

**INHALT:**

	Seite
1. Vorbemerkungen, allgemeine Empfehlungen zur Planung des Dachausbaues, Hinweis auf Bauvorschriften	2
2. Dachausbauten	3
3. Raumklima (Bauphysik)	4
4. Innenausbau	7
5. Porenlüftung	8

ZU BEACHTEN SIND:

1. Der jeweiligen Bauordnung entsprechende Gesetze und Verordnungen
2. ÖNORMEN:
 - B 2215 (Zimmermannsarbeiten)
 - B 2219 (Dachdeckerarbeiten)
 - B 2221 (Spenglerarbeiten)
 - B 3800 (insbesondere 4. Teil = Brandverhalten)
 - B 3801, B 3802 (Holzschutz)
 - B 4000 (2. Teil: Statik)
 - B 4001 (Ständige Lasten und Nutzlasten)
 - B 8110 (Wärmeschutz)
 - B 8115 (Schallschutz)
3. ÖKL-Baumerkblätter:
 - Nr. 43: Bauliche Vorkehrungen für eine sichere Elektroinstallation
 - Nr. 44: Bauliche Vorkehrungen für eine sparsame Energieverwendung in der Landwirtschaft
 - Nr. 45: Konstruktiver Holzschutz
4. ÖKL-Anleitung zur „Ermittlung des Wärmeverlustes, des Heizenergie- und Brennstoffbedarfes“.
5. Darüber hinaus ist zu beachten: „Holz im Dachgeschoßausbau“, Prospekt und Informationsheft von PROHOLZ, Holzinformation Österreich, Urانياstraße 4, 1010 Wien.
6. Akademie für Umwelt und Energie, Laxenburg: Akademie-Info „Bauen und Umwelt“, Nr. 7 („Dachausbau umwelt- und fachgerecht“)

Die ÖKL-Merkblätter werden von den Arbeitskreisen des Österreichischen Kuratoriums für Landtechnik und Landentwicklung, denen Fachleute der jeweiligen Fachgebiete aus allen Bundesländern angehören, ausgearbeitet, und sind für alle AIK-Bauansuchen bindend (Erlaß des BMLF).

Überreicht durch:**Verfasser:** ÖKL-Arbeitskreis Landwirtschaftsbau**Obmann:** MR DI F. Roithner (BMLF)**Bearbeiter:** Univ.-Prof. HR Dr. H. Bartussek, DI V. Pranter,
Ing. G. Prirschl, DI G. Schickhofer, Ing. M. Steiner

5. PORENLÜFTUNG-ANHANG

(Univ.-Prof. HR Dr. H. Bartussek, BAL Gumpenstein)

5.1. Das Prinzip der Bauteildurchströmung

Durch die Temperaturunterschiede zwischen innen und außen in der kalten Jahreszeit entstehen im ausgebauten Dachraum Kräfte, die zur natürlichen Schwerkraftlüftung genutzt werden können. Ein Abluftschacht verstärkt den Antrieb erheblich. Wird der Raumabschluß der Dachschrägen und/oder Decken aus offenporigen Dämmfilzen (Mineralwolle, Polyesterwolle, organische Dämmwollen, mineralisierte Holzwolleplatten usw.) ausgeführt und innen ohne Dampfbremsen luftdurchlässig verkleidet (z.B. stumpf gestoßene Holzschalung), kann durch diese Flächen Luft strömen und somit ein Luftwechsel erzeugt werden. Bei richtiger Detailausbildung liegt die Strömungsgeschwindigkeit im Bereich von einigen mm/sec und damit weit unter der Zugluftgrenze. Die Abbildungen 8 und 9 verdeutlichen die Richtungen der strömenden Luft durch die Dachschrägen und die Dachdecke bei offenem und mittels Drosselklappe bei ganz geschlossenem Abluftschacht (mit NL = Nulllinie wird die Linie des Druckausgleiches bezeichnet; oberhalb herrscht gegenüber außen Überdruck, unterhalb Unterdruck).

Abb. 8: Druck- und Strömungsprinzip bei offenem Abluftschacht

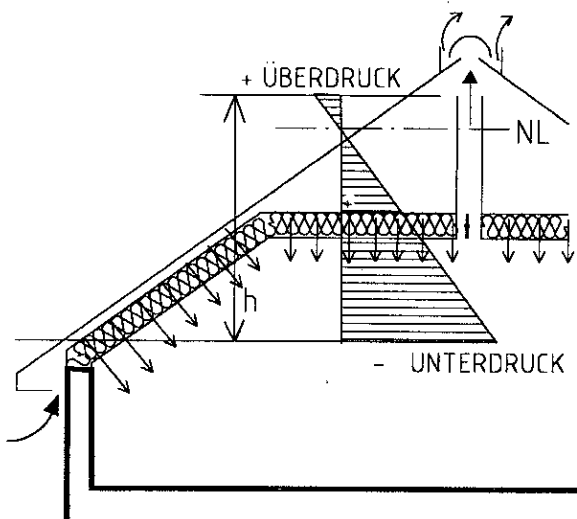
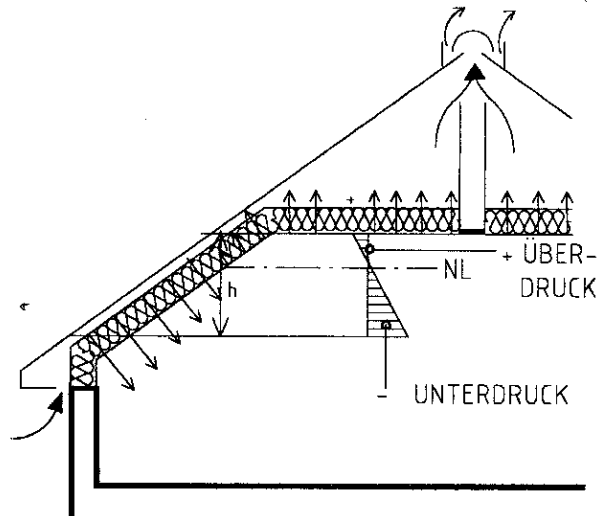


Abb. 9: Druck- und Strömungsprinzip bei geschlossenem Abluftschacht (oder ohne Abluftschacht)



5.2. Wärmehaushalt bei Porenlüftung

Die im Winter ständig nach außen fließende Wärme wird von dem nach innen gerichteten Luftstrom aufgenommen. Dadurch wird die hereinstömende Luft selbsttätig (vom Transmissionswärmestrom) vorgewärmt und es tritt kein Transmissionswärmeverlust auf. Damit verringert sich der Gesamtwärmebedarf. Um diesen Effekt rechnerisch zu berücksichtigen, könnten bei der Heizlastberechnung die Porenflächen mit einem U-Wert von Null in Rechnung gestellt werden (der Lüftungswärmeverlust bleibt vollständig erhalten^{*)}). Auch diejenigen Porenflächen, die von innen nach außen durchströmt werden, also als Abluftflächen dienen (in Abbildung 9 oberhalb der Nulllinie), weisen keinen Transmissionswärmestrom auf^{*)}, da die gesamte innere Bauteiloberfläche die gleiche Temperatur aufweist wie die Innenluft.

5.3. Wasserdampftransport

Porenlüftungsflächen schließen Dampfbremsen aus. Dennoch kann keine Kondensation im durchströmten Bauteil auftreten, durch das kalte Außenluft gleichmäßig nach innen fließt. Während des Durchströmens erwärmt sich die Zuluft und wird relativ immer trockener. Die Diffusionsgeschwindigkeit von Wasserdampf ist wesentlich kleiner als die Strömungsgeschwindigkeit der hereinfließenden Luft. Der Luftdurchgang selbst wirkt dampfsperrend.

^{*)} Die U-Wert-Berechnung für behördliche Belange wird in der Regel konventionell durchzuführen sein, da der nachweisbar durch den Luftdurchgang hervorgerufene dynamische Effekt noch nicht normiert ist.

Bei Porenflächen, durch die warme Innenluft nach außen fließt (in Abbildung 9 oberhalb NL), wird Wasserdampf von der warmen Innenseite zur kalten Außenseite des Bauteils mittransportiert. Die seit 20 Jahren vorliegenden Erfahrungen an zahlreichen Dachgeschoßausbauten (und Stalldecken) zeigen aber eindeutig, daß unter den Gegebenheiten von Dachgeschoßausbauten für Wohnzwecke (einschließlich üblicher Feuchträume) auch hier kein Kondensat auftritt, wenn die nachfolgend angeführten Bedingungen bei den Ausführungsdetails eingehalten werden.

5.4. System-Randbedingungen

5.4.1. ZULUFTFÜHRUNG

Zur Zuluftführung zu den Porenflächen reicht im Sparrenbereich ein lichter Hinterlüftungsquerschnitt von 1 cm Höhe pro Laufmeter Sparrenlänge, mindestens jedoch 4 cm (Abbildung 11). An Traufe und First sind durchgehend offene Schlitze auszubilden (Abbildungen 11 und 13). Luftdurchlässige Decken in der Kehlbalken- oder Zangenebene ohne Dachbodennutzung schließen ebenfalls direkt an den Hinterlüftungsraum (Dachspitz) an. Soll aber der Dachboden genutzt werden, so muß zwischen dem Dachbodenbelag und der Porendecke ein Luftraum bleiben, der an die Hinterlüftung im Sparrenbereich so anzuschließen ist, daß ein ungehinderter Luftaustausch oberhalb der Porenflächen gewährleistet wird (siehe Abbildung 12). Pro 1 m waagrechter Deckenbreite wird mindestens 1,5 cm Hinterlüftungshöhe empfohlen, doch sollten 6 cm nicht unterschritten werden.

5.4.2. ABLUFTFÜHRUNG

Die Abluft kann zwar ständig durch eine Porenfläche abgeleitet werden (Strömungszustand der Abbildung 9), doch lassen sich solche Systeme nicht regeln. Im Hochwinter wird zuviel, in den Übergangsjahreszeiten zuwenig gelüftet. Es ist daher wesentlich günstiger, für die Abluft eigene Ablufschächte vorzusehen (Abb. 8) und diese mit Drosselklappen oder Einlaßjalousien oder -schiebern auszustatten. Bei kleiner Temperaturdifferenz (Herbst, Frühling) ist der Schachtquerschnitt ganz offen, in der kältesten Zeit ganz geschlossen. Im Zwischenbereich wird die Drosselung proportional der Temperaturdifferenz vorgenommen. Mit Stellmotor und Temperaturdifferenzsteuerung läßt sich die Regelung auch automatisieren.

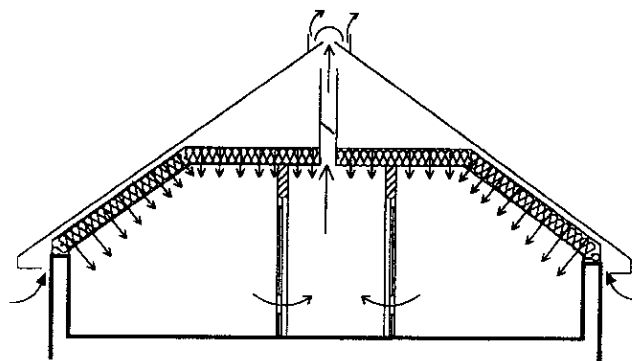
Am einfachsten ist es, ein Abluftrohr direkt in die Raumdecke zu setzen (Öffnung in der Deckenebene).

Man kann aber auch ein Rohr oder einen Schacht in eine Wand einbauen und über eine Wandöffnung mit dem Raum verbinden. Die Schachtmündung muß immer deutlich höher liegen (mindestens 1 m, besser mehr) als die oberste Kante oder Schichte der luftdurchlässigen Flächen. Im kalten Dachraum sind die Rohre entsprechend zu dämmen (ca. 4 cm Dämmfilz).

Man kann jeden einzelnen Raum mit einem entsprechend kleinen Abluftrohr ausstatten und diese Rohre im Dachspitz knapp unter dem offenen First enden lassen (dann braucht man keine Schachtabdeckung, und der Wind kann sich nicht auf das System durch Sogkräfte am Schachtkopf auswirken). Da bei offenen Zimmertüren der gesamte Raumverband einer Dachgeschoßwohnung ein zusammenhängendes Luftvolumen darstellt, müssen die Mündungen aller Abluftrohre in der selben Höhe liegen (niedrigere Mündungen könnten unter der Nulllinie des Drucksystems liegen, wodurch diese Abluftrohre zu Zuluftöffnungen werden und es bei den „Abluft“-Öffnungen dann kalt hereinzieht). Eine vorübergehende mechanische Absaugung (z.B. Küchenabzug oder WC-Lüftung) über Dach stört das Gesamtsystem nicht.

Es ist aber auch eine gemeinsame Abluftführung für mehrere Räume möglich (z.B. vom Badezimmer oder von der Küche aus). Dann müssen jedoch in den Türen zwischen den porenbelüfteten Räumen und dem Raum, von dem aus die Abluft abgeführt wird, entsprechend große Nachströmöffnungen eingebaut werden (Abbildung 10). Mit diesen Öffnungen - sie können nahe dem Boden und mit Sichtschutz (Jalousien) eingebaut werden - ist aber eine Schallübertragung von Raum zu Raum gegeben. Die Öffnungsgröße bemißt sich gemäß den Angaben in Tabelle 5 (S 12), wobei ein Schlitz zwischen Türblatt und Boden mitgerechnet werden kann.

Abb. 10: Zentrale Abluftführung mit Nachströmöffnung



5.4.3. WINDSCHUTZ

Von Wind am Gebäude erzeugter Staudruck darf sich nicht auf die Porenlüftung auswirken. Zu- und Abströmöffnungen der Hinterlüftungsräume oder -kanäle (zwischen den Sparren) müssen daher so ausgebildet werden, daß vom Wind eingedrückte Luft am First wieder herausgesaugt wird. Dachschrägen oder -decken, für die diese Forderung nicht erfüllt werden kann (z.B. Parabetflächen unter Dachflächenfenstern), dürfen nicht in das Porenlüftungssystem einbezogen werden. Solche Flächenteile sind durch Einlegen einer Dampfbremse luftdicht auszubilden. Die Einströmöffnung an der Traufe sollte nur etwa 25 % des Hinterlüftungsquerschnittes zwischen den Sparren aufweisen (bei 4 cm Hinterlüftung 1 cm breiter Einströmschlitz). Sie ist gegen Flugschnee, Laub, Nagetiere usw. mit einem feinmaschigen Gitter zu schützen. Werden gestanzte Bleche dafür eingesetzt, ist der kleinere freie Durchströmquerschnitt des Gitters durch einen entsprechend größeren Schlitz auszugleichen.

Am First muß sowohl die Abluft einer Kaltdachhinterlüftung als auch die Abluft des Porenlüftungssystems und der in die Dachräume eingedrückte Wind ungehindert abströmen können. **Ein Unterdach muß daher am First offen bleiben** (mind. 2 cm breiter durchgehender Schlitz). Ein offener First mit etwa 2 cm durchgehender Abströmbreite (200 cm²/lfm) und beidseitig außen vorgeetzten Windabweisern ist unverzichtbar. Am einfachsten ist es, die Firstkappen etwa 1 cm anzuheben. Die etwa 2 cm vor die derart entstehenden seitlichen Schlitz vorgeetzten Windabweiser verhindern den Eintrag von Regen und Schnee und erzeugen auch auf der windzugekehrten Seite am First einen Sog, der den Aufbau eines Staudruckes in den Hinterlüftungsräumen verhindert. Als Windabweiser haben sich senkrecht stehende Blech- und Faserzementstreifen oder Lärchenbretter bewährt, die an Blechhaken oder Schneefangnasen befestigt werden und einige Zentimeter über die Oberkante der seitlichen Öffnungsschlitz ragen.

Die Erfüllung dieser Auflagen wird mit zunehmender Windhäufigkeit am Standort und Windausgesetztheit der Trauföffnungen im Winter immer wichtiger.

5.4.4. KONDENSATIONSSCHUTZ

Zur Vermeidung von Kondensation in den Hinterlüftungsräumen ist vor allem auf eine gleichmäßige Durchströmung der Porenflächen, auf eine ausreichende Hinterlüftung gemäß vorhergehendem Abschnitt und auf den Einsatz sorptionsfähiger Materialien (Holz, Holzwerkstoffe) im Hinterlüftungsbereich zu achten.

Empfohlen wird daher ein übliches Unterdach aus einer vollflächigen rauhen Holzschalung mit Vordeckbahn (am First 2 cm durchgehend offen lassen!). Unterspannbahnen ohne Sorptionseigenschaften (z.B. Kunststoffolien) müssen vermieden werden.

5.4.5. BRANDSCHUTZ

Die Porenlüftung ist mit dem Einsatz von Gipskarton- oder anderen üblichen luftdichten Brandschutzplatten auf der Innenseite der Dachflächen unvereinbar.

Gemäß Wiener Magistratsabteilung 39, GZ. MA 39-K 14/85 vom 11.01.1985 und Landesstelle für Brandverhütung in Steiermark, Zl. 5729 vom 13.12.1988 wurde folgendem Aufbau einer Porenfläche im Bereich der Dachschrägen die Brandwiderstandsklasse F 30 für eine Brandbeanspruchung von der Innenseite zuerkannt: Zwischen den Dachsparren werden unter dem Hinterlüftungsspalt zwei mal 6 cm Steinwolleplatten (12 cm Dämmstoffdicke^{*)}; Klemmfilze oder Wärmedämmfilze oder leichte Mineralfaser-Wärmedämmplatten) mit versetzten Fugen eingelegt. Die Unterseiten der Sparren werden mit 5 cm dicken magnesitgebundenen Holzwolle-Leichtbauplatten (z.B. Heraklith-M-Bauplatten) bekleidet, wobei die Fugen zwischen den Holzwolleplatten zu verspachteln sind. Als Untersicht (Innenverkleidung) dient eine stumpf gestoßene (durch den Fugenraster luftdurchlässige) gehobelte Holzschalung auf Traglatten (sichtbares Nagel- oder Schraubbild) oder eine Holzschalung mit Nuten auf beiden Seiten und kurzen Stücken Fremdfedern (unsichtbar genagelt; offene Fugen zwischen den Fremdfedern).

Beim Einsatz von Abluftrohren aus Kunststoff, die im Dachraum münden, müssen in der Deckenebene Brandschutzklappen eingebaut werden, wenn zwischen Wohn- und Dachraum eine brandhemmende Trennung vorgeschrieben ist.

5.4.6. VERSTAUBUNG

Auch frische Außenluft ist immer mehr oder weniger mit Staub belastet, der sich beim Durchströmen im Bauteil abgelagert. Porenflächen wirken somit als Staubfilter. Auf Grund der relativ sehr großen Filterfläche bleibt die spezifische Staublast pro m² gering. Mineralfaserfilze und ähnlich strukturierte feinfaserige Materialien können sehr große Feinstaubmengen im Gefüge binden, ohne daß die Luftdurchlässigkeit meßbar abnimmt. In Wohnbauten ist mit einer Funktionsdauer der vorgesehenen Durchströmung zu rechnen, die jedenfalls der Standzeit des Gebäudes entspricht.

^{*)} für einen U-Wert von 0,2 bei konventioneller Berechnung sind 16 cm Dämmstoffdicke nötig.

5.4.7. SORGFALT DER PLANUNG UND AUSFÜHRUNG

Luft strömt entlang dem Weg des geringsten Widerstandes. *Um eine gleichmäßige Durchströmung der luftdurchlässigen Flächen zu erreichen, müssen die Anschlussfugen zwischen Sparren bzw. Kehlbalken oder Zangen und dem luftdurchlässigen Dämmmaterial sowie eventuelle Stoßfugen im Bereich der Dämmung selbst sorgfältig durch Anpressen oder Ausstopfen abgedichtet werden.* Dabei dürfen aber die Hinterlüftungsräume nicht eingengt werden! Da die Innenverkleidungen der Porenflächen ebenfalls luftdurchlässig sind, muß auch auf sonstige mögliche Undichtigkeiten geachtet werden, durch die kalte Außenluft unter Umgehung der eigentlichen bremsenden und wärmerückgewinnenden Dämmschichten in den Raum dringen könnte, so vor allem die Fuge zwischen einem Kniestockmauerwerk (Betonkranz) und der Mauerbank. Solche Fugen müssen durch Einlegen von dauerelastischen Bändern oder mit Silikonkautschuk abgedichtet werden.

Die Elektroverrohrung sollte nicht durch die luftdurchlässigen Dämmschichten durchgeführt werden, da die hierbei entstehenden Löcher in der Dämmung nur schwer abgedichtet werden können. Kann auf Steckdosen und Elektroauslässe im Bereich der Porenflächen nicht verzichtet werden, sollte die Verrohrung im Hohlraum zwischen der Dämmschichte und der inneren Holzverkleidung verlegt werden.

Die Erfahrung zeigt, daß die Professionisten Schwierigkeiten haben, das Prinzip der Porenlüftung zu verstehen und aus eigener Verantwortung heraus die entsprechenden Maßnahmen einer sorgfältigen Arbeit zu setzen. Der Bauherr und/oder Bauleiter muß daher selbst ein besonderes Augenmerk auf die richtige Ausführung legen.

5.5. Anwendungseinschränkungen

Bei Pultdächern, die an höhere Gebäude angebaut sind, entsteht bei senkrechter Anblasung durch Wind nicht nur an der Dachtraufe, sondern auch am First des Pultdaches ein Staudruck. Es wird dann von unten und von oben Luft in die Hinterlüftungsbereiche und somit auch durch die Porenflächen gedrückt, und die Lüftung kann nicht geregelt werden (mit verschlossenem Pultdachfirst und eigenen Abluftschächten aus dem Dachspitz bis in den freien Windströmungsbereich über dem Ortgang des anschließenden höheren Hauses kann auch dieses Problem, allerdings mit erhöhtem Aufwand, gelöst werden).

Hinzuweisen ist auch auf Dachgeschoßausbauten unter Walmdächern: Bei Walmdächern laufen viele Sparrenfelder oben am Walmgrat und nicht am waagrechten First an. Solche Felder müssen entweder vom Porenlüftungssystem ausgespart werden, oder es müssen die Grate genau so mit oben offenem Unterdach, angehobenen Gratabdeckungen und vorgesetzten Windabweisstreifen ausgeführt werden, wie für die Firstausbildung beschrieben.

Schwierig ist auch die Beherrschung der Porenlüftung in Dachgeschoßausbauten, bei denen der Innenraum bis zum First reicht (keine waagrechte Decke im Bereich der Mittelpfette oder der Kehlbalken/Zangen). Wird die gesamte Dachschräge bis zum First luftdurchlässig ausgeführt, müßten Abluftschächte jedenfalls bis über den First gezogen werden (die Schachtmündung muß immer höher liegen als der oberste Teil der Porenfläche; bei mehreren Schächten müssen alle in der gleichen Höhe münden); werden diese Schächte dann gedrosselt oder gar ganz geschlossen, wird die obere Hälfte der schrägen Porenfläche zur Abluftfläche. Zur Vermeidung von Kondensat im Hinterlüftungsraum müssen größere Querschnitte vorgesehen werden (1,5 cm Höhe pro Laufmeter Sparren; 30 % des Hinterlüftungsquerschnittes Öffnungen an Traufe und First). Räume, die (in Teilen) wesentlich höher sind als die übliche Wohnraumhöhe von 2,5 bis 3 m, sind grundsätzlich im Winter konvektionsgefährdet, d.h. daß es durch die Heizung und durch kühlere Wandflächen zu unerwünschten Luftströmungen kommen kann, die Zugluft verursachen. Dieser Effekt kann durch eine Porenlüftung verstärkt werden, da die an der Innenseite ankommende Frischluft kühler als die durchschnittliche Raumluft ist und die Tendenz hat, entlang der überlangen Dachschrägen gebündelt abzufließen. Eine über die gesamte Porenfläche durchgehende Linienheizung (Fußleistenkonvektoren) kann den negativen Effekt kompensieren.

Kann die sorgfältige Ausführung nicht sichergestellt werden (z.B. anonymer Bauherr), sollte vom Prinzip der Porenlüftung Abstand genommen werden.

5.6. Bemessung

Für die Porenflächen selbst haben sich die üblichen Dämmstoffdicken von 12 bis 16 cm feinporigem Dämmfilz sehr gut bewährt (dickere Lagen lassen zu wenig Luft durch und bringen wärmeökonomisch keine Vorteile; siehe oben). Für die Bemessung der Abluftschächte sind die Angaben der Tabelle 5 heranzuziehen. Sie bezeichnen die empfohlenen Schacht- oder Rohrquerschnitte pro m² Wohnfläche.

Tabelle 5:

Abluftschachtquerschnitte in [cm²] pro m² Wohnfläche in Abhängigkeit vom erforderlichen Luftwechsel und der Systemhöhe h (vertikaler Abstand zwischen Unterkante Porenfläche und Schachtmündung)

Luftwechsel [h ⁻¹]	h = 2 m	h = 5 m	h = 10 m
0,5	12	7	4
0,8	19	11	6,5
1	24	14	8

5. 7. Ausführungsdetails

Die Abbildungen 11, 12 und 13 zeigen Details von porenbelüfteten Dachgeschossen an der Traufe, im Bereich der waagrechten Decke und am First.

Abb. 11: Detail Traufe

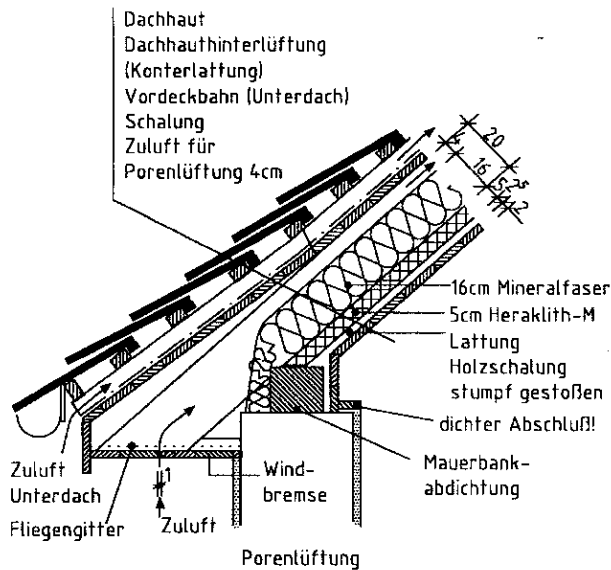


Abb. 12: Detail luftdurchlässige Schräge und Decke

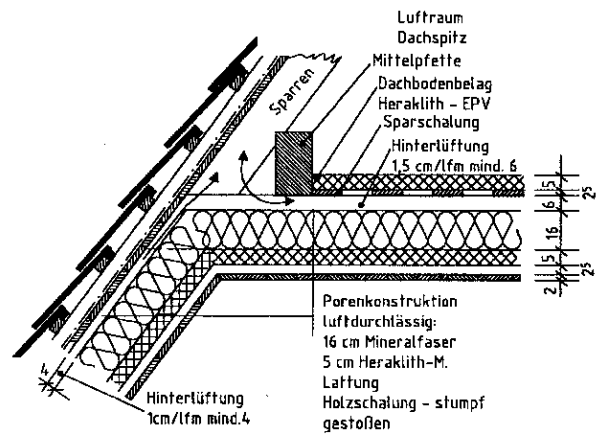
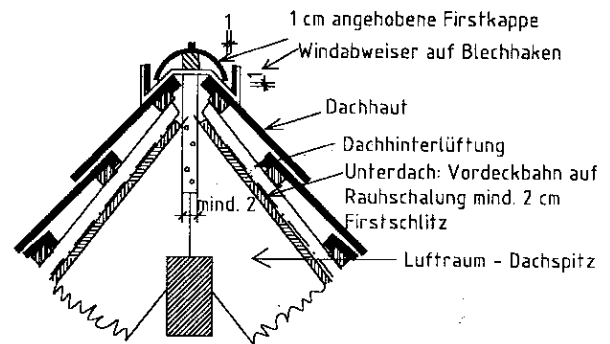


Abb. 13: Detail offener First mit Windabweisern



Alle ÖKL-Merkblätter sind zu bestellen im Österreichischen Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL), Schwindgasse 5, 1041 Wien, Tel.: 01/ 505 18 91; Fax: 01 / 505 18 91-16 oder per e-mail: oekl@edv2.boku.ac.at

Im ÖKL erhalten Sie auch das kostenlose Veröffentlichungsverzeichnis aller ÖKL-Publikationen!