil ausbezahlen, sozusagen als Entschädigung für den Verzicht auf ihre Erbschaft.

Ein geschlossener Hof, bestehend aus Kulturgrund samt den dazugehörigen Wohn- und Wirtschaftsgebäuden, muss so groß sein, dass aus dem erwirtschafteten Jahresdurchschnittsertrag der Unterhalt einer vierköpfigen Familie gewährleistet ist (dabei darf das dreifache dieses Betrages nicht überschritten werden). Für die Neubildung eines geschlossenen Hofes müssen dafür mindestens 3 Hektar bebaute Obst- oder Weinfläche oder 6 Hektar Acker- oder Weidefläche vorhanden sein. Dabei muss der zukünftige Landwirt mindestens 5 Jahre Berufspraxis haben und den Hof selbst bewirtschaften. Ist keine Wohnmöglichkeit vorhanden, so darf diese errichtet werden.

Eine Auflösung des geschlossenen Hofes oder eine Abtrennung von Teilen davon ist nur unter gewissen Umständen möglich, die im Höfegesetz genauestens festgelegt sind. Entscheiden muss darüber, so wie bei allen Fragen, die die geschlossenen Höfe betreffen, die örtliche Höfekommission, welche aus 3 Personen besteht und von der Landesregierung ernannt wird.^[70]

Das Gesetz des geschlossenen Hofes ist tief mit der Südtiroler Geschichte und Tradition verknüpft, da es auch siedlungs-technisch gewisse Entwicklungen mit sich gebracht hat. So sind

⁷⁰ AUTONOME PROVINZ BOZEN: Höfegesetz 2001, Landesgesetz vom 28.11.2001, Nr. 17, http://www.provincia.bz.it/agricoltura/publ/publ_getreso.asp?PRES_ID=42420, Letzter Zugriff 23.08.2008

die dadurch entstandenen Streusiedlungen, zusammen mit den abgelegenen Höfen auf den gerodeten Waldlichtungen, ein typisches Merkmal des südtiroler Landschaftsbildes. Welchen Stellenwert der Hof hat, verrät auch die Gewohnheit, die Dorfbewohner nach ihren Höfen zu nennen.

In den letzten Jahren ist in Südtirol ein Problem allerdings immer häufiger aufgetreten, das zwar nicht immer direkt mit dem Gesetz des geschlossenen Hofes zusammenhängt, eine gewisse Verbindung zu diesem aber doch auftritt. Die Rede ist von der regen Bautätigkeit im „landwirtschaftlichen Grün“.

Eigentlich ist das landwirtschaftliche Grün im Raumordnungsgesetz als eine „Nicht-Bauzone“ definiert, aber auf Grund der dauernden Lockerungen in den Bestimmungen zur Raumordnung und der häufigen Ausnutzung aller sich daraus ergebenden Möglichkeiten findet in dieser Nicht-Bauzone eine rege Bautätigkeit statt. Laut der ASTAT-Studie „40 Jahre Bautätigkeit in Südtirol“ wurden in der Zeit von 1988-1997 24,1% der gesamten Kubatur im landwirtschaftlichen Grün errichtet (20,3% der gesamten Wohnkubatur). In über einem Drittel der Südtiroler Gemeinden ist das landwirtschaftliche Grün sogar die am stärksten verbaute Zone.^[71]

Die Gründe dafür sind vielfältig, basieren aber meist auf teilweise unverständlichen Änderungen im Landesraumordnungsgesetz. So werden unter bestimmten, oft zwielichtigen, Bedingungen Baukonzessionen für Handwerks- und Fremdenverkehrsbetriebe, sowie auch für Wohnzwecke im landwirtschaftlichen und alpinen Grün vergeben.

Auch das Gesetz des geschlossenen Hofes leistet seinen Beitrag und wird immer öfter zur Kubatur-Beschaffungsmaßnahme und Bauinstrument im landwirtschaftlichen Grün. Wie oben bereits erwähnt, kann bei einer Neubildung eines geschlossenen Hofes und gleichzeitigem Nichtvorhandensein einer Wohnmöglichkeit ein Wohngebäude errichtet werden. Das Gebäude darf 1.000 m³ aufweisen (das sind immerhin mehr als 250 m² Nettowohnfläche!), mit der zusätzlichen Möglichkeit der Aufstockung um 250 m³ für Urlaub auf dem Bauernhof. Somit genügt es also 3 ha Wein- oder Obstbaufläche zu kaufen und anschließend nachzuweisen, dass man eine fünfjährige Erfahrung im landwirtschaftlichen Sektor hat und schon kann man ein stattliches Haus mitten im Grünen bauen. Vor allem im Überetsch waren solche Vorgehen in den letzten Jahren eine gängige Methode.

Viel diskutiert wurden in den letzten Jahren auch die durch das 1992 erlassene sog. „Stadelgesetz“ erfolgten Kubaturverlegungen. Dieses Gesetz erlaubt die Aussiedlung von Hofstellen des geschlossenen Hofes aus Wohnbauzonen ins landwirtschaftliche Grün. Dies ist nur möglich, wenn es auf Grund objektiver Erfordernisse des Betriebes notwendig ist, so z.B. wenn diese Erfordernisse durch eine Modernisierung oder Erweiterung an Ort und Stelle nicht erfüllt werden können. Die weitere landwirtschaftliche Tätigkeit an der alten Hofstelle wird nach dessen Aussiedlung verboten und das gesamte bestehende Gebäudevolumen kann in Wohnvolumen umgewandelt werden. Das Gesetz mag nun auf dem Papier recht sinnvoll erscheinen, hat aber in der Realität zu riesigen Polemiken und Problemen geführt. So wurden ungenützte Stadel und andere

⁷¹ ASTAT: 40 Jahre Bautätigkeit in Südtirol, S. 43ff

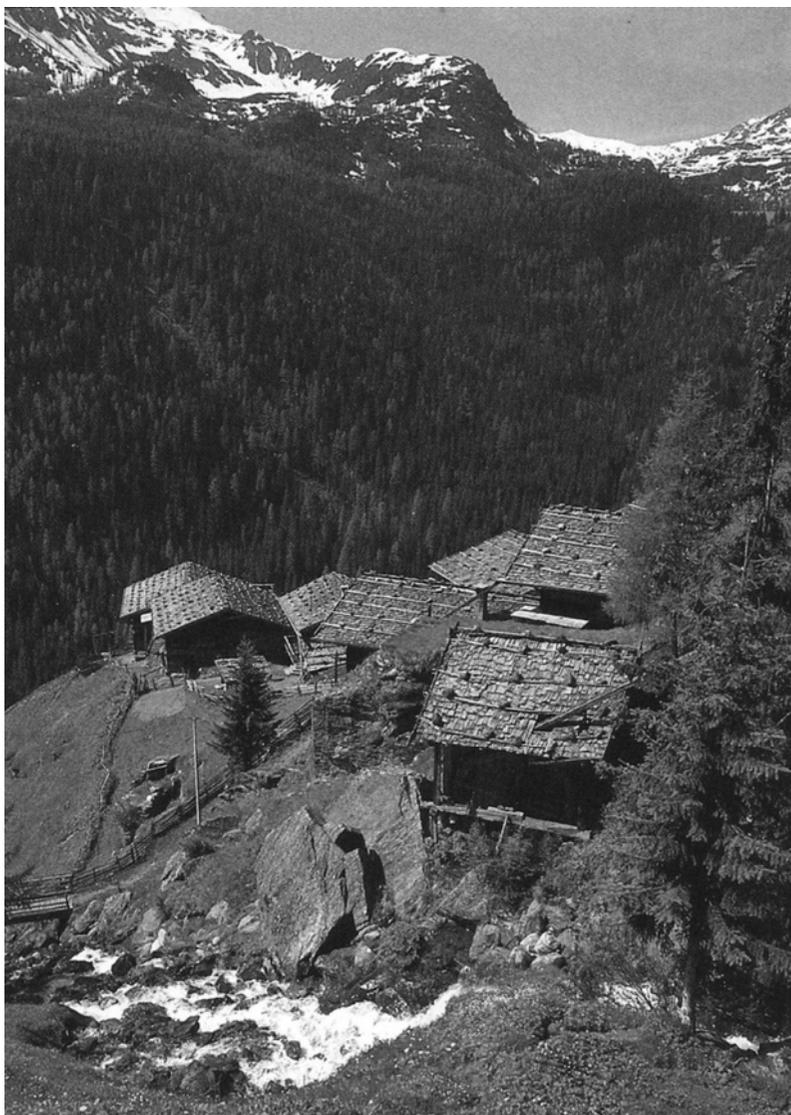


Abb. 31: Weiler im Ullental auf 1.675 m

landwirtschaftliche Gebäude zu regelrechten Spekulationsobjekten, da diese mit Aussiedlung des gesamten Hofes in Wohnkubatur umgewandelt werden können. Durch die letzte Modifizierung des „Stadelgesetzes“ (Art. 107 des Landesgesetzes vom 11. August 1997, Nr. 13; Abänderung vom 2. Juli 2007) wurden nun einige strittige Punkte entfernt bzw. überarbeitet, so ist eine Verlegung nur dann zulässig wenn sich der bestehende Hof in einem Umkreis von 300 Meter vom verbauten Ortskern befindet. Die Kubaturverlegung wird zudem zumindest auf die eigene Gemeinde beschränkt, da Kubaturen oftmals über ganze Täler hinweg verlegt wurden.

Verändert wurde auch die Möglichkeit, Gebäude im landwirtschaftlichen Grün, welche vor dem 24.10.1973 errichtet wurden, auf 850 m³ zu erweitern, da auch dieser Punkt häufig ausgenutzt und aus kleinen Sommerhäuschen plötzlich stattliche Villen wurden. Laut Änderung muss das Gebäude nun zur Anwendung dieses Gesetzes zum Zeitpunkt des 1. Oktober 1997 mehr als 300 m³ Wohnvolumen aufweisen können. Haben sie mit 1. Jänner 2000 mehr als 700 m³ aufzuweisen, können sie um 150 m³ erweitert werden.

Die Brisanz des Themas sowie die ständigen Diskussionen können damit veranschaulicht werden, dass der betreffende Artikel 107 im Landesraumordnungsgesetz ganze 27 Absätze mit unzähligen detaillierten Vorschriften umfasst und dieser in den letzten 15 Jahren ganze 6 Mal abgeändert worden ist.

5.3 Die Architektur der Bauernhäuser – „Klimahäuser“ seit Generationen

Die Architektur der heimischen Bauernhäuser ist seit jeher ein fixer Bestandteil des Landes und wird im Allgemeinen als schön empfunden. Die besondere Charakteristik lässt sich auf 2 Faktoren zurückführen, nämlich die Architektur selbst mit all ihren typischen Elementen, sowie auch die schonende Integration derselben in die Landschaft.

Zum einen zeigt sich die Besonderheit der Höfe vor allem in der Fähigkeit der Bewohner sich in Mitten der Berge anzusiedeln und die Landschaft systematisch und gleichzeitig völlig natürlich zu gestalten. Die Höfe liegen immer an



Abb. 32: Die harmonisch in die Landschaft eingefügten Höfe der Streusiedlung St. Valentin, Gemeinde Kastelruth

günstigen Orten – die Wahl folgte schlichten, aber einfachen Kriterien: der Hof passt sich dem Terrain an und entsteht z.B. nur dort, wo die Lawinengefahr kalkulierbar und Wasser vorhanden ist, um die Versorgung von Mensch und Tier zu gewährleisten. Durch dieses Vorgehen entwickelte sich ein Landschaftsbild von größter Harmonie, in dem die Strenge und die Logik der künstlichen Landschaft noch die Besonderheiten der natürlichen Umgebung unterstreichen.^[72]

Der andere Punkt ist die Architektur der Gebäude selbst, vor allem ihre Einfachheit und die Genialität der Detaillösungen und des Zusammenspiels der verschiedenen Faktoren. Einfache Werkleute haben die alten Wohn- und Wirtschaftsbauten der bäuerlichen Bevölkerung der Alpenländer geschaffen; Werkleute, die selbst Bauern und nur selten zünftige Baumeister waren. Ihre kunstvollen, in der technischen Behandlung des Baumaterials genialen Werke, sind die Resultate einer durch Jahrhunderte überlieferten und gepflegten handwerklichen Fertigkeit und Tradition. Als Materialien dienten die Rohstoffe, die in der näheren Umgebung verfügbar waren: Stein und Holz.

Während die ländliche Architektur der verschiedenen Alpenländer meist dieselben Wurzeln hat und somit viele Gemeinsamkeiten in ästhetischer und funktionaler Hinsicht aufweist, so kann man trotzdem regionale Entwicklungen und Unterschiede, z.B. bedingt durch Verfügbarkeit der Materialien, ethnografischen und klimatischen Verhältnissen, feststellen.

⁷² COLOMBO, GARBUGLIO, GIANAZZA: Almen – Alpen – Bergdörfer, S. 120f



Abb. 33: Einhof in Blockbauweise in Auffach, Wildschönau



Abb. 34: Eingritzte Jahrzahl auf der dekorierten Firspfette

Durch ihre Unterschiede in der Bauart und Anordnung der Räumlichkeiten, besonders die Lage von Stall und Stadel, muss man sagen, dass von einem einheitlichen Tiroler Bauernhaus nicht gesprochen werden kann. Die architektonische Durchbildung des Aufbaus der älteren Tiroler Bauernhäuser lässt mehrere Bautypen erkennen, welche man ihrer geographischen Verbreitung nach wie folgt bezeichnet: die Unterinntaler (auch Oberbayrische genannt), die Oberinntal-Vinschgauer und die Südtirol-Pustertaler Bauernhaustypen. Die verschiedenen Typen spiegeln auch die Einflüsse auf die Architektur wieder, wie z.B. die Verwendung der Materialien und Baustile. So erkennt man bei den Bauernhäusern in den nördlicheren Gebieten (Unterinntaler Typ), durch den vermehrten Einsatz von Holz, den germanischen Einfluss, in den südlichen Regionen (Oberinntal-Vinschgauer und Südtirol-Pustertaler) überwiegt die Steinbauweise, was den romanischen Einfluss widerspiegelt. Während sich im architektonischen Aufbau Verschiedenheiten ergeben, ist hingegen die Grundrissform meist sehr einheitlich, dazu aber im nächsten Kapitel mehr.^[73]

Eine Tradition, die größtenteils verloren gegangen ist, ist jene der Farbgebung und Bemalung der Fassaden und ihrer einzelnen Elemente. So war es v.a. im 18. Jahrhundert verbreitet, bei Holzbauten konstruktive und dekorative Elemente farblich hervorzuheben, vorzugsweise mit schwarz, rot und grün. Eine noch größere Verbreitung hatte die Fassadenmalerei bei den gemauerten Häusern. Auch wenn heutzutage die Mehrzahl der aus älterer Zeit stammenden Häuser dieser Art nur weiß getünchte Außenwände haben, kann

⁷³ DEININGER: Das Bauernhaus in Tirol und Vorarlberg, S. 7ff

man auf Grund verschiedenster Belege sagen, dass im 16., 17. und 18. Jahrhundert in Tirol wohl kein Bauernhaus entstand, welches nicht, zumindest in bescheidener Art, durch Malerei geziert wurde. Normalerweise fand man die bemalte Dekoration als Fensterumrahmungen und an den Gebäudeecken.

Ein weiteres wichtiges Element, welches sowohl bei Holz- als auch bei Steinbauten vorkam und auch heute immer noch vorkommt, ist die eingeritzte oder aufgemalte Jahrzahl der Erbauung über der Eingangstür, sowie der Name des Hofes an der Hauptfassade.

Auch die enge Verbindung mit Glaube und Religion spielt seit jeher eine tragende Rolle. So enthielten viele Bauernhausfassaden neben den Ecken- und Fensterver-



Abb. 35: Paarhof in Mischbauweise im mittleren Ahrntal

zierungen auch noch Fresken mit Heiligenmotiven, häufig der Mutter Gottes, dem Herz Jesu oder Schutzpatrone wie der Hl. Florian, manchmal auch allegorische Darstellungen aus dem alten und neuen Testament. ^[74] Darunter oder über dem Eingang stand zusätzlich oft noch der Hausspruch, häufig ein aus 2 bis 4 Versen bestehendes Gebet. Eine Besonderheit war auch, dass, wenn Wohn- und Wirtschaftsgebäude getrennt waren, bei Möglichkeit das erstere näher zur Dorfkirche platziert wurde.

Im Folgenden möchte ich nun etwas genauer auf die Bauweise der bäuerlichen Architektur eingehen und die beiden primären Materialien, Stein und Holz, mit ihren verschiedenen Anwendungsformen etwas genauer betrachten. Stein und Holz waren jene Materialien, die überall in den Alpen leicht zu beschaffen sind und dort daher immer schon zum Bauen verwendet wurden. Andere Materialien waren schwierig in die Berge zu transportieren und somit teuer, kamen also gar nicht in Frage. Deshalb orientierte sich die Architektur an den Werkstoffen, die vor Ort vorhanden waren und entwickelte Bautechniken, die der Rohstoff selbst nahelegt.

Das Bauen mit Holz brachte einen doppelten Nutzen: es entstand eine Behausung für Mensch und Tier, gleichzeitig wurde aber auch der Wald gerodet, womit Land für Weiden und Äcker gewonnen wurde. Stein war der billigere Baustoff, aber vor allem auch der widerstandsfähigere und langlebigere. Im Idealfall wurden Holz und Stein kombiniert, wobei die besonderen Eigenschaften der Materialien für die einzelnen Anwendungen zur Geltung kamen. So benutzte man für den

⁷⁴ DEININGER: Das Bauernhaus in Tirol und Vorarlberg, S. 13f

Bau von Wohnräumen und Ställen meist Stein, um die Räume so gut wie möglich nach außen abzudichten, Heuschober und Dachböden, die eine gute Belüftung benötigen, errichtete man aus Holz.^[75]

Wie bereits vorher erwähnt, erkennt man je nach Gebiet den Einfluss der römischen und der germanischen Architektur, wobei allerdings selten einer der beiden Baustoffe alleine vorkommt, es wurde immer eine perfekte und komplementäre Ergänzung der beiden Baustoffe mitsamt ihren Eigenschaften angestrebt.

Ein weiterer Grund, weshalb in Südtirol die Steinbauweise überwiegt, war ein zunehmender Holzbedarf im Mittelalter. Grund dafür war der hohe Holzbedarf des heimischen Bergbaus, genauso wie die Schiffsbauindustrie Venedigs, welche einen großen Teil des benötigten Holzes aus Südtirol bezog und über die Etsch an die Adria transportierte.

Das Grundelement der Steinbauarchitektur ist die Trockenmauer. Dabei wurden spärlich bearbeitete Bruchsteine mit ihrer regelmäßigsten Seite nach außen übereinander geschichtet und die verbleibenden Zwischenräume ohne Mörtel mit kleineren Steinen ausgefüllt. So entstanden 60 bis 70 cm dicke Mauern. Gerade in dieser wahllosen Anordnung der einzelnen Steine steckt die eigentliche Genialität dieser Bautechnik, die Luftlöcher im Mauerwerk dienen als Wärmedämmung, genauso wie sie das Aufsteigen der Feuchtigkeit aus dem Boden verhindern. Doch auch Stein ist nicht gleich Stein, so kommen in den verschiedenen Regionen unterschiedliche Arten vor, welche die Verarbeitung,

Anwendung und nicht zuletzt auch das Aussehen bestimmen.^[76]

Die Fensteröffnungen waren konstruktiv bedingt eher klein dimensioniert, bei größeren Öffnungen, wie z.B. für Türen wurden Holzbalken als Überleger verwendet. Holzbalken fanden teilweise auch als Aussteifung des Mauergefüges Anwendung.

Die weitere Entwicklung der Bauweise brachte eine Verwendung von Mörtel auf Kalkbasis mit sich, der als Mörtellage zwischen den einzelnen Steinen oder auch zur Versiegelung von Innenflächen verwendet wurde. Durch seine gute Entgiftungs- und Desinfektionsbereitschaft wurde Kalk auch häufig zum Auskalken von Ställen verwendet, was ein bewährtes Vorbeugungs- und Abwehrmittel gegen Seuchen war. In Folge der gesamten Entwicklung blühte die Maurerkunst immer mehr auf, schmuckvolle Erker bereicherten viele Hauswände, in den Küchen wurde aus feuerschutztechnischen Gründen Gewölbe errichtet. In manchen wenigen Fällen wurden auch andere Räumen mit Gewölben ausgestattet, dies geschah häufig bei Häusern von reicheren Familien oder Meierhöfen (ehemalige Verwalter der adligen oder geistlichen Gutshöfe). Auf die Mauern wurden Putze aus Kalk und Sand in feinsten Verteilung und unter langer Einwirkung aufgebracht. Mehrere Putzlagen wurden aufgestrichen und mit feuchten Tüchern vor Austrocknung geschützt.^[77]

Der architektonische Aufbau der Häuser war größtenteils ein mehrgeschossiger. Dabei bestand derselbe in der Regel aus dem Parterre, einem Hochgeschoss und in manchen Fällen auch

⁷⁵ COLOMBO, GARBUGLIO, GIANAZZA: Almen – Alpen – Bergdörfer, S. 66ff

⁷⁶ COLOMBO, GARBUGLIO, GIANAZZA: Almen – Alpen – Bergdörfer, S. 70ff

⁷⁷ BERGMEISTER: Volkstümliches Bauen und Wohnen im unteren Pustertal, S. 144ff

noch ein Giebelgeschoss oder Unterdach. In Südtirol ist das Parterre häufig etwas erhöht, womit man von einem Hochparterre-Geschoss spricht. Dadurch sind vor den Hauseingängen kleine Altane (im heutigen Sprachgebrauch wären es Veranden oder Loggien) mit Freitreppen aus Holz oder Stein angeordnet, welche den Zugang zum Hochparterre ermöglichen und neben den Erkern ein zentrales Gestaltungsobjekt sind. Die Altane sind entweder durch das auskragende Dach an der Giebel- oder Traufseite des Hauses, eigene Dachkonstruktionen, welche von Säulen getragen werden, geschützt.^[78]



Links Abb. 36: Kunstvoll gestalteter Erker bei einem Hof im Stubaital



Rechts Abb. 37: Eingangssituation bei einem Hof im Martelltal

⁷⁸ DEININGER: Das Bauernhaus in Tirol und Vorarlberg, S. 12

Mitte des 19. Jahrhunderts verbreiteten sich erstmals die Ziegelbrennereien im damaligen Tirol, wodurch aus Lehm oder Ton geformte und anschließend gebrannte Ziegelsteine für den Mauerwerksbau zur Verfügung standen. Ebenso wurden Dachziegel gebrannt, die in ihrer Form und Ausführung an Holzschindeln erinnerten.

Eine charakteristische Eigenart erkennt man bei Häusern aus Stein, wenn man sie im Schnitt betrachtet. So werden die dicken Steinmauern nach oben hin in jedem Geschoss dünner. Auf die dadurch entstehenden Rücksprünge (10-20 cm) werden die Balken für die Deckenkonstruktion aufgelegt. Bei mehrstöckigen Häusern konnte es deshalb schon vorkommen, dass die Mauern im Keller eine Dicke von 1 m erreichten, um auch im obersten Geschoss noch eine ansprechende Wandstärke zu haben. Für das Klima im Haus war dies ein Vorteil, da mit zunehmender Dicke die Wärmedämmwirkung etwas ansteigt und die Speicherfähigkeit zudem enorm erhöht wird. Deshalb war es im Sommer immer schön kühl und im Keller herrschten durch die dicken Mauern eine ganzjährige konstante Temperatur, die ideal zur Aufbewahrung von Lebensmitteln ist.

Die Erfordernisse am Wärmeschutz erfüllte ein anderes Material besser, nämlich Holz. Im Gegensatz zu Steinmauerwerken, die einen Wärmeleitkoeffizienten λ um die 2,0 W/(mK) haben, hat Holz, je nach Holzart, ein λ von 0,13 bis 0,18 W/(mK). Der Unterschied liegt also bei Faktor 11 bis 15, was zur Folge hat, dass wärmetechnisch gesehen eine 1,5 m dicke Steinmauer einer 10 bis 13 cm dicken Holzwand gleichzusetzen ist. Allerdings ist die Wärmespeicherfähigkeit

von Holz wesentlich geringer als die von Stein und zudem hat das Material Nachteile in Punkto Brandsicherheit.

Meist haben sich eben, wie schon vorher beschrieben, Bauweisen entwickelt, die die oben beschriebenen Eigenschaften der beiden Materialien kombinieren. Kann Holz auf Grund seiner Eigenschaften gewisse Aufgaben nicht erfüllen, so wird derjenige Bauteil aus Stein gefertigt und umgekehrt. So verzichtete kaum eine Holzkonstruktion auf gemauerte Fundamente und Keller, genauso wie kaum eine gemauerte Konstruktion ohne Geschoßdecken (mit Ausnahme von Gewölbekonstruktionen) und Dachkonstruktionen aus Holz auskommt. Gerade die Eigenheiten und der Charakter der jeweiligen regionalen Bauformen resultieren meist aus der ortsspezifischen Kombination und Verwendung der beiden Materialien.

Genauso wie die Maurerkunst war auch die Zimmermannskunst einer kontinuierlichen Entwicklung unterzogen und trug wesentlich zum Erscheinungsbild des Hauses bei. Wobei man anfügen muss, dass gewisse Kenntnisse über die Gesetzmäßigkeiten der Holzverarbeitung heutzutage vergessen worden sind oder nicht mehr angewendet werden. So wurde früher das Bauholz möglichst in den Wintermonaten von

Dezember bis Februar bei abnehmendem Mond geschlagen, da dann die geringstmögliche Feuchtigkeit erzielt werden konnte. Die restliche Austrocknung erfolgte durch eine fachgerechte Lagerung von mindestens 2 Jahren. Heutzutage bestimmt der Markt und der Preis die Schlägerungszeiten, die Trocknung wird künstlich vorgenommen. Das Resultat ist dabei eine vergleichsweise viel geringere Qualität und Lebensdauer. Während z.B. Dachstühle von alten Bauernhäusern über



Abb. 38: Hohe Zimmermannskunst bei einem Giebelbundwerk

Jahrhunderte überlebten, sind solche Lebensdauern für heutige Verhältnisse weitgehend unrealistisch.

In den Tiroler Gebieten kann man prinzipiell zwei Arten von Konstruktionsmethoden unterscheiden: den Blockbau und den Ständerbau. Beim Blockbau werden die Wände aus horizontal übereinander gelegten Baumstämmen errichtet und an den Kreuzungsstellen durch verschiedene Eckverbindungen verzahnt und somit stabilisiert (Eckverband). Früher wurden die unbehauenen Baumstämmе lediglich entrindet und abwechselnd übereinandergestapelt, was allerdings eine gewisse Undichtigkeit zur Folge hatte. Für Heuschober und Almhütten war das kein Problem, da Undichtheiten sogar erwünscht sind, um eine bessere Austrocknung des Heus zu erreichen. Bei Wohngebäuden wurden die Fugen zunächst mit

Moos oder Kuhmist ausgestopft, eine Lösung des Problems wurde mit der Erfindung der wasserbetriebenen Gattersägen im 15. Jahrhundert gefunden. Nun konnten die Baumstämme vierkantig geschnitten werden, womit die Lagerfugen praktisch zur Gänze verschwanden. [79] Für den Wohnbau blieb der Blockverband in Tirol auf das verhältnismäßig kleine Gebiet beschränkt, wo die Unterinntaler Bauweise vorherrschte, in den südlicheren Gegenden, so auch in Südtirol, kommt er nur bei Almhütten und vereinzelt bei höher gelegenen Bauernhäusern vor. In Vorarlberg hingegen, war diese Bauweise lange Zeit vorherrschend. [80]

Die andere, etwas ältere, Bauart ist der Ständerbau, auch Blockständerbauweise genannt. Dabei übernimmt eine Kombination aus einzelnen Balken und Ständern die tragende Funktion, welche mit einer Verschalung verkleidet werden. Für die Schwellen, Ständer und Aufsatzbalken wird meist Lärchenholz verwendet, für die Schalungen Fichtenholz. Die Pfostenabstände übersteigen dabei selten 2,5 m, die Aussteifung übernehmen dabei die sog. Kreuzstreben. Da die Bretterschalung meistens innen angebracht oder eingenetet werden, bleibt die Ständerkonstruktion nach außen sichtbar. Der Ständerbau als selbstständige Bauweise tritt in Tirol und Vorarlberg nur bei Scheunen und Ökonomiegebäuden auf, bei Wohnbauten meist nur in Verbindung mit dem Steinmauerwerksbau. In Südtirol kommen häufig in Ständerbauweise konstruierte Giebel vor, welche ein kompliziertes System an Ständern, Spannriegeln und Streben aufweisen und zusätzlich noch mit reichen Profilierungen und Verzierungen versehen sind. Diese Werke sind in ihren soliden

⁷⁹ BERGMEISTER: Volkstümliches Bauen und Wohnen im unteren Pustertal, S. 82ff

⁸⁰ DEININGER: Das Bauernhaus in Tirol und Vorarlberg, S. 11

Verbindungen und exakten Ausführungen meist wahre Meisterwerke der Zimmermannskunst. [81]

Bei den Dachkonstruktionen finden in Südtirol hauptsächlich sog. Pfettendächer Anwendung, welche im Gegensatz zu den im deutschen Raum häufig vorkommenden Sparren- und Kehl balkendächern keine Mindestneigung und maximale Tragtiefen haben, allerdings größere Querschnitte bei den einzelnen Balken aufweisen. Das Prinzip dabei ist, dass die Dachsparren auf Balkenhölzern (Pfetten) aufliegen, welche die Richtung der Sparren kreuzen. Je nach Art der Lastabtragung der First- und Mittelpfetten wird zwischen stehendem und liegendem Dachstuhl unterschieden. Beim stehenden Dachstuhl erfolgt die Unterstützung der Pfetten mittels senkrechtem Pfosten (auch Stuhlpfosten genannt). Wird nur die Firstpfette unterstützt, spricht man vom „einfach stehenden Stuhl“, werden zur Unterstützung der Sparren weitere Pfetten benötigt, hat man einen „doppelt stehenden Stuhl“. Dabei wird die Firstpfette oft von einem Querbalken getragen, der auf den beiden Pfosten für die Mittelpfetten aufliegt. Will man einen stützenfreien Dachraum erreichen, kann der liegende Dachstuhl zur Anwendung kommen. Dabei werden die Lasten der First- und Mittelpfetten über schräg ansteigende Pfosten abgeleitet. Die Aussteifung der einzelnen Elemente übernehmen diagonal laufende Zangen.

⁸¹ DEININGER: Das Bauernhaus in Tirol und Vorarlberg, S. 12

Die Pfetten und Sparren, im Volksmund als Stuhlbäume und Rofen bezeichnet, stehen giebel- und traufseitig vor, sodass ein Dachvorsprung von 1-1,5 m entsteht, der über dem Eingang und den Balkonen Wetterschutz bietet. Auch am Dach sind häufig Verzierungen und ornamentale Schnitzereien vorhanden, bevorzugt an den Stirnbrettern. Eine Besonderheit, die vorwiegend in Nordtirol und dem Pustertal beheimatet ist, sind die sog. Firstglocken, das sind kleine, mit einer Glocke versehene, Türmchen am First, mit deren Geläut zum Mittagessen oder zur Brotzeit gerufen wurde.



Abb. 39: Legschindeldach beim Feuchterhof in Luttach (17. Jh.)

Die Dachform ist eigentlich immer ein Satteldach, die Wirtschaftsgebäude sind gebietsweise abgewalmt, meist durch einen Krüppelwalm oder Schopfwalm. Die Dachneigungen waren verschieden, in Südtirol findet man sowohl Steildächer, als auch flach geneigte Satteldächer. Dabei sind die Dächer der früher meist mit Stroh oder Schindeln bedeckten Wirtschaftsgebäude meist steiler (bis zu 40°), die Wohngebäude weisen normalerweise eine Neigung von 20 bis 30° auf und waren fast ausnahmslos mit Holzschindeln gedeckt. Die Schindeln werden aus Lärchenholz (dabei sollte der Baum eine sog. Linksdrehung aufweisen) gespalten und anschließend geräuchert, um sie witterungsbeständiger zu machen. Der Materialverbrauch ist relativ hoch, da die Schindeln in dreifacher Überdeckung aufgebracht werden sollten und somit für ein durchschnittliches Dach 15 bis 20 Bäume mittlerer Größe gefällt werden müssen. Bei Dächern mit einer Neigung von 18 bis 25° wurden die Schindeln aufgelegt und mittels Dachstangen und Schwarsteinen belastet (Legschindeldach), ab einer Neigung von 25° wurden sie genagelt (Schardach).^[82] In jüngster Vergangenheit werden Schindeldächer zum Zweck des Denkmalschutzes zwar wieder vermehrt eingesetzt, allerdings ist der Anteil sehr gering. Grund dafür dürfte der wesentlich höhere Preis im Vergleich zu einer Ziegeleindeckung sein. In der Gemeinde Kastelruth haben heute nur mehr 3,2% der Wohnhäuser von Bauernhöfen eine Schindeleindeckung.^[83]

⁸² BERGMEISTER: Volkstümliches Bauen und Wohnen im unteren Pustertal, S. 98ff

⁸³ Eigene statistische Erhebung bei 126 der insgesamt 443 bäuerlichen Betriebe der Gemeinde Kastelruth



Abb. 40: Umlaufender „Söller“ bei einem Einhof im Gsiesertal

Ein weiteres Gestaltungselement an der Fassade sind Balkone, im Volksmund Söller oder Solder genannt, die in den verschiedensten Varianten vorkommen. Allerdings kamen sie ursprünglich fast ausschließlich bei Holzbauten und Mischformen vor, bei reinen Steinbauten findet man vorwiegend Erker anstatt der Balkone. Heute findet man auch bei reinen Steinbauten oft Balkone vor, allerdings ist anzunehmen, dass diese in vielen Fällen erst später hinzugefügt worden sind. In diesen Fällen wurden auskragende Holzträger eingesetzt, auch die Geländer sind aus Holz. Bei Blockbauten ist die Balkonauskragung relativ einfach zu erstellen, indem man die liegenden Hölzer einfach über den Eckverband hinaus

weiterlaufen lässt und darauf die Bodenbretter auflegt. Die Balkone sind oft als Galerien oder auch als Art Loggien ausgebildet und umschließen das Gebäude im Ober- und Giebelgeschoss an bis zu drei Hausfronten. Die Geländer bestehen meist aus reichlich verzierten, senkrechten Brettern und werden zudem noch mit Blumen, vorwiegend Geranien, verschönert. Im Gegensatz zu den Wohngebäuden wird bei den Balkonen von Wirtschaftsgebäuden wenig Wert auf dekoratives Aussehen gelegt, sie haben dort eine rein funktionale Bedeutung. Die waagrechten Geländerstangen werden zum

Trocknen von Heutüchern oder auch zum Nachtrocknen des Getreides verwendet.

Auch für den Innenausbau war Holz das meistverwendete Material. Sowohl in den Wohn- als auch in den Wirtschaftsgebäuden findet man die Zwischendecken fast ausnahmslos aus Holz gefertigt vor. Die Ausnahmen sind Räume mit Gewölbe, wie z.B. Küchen oder manchmal auch Flure. Auf die Balkendecken kam ein Fußbodenbelag aus Lärchenholz. Die einzelnen Bretter, auch Riemen genannt, waren nur 10 bis 15 cm breit und wurden mit Nut und Feder miteinander verbunden. Auf Grund der langen natürlichen Trocknungszeit schwanden die Bretter nur sehr wenig, wodurch nur sehr geringe Fugen entstanden. In der Stube und den Schlafzimmern wurden die Wände und die Decke noch zusätzlich mit einer Holztäfelung versehen. In der Zeit der Gotik entstanden die sog. Bohlenbalkendecken aus Zirben- oder Kiefernholz, wo zwischen den in kurzen Abständen verlegten Balken Bohlen eingeschoben wurden. Häufig erfuhren die Balken auch noch eine reiche ornamentale Ausschnitzung. In

der 2. Hälfte des 16. Jahrhunderts kamen die Formen der Renaissance zur Geltung, die Wände und Decken wurden mit großflächigen, rechteckigen Tafeln verkleidet. In manchen

Wandtafeln wurden Wandschränke mit transparenten Flügeltüren eingebaut.^[84]

Die Einrichtung der Stube, egal aus welcher Zeitepoche, mit ihren einzelnen, typischen Elementen hat eigentlich kaum Änderungen erfahren. Die Stube war der einzig beheizte Raum im Haus und somit der zentrale Aufenthaltsraum. Allen gesellschaftlichen Verpflichtungen und Hausarbeiten wurde dort nachgegangen. Den Namen erhielt sie eben durch den



*Links Abb. 41: Getäfelte Stube mit gemauertem Ofen
Rechts Abb. 42: Herrgottswinkel mit Esstisch*

Ofen (lat.: Stufa), der immer in der Ecke neben dem Eingang situiert ist und entweder vom Gang oder der Küche aus befeuert wird. Umgeben wird der Ofen von einem Gerüst, im Volksmund Gschall genannt, das zum Aufhängen und Trocknen von Kleidung und Wäsche dient. Der Ofen ist von einer Bank umgeben und die Eckpfeiler tragen die Ofenbrücke, im Winter ein beliebter Platz zum Ausruhen über dem warmen Ofen. Diagonal gegenüber befindet sich der massive, viereckige Esstisch, umgeben von einer Sitzbank und mehreren Stühlen. Durch das im Eck hängende Kruzifix und anderen Heiligenbildern wird diese Ecke auch „Herrgottswinkel“ genannt. Ansonsten ist die Einrichtung der Stube nur sehr spärlich, außer einigen weiteren Sitzmöglichkeiten gibt es meist nur noch einen Uhrkasten für die Pendeluhr.^[85]

Die Türen werden samt ihren Rahmen bis heute noch immer in Holz angefertigt. Die Innentüren waren sog. Rientüren, die aus einfach aneinandergesetzten Riemen bestanden. Sogar die Türgelenke waren lange aus Holz. Die Eingangstüren waren stabiler, in ein festes Rahmenwerk wurden Füllungen eingesetzt, zudem waren sie meist durch Zierleisten und Schnitzereien verschönert. Ein Detail, das heutzutage so gut wie keine Verwendung mehr findet, ist der Türklopfer, durch den sich der eintretende Gast bemerkbar machen konnte.

Eine große Entwicklung haben die Fenster und ihre Öffnungen durchgemacht. Die Anforderungen waren seit jeher dieselben, nämlich Licht und Frischluft in den Raum zu lassen, allerdings undurchlässig für Wind und Regen zu sein. Jedoch war die Ausführung nicht immer dieselbe. Als noch keine Glasscheiben zur Verfügung standen, bzw. das Material zu teuer

⁸⁴ BERGMEISTER: Volkstümliches Bauen und Wohnen im unteren Pustertal, S. 117ff

⁸⁵ DEININGER: Das Bauernhaus in Tirol und Vorarlberg, S. 15

war, bestanden die Fenster aus einfachen Holzbrettern, die über eine horizontale Schiebevorrichtung verschoben werden konnten. Erst mit der Verbreitung des Glases wurden die Fenster durchsichtig, in einen Holzrahmen, der durch Sprossen unterteilt war, wurden Glasscheiben gesetzt. Diese sog. Taschenfenster wurden in eine seitlich eingelassene Wandöffnung eingeschoben. Im weiteren Verlauf wurden immer häufiger Drehflügel verwendet, die anfangs nach außen aufgingen, da somit das Regenwasser weniger leicht durch die Fugen eindringen konnte. Um ein Zuschlagen zu verhindern, konnten sie durch kleine Anker befestigt werden. Die Fenster waren immer zweiflügelig und durch Sprossen unterteilt.^[86]

Wie man sehen kann, hat die Architektur der Bauernhäuser eine lange und fundierte Tradition, an der über Generationen hinweg immer festgehalten wurde. Auch wenn sie stetig weiterentwickelt worden ist, an bewährten Bauweisen und Methoden wurde konsequent festgehalten. Wohl zu Recht, denn alte Bauernhäuser haben teilweise gerade dadurch über Jahrhunderte überlebt und ihren Zweck erfüllt. Mit der rasanten Entwicklung in den letzten Jahrzehnten konnten sie allerdings nicht mehr ganz mithalten. Den heutigen Anforderungen an Heizwärmebedarf, Energiekosten und Wohnkomfort können die alten Bauernhäuser aber einfach nicht mehr ganz gerecht werden. Ihnen das allerdings vorzuwerfen wäre aber etwas naiv, denn genauer betrachtet sind die Bauernhäuser die eigentlichen Vorfahren der heutigen Klimahäuser.

⁸⁶ BERGMEISTER: Volkstümliches Bauen und Wohnen im unteren Pustertal, S. 126ff

Ein Klimahaus zeichnet sich durch minimierte Wärmeverluste, Energieeffizienz, einen niedrigen Heizwärmebedarf und eine möglichst ressourcenschonende und ökologische Bauweise aus. Wenn man nun die unterschiedlichen Umstände und Rahmenbedingungen betrachtet, so kommt man zum Schluss, dass ein altes Bauernhaus diese Punkte genauso erfüllt, nur eben unter anderen Gegebenheiten.

In Bezug auf Ressourcenschonung und Ökologie kann ein modernes Haus dem alten Bauernhaus kaum das Wasser reichen. Das Baumaterial wurde in unmittelbarer Umgebung gewonnen, lange Transportwege entfielen. Die Bäume wurden meist sogar am eigenen Grundstück gefällt, um den Bauplatz überhaupt erst zu schaffen. Holz als ökologischer Baustoff wurde so oft wie möglich eingesetzt, seine Eigenschaft als schlecht wärmeleitender Baustoff war sehr wohl bekannt. Die hölzernen Fußböden, Wand- und Deckentäfelungen wirkten wie eine Innendämmung, genauso wie die dicken Steinmauern mit kleinen Hohlräumen versehen wurden. Eine Innendämmung hat zudem die vorteilhafte Eigenschaft, dass ein Raum schnell aufgeheizt werden kann. Die Dächer der Wohngebäude wurden absichtlich nicht zu steil angelegt, sodass der Schnee im Winter nicht abrutschen kann und somit ebenfalls wie eine Wärmedämmung wirkt. Die Fensteröffnungen wurden so klein wie möglich zu gestalten, da man sich sehr wohl bewusst war, dass dies eine der schwächsten Stellen in der Gebäudehülle war. Zusätzlichen Wärmeschutz boten vielfach die Fensterläden aus Holz. Auch Fassadenbewuchs hatte nicht nur ästhetische und funktionale, sondern auch wärmetechnische Gründe. So bieten Bäume oder dichter Efeubewuchs einen probaten Schutz gegen direkten



Abb. 43: Ausgestopfte Fugen eines Blockverbandes

Windeinfall auf die Fassade, wodurch ebenfalls Wärmeverluste vermieden werden können.

Um unkontrollierte Lüftungs- und Wärmeverluste zu vermeiden, wurden die Fugen bei Blockbauten mit Moos oder Kuhmist ausgestopft. Um Energie zu sparen, wurde im Winter sogar die Fensterlüftung vermieden.

Doch auch der Heizenergiebedarf wurde versucht so niedrig wie möglich zu halten, was ebenfalls durch bauliche Maßnahmen geschah. Die Raumhöhen waren so niedrig wie möglich, womit das zu beheizende Volumen minimiert wird. Weiters gab es im Haus nur einen beheizten Raum, nämlich die

Stube, die zugleich der zentrale Aufenthaltsraum war. Durch einen kleinen Schieber in der Decke konnte zudem das darüber liegende Schlafzimmer mit beheizt werden. Zum Befeuern des Kachelofens und des Küchenherdes wurde lediglich Holz benutzt.

Der Warmwasserverbrauch war minimal, das Wasser zum Waschen wurde in einem im Küchenherd integrierten Behälter bei dessen Befeuerung mit erhitzt.

Heutzutage würde man von einem sehr niedrigen Primärenergiebedarf sprechen, ein Bauernhaus hätte wohl fast alle Kriterien eines Klima-/Passivhauses erfüllt. Lediglich die passive und aktive Nutzung der Solarenergie war nicht wirklich inkludiert, doch deren Technologien waren noch nicht erfunden.

Aber die Südausrichtung des Gebäudes, wie sie heute angestrebt wird, war damals kein Thema. Allerdings muss man sagen, dass der Wohnkomfort in früherer Zeit nicht im Mittelpunkt stand, sondern das Wohnen eher als Notwendigkeit angesehen wurde. Vielmehr wurde darauf geachtet, dass die Tiere die klimatisch günstigere Lage für ihre Unterbringung bekamen, da sie die Einkommensgrundlage bildeten und deshalb bevorzugte Behandlung genossen. Zusätzliche Argumente für die Situierung der Gebäude waren auch andere, wie z.B. manchmal die nähere Lage des Wohnhauses zur Dorfkirche oder noch vielmehr das sensible Einfügen der Gebäude in das Gelände, um Arbeitsabläufe bestmöglich durchführen zu können.

Trotzdem kann man getrost behaupten, ein Bauernhaus hätte wohl eine Klimahaus-Plakette inklusive des Plus-Siegels neben der Haustür hängen gehabt.

5.4 Analyse der Haus- und Hofformen

Als Hofform bezeichnet man die Art des Bauernhofes oder vielmehr die Situierung der einzelnen Wohn- und Wirtschaftsgebäude zueinander.

Eine Hofanlage umfasst in der Regel 4 Funktionsgruppen, die durch eigene Gebäude oder unterschiedlich große Gebäudeteile abgedeckt werden: Wohnen, Viehhaltung, Vorratshaltung und Geräteaufbewahrung. Die Hofform beschreibt nun wie sich die einzelnen Teile grundrissmäßig um den Hofraum (dem Raum zwischen den Gebäuden) anordnen. Die wichtigsten Arten sind der Haufenhof, der Mehrseithof (Zwei-, Drei- oder Vierseithof) und der Einhof. Von den Mehrseithöfen kommt in Süd- und Nordtirol fast ausschließlich der Zweiseithof vor, der hier unter dem Namen Paarhof bekannt ist. Es sind hauptsächlich diese 3 Arten vorherrschend, andere Varianten wie Haken- und Streckhofformen kommen hier nicht vor.

Die älteste Form ist der Haufen- oder Mehrhof. Dabei fallen die einzelnen Funktionen auf separate Gebäude, welche willkürlich angeordnet sind. Diese Hofanlage stellte die geringsten technischen Schwierigkeiten bei der Errichtung dar, da die einzelnen Gebäude klein waren und sich den unterschiedlichen Gegebenheiten individuell anpassen konnten. So konnte es durchaus vorkommen, dass das Wohnhaus, die Scheuer (Synonym für Scheune), der Schopf (Abstellraum, Baracke), der Parch (Getreidespeicher), die Miete (Lagerstätte für Feldfrüchte), der Schober (überdachtes Heulager), das Badhaus, Backofen und Küche als eigene, selbstständige Gebäude auftreten konnten.



Abb. 44: Als Museum umgestalteter Haufenhof im Passeiertal

Heute sind Haufenhöfe nur mehr sehr selten vorzufinden, meist findet man solche Anlagen nur mehr vereinzelt in hohen Berg- und Almdörfern. Der Grund dafür dürfte der technische Fortschritt gewesen sein, der die Errichtung größerer Bauten ermöglichte und somit die Wirtschaftsteile zu einem großen Gebäude zusammengefasst wurden. Damit verbunden war natürlich eine Arbeitserleichterung, da man verschiedene Tätigkeiten unter einem Dach verrichten konnte. Somit kann man vermuten, dass aus dieser Entwicklung der Paarhof entstanden ist.^[87]

⁸⁷ BERGMEISTER: Volkstümliches Bauen und Wohnen im unteren Pustertal, S. 42f

Der Paarhof ist die in Südtirol am häufigsten vorkommende Hofform. Unter dieser Bezeichnung versteht man einen Hof, bei dem die Wohnräume einerseits und die Wirtschaftsräume andererseits in je einem großen Hauptgebäude mit eigenem Dach untergebracht sind. Die Bezeichnungen für die beiden Gebäude sind Futter- und Feuerhaus. Beim Futterhaus befinden sich normalerweise im Erdgeschoss die gemauerten Stallungen und darüber liegend die in Holz gezimmerte Scheune, in Südtirol Stadel genannt.

Das bäuerliche Wohnhaus ist gekennzeichnet durch eine vielfältige Wechselbeziehung zwischen der landwirtschaftlichen Arbeit und dem Wohnen. Es ist gleichzeitig der primäre Aufenthaltsort der Familie sowie auch der Arbeitsplatz für die



Abb. 45: Paarhof bei Kastelruth

Hauswirtschaft. Durch die oft abgeschiedene Lage muss das Bauernhaus alle Bedürfnisse zur Erhaltung der Gemeinschaft und der Entwicklung des Einzelnen erfüllen. Im Kellergeschoss befinden sich meist Kellerräume, die oft nur aus dem Felsen herausgeschlagen sind und meist sehr gute klimatische Bedingungen zur Lagerung und Aufbewahrung diverser Lebensmittel bietet. Im Erdgeschoss befinden sich die Hauptwohnräume wie Stube, Küche und der Flur, in Südtirol Labe genannt. Die Schlafräume sind teils im Erdgeschoss, teils im Obergeschoss untergebracht. Das Dachgeschoss diente früher als Aufbewahrungs- und Trockenplatz für Getreide und Früchte, heutzutage wird es meist für Wohnzwecke ausgebaut.

Das Wirtschaftsgebäude dient zur Unterbringung des Viehs und der Futtermittel. Im Untergeschoss befinden sich die Stallungen, wobei oft für verschiedene Tierarten separate Räume vorhanden waren, und eventuelle Kellerräume. Das Obergeschoss wird als Stadel bezeichnet und dient zur Lagerung des Heus und der landwirtschaftlichen Maschinen. Durch den heute erhöhten Maschinebedarf reicht der Platz im Stadel meist nicht mehr aus und es werden separate Maschinenräume errichtet. Der Stadel selbst kann mehrere Ebenen haben, die entweder separat befahren werden können oder mit Stiegen untereinander verbunden sind.

Bei der Lage der Paarhöfe lassen sich grob eingeteilt 3 verschiedene Stellungen zueinander beobachten. Während im Tal die Situierung der Gebäude häufig von der Siedlungsstruktur und den Verkehrswegen beeinflusst wird, ist diese in den Hang- und Berglagen stark vom Gelände und somit von den Zufahrten zum Wirtschaftsgebäude geprägt.

Die häufigste Anordnung ist die Nebeneinanderstellung, wobei die beiden Gebäude mit dem First parallel in Talrichtung

stehen. Je nach Abstand der Gebäude entsteht ein mehr oder weniger geräumiger Hof, in dem ein Großteil der landwirtschaftlichen Arbeiten verrichtet wird und der als Auslaufplatz für die Tiere dient. Oftmals ist der Wirtschaftsteil vom Wohnhaus aus über eine überdachte Brücke zu erreichen, die bei Schlechtwetter einen Wetterschutz bietet. In weiterer Entwicklung der Höfe wurde häufig ein Verbindungstrakt geschaffen, in welchem auch noch zusätzliche Nebenräume untergebracht werden konnten, wie z.B. die Maschinenräume. Die Nebeneinanderstellung mit parallelem First eignet sich besonders gut für Hanglagen, da man für beide Gebäude Zugänge auf mehreren Ebenen hat. Somit kann man Wohnbereich, Keller, Stall und Stadel ebenerdig erreichen.

Eine weitere Form ist die Hintereinanderstellung mit gleicher Firstlinie. Diese Form setzt günstigere Geländegegebenheiten voraus, da ansonsten, bedingt durch die Niveauunterschiede, der Eingang zum Wohnhaus traufseitig angesetzt werden muss und somit die zurückzulegenden Wege zu groß werden. Ist das Gelände flach, können die Gebäude relativ nah aneinandergelassen werden, womit die Eingänge direkt gegenübergelegt werden können und somit der kürzeste Weg entsteht, der auch noch wettergeschützt ist.

Die 3. Stellung ist die Querstellung, bei der die beiden Gebäude mit ihren Firstrichtungen im rechten Winkel zueinander gestellt werden. Auch diese Anordnung erfolgt meist im ebenen Gelände. Dabei ist zumindest ein Zugang eines Gebäudes immer traufseitig, um die kürzesten Wege zu ermöglichen.^[88]

⁸⁸ BERGMEISTER: Volkstümliches Bauen und Wohnen im unteren Pustertal, S. 43ff

Bei den einzelnen Varianten können die Gebäude auch leicht verschoben sein. Das kann entweder auf Grund der besseren Anpassung an das Gelände erfolgen oder aber auch um windgeschützte Bereiche zu schaffen.

Zudem gibt es auch noch Sonderformen, die allerdings geringe bzw. gar keine Verbreitung haben. So findet man manchmal zusammengebaute Wohn- und Wirtschaftsteile, die allerdings über separate Dächer verfügen. Hier ist anzunehmen, dass dies im Laufe der Zeit durch bauliche Veränderungen entstanden ist. Eine in Südtirol kaum verbreitete Form ist der Zwiefhof, bei dem die 2 Gebäudeteile zwar voneinander getrennt



Abb. 46: Zusammengebauter Paarhof, Egarter bei Kastelruth

sind, aber ein gemeinsames Dach besitzen. Somit entsteht ein überdachter Hof.

Die Vorteile eines Paarhofs sind vor allem die große Anpassungsfähigkeit an das Gelände und die durch die getrennten Gebäudeteile unterbundene Lärm- und Geruchsbelästigung. Allerdings sind, im Vergleich zum nachher beschriebenen Einhof, die Baukosten infolge größerer Dach- und Wandflächen höher und der Wärmeverlust steigt durch die größere Außenfläche ebenfalls.

Aus den hintereinandergestellten Paarhöfen haben sich die Einhöfe entwickelt. Da sie anfangs aber lediglich zusammengebaut wurden und keine direkte Verbindung vom



Abb. 47: Vollendeter Einhof in Brandenburg, Bezirk Kufstein

Wohn- zum Wirtschaftstrakt hatten, sowie getrennte Dachflächen, spricht man anfangs noch von „unvollendeten Einhöfen“. Der Wirtschaftsteil ist dabei meist dem ansteigenden Gelände zugewandt und kommt somit etwas höher zum liegen (0,4-1,5 m). Der Stadel endet an der gemeinsamen Mittelmauer, manchmal kann er aber auch im Dachgeschoss des Wohnhauses seine Fortsetzung finden (z.B. bei den Wipptaler Einhöfen).

Aus dem halbvollendeten Einhof entwickelte sich der „vollendete“ Einhof, bei welchem Wohn- und

Wirtschaftsgebäude unter einem, durchlaufenden Dach vereint sind. Die beiden Teile sind dabei direkt miteinander verbunden, was die Arbeitswege wesentlich verkürzt, aber auch Geruchs- und Lärmelast mit sich bringt. Bei den ursprünglichen Einhöfen, den Durchfahrtshöfen und Mittertennhöfen, sind die Wohn- und Wirtschaftsteile durch die Tenne verbunden.

Aus nebeneinander gestellten Paarhöfen hat sich der Wipptaler Einhof entwickelt. Anfangs wurden die beiden Gebäude zusammengebaut, später noch das Dach um 90° gedreht, sodass die Firstlinie durchlaufend war. Die Wipptaler Einhöfe werden auch heute noch gebaut, da sie auf Grund des insgesamt etwas kleineren Gebäudes eine hohe Anpassungsfähigkeit an das Gelände haben. Auch kann man die ursprünglichen Grundrisse an die heutigen Bedürfnisse gut adaptieren. Während Einhöfe normalerweise parallel zur Talachse stehen, schauen die Wipptaler Einhöfe mit der Giebelseite ins Tal.

Aus hintereinandergestellten Paarhöfen wurde der quergeteilte Einhof, aus dem Zusammenfügen von quer gestellten Paarhöfen wurde der Hakenhof.

Die Vorteile des Einhofs sind wie bereits erwähnt die kurzen Verbindungswege, sowie die niedrigeren Baukosten und die bessere Wärmespeicherung im Wohnbereich durch den angebauten Wirtschaftsteil (keine angrenzende Außenluft, Wärmedämmung durch das Heu und Eigenwärme des Stalles). Dagegen spricht die schwierige Anpassung an das Gelände, die Geruchs- und Lärmbelästigung. Auch baulich gesehen hat der Einhof seine Nachteile, so beim Brandschutz oder auch bei den Erweiterungsmöglichkeiten.^[89]

Wenn man nun die Hofformen miteinander vergleicht, so hat der Paarhof eindeutige Vorteile. Der einzige wesentliche Nachteil ist der der größeren Entfernung zwischen Wohnräumen und Ställen, der allerdings durch überdachte Konstruktionen überbrückt werden kann. Bei neueren Hofanlagen ist ein fix überdachter Verbindungstrakt meist schon Standard, womit sich die Paarhöfe in eine Art Dreiseithöfe entwickeln, die allerdings nichts von ihrem ursprünglichen Charakter einbüßen.

Durch den Tourismus, der mit dem „Urlaub auf dem Bauernhof“ immer mehr in die Landwirtschaft integriert wird, bietet der Paarhof ebenfalls Vorteile, da Erweiterungen leichter durchzuführen sind und das getrennte Wohnhaus sich für die Beherbergung von Gästen besser eignet.

Unter der Hausform versteht man die Grundrisseinteilung des sog. Feuerhauses. Auch hier kann man eine stetige Entwicklung feststellen, die sich den wechselnden Bedürfnissen über die Jahrhunderte hinweg angepasst hat.

Die wichtigsten Räume sind die Küche (ugs. Kuchl), welche mit ihrer Feuerstelle die Urzelle des Wohnhauses darstellt, die Stube, die mit dem Stubenofen den Raum mit der höchsten Wohnkultur bildet, und der Flur, auch Labe genannt. Die Stellung des Flures innerhalb des Wohnhauses war auch meistens für die Namensgebung der einzelnen Grundrisse verantwortlich. Die Labe ist vielfach sogar der eigentliche Hauptraum des Gebäudes, da er neben den Zugangsmöglichkeiten zu den anderen Räumen auch noch andere Funktionen inne hat. Durch ihre breite Ausführung findet man am Ende der Labe oft einen Tisch mit Sitzmöglichkeiten vor, der in der warmen Jahreszeit gerne als Ess- und Arbeitsplatz hergenommen wird. Im Vinschgau dient sie sogar teilweise als Durchfahrt. Neben den eben genannten Räumen befinden sich im Hauptgeschoss noch die Speis (Vorratskammer) und das Schlafzimmer für die Großeltern, welches oft neben der Stube situiert ist und durch den Ofen mitbeheizt werden kann. Die restlichen Schlafzimmer befinden sich im Obergeschoss und haben oft geschlechtsspezifische Bezeichnungen: so spricht man von einer Gitschnkammer (Mädchenschlafzimmer) und Buabmkammer (Jungenschlafzimmer). Die Kammer über der Stube kann ebenfalls durch den Ofen mitbeheizt werden und ist meist das Elternschlafzimmer.^[90]

⁸⁹ BERGMEISTER: Volkstümliches Bauen und Wohnen im unteren Pustertal, S. 62ff

⁹⁰ BERGMEISTER: Volkstümliches Bauen und Wohnen im unteren Pustertal, S. 197ff

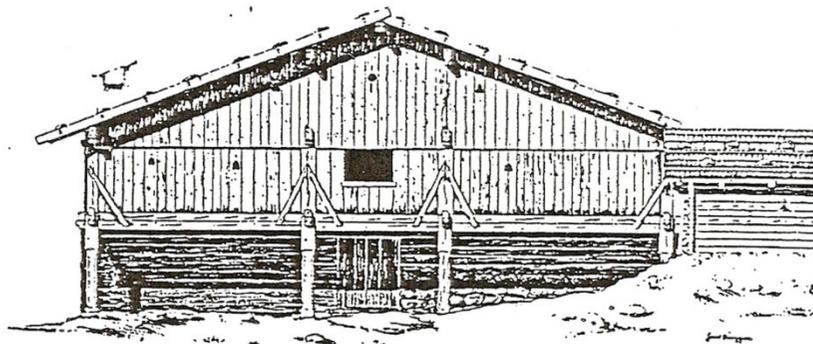


Abb. 48: Vorlaubenhaus, 13.-14. Jahrhundert

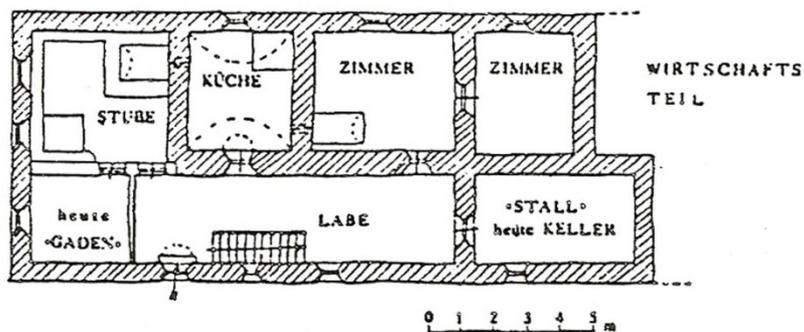


Abb. 49: Seitenflurgrundriss, 14.-15. Jahrhundert

Ausgangspunkt der Entwicklung der Grundrisse war das Vorlaubenhaus, welches den Namen durch die offene, überdachte Laube an der Giebelseite des Hauses bekommen hat. Mit Säulen wird das auskragende Obergeschoss getragen. In der folgenden Entwicklungsgeschichte entstanden die Grundrisse dann durch einen Vorgang der Aneinanderreihung einzelner Raumzellen um diese Vorlaube, was die weitere Verwendung des Wortes „Laube“ für den Flur mit sich brachte. Grund dafür war die Sesshaftwerdung und der damit verbundene Wunsch nach einer größeren Wohnkultur. Die Entwicklung führte über das Giebelflurhaus zum Seitenflurgrundriss, bei dem das Dach um 90° gedreht wurde. Das Seitenflurhaus war für die weitere Entwicklung von ausschlaggebender Bedeutung, alle nachfolgenden volkstümlichen Hausformen lassen sich davon ableiten, da man es als Urform des rätoromanischen Hauses betrachten kann.

Dabei sind zwei bis drei Räume nebeneinander an die inzwischen geschlossene Laube angereiht. Die Laube ist meist mit Steinen ausgepflastert, über eine Stiege gelangt man ins Obergeschoss, wo sich die Schlafräume befinden. Der Grundriss kommt meist bei Einhöfen vor und der Wirtschaftsteil schließt meist seitlich oder dahinter an, sodass das Vieh teilweise durch die Laube in den Stall getrieben wurde. In weiterer Folge dürfte aus Gründen des Raumbedarfs der Seitenflur ausgebaut worden sein, womit das bis heute gebräuchliche Mittelflurhaus entstand.

Der Mittelflurgrundriss stellt die am häufigsten auftretende Form der Wohnungseinteilung dar und wird durch den breiten Flur charakterisiert, der das komplette Haus in der Mitte teilt (in Firstrichtung), wobei die beiden Hälften nicht gleich groß sein müssen. An den beiden Seiten reihen sich die vier Räume:

Küche, Speis, Stube und Zimmer. In Südtirol sind die Wohngeschosse meist gemauert und unterkellert. Die Küche ist vielfach gewölbt und dient zusätzlich als Selchküche. Die anderen Trennwände samt dem Obergeschoss sind meist aus Holz. Der Rauch des Stubenofens und des Küchenherds wird meist nur durch einen einzigen Kamin abgeleitet, der erst in der oberen Zwischendecke beginnt. Der Mittelflurgrundriss ist zwar der am häufigsten vorkommende, bei Neubauten im letzten Jahrhundert fand er allerdings keine Berücksichtigung mehr. Verwendet werden der Mittellabengrundriss und der heute vorherrschende T-Flurgrundriss, welche sich aber beide aus dem Mittelflurgrundriss herleiten.^[91]

Beim Mittellabenhause durchquert der Flur nicht das ganze Haus und wird im hinteren Teil von einem weiteren Raum begrenzt. Somit kommt dem Flur lediglich die Funktion des Eingangsbereiches und des Zugangs zu den anderen Räumen zu. Die Funktion als Aufenthaltsraum entfällt, welche aber durch veränderte Wohnbedürfnisse nicht mehr wirklich gefordert war. Das Haus teilt sich somit weiterhin in 2 Hälften, allerdings hat sich die Zugangssituation verändert. Die Räume im hinteren Teil haben keinen direkten Zugang mehr, sondern müssen über die Räumlichkeiten davor oder dazwischen betreten werden.

Das T-Flurhaus ist wiederum eine Weiterentwicklung der vorigen Grundrisse und entspricht den heutigen wohnlichen und sanitärhygienischen Bedürfnissen. Bei Neubauten findet fast ausschließlich diese Variante Anwendung. Der Name kommt daher, dass die Labe die Form eines T hat. Die Grundrissform entspricht der des Mittellabengrundrisses, die

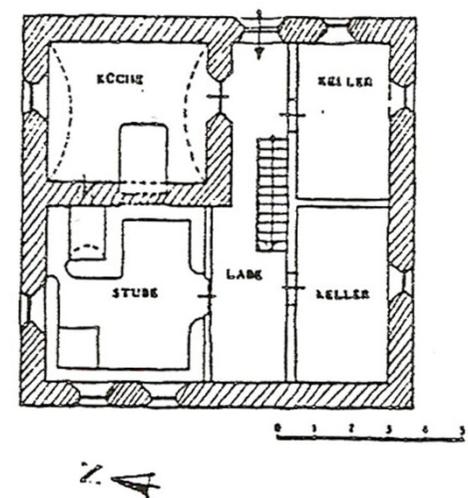


Abb. 50: Mittelflurgrundriss, 15.-17. Jahrhundert

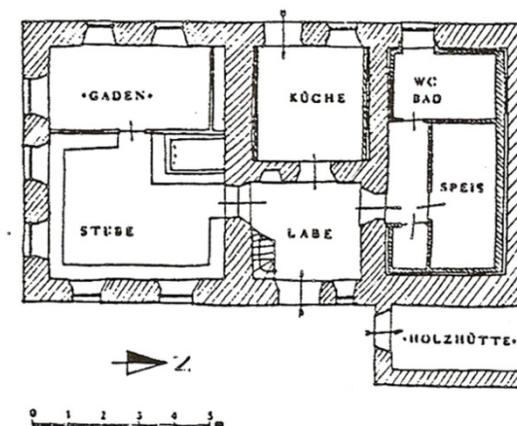


Abb. 51: Mittellabengrundriss, 16.-17. Jahrhundert

⁹¹ BERGMEISTER: Volkstümliches Bauen und Wohnen im unteren Pustertal, S. 205ff

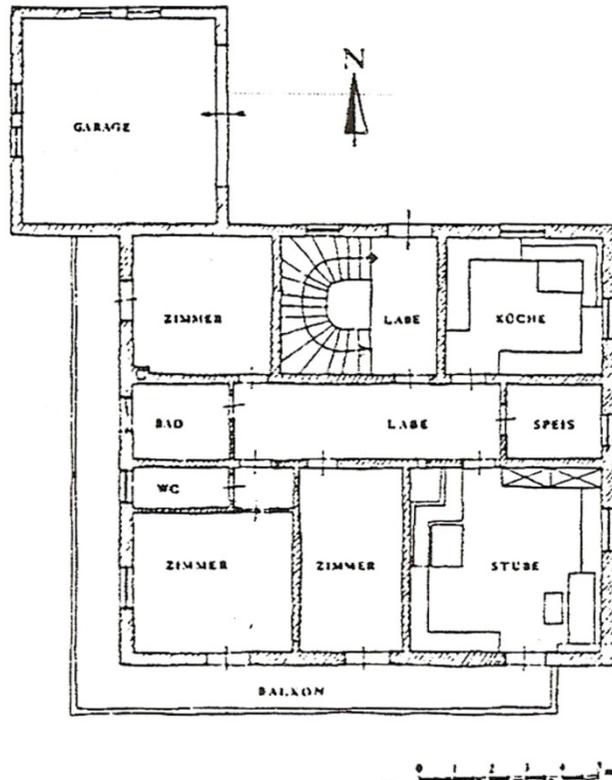


Abb. 52: T-Flurgrundriss, 20. Jahrhundert

Labe wurde aber an deren Ende nach rechts und links erweitert, womit nun alle Räume einen separaten Zugang haben und man eigentlich von einer Querlabe sprechen müsste. Die Labe reicht nicht bis zur Hauswand, sie wird durch Nebenräume begrenzt. Falls gewünscht kann sie auch abgetrennt werden, wodurch ein Vorraum und Windfang

entsteht, von dem aus man häufig über eine Stiege in die anderen Geschosse gelangt. Eine Wohneinheit begrenzt sich normalerweise auf ein Stockwerk, wobei eine Seite den Wohn- und Essbereich beinhaltet, die andere die Schlafräume.

Es gibt zusätzlich einige andere Varianten von Grundrissen, die in keinem entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang mit den vorher erwähnten stehen, allerdings auch eine sehr geringe Ausbreitung erfahren.

Beim Flurküchenhaus wird die Funktion von Küche und Labe vereint. Diese Form ist bei Bauernhäusern nur mehr sehr selten zu finden, bei Almhütten ist diese Variante allerdings noch sehr weit verbreitet. Diese Hütten werden über die Küche betreten, an die nur ein Schlafzimmer anschließt. Eine weitere Variante ist der Eckflurgrundriss, dessen Einteilung eine einfache Vierteilung ist und ein Raum davon die Funktion als Eingangsbereich und Labe inne hat.

5.5 Probleme und Lösungsansätze bestehender Gebäude

Die Bauernhäuser in Südtirol, aber auch im sonstigen Alpenraum, sind größtenteils Altbauten. Nun trägt unter anderem ja bekanntlich auch dieser Punkt zum speziellen Charakter der Dörfer und ihrer Umgebung bei. Wenn man allerdings genauer hinsieht, so kann man den teilweise wirklich schlechten Zustand der Bausubstanz erkennen. Einerseits ist dies verständlich, schließlich sind viele Gebäude Relikte aus vergangenen Jahrhunderten und haben bereits einige Generationen übererlebt. Andererseits ist dringender Handlungsbedarf gegeben, denn die Erhaltung dieser Objekte sollte oberste Priorität genießen. Schließlich lebt doch auch der Tourismus von dieser einmaligen Landschaft und eben ihrer Architektur. Vom Tourismus ist wiederum der Großteil der Bevölkerung abhängig.

Wahrscheinlich kann kein Gebäude der Welt dem Anspruch „für ewig zu bestehen“ gerecht werden. Wenn man bedenkt, dass die Lebensdauer einer Immobilie heute mit 80 bis 100 Jahren angegeben wird, so haben viele Bauernhäuser diesen Zweck schon mehrmals erfüllt. Diese Architektur hat Jahrhunderte überstanden; dass irgendwann Alterserscheinungen auftreten versteht sich von selbst. Diese Alterserscheinungen haben verschiedene Ursachen, natürliche genauso wie bauliche.

Abgesehen von der natürlichen Abnutzung eines jeden Baustoffes und Konstruktionselements, sind es nicht die Fehler in der alten Bautechnik, sondern vor allem die nachträglichen baulichen Veränderungen, die einen maßgeblichen Anteil daran haben. Bedingt durch soziale und gesellschaftliche



Abb. 53: Der äußerst baufällige Ertlhof in St. Vigil

Veränderungen wurden vielfach bauliche Adaptierungen nötig: Maßnahmen, die nicht immer gut für die bestehenden Strukturen waren. Das geschah immer schon, doch vor allem in den letzten Jahrzehnten, in denen die Gesellschaft immer größeren Wohlstand vorfand, dem die alten Strukturen nicht mehr entsprachen. Die Prioritäten der Bewohner veränderten sich, so legten sie nun z.B. Wert auf zeitgemäße sanitäre Einrichtungen oder niedrigeren Heizwärmebedarf. Wurden die Adaptierungsmaßnahmen nicht wohl überlegt und geplant oder

unsachgerecht ausgeführt, ist anstatt einer Verbesserung eine Reihe an neuen Problemen die Folge.

Die häufigsten Bauschäden sind konstruktive Mängel und Feuchtigkeitsschäden. Ursachen für die konstruktiven Mängel sind fast immer zu hohe, konzentrierte Kräfteinleitungen über Säulen oder Träger. Das Resultat sind sog. Schubrisse im Mauerwerk, die durch eine zu hohe Belastung resultieren. Sind solche Schäden vorhanden, wirken Umwelteinflüsse wie Luftfeuchtigkeit und Regen noch verstärkt ein, die Folge sind Frostabsprengungen. Ein Großteil der Altbauten haben schadhafte Fassaden in Form von Putzabbröckelungen. Betroffen sind vor allem die Tür- und Fensterbereiche, wo durch mechanische Einwirkungen der Vorgang noch beschleunigt wird. Ein weiteres Problem sind die zunehmenden



Abb. 54 und Abb. 55: Putzschäden

aggressiven Bestandteile der Luft. Der saure Regen greift Kalk und Sandstein an, aber auch Betonteile. Beispielsweise reagiert Schwefelsäure mit Kalkstein zu Gips, was zur Folge hat, dass die Verwitterung dieser Bauteile viel schneller voranschreitet als bisher.

Im Gebäudeinneren ist die Situation anders, hier stellt die Feuchtigkeit das größte Problem dar. Auf Grund zu geringer Luftzirkulation besteht erhöhte Gefahr der Schimmelbildung. Während früher dieser Luftwechsel durch Fugen zustande kam, verhindern dies heute Abdichtungsmaßnahmen an der Fassade, die durchgeführt werden um Wärmeverluste zu vermeiden. Dasselbe Problem entsteht durch den Einbau neuer Fenster. Da die neuen Rahmen mehrfach abgedichtet sind und luftdicht eingebaut werden, fehlt auch hier die Luftzirkulation und die feuchte Luft kann nicht abgeführt werden, was zur Kondensierung führen kann und in weiterer Folge Schimmelbildung mit sich zieht. Regelmäßiges Stoßlüften wäre von großer Wichtigkeit, es wird aber selten konsequent durchgeführt bzw. unter dem Aspekt der Energieeinsparung bewusst vermieden. Neben der Schimmelbildung ist auch hohe Durchfeuchtung der Holzbauteile ein nicht zu vernachlässigender Punkt. Bei zu hohem Feuchtegehalt sinkt die Tragfähigkeit und das Risiko eines Schädlings- und Pilzbefalls nimmt zu.^[92]

Um den heutigen Standards zu entsprechen, sind bei alten Bauernhäusern größtenteils bauliche Änderungen nötig, da die vorhandenen Strukturen und Raumeinteilungen an die Bedürfnisse einer anderen Zeit angepasst waren und eben auch

⁹² BERGMEISTER: Volkstümliches Bauen und Wohnen im unteren Pustertal, S. 136ff + 158ff

altersbedingte Bauschäden aufweisen. Bei genauer und behutsamer Planung können die alten Strukturen ohne Schwierigkeiten modernisiert und saniert werden, wobei das Ergebnis bei nachfolgender fachgerechter Ausführung im Allgemeinen eine Wohnqualität höchsten Ausmaßes darstellt.

Grundsätzlich muss gesagt werden, dass so gut wie jeder Altbau sanierungsfähig ist und die Lösung Abriss und

anschließender Neubau selten erforderlich ist. Trotzdem wird dieser letzte Weg oft eingeschlagen, aus welchen Gründen auch immer.

In den folgenden Kapiteln möchte ich die verschiedenen Lösungswege kurz anführen.

5.5.1 Altbaumodernisierung

Eine Modernisierung des Altbestandes sollte einem Abriss und Neubau immer vorgezogen werden. Der Altbau als zu bewahrendes Kulturdenkmal mit oftmaliger emotionaler Bindung ist gleichermaßen Heimat für die Seele von Bewohnern und Betrachtern.

„Ohne bewahrte Vergangenheit kann es keine Zukunft geben.“ H. Reiners

Doch ist die Entscheidung für eine Modernisierung nicht immer einfach. In Betrachtung der Gesamtinvestitionskosten ist sie zwar im Vergleich zum Neubau in jedem Fall wirtschaftlicher und ökologischer, aber trotzdem schrecken viele Bauherren vor den Investitionskosten zurück und schieben Modernisierungsmaßnahmen immer wieder hinaus. Vermuteten komplizierten Problemstellungen, auch auf Grund von denkmalschützerischen Auflagen, geht man lieber aus dem Weg. Ein Neubau scheint oft der unkompliziertere Weg, die Meisten erkennen vielfach nicht die Qualität und den Wert eines solchen alten Bauernhauses.

Hat der Bauherr eine Entscheidung für eine Modernisierung getroffen, so gilt es als Planer einige Schritte zu beachten. Die Grundlage für eine Planung muss eine genaue Bestandsaufnahme inklusive Auflistung aller Mängel sein. Durch eine Problemanalyse und Zielformulierung entsteht ein Gesamtanierungskonzept, das auch mehrere Einzelmaßnahmen vorsehen kann, die aber funktional wie zeitlich optimal aufeinander abgestimmt sein müssen. In gestalterischer Hinsicht muss der Architekt die formalen

Qualitäten des Altbaus erkennen und darauf eine zeitgemäße architektonische Antwort finden, er darf dabei vor der Anwendung moderner Stilelemente nicht zurückschrecken. Viele historische Baudenkmäler entstanden durch eine Altbaumodernisierung. Zu den eindrucksvollsten Kirchenräumen gehören beispielsweise romanische Langhäuser, an die helle gotische Chöre angebaut wurden. Doch auch im Wohnbau war Altbaumodernisierung nicht unüblich, so wurde bis zum Ende des 19. Jahrhunderts ein Großteil des Altbestandes, zumindest aber die Fundamente und die Baustoffe, beim Neubau wiederverwendet.^[93]

Die Maßnahmen zum Umgang mit dem Altbestand können grob in drei Kategorien unterteilt werden: Instandhaltung, Restaurierung und Modernisierung.

Unter *Instandhaltung* versteht man die laufende Durchführung von Erhaltungsarbeiten zur Werterhaltung eines Gebäudes, wobei die Ansprüche und die Nutzung unverändert bleiben.

Eine *Restaurierung* bedeutet die originalgetreue Wiederherstellung der Bausubstanz nach alten Baumethoden. Dabei steht der Originalzustand im Vordergrund, der für die Nachwelt erhalten werden soll. Die ursprüngliche Nutzung sollte beibehalten werden, Neunutzungen haben sich eindeutig dem Gebäude unterzuordnen und sind dadurch meist eingeschränkt; eine Möglichkeit ist die museale Nutzung.

⁹³ FECHNER: Altbaumodernisierung, S. 20ff

Unter *Modernisierung* versteht man die Wiederbelebung alter Bausubstanz und Neunutzung alter Gebäude durch Revitalisierung, Renovierung oder Sanierung. Diese Maßnahmen sind meist mit einem wesentlichen Bauaufwand verbunden, die Gebäude werden dadurch aber auf den heutigen Standard in Bezug auf Haustechnik, Schall- und Wärmeschutz gebracht. In diesen Punkten kommen sie somit auf dieselbe Qualität eines Neubaus, allerdings unter einem viel wirtschaftlicheren und umweltfreundlicheren Aspekt. Modernisierungsmaßnahmen können technisches Erneuern, Umbauen, Erweitern, teilweises Abreißen oder Neubauen sein.

Technische Entwicklungen und Neuerungen, wie der



Abb. 56: Manggerhof in Moos in Passeier, konstruktive und energetische Sanierung

elektrische Strom, neue Materialien und Konstruktionsmethoden haben das Bauen, genauso wie die Planung, in den letzten Jahrzehnten grundlegend verändert. All diese Verbesserungen sind klarerweise auch bei der Altbaumodernisierung anzuwenden, auch wenn man beachten muss, dass nicht jede Technologie uneingeschränkt eingesetzt werden kann. Hier ist eine entsprechend vorsichtige Auswahl zu treffen.

Auch die Altbaumodernisierung kann man in mehrere Bereiche unterteilen. Zum einen gibt es die totale Altbaumodernisierung (auch Neubau-Altbaumodernisierung), bei der nach Fertigstellung von außen nur mehr der Neubau erkennbar ist. Dabei können die Vorteile des Altbaus auch teilweise genutzt werden (z.B. Speichermassen), dort wo Nachteile entstehen, wird modernisiert. Die totale Altbaumodernisierung ist dann sinnvoll, wenn entweder der Altbau keine architektonische und ästhetische Qualität hat, auf die man zurückgreifen könnte, oder der Umbau auf Grund der neuen Gebäudefunktion so umfangreich ist, dass der Altbau nicht als Ganzes integriert werden kann.

Bei der versteckten Altbaumodernisierung sind die Sanierungsmaßnahmen in der äußeren Gestaltung überhaupt nicht oder nur geringfügig ablesbar. Die Fassade ist äußerlich nicht von einer Renovierung zu unterscheiden, im Inneren des Gebäudes bleibt allerdings fast nichts mehr erhalten, die Funktion wird meist wesentlich geändert. Abzulehnen ist die totale Altbaumodernisierung, wenn sie als bewusste Täuschung aus Spekulationsgründen erfolgt. Erfolgt diese Methode aus Gründen des Ensembleschutzes, so sollte versucht werden, mehrere Teile des Gebäudes zu integrieren, nicht nur Scheinfassaden zu schaffen.

Die größte gestalterische Herausforderung bietet die dritte Art der Altbaumodernisierung, der Dialog Alt-Neu, die Ergebnisse sind hier aber auch meist die besten und interessantesten. Dabei soll der gestalterische Dialog zwischen originalgetreu erneuerten Teilen des Altbaus und den in moderner architektonischer Gestaltung hinzugefügten Neubauteilen stattfinden. Die Neubauteile können moderne Ergänzungen zur alten Gebäudestruktur sein, sollten aber immer im Dialog mit dem Altbau stehen. Zudem muss der Altbau über eine hohe architektonische Qualität verfügen, da sonst einerseits die gestalterische Erhaltungswürdigkeit nicht gegeben ist, andererseits es schwierig ist, im Dialog eine moderne Architektur zu entwickeln.^[94]

Altbaumodernisierungen können aber auch gleichzeitig energetische Sanierungen des Gebäudebestands mit sich ziehen bzw. sollten in wirtschaftlicher Hinsicht unbedingt angestrebt werden. Die Verbesserung des Wärmeschutzes ist nicht nur Voraussetzung für energieeffizienteres Wohnen, sondern auch eine wesentliche Erhöhung des Wohnkomforts. Die Auswahl an verschiedenen Materialien ist groß und wurde bereits in Kapitel 4.3 ausführlich beschrieben. Wiederholend ist zu sagen, dass eine Außendämmung bei Möglichkeit vorzuziehen ist, bei denkmalgeschützten Gebäuden nur eine Innendämmung in Frage kommt. Bei letzterer ist große Vorsicht mit Temperaturverläufen und Tauwasseranfall erforderlich, die Dämmung sollte auf jeden Fall bis in die Fenster- und Türleibungen gezogen werden.

⁹⁴ FECHNER: Altbaumodernisierung, S. 23ff

Die Fenster sind besonders beanspruchte Bauteile und sind deshalb bei Sanierungen meist die ersten Elemente, welche saniert oder ausgetauscht werden. Neue Fenster sind, wie Wärmedämmungen, für den Wohnkomfort äußerst günstig, da sie viel niedrigere Oberflächentemperaturen haben als alte. Bei Fenstererneuerungen sollte generell immer überlegt werden, ob südseitige Fensterflächen nicht vergrößert werden können. Auch muss beachtet werden, dass neue Fenster, bedingt durch Mehrscheibenverglasung, zwar einen besseren Wärmeschutz bieten, dadurch aber auch einen verringerten Lichteinfall haben. Bei Kastenfenstern sollte der äußere Flügel nicht abgedichtet werden um Kondensat zu Vermeiden. Die erforderliche thermische Qualität wird durch eine innenseitige Wärmeschutzverglasung erreicht. Werden Kastenfenster ganz durch Standardfenster ersetzt (ohne Verbesserung des Wärmeschutzes der Außenwand), ist die Gefahr einer Schimmelbildung in den Fensterleibungen groß.

Sehr bewährt hat sich bei Altbauten der Zubau von Wintergärten und Pufferräumen, wie verglaste Balkone. Neben der Vergrößerung der Wohnung kann mit entsprechender Ausführung und Orientierung durch passive solare Gewinne und Pufferwirkung auch Energie gespart werden.

Der letzte Punkt ist die Erneuerung der Haustechnik. Als mögliche Maßnahmen bieten sich die Modernisierung der Heizanlage, Installation von Wärmepumpen sowie Anschaffung solarthermischer Anlagen oder Photovoltaik an. Doch auch diese Punkte wurden in Kapitel 4.3 ausführlich behandelt.^[95]

Zum Schluss möchte ich noch einmal auf die besondere Situation in Südtirol verweisen, welche die

⁹⁵ FECHNER: Altbaumodernisierung, S. 43ff

Förderungsmaßnahmen im Bereich der energetischen Sanierungen im Baubereich betrifft. Durch die Kombination von Landesbeiträgen (30% der Kosten für alle energiesparenden Sanierungsmaßnahmen wie ökologische Heizanlagen, Wärmedämmung, Wärmepumpen, Solarkollektoren, usw.) und der staatlichen Förderung (Steuerabsetzbetrag von 55% auf die Kosten der energetischen Sanierung) bekommt der Bauherr im Bestfall bis zu 68,3% der Investitionskosten rückerstattet (die Summe ist deshalb nicht 85%, weil die

Landesförderung auf den Betrag ohne Mehrwertsteuer basiert, die staatliche auf dem Bruttobetrag).

Zusätzlich gibt es noch Wohnbauförderungen und eine Schwerpunktförderung aus Mitteln des Kulturhaushaltes (Denkmalpflege) für alle relevanten Baukosten.

Diese Ersparnisse in Kombination mit der höheren Wohnqualität und der Wertsteigerung des Gebäudes nach einer Sanierung sollte die Entscheidung für einen Beibehalt des Altbestandes und gegen einen Abriss mit anschließendem Neubau in jedem Fall leicht machen!

5.5.2 Neubau

Leider werden diese finanziellen Anreize vielfach nicht wahrgenommen und immer wieder werden Altbauten abgerissen und durch Neubauten ersetzt. Wie bereits vorher kurz angesprochen, sind die Gründe dafür schwierig zu erörtern, weil sie eigentlich nicht wirklich plausibel erscheinen. So ist z.B. in der Gemeinde Kastelruth jedes 5. Bauernhaus ein in den letzten 10 Jahren entstandener Neubau, der den Altbestand komplett ersetzt hat, jedes 6. wird neben dem weiter bestehenden Altbau errichtet. Insgesamt sind somit immerhin 36,5% der Bauernhöfe betroffen. ^[96] Nun wäre das ja nicht schlimm, würden die neuen Gebäude auch die alte und ausgereifte Bautradition fortsetzen. Doch leider machen sie das nicht. Häufig ist dies bedingt durch neue Materialien und Konstruktionsformen, die oft ohne Einfühlungsvermögen versuchen die alten Formen und Details zu imitieren. Zwar werden die bewährten Bauformen, wie die Gestaltung des Baukörpers oder das flache Satteldach, angewandt, doch leider wird die Gesamtheit des Gebäudes der Architektur ihrer Vorgänger im Großen und Ganzen nicht gerecht. Man muss sich hier zu Recht fragen, wo die Architektur aufhört und das „bloße Bauen“ beginnt? Leider ist die ländliche Architektur bei Neubauten größtenteils zu diesem bloßem Bauen degradiert worden. Auf der einen Seite wirken Traditionen nach, welche durch Jahrhunderte hindurch die Kulturlandschaft beeinflusst haben, andererseits bleiben Versuche, Neues zu erfinden, bereits im Reifungsprozess stecken. Das größte Problem ist,

⁹⁶ Eigene statistische Erhebung bei 126 der insgesamt 443 bäuerlichen Betriebe der Gemeinde Kastelruth

dass die einzelnen Materialien nicht mehr, wie früher, funktionsgerecht eingesetzt werden. Ein gutes Beispiel ist der Baustoff Holz, der früher überall dort verwendet wurde, wo er seine Vorteile ausspielen konnte, und nur dort. So ist es heute sehr verbreitet, Holz nur als rein ästhetische Maßnahme anzuwenden. Ein besonders treffendes Beispiel ist der sog. „Scheinblock“, eine außen liegende Holzverschalung im Ober- oder Dachgeschoss, die auf das massive Mauerwerk aufgebracht wird und eine Blockwand oder ein verstrebttes Ständerwerk vortäuscht. Dem Betrachter wird somit der Eindruck eines kunstvoll gestalteten Dachgeschosses aus Holz vermittelt, obwohl es das gar nicht ist.

Bedingt durch die veränderten Lebensgewohnheiten, verändern sich auch die Bauformen selbst. Häufig wird das Kellergeschoss angehoben, da dort Garagen integriert werden, die eine gewisse Höhe benötigen. Genauso wird das Dachgeschoss mit der nötigen Höhe versehen, um ein weiteres bewohnbares Geschoss zu erhalten. Diese beiden Maßnahmen mögen auf den ersten Blick zwar plausibel erscheinen, doch ist die Folge, dass damit das Gebäude wesentlich in die Höhe gezogen wird und somit die Proportionen nicht mehr stimmig sind.

Auch die einstigen Methoden der Energieeinsparung durch bewussten Einsatz der Materialien, ausgeklügelte Konstruktionen und Zonierungen im Gebäude wurden in den letzten Jahren nur halbherzig umgesetzt und entsprechen in keinsten Weise dem Standard von früher. Eine Besserung ist durch die Einführung der Mindestwärmeklasse C (70 kWh/(m²a)) zu erwarten, doch sind die Konstruktionen und die richtige und

sensible Anwendung der Materialien noch nicht ausgereift und müssen erst mit der Zeit entwickelt werden.

Trotzdem müssen Neubauten den Geist der Zeit widerspiegeln und auf die moderne Architektur zurückgreifen. Gewisse Traditionen dürfen dabei sicherlich nicht ignoriert werden, es gilt eine sensible Anwendung und Integration neuer Materialien und Formen zu finden. Schließlich hat man auch in der Vergangenheit immer versucht in modernster Art und Weise zu bauen, sich mit neuer Architektur von der alten abzugrenzen, ohne sie dabei billig zu kopieren.

Ein weit größeres Problem stellt allerdings eine andere, sehr verbreitete Methode dar, und zwar die Errichtung von neuen Gebäuden neben dem Altbestand. Dies wird von vielen Gemeinden geduldet und meist unter nicht sehr verständlichen Argumenten erlaubt.

Ist ein bestehendes Gebäude baufällig und entspricht nicht mehr den aktuellen Wohnstandards, so kann der Bauer neben einer Sanierung desselben auch einen Neubau daneben in Betracht ziehen. Häufig passiert es nun, dass der Altbau

unsaniert stehen bleibt und gleich daneben ein Neubau entsteht, manchmal in erschreckend geringem Abstand zum Altbau. Die Bauernfamilie zieht in das neue Haus, das alte bleibt großteils in seinem schlechten Zustand weiterhin bestehen und verkommt entweder zur Museumsarchitektur oder wird vermietet. Zwar werden manche Altbauten modernisiert, doch es entstehen trotzdem zwei wesentliche Probleme: zum einen ist die architektonische Qualität der meisten Neubauten mehr als fraglich und zum anderen wird dadurch die Einheit des Hofgefüges komplett zerstört. Der Paarhof, der sich in der Vergangenheit vor allem durch sein sensibles Einfügen in die Landschaft ausgezeichnet hat, wird durch das Zufügen eines weiteren Wohngebäudes mehr zu einer wahllosen Ansammlung mehrerer Gebäude als zu einer harmonischen Einheit.

Hier müssen unbedingt schärfere Gesetze und Verordnungen erlassen und diese auch konsequent durchgeführt werden. Ansonsten wird man die charakteristischen Hofformen und Gebäude bald nur mehr auf Bildern bewundern können.

5.5.3 Umwidmung bestehender und ungenutzter Gebäudeteile

Eine andere Möglichkeit des Umgangs mit bäuerlicher Architektur ist die der Umnutzung bestehender und ungenutzter landwirtschaftlicher Kubatur, wovon vor allem Wirtschaftsgebäude betroffen sind. Häufig tritt dieses Phänomen in den besiedelten Ortsgebieten oder bei kleineren Betrieben auf. Auf Grund wirtschaftlicher oder struktureller Probleme finden Gebäude und Gebäudeteile keine Anwendungen mehr und stehen leer. Da diese Gebäude nicht mehr genutzt und somit auch nicht mehr erhalten werden, sind sie oft in einem sehr schlechten Zustand. Vor allem in touristisch geprägten Gemeinden und Dörfern gelten diese heruntergekommenen Ställe, Stadel und sonstige Gebäude als eine Art „Schandfleck“, die man lieber heute als morgen beseitigen würde.

Eine Möglichkeit für diese Kubaturen ist die Umnutzung für Wohn- und Gewerbe Zwecke. Nun ist diese Möglichkeit der Umnutzung in Südtirol bereits gesetzlich festgelegt und allgemein unter dem „Stadelgesetz“ bekannt. Wie in Kapitel 5.2 bereits erwähnt, können Bauernhöfe im innerörtlichen Gebiet, für die auf Grund von fehlenden räumlichen Möglichkeiten keine Erweiterung auf dem aktuellen Standort möglich ist, an einen anderen Standort verlegt werden und die zurück-

bleibende Kubatur zu Wohnzwecken umgebaut werden. Das Problem der Bauspekulation um solche Objekte wurde inzwischen zwar eingedämmt, ist aber weiterhin vorhanden und wird wohl auch nicht zu vermeiden sein.

Allerdings sollten vermehrt gestalterische Vorgaben einfließen, um die Architektur auch im Nachhinein erhalten zu können. Denn normalerweise wird nach Aussiedelung des Hofes der komplette Gebäudebestand niedergerissen und durch konventionelle Wohnbauten im selben Volumenausmaß ersetzt.

Genau hier müssten strikte Regelungen eingeführt werden, die vermehrt bzw. ausschließlich die Methoden der Altbaumodernisierung vorschreiben. Geschehen kann dies durch eine versteckte Altbaumodernisierung oder bevorzugterweise durch einen Dialog zwischen Alt und Neu. Die vorhandene Gebäudesubstanz muss erhalten werden, ihre Formen und Konstruktionen, genauso wie ihre Anordnung, auch weiterhin sichtbar bleiben müssen. Damit wird der ursprüngliche Charakter der Dörfer erhalten und zudem Land und Ressourcen gespart, da anstatt neue Erweiterungszonen auszuweisen, das innerörtliche Gefüge verdichtet und somit auch attraktiver wird.

5.5.4 Verwirklichte Beispiele

Im Folgenden möchte ich einige Beispiele anführen, die die gerade erwähnten Möglichkeiten der baulichen Veränderungen zeigen. Die Projekte zeichnen sich dabei in architektonischer Qualität, im Umgang mit den vorhandenen Ressourcen und in der wesentlichen Verbesserung des Wärmeschutzes aus.

Neubau

Gunzerhof - Kastelruth, Südtirol

Sanierung und Modernisierung

Haus Zeggele - Silz, Nordtirol

Brandhof - Seis am Schlern, Südtirol

Umnutzung ungenützter landwirtschaftlicher Gebäudeteile

Umnutzung eines Vieh- und Heustalls - Ftan, Graubünden
Revitalisierung und Umbau des Bauernhofes– Nussbäumen bei
Zürich, Schweiz

Neubau Gunzerhof – Kastelruth, Südtirol
Planungsbüro Seiwald, Pichl-Gsies

Der Neubau ist auf das Jahr 2004 datiert, in dem das alte Haus abgerissen wurde und durch einen Neubau ersetzt wurde. Das alte Haus, das auf das Jahr 1288 datiert war, wies gravierende Bauschäden auf, sodass sich Bauherren und Planer, nach langem Überlegen, für einen Abriss mit anschließendem Neubau entschieden. Besonders stark betroffen von diesen Bauschäden war die talseitige Hauptfassade, welche sich im Laufe der Zeit immer weiter nach außen geneigt hat, wodurch an der Geschossdecke über dem Obergeschoss ein ca. 20 cm tiefer Spalt zwischen Wand und quergespannter Balkendecke entstand. Teile des Gebäudes wurden 2003 zudem durch einen Kleinbrand beschädigt.

Der Neubau spielt stark mit dem Gegensatz von modernen Elementen und traditionellen Bauformen. Dabei ist besonders der Dialog zwischen klassischer Bauernhofarchitektur mit kleingegliedertter Fassade und moderner, offener Solararchitektur gelungen. Die talseitige Hauptfassade ist mit den vier kleinen Fenstern pro Stockwerk und dem Balkon bewusst traditionell gehalten. Dem gegenüber steht die vom Tal nicht direkt ersichtliche Südfassade, welche mit großen Fensterflächen modern und offen gestaltet ist. Neben den Fenster-



Abb. 59: Der baufällige Altbestand



Abb. 57: Erscheinungsbild des neuen Hofes vom Dorf aus gesehen
Abb. 58: Die offen gestaltete Südfassade mit großen Fensterflächen



*Abb. 60: Die traditionell gehaltene, talseitige Westfassade
Abb. 61: In diesem Blickwinkel wird der Kontrast zwischen
traditionellen und modernen Elementen sichtbar*

flächen ist der Balkon ein zentrales Gestaltungselement, welcher in die Fassade hineingesetzt ist und somit die Fenster verschattet und gleichzeitig einen windgeschützten Bereich schafft. Der große, offene Wohnraum ist südseitig gelegen und weist durch die raumhohen Fenster eine hohe Wohnqualität auf. In der nordwestlichen Ecke befindet sich die traditionelle Bauernstube, die aus dem alten Haus übernommen wurde. Das obere Stockwerk ist als Schlafbereich konzipiert.

Die Wandaufbauten bestehen aus 9,4 cm starken Holzelementen aus dreischichtverleimten Kreuzlagenholz mit davorliegender, 18 cm starker Holzfaserdämmung. Als Innenputz wurde Lehmputz mit Schilfmatten als Putzträger verwendet. Im Untergeschoss ist die Wand außen mit einem Kalk-Zementputz versehen, im oberen Bereich mit einer hinterlüfteten Lärchenschalung. Die Geschosdecken sind ebenfalls aus KLH-Elementen gefertigt, die Decke zum unbewohnten Dachraum ist zudem mit 18 cm Holzfaserplatten gedämmt. Die Fenster sind aus beschichtetem Dreifach-Wärmeschutzglas.

Die Wärmepumpe für die Heizung und das Warmwasser wird über eine Tiefenbohrung von 2x 86 m gespeist und zusätzlich durch 12 m² Solarkollektoren am Dach unterstützt. Die kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung arbeitet mit einem 40 m langen, horizontalen Erdkollektor.

Damit kommt das Gebäude auf einen standortspezifischen Wärmebedarf von 32,73 kWh/(m²a) und ist somit ein Klimahaus A (21 kWh/(m²a) auf Bozen bezogen).

Sanierung Haus Zeggele – Silz, Nordtirol
Heiß Daniel, Walser Silvia



Abb. 62: Der sanierungsbedürftige Altbestand

Das bestehende und vom Verfall bedrohte Haus war mit seinen 600 Jahren eines der ältesten Gebäude der Gemeinde Silz. Im Zuge der Sanierung wurden alle Teile, die noch halbwegs gut erhalten waren, beibehalten und das energie-technische Gesamtkonzept in vorbildlicher Weise gemäß des Denkmal- und Ortsbildschutzes umgesetzt. Die neu zu

errichtenden Bauteile wurden dabei auf Niedrigenergiehaus-Standard gedämmt, die bestehenden Außenfassaden originalgetreu belassen. Die an das Haus anschließende Tenne wurde abgerissen, doch in derselben Art und Weise (Größe, Höhe, äußeres Erscheinungsbild) wieder aufgebaut. Der Rücksprung

in der Westwand wurde verglast und dient nun als heller Eingangsbereich, der die einzelnen Gebäudeteile und Ebenen miteinander verbindet.

Im oberen Teil bekamen die Wände im Bereich des Fachwerkes eine Innendämmung (15 cm Flachsdämmplatten), im Westen fungiert der vorgesetzte Glas-Verbindungsstrakt als Pufferraum. Im Untergeschoss war auf Grund des Gewölbes leider keine Innendämmung möglich, die thermische Verbesserung wird allerdings durch Bauteiltemperierung erreicht. Das alte Dach musste abgetragen werden, da seine Tragfähigkeit nicht mehr gegeben war. Es wurde durch einen neuen Sichtdachstuhl aus eigenem Zirbenbestand ersetzt. Als Dachdämmung wurden dann Zelluloseflocken eingeblasen (26 cm). Die alten Kastenfenster wurden beibehalten, wobei die inneren Flügel durch neue Isolierverglasungen ersetzt wurden.

Der Heizwärmebedarf lag nach der Sanierung bei 116 kWh/(m²a), ein niedrigerer Wert war auf Grund des ungedämmten Untergeschosses nicht möglich. Aber immerhin wurde der Heizwärmebedarf so von 307 kWh/(m²a) vor dem Umbau um mehr als 60% gesenkt. Die Heizenergiegewinnung erfolgt mittels



Abb. 63: Während dem Umbau

einem Holzvergaserkessel mit Pufferspeicher und einem zusätzlichen Kachelofen in der Stube. Am Dach des südlich der Küche gelegenen Backhauses wurden ca. 10 m² Solar-
kollektoren montiert, die primär der Warmwasserbereitung dienen.^[97]

Durch diese 2007 fertiggestellte Sanierung ist eines der ältesten Gebäude der Gemeinde Silz erhalten worden und zudem ein Haus entstanden, das 206 m² Wohnfläche mit einer unvergleichlichen Wohnqualität aufweisen kann.



Abb. 65: Das Ergebnis der Sanierung mit dem Glasvorbau und der neu errichteten Tenne im Hintergrund

⁹⁷ HAUS DER ZUKUNFT: <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id3871?active=>, Letzter Zugriff 16.09.2007; in Ergänzung durch persönliche Informationen des Bauherren

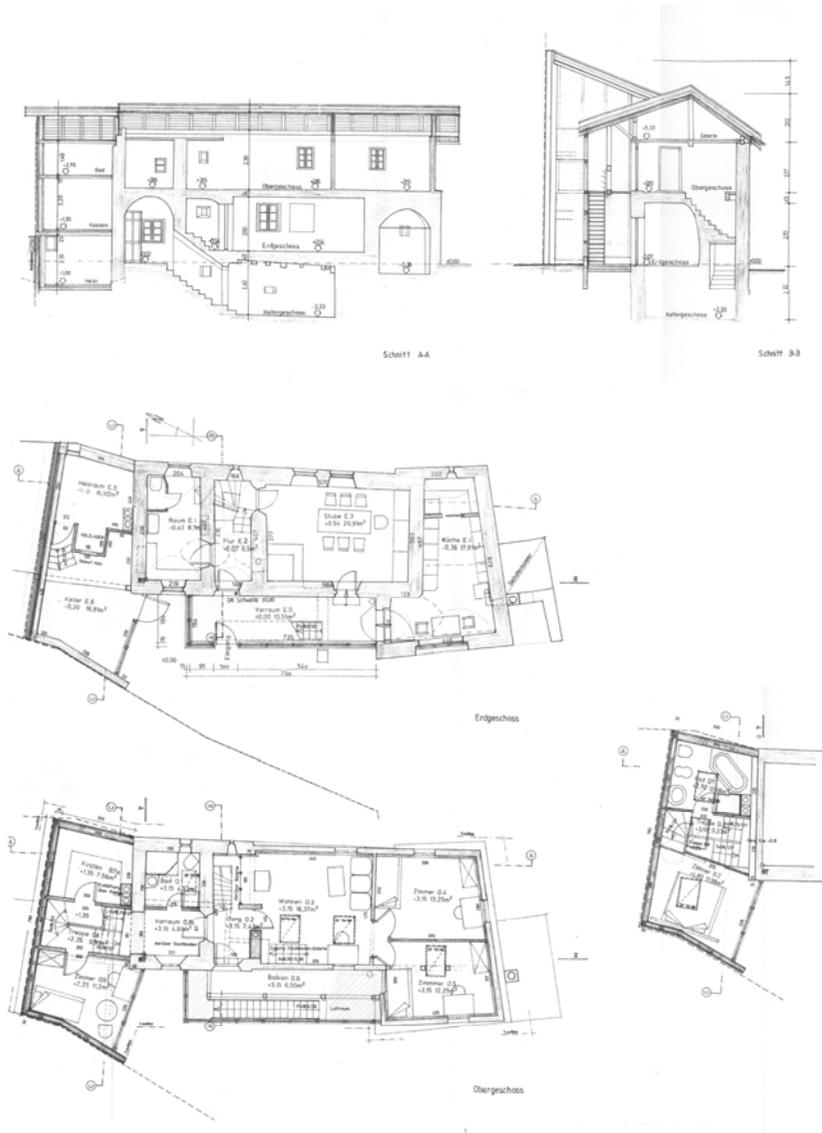


Abb. 64: Schnitte und Grundrisse

Sanierung Brandhof – Seis am Schlern, Südtirol

Arch. Ohnewein & Haller, Bozen

Das Bauernhaus aus dem Jahre 1828 (der Hof wurde bereits 1780 erstmals urkundlich erwähnt) war zwar nicht wirklich baufällig, doch die neuen Eigentümer entschlossen sich zu einer Sanierung, um den Wohnkomfort und die ästhetische Erscheinung des Gebäudes zu verbessern.

Das denkmalgeschützte Gebäude bestand aus einem Kellergeschoss, einem Erdgeschoss, das als Mittellabengrundriss ausgeführt war, dem Obergeschoss und dem Dachgeschoss. Die letzteren beiden waren über eine externe Treppe in der Veranda verbunden und wurden im Nachhinein zu eigenen Wohneinheiten ausgebaut.

Die Umbaumaßnahmen fanden größtenteils nur im Inneren statt, die Außerscheingung blieb, nicht zuletzt auf Grund des Denkmalschutzes, bis auf die Entfernung der Treppen weitgehend unverändert. Die Sanitäranlagen mussten im ganzen Haus erneuert werden, ebenso wurde ein durch-



Abb. 66: Innenansicht während der Umbauphase

gehendes Stiegenhaus errichtet, da bisher keine interne Verbindung zwischen den Stockwerken vorhanden war. Im Erdgeschoss wurde die Küche vergrößert, die alte Stube blieb erhalten, die Vertäfelungen wurden vom Restaurator gereinigt. Die oberen beiden Geschosse wurden intern komplett



Abb. 67: Die talseitige Westfassade am Fuße des Schlern

neu eingeteilt und fungieren nun nur mehr als Schlafbereiche. Die Fenster wurden auflagengerecht erneuert, wobei die Jalousien mit den Originalbeschlägen restauriert wurden.

Das Mauerwerk wurde im unteren Bereich im Originalzustand belassen, in den schadhaften Bereichen

wurden Putzausbesserungsarbeiten vorgenommen. Im oberen Bereich wurde die Holzschalung entfernt, die Mauern wärmegeämmt und die Schalung anschließend wieder originalgetreu angebracht. Das Dach wurde komplett erneuert und mit einer Wärmedämmung versehen. Werte über den Heizwärmebedarf sind leider nicht vorhanden, wurden durch die Dämmung im oberen Bereich aber wesentlich verbessert. Ein interessantes Detail ist, dass die Jalousien, die Holzschalung und die konstruktiven Dachelemente ihren ursprünglichen Farbanstrich in Ocker und Rot wieder erhalten haben.

Insgesamt ist die Sanierung sehr gut gelungen, die erhaltungswürdigen Elemente wurden fachgerecht restauriert und stimmig mit modernen Aspekten ergänzt.



*Links Abb. 69: Hauseingang mit der restaurierten Originalbemalung
Rechts Abb. 70: Schöner Kontrast zwischen alten Holzelementen und neuen Wärmeschutzfenstern mit den Originalbeschlägen*

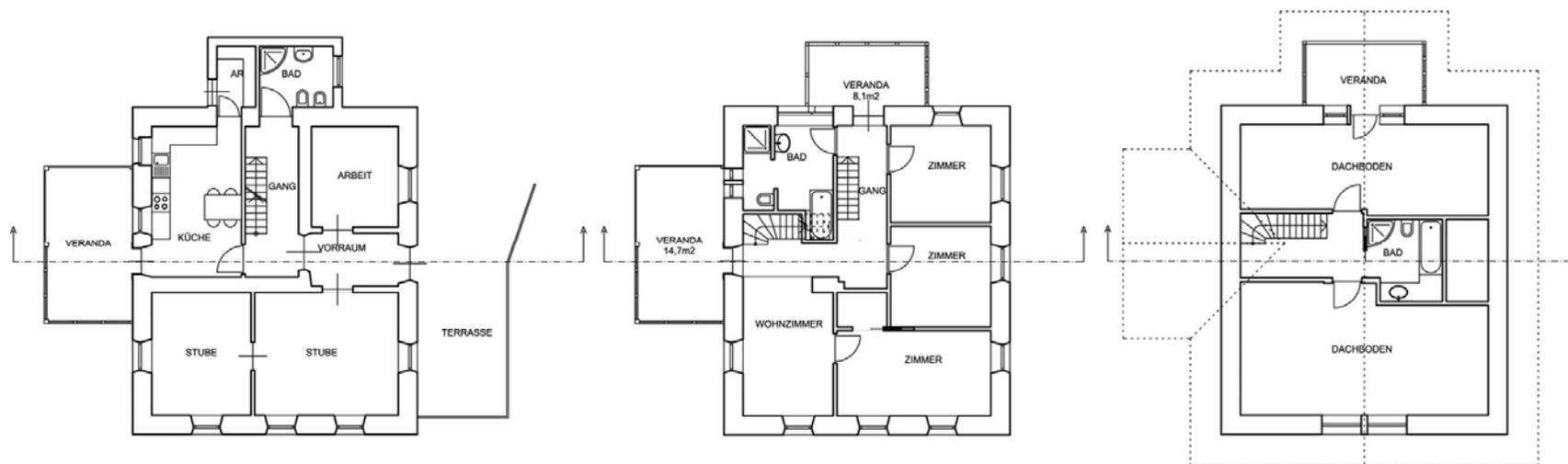


Abb. 68: Grundrisse vom Erdgeschoss, Obergeschoss und Dachgeschoss

Umnutzung eines Vieh- und Heustalls - Ftan, Graubünden Padrun & Estévez, Scuol

Der einstmalige landwirtschaftliche Gebäudeteil (Erbauungszeit um 1900) liegt mitten im Ortskern und stand, wie so viele Heu- und Viehställe im unteren Engadin, seit Jahren leer und drohte zu zerfallen. Somit wurde die Umnutzung zu Wohnzwecken genehmigt. Das modernisierte Gebäude dient nun einer Familie als Ferienhaus.

Die eigenwillige und ortstypische Struktur, die ursprünglich durch die Nutzung als Viehstall im Erdgeschoss und als Heulager im Obergeschoss geprägt war, wurde im Erscheinungsbild beibehalten, ebenso die hölzerne Laube an der Südseite. Überhaupt bieten sich die leerstehenden Ställe in diesem Gebiet gut zur Wohnnutzung an, da diese immer südseitig ausgerichtet waren, um eine bessere Trocknung des Heus zu gewährleisten.

Die alte Steinfassade wurde erhalten, im Innenbereich größtenteils eine zweite Gebäudehülle vorgesetzt. Im unteren Stallbereich wurde der Wohn- und Essbereich mit einem



Abb. 72: Der Stall vor dem Umbau

offenen Kamin angesiedelt, im oberen, offenen und leichten Heustall entstanden ein lichtdurchfluteter Wohnraum, sowie die 4 Schlafzimmer. In die Öffnungen im Mauerwerk, die früher mit Holz ausgefüllt waren, wurden große Fensterflächen eingesetzt.



Abb. 71: Die neue, offene Ostfassade

Der gesamte Ausbau folgte nach ökologischen Grundsätzen vorwiegend in Trockenbauweise mit vorgefertigten und gedämmten Holzständerkonstruktionen. Die neu eingesetzten Innenwände und die homogene Dachuntersicht stehen in zurückhaltendem Kontrast zu den alten Bruchsteinwänden und der gereinigten Holzdecke im Erdgeschoss.

Die Energieversorgung des Hauses erfolgt über eine Wärmepumpe mit Erdsonde, wobei die gut gedämmte Gebäudehülle jetzt dem Niedrigenergiestandard eines Neubaus entspricht. Der Umbau vollzog sich im Jahre 2001, die Gesamtwohnfläche beträgt nun 170 m².^[98]

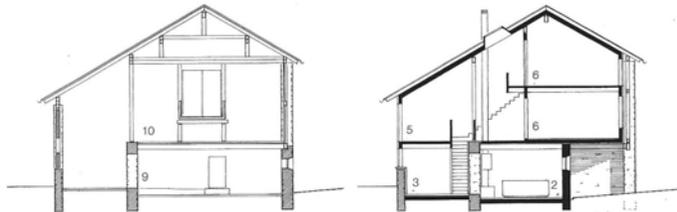


Abb. 76: Schnitt vor und nach dem Umbau



Abb. 77: Die neue Küche spielt mit dem Gegensatz von Alt und Neu

⁹⁸ REINERS: Umbauen, S. 30ff

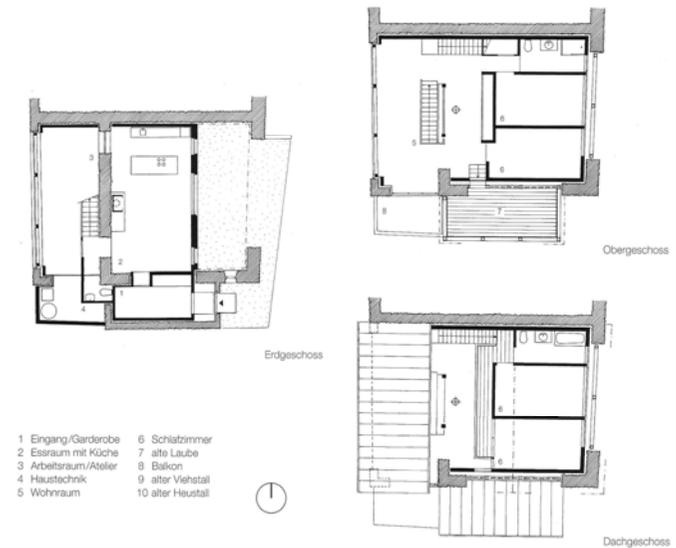


Abb. 73: Grundrisse



Links Abb. 74: Der helle Wohnraum im Obergeschoss
Rechts Abb. 75: Atelier mit der Stiege ins Obergeschoss

Revitalisierung und Umbau eines Bauernhofes – Nussbäumen bei Zürich, Schweiz

Architektur · Nil · Hürzeler AG, Erlenbach



Abb. 78: Der Wirtschaftstrakt vor dem Umbau

In einem Weiler in der Nähe von Zürich fanden die Bauherren ein traditionelles Bauernhaus aus dem Jahre 1747, das seit Jahren nicht mehr landwirtschaftlich genutzt wurde. Es liegt allerdings in einer baurechtlichen Schutz-

zone, in der strenge Vorschriften gelten und somit äußerliche Veränderungen an der Fassade kaum möglich waren.

Der ursprüngliche Wohnbereich des alten Bauernhauses wird nun als Schlaf- und Bürotrakt genutzt, während in der alten Scheune ein Würfel, losgelöst von der vorhandenen Holzkonstruktion vorgesehen war. Dieser Bereich dient als Wohnraum. Die Kammerstruktur des alten Wohntraktes mit seiner eigenen Erschließung wurde beibehalten und wurde zudem mit dem neuen Wohntrakt verbunden.

Die alte Holzverschalung der Fassade wurde partiell aufgelöst und mit stehenden Holzlamellen ergänzt. Somit bleibt von außen weiterhin der Eindruck einer geschlossenen Holzfassade, von innen wird der Blick auf die Landschaft nicht verwehrt. Der Würfel ist zudem von der Längsfassade etwas rückversetzt, wodurch an der Süd- und Nordseite Laubengänge entstehen, die als Balkon und zur Erschließung dienen.

Der Würfel besteht aus einer Holzständerkonstruktion mit 18 cm Steinwolldämmung, die übrige Gebäudehülle übernimmt die Funktion eines zusätzlichen Wärme- und Klimapuffers. Im



Abb. 79: Der neue Wohntrakt mit der aufgelösten Fassade



*Links Abb. 80: Der Laubengang, trotz der Holzlamellen hat man einen nahezu ungestörten Ausblick in die Landschaft
Rechts Abb. 81: Westfassade*

Erdgeschoss und im alten Wohntrakt wurden die Mauern belassen und innen mit Sumpfkalk verputzt. Generell wurde versucht, dass alle verwendeten Materialien auf natürlichen Basissubstanzen beruhen.

Der Umbau ging 2001 von Statten, das Gebäude hat nun 200 m² Wohnfläche. Besonders hervorzuheben ist die Qualität des Ergebnisses, wenn man bedenkt, dass da Budget sehr knapp bemessen war und die Baukosten mit lediglich € 1.075 pro m² zu Buche stehen. [99]

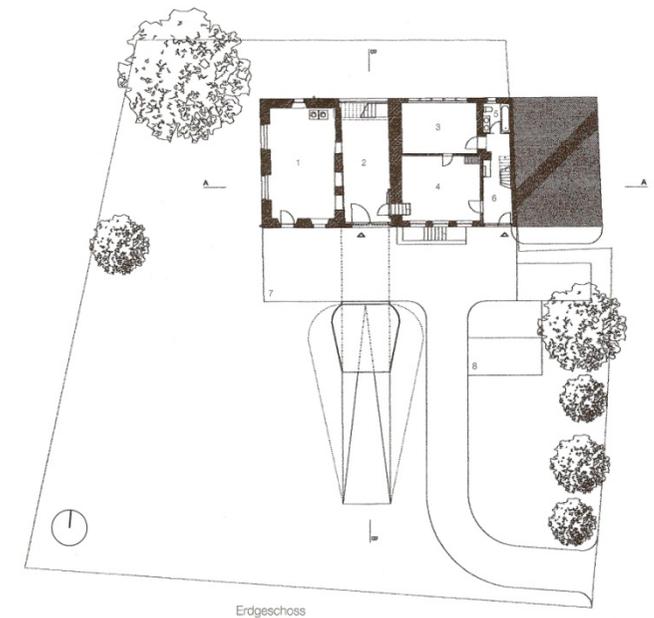
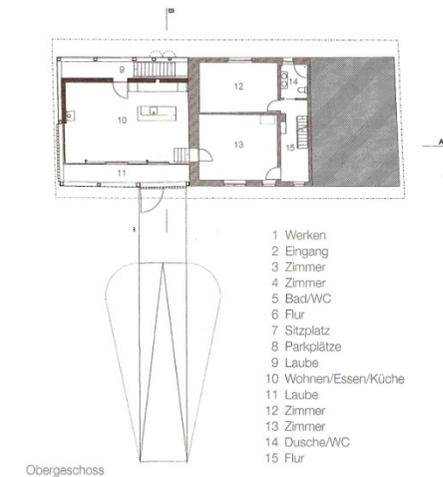


Abb. 82: Grundrisse

⁹⁹ REINERS: Umbauen, S. 126ff in Ergänzung durch persönliche Informationen der Architekten

6. Eigene Entwürfe

6.1 Die Marktgemeinde Kastelruth



Abb. 83: Lage der Gemeinde und Gemeindewappen

Die Gemeinde Kastelruth gehört mit ihren 117,81 km² flächenmäßig zu den größten Gemeinden Südtirols. 2006 wurden 6.295 Einwohner gezählt, die sich auf die 12 Fraktionen aufteilen: Kastelruth, Seis am Schlern, St. Valentin, St. Michael, St. Vigil, St. Oswald, Tisens, Tagusens, Seiser Alm, sowie den ladinischen Fraktionen Bula (Pufels), Runcadic (Runggaditsch) und Sureghes (Überwasser).

Zahlreiche prähistorische Funde und Wallburgen beweisen eine frühe Besiedelung des Raumes um Kastelruth. Allerdings kann angenommen werden, dass die Begehung und Besiedelung dieser Mittelgebirgsterrasse offenbar viel weiter zurück reicht als aus den bisherigen Funden abzulesen ist. Es scheint jedenfalls naheliegend, dass die mesolithischen Jägerrastplätze auf der Seiser Alm und in Gröden mit Ausgangsstationen im Seiser und Kastelruther Raum zusammen hängen und man somit auf eine erste Besiedelung schon in der Mittelsteinzeit (7.500 – 4.000 v.Chr.) schließen kann. Die ältesten Funde in der näheren Umgebung stammen aus Völser Aicha, wo Tonscherben und Siedlungsreste aus der Zeit um 4.000 bis 3.500 v.Chr. gefunden wurden. In der engeren Umgebung von Kastelruth reichen die Funde bis in die Zeit des späten Neolithikums sowie in die nachfolgende Kupfer- und Frühbronzezeit zurück. Als Niederlassungen treten hier vor allem Hügelkuppen und Anhöhen in Erscheinung, wie z.B. der Kastelruther Kofel, der Katzenlocherbühel oder der Porzer Heidenbühel. Wie lange diese Ringwallanlagen bestanden haben, kann man nicht genau sagen, da durch die mittelalterliche und neuzeitliche Überbauung des Gebiets die vorgeschichtlichen Spuren weitgehend verwischt wurden.

Aus der Frühzeit der römischen Besatzung sind in Kastelruth nur wenige Funde bekannt, so hat im Ortsgebiet selbst aber

ohne Zweifel eine kleine römische Niederlassung samt Friedhof bestanden. Ab dem 5. Jahrhundert n.Chr. verlässt die Bevölkerung auf Grund der Bedrohung durch die Germanen die freien und ungeschützten Niederlassungen und legt befestigte Wallburgen an.^[100]

Erstmals urkundlich erwähnt wird der Name Kastelruth im Jahre 982, als Bischof Eticho von Augsburg mit dem Bischof Albuin von Brixen agrarische und andere Einkünfte zu Völs (de loco Vellis), Seis (de loco Siusis) und Kastelruth (de loco Castellorupto) gegen solche zu Siffian am Ritten tauscht. Völs erscheint schon 888 in Urkunden, doch kann man annehmen, dass auch die anderen beiden Orte – ganz abgesehen von den Wallburgensiedlungen – ebenfalls älter als die oben angeführte urkundliche Erwähnung sind. Der Name Castellorupto kommt aus dem Lateinischen (castellum ruptum) und bedeutet so viel wie „gebrochene Burg“, womit die Burg am Kofel gemeint ist, welche wahrscheinlich eine Grenzfestung der Langobarden war. Den Zeitpunkt der Zerstörung kann man nicht genau erörtern, ist aber wohl vermutlich im 7. Jahrhundert, als die Bayern von Norden her über das Land herfallen.

Um das Jahr 1000 herum werden die Grafschaften in Herrschaftsbezirke geteilt, die durch natürliche Grenzen voneinander getrennt sind und zugleich als Großwirtschaftsräume, Hochgerichts- und Urfarrgemeinden dienen. In unserem Falle ist dies der Berg Kastelruth, dessen Ausdehnung ziemlich genau den heutigen Gemeindegrenzen entspricht: von der Eisackschlucht zu den Bergkämmen der Dolomiten vom Plattkofel bis zum Schlernmassiv sowie vom Grödner Bach (auch Tirschnerbach genannt) bis zum Schwarzgrieß-Strasser-

¹⁰⁰ NÖSSING: Gemeinde Kastelruth - Vergangenheit und Gegenwart, S. 115ff

Bach. Die ersten Verwalter dieses Gebiets sind die Herren von Kastelruth, die ihren Sitz im heutigen Dorfzentrum errichten. Um 1200 entstehen dann wohl die Burgen, welche von den einzelnen Zweiglinien der Herren von Kastelruth errichtet werden (welche heute noch als Ruinen oder erhaltene Burgen bestehen): Hauenstein, Aichach, Salegg und die Trostburg, genauso wie wohl die „gebrochene Burg“ am Kofel wieder errichtet worden sein dürfte. In den darauffolgenden Jahrhunderten erlebt Kastelruth eine bewegte und umkämpfte Zeit, in der die Verwalter für die einzelnen Burgen und deren Güter ständig wechseln. Fehden zwischen den einzelnen Besitzern sind an der Tagesordnung. Die wichtigsten Adelsfamilien sind die Herren von Wolkenstein (aus wessen Familie auch der Minnesänger Oswald von Wolkenstein entstammt) und die Herren Kraus von Sala, aus deren Zeit die charakteristischen Gebäude mit den Zinnen stammen. Der Niedergang der meisten Familien sorgt dafür, dass die Burgen ab dem 17. Jahrhundert zu Ruinen werden, die dort beheimateten Gerichte werden in Gebäude im Dorf verlegt.^[101]

Die bäuerliche Besiedlung dürfte schon um 900 begonnen haben, als sich an den Füßen der Wallburgen die ersten Großhöfe angesiedelt haben. Im folgenden Jahrhundert dürften sich dann auf Grund der durch die allgemeine Sicherheit ausgelösten Bevölkerungsvermehrung der Siedlungsbau in der Form verstreuter Einzelhöfe begonnen haben, während sich die Siedlungen um die Großhöfe zu Dörfern verdichtet haben. Die Einzelhofgründung vollzog sich dabei an der Peripherie der

¹⁰¹ NÖSSING: Gemeinde Kastelruth - Vergangenheit und Gegenwart, S. 121ff



Abb. 84: Kastelruth im Jahr 1750, vor dem großen Dorfbrand
Abb. 85: Kastelruth im Jahr 1801, schon mit neuem Kirchturm
Abb. 86: Kastelruth heute

Siedlungskerne sowie an den Wegen, die zur Seiser Alm und in die Eisackschlucht führen. Der Siedlungsausbau ist dabei von den Burgherren organisiert, die Bauern sind anfangs Leibeigene und müssen einen Grundzins und Frondienst leisten, werden im Gegenzug aber mit Vieh und Geräten ausgestattet. Unzählige von diesen sog. Schwaighöfen entstehen im Laufe der Zeit. Die Leibeigenschaft ist zwar nur bis ins 14. Jahrhundert hinein nachzuweisen, doch der Grundzins, später auch Käsezins, der an die weltlichen oder geistlichen Grundherren abzugeben ist, ist großteils noch im Kataster von 1694 festgeschrieben. Rechtlich gesehen werden die Bauern erst im Jahr 1848/49 mit der Grundentlastung Eigentümer ihres Besitzes.

Basierend auf die Herkunft der einzelnen Hofnamen kann man annehmen, dass anfangs die romanische Sprache vorherrschend war, sich erst im 13. Jahrhundert die deutsche hinzugesellt. Die Ausbreitung der deutschen Sprache geht anfangs nicht überall gleich schnell von Statten, allerdings überwiegt in den Bereichen der Burgen und der Dorfzentren von Seis und Kastelruth der deutsche Akzent. Die Sprachgrenze der romanischen, heute ladinischen, Sprache auf dem Panider Sattel so wie wir sie heute kennen, dürfte um das Jahr 1600 entstanden sein.^[102]

Mitte des 19. Jahrhunderts zählt Kastelruth zu den bedeutendsten Gemeinden im Land und war in vielerlei Hinsicht das Zentrum der umliegenden Gemeinden. 1846 zählt die Gemeinde 3.132 Einwohner in 516 Häusern, weltliche sowie kirchliche Macht konzentrieren sich in Kastelruth: so ist es Sitz eines Landesgerichts II. Klasse, das in unterster Instanz sowohl

¹⁰² NÖSSING: Gemeinde Kastelruth - Vergangenheit und Gegenwart, S. 146ff

Rechtsprechung als auch Verwaltung besorgte, sowie der Hauptort des Dekanats, welches die Pfarreien des Gerichtsbezirkes (Kastelruth, Völs, St. Ulrich, St. Christina, Wolkenstein) sowie die Pfarrei Tiers umfasst.

Die alte Pfarrkirche von Kastelruth, ursprünglich ein romanischer Bau, ist 1408 durch einen gotischen ersetzt worden, der 1482 einen erhöhten Chor erhält. Als Anfang des 17. Jahrhunderts die Kirche für die wachsende Bevölkerung



Abb. 87: Der neue 82 Meter hohe Kirchturm

allmählich zu klein wird, plant man einen Neubau. Da man allerdings das Geld dafür nicht aufbringen kann, reicht es anfangs nur für einige kleinere Modifizierungen. Am 24. Mai 1753 beschädigt dann der große Dorfbrand insgesamt 23 Objekte rechts und links der Dorfgasse und am Dorfplatz, genauso wie die Kirche und Turm samt Marienkapelle. Das komplette Dach der Kirche sowie das Holzwerk des Turms verbrennen, die Glocken schmelzen. 1755 wird der Neubau des Turmes beschlossen, der etwas entfernt von der Kirche gebaut wird und 1780 fertiggestellt wird. Durch den Turmneubau sind die finanziellen Mittel über Jahrzehnte erschöpft, sodass der Kirchenneubau erst in den Jahren 1846-1849 durchgeführt werden kann.^[103]

Die weitere Entwicklung der Gemeinde wird größtenteils auch vom aufkommenden Fremdenverkehr geprägt. 1887 wird der Beschluss gefasst, eine Straße von Waidbruck hinauf auf das Hochplateau zu bauen, die die beiden Dörfer Seis und Kastelruth mit der bereits 1867 erbauten Brennerbahn verbinden soll. Die Straße verläuft teilweise in schwierigstem Terrain, ist 7,6 km lang und überwindet eine Höhendifferenz von 575 m. Die Bauzeit beträgt lediglich 7 Monate. Die Straße macht sich sofort



Abb. 88: Foto der neuen Straße nach Waidbruck, 1898

¹⁰³ NÖSSING: Gemeinde Kastelruth - Vergangenheit und Gegenwart, S. 159ff

nach der Eröffnung bezahlt, in Kastelruth und besonders in Seis schießen die Zahlen der Sommergäste sprunghaft in die Höhe. Viele angesehenen Bozner Bürger errichteten ihre Sommervillen in Seis und St. Konstantin, was Seis bald über die Grenzen hinaus bekannt machte. Es entstand eine Reihe von Hotels, die noch bis heute bestehen. Besonderer Anziehung erfreuen sich die Bäder in Ratzes, die zu den meistbesuchten Zielen des Schlerngebiets zählen. Doch auch Kastelruth steht in der Entwicklung nicht nach, um die Jahrhundertwende wird in Prospekten vom „klimatischen Höhenkurort“ gesprochen, der nicht vor Vergleichen zu den Schweizer Höhenkurorten zurückschreckt. Der Fremdenverkehr wird in der Gemeinde Kastelruth also schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts zur tragenden Säule der Wirtschaft.

In den 30er Jahren kommt dann auch zunehmend der Wintertourismus auf, die ersten Betriebe auf der Seiser Alm



Abb. 89: Die Seiser Alm im Winter

werden nun auch im Winter bewirtschaftet, genauso wie neue hinzukommen, die extra auf den Wintersport ausgerichtet sind. 1935 wird die Seilbahn, welche vom Grödnertal auf die Alm führt, in Betrieb genommen, 1938 die Seiseralm-Straße von Seis bis zum Frommer eröffnet und der erste Skilift eröffnet.

Durch den technischen Fortschritt, einerseits die immer moderneren Liftanlagen und andererseits die zunehmende Motorisierung, wurden die Gäste immer mehr. Die verfügbaren Bettenanzahlen stiegen genauso wie die Nächtigungen von Jahr zu Jahr, Kastelruth lag in der Spitzengruppe der Südtiroler Fremdenverkehrsgemeinden.

Allerdings darf man auch die negativen Folgen nicht vergessen, besonders die Siedlungsstruktur und die Landschaft haben unter dieser rasanten Entwicklung gelitten. Die Bautätigkeit nahm stark zu, v.a. außerhalb der historischen Siedlungskerne. So kann man sagen, dass die Gemeinde in den 70er Jahren eine radikalere Verbauung von landschaftlich wertvollem und unersetzlichem Gebiet erfahren hat, als in den letzten 500 Jahren.^[104]

In den letzten Jahren hat die Bautätigkeit zwar etwas abgenommen und geht inzwischen etwas rücksichtsvoller mit der Landschaft um, jedoch sind gewisse Veränderungen nicht mehr rückgängig zu machen.

¹⁰⁴ NÖSSING: Gemeinde Kastelruth - Vergangenheit und Gegenwart, S. 345ff

Die Architektur der Bauernhöfe hat seit jeher das Landschaftsbild in den Alpen geprägt, so auch das von Kastelruth. Vom einst verantwortungsbewussten Umgang mit der Natur und ihren Ressourcen und der daraus entstandenen harmonischen Landschaft profitiert das Gebiet heute noch; und direkt damit verbunden natürlich auch der Tourismus. Doch der Kreis schließt sich, da heute auch die Landwirtschaft ohne



Abb. 90: Fioar-Hof in St. Michael

den Tourismus kaum mehr auskommt. Die Beherbergung und Verköstigung von Urlaubsgästen wird als gerngesehene Zusatzeinnahmequelle gesehen und auch noch vom Land gefördert. Besonders in der Gemeinde Kastelruth, in der der Tourismus das tragende Standbein der Wirtschaft ist, ist die Prozentzahl der Betriebe mit „Urlaub auf dem Bauernhof“ dementsprechend höher als in anderen Gemeinden. So haben in der Gemeinde Kastelruth 25,5% der Bauern Zusatzeinkünfte durch die Beherbergung von Gästen auf dem Hof, im Vergleich dazu sind es in ganz Südtirol nur 9,6%, und die Zahlen steigen jährlich.

Der Urlaub auf dem Bauernhof verändert durch die sich neuen Ansprüche natürlich auch die Architektur, auch wenn die Außenerscheinungen der Höfe weitgehend erhalten bleiben.

Die Kastelruther Höfe haben weitgehend gemischte Bauweisen, auch wenn der romanische Baustil dominiert. Die Fassaden sind hauptsächlich aus Stein, Holzelemente beschränken sich meist auf die oberen Geschosse. Eine Ausnahme bilden die Höfe in den ladinischen Fraktionen jenseits des Panider Sattels, die sich eher an den Grödner Pilzhöfen orientieren und hauptsächlich Holz als Gestaltungselement verwenden.

Um die äußerliche Erscheinung der Höfe in der Gemeinde zu veranschaulichen, habe ich eine statistische Erhebung durchgeführt, bei der ich 126 Wohnhäuser der 443 eingetragenen bäuerlichen Betriebe der Gemeinde untersucht habe, aufgeteilt auf alle Fraktionen. Dabei wurden vermutete Annahmen bestätigt und neue interessante Aspekte aufgezeigt.

Die vorherrschende Hofform ist dabei, wie angenommen, der Paarhof. 91,3% aller Höfe haben nebeneinander gestellte Futter- und Feuerhäuser, 7,1% sind Einhöfe und die restlichen 1,6% sind eine Form, die sich nicht zuweisen lässt. Bei den Paarhöfen wurde zudem die Stellung der beiden Gebäude zueinander untersucht: dabei sind 66,1% nebeneinandergestellt und haben dieselbe Firstrichtung (immer Richtung Talseite). 9,6% sind hintereinandergestellt, 6,1% seitlich versetzt und 7,8% zusammengebaut (aber eigenständige Dächer). Die restlichen 10,4% weisen eine senkrechte Stellung der beiden Firstlinien auf.



Abb. 91: Beim Stampfer, ein typischer Paarhof

Der nächste Untersuchungspunkt war das Alter der Gebäude, wobei hier die Aufteilung wesentlich ausgeglichener ist. 19,8% sind Neubauten aus den letzten 10-15 Jahren, 9,5% sind etwas ältere Neubauten (etwa ab den 60er Jahren). Bei 16,7% wurden die Neubauten direkt neben den, meist unsanierten, Altbauten erbaut, ganze 37,3% sind unsanierte Altbauten, teils stark sanierungsbedürftig. Die sanierten Altbauten entfallen auf die restlichen 16,7%.

Beim Einsatz der Materialien lässt sich eine klare Vorherrschaft der Steinbauweise erkennen, 73,0% haben Fassaden komplett aus Stein. Bei 15,1% beginnt die Holzfassade im Obergeschoss, bei 11,9% in Dachgeschoss. 74,6% der Bauernhäuser haben Balkone, wobei aber anzunehmen ist, dass diese ursprünglich nicht bestanden haben und erst mit der Zeit dazugekommen sind. Fast alle Wohnhäuser haben eine Dachdeckung aus Ziegelsteinen (96,8%), gerade mal 3,2% können noch eine Holzschindeldeckung aufweisen. Bei den Wirtschaftsgebäuden ist die Zahl der Schindeleindeckungen etwas höher, einige wenige weisen sogar noch eine Stroheckung auf.

Der Großteil der Höfe befindet sich in den weitlaufenden Streusiedlungen um die beiden Hauptorte Kastelruth und Seis. Die meisten Höfe weisen dabei die Fraktionen St. Michael und St. Valentin auf. Auch die anderen kleinen Fraktionen bestehen hauptsächlich aus Bauernhöfen und haben deshalb kaum verdichtete Ortskerne. Lediglich die beiden Hauptorte der Gemeinde, welche auch deutlich mehr Einwohner haben, können nur mehr sehr wenige Höfe im Siedlungskern aufweisen.

6.2 Umbau des Lafoglerhofs in Kastelruth

6.2.1 Der Lafoglerhof im Laufe der Geschichte

Der Lafoglerhof gehört zu den ältesten Höfen in der Gemeinde Kastelruth und hat immerhin eine mehr als 400-jährige Geschichte hinter sich und steht deshalb auch unter Denkmalschutz. Den genauen Zeitpunkt der Erbauung des Hofes kann man leider nicht genau feststellen, da am Gebäude selbst keine solchen Inschriften vorhanden sind. Die erste



Abb. 92: Das Haus von Süden gesehen

urkundliche Erwähnung geht auf das Jahr 1630 zurück (Katastereintrag), doch das Gebäude müsste schon viel länger bestanden haben. Laut mündlichen Überlieferungen des heutigen Besitzers und seines Großvaters sollte es bereits im 14. oder 15. Jahrhundert gebaut worden sein. Da die Stube spätgotische Merkmale hat, kann man das Erbauungsjahr wohl auf die Zeit vor 1500 schätzen (Spätgotik: 1350 bis ca. 1520/30).

Der Hof befindet sich an der Straße von Kastelruth nach St. Michael und liegt direkt am Eingang zu den Bühlen (ein großes Waldgebiet oberhalb von Kastelruth, das bis nach Tagusens reicht). Die Nachbarhöfe sind beim Schgaguler (wohl einer der allerersten Höfe von Kastelruth), beim Egarter und beim Bremicher.

Das Gebäude ist in romanischer Bauweise erbaut, bis auf das Dachgeschoss sind alle Mauern aus dickem Bruchsteinmauerwerk. Die Küche hat aus feuerschutztechnischen Gründen ein Gewölbe, da sie auch als Rauchküche benutzt wurde und einen offenen Backofen integriert hat. Der Rauch entwich aus einem großen Kamin am höchsten Punkt des Gewölbes, dieses ist auch heute noch immer rußgeschwärzt. Eine Besonderheit zeichnet die Labe (Gang) aus, welche mit einem Kreuzgewölbe ausgeführt ist. Die Stube hat eine reich verzierte, spätgotische Balkendecke,



Abb. 93: Die Eingangssituation mit dem hölzernen Zubau



Abb. 94 und 95: Dachuntersichten innen und außen

welche, wie die gesamte Stube, noch mehr oder weniger originalgetreu erhalten ist. Künstlerisch wertvoll ist auch die spitzböige Eingangstür mit ihrer Steinfassung, genauso wie die alten Türflügel im Inneren.

Das Haus ist durch einen Mittelflurgrundrisses eingeteilt, bei Betreten des Hauses findet man zu seiner Rechten die gewölbte Rauchküche und die Stube, zu seiner Linken 2 Kammern. Über eine steile Treppe gelangt man in den Dachboden sowie auch in das Kellergeschoss, welches teilweise aus dem Felsen gehauen ist.

Die Einlagezahl im Grundbuch ist 36/I, die Katasternummer im mariatheresianischen Kataster (1775-1780) ist 305. Die heutige Nr. der Bauparzelle im Kataster ist *155.

Die Besitzer im Laufe der Jahre waren: 1630 Balthasar Fill, Oberschgaguler; 1680 Christoff Mulser; 1751 Paul Mulser, Oberlafogler; 1777 Anna Mulser verh. Malferttheiner; 1804 Ursula Malferttheiner und Peter Schieder; 1843 Ursula Malferttheiner verh. Schieder; 1846 Ursula Schieder verh. Sattler besitzt auch Morodes; 1890 Peter Sattler; 1937 Gaslitter Maria verh. Lageder; 1977 Franz, Johann, Zita und Paula Lageder; 1979 Franz Lageder; ^[105] heutiger Besitzer sein Sohn Peter Lageder.

Mit den verschiedenen Besitzern sind auch unterschiedliche, meist kleinere Umbaumaßnahmen, von Statten gegangen. Um 1930 wurden die Fenster ausgetauscht, die alten, brüchigen Fenster wurden durch neue Kastenfenster ersetzt. Dabei veränderte sich auch die Fassadenerscheinung leicht, da die Fensterlaibungen verschwanden. Bei dieser Umbaumaßnahme kamen zudem erstaunlicherweise die alten Wandnischen zum

¹⁰⁵ NÖSSING: Gemeinde Kastelruth - Vergangenheit und Gegenwart, S. 209



Abb. 97: Die spätgotische Stube mit dem Kachelofen

Vorschein, in die einst die massiven Holzfenster geschoben wurden, um Licht in den Raum zu lassen. In derselben Zeit wurde an der Nordwestseite ein hölzerner Zubau errichtet, der im Dachgeschoss als landwirtschaftlicher Abstellraum und im Erdgeschoss als überdachte Holzlege genutzt wurde. 1987 wurde dann ein Badezimmer errichtet, das das alte Plumpsklo (eine Holzkonstruktion an der Außenwand) ersetzte.

Ebenfalls kam im Kellergeschoss ein Heizraum hinzu. Das Dach wurde letztmals 2006 erneuert, wobei die Schindeldeckung aus Lärchenholz beibehalten wurde. Im Dachgeschoss, das vorwiegend als Abstellkammer genutzt wird, befinden sich zusätzlich 2 Kammern. Aus welcher Zeit diese stammen bzw. wie und wann sie genutzt wurden, konnte ich leider nicht feststellen.

Der Besitzer bewohnt das alte Haus inzwischen nicht mehr, er wohnt im 1997 errichteten Neubau gleich daneben. Die Wohnung im alten Bauernhaus wird vermietet.



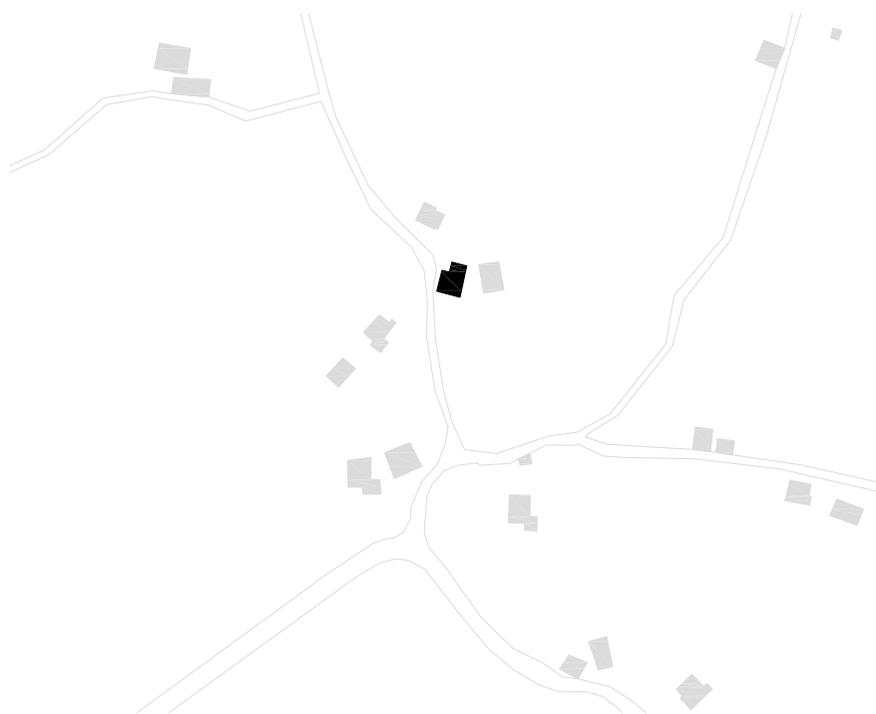
Abb. 96: Das alte Haus mit daneben liegendem Stadel und dahinter das neue Wohnhaus

6.2.2 Genaue Bestandsaufnahme

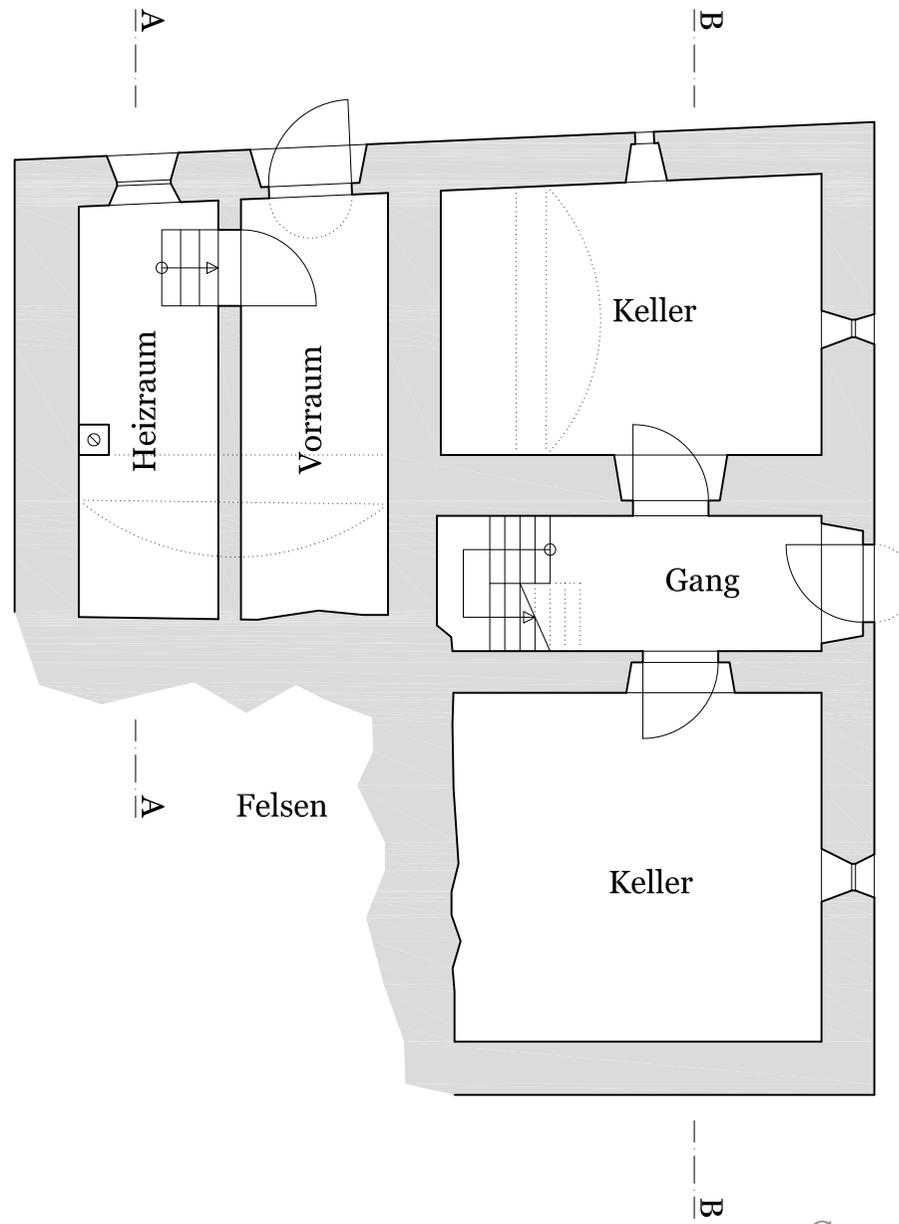
Als Basis für die Bestandspläne dienten die handgezeichneten Pläne für den Umbau im Jahre 1987, die ich

in Ergänzung mit eigenen Abmessungen, Fotos und Beobachtungen auf den Computer übertragen habe.

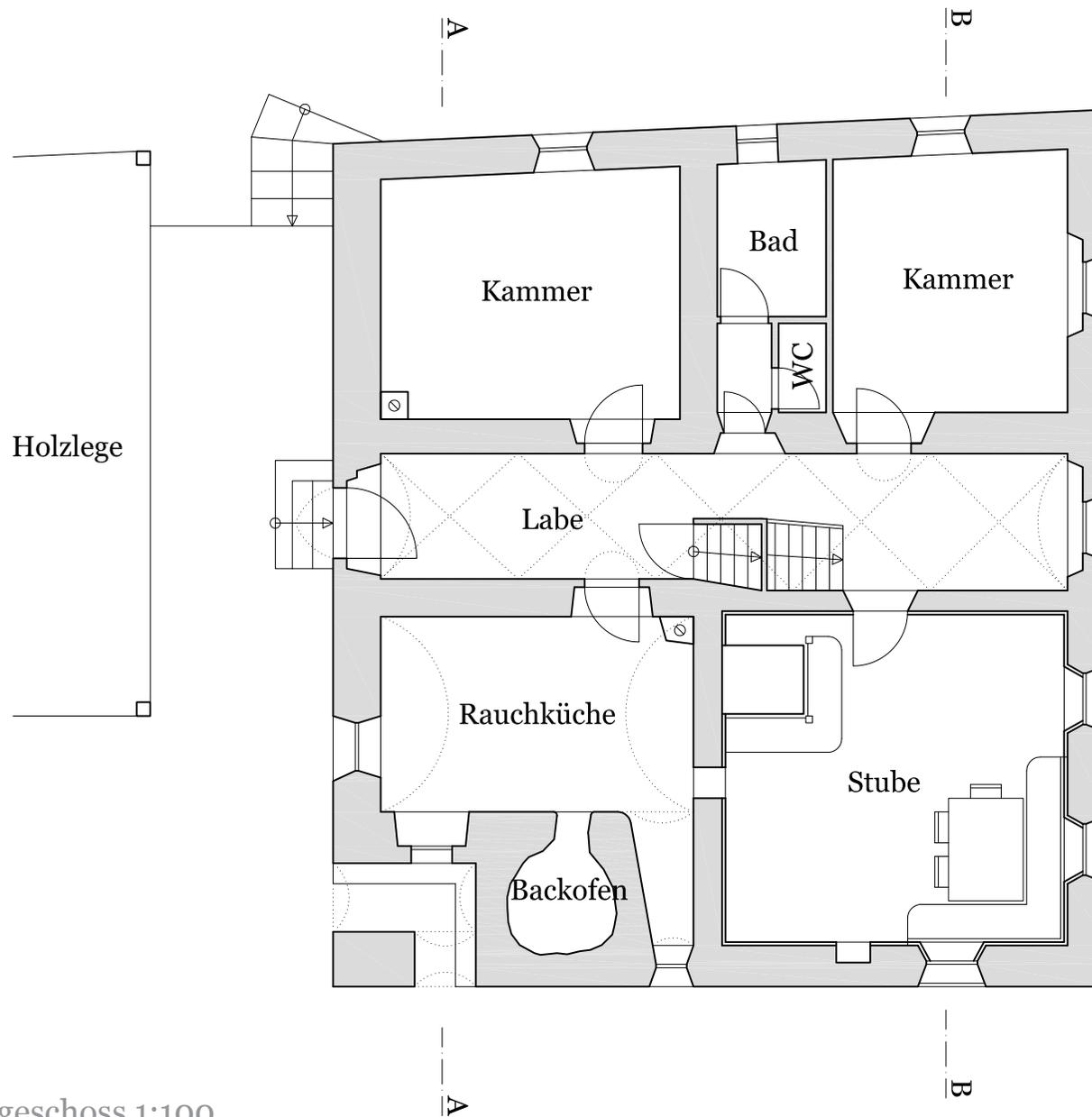
6.2.2.1 Planunterlagen



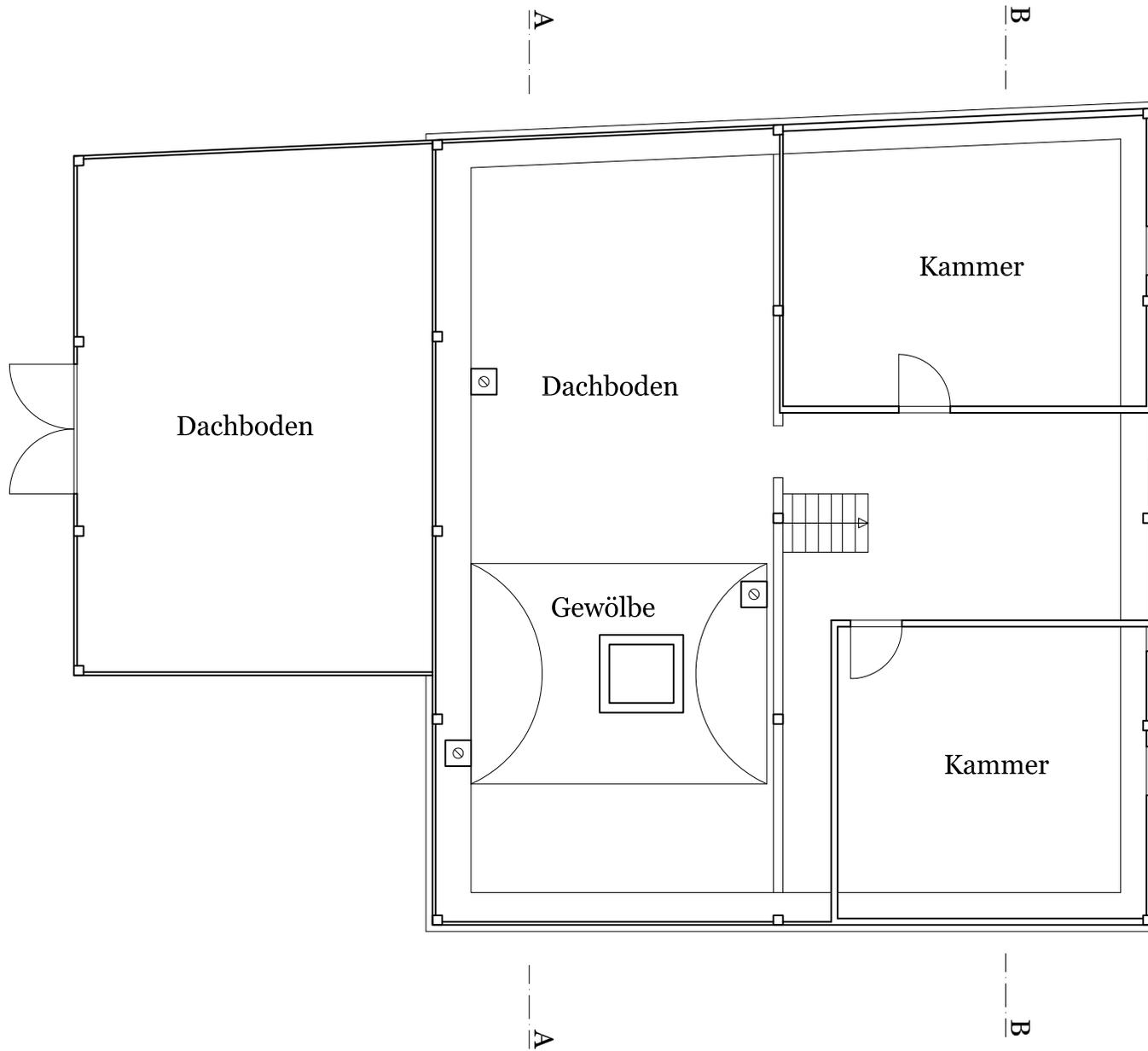
Lageplan 1:4000



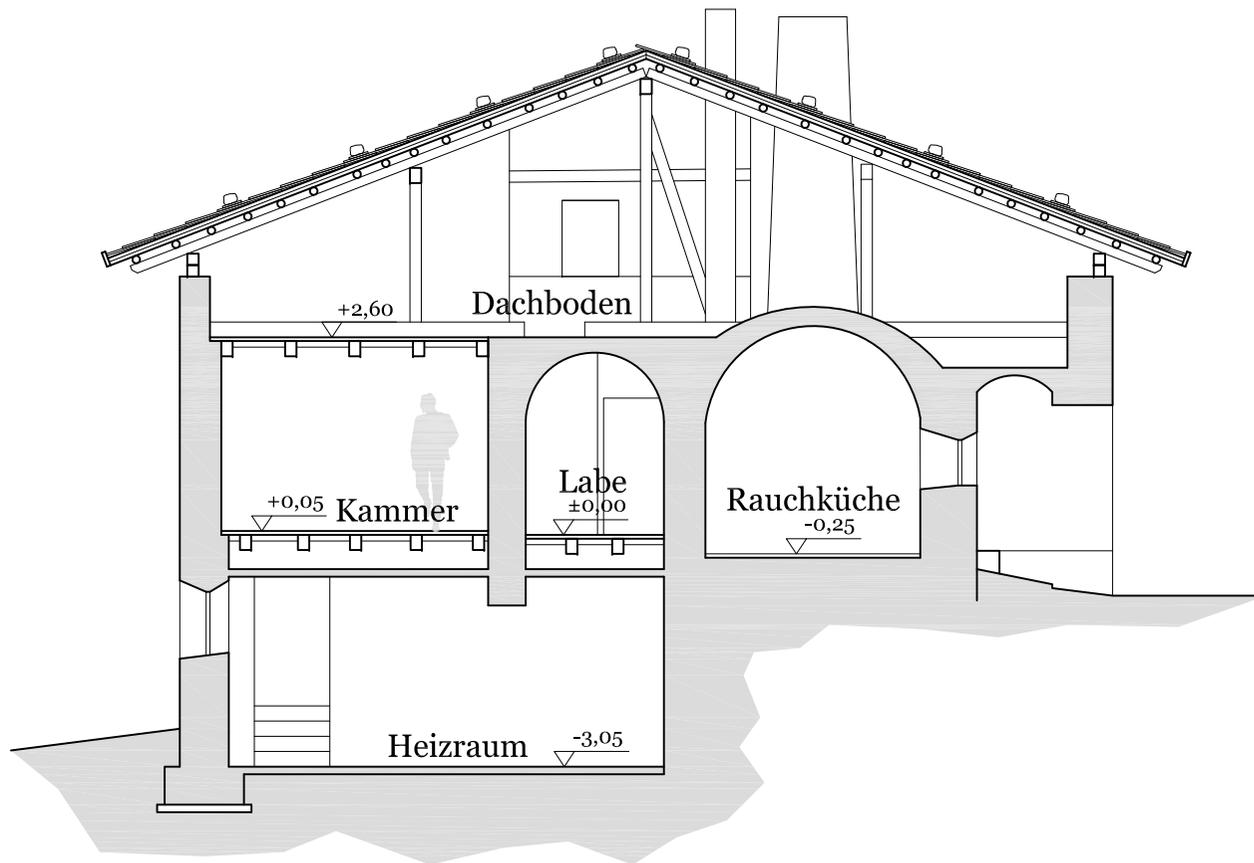
Grundriss Kellergeschoss 1:100



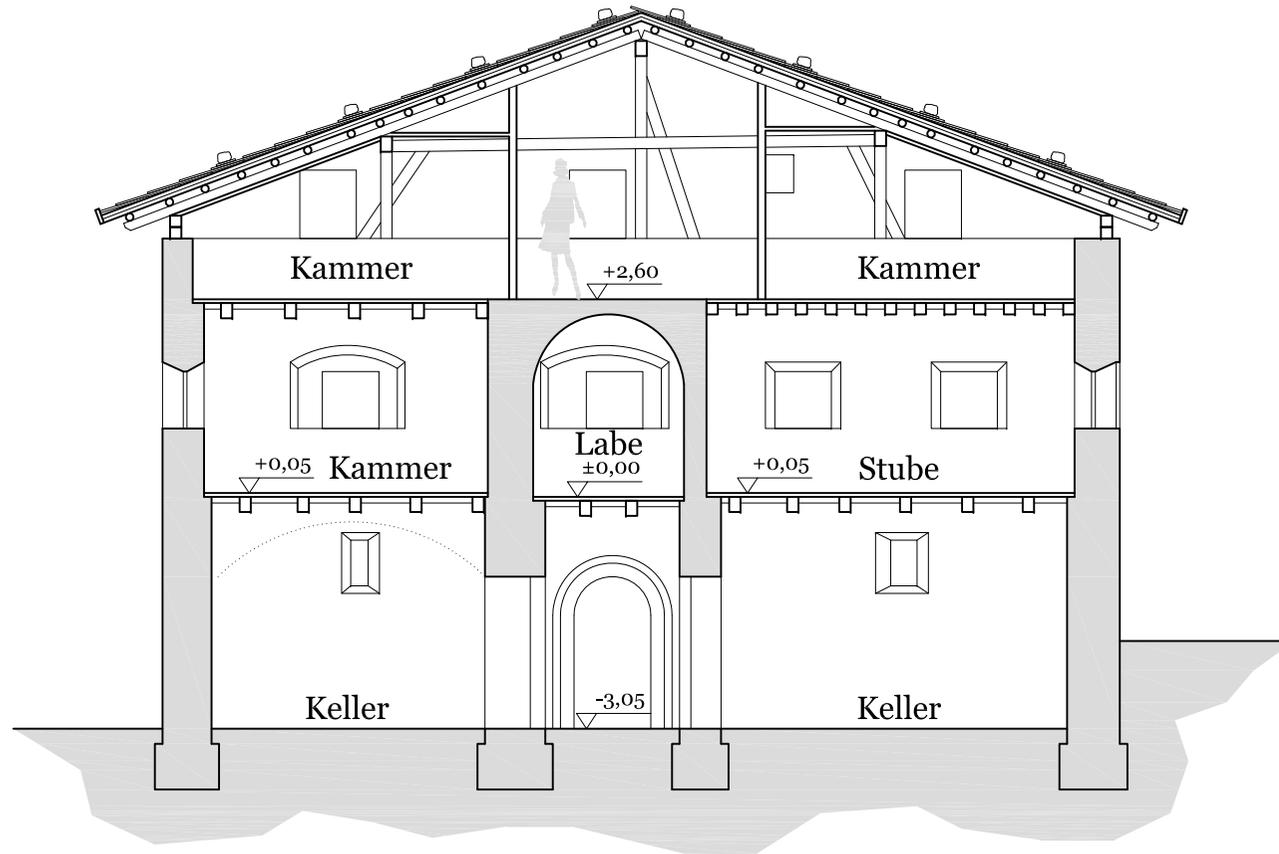
Grundriss Erdgeschoss 1:100



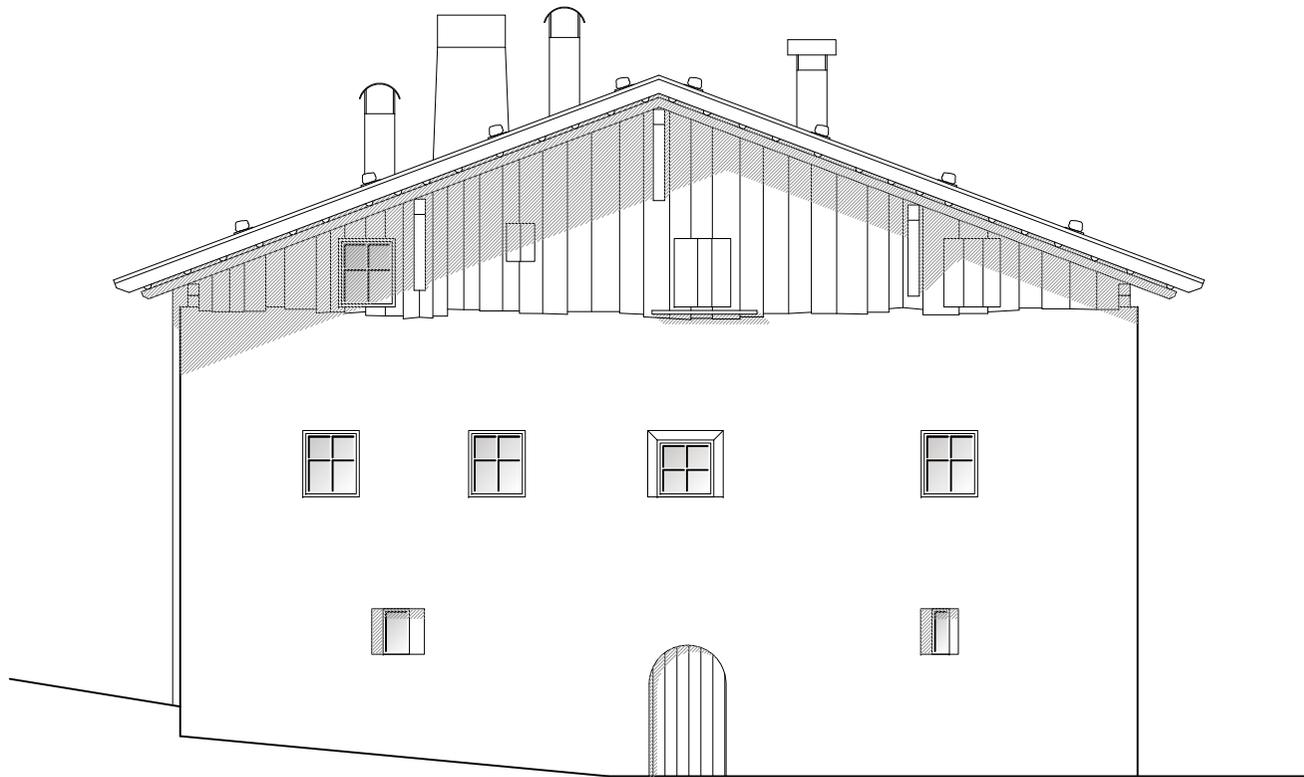
Grundriss Dachgeschoss 1:100



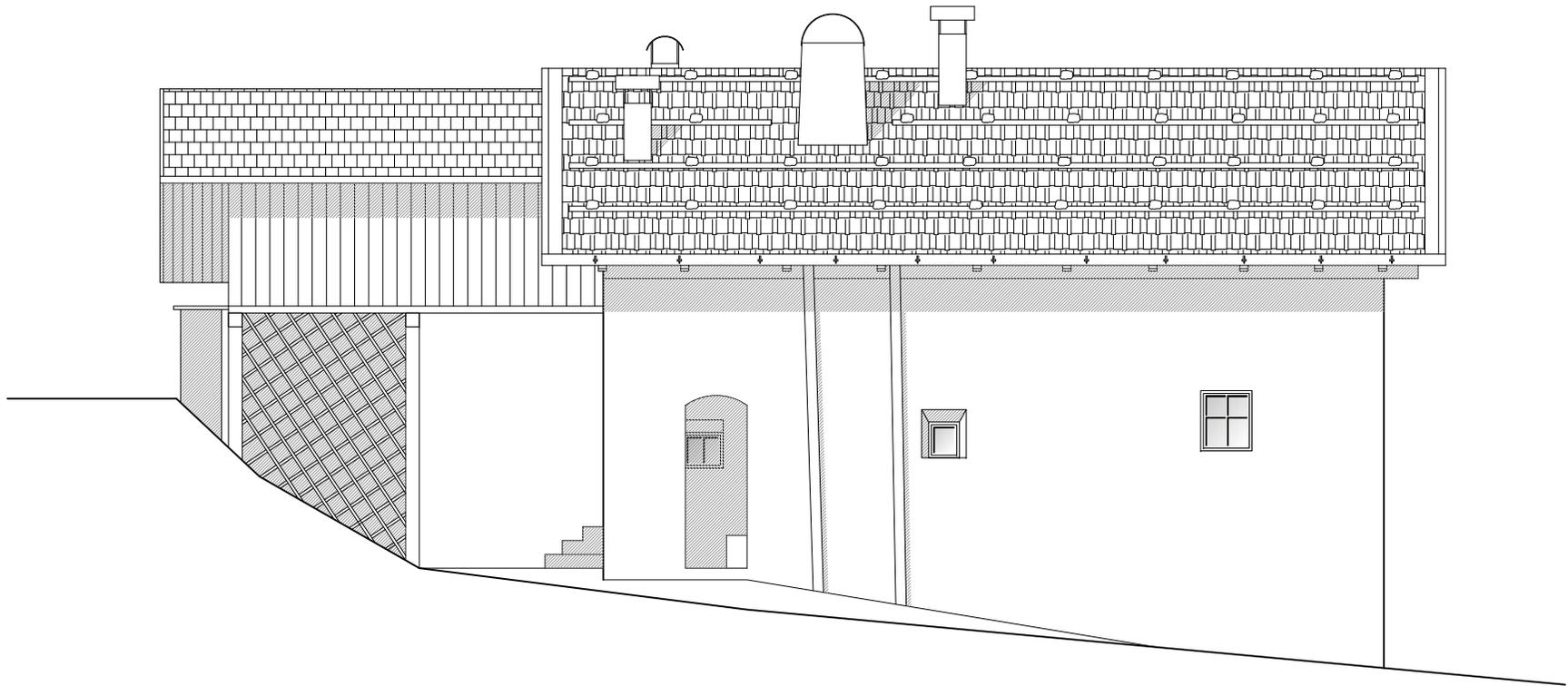
Schnitt A-A 1:100



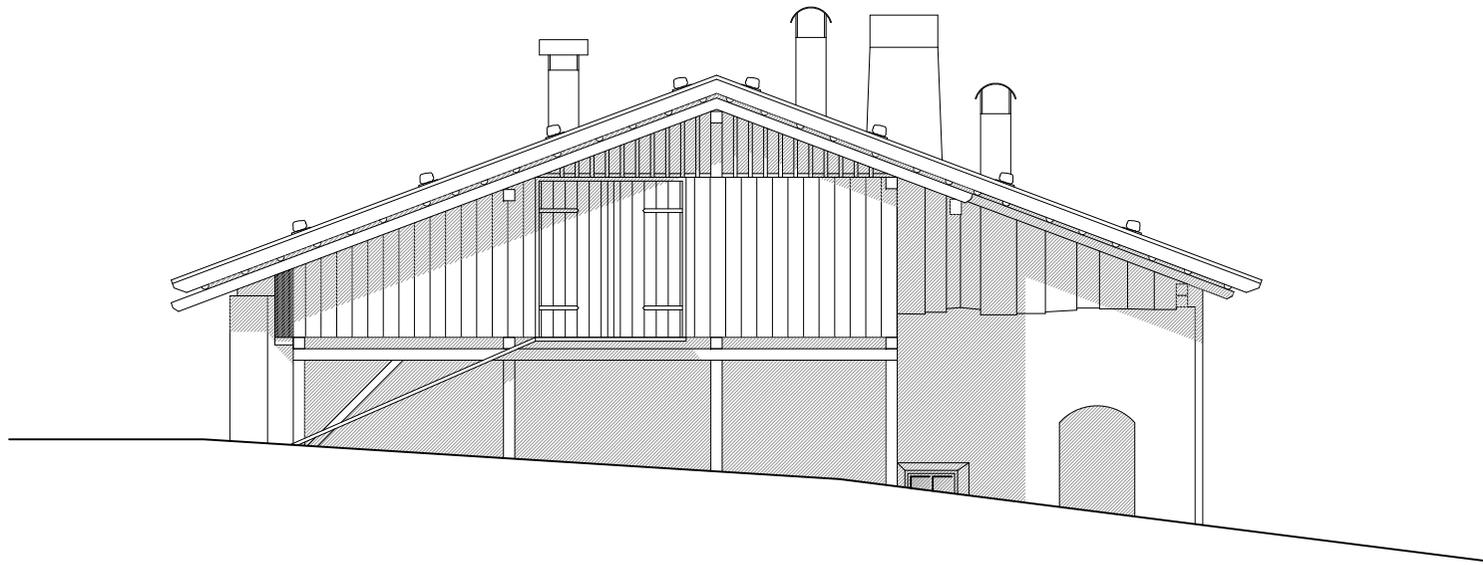
Schnitt B-B 1:100



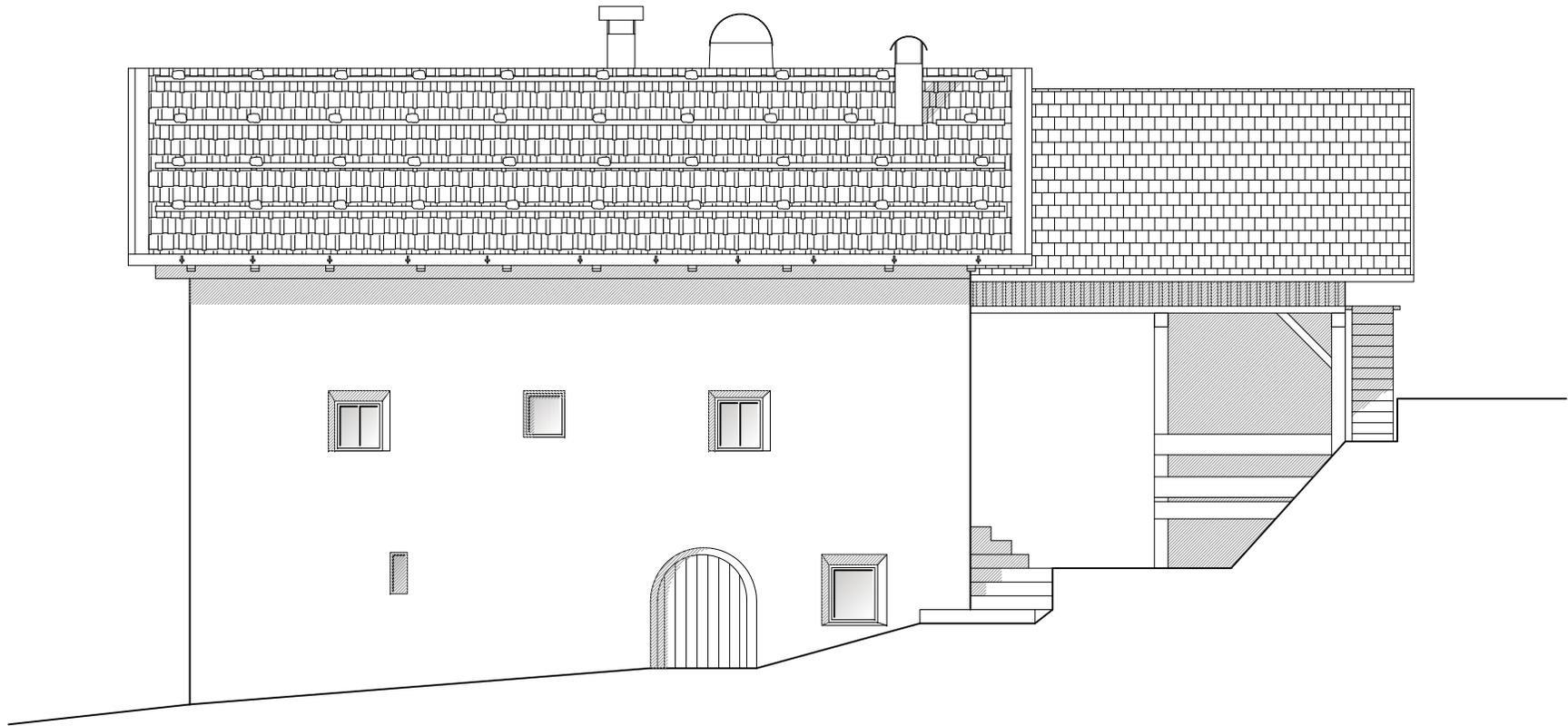
Südost-Fassade 1:100



Südwest-Fassade 1:100



Nordwest-Fassade 1:100



Nordost-Fassade 1:100

6.2.2.2 Wärmebedarfsberechnung

Die Wärmebedarfsberechnung wurde mit dem Klimahaus-Berechnungsprogramm erstellt.

Im Folgenden werden die einzelnen Ergebnisse angeführt.

Bei der Berechnung der U-Werte wurden die Wärmeleitfähigkeiten verschiedener Materialien in derselben Schicht (z.B. Sparren oder andere Konstruktionshölzer mit dazwischenliegender Wärmedämmung) berücksichtigt und der Wert dementsprechend vermindert.

Klimadaten Kastelruth

Meereshöhe	1.060 m
Heizgradtage $HGT_{12/20}$	4.038 Kd/a
Heiztage HT_{12}	242 d/a
Mittlere Außentemperatur Θ_e	3,28 °C
Normaußentemperatur Θ_{ne}	-19 °C
Strahlungssumme Süd I_S	530 kWh/(m ² a)
Strahlungssumme Ost/West $I_{O/W}$	327 kWh/(m ² a)
Strahlungssumme Nord I_N	201 kWh/(m ² a)
Strahlungssumme Horizontal I_h	546 kWh/(m ² a)
Beheizte Bruttogeschossfläche BGF_B	139,29 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche NGF_B	93,28 m ²
Beheiztes Bruttovolumen V_B	403,94 m ³
Beheiztes Nettovolumen V_N	233,20 m ³

U-Werte der einzelnen Bauteile

Bruchsteinmauer mit Täfelung

Außenputz	2,0 cm	$\lambda=1,00$ W/mK
Bruchsteinmauerwerk	60,0 cm	$\lambda=2,00$ W/mK
Holztäfelung	8,0 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
U = 0,90 W/(m ² K)		

Bruchsteinmauer verputzt

Außenputz	2,0 cm	$\lambda=1,00$ W/mK
Bruchsteinmauerwerk	60,0 cm	$\lambda=2,00$ W/mK
Innenputz	2,0 cm	$\lambda=0,90$ W/mK
U = 1,95 W/(m ² K)		

Geschossdecke zu unbeheiztem Keller

Holzbohlen	2,5 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Ruhende Luftschicht	5,0 cm	$\lambda=0,16$ W/mK
Holzboden	2,5 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
U = 0,95 W/(m ² K)		

Geschossdecke zu unbeheiztem Dachraum

Holzbohlen	2,5 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Ruhende Luftschicht	5,0 cm	$\lambda=0,16$ W/mK
Holzboden	2,5 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
U = 1,10 W/(m ² K)		

	Erdanliegender Fußboden			g-Wert	U _{Frame}	Fenster U _{Glas}
Holzboden	2,5 cm	λ=0,13 W/mK				
Estrich	5,0 cm	λ=1,40 W/mK	Kastenfenster	0,83	2,00	5,80
		U = 2,51 W/(m²K)	Badfenster	0,71	2,00	3,20
			Kleine Fenster	0,83	2,00	5,80

Berechnung der Wärmeleitwerte

Bauteil	A _B [m²]	U _i [W/m²K]	f _i	(A _B -A _F)*U _i *f _i [W/K]
Bruchsteinmauer mit Täfelung	37,70	0,90	1,0	32,3
Bruchsteinmauer verputzt	106,57	1,95	1,0	196,9
Geschossdecke zu unbeheiztem Keller	114,45	0,95	0,5	54,5
Geschossdecke zu unbeheiztem Dachraum	143,07	1,10	0,9	141,2
Erdanliegender Fußboden	28,62	2,51	0,5	36,0
			Summe	460,9
Kastenfenster	4,60	4,92	var.	22,7
Badfenster	0,50	3,07	var.	1,5
Kleine Fenster	0,80	4,71	var.	3,8
	Summe		28,0	
Eingangstür	1,80	2,00	var.	3,5

Ergebnisse

Gebäudehülle	
Fläche der wärmeabgebenden Gebäudehülle A _B = ∑A _i	A _B = 430 m²
Verhältnis beheizte Gebäudehülle/-Volumen A _B /V _B	A/V = 1,07 1/m

Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient

$$U_m = L_T/A_B$$

$$U_m = 1,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Wärmegewinne und Wärmeverluste

Transmissionswärmeverluste in der Heizperiode

$$Q_T = 0,024 * L_T * HGT$$

$$Q_T = 47.724 \text{ kWh/a}$$

Lüftungswärmeverluste in der Heizperiode

$$Q_V = 0,024 * L_T * HGT$$

$$Q_V = 3.739 \text{ kWh/a}$$

Interne Wärmegewinne in der Heizperiode

$$Q_i = 0,024 * q_i * NGF_B * HT$$

$$Q_i = 1.896 \text{ kWh/a}$$

Passive solare Wärmegewinne in der Heizperiode

$$Q_s = \sum l_i * (\sum A_g * f_s * g_w)_i$$

$$Q_s = 1.144 \text{ kWh/a}$$

Verhältnis von Wärmegewinnen zu Wärmeverlusten

$$\gamma = (Q_T + Q_V) / (Q_i + Q_s)$$

$$\gamma = 6 \%$$

Standortbezogener Heizwärmebedarf und Heizlast

Ausnutzung der Wärmegewinne

$$\eta = 1,00$$

Heizwärmebedarf in der Heizperiode

$$Q_H = (Q_T + Q_V) - \eta * (Q_i + Q_s)$$

$$Q_H = 48.429 \text{ kWh/a}$$

Heizlast des Gebäudes

$$P_{tot} = (L_T + L_V) * (\Theta_i - \Theta_{ne})$$

$$P_{tot} = 20,71 \text{ kW}$$

Spezifische Heizlast bezogen auf die Nettogeschossfläche

$$P_1 = P_{tot} / NGF_B$$

$$P_1 = 222,02 \text{ W}/\text{m}^2$$

Heizwärmebedarf bezogen auf die Nettogeschossfläche

$$HWB_{NGF, \text{vorh}} = Q_H / NGF_B$$

$$HWB_{NGF, \text{vorh}} = 519,17 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

Der Heizwärmebedarf schlägt mit knapp 520 kWh/(m²a) enorm zu Buche. Der Wert ist darauf zurückzuführen, dass die Wandaufbauten hohe U-Werte aufweisen und nur Täfelung der Stube als Wärmedämmung wirkt. Bei den Deckenaufbauten gilt dasselbe, hier ist nach oben wie nach unten lediglich die dünne Holzkonstruktion vorhanden.

Anzumerken ist dabei, dass dieser Wärmebedarf mit den heutigen Heizungsgewohnheiten zusammenhängt. Früher war der Heizwärmebedarf wesentlich niedriger, da man nur die Stube als des primären Aufenthaltsort beheizte, welcher in alle Richtungen mit einer Wärmedämmung (Täfelung) versehen war.

6.2.3 Entwurf zur Sanierung des bestehenden Wohngeschosses und interner Ausbau des Dachgeschosses

Meinen Entwurf kann man grob in 3 Bereiche unterteilen: dem bestehenden Wohngeschoss, dem Dachgeschoss und dem hölzernen Zubau an der Nordwestseite. Die Außenhülle des bestehenden Gebäudes wird auf Grund des Denkmalschutzes so gut wie unangetastet belassen, die Umbaumaßnahmen sehen lediglich interne Veränderungen vor, sowie die Erneuerung der Fenster. Der stadelähnliche Zubau an der Oberseite wird zu Wohnzwecken umgewidmet und mit dem Dachgeschoss verbunden. Im Gegensatz zum bestehenden Wohngebäude wird



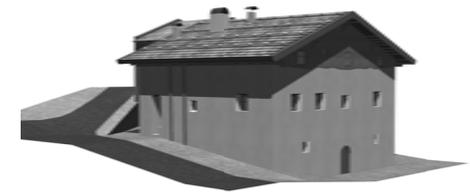
Der moderne Zubau steht in Kontrast zum alten Gebäude

dieser Teil auch äußerlich verändert und bewusst modern gestaltet, um einen Kontrast zum denkmalgeschützten Bauernhaus darzustellen.

Ein Grundgedanke ist zudem die wesentliche Verbesserung des Wärmeschutzes, da der Heizwärmebedarf des Bestandes mit über 500 kWh/(m²a) enorm hoch und eigentlich alles andere als wirtschaftlich ist. Im Wohngeschoss soll dies durch eine Innendämmung erreicht werden, im Obergeschoss werden die ohnehin nur aus Brettern bestehenden Wandelemente durch neue ersetzt.

Das Wohngeschoss bleibt so weit wie möglich unangetastet, die Veränderungen betreffen nur die nordöstliche Hälfte. Die erhaltenswerte Rauchschieber mit ihrem verwitterten Gewölbe und dem Backofen sowie die spätgotische Stube bleiben komplett unberührt. Diese Räume erhalten genauso keine Innendämmung wie die Lade mit ihrem Kreuzgewölbe. Hier wird allerdings die Treppe ins Dachgeschoss abgerissen, da im nordöstlichen Teil eine neue entsteht. Die Lade gewinnt durch diese Maßnahme zusätzlich an Qualität, da die Raumwirkung ohne den klotzigen Aufgang in der Mitte harmonischer wird.

Die beiden Kammern im nordöstlichen Teil werden komplett umfunktioniert und mit einer 10 cm dicken Innendämmung aus



Von der Straße aus ist die Aufstockung nicht ersichtlich

Schaumglas versehen. Das viel zu kleine Bad und WC werden entfernt. Das neue WC wird direkt zum Hauseingang verlegt und mit einem kleinen Fenster versehen. Die dicke Trennmauer wird mit zwei Durchbrüchen aufgelöst und somit eine Verbindung zwischen den zwei ehemaligen Kammern geschaffen. Im vorderen Teil entsteht eine moderne Küche mit einer kleinen Speis, in der dahinterliegenden Ostecke ein großzügiger Essraum. In diesem Bereich wird die Balkendecke entfernt und durch eine neue Treppe der Zugang zum Obergeschoss geschaffen.

Das Obergeschoss wird komplett ausgebaut, was auf Grund der ausreichenden Raumhöhe ohne große Abstriche durchführbar ist. Dabei findet eine Teilung in zwei Bereiche statt. Von der Stiege kommt man direkt in einen offenen Wohnraum mit einer Galerie, der durch eine Glaswand vom hinteren Schlafbereich getrennt ist. Der Wohnraum ist im eigentlichen Sinne eine Erweiterung des unteren Essraumes, hat aber auf Grund seiner erhöhten Position trotzdem eine Art Rückzugscharakter. Der Bereich würde sich als Bibliothek anbieten. Belichtet wird das Obergeschoss über die bestehenden Fensterflächen und einem zusätzlichen Fensterband in der nordöstlichen Dachfläche, welches sich vom Wohnbereich über dem Esszimmer bis in den Schlafbereich zieht. Da die große Fensterfläche auf der talabgewandten Seite liegt, beeinträchtigt die das Erscheinungsbild des denkmalgeschützten Gebäudes nur in sehr geringem Ausmaß.

Das Schlafzimmer im Süden ist vom offenen Wohnraum aus erreichbar, die anderen beiden Schlafzimmer und das neue Badezimmer befinden sich im nordwestlichen Schlafbereich. Über dem Gewölbe der Rauchküche wird ein erhöhter Sitz- und Ruhebereich geschaffen, der Kamin wird integriert. Über zwei



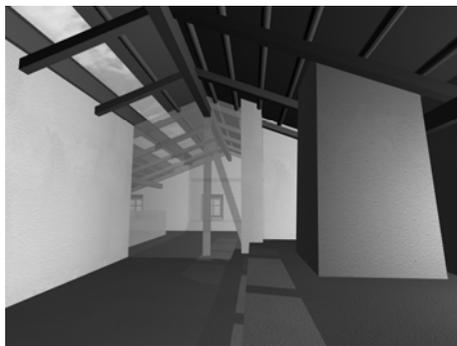
*Oben: Das langgezogene Dachfenster, dahinter der erhöhte Zubau
Unten: Der Zubau orientiert sich in den Abmessungen an den Bestand*

Stufen gelangt man in den komplett neu errichteten Zubau, in dem sich die anderen beiden Schlafzimmer befinden. Der Zubau wird auf Grund der erforderlichen Raumhöhe an der Nordostseite um ca. einen Meter aufgehöhht. Die Firstlinie verschiebt sich somit in die Mitte, was auch ästhetische Vorteile mit sich bringt. Durch diese Erhöhung wird das nordöstliche Schlafzimmer von Süden her mit einem länglichen Fenster belichtet, das Zimmer im Südwesten bekommt ein großflächiges Fenster zur Talseite hin.

Der Neubau orientiert sich im Grundriss exakt an die bestehenden Maße des alten Holzzubaus. Im Eingangsbereich entsteht ein Windfang, der zudem die Möglichkeit einer geschützten Sitzecke im Sommer bietet, die Holzlege wird in Richtung Norden verlegt und ist offen, aber trotzdem wettergeschützt.

Das Kellergeschoss bleibt fast gänzlich unangetastet, lediglich die Decken und die Luke zur Labe werden wärmegeämmt.

Durch den Ausbau des Dachgeschosses entsteht eine Wohnnutzfläche von 212 m², davon 86 m² im Erdgeschoss und 126,61 m² im Dachgeschoss.



Die Sitzecke um den Kamin mit der sichtbaren Dachkonstruktion

Die Konstruktionsweise hält sich strikt an den Bestand, der Kontrast zwischen schwerer Massivbauweise im unteren Bereich und leichter Holzkonstruktion

im Dachgeschoss und beim Zubau bleibt erhalten. Die Dachkonstruktion des Wohnhauses wird belassen und in den Umbau integriert, die Holzstützen bleiben als raumteilende Elemente erhalten, genauso wie die einzigartige Sparrenkonstruktion. Das Dach wird mit einer 12 cm starken Aufsparrendämmung wärmegeämmt, die Sparrenlagen bleiben somit sichtbar.

Überhaupt wird versucht, die Wärmedämmmaßnahmen in einem begrenzten Rahmen zu halten, was aus der Sicht verschiedener Standpunkte als die beste Lösung empfunden wird. Auf Wärmedämmmaßnahmen in der Stube, Rauchküche und Labe will ich verzichten, um nicht den speziellen Charakter dieser Räume (Stubentäfelung, Gewölbe) zu zerstören. Die Innendämmung muss zudem auf maximal 10 cm begrenzt werden, da sonst Probleme mit dem Temperaturverlauf in den Holzbalken entstehen, die die Dämmung durchstoßen. Die Kellerdecken werden zwischen den Holzbalken geämmt, um die alte Konstruktion auch weiterhin sichtbar zu lassen. Den besten U-Wert haben klarerweise die Wandelemente im Obergeschoss, doch auch hier wird die Dämmstärke auf ein zu vertretendes Maß begrenzt. Das bestehende Dach bekommt eine Aufsparrendämmung von 12 cm Stärke. Ideal wäre zwar eine größere Dämmdicke, allerdings muss ein Kompromiss zwischen Wärmeschutz und äußerem Erscheinungsbild gefunden werden.

Die Fenster werden alle durch Zweischeiben-Wärmeschutzverglasungen ersetzt, die denkmalschutzgerecht mit Sprossen versehen werden. Lediglich das große Dachfenster bekommt eine Dreischeiben-Ver Glasung, da ansonsten die Gefahr der Kondensatbildung gegeben wäre.

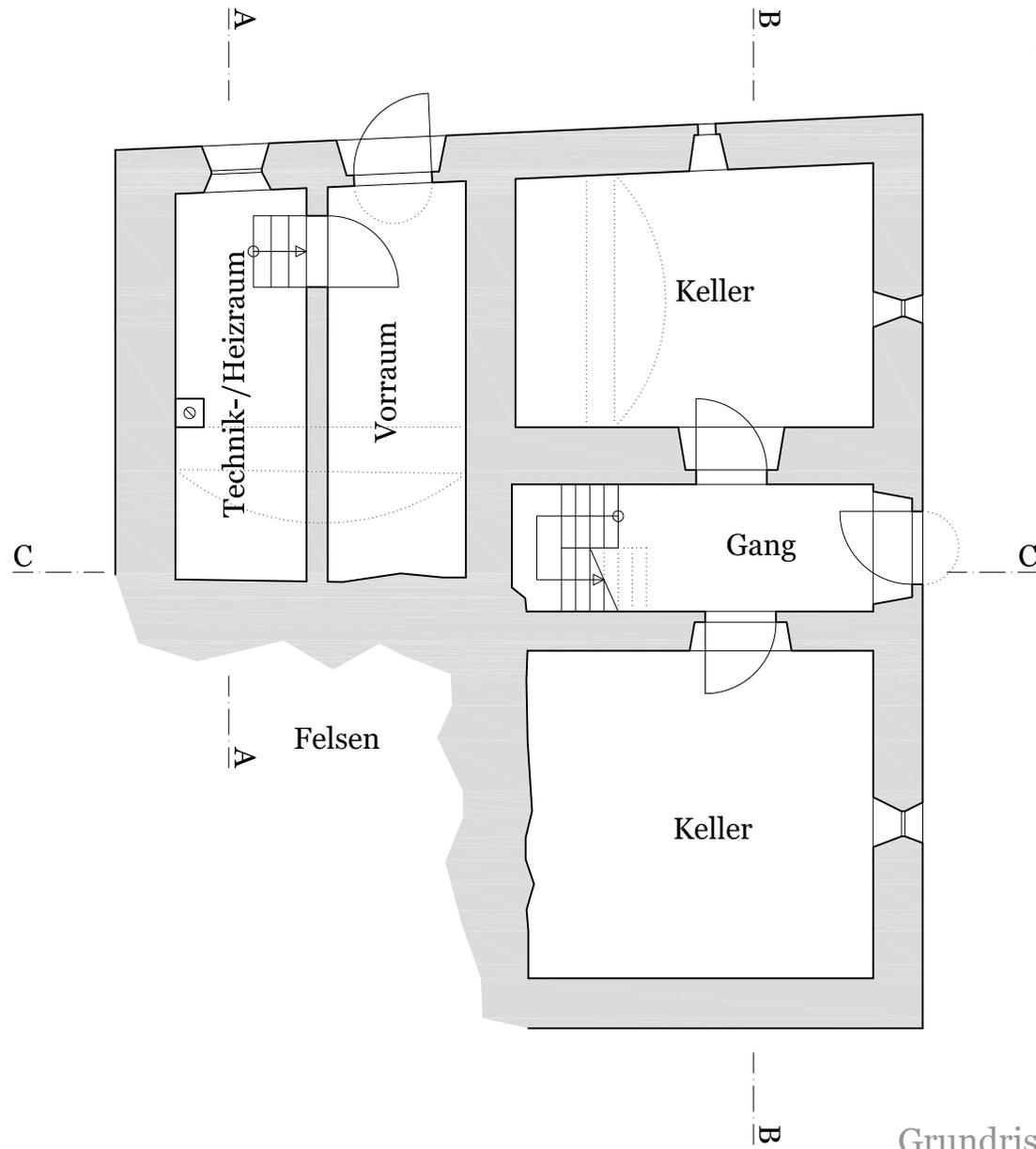
Der Holzdielenboden im Erdgeschoss wird belassen, das Obergeschoss bekommt einen 25 cm starken Bodenaufbau, der Platz für die Lüftungsrohre bietet. Die kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung versorgt den gesamten Wohnbereich mit Frischluft, durch die Türspalten ist die Luftzirkulation auch in den vom Umbau unangetasteten Räumen gegeben. Die Lüftungsanlage ist mit einer Wärmepumpe gekoppelt, die über eine Tiefenbohrung gespeist wird. Der Restheizwärmebedarf wird durch den Kachelofen in der Stube und einem zusätzlichen Stückholzkessel gedeckt. Der bestehende Heizraum im Keller bleibt weiterhin bestehen.

Die winddichte Ebene wird in den Außenputz gelegt, der deshalb saniert werden muss. Diese Maßnahme ist erforderlich, da die Anschlüsse an die bestehenden Holzbalkendecken nur sehr schwer winddicht auszuführen sind. Im Dachbereich dient die diffusionsoffene Dachbahn als winddichte Ebene, die über Dichtungsbänder in den Außenputz geführt wird.

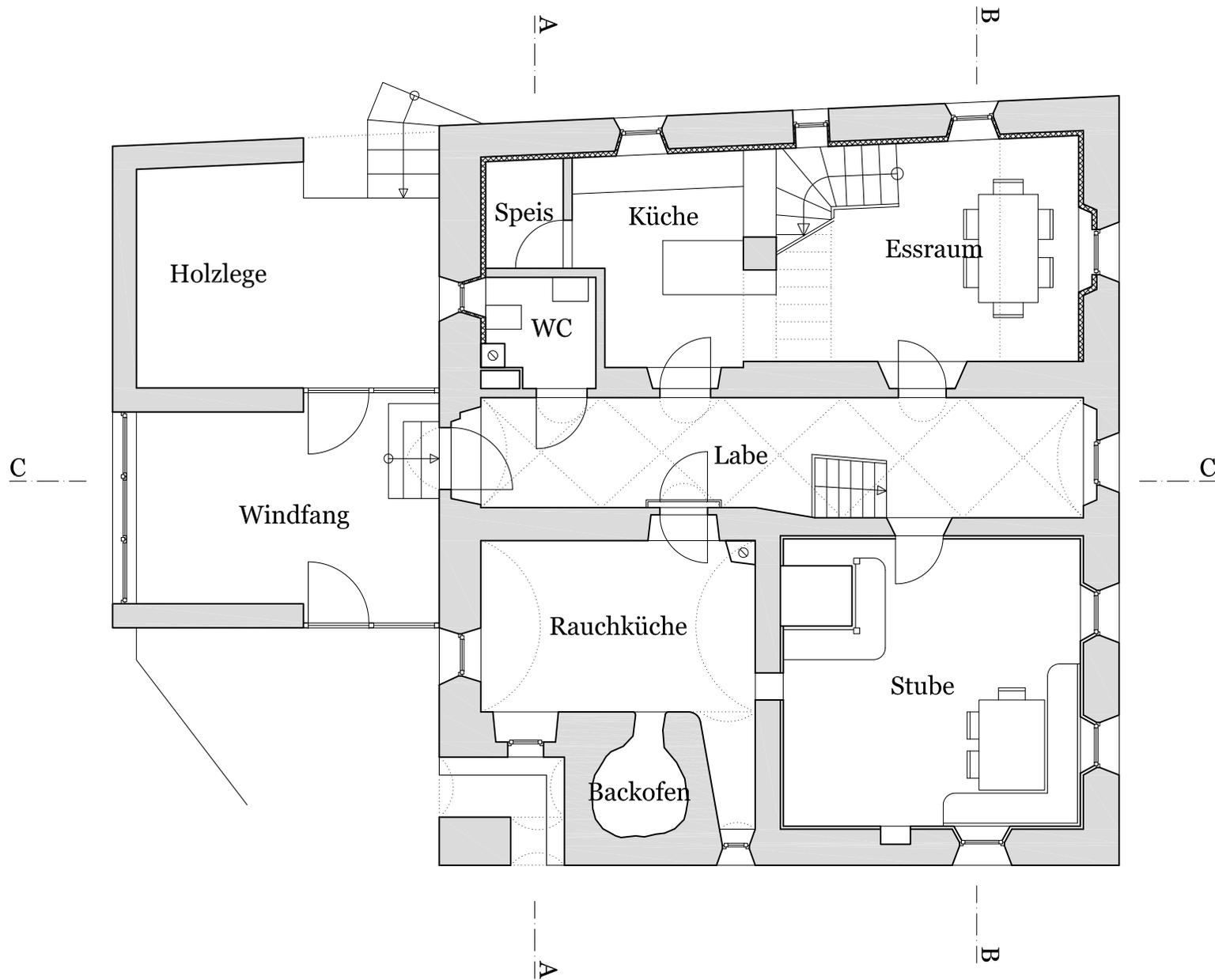
Durch all diese Maßnahmen erreicht man nach der Sanierung einen Heizwärmebedarf von $100,95 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, was eine Verbesserung von knapp 81 % bedeutet. Der absolute Heizwärmebedarf sinkt von über 48.000 kWh im Jahr auf die Hälfte, wobei die Wohnfläche aber

mehr als verdoppelt wird. Die Einsparungen bei den Heizkosten verringern sich so trotz der Erweiterung und qualitativen Verbesserung um mehr als € 2.000 pro Jahr. Eine weitere Verbesserung dieser Werte wäre zwar möglich, ist aber aus obengenannten Gründen nicht wirklich sinnvoll.

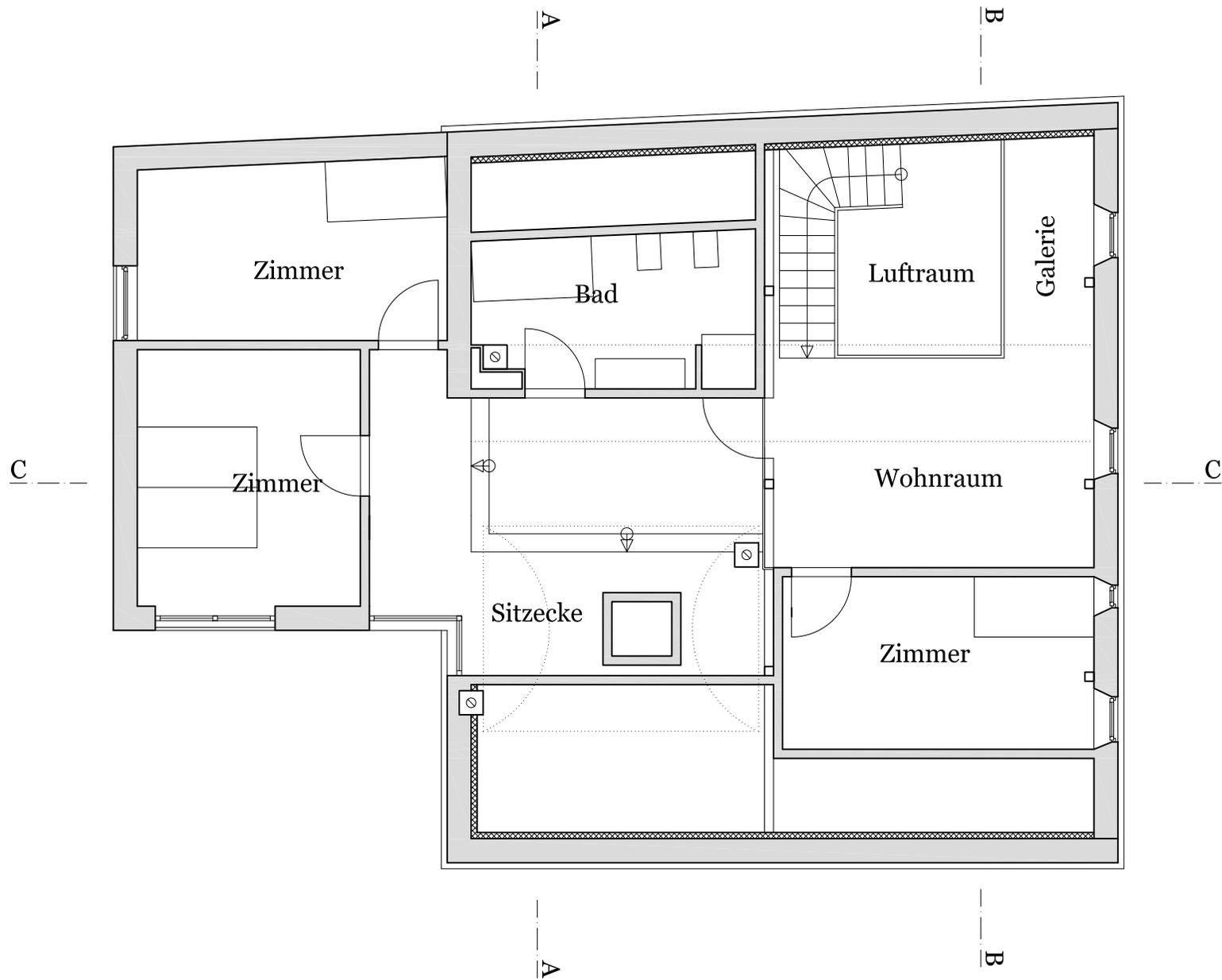




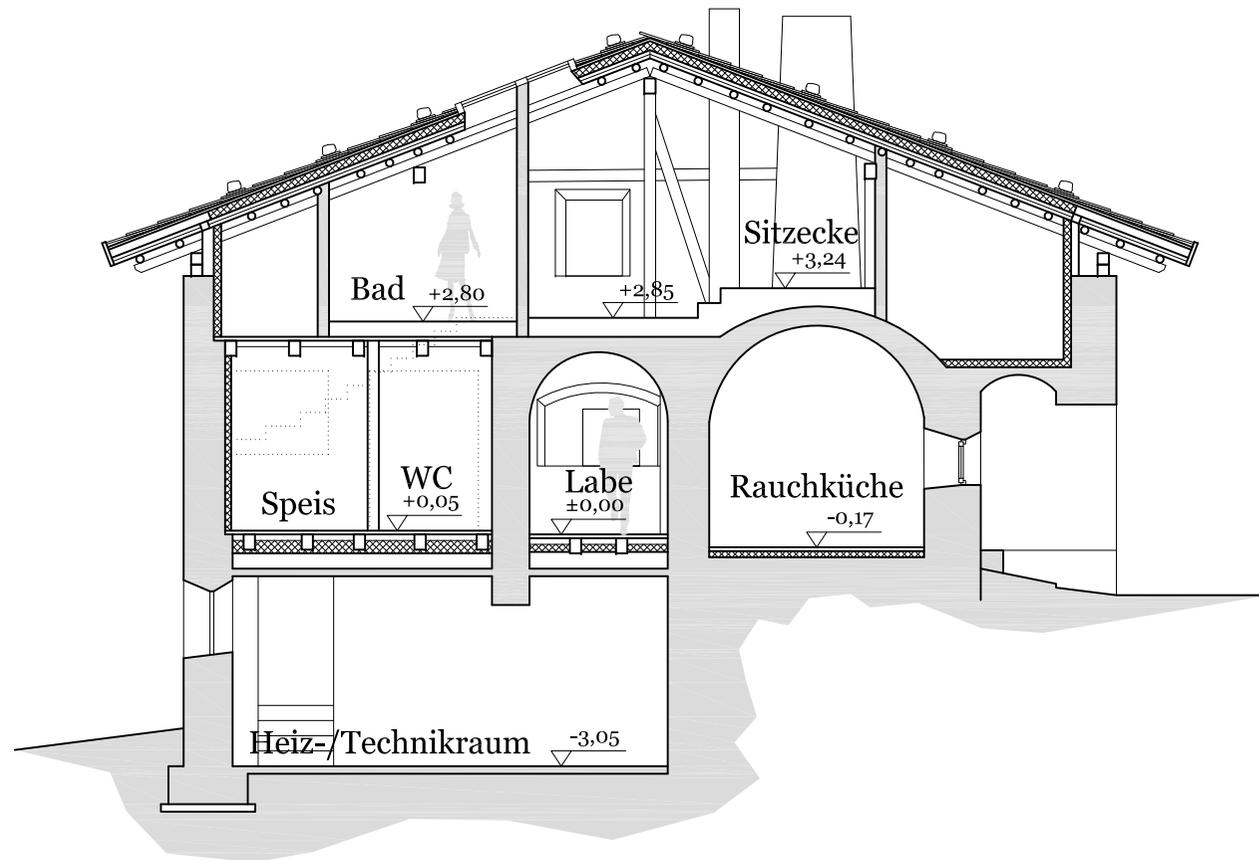
Grundriss Kellergeschoss 1:100



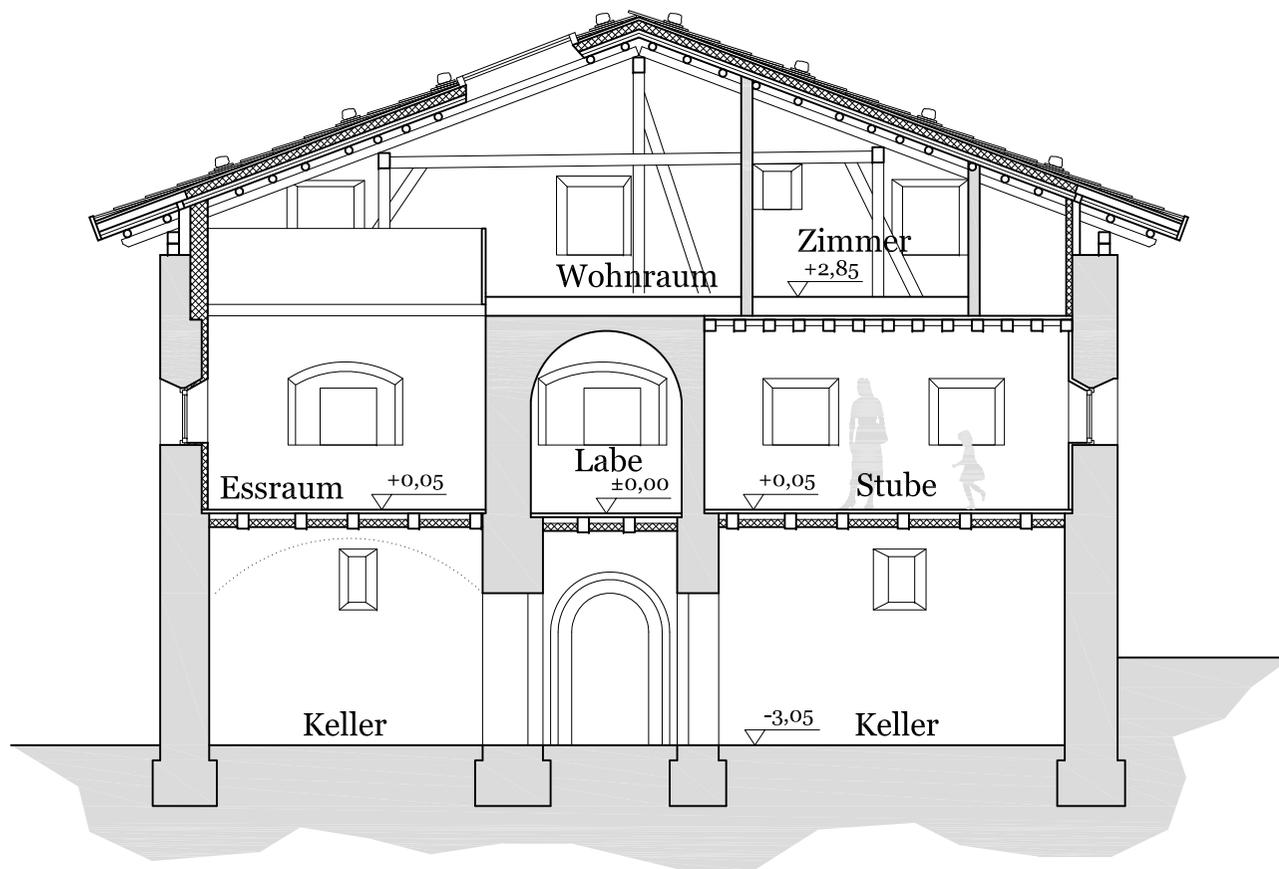
Grundriss Erdgeschoss 1:100



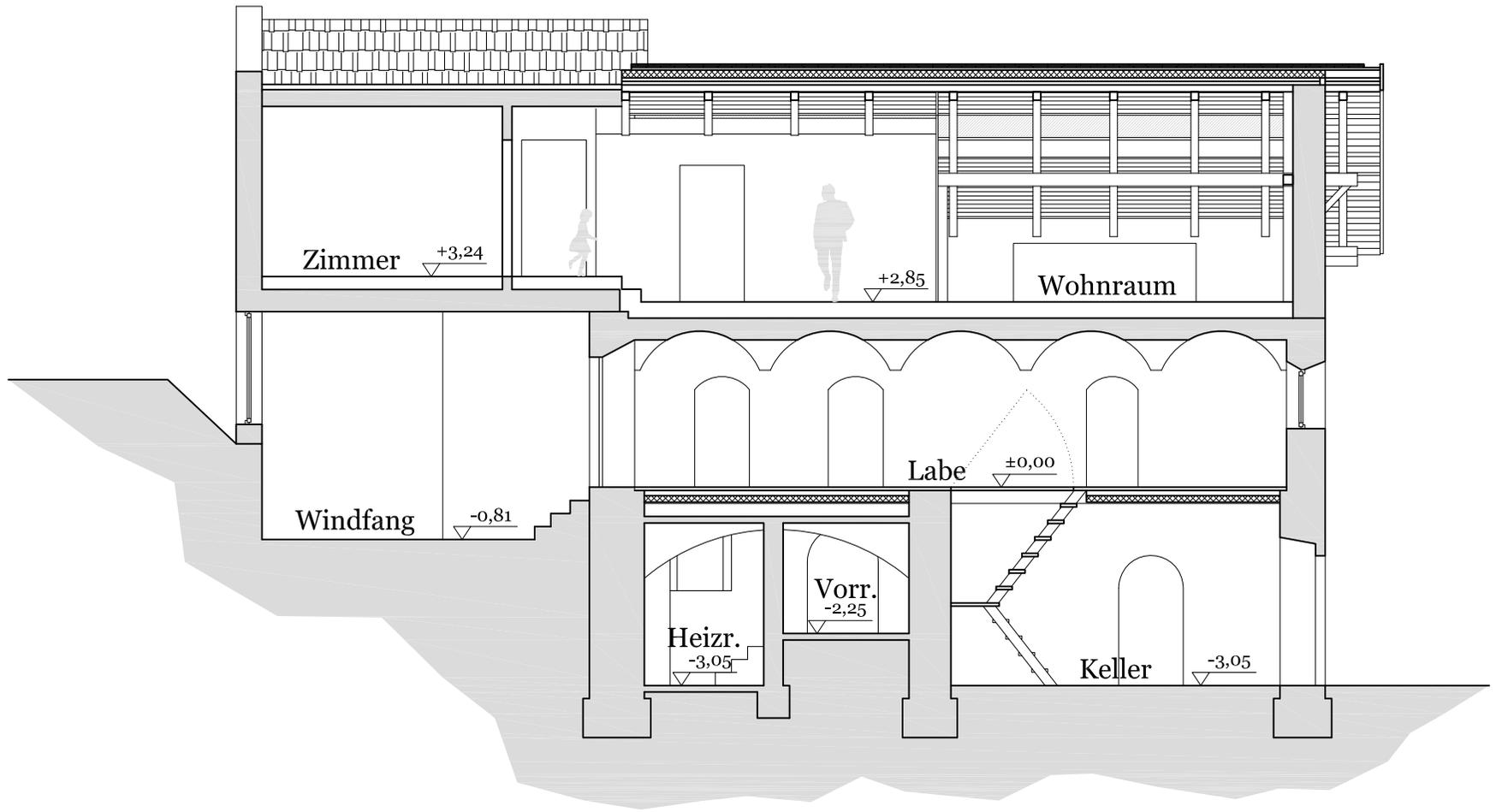
Grundriss Dachgeschoss 1:100



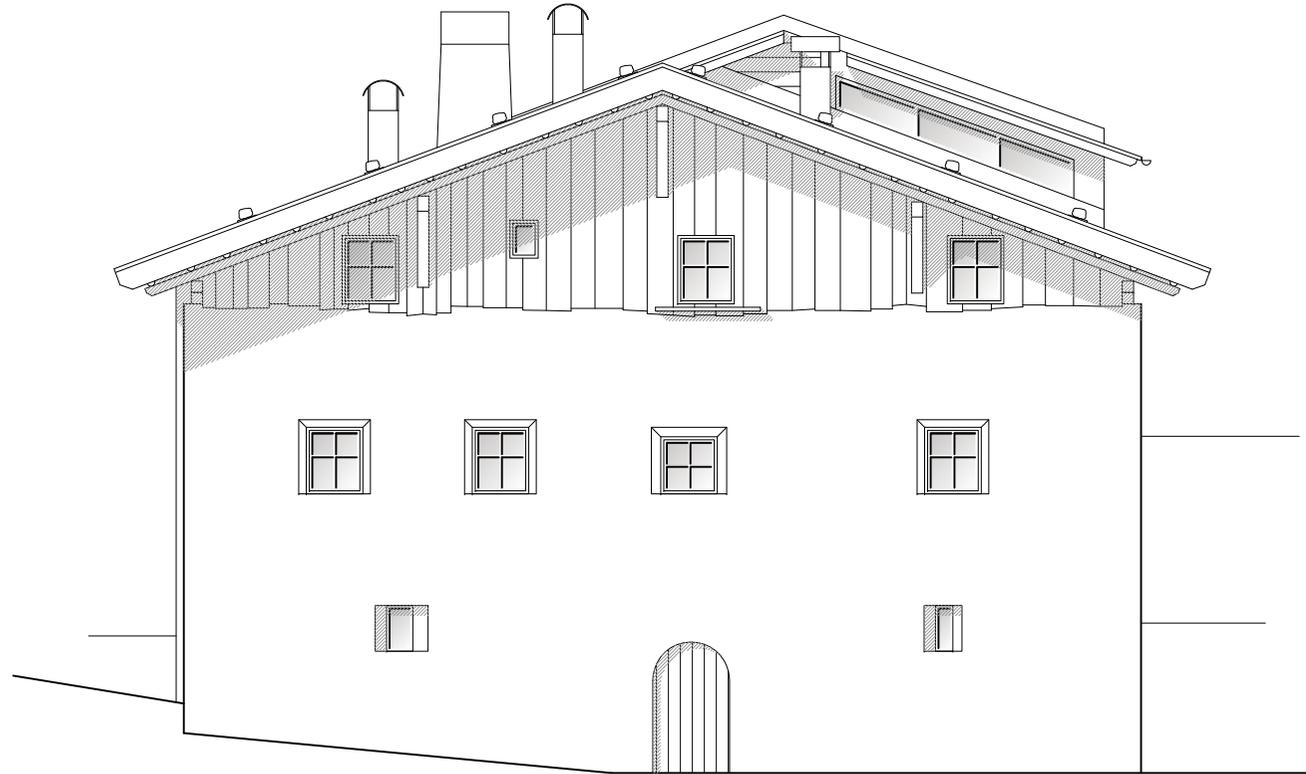
Schnitt A-A 1:100



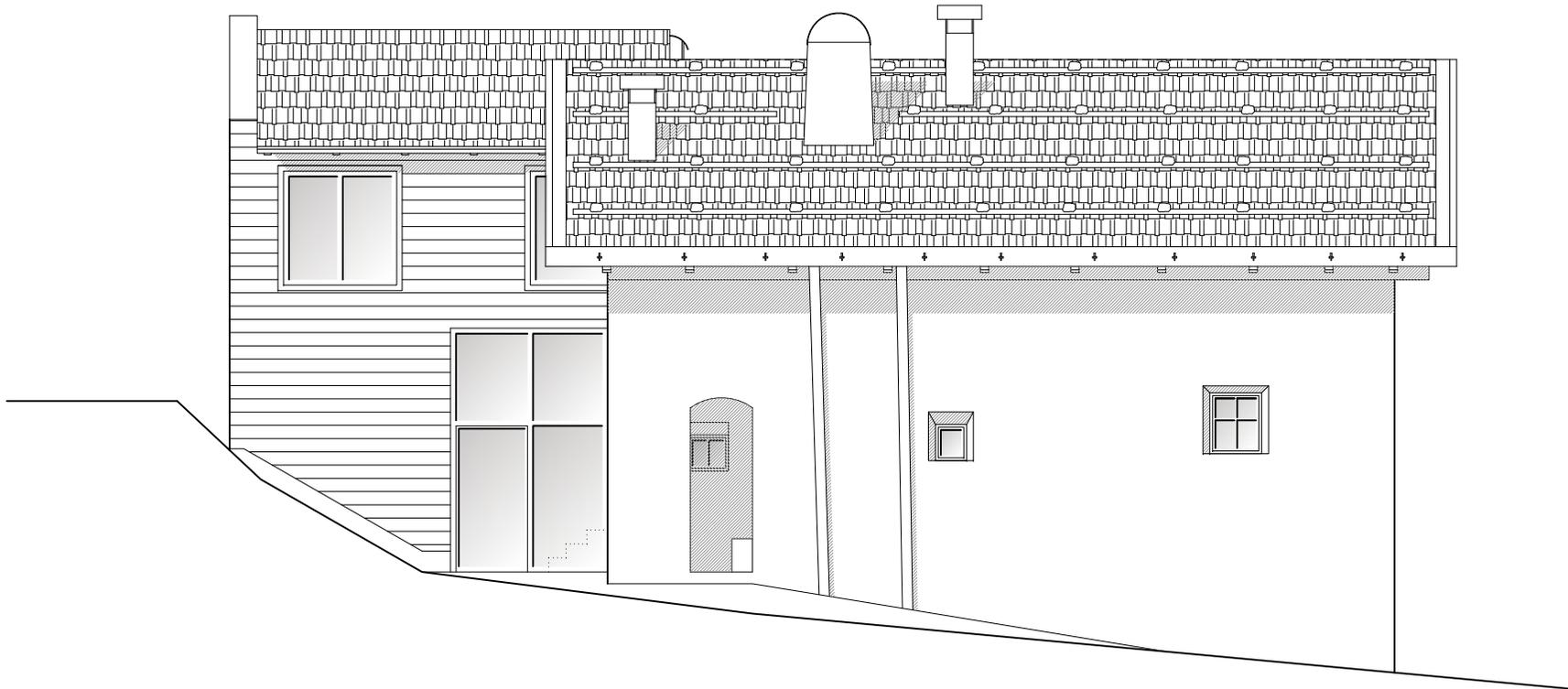
Schnitt B-B 1:100



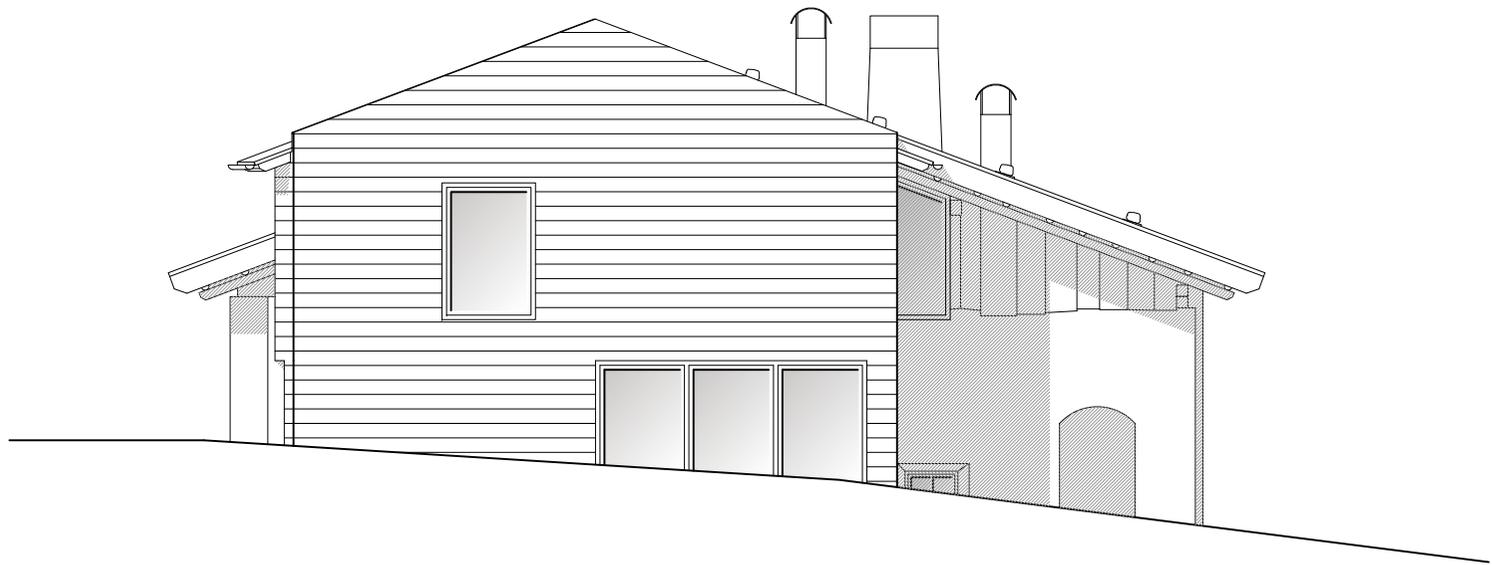
Schnitt C-C 1:100



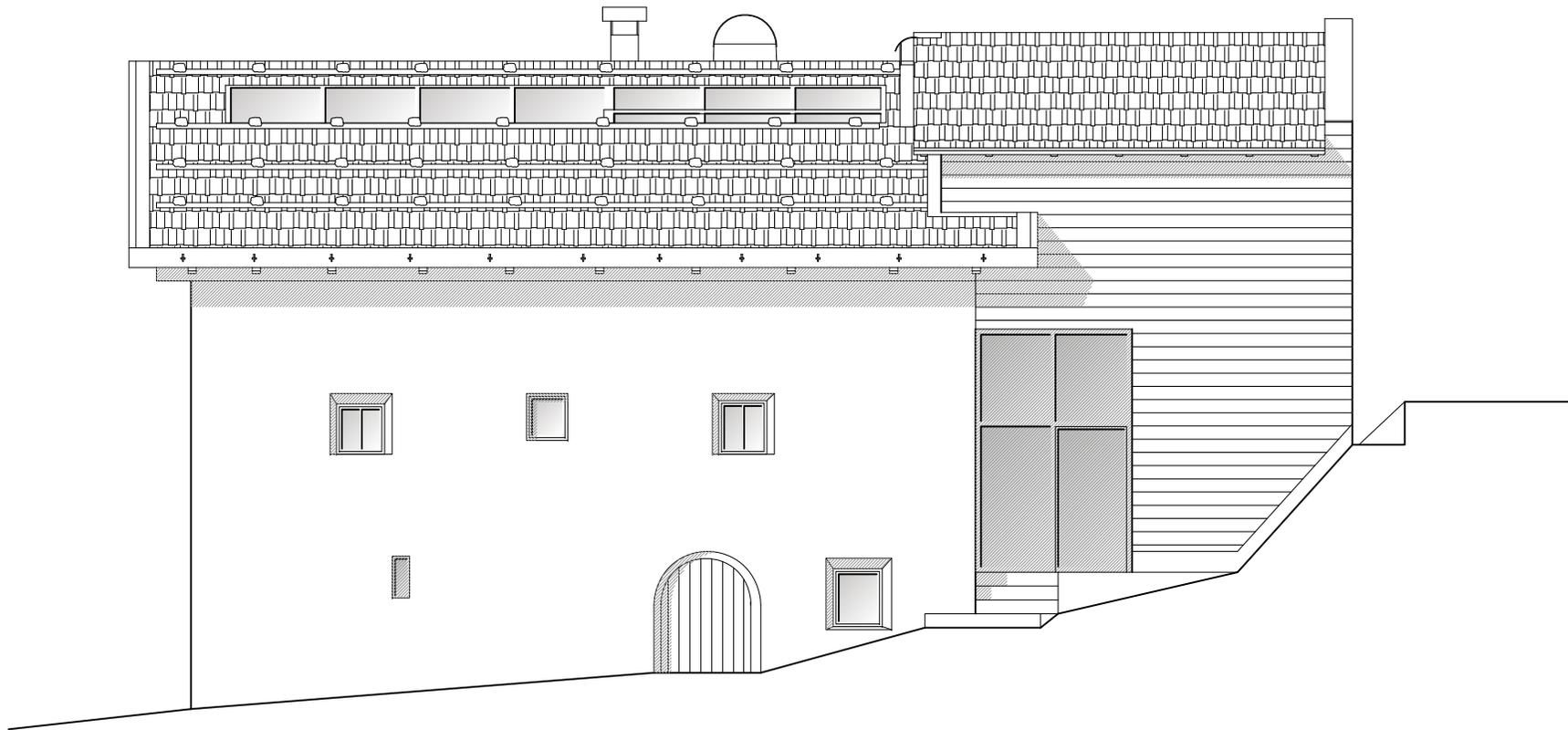
Südost-Fassade 1:100



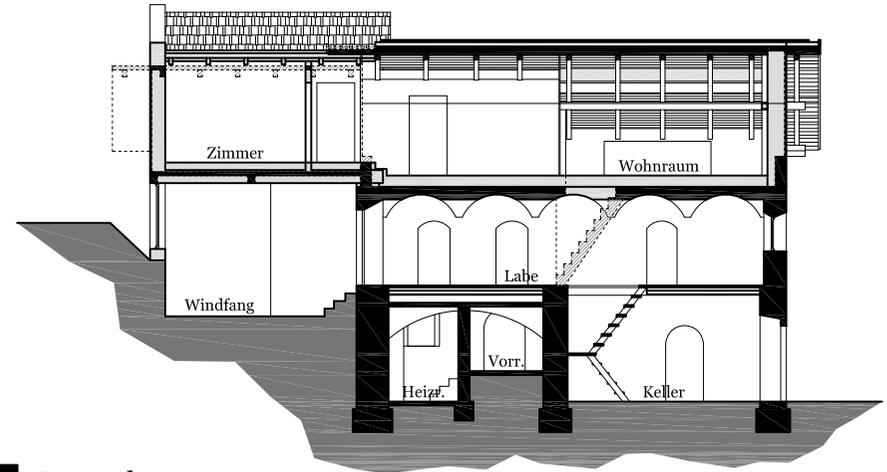
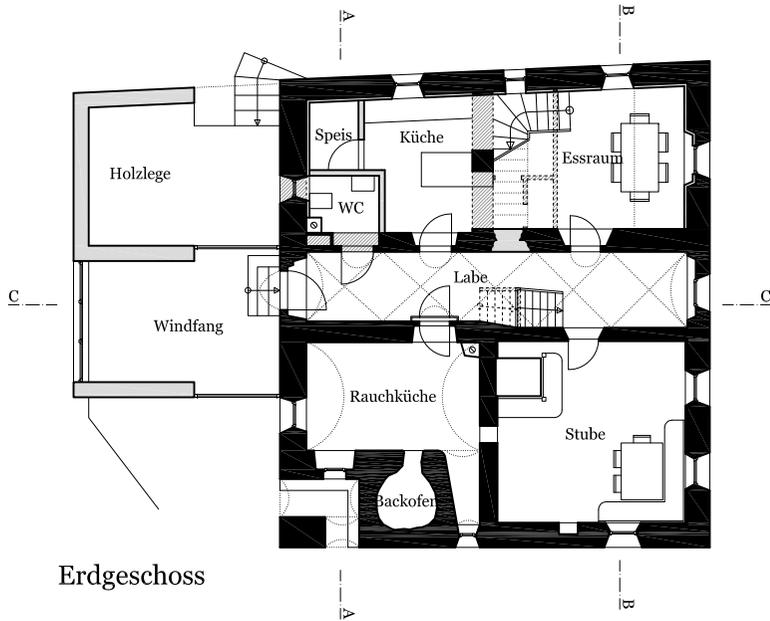
Südwest-Fassade 1:100



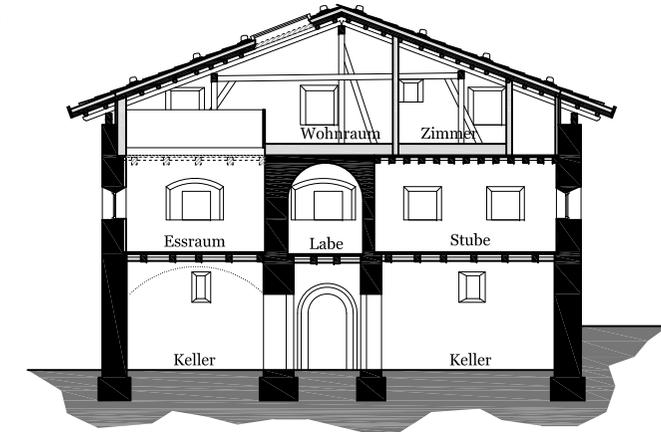
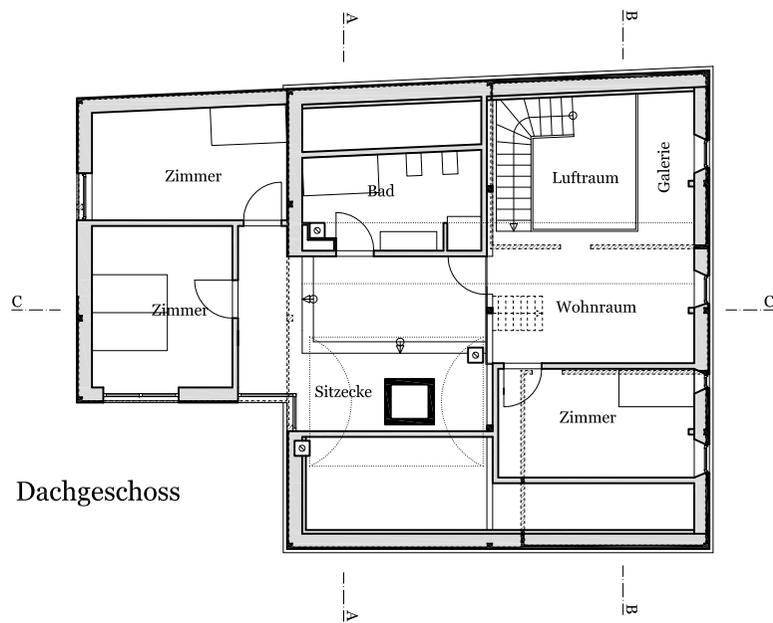
Nordwest-Fassade 1:100



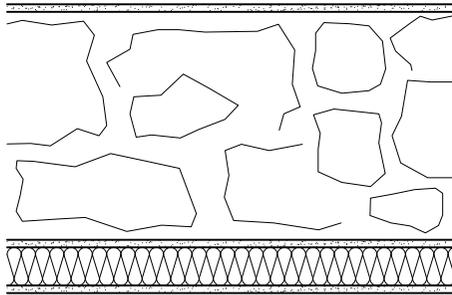
Nordost-Fassade 1:100



-  Bestand
-  Neubau
-  Abriss

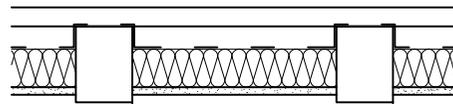


Umbaupläne 1:200



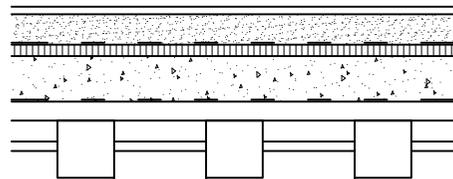
Wandaufbau mit Innendämmung

Außenputz (Bestand)
 Bruchsteinmauerwerk (Bestand)
 Innenputz (Bestand)
 Schaumglasdämmung 100 mm
 Kalkputz 20 mm



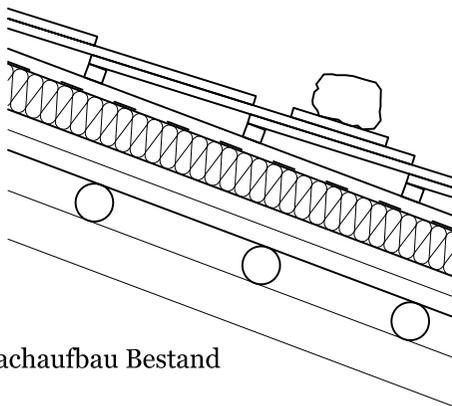
Bodenaufbau Essraum

Dielenboden (Bestand), abgetragen und wieder angebracht
 Luftzwischenraum 60 mm als Installationsebene
 Feuchtigkeitsabdichtung
 Holzfaserdämmung 100 mm
 Kalkputz 20 mm
 Balken 150/200 (Bestand)



Bodenaufbau über der Stube

Fußbodenbelag
 Schwimmender Estrich 80 mm
 Feuchtigkeitsabdichtung
 Trittschalldämmung 30 mm
 Schüttung als Rohrausgleichsschicht 120 mm
 Holzschalung 50 mm (Bestand)
 Luftzwischenraum 55 mm (Bestand)
 Bohlen 25 mm (Bestand)
 Balken 150/150 (Bestand)

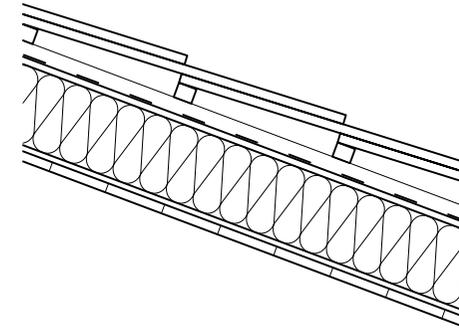


Dachaufbau Bestand

Lärchenschindeln, abgenommen und wieder angebracht
 Konterlattung 40/50 mm
 Lattung 40/50 mm
 Diffusionsoffene Dachbahn
 Holzfaserdämmung 120 mm
 Schalung 50 mm (Bestand)
 Quersparren (Bestand)
 Sparren (Bestand)

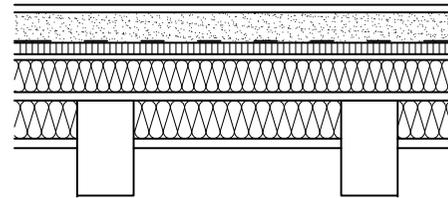
Wandaufbauten 1:20

Lärchenschindeln
 Konterlattung 40/50 mm
 Lattung 40/50 mm
 Diffusionsoffene Dachbahn
 DWD-Platte 18 mm
 Sparren 90/200 mm, dazwischen Mineralwolle
 OSB-Platte 15 mm
 Sichtschalung 25 mm



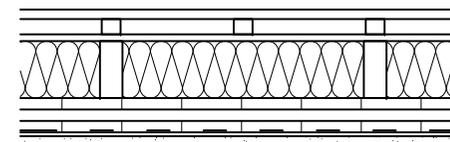
Dachaufbau Zubau

Fußbodenbelag
 Schwimmender Estrich 80 mm
 Feuchtigkeitsabdichtung
 Trittschalldämmung 30 mm
 OSB-Platte 15 mm
 Installationsebene 85 mm, mit Schafwolle ausgestopft
 Schalung 25 mm
 Mineralwolle 100 mm
 Sichtschalung 25 mm
 Balken 150/250



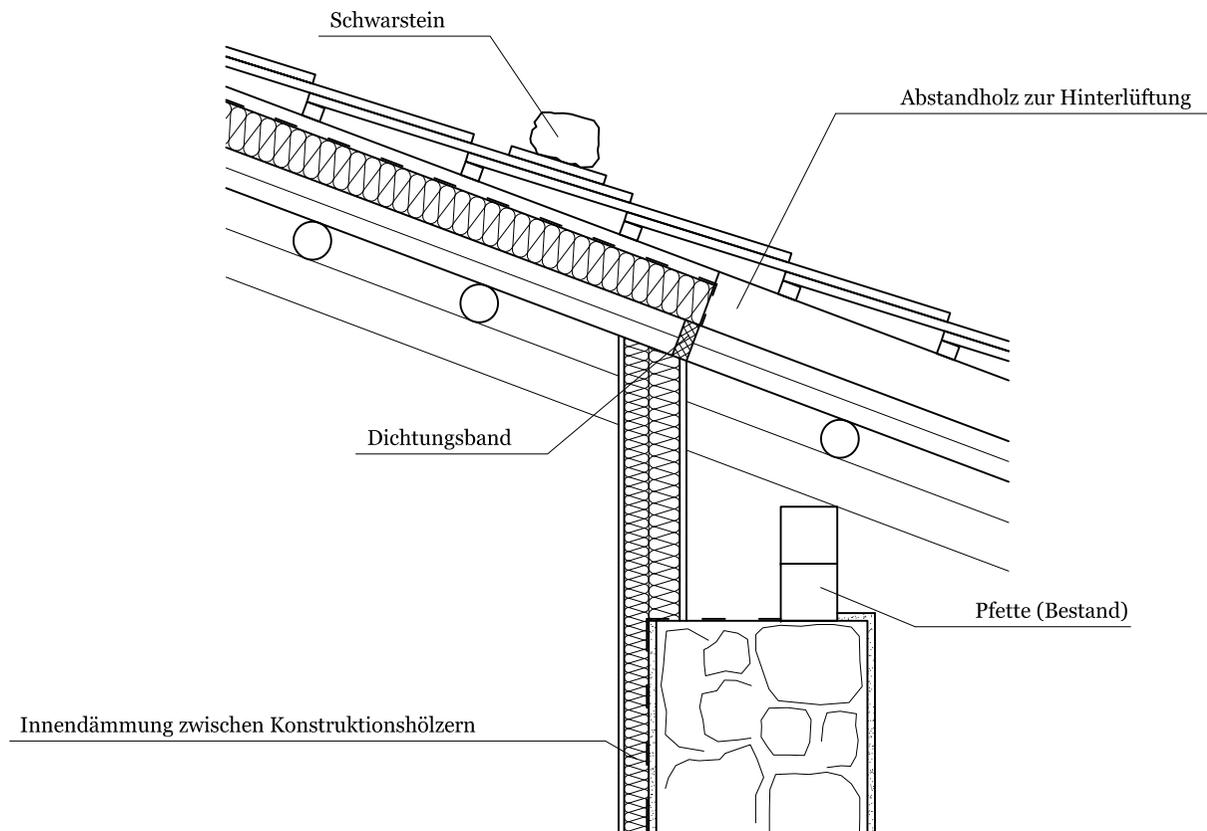
Deckenaufbau Zubau

Lärchenschalung 25 mm
 Lattung 40/50 mm, Hinterlüftungsebene
 DWD-Platte 18 mm
 Kanthölzer 60/150 mm, dazwischen Mineralwolle
 Verleimtes KLH 90 mm
 Dampfbremse
 Schilfmatten 10 mm
 Lehmputz 20 mm

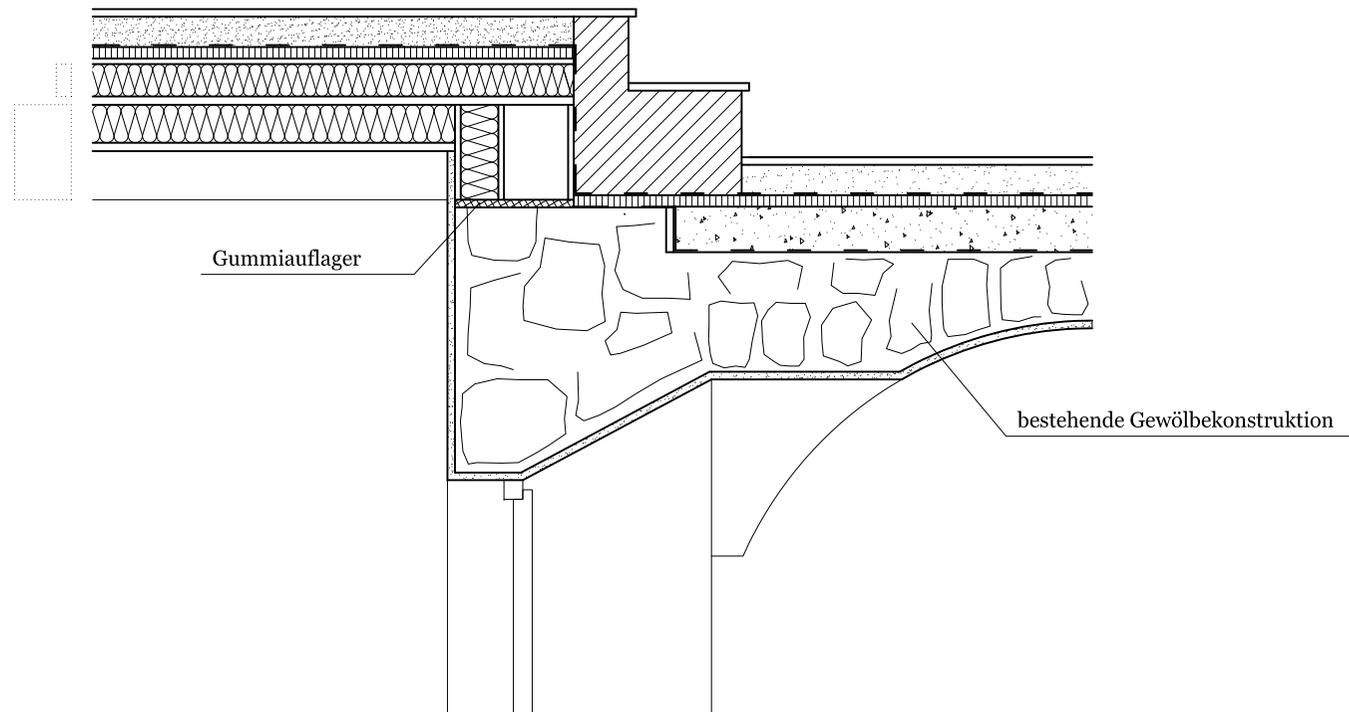


Außenwand Zubau

Wandaufbauten 1:20



Detail Dachanschluss 1:20



Detail Anschluss Zubau an bestehende Mauer 1:20

6.2.3.2 Wärmebedarfsberechnung

Die Wärmebedarfsberechnung wurde mit dem Klimahaus-Berechnungsprogramm erstellt.

Im Folgenden werden die einzelnen Ergebnisse angeführt.

Bei der Berechnung der U-Werte wurden die Wärmeleitfähigkeiten verschiedener Materialien in derselben Schicht (z.B. Sparren oder andere Konstruktionshölzer mit dazwischenliegender Wärmedämmung) berücksichtigt und der Wert dementsprechend vermindert.

Klimadaten Kastelruth

Meereshöhe	1.060 m
Heizgradtage $HGT_{12/20}$	4.038 Kd/a
Heiztage HT_{12}	242 d/a
Mittlere Außentemperatur Θ_e	3,28 °C
Normaußentemperatur Θ_{ne}	-19 °C
Strahlungssumme Süd I_S	530 kWh/(m ² a)
Strahlungssumme Ost/West $I_{O/W}$	327 kWh/(m ² a)
Strahlungssumme Nord I_N	201 kWh/(m ² a)
Strahlungssumme Horizontal I_h	546 kWh/(m ² a)
Beheizte Bruttogeschossfläche BGF_B	322,94 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche NGF_B	242,78 m ²
Beheiztes Bruttovolumen V_B	930,19 m ³
Beheiztes Nettovolumen V_N	573,08 m ³
Luftvolumenstrom durch maschinelle Belüftung $q_{v,f}$	287 m ³ /h
Nutzungsgrad des Wärmerückgewinnungssystems h_v	0,85

U-Werte der einzelnen Bauteile

Bruchsteinmauer mit Täfelung

Außenputz	2,0 cm	$\lambda=1,00$ W/mK
Bruchsteinmauerwerk	60,0 cm	$\lambda=2,00$ W/mK
Holztäfelung	8,0 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
U = 0,90 W/(m ² K)		

Bruchsteinmauer verputzt

Außenputz	2,0 cm	$\lambda=1,00$ W/mK
Bruchsteinmauerwerk	60,0 cm	$\lambda=2,00$ W/mK
Innenputz	2,0 cm	$\lambda=0,90$ W/mK
U = 1,95 W/(m ² K)		

Bruchsteinmauer mit Innendämmung

Außenputz	2,0 cm	$\lambda=1,00$ W/mK
Bruchsteinmauerwerk	60,0 cm	$\lambda=2,00$ W/mK
Schaumglas	10,0 cm	$\lambda=0,045$ W/mK
Innenputz	2,0 cm	$\lambda=0,90$ W/mK
U = 0,37 W/(m ² K)		

Dachaufbau über dem bestehenden Gebäude

Schalung	5,0 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Holzfaserdämmung	12,0 cm	$\lambda=0,04$ W/mK
DWD	1,5 cm	$\lambda=0,10$ W/mK
Hinterlüftung		
Schindeldach		
U = 0,33 W/(m ² K)		

Holzwand im Obergeschoss		
Lehmputz	2,0 cm	$\lambda=0,70 \text{ W/mK}$
Schilfmatte	1,0 cm	$\lambda=0,055 \text{ W/mK}$
KLH	9,0 cm	$\lambda=0,13 \text{ W/mK}$
Mineralwolle	15,0 cm	$\lambda=0,04 \text{ W/mK}$
DWD	1,5 cm	$\lambda=0,10 \text{ W/mK}$
Hinterlüftung	4,0 cm	
Holzschalung	2,5 cm	
$U = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$		

Außendecke		
Parkettboden	1,0 cm	$\lambda=0,13 \text{ W/mK}$
Estrich	8,0 cm	$\lambda=1,80 \text{ W/mK}$
OSB	1,5 cm	$\lambda=0,13 \text{ W/mK}$
Installationsebene/Schafwolle	8,5 cm	$\lambda=0,04 \text{ W/mK}$
Schalung	2,5 cm	$\lambda=0,13 \text{ W/mK}$
Mineralwolle	10,0 cm	$\lambda=0,04 \text{ W/mK}$
Schalung	2,5 cm	$\lambda=0,13 \text{ W/mK}$
$U = 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$		

Erdanliegender Fußboden		
Holzboden	2,5 cm	$\lambda=0,13 \text{ W/mK}$
Estrich	5,0 cm	$\lambda=1,40 \text{ W/mK}$
Schaumglas	10,0 cm	$\lambda=0,045 \text{ W/mK}$
$U = 0,38 \text{ W/(m}^2\text{K)}$		

Dachaufbau über Zubau		
Schalung	5,0 cm	$\lambda=0,13 \text{ W/mK}$
OSB	12,0 cm	$\lambda=0,13 \text{ W/mK}$
Mineralwolle	20,0 cm	$\lambda=0,04 \text{ W/mK}$
DWD	1,5 cm	$\lambda=0,10 \text{ W/mK}$
Hinterlüftung		
Schindeldach		
$U = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$		

Geschossdecke zu unbeheiztem Keller		
Holzbohlen	2,5 cm	$\lambda=0,13 \text{ W/mK}$
Ruhende Luftschicht	5,0 cm	$\lambda=0,16 \text{ W/mK}$
Holzboden	2,5 cm	$\lambda=0,13 \text{ W/mK}$
Holzfaserdämmung	12,0 cm	$\lambda=0,04 \text{ W/mK}$
Schalung	2,5 cm	$\lambda=0,13 \text{ W/mK}$
$U = 0,31 \text{ W/(m}^2\text{K)}$		

	Fenster		
	g-Wert	U_{Frame}	U_{Glas}
Wärmeschutzfenster	0,62	1,40	0,90
Dachfenster	0,48	1,10	0,70

Berechnung der Wärmeleitwerte

Bauteil	A_B [m ²]	U_i [W/m ² K]	f_i	$(A_B - A_F) * U_i * f_i$ [W/K]
Bruchsteinmauer mit Täfelung	32,10	0,90	1,0	27,8
Bruchsteinmauer verputzt	35,86	1,95	1,0	63,2
Bruchsteinmauer zum Pufferraum	11,09	1,95	0,5	10,8
Bruchsteinmauer mit Innendämmung	54,07	0,37	1,0	18,9
Holz wand Obergeschoss	133,48	0,22	1,0	26,8
Außendecke	19,27	0,20	1,0	3,8
Außendecke zum Pufferraum	21,84	0,20	0,5	2,1
Dachschräge über Bestand	151,76	0,33	1,0	44,3
Dachschräge Zubau	51,31	0,21	1,0	10,7
Geschossdecke zu unbeheiztem Keller	114,45	0,31	0,5	17,9
Erdanliegender Fußboden	28,62	0,38	0,5	5,5
			Summe	231,7
Wärmeschutzfenster zweiflügelig	15,3	1,41	var.	21,5
Wärmeschutzfenster einflügelig	4,5	1,28	var.	5,8
Dachfenster	16,1	0,85	var.	13,6
			Summe	41,0
Eingangstür	1,80	2,00	var.	1,8

Ergebnisse

Gebäudehülle

Fläche der wärmeabgebenden Gebäudehülle

$$A_B = \sum A_i$$

Verhältnis beheizte Gebäudehülle/-Volumen

$$A_B/V_B$$

$$A_B = 654 \text{ m}^2$$

$$A/V = 0,70 \text{ 1/m}$$

Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient	
$U_m = L_T/A_B$	$U_m = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Wärmegewinne und Wärmeverluste	
Transmissionswärmeverluste in der Heizperiode $Q_T = 0,024 * L_T * HGT$	$Q_T = 29.375 \text{ kWh/a}$
Lüftungswärmeverluste in der Heizperiode $Q_V = 0,024 * L_T * HGT$	$Q_V = 3.314 \text{ kWh/a}$
Interne Wärmegewinne in der Heizperiode $Q_i = 0,024 * q_i * NGF_B * HT$	$Q_i = 4.935 \text{ kWh/a}$
Passive solare Wärmegewinne in der Heizperiode $Q_s = \sum l_i * (\sum A_g * f_s * g_w)_i$	$Q_s = 3.412 \text{ kWh/a}$
Verhältnis von Wärmegewinnen zu Wärmeverlusten $\gamma = (Q_T + Q_V) / (Q_i + Q_s)$	$\gamma = 26 \%$
Standortbezogener Heizwärmebedarf und Heizlast	
Ausnutzung der Wärmegewinne	$\eta = 0,98$
Heizwärmebedarf in der Heizperiode $Q_H = (Q_T + Q_V) - \eta * (Q_i + Q_s)$	$Q_H = 24.509 \text{ kWh/a}$
Heizlast des Gebäudes $P_{tot} = (L_T + L_V) * (\Theta_i - \Theta_{ne})$	$P_{tot} = 12,94 \text{ kW}$
Spezifische Heizlast bezogen auf die Nettogeschossfläche $P_1 = P_{tot} / NGF_B$	$P_1 = 53,28 \text{ W}/\text{m}^2$
Heizwärmebedarf bezogen auf die Nettogeschossfläche $HWB_{NGF, vorh} = Q_H / NGF_B$	$HWB_{NGF, vorh} = 100,95 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Umgerechnet auf den Standort Bozen wäre der Heizwärmebedarf $66 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ und somit würde das Gebäude gerade noch als Klimahaus C eingestuft werden.

6.3 Umwidmung und Innenausbau der Rauchn-Dilla in Kastelruth

6.3.1 Der Stadel im Laufe der Geschichte



Abb. 98: Foto um die Jahrhundertwende, der Stadel noch mit dem Wohntrakt und dem gewalmten Dach

Die Rauchn-Dilla ist ein Stall und Stadel im Dorfkern von Kastelruth, direkt am Fuß des Kofels und des heutigen Friedhofes. Laut einer Inschrift auf dem Querbalken über dem Eingang wurde das Gebäude im Jahr 1600 erbaut. Doch es war ursprünglich, anders als heute, nicht eine reine Stallung und

Stadel, sondern ein Einhof. Der Wirtschaftsteil war westlich gegen den Kofel gerichtet, der Wohntrakt talwärts Richtung Osten. Die großen Öffnungen waren dabei nur im Wirtschaftsteil vorhanden, der Wohnbereich war größtenteils massiv und geschlossen, er wies lediglich kleine Fenster aus, die man heute noch auf der heutigen Ostfassade links oben erkennen kann. Das Dach war ostseitig abgewalmt und komplett mit Stroh gedeckt. Der Hof hat wahrscheinlich immer schon zum Oberprayahof gehört, Mitte des 19. Jahrhunderts wurde er aber wohl komplett in diesen eingegliedert. Ein Großteil der Güter wurde verkauft und das Gebäude umgebaut und als reiner Stall und Stadel umfunktioniert. Lediglich im Untergeschoss sind einige Wohnräume erhalten geblieben, die als Unterkunft für Mägde und Knechte gedient haben dürften.

Das äußere Aussehen des Stadels, so wie wir es heute kennen, geht auf einen unglücklichen Unfall im Jahre 1955 zurück. Als man mit den Bauarbeiten für eine Jauchegrube an der Nordostecke des Gebäudes begann, stürzten auf Grund der Grabungsarbeiten Teile der Ost- und Nordfassade ein. Daraufhin wurden die eingestürzten Mauern neu aufgestellt, allerdings hat man sie der Südfassade angeglichen und so mit den großen Öffnungen versehen. Das Dach musste im vorderen Bereich ebenfalls erneuert werden, in Folge dessen der Walm verschwand.



*Abb. 99: Ostfassade mit der Kirche im Hintergrund
Abb. 100: Die baufällige Südfassade*

Seit 1991 wird das Gebäude eigentlich nicht mehr wirklich benutzt, es werden lediglich Teile davon von Zeit zu Zeit verpachtet und als Abstellraum, Hennen- und Pferdestall genutzt. Das Gebäude ist in einem sehr schlechten Zustand, eine bauliche Sanierung wäre dringend von Nöten. Ende der 90er Jahre wollte der Besitzer dann ein Projekt zum Abriss und Neubau von Wohnungen einreichen, doch die Gemeinde lehnte es aus diversen Gründen ab.

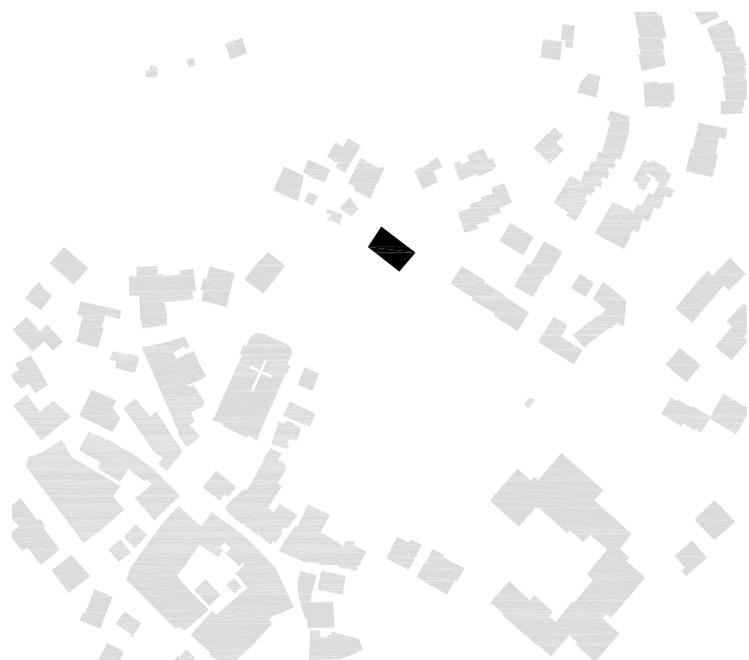
Die Besitzer der Oberpray-Hofs waren im Laufe der Jahre: 1558 Thoman Thürsinger, Wirt; 1630 Michael Merl zu Millen, Pfleger zu Kastelruth; 1658 Hans Rauch zu Oberpray; 1680 Christoph Rauch; 1751 Anna Christina Aichholzerin ver Witt. Pernstichin; 1780 Anton Franz von Weberische Verlassenschaft; 1787 Michael Rauch; 1847 Katharina Rauch vereh. Trocker; 1856 Nikolaus Trocker (Ober- und Unterbräu insgesamt beim Rauch genannt); 1889 Josef Trocker, Rauchbauer; 1939 Josef Trocker; 1942 Ente Nazionale per le tre Venezie; 1956 Josef Trocker; 1974 Friedrich Trocker.^[106]

Die Einlagezahl im Grundbuch ist 1879/II, die Katasternummer im mariatheresianischen Kataster (1775-1780) ist 66. Die heutige Nr. der Bauparzelle im Kataster ist *8.

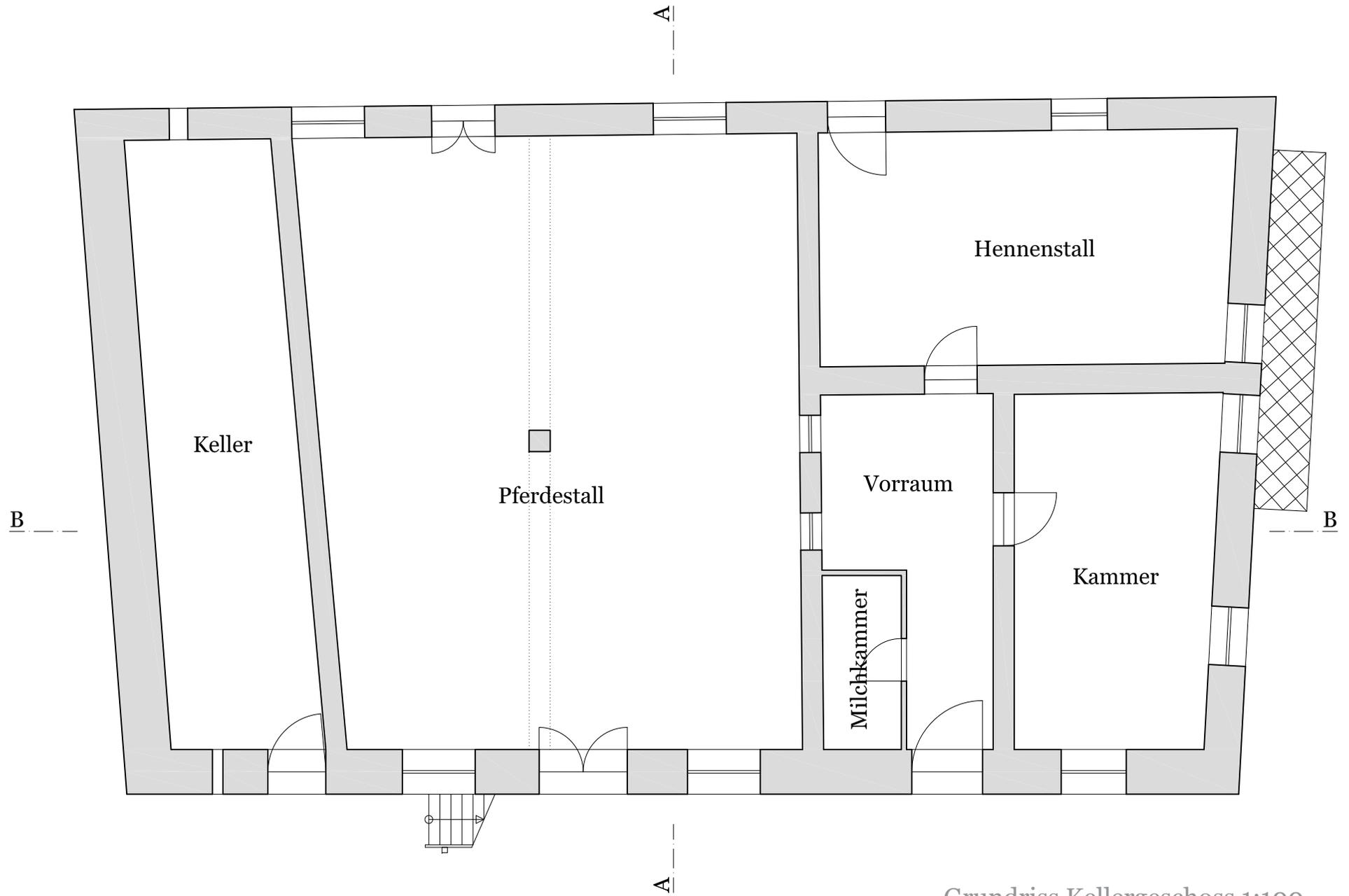
¹⁰⁶ NÖSSING: Gemeinde Kastelruth - Vergangenheit und Gegenwart, S. 196

6.3.2 Genaue Bestandsaufnahme

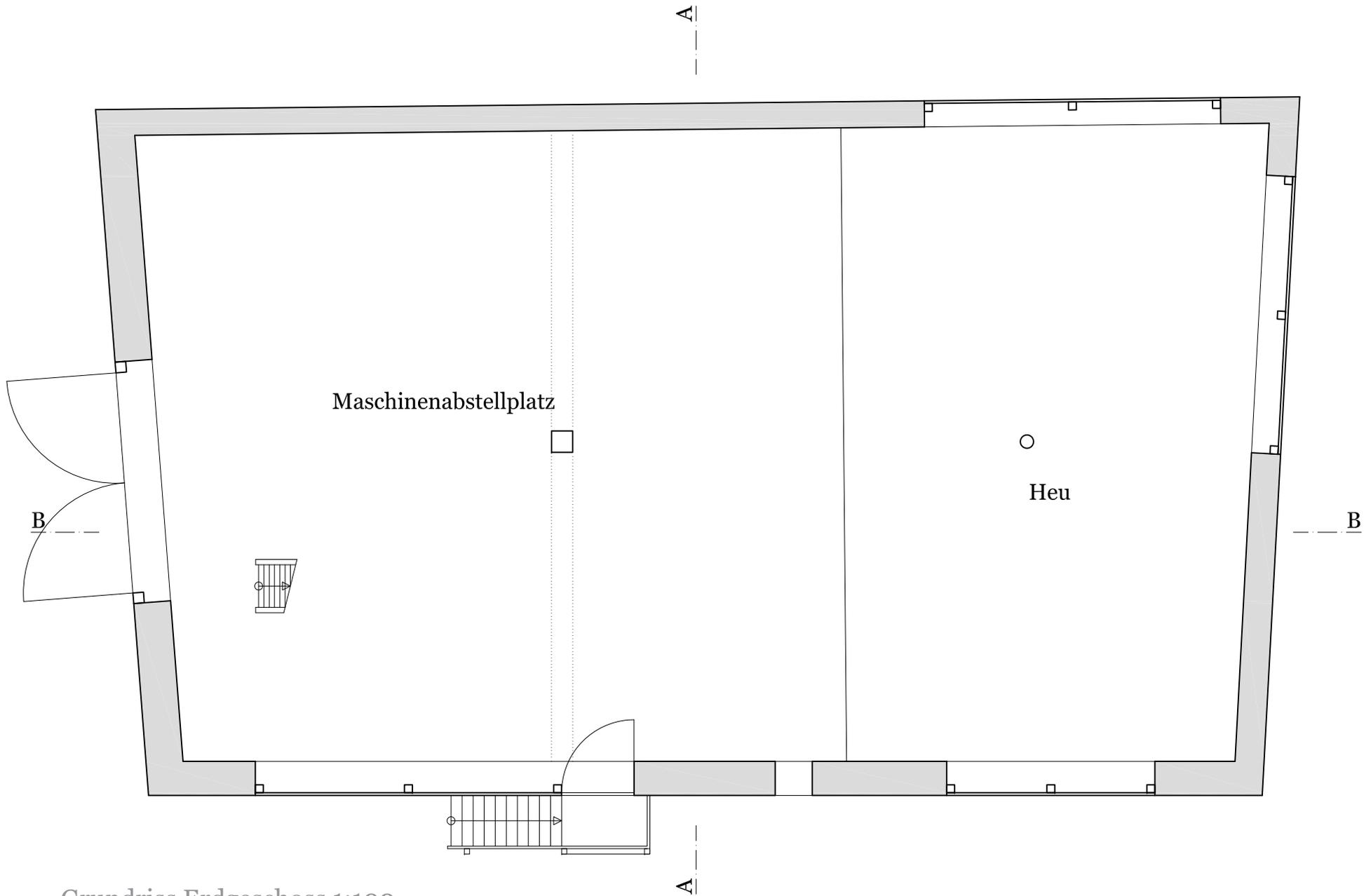
Da keine Pläne vorhanden waren, wurde das Gebäude von mir selbst vermessen.



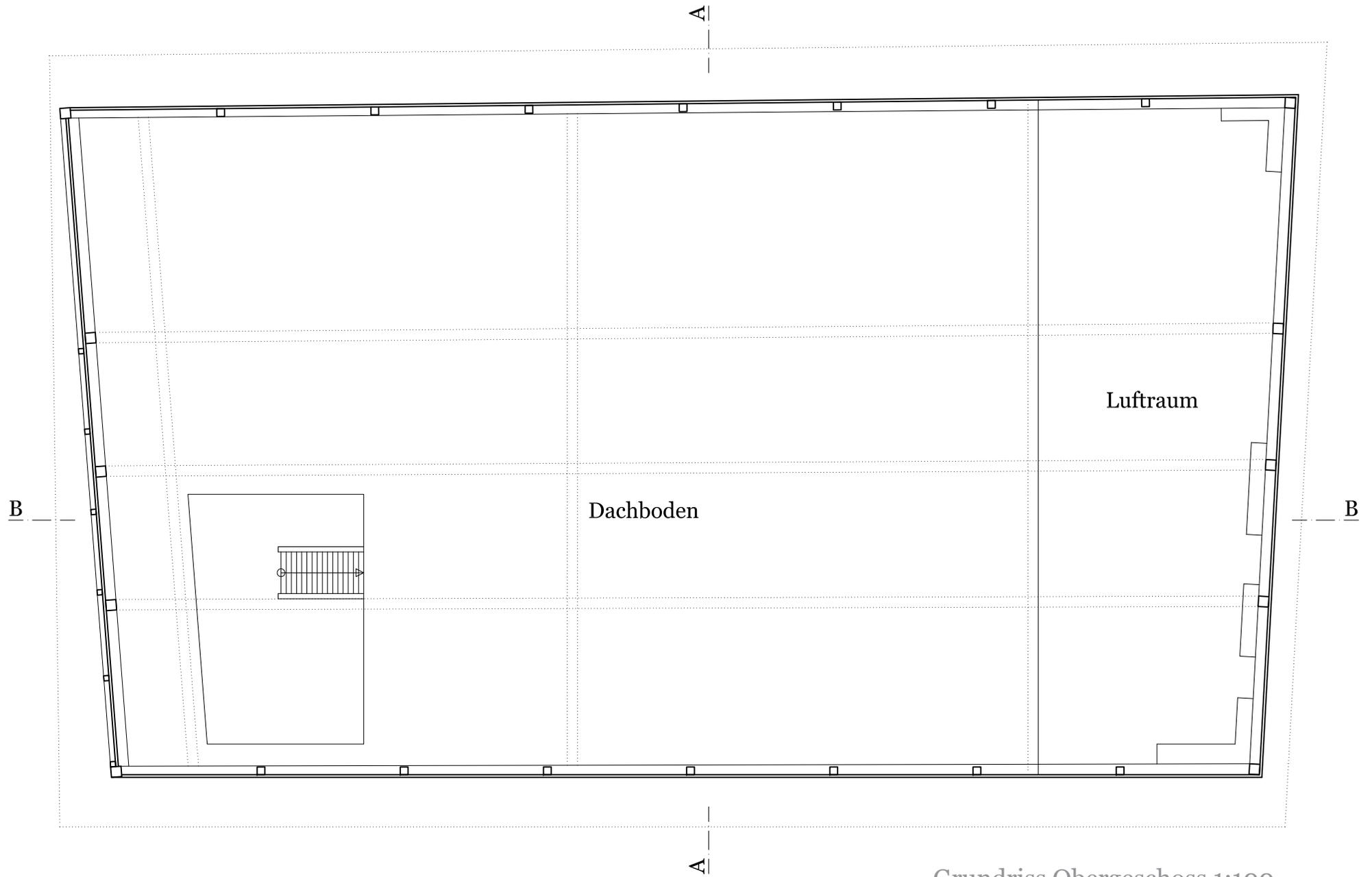
Lageplan 1:4000



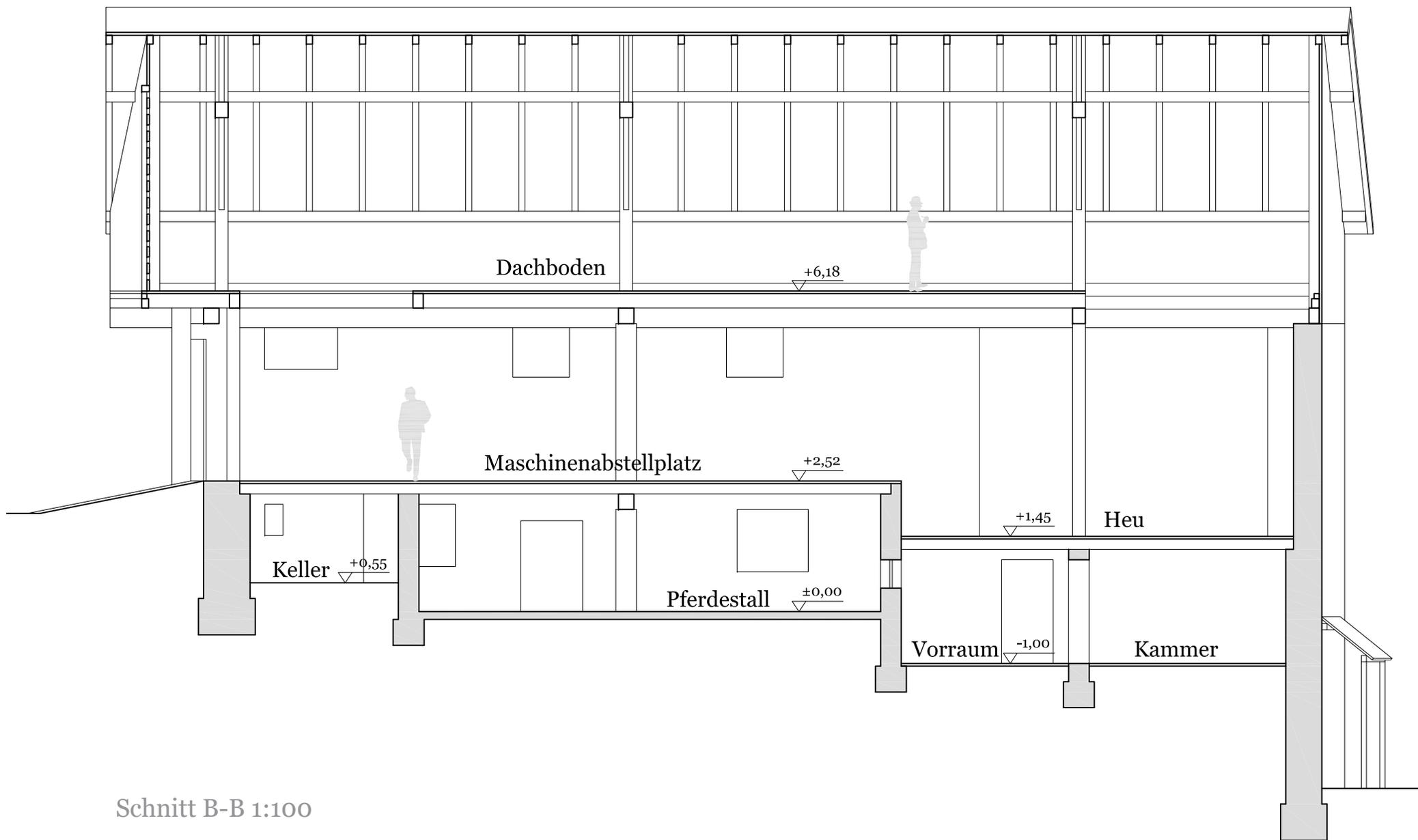
Grundriss Kellergeschoss 1:100



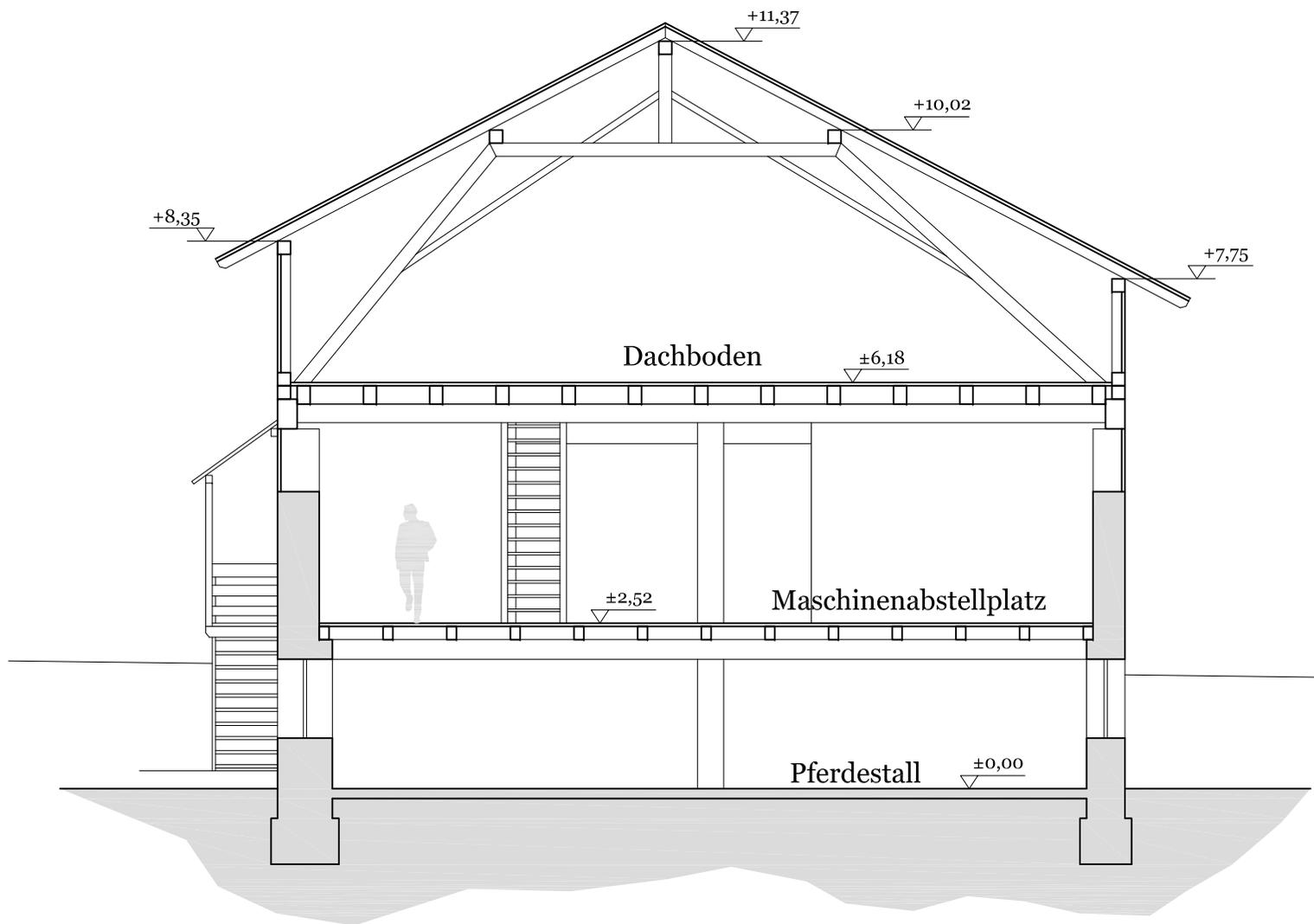
Grundriss Erdgeschoss 1:100



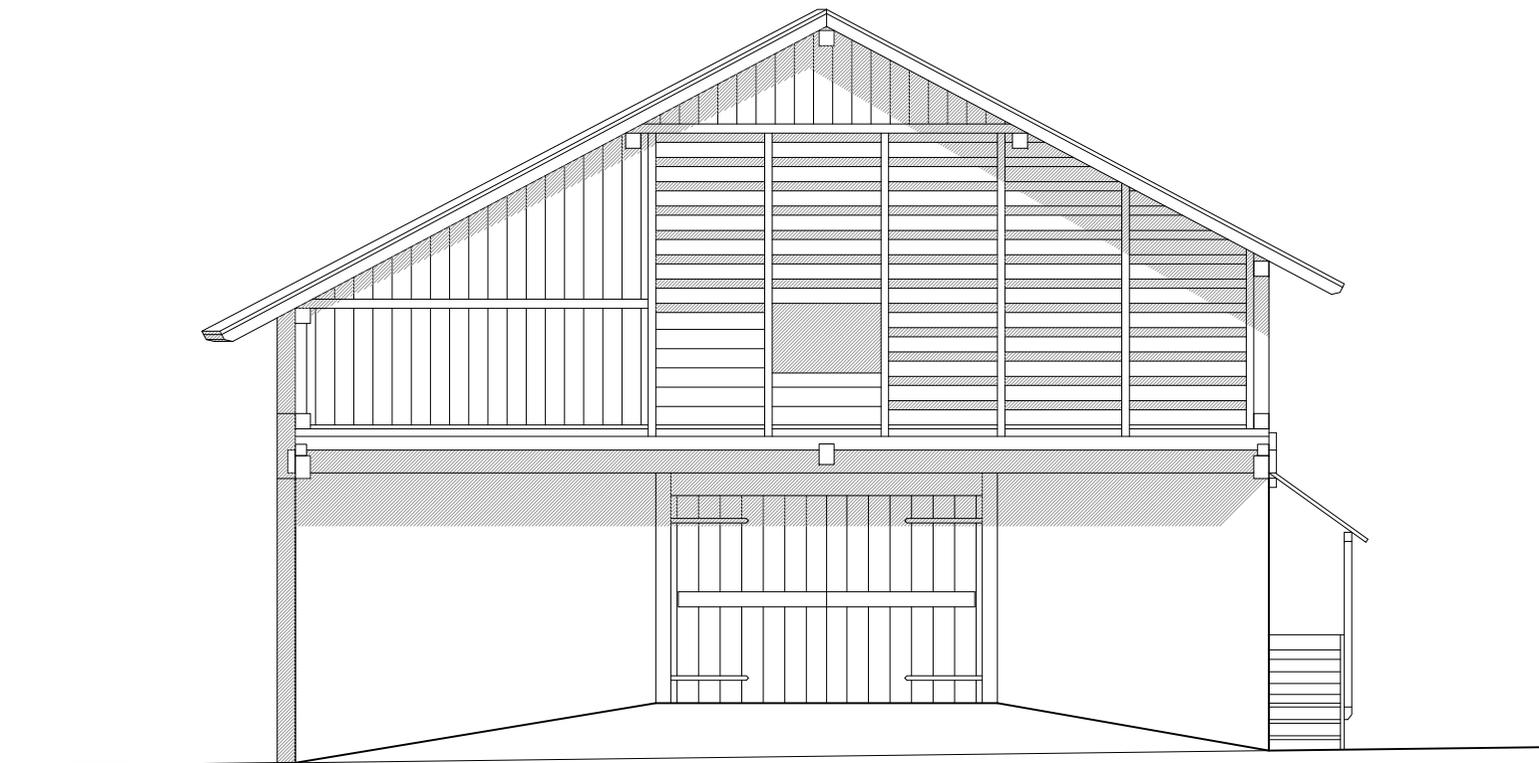
Grundriss Obergeschoss 1:100



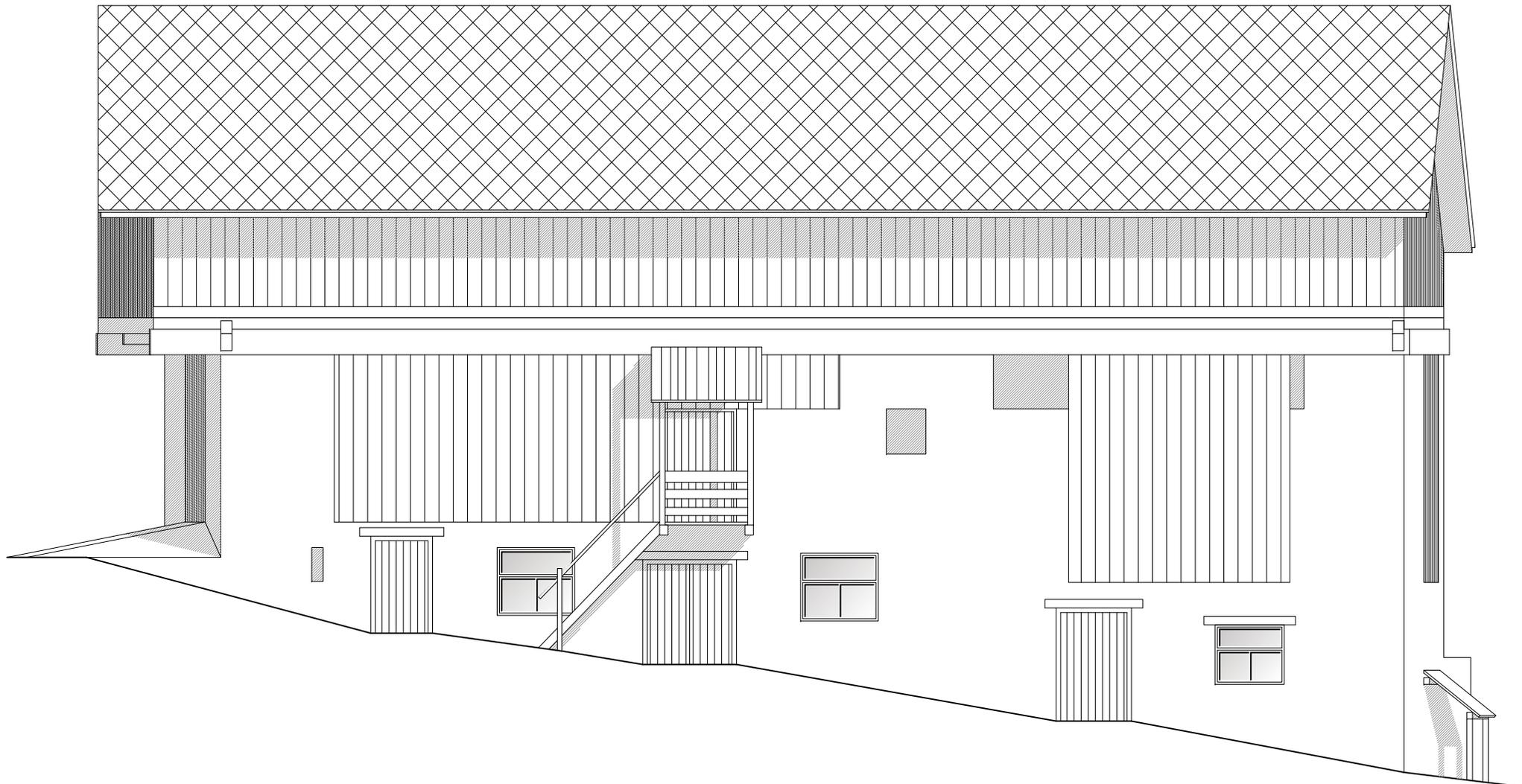
Schnitt B-B 1:100



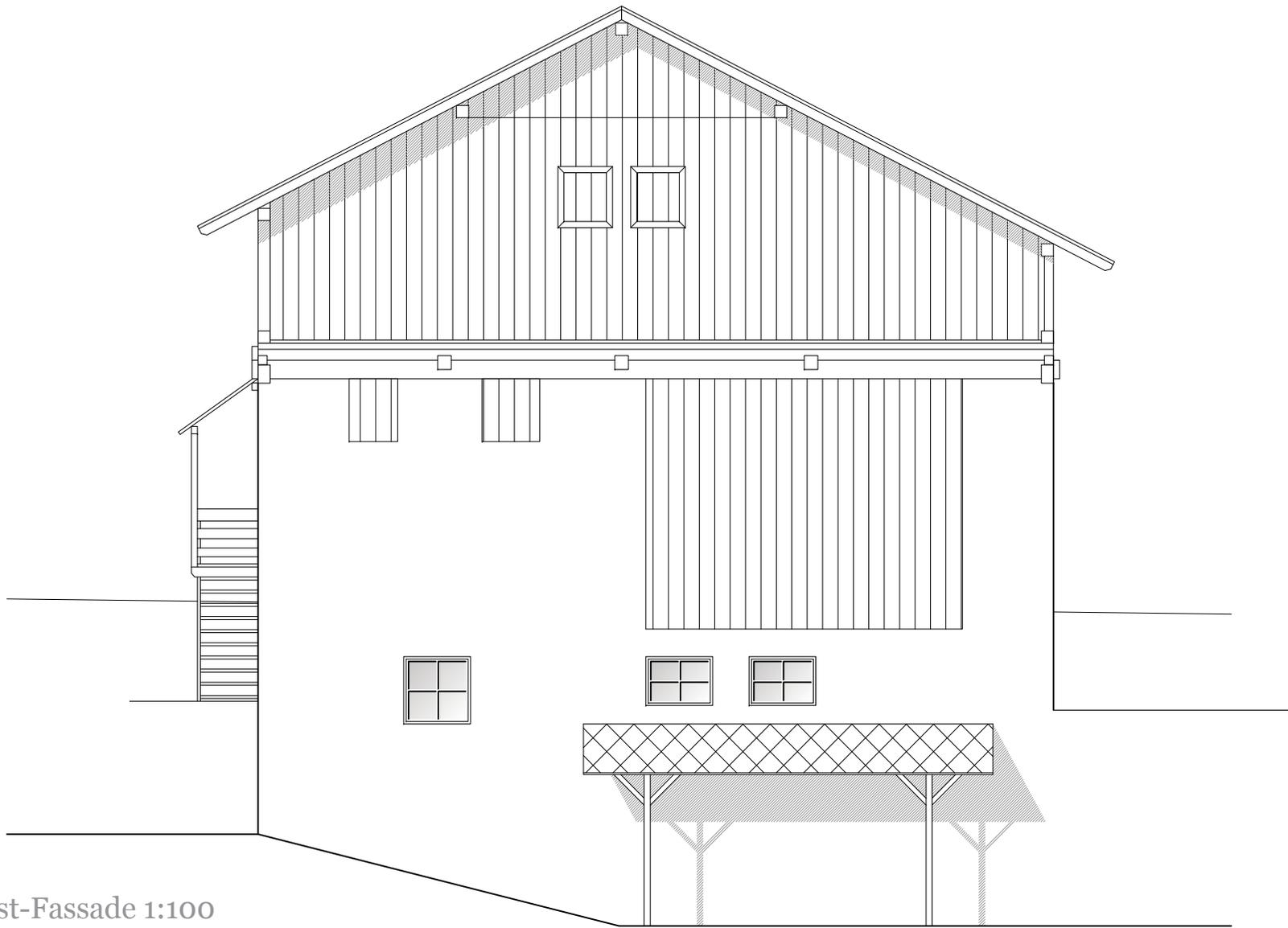
Schnitt A-A 1:100



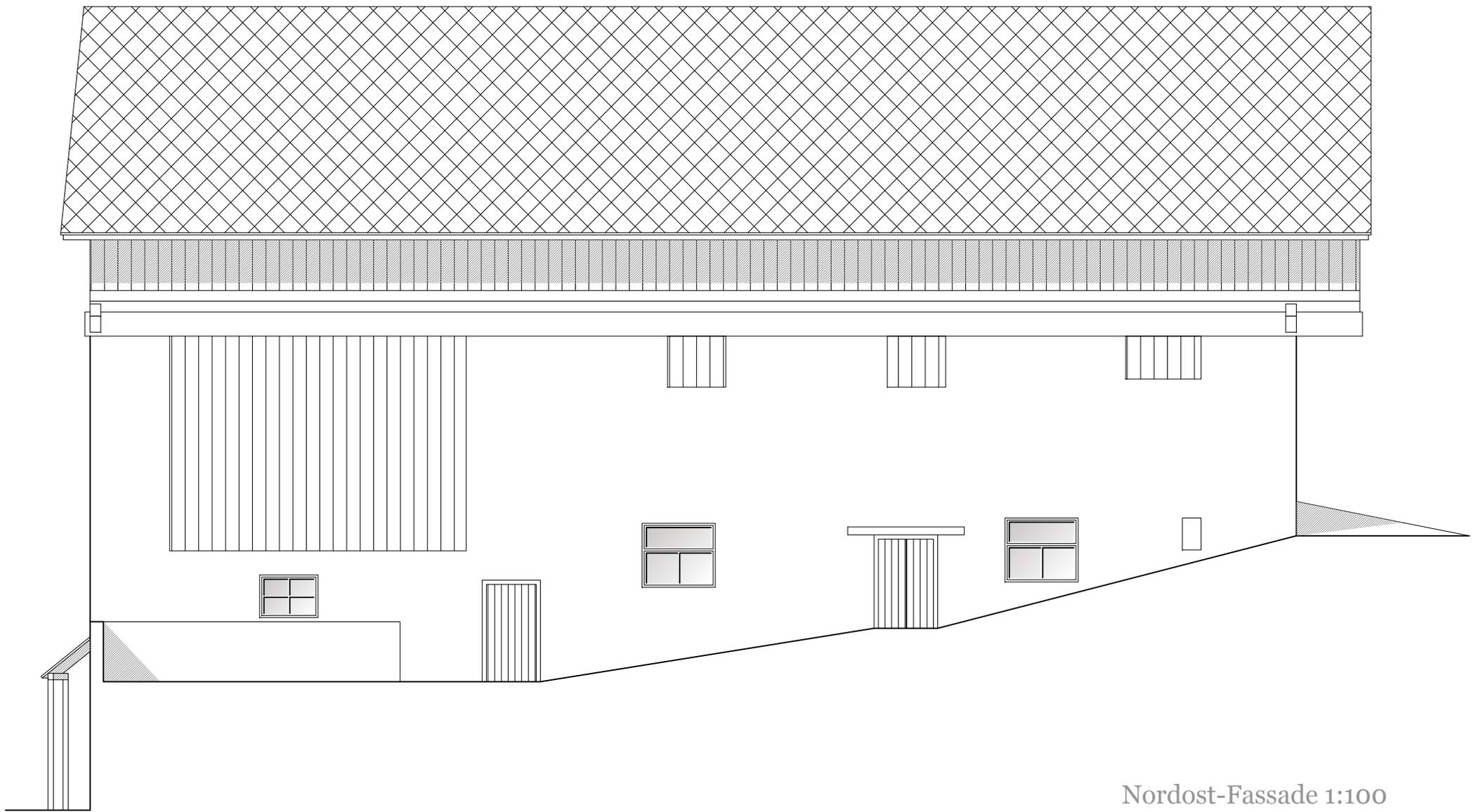
Nordwest-Fassade 1:100



Südwest-Fassade 1:100



Südost-Fassade 1:100



Nordost-Fassade 1:100

6.3.3 Entwurf zur Umwidmung und Innenausbau der gesamten Kubatur

Obwohl der Stadel nicht denkmalgeschützt ist, wollte ich den Bestand erhalten und das äußere Erscheinungsbild des 400 Jahre alten Gebäudes so wenig wie möglich verändern. Der riesige Stadel ist in einem wirklich desolaten Zustand, wird kaum mehr genutzt und unter der Bevölkerung als kleiner Schandfleck in Mitten des Ortsgebietes angesehen. Da eine Sanierung des Gebäudes für landwirtschaftliche Zwecke nicht rentabel ist, soll das über 2.500 m³ große Volumen in Wohnkubatur umgewandelt werden. Dabei soll das alte Gebäude nicht abgerissen und durch einen Neubau ersetzt



Die äußere Erscheinung bleibt mit den geschlossenen Lamellen völlig unverändert

werden, sondern die Wohneinheiten in die bestehende Hülle integriert werden. Sozusagen eine versteckte Altbausanierung, die dann aber doch nicht so ganz versteckt bleiben soll.

Um den Anforderungen des Wärmeschutzes in bestmöglicher Art und Weise gerecht zu werden, bekommen die massiven Mauern eine zweite, völlig eigenständige Hülle in Leichtbauweise innen vorgesetzt. Zwar geht dadurch ein großer Teil der Kubatur verloren, allerdings kann somit auch eine völlig wärmebrückenfreie Konstruktion verwirklicht werden.

Entgegen der gebräuchlichen Praxis jeden m³ der Kubatur auszunutzen und so viele Wohneinheiten wie möglich zu errichten, habe ich mich entschlossen einen ganz anderen Weg zu gehen. Dies bedeutet alle charakteristischen Elemente des Bestandes beizubehalten und einzubinden. Die Fassade soll nach außen hin genauso erscheinen wie vorher, aber trotzdem Licht in die Wohnungen lassen, was durch ein Auflösen der großen Holzverschalungen erreicht wird. Anstatt der flächigen, lichtundurchlässigen Wandelemente gibt es nun Rahmenkonstruktionen, die mit querstehenden Holzlamellen versehen sind. Durch den Abstand von 20 cm zwischen den Lamellen kann Licht eindringen, sobald man die Elemente aber etwas von der Seite betrachtet, erscheint die Fassade geschlossen. Um die Belichtung noch zu verstärken, können die bis zu 4 x 5 m großen Elemente, die elektrisch betrieben sind, nach außen aufgeklappt werden. Dadurch werden auch größere passive Solarenergiegewinne bei flach einfallendem Licht ermöglicht.

Im Inneren werden die alten Balkentramdecken entfernt und wie bereits erwähnt eine zweite Hülle eingesetzt. Der



Direkter Vergleich mit geschlossenen und offenen Lamellen

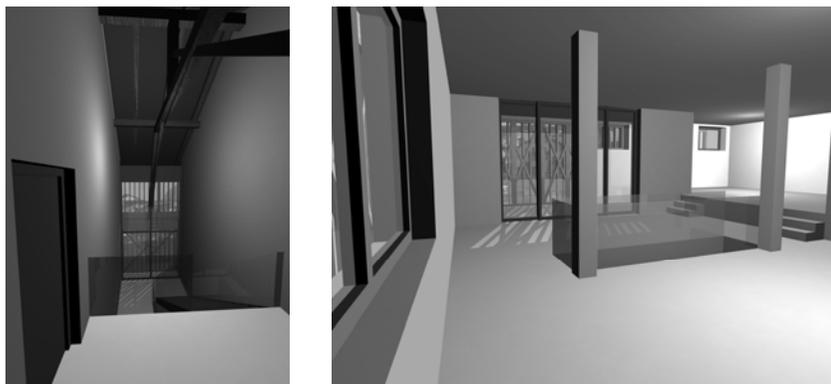
Haupteingang wird in den Bereich des bestehenden Pferdestalls im Kellergeschoss verlegt, von wo aus die querliegende Treppe ins Erd- und Obergeschoss führt. Die Kellerräume und der Technikraum werden um das Stiegenhaus herum situiert. Die Keller werden nicht gedämmt und so massiv wie möglich ausgeführt, um das typische Kellerklima schaffen zu können. Das Stiegenhaus ist allerdings thermisch getrennt.

In den oberen Geschossen teilt das langgezogene Stiegenhaus das Gebäude in zwei Hälften. Insgesamt sind zwar nur 3 Wohneinheiten entstanden, die aber dafür großzügig dimensioniert sind und eine hohe Wohnqualität aufweisen. Alle 3 Wohnungen haben einen Balkon oder eine Terrasse und große offene Wohnbereiche mit großen Fensterflächen. Die Mindestraumhöhe ist 2,50 m, in den Wohnbereichen beträgt sie 2,90 m und mehr. Bei den Schlaf- und Badezimmern ist bewusst nicht auf die Mindestgrößen zurückgegriffen, sondern immer so groß wie möglich geplant worden. Bis auf die Abstellräume haben alle anderen Räume eine direkte Belichtung über Öffnungen, die auch im Bestand schon vorhanden waren.

Die erste Wohneinheit befindet sich im Nordwestteil, bei der sich 107,9 m² Nutzfläche auf zwei Etagen verteilen. Im Erdgeschoss befinden sich der große offene Wohnraum, sowie ein Tages-WC und eine Abstellkammer. Dabei teilt die querliegende Stiege den Wohnbereich in die im Nordosten liegende Küche und den südwestlichen Wohnbereich. Über eine große Hebe-Schiebetür gelangt man auf den schmalen Balkon, der mit faltbaren Holzlamellen versehen ist. Im Obergeschoss befindet sich der Schlafbereich mit 2 Schlafzimmern und einem Badezimmer. Die Belichtung erfolgt hier über 2 Dachfenster und den Balkontüren, die auf den bereits im Bestand

vorhandenen, halbgeschlossenen Balkon führen. Durch die Dachschräge werden Raumhöhen von 2,00 m bis 4,70 m erreicht.

Der südöstliche Gebäudeteil umfasst drei Stockwerke und ist in zwei Wohnungen aufgeteilt. Die untere ist mit 148,1 m² die größte und erstreckt sich über das Erdgeschoss, von wo aus eine Treppe in den ehemaligen Hennenstall hinunterführt. Somit findet eine Aufteilung von Wohnbereich oben und Schlafbereich unten statt. Im Eingangsbereich befinden sich Tages-WC und Abstellraum. Der 80 m² große Wohnbereich wird durch die Treppe in den Schlaftrakt durchtrennt. Im Nordostteil befindet sich die Küche, der Wohnraum, bestehend aus zwei durch einen halben Meter Höhenunterschied getrennten Bereichen, orientiert sich nach Süden hin. Hier gelangt man wiederum über eine große Hebe-Schiebetür auf die große Terrasse. Im unteren Schlafbereich befinden sich die drei Schlafzimmer, das Bad und eine kleine Abstellkammer. Die Fensteröffnungen bleiben alle erhalten, d.h. die bestehenden



Links das Stiegenhaus in der Innenansicht, rechts der Blick von der großen Wohnung auf die Terrasse mit geschlossenen Lamellen

Fenster werden durch neue ersetzt und nach innen versetzt. Durch die zweite Hülle entstehen so zwar Fensterlaibungen von fast einem Meter, da aber nur die Schlafräume betroffen sind, ist dies nicht so schlimm.

Die dritte Wohnung befindet sich im Obergeschoss und ist gleichzeitig auch die kleinste. Zu den 67,8 m² Wohnfläche kommen eine 10 m² große Empore sowie ein 21 m² großer Wintergarten dazu, welche beide als Erweiterung des Wohnraumes gesehen werden können. Vom Eingangsbereich gelangt man direkt in das Tages-WC, Abstellraum, Bad und Schlafzimmer. Gleich anschließend befindet sich die Wohnküche, von der man über eine Treppe auf die Empore gelangt, die sich über dem WC und dem Abstellraum erstreckt. Der Wintergarten liegt an der Südostseite des Gebäudes und ist vom Wohnraum und vom Schlafzimmer aus erreichbar. Ihm ist zusätzlich ein Balkon vorgesetzt, der mit Faltelementen versehen ist. Die Belichtung der Wohnung ist zum Einen über den Wintergarten gegeben, zum Anderen über 2 Dachfenster im Wohnraum und je eines im Schlafzimmer und im Wintergarten.

Das Obergeschoss wird eigentlich von den 3 Sprengwerken des liegenden Dachstuhls, die aus dem Bestand erhalten werden, unterteilt. So begrenzen die äußeren beiden die jeweiligen Wohnungen nach Südosten bzw. Nordwesten, der mittlere liegt genau in der Achse des Stiegenhauses. Der Dachstuhl bleibt somit ein dominierender Bauteil und wird in die neue Dachkonstruktion integriert.

Die einzelnen U-Werte variieren zwischen 0,11 und 0,14 W/(m²K), alle Bauteile sind mit 25 bis 30 cm Zellschuldämmung versehen. Der Zwischenraum zwischen massiver Außenhülle und leichter Innenhülle dient als Hinterlüftungsebene. Alle Fenster haben eine Dreischeiben-

Wärmeschutz-Verglasung, nur der Wintergarten hat eine Zweischeiben-Verglasung. Die Innendecken sind als Balkendecken mit Sichtholz ausgeführt, die Bodenaufbauten überall 25 cm stark.

Die kontrollierte Wohnraumlüftung mit einem Wärmerückgewinnungsgrad von 90% ist mit einer Wärmepumpe kombiniert, die von einem horizontalen Erdkollektor gespeist wird. Zusätzlich sind auf dem Dach knapp 50 m² Sonnenkollektoren und Photovoltaikpaneele angebracht, die den Erdkollektor unterstützen und eigenen Strom produzieren sollen. Die Beheizung des Gebäudes erfolgt durch die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und durch eine Bodenheizung.



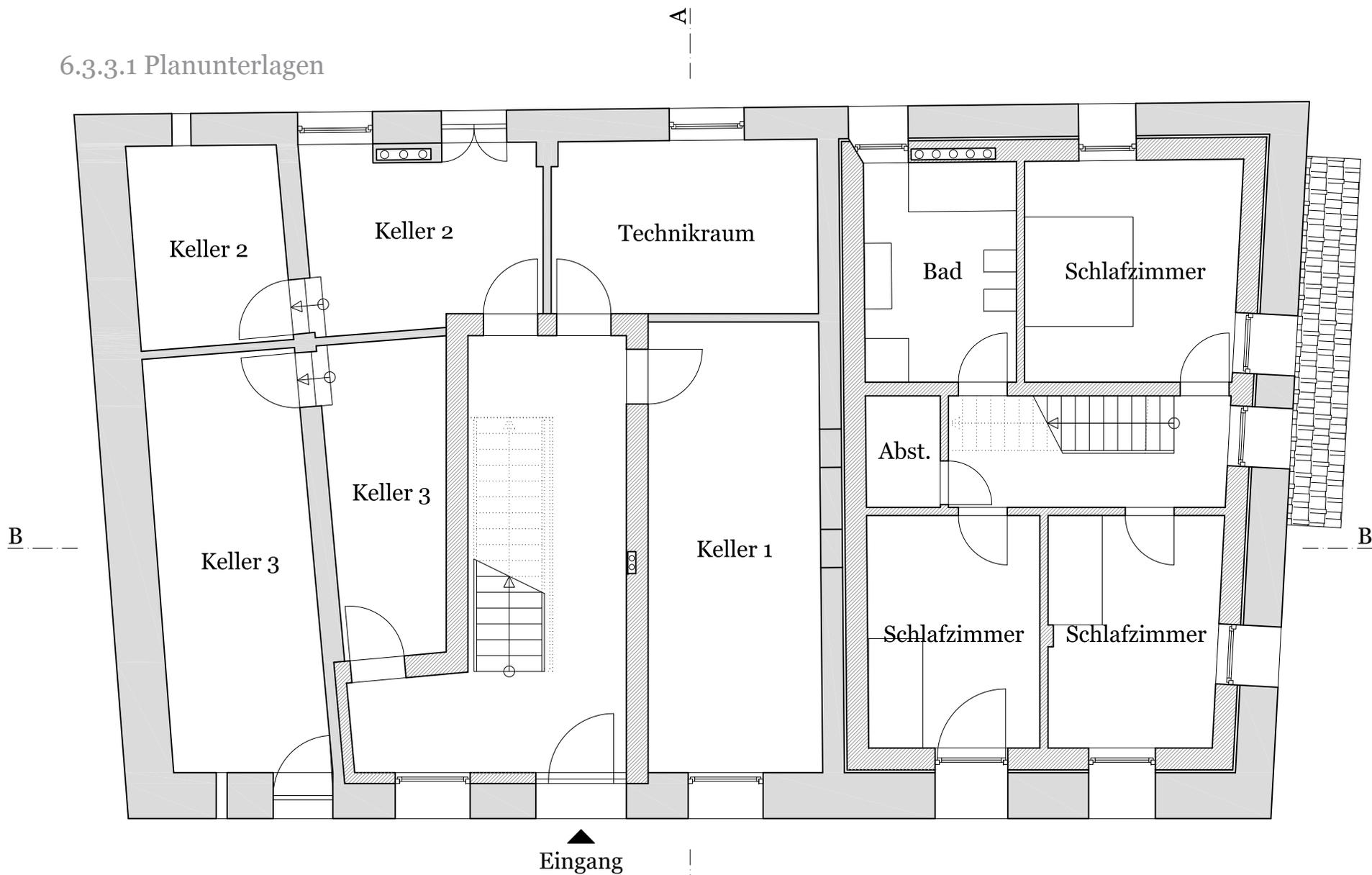
Blick auf die geöffnete Ostfassade

Somit erreicht man unter dem Strich einen Heizwärmebedarf von 24,80 kWh pro Jahr und m² Nettowohnfläche. Obwohl die U-Werte fast passivhaustauglich sind, kommt man an den erforderlichen Heizwärmebedarf eines Passivhauses nicht heran. Ein Grund dafür sind die großen Raumhöhen, die ja wie erwähnt teilweise über 4 Meter erreichen, worauf jedoch auf Grund der hohen Raumqualität dieser Räume nicht verzichtet werden soll. Weiters müssten die Außenbauteile um 10-15 cm mehr gedämmt werden, was allerdings noch mehr Wohnfläche wegnehmen würde. Deshalb musste ein Kompromiss gefunden werden und da ein Heizwärmebedarf von 30 kWh/(m²a) den besten Kosten-Nutzen-Faktor hat, scheint dieser Kompromiss nicht der schlechteste.

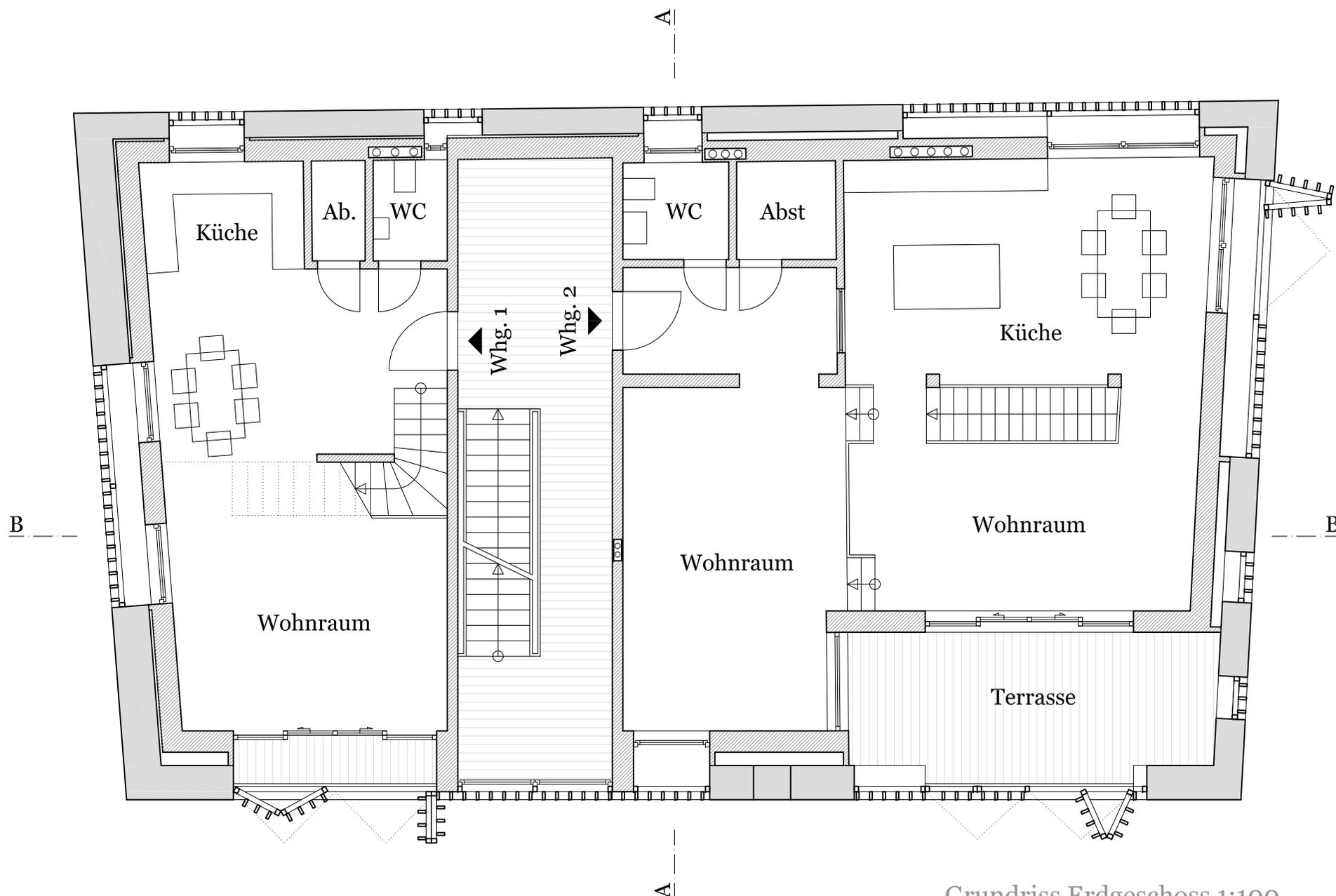


Nachtansicht

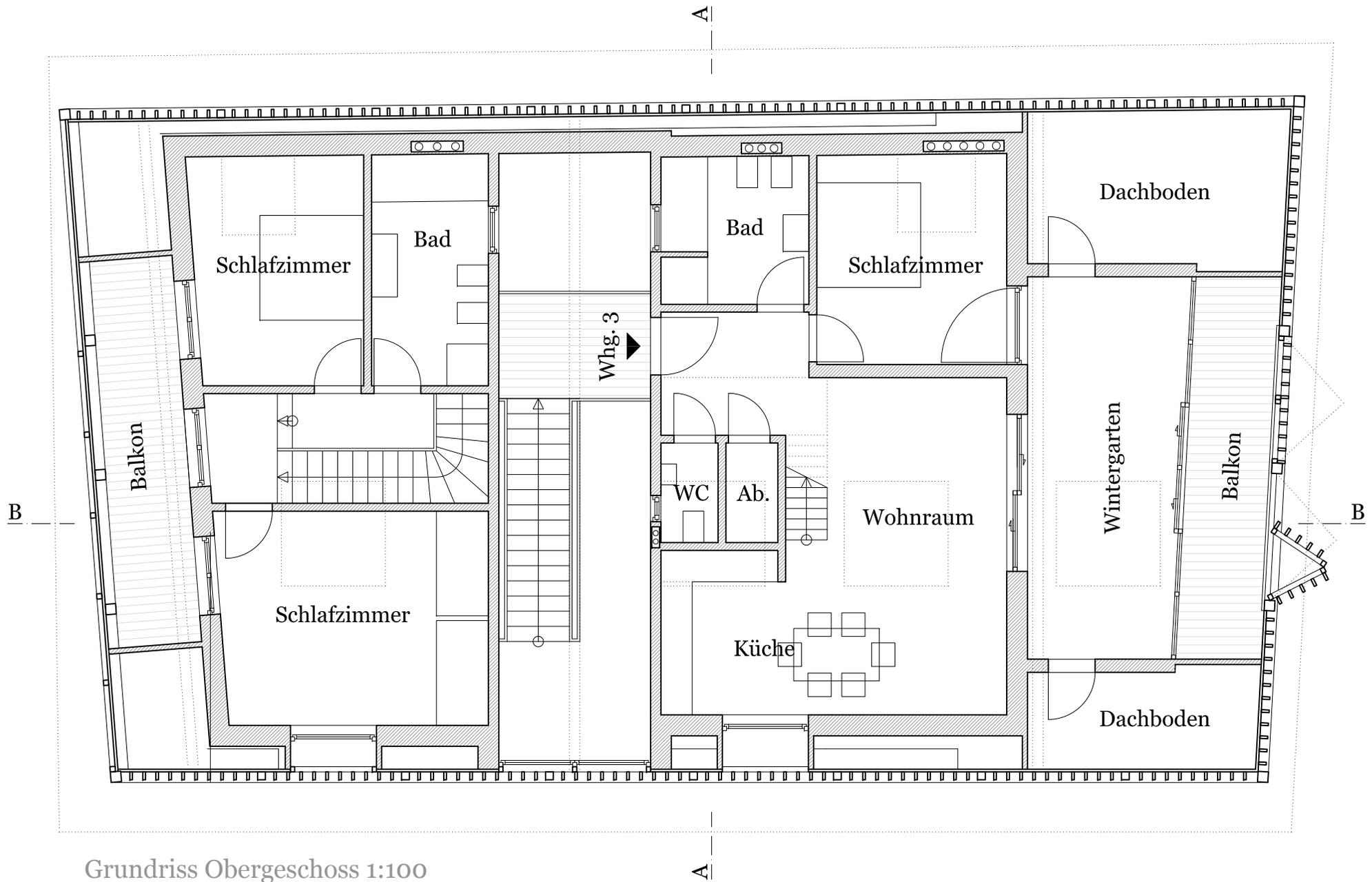
6.3.3.1 Planunterlagen



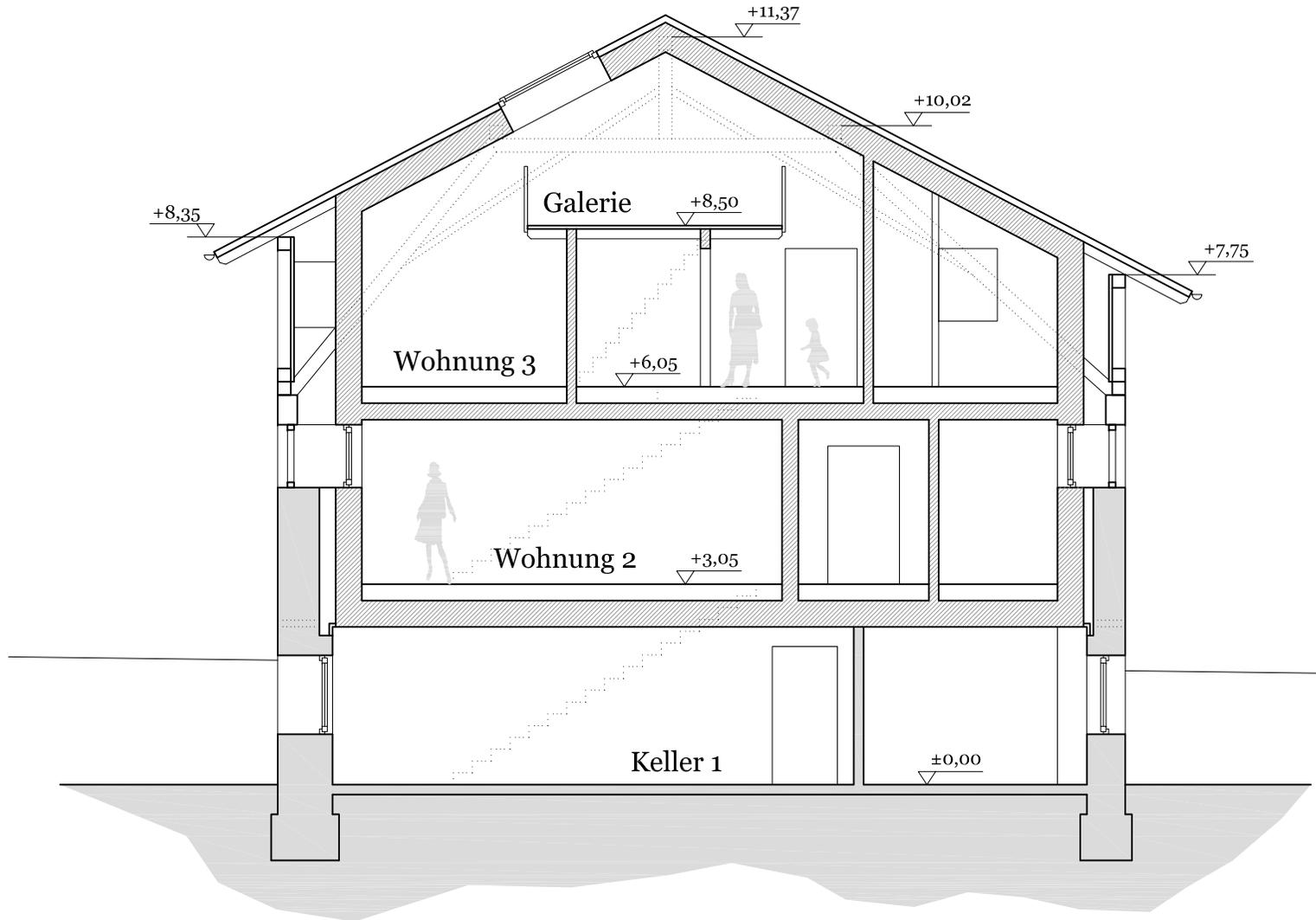
Grundriss Kellergeschoss 1:100



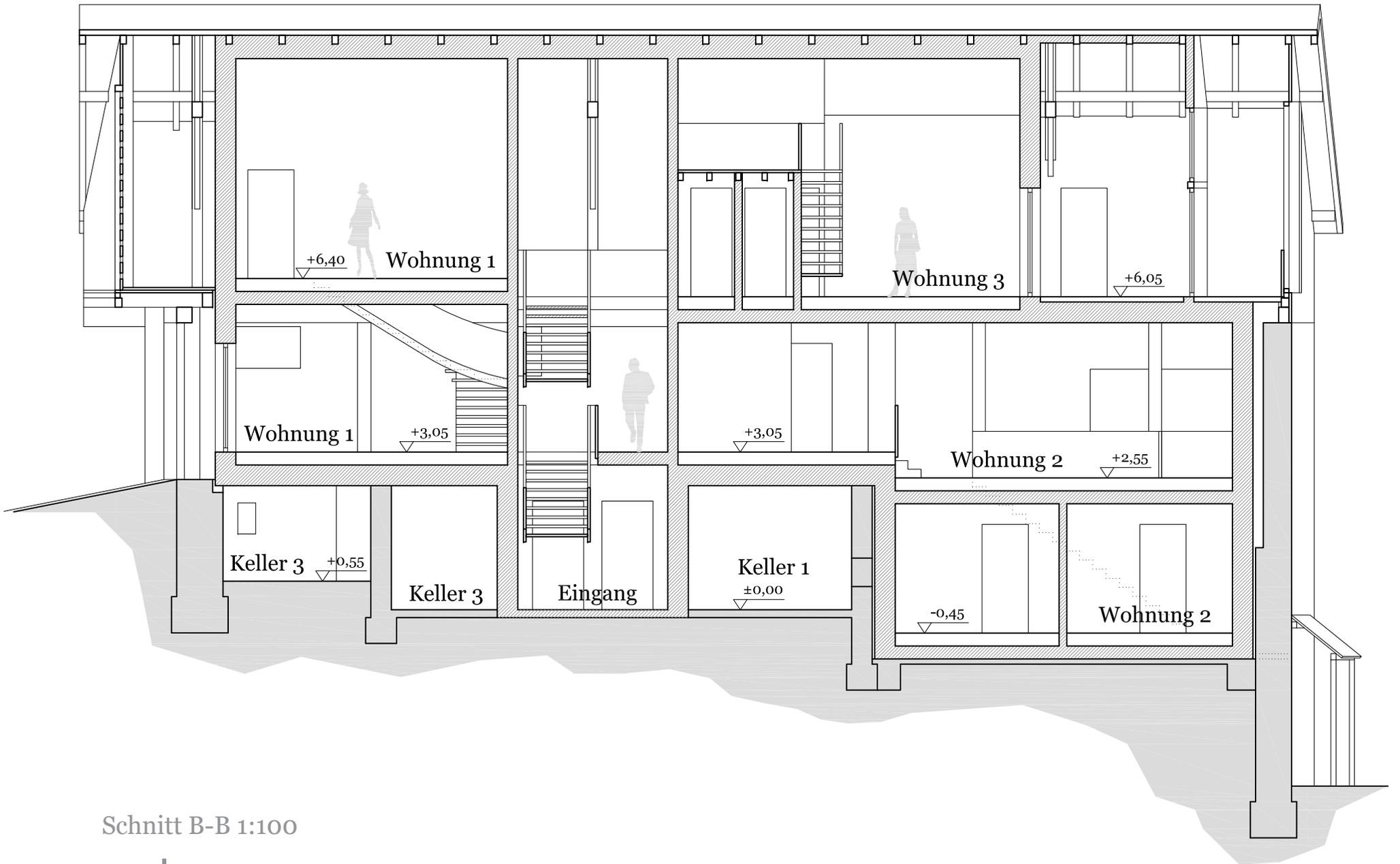
Grundriss Erdgeschoss 1:100



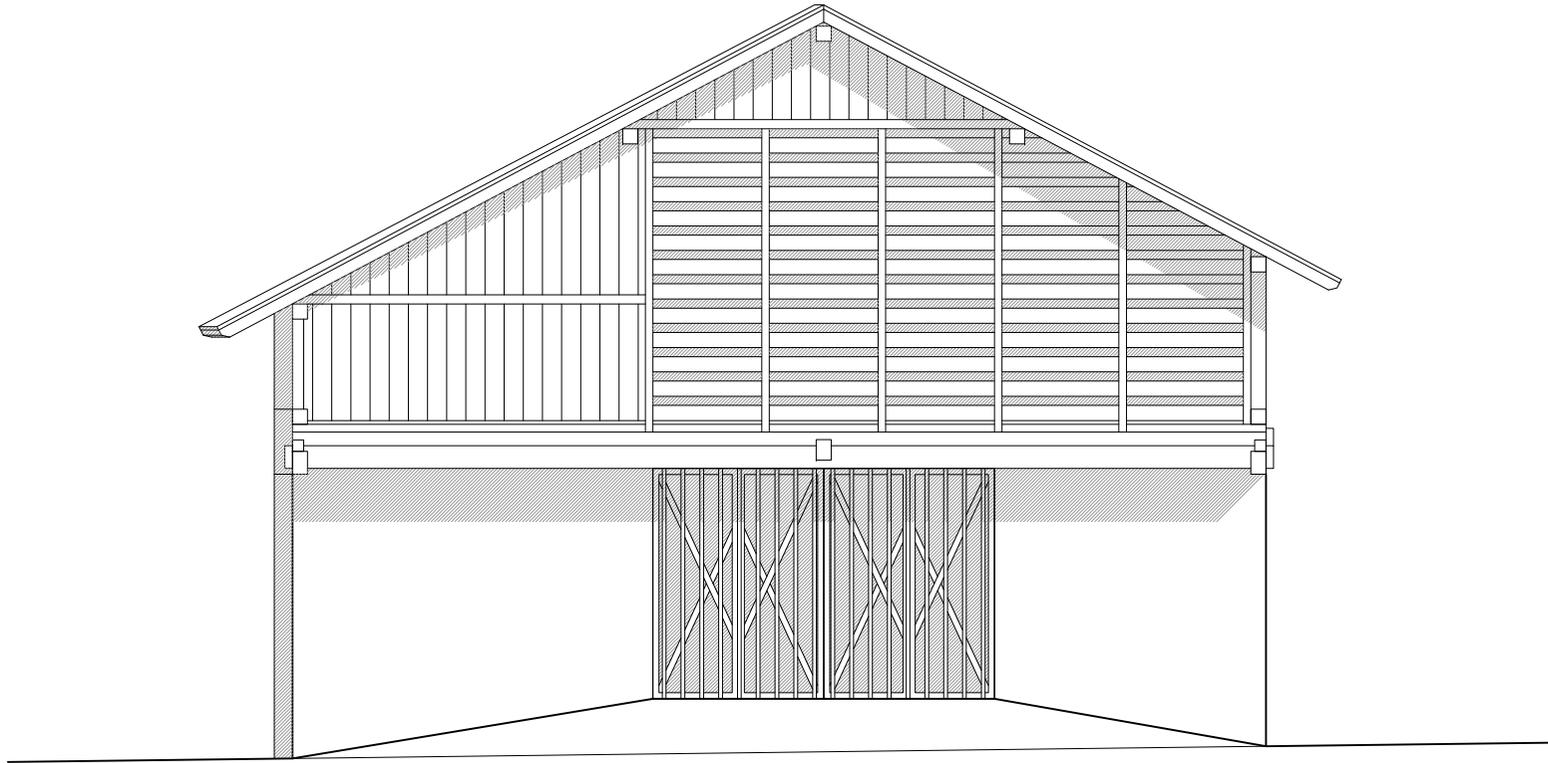
Grundriss Obergeschoss 1:100



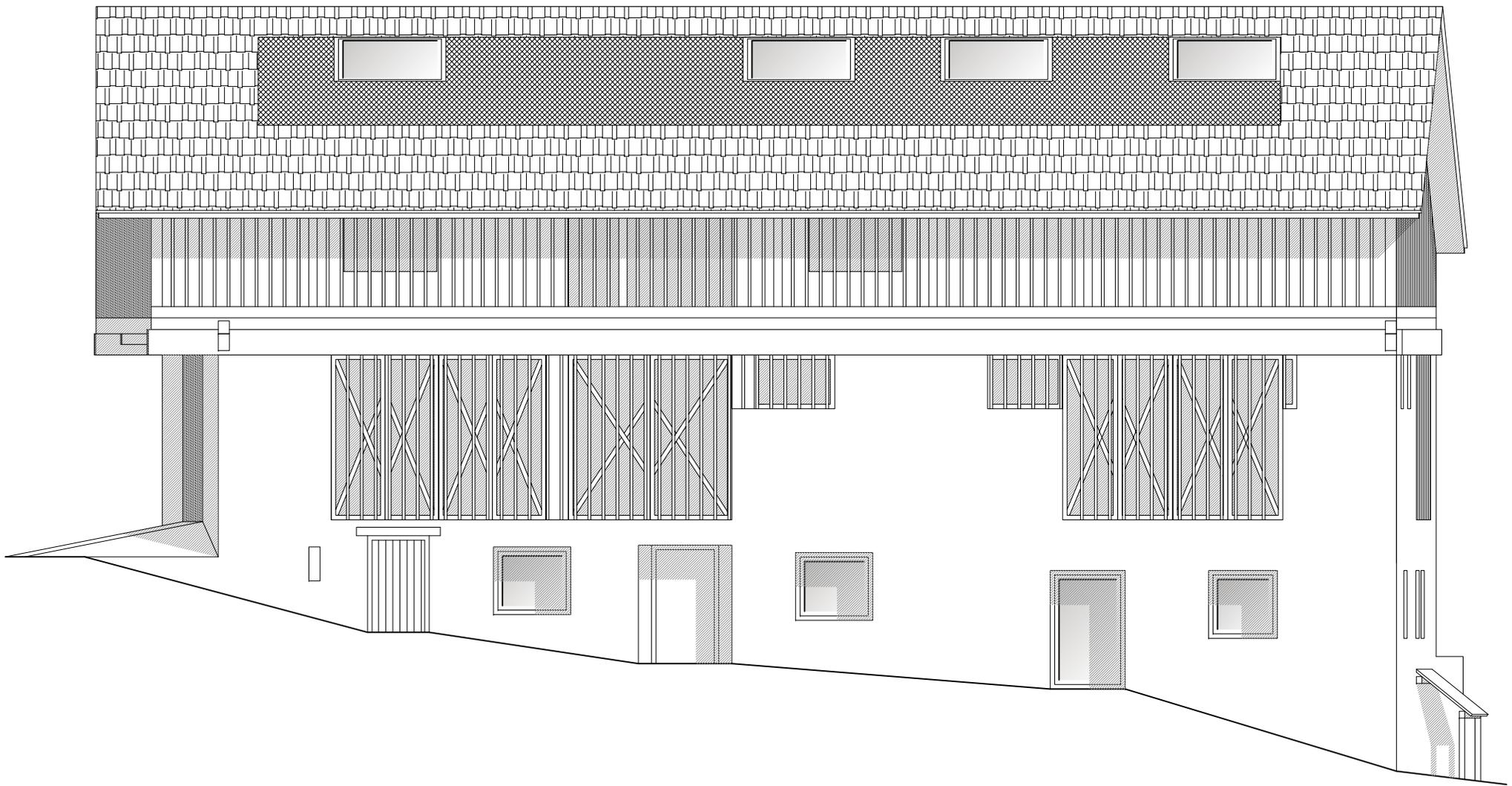
Schnitt A-A 1:100



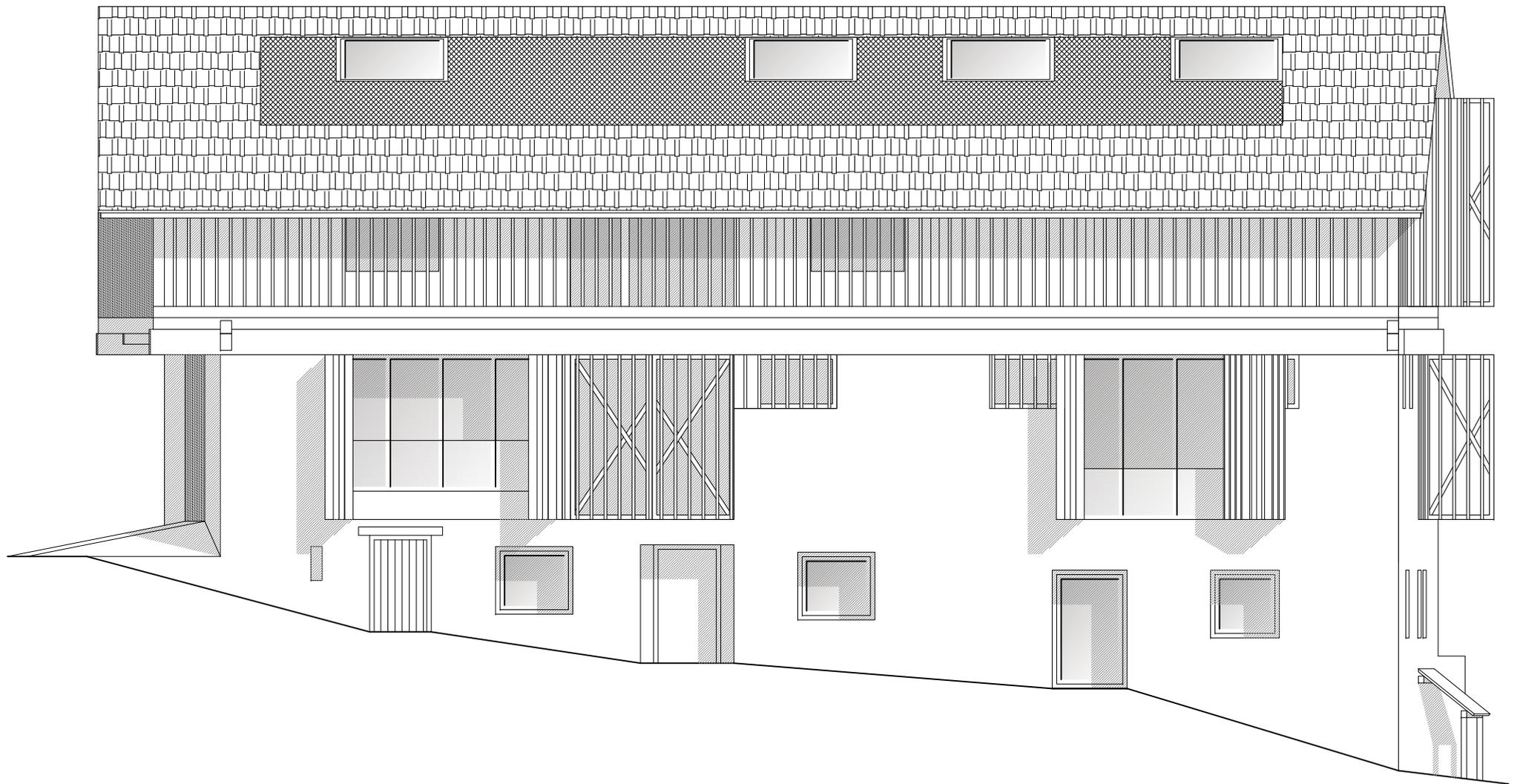
Schnitt B-B 1:100



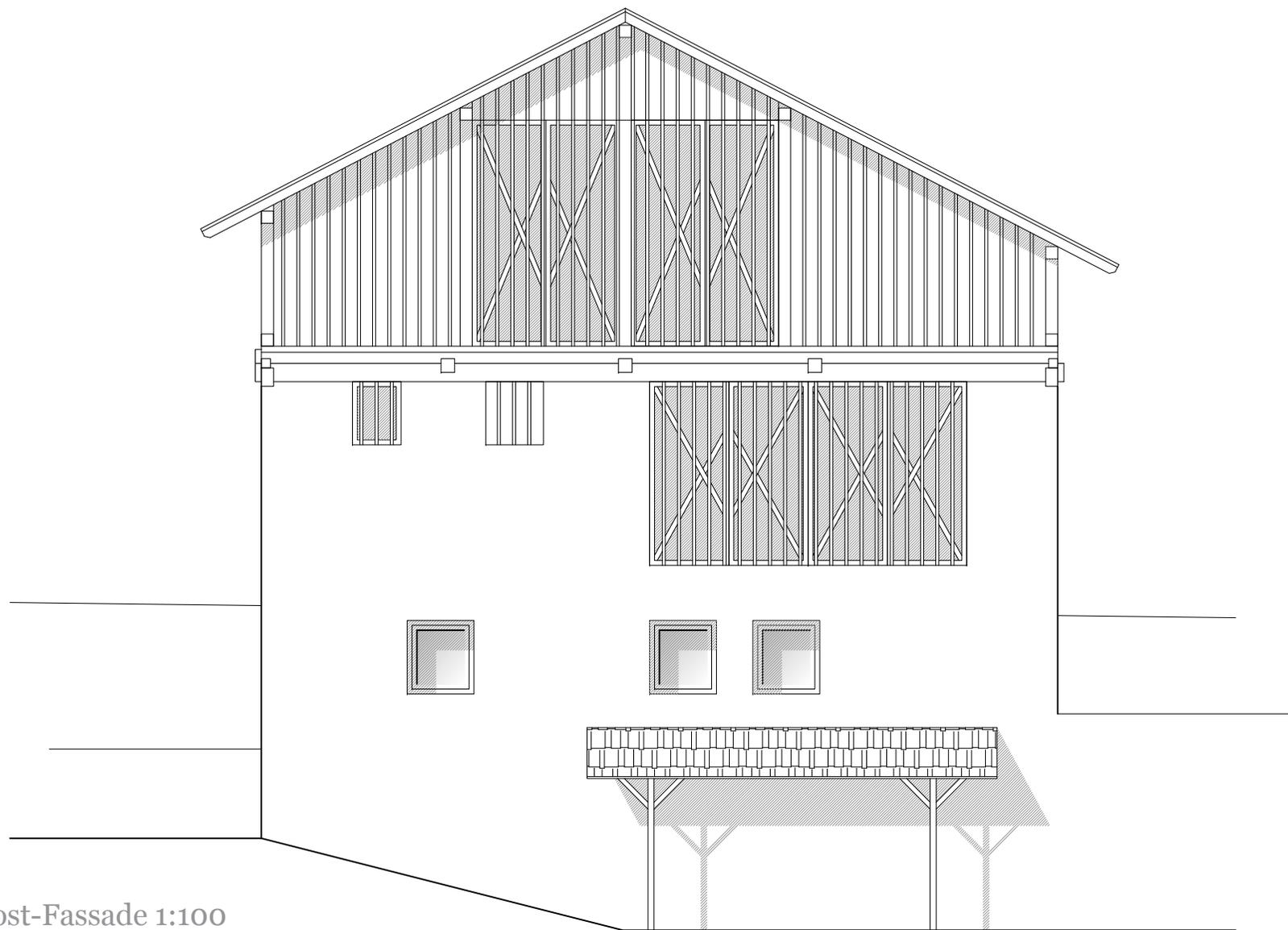
Nordwest-Fassade 1:100



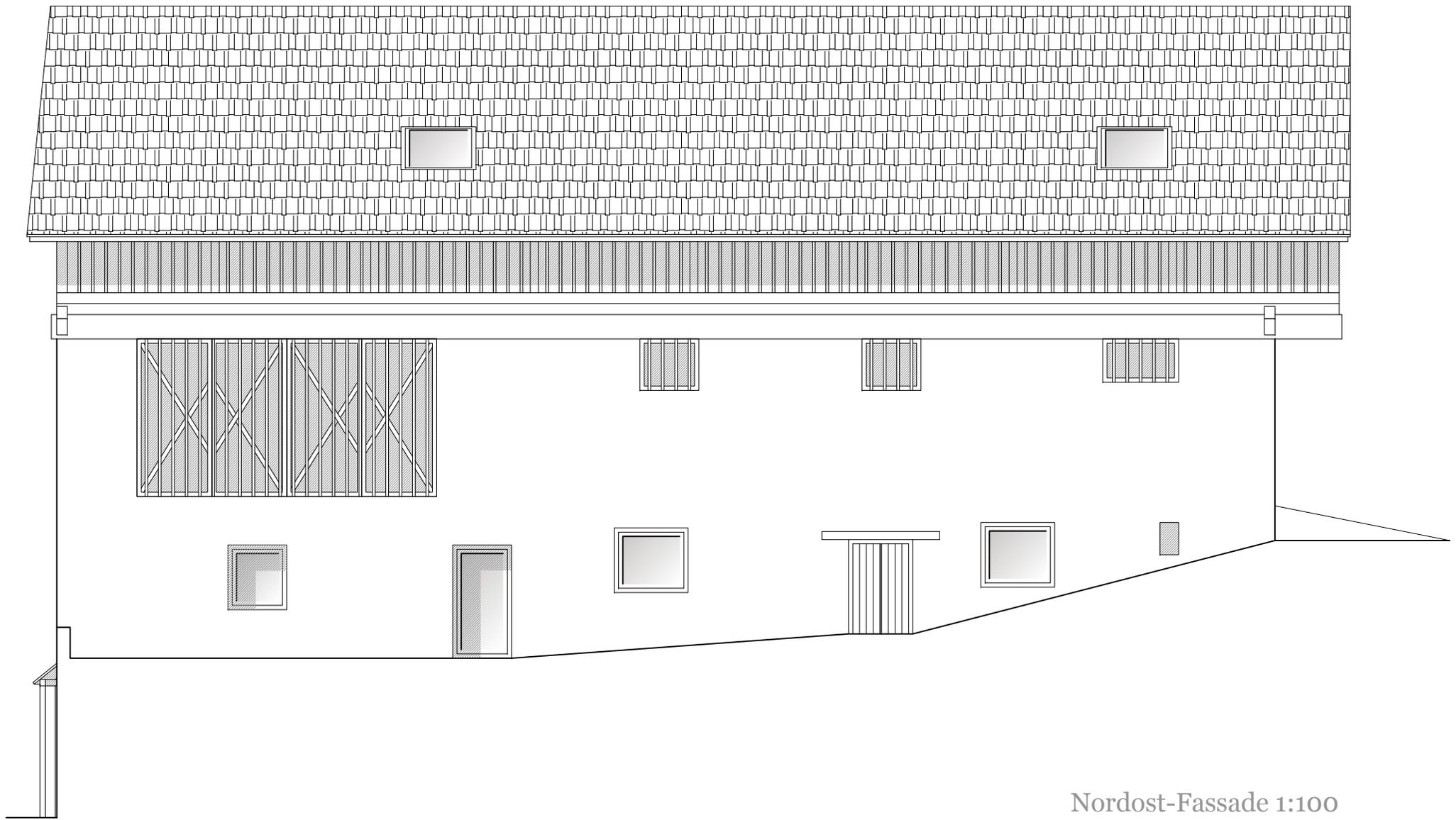
Südwest-Fassade mit geschlossenen Lamellen 1:100



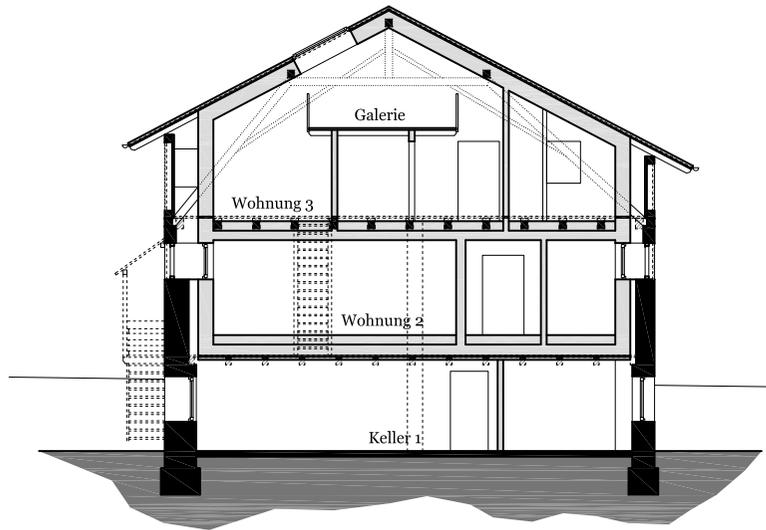
Südwest-Fassade mit offenen Lamellen 1:100



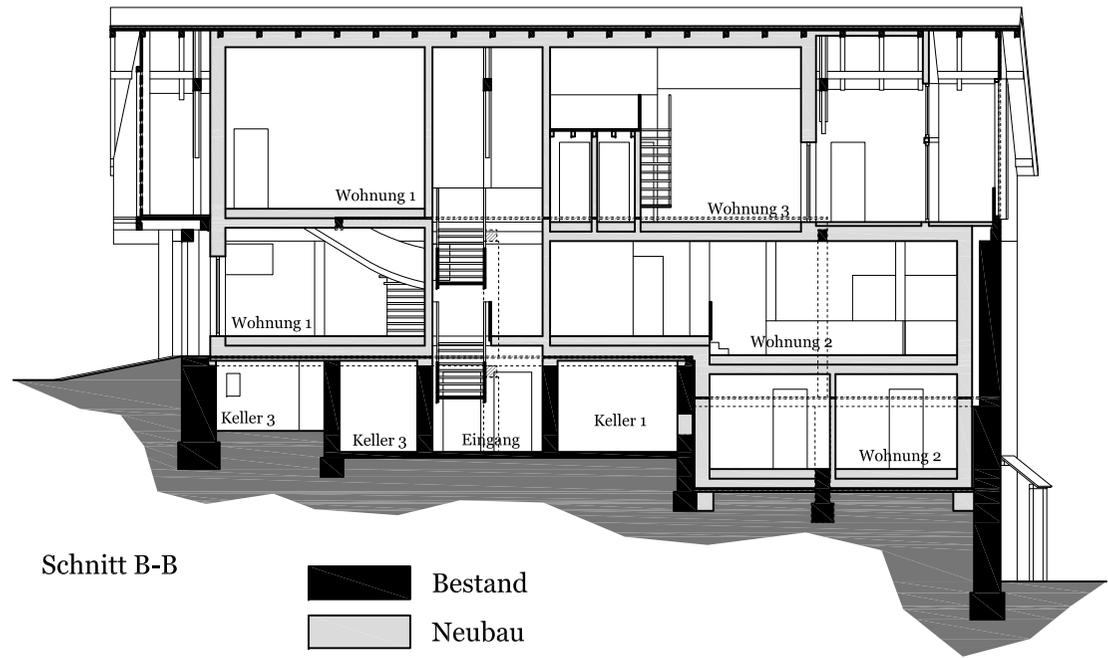
Südost-Fassade 1:100



Nordost-Fassade 1:100

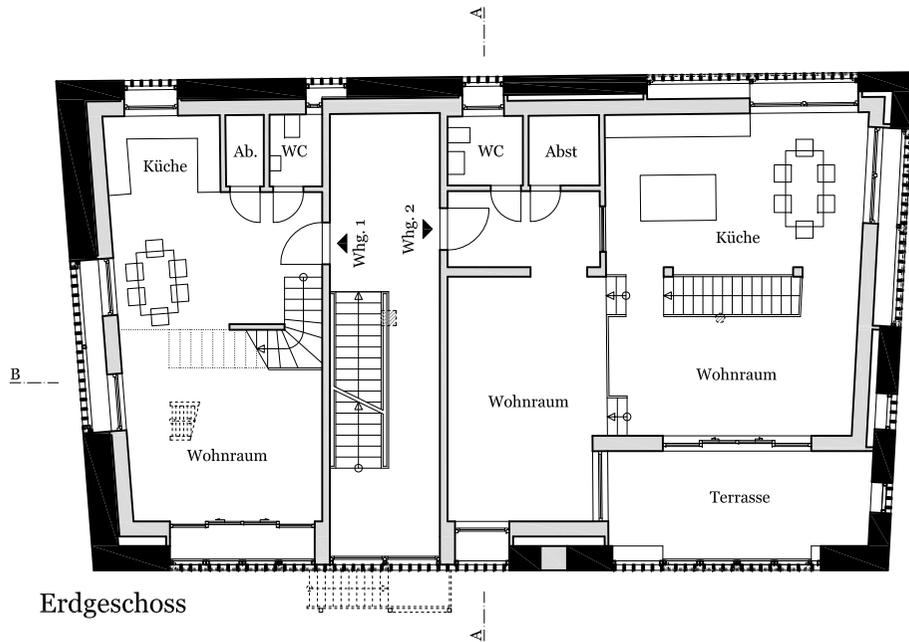


Schnitt A-A

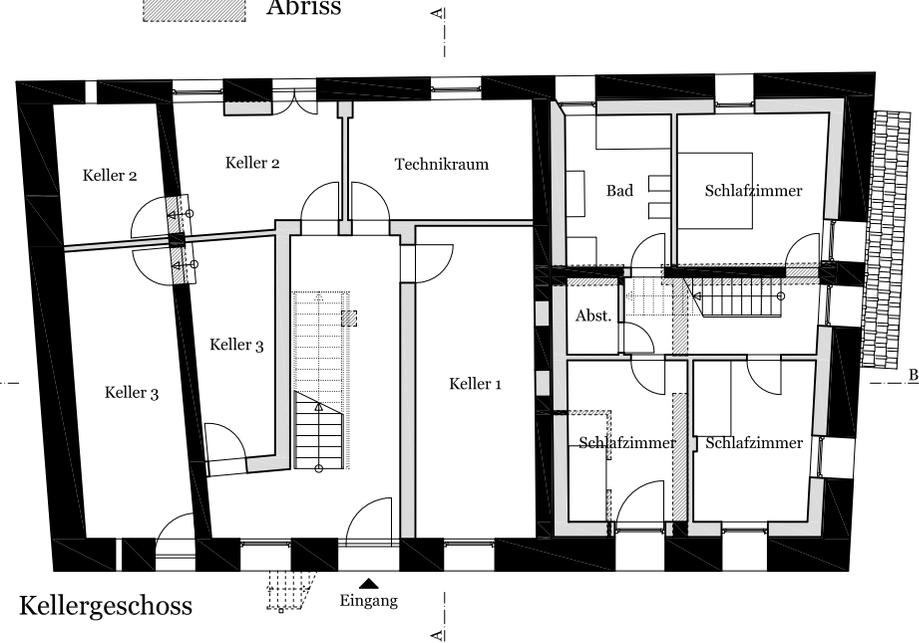


Schnitt B-B

- Bestand
- Neubau
- Abriss



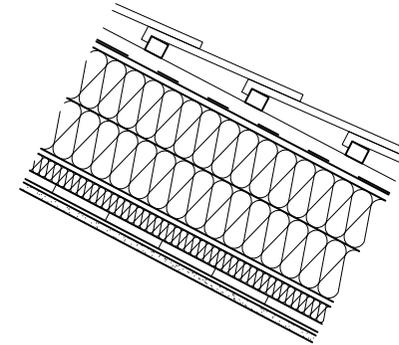
Erdgeschoss



Kellergeschoss

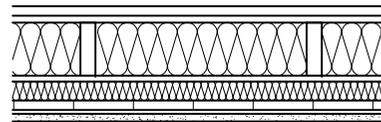
Umbaupläne 1:200

Dachziegel
 Konterlattung 50/40 mm
 Lattung 50/40 mm
 Diffusionsoffene Dachbahn
 DWD-Platte 18 mm
 Dachsparren 100/150 mm, dazwischen Zellulosedämmung
 Konstruktionshölzer 40/150 mm, dazwischen Zellulosedämmung
 OSB-Platte 15 mm
 Installationsebene 50 mm, mit Schafwolle ausgestopft
 Rauschalung 25 mm
 Schilfmatte als Putzträger
 Lehmputz 20 mm



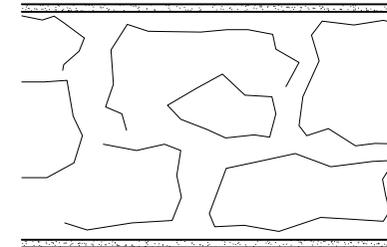
Dachaufbau

Sichtschalung 25 mm
 DWD-Platte 18 mm
 Konstruktionshölzer 40/140 mm, dazwischen Zellulosedämmung
 OSB-Platte 15 mm
 Installationsebene 50 mm, mit Schafwolle ausgestopft
 Rauschalung 25 mm
 Schilfmatte als Putzträger
 Lehmputz 20 mm



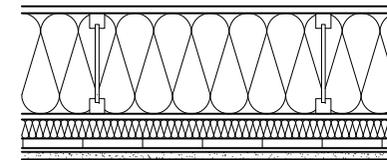
Wand zum Stiegenhaus

Außenputz (Bestand)
 Bruchsteinmauerwerk (Bestand)
 Innenputz (Bestand)



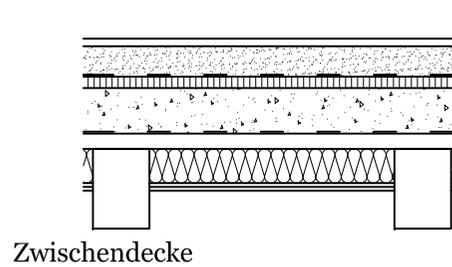
Hinterlüftung

DWD-Platte 18 mm winddicht verleimt
 Doppelstegträger 265 mm, dazwischen Zellulosedämmung
 OSB-Platte 15 mm
 Installationsebene 50 mm, mit Schafwolle ausgestopft
 Rauschalung 25 mm
 Schilfmatte als Putzträger
 Lehmputz 20 mm

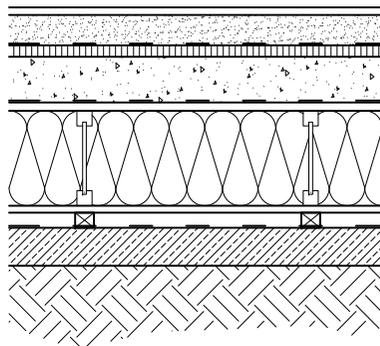


Außenwand

Wandaufbauten 1:20

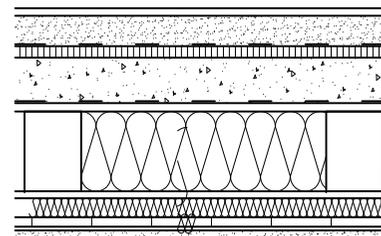


Fußbodenbelag
 Schwimmender Estrich 80 mm
 Feuchtigkeitsabdichtung
 Trittschalldämmung 30 mm
 Schüttung als Rohrausgleichsschicht 120 mm
 Trennvlies
 Holzschalung 40 mm
 Installationsebene 90 mm, ausgestopft mit Schafwolle
 Gipskartonplatte oder Sichtschalung 25 mm
 Deckenbalken 150/210



Fußbodenbelag
 Schwimmender Estrich 80 mm
 Feuchtigkeitsabdichtung
 Trittschalldämmung 30 mm
 Schüttung als Rohrausgleichsschicht 120 mm
 Trennvlies
 OSB-Platte 22 mm
 Doppelstegträger 250 mm, dazwischen Zellulosedämmung
 DWD-Platte 18 mm
 Abstandhalter 40 mm
 Feuchtigkeitsabdichtung
 Betonboden (Bestand)
 Erdreich

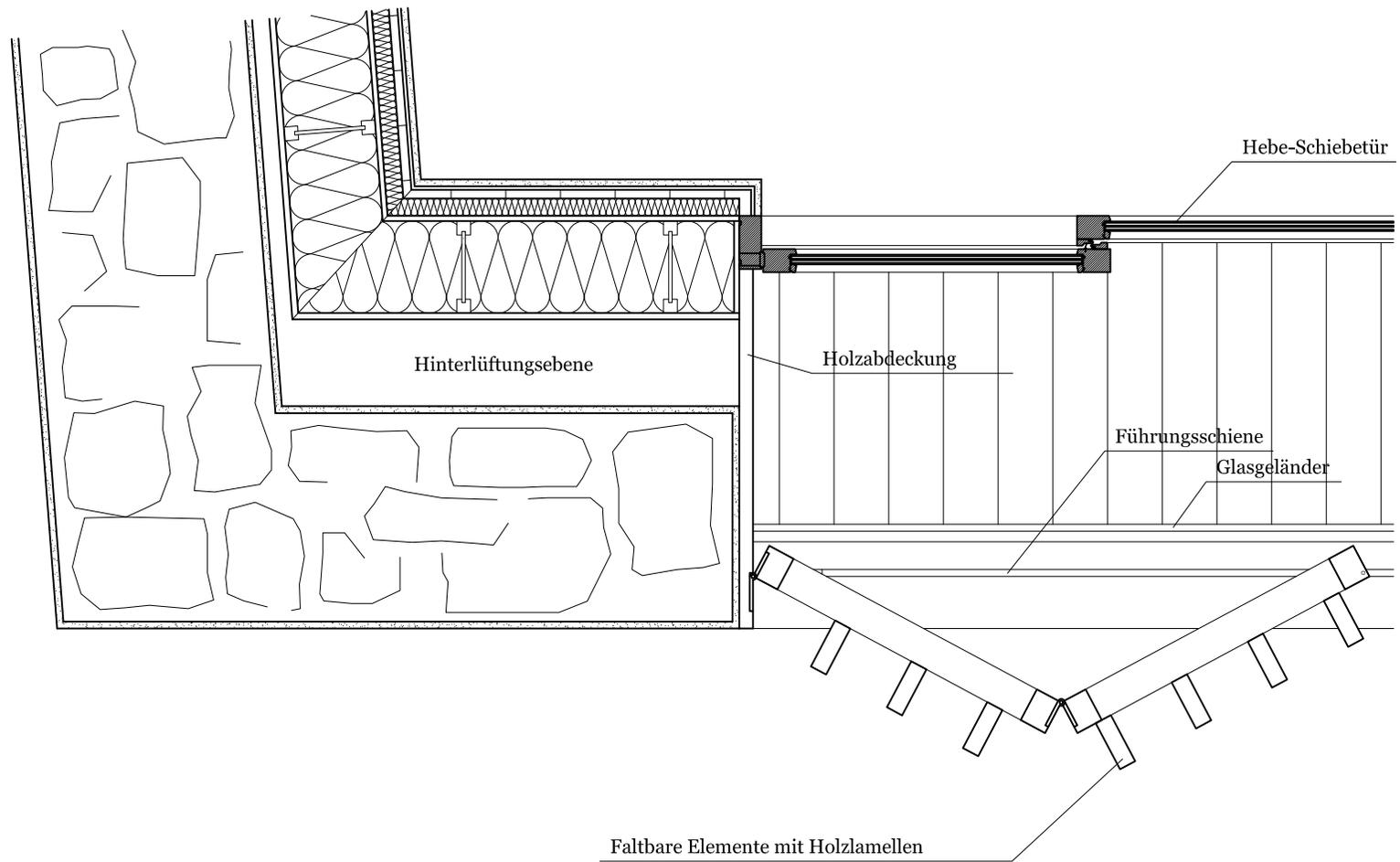
Bodenaufbau zum Erdreich



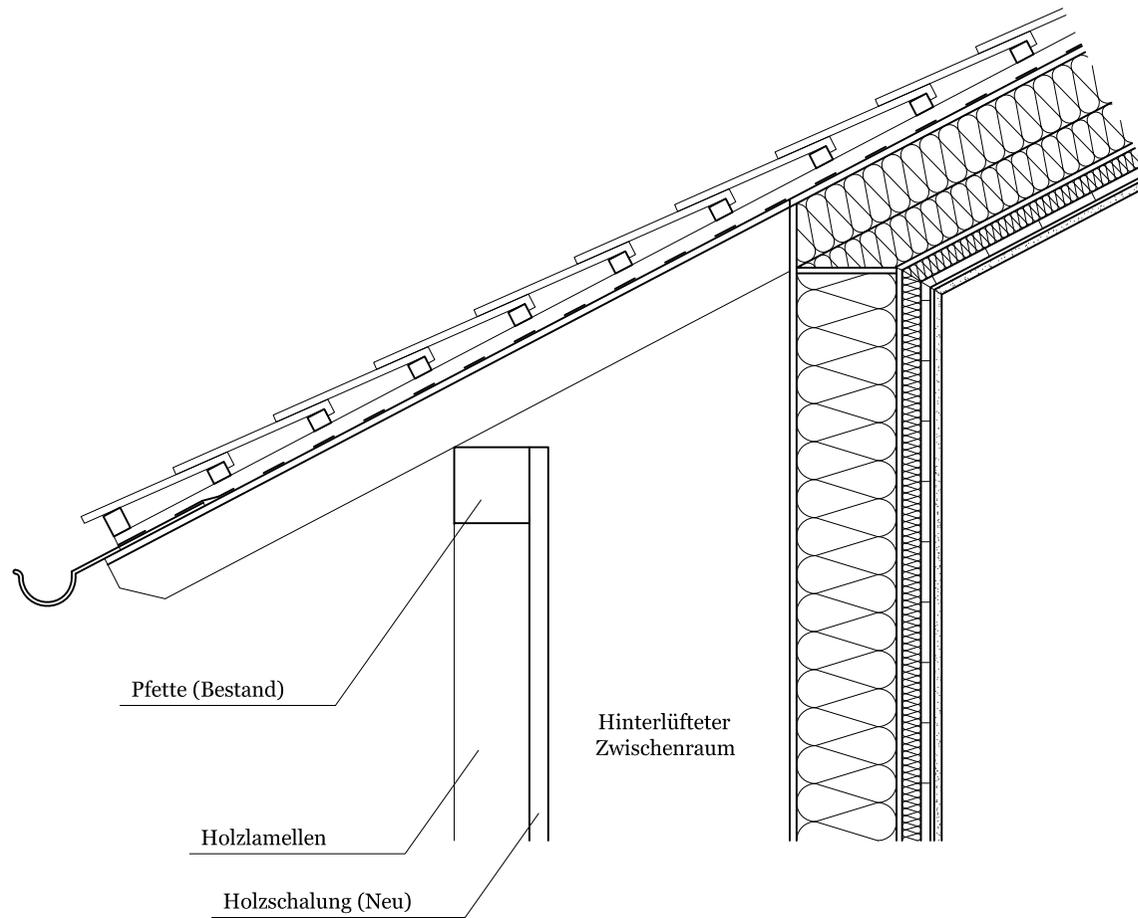
Decke zum Keller

Fußbodenbelag
 Schwimmender Estrich 80 mm
 Feuchtigkeitsabdichtung
 Trittschalldämmung 30 mm
 Schüttung als Rohrausgleichsschicht 120 mm
 Trennvlies
 OSB-Platte 22 mm
 Balken 150/210, dazwischen Zellulosedämmung
 DWD-Platte 18 mm
 Installationsebene 50 mm, ausgestopft mit Schafwolle
 Rauschalung 25 mm
 Schilfmatte als Putzträger
 Kalk-Zementputz 20 mm

Wandaufbauten 1:20



Detail Anschluss Fenster und Holzlamellen 1:20



Detail Dachanschluss 1:20

6.3.3.2 Wärmebedarfsberechnung

Die Wärmebedarfsberechnung wurde mit dem Klimahaus-Berechnungsprogramm erstellt.

Im Folgenden werden die einzelnen Ergebnisse angeführt.

Bei der Berechnung der U-Werte wurden die Wärmeleitfähigkeiten verschiedener Materialien in derselben Schicht (z.B. Sparren oder andere Konstruktionshölzer mit dazwischenliegender Wärmedämmung) berücksichtigt und der Wert dementsprechend vermindert.

	Klimadaten Kastelruth
Meereshöhe	1.060 m
Heizgradtage $HGT_{12/20}$	4.038 Kd/a
Heiztage HT_{12}	242 d/a
Mittlere Außentemperatur Θ_e	3,28 °C
Normaußentemperatur Θ_{ne}	-19 °C
Strahlungssumme Süd I_s	530 kWh/(m ² a)
Strahlungssumme Ost/West $I_{O/W}$	327 kWh/(m ² a)
Strahlungssumme Nord I_N	201 kWh/(m ² a)
Strahlungssumme Horizontal I_h	546 kWh/(m ² a)
Beheizte Bruttogeschossfläche BGF_B	405,02 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche NGF_B	347,29 m ²
Beheiztes Bruttovolumen V_B	1.555,06 m ³
Beheiztes Nettovolumen V_N	1043,27 m ³
Luftvolumenstrom durch maschinelle Belüftung $q_{V,f}$	525 m ³ /h
Nutzungsgrad des Wärmerückgewinnungssystems h_v	0,90

U-Werte der einzelnen Bauteile

		Außenwand
Lehmputz	2,0 cm	$\lambda=0,70$ W/mK
Schilfmatte	1,0 cm	$\lambda=0,055$ W/mK
Holzschalung	2,5 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Installationsebene/Schafwolle	5,0 cm	$\lambda=0,04$ W/mK
OSB	1,5 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Zellulosedämmung	26,5 cm	$\lambda=0,04$ W/mK
DWD	1,8 cm	$\lambda=0,10$ W/mK
Hinterlüftung		
Bruchsteinmauerwerk		
		$U = 0,12$ W/(m ² K)
		Wand zum unbeheizten Stiegenhaus
Lehmputz	2,0 cm	$\lambda=0,70$ W/mK
Schilfmatte	1,0 cm	$\lambda=0,055$ W/mK
Holzschalung	2,5 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Installationsebene/Schafwolle	5,0 cm	$\lambda=0,04$ W/mK
OSB	1,5 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Zellulosedämmung	14 cm	$\lambda=0,04$ W/mK
DWD	1,8 cm	$\lambda=0,10$ W/mK
Holzschalung	2,5 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
		$U = 0,18$ W/(m ² K)

Dachaufbau

Lehmputz	2,0 cm	$\lambda=0,70$ W/mK
Schilfmatte	1,0 cm	$\lambda=0,055$ W/mK
Rauschalung	2,5 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Installationsebene/Schafwolle	5,0 cm	$\lambda=0,04$ W/mK
OSB	1,5 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Zellulosedämmung	30 cm	$\lambda=0,04$ W/mK
DWD	1,8 cm	$\lambda=0,10$ W/mK

Dachbahn

Hinterlüftung

Dachziegel

$$U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Decke zu unbeheiztem Keller

Bodenbelag	2,0 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Schwimmender Estrich	8,0 cm	$\lambda=1,40$ W/mK
Trittschalldämmung	3,0 cm	$\lambda=0,04$ W/mK
Schüttung	12,0 cm	$\lambda=0,70$ W/mK
OSB	2,2 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Zellulosedämmung	21 cm	$\lambda=0,04$ W/mK
DWD	1,8 cm	$\lambda=0,10$ W/mK
Installationsebene/Schafwolle	5,0 cm	$\lambda=0,04$ W/mK
Rauschalung	2,5 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Schilfmatte	1,0 cm	$\lambda=0,055$ W/mK
Putz	2,0 cm	$\lambda=0,70$ W/mK

$$U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Decke zum Wintergarten

Lehmputz	2,0 cm	$\lambda=0,70$ W/mK
Schilfmatte	1,0 cm	$\lambda=0,055$ W/mK
Holzschalung	2,5 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Installationsebene/Schafwolle	5,0 cm	$\lambda=0,04$ W/mK
OSB	1,5 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Zellulosedämmung	14 cm	$\lambda=0,04$ W/mK
DWD	1,8 cm	$\lambda=0,10$ W/mK

Feuchtigkeitsabdichtung

Hinterlüftung

Fußbodenbelag

$$U = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Erdanliegender Fußboden

Bodenbelag	2,0 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Schwimmender Estrich	8,0 cm	$\lambda=1,40$ W/mK
Trittschalldämmung	3,0 cm	$\lambda=0,04$ W/mK
Schüttung	12,0 cm	$\lambda=0,70$ W/mK
OSB	2,2 cm	$\lambda=0,13$ W/mK
Zellulosedämmung	25 cm	$\lambda=0,04$ W/mK
DWD	1,8 cm	$\lambda=0,10$ W/mK

Hinterlüftung

Feuchtigkeitsabdichtung

Estrich

$$U = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Fenster

	g-Wert	U_{Frame}	U_{Glas}
Wärmeschutzfenster	0,52	0,90	0,50

Berechnung der Wärmeleitwerte

Bauteil	A_B [m ²]	U_i [W/m ² K]	f_i	$(A_B - A_F) \cdot U_i \cdot f_i$ [W/K]
Außenwand	424,81	0,12	1,0	43,4
Außenwand zu unbeheiztem Keller	43,08	0,12	0,5	2,6
Außenwand zum Wintergarten	30,41	0,12	0,5	1,1
Dachaufbau	398,12	0,11	1,0	42,8
Decke zu unbeheiztem Keller	119,48	0,14	0,5	8,1
Decke zum Wintergarten	55,8	0,12	0,5	3,3
Wand zum unbeheizten Stiegenhaus	175,98	0,18	0,5	15,2
Erdanliegender Fußboden	86,17	0,13	0,5	5,8
Summe				122,2
Wärmeschutzfenster zweiflügelig	45,0	0,67	var.	30,0
Wärmeschutzfenster einflügelig	29,7	0,73	var.	21,7
Dachfenster	16,5	0,71	var.	11,7
Summe				63,4
Eingangstüren	6,9	1,10	var.	3,8

Ergebnisse

Gebäudehülle

Fläche der wärmeabgebenden Gebäudehülle
 $A_B = \sum A_i$
 Verhältnis beheizte Gebäudehülle/-Volumen
 A_B/V_B

$$A_B = 1.333 \text{ m}^2$$

$$A/V = 0,86 \text{ 1/m}$$

Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient

$$U_m = L_T/A_B$$

$$U_m = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Wärmegewinne und Wärmeverluste

Transmissionswärmeverluste in der Heizperiode

$$Q_T = 0,024 * L_T * HGT$$

$$Q_T = 20.590 \text{ kWh/a}$$

Lüftungswärmeverluste in der Heizperiode

$$Q_V = 0,024 * L_T * HGT$$

$$Q_V = 5.029 \text{ kWh/a}$$

Interne Wärmegewinne in der Heizperiode

$$Q_i = 0,024 * q_i * NGF_B * HT$$

$$Q_i = 7.060 \text{ kWh/a}$$

Passive solare Wärmegewinne in der Heizperiode

$$Q_s = \sum l_i * (\sum A_g * f_s * g_w)_i$$

$$Q_s = 10.293 \text{ kWh/a}$$

Verhältnis von Wärmegewinnen zu Wärmeverlusten

$$\gamma = (Q_T + Q_V) / (Q_i + Q_s)$$

$$\gamma = 68 \%$$

Standortbezogener Heizwärmebedarf und Heizlast

Ausnutzung der Wärmegewinne

$$\eta = 0,98$$

Heizwärmebedarf in der Heizperiode

$$Q_H = (Q_T + Q_V) - \eta * (Q_i + Q_s)$$

$$Q_H = 8.613 \text{ kWh/a}$$

Heizlast des Gebäudes

$$P_{tot} = (L_T + L_V) * (\Theta_i - \Theta_{ne})$$

$$P_{tot} = 10,31 \text{ kW}$$

Spezifische Heizlast bezogen auf die Nettogeschossfläche

$$P_1 = P_{tot} / NGF_B$$

$$P_1 = 29,69 \text{ W}/\text{m}^2$$

Heizwärmebedarf bezogen auf die Nettogeschossfläche

$$HWB_{NGF, \text{vorh}} = Q_H / NGF_B$$

$$HWB_{NGF, \text{vorh}} = 24,80 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

Umgerechnet auf den Standort Bozen wäre der Heizwärmebedarf $17 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ und somit würde das Gebäude als Klimahaus A eingestuft werden. Zusätzlich erfüllt es die Kriterien für das Plus-Siegel.

7. Literaturverzeichnis und Quellenangabe

- AKADEMIE DER TOBLACHER GESPRÄCHE, <http://www.toblacher-gespraech.e.it>
- AUTONOME PROVINZ BOZEN, AMT FÜR ENERGIEEINSPARUNG:
Wärmedämmung an Gebäuden, Bozen, Januar 2007
- AUTONOME PROVINZ BOZEN, AMT FÜR LANDWIRTSCHAFT,
INFORMATIONSTECHNIK, GRUNDBUCH UND KATASTER: Forst-
und Agrarbericht 2006, Bozen, Januar 2007
- AUTONOME PROVINZ BOZEN, LANDESINSTITUT FÜR STATISTIK
ASTAT: 40 Jahre Bautätigkeit in Südtirol, Schriftenreihe Nr.
64, Bozen 1999
- AUTONOME PROVINZ BOZEN, LANDESINSTITUT FÜR STATISTIK
ASTAT: Dauersiedlungsgebiet in Südtirol 2002,
Schriftenreihe Nr. 108, Bozen 2004
- AUTONOME PROVINZ BOZEN, SÜDTIROLER BÜRGERNETZ:
<http://www.provinz.bz.it/>
- AUTONOME PROVINZ BOZEN, SÜDTIROLER LANDESREGIERUNG:
Südtirol Handbuch, 26. überarbeitete Auflage, Februar 2007
- BERGMEISTER KONRAD: Volkstümliches Bauen und Wohnen im
unteren Pustertal, Südtirol; Innsbruck, Univ., geisteswiss.
Diss. 1985
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT,
UMWELT- UND WASSERWIRTSCHAFT: Österreichische
Strategie zur nachhaltigen Entwicklung, Wien 2002
- CARBON DIOXIDE INFORMATION ANALYSIS CENTER CDIAC,
<http://cdiac.ornl.gov/>
- CEPHEUS, Kostengünstige Passivhäuser als europäische
Standards, <http://www.ceph.eus.de/>
- COLOMBO, ALESSANDRO; GARBUGLIO, PAOLA; GIANAZZA,
GIAMPIERO: Almen – Alpen – Bergdörfer: Bäuerliches Leben
und Bauen in den Alpen; Innsbruck, Wien: Tyrolia-Verl.,
2003
- DEININGER, JOHANN W.: Das Bauernhaus in Tirol und
Vorarlberg, [Nachdr. d. Ausg. Wien: Czeiger, 1902],
München: Callwey, 1979
- DEUTSCHE BAUZEITSCHRIFT DBZ; Gütersloh: Bauverlag BV
GmbH
- DEUTSCHES BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG:
Leitfaden für nachhaltiges Bauen, Stand: 2001 2. Nachdruck
- DEUTSCHES BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ
UND REAKTORSICHERHEIT, <http://www.bmu.de/>
- DREXEL, THOMAS: Bauernhäuser renovieren, umbauen und
erweitern: von der Lust auf dem Land zu wohnen; München:
Dt. Verl.-Anst., 2003
- ENERGIESPARHAUS.AT, Unabhängige Beratung für Wohnen,
Hausbau und Sanierung, <http://www.energiesparhaus.at/>
- EUROPÄISCHE VEREINIGUNG FÜR ERNEUERBARE ENERGIEEN E.V.,
<http://www.eurosolar.de/>

- FECHNER, JOHANNES (HRSG.): Altbaummodernisierung : der praktische Leitfaden; Wien [u.a.]: Springer, 2002
- GASSER, CHRISTOPH: 200 Jahre Musikkapelle Kastelruth – Festschrift und Chronik; Bozen: Athesia 1996
- GORE, ALBERT: Eine unbequeme Wahrheit; 1. Aufl., München: Riemann, 2006
- GREENPEACE INTERNATIONAL UND EUROPEAN RENEWABLE ENERGY COUNCIL: Globale Energie-[r]evolution, 2007
- GREENPEACE ÖSTERREICH, <http://www.greenpeace.at>
- HAUS DER ZUKUNFT, <http://www.hausderzukunft.at/>
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC: Fourth Assessment Report (AR4), 2007
- INTERNATIONALE PASSIVHAUSTAGUNG, <http://www.passivhaustagung.de>
- INTERNETPORTAL FÜR NACHHALTIGE SIEDLUNGEN, <http://www.oekosiedlungen.de/>
- KLIMAHaus AGENTUR SÜDTIROL, <http://www.klimahausagentur.it>
- KOLB, BERNHARD: Zukunft Bauen - Altbauten fit machen für morgen, energiesparend, zukunftsicher, wertsteigernd, komfortabel, ökologisch; München: Blok, 2005
- KREBITZ, HANS: Zurück zum Bauernhaus: Bauernarchitektur in Österreichs Südalpen; Klagenfurt: Universitätsverl. Carinthia, 1985
- LANTSCHNER, NORBERT: Klimahaus – Leben im Plus; Bozen: Ed. Raetia 2005
- MARKOVITS, KLAUS: Tiroler Bauernhöfe: bäuerliche Anwesen in Nord- und Osttirol; Innsbruck; Wien: Tyrolia-Verl., 1998
- MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR METEOROLOGIE, <http://www.mpimet.mpg.de/>
- NÖSSING, JOSEF: Gemeinde Kastelruth – Vergangenheit und Gegenwart, Ein Gemeindebuch zum 1.000-Jahr-Jubiläum der Erstnennung der Orte Seis und Kastelruth; Eigenverlag der Gemeinde Kastelruth, 1983
- ÖKOSYSTEM ERDE, <http://www.oekosystem-erde.de/index.html>
- ÖSTERREICHISCHES KLIMAPORTAL ACCC, <http://www.accc.gv.at>
- PASSIVHAUS INSTITUT, Institut für Forschung und Entwicklung hocheffizienter Energieanwendung, <http://passiv.de/>
- POHLER, ALFRED: Alte Tiroler Bauernhöfe; Band 1: Innsbruck: Steiger, 1984; Band 2: Innsbruck: Steiger, 1987
- REINERS, HOLGER: Bauernhäuser umbauen: renovieren, restaurieren, neu gestalten - Wohnen auf dem Lande; München: Callwey, 1995
- REINERS, HOLGER: Umbauen: die besten architektonischen Lösungen für Umnutzung, Erweiterung, Sanierung; München: Dt. Verl.-Anstalt, 2004
- RUDOLPH-GREIFFENBERG, MARTIN: Naturverbundenes Bauen am Berg; Innsbruck; Wien: Tyrolia-Verl., 1986
- SCHEER, HERMANN: Jenseits von Kohle und Atom – Mehr Handlungsmut für erneuerbare Energien; Publikation 09.03.2007, http://www.eurosolar.de/de/images/stories/pdf/SZA-1_07_Scheer_Kohle_Atom.pdf

- SOLARWÄRME, klima:aktiv Programm des Lebensministeriums und Austria Solar, <http://www.solarwaerme.at/>
- STAMPFER HELMUT (HRSG.): Bauernhöfe in Südtirol – Bestandsaufnahmen 1940-1943; Band 1: Ritten; Bozen: Athesia, 1991 2. Auflage; Band 2: Sarntal; Bozen: Athesia, 1993; Band 3: Tschöggelberg; Bozen: Athesia, 1999; Band 4: Regglberg; Bozen: Athesia, 2001; Band 5: Bozner Weinleiten, Überetsch und Etschtal; Bozen: Athesia, 2004
- STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND, <http://www.destatis.de/>
- STERN, NICHOLAS: Stern Review on the Economics of Climate Change, 30.10.2006
- SÜDTIROLER HANDWERKER VERBAND: Der neue Handwerker, April 2007 Nr.1 – Jahr 30
- TREBERSPURG, MARTIN: Neues Bauen mit der Sonne – Ansätze zu einer klimagerechten Architektur; 2., aktualisierte u. erw. Aufl., Wien: Springer 1999
- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE UNFCCC: <http://unfccc.int/>
- VERBRAUCHERZENTRALE SÜDTIROL, <http://www.consumer.bz.it>
- WAIZ, SUSANNE: Auf Gebautem bauen: im Dialog mit historischer Bausubstanz - eine Recherche in Südtirol; Wien [u.a.]: Folio-Verl., 2005
- WIKIPEDIA, Freie Online-Enzyklopädie, <http://wikipedia.org/>
- WIRTSCHAFTSFORSCHUNGSINSTITUT DER HANDELSKAMMER BOZEN: Wie werden die Grundflächen in Südtirol genutzt? Eine Bestandsaufnahme; Studie 1997

8. Bildnachweis

Abb. 1:

http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:The_Earth_seen_from_Apollo_17.jpg, Letzter Zugriff am 11.07.2007

Abb. 2:

http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Sun_climate_system_alternative_%28German%29.svg, Letzter Zugriff am 11.07.2007

Abb. 3:

<http://www.mpimet.mpg.de/typo3temp/pics/31989e64a9.gif>, Letzter Zugriff am 12.07.2007

Abb. 4: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:CO2Anstieg.png>, Letzter Zugriff am 13.07.2007

Abb. 5:

http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Global_Warming_Predictions_Map_2_German.png, Letzter Zugriff am 28.09.2007

Abb. 6:

http://globalwarmingart.com/wiki/Image:Bangladesh_Sea_Level_Risks_png, Letzter Zugriff am 28.09.2007

Abb. 7: LANTSCHNER: Klimahaus, S. 31

Abb. 8: <http://www.spiegel.de/img/0,1020,685811,00.jpg>, Letzter Zugriff am 28.09.2007

Abb. 9: <http://www.raize.ch/Geologie/erdoel/asponews-scenario.gif>, Letzter Zugriff am 28.09.2007

Abb. 10: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:%C3%96lpreis-1985-2006.png>, Letzter Zugriff am 13.07.2007

Abb. 11:

http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Renewable_energy_sources_2005_ver2.png, Letzter Zugriff am 28.09.2007

Abb. 12: ASTAT: Dauersiedlungsfläche in Südtirol 2002, S. 63

Abb. 13: LANTSCHNER: Klimahaus, S. 23

Abb. 14: <http://www.passiv.de>, Letzter Zugriff am 19.07.2007

Abb. 15:

http://www.passivhaustagung.de/Kran/Passivhaus_Kranichstein_Sonne.jpg, Letzter Zugriff am 28.09.2007

Abb. 16: LANTSCHNER: Klimahaus, S. 37

Abb. 17: <http://www.baudeko.net/html/warmedammung.html>, Letzter Zugriff am 29.09.2007

Abb. 18:

http://www.ecoba.de/produktedaemmstoffe/vakuumdaemmung_vakuum_isolationspaneele/, Letzter Zugriff am 03.08.2007

Abb. 19: <http://www.waermedaemmstoffe.com/bilder/twd.gif>, Letzter Zugriff am 03.08.2007

Abb. 20: http://www.luftdurchlaessigkeit.de/images/Bild_040.jpg, Letzter Zugriff am 29.09.2007

Abb. 21: http://www.mawo.at/arge-passivhaus/images/S4_lueftung.jpg, Letzter Zugriff am 06.08.2007

Abb. 22: DBZ: 2 | 2007, S. 72

Abb. 23:

http://www.thermieberatung.de/typen_erdkollektor_gross.jpg, Letzter Zugriff am 07.08.2007

Abb. 24: <http://www.rothheizung.de/Hargassner-Pellets-Heizung.php>, Letzter Zugriff am 09.08.2007

Abb. 25: <http://www.polen4u.de/fenster.htm>, Letzter Zugriff am 29.09.2007

Abb. 26: http://medien.enev-online.de/infos_2005/abbildungen/050913_interpane_5_sgr.jpg, Letzter Zugriff am 29.09.2007

Abb. 27: http://www.solarenergy-shop.ch/index.php?page=MW_Photovoltaike_Netzanlage_Solar, Letzter Zugriff am 10.08.2007

Abb. 28: POHLER: Alte Tiroler Bauernhöfe, Band 1, S. 162

- Abb. 29: Eigenes Foto
- Abb. 30: Eigenes Foto
- Abb. 31: POHLER: Alte Tiroler Bauernhöfe, Band 2, S. 53
- Abb. 32: Eigenes Foto
- Abb. 33: POHLER: Alte Tiroler Bauernhöfe, Band 1, S. 105
- Abb. 34: POHLER: Alte Tiroler Bauernhöfe, Band 2, S. 125
- Abb. 35: POHLER: Alte Tiroler Bauernhöfe, Band 2, S. 85
- Abb. 36: POHLER: Alte Tiroler Bauernhöfe, Band 2, S. 142
- Abb. 37: POHLER: Alte Tiroler Bauernhöfe, Band 1, S. 167
- Abb. 38: POHLER: Alte Tiroler Bauernhöfe, Band 2, S. 157
- Abb. 39: POHLER: Alte Tiroler Bauernhöfe, Band 2, S. 93
- Abb. 40: POHLER: Alte Tiroler Bauernhöfe, Band 2, S. 100
- Abb. 41: POHLER: Alte Tiroler Bauernhöfe, Band 2, S. 110
- Abb. 42: POHLER: Alte Tiroler Bauernhöfe, Band 2, S. 87
- Abb. 43: POHLER: Alte Tiroler Bauernhöfe, Band 1, S. 47
- Abb. 44:
<http://www.passeiertal.it/img/themen/kultur/img/Museum-01.jpg>, Letzter Zugriff am 29.09.2007
- Abb. 45: Eigenes Foto
- Abb. 46: Eigenes Foto
- Abb. 47: POHLER: Alte Tiroler Bauernhöfe, Band 1, S. 110
- Abb. 48: BERGMEISTER: Volkstümliches Wohnen im unteren Pustertal, S. 234
- Abb. 49: BERGMEISTER: Volkstümliches Wohnen im unteren Pustertal, S. 234
- Abb. 50: BERGMEISTER: Volkstümliches Wohnen im unteren Pustertal, S. 234
- Abb. 51: BERGMEISTER: Volkstümliches Wohnen im unteren Pustertal, S. 234
- Abb. 52: BERGMEISTER: Volkstümliches Wohnen im unteren Pustertal, S. 234
- Abb. 53: Eigenes Foto
- Abb. 54: Eigenes Foto
- Abb. 55: Eigenes Foto
- Abb. 56: Eigenes Foto
- Abb. 57: Eigenes Foto
- Abb. 58: Eigenes Foto
- Abb. 59: Profanter Thomas
- Abb. 60: Eigenes Foto
- Abb. 61: Eigenes Foto
- Abb. 62: Heiß Daniel
- Abb. 63: Heiß Daniel
- Abb. 64: Heiß Daniel
- Abb. 65: Heiß Daniel
- Abb. 66: Plunger Paul
- Abb. 67: Eigenes Foto
- Abb. 68: Arch. Ohnewein & Haller
- Abb. 69: Eigenes Foto
- Abb. 70: Eigenes Foto
- Abb. 71: REINERS: Umbauen, S. 31
- Abb. 72: REINERS: Umbauen, S. 30
- Abb. 73: REINERS: Umbauen, S. 34
- Abb. 74: REINERS: Umbauen, S. 33
- Abb. 75: REINERS: Umbauen, S. 35
- Abb. 76: REINERS: Umbauen, S. 35
- Abb. 77: REINERS: Umbauen, S. 32
- Abb. 78: REINERS: Umbauen, S. 126
- Abb. 79: REINERS: Umbauen, S. 127
- Abb. 80: REINERS: Umbauen, S. 130
- Abb. 81: REINERS: Umbauen, S. 128
- Abb. 82: REINERS: Umbauen, S. 131
- Abb. 83: <http://de.wikipedia.org/wiki/Kastelruth>, Letzter Zugriff am 29.09.2007
- Abb. 84: GASSER: 200 Jahre Musikkapelle Kastelruth, S. 19
- Abb. 85: GASSER: 200 Jahre Musikkapelle Kastelruth, S. 22

Abb. 86: <http://www.kastelruth.net/kastelruth.htm>, Letzter Zugriff am 29.09.2007

Abb. 87: NÖSSING: Gemeinde Kastelruth, S. 161

Abb. 88: NÖSSING: Gemeinde Kastelruth, S. 346

Abb. 89: <http://www.seiseralm.it/de/service/media-center/impressionen/8l18.html>, Letzter Zugriff am 29.09.2007

Abb. 90: Eigenes Foto

Abb. 91: Eigenes Foto

Abb. 92: Eigenes Foto

Abb. 93: Eigenes Foto

Abb. 94: Eigenes Foto

Abb. 95: Eigenes Foto

Abb. 96: Eigenes Foto

Abb. 97: Eigenes Foto

Abb. 98: Trocker Friedrich

Abb. 99: Eigenes Foto

Abb. 100: Eigenes Foto

Alle Visualisierungen und Pläne wurden selbst erstellt