

# Die extensive Dachbegrünung aus bauökologischer Sicht

Autor(en): **Vasella, Alessandro**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **110 (1992)**

Heft 4

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77849>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Die extensive Dachbegrünung aus bauökologischer Sicht

**Die extensive Dachbegrünung gewinnt nicht nur als stadtoökologische, sondern auch als bauwerkserhaltende und damit ökonomische Massnahme an Bedeutung; denn das Flachdach ist nach wie vor ein Problembauteil mit relativ hoher Reparaturanfälligkeit. Der nachfolgende Beitrag stellt gesamtökologische Zusammenhänge dar, hinterfragt die vermehrt angebotenen Begrünungssysteme in bezug auf ihre Umwelt- und Konstruktionsverträglichkeit und beantwortet Fragen zur Baustoffwahl, Konstruktion, Bauphysik und Statik, wie sie sich aus der Komplexität des Bauteiles Dach im Zusammenhang mit einer Begrünung ergeben.**

## Einleitung

Der hohe Versiegelungsgrad der Stadt und insbesondere der Innenstadtbezirke hat unbestritten nachteilige Auswir-

VON ALESSANDRO VASELLA  
BERLIN UND ZÜRICH

kungen auf die allgemeine Umweltsituation sowie auf das Stadtklima und die Lufthygiene im besonderen.

## Umweltschutz in der Stadt

Umweltschutz muss daher gerade in der Stadt sowohl bei der Realisierung neuer Bauvorhaben als auch bei der Instandhaltung vorhandener Gebäude darauf abzielen, die ökologischen, visuell-ästhetischen und sozialen Beeinträchtigungen der Bewohner wirksam und ökonomisch vertretbar auszugleichen.

## Pflanzen am Bau

Pflanzen am Bau können wertvolle Funktionen übernehmen: Sie dienen der Gewinnung von Biomasse, der Regenwasser-Speicherung bzw. -Rückhaltung und wirken sich auf das Mikroklima günstig aus (Lärmdämpfung, Windschutz, Thermik, Kühleffekte, Staubabsorption, Sauerstoffproduktion ...).

Raumwirksam und architektonisch bedeutsam kommt die Pflanze insbesondere als Baum (solitär, gereiht, gruppiert usw.), als Hecke, als Strauch, als Kletterer (Fassade, Pergola) und als Bodendecker zur Anwendung. Von Bedeutung ist dabei, Pflanzen als Lebewesen zu betrachten und sie nicht als objektive Accessoires zu missbrauchen. Auch denkmalpflegerische Aspekte sind bei betroffenen Bauten und deren Umgebung zu berücksichtigen.

Für das Bauen mit der Pflanze am Bau stehen verschiedene ökologische Grundsätze im Zusammenhang. Das betrifft insbesondere den Naturschutz und die Erhaltung seltener und gefährdeter Arten. Dazu trägt das Anlegen oder Erhalten von Lebensräumen und die Wahl geeigneter Materialien und Konstruktionen bei.

## Dach- und Gebäudebegrünung

Dach- und Gebäudebegrünungen entsprechen der umweltpolitischen Zielsetzung, Eingriffe so gering wie möglich zu halten, «tote Flächen» lebendig zu gestalten und vorhandene Beeinträchtigungen zumindest teilweise auszugleichen. In besonderem Masse gilt dies für öffentliche Gebäude.

Der nachfolgende Text ist die nach dem neuesten Kenntnisstand überarbeitete Fassung der im letzten Jahr für mehrere Seminare zur Dachbegrünung erarbeiteten Unterlagen.

## Traditionelle Berliner «Grasdächer»

Dachbegrünungen haben in Berlin Tradition, obwohl die viel zitierten, fast 100 Jahre alten «Grasdächer» ursprünglich einfache Brandschutzmassnahmen durch Erdauftrag auf die durch Funkenflug gefährdeten Flachdächer (sog. Holz-Zement-Dächer) darstellten. Erst durch Samenflug und Vögel entstanden im Laufe der Jahre die viel gerühmten Dachbiotope. Die herausragende Langlebigkeit dieser Dächer hängt in erster Linie zusammen mit der Konstruktionsart – es handelt sich ausschliesslich um hinterlüftete Dächer (Kaltdächer – meist geschosshohe, gut belüftete und nicht gedämmte, d.h. dauerhaft trockene Konstruktionen ohne Kondenswasserprobleme unterhalb der Dachdichtung).

## Nicht durchlüftete Dachkonstruktion

Im Gegensatz dazu sind die hier zur Diskussion stehenden Flachdächer moderner Bauart in aller Regel nicht durchlüftete Dachkonstruktionen (Warmdach) mit beheizten und entsprechend wärmegeprägten Räumen direkt unterhalb der Dachdecke. Diese Konstruktionsart führt durch z.T. unsachgemässe Ausführung zu regelmässigen Undichtigkeiten.

## Empfehlung für Dachsanierungen

Bei der Sanierung dieser Dächer empfiehlt sich grundsätzlich, nach Möglichkeit den Dachaufbau durch eine extensive Begrünung zu ergänzen, die bei entsprechender Ausführung neben den ökologischen auch ökonomische Vorteile durch eine wesentlich höhere Lebenserwartung des Daches bringt.

## Empfehlung für Neubauten

Für Neubauten empfiehlt sich generell die Einplanung von hinterlüfteten Dachkonstruktionen mit extensiver Begrünung (flach oder geneigt), die zwar eine höhere Erstinvestition erfordert, aber in bezug auf die Haltbarkeit und Reparaturanfälligkeit u.a. durch ein günstigeres bauphysikalisches Verhalten in jedem Fall der nicht durchlüfteten Konstruktion vorzuziehen ist.

## Individuelle Lösungen und Umweltverträglichkeit

Jedes Gebäude muss für diese Massnahmen auf Eignung untersucht werden (Statik usw.). Der Vegetationsstandort Dach erfordert als Extremstandort immer eine individuelle Lösung. Die wahllose Anwendung von kompletten Dachbegrünungssystemen, die in letzter Zeit vermehrt auf den Markt drängen, wird hier sehr kritisch betrachtet. Diese Systeme enthalten häufig eine ganze Reihe von Kunststoffen, die für die dauerhafte Funktion und Regeneration der Dachvegetation eher nachteilig sind, ganz abgesehen von der Tatsache, dass die Herstellung und Beseitigung dieser Kunststoffe sehr problematisch für die Umwelt ist und ihre Anwendung schon deshalb auf ein absolut notwendiges Minimum reduziert werden muss.

Durch die Begrünung von Dachflächen kann demonstriert werden, dass auch künstliche Standorte ohne direkten Bodenanschluss durchaus für Begrünung geeignet sind.

Die Dachbegrünung von öffentlichen Gebäuden sollte Bestandteil einer allgemeinen ökologischen Veränderung sein und übernimmt hierbei auch eine Vorbildfunktion. Darüber hinaus spielen ästhetische Aspekte durch jahreszeitlich bedingte Veränderungen des Erscheinungsbildes bei gut einsehbaren und grossen Dachflächen eine wichtige Rolle.

Da bei der extensiven Dachbegrünung die Pflege in Form von Bewässerung oder Mähen entfällt, sind hier jahreszeitliche und langfristige Veränderungen des Dachbiotops direkter erkennbar als an Biotopen anderer Standorte mit Pflege. Kurzfristige Veränderungen zeigen sich durch Trockenfallen von Teilen oder der ganzen Dachfläche in Abhängigkeit von der Länge einer Trockenperiode und von der Wasserspeicherfähigkeit des eingebauten Substrats. Nach einsetzendem Regen dauert es nur wenige Tage, bis die Pflanzen anfangen, sich zu regenerieren. Langfristige Veränderungen zeigen sich bei der Pflanzenzusammensetzung des Dachbiotops: Bestimmte Arten werden trotz sorgfältiger Auswahl bei der Planung nicht überleben. Andererseits siedeln sich durch Samenflug und Vögel andere Arten an, so dass sich die optische Erscheinung des Dachbiotops vorübergehend oder dauerhaft verändert. Auch Tiere finden auf einem Dachbiotop neue Lebensräume oder eine ergänzende Lebensgrundlage.

Durch Dachbegrünungen wird demonstriert, wie Natur, trotz des naturzerstörenden Vorganges des Bauens an sich, durch entsprechende Massnahmen in den Bauprozess einbezogen werden kann. Der Verlust an Vegetationsflächen wird durch diese Massnahmen wenigstens teilweise kompensiert.

## Allgemeine Grundlagen und technische Voraussetzungen

### Extensive Dachbegrünung

Unter einer extensiven Dachbegrünung versteht man die Anlage einer nicht (nur für Kontrollgänge) begehbaren, selbst regenerierfähigen Vegetationsschicht oberhalb der flachen oder geneigten Dachdecke mittels eines technisch einfachen Aufbaus.

In der Regel handelt es sich um eine flächige, niedrige und ausdauernde Vegetationsform, die extreme Trockenperioden und periodische Vernässungen überstehen kann, d.h. um Pflanzengesellschaften aus Ruderalpflanzen, die in der freien Natur nicht kultivierte Stel-

len wie Schuttplätze, Wegeränder usw. besiedeln.

Die Herstellungskosten für extensive Dachbegrünungen liegen höher als diejenigen für herkömmliche Dachkonstruktionen.

### Intensive Dachbegrünung

Im Gegensatz dazu versteht man unter einer intensiven Dachbegrünung partielle oder flächige Begrünungen auf begehbaren und nutzbaren Flachdächern mit Stauden, Gräsern und Gehölzen. Sie erfordern einen differenzierten Bodenaufbau mit entsprechender Be- und Entwässerung oder Wasserbevorratung sowie die ständige Pflege und Zufuhr von Nährstoffen.

Die wesentlichen Merkmale einer intensiven Dachbegrünung sind: Substratschicht mit einer langfristigen Wasserspeicherfähigkeit ab ca. 20 cm; unterschiedlichste Vegetationsformen in Abhängigkeit der Substratdicke; spezieller Aufbau mit entsprechend abgestimmten Pflegemassnahmen und erhöhter Aufmerksamkeit gegenüber einer möglichen Durchwurzelung; eine hohe Belastung des Tragwerkes; die aufwendige Pflege (Bewässerung, Düngung, Schnitt, Spülung der Dachentwässerung, Durchwurzelungskontrolle); hohe Erstellungskosten.

Die Begrünung von Flachdächern bietet neben den positiven ökologischen Auswirkungen eine langfristige wirtschaftliche Alternative zum herkömmlichen, oft problematischen und reparaturanfälligen Flachdachaufbau.

### Ökologische Vorteile

#### Mikrobereich

- Senkung der sommerlichen Temperaturen im direkten Umfeld und in den darunterliegenden Räumen
- Minderung der thermischen Luftströme (Aufwärtsströmungen, die Staubpartikel hochreissen und so zur Staubbelastung beitragen)
- Kühlwirkung im Sommer, Wärmedämmung im Winter
- Schallschluckende Wirkung der diffusen Oberfläche
- Luftreinigung und Bindung von Schadstoffen, Sauerstoffanreicherung und Bildung angenehmer Gerüche
- Erhöhung der Vegetationsfläche; die nicht gemähte Dachvegetation bietet vielen Tierarten Überlebensmöglichkeiten
- Regenwasserrückhaltung und -speicherung und damit Entlastung der Kanalisation und Klärwerke.

#### Makrobereich

Die extensive Begrünung von Dächern sollte aber nicht nur als Einzelmassnahme gesehen werden, die das unmittelbare Mikroklima beeinflusst. In vielfacher Anwendung in der Stadt wird auch langfristig eine positive Veränderung des gesamten Stadtklimas erreicht. Öffentliche Gebäude und Schulgebäude im besonderen übernehmen hier eine Vorzeigefunktion. Diese Gebäude weisen meist grosse Dachflächen auf.

### Ökonomische Vorteile

#### Lebensdauer

Im Vergleich zur herkömmlichen Flachdachdeckung ist die Lebensdauer eines Gründaches erheblich höher anzusetzen, d.h. langfristig führt die Anlage eines Gründaches zur Senkung der Erhaltungsaufwendungen:

#### Geringere Reparaturanfälligkeit

Ein Grund für diese bauökonomischen Vorteile ist darin zu finden, dass Gründächer die Jahres-Temperaturschwankungen auf der Dichtungsebene von rund 100°C auf ca. 30°C senken (bei ca. 10 cm Substrataufbau). Die Reparaturanfälligkeit konventioneller Flachdächer resultiert aber nicht allein aus den extremen Temperaturschwankungen, sondern auch aus der ständigen UV-Strahlenbelastung. Die Temperaturschwankungen führen zu Oberflächenspannungen und damit zu Risbildung und Fugenverschleiss. Die UV-Einstrahlung bewirkt das Ausdampfen der produktabhängig enthaltenen flüchtigen Substanzen (z.B. Bitumenöle, Weichmacher usw.) aus der Dachdichtung. Die Folgen sind Ausmagerung und Versprödung, so dass ein Dehnen und Schrumpfen der Dachkonstruktion zwangsläufig zur Zerstörung der schützenden Dachhaut führt. Bauwerksschäden sind daher vorprogrammiert, laufende Erhaltungsmassnahmen und die Erneuerung der Dachhaut verursachen hohe Kosten. Begrünte Dächer schützen die Dachhaut und die Dachkonstruktion vor UV-Strahlung und verringern die Gefahr vor mechanischer Beschädigung.

#### Sommerlicher Wärmeschutz

Boden- und Pflanzenpolster sind mit einer sich anpassenden Wärmedämmung zu vergleichen. Ein grosser Teil der Sonnenenergie wird zur Wasserverdampfung benötigt, so dass der Wärmeanteil für die Aufheizung der Dachkonstruktion erheblich verringert wird.

Im Sommer führt diese Verdunstungskühle zu einem angenehmen kühlen Innenklima der unter und in unmittelbarer Nachbarschaft zum Gründach gelegenen Räume. In der Heizperiode werden zusätzlich die Wärmeverluste, wenn auch nur geringfügig, verringert.

### Wärmedämmung

Im Winter sind es vor allem die immergrünen Bodendecker, die einen Wärmedämmeffekt besitzen. Die Pflanzen lassen über der Substratschicht ein Luftpolster entstehen und vermindern durch ihre dichte Blattoberfläche den Wärmeverlust durch vorbeistreichenden Wind.

### Regenwasserrückhaltung

Dächer mit einer Neigung von  $\leq 15^\circ$  leiten ca. 80% des Niederschlages direkt ab. Würden diese Dächer hingegen begrünt, läge die Abflussmenge nur noch bei einem Bruchteil des jährlichen Niederschlags. Die Reduktion ist abhängig von der Niederschlagszone und vom Substrataufbau. Der verringerte Abflussbeiwert verzögert also den Abfluss der Niederschlagsspitzen erheblich, entlastet dadurch die städtische Kanalisation und mindert beim Mischsystem die Gefahr des Überlaufens ungeklärter Abwässer in die Vorfluter.

Die Qualität des von einem Gründach abfließenden Regenwassers ist zudem durch die Filterwirkung des Substrats wesentlich besser als bei einem konventionellen Flachdach. Dieses Wasser ist dann aber auch zu schade, um es in der Kanalisation mit Schmutzwasser zu mischen und dem Klärwerk zuzuleiten.

Es ist deshalb als weiterführende Massnahme jeweils am Objekt zu klären, wie sich dieses Wasser anders nutzen lässt (ob Betriebswasser für die Toiletenspülung, Giesswasser im Aussenbereich, Speisung eines Feuchtbiotops, Rückführung ins Grundwasser usw.).

### Hinweise zur Planung und Baudurchführung

Das Dach ist ein ausführungstechnisch komplexer Bauteil, und jede schlecht funktionierende Dachbegrünung – bezogen auf die Dichtung oder die Begrünung – ist ein Beitrag zur immer noch verbreiteten Skepsis vieler am Bau Beteiligter gegenüber dieser aus baulicher und ökologischer Sicht sehr sinnvollen Massnahme.

Für die Planung und Durchführung ist deshalb eine Zusammenarbeit von Hochbauarchitekt und Landschaftsar-

Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen

**BERLIN**

Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen  
Wünterbergische Straße 6, D-1000 Berlin 31 (Wilmersdorf)

#### Brandschutztechnische Anforderungen an begrünte Dächer

Nach § 28 Abs. 1 BauO Bln muß die Dachhaut gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähig sein (harte Bedachung). Das Brandverhalten von Bedachungen ist in der Regel nach DIN 4102 Teil 7 +) nachzuweisen. Diese Prüfnorm ist für die Beurteilung begrünter Dächer – Extensivbegrünungen, Intensivbegrünungen, Dachgärten – ungeeignet. Für die Beurteilung einer ausreichenden Widerstandsfähigkeit gegen Flugfeuer und strahlende Wärme können jedoch die nachstehenden Ausführungen zugrunde gelegt werden:

1. Dächer mit Intensivbegrünung und Dachgärten – das sind solche, die bewässert und gepflegt werden und die in der Regel eine dicke Substratschicht aufweisen – sind ohne weiteres als widerstandsfähig gegen Flugfeuer und strahlende Wärme (harte Bedachung) zu bewerten.
2. Bei Dächern mit Extensivbegrünungen durch überwiegend niedrig wachsende Pflanzen (z. B. Gras, Sedum, Eriken) ist ein ausreichender Widerstand gegen Flugfeuer und strahlende Wärme gegeben, wenn
  - 2.1 eine mindestens 3 cm dicke Schicht Substrat (Dachgärtnererde, Erdschubstrat) mit höchstens 20 Gew.-% organische Bestandteile vorhanden ist. Bei Begrünungsaufbauten, die dem nicht entsprechen (z. B. Substrat mit höherem Anteil organischer Bestandteile, Vegetationsmatten aus Schaumstoff) ist ein Nachweis nach DIN 4102 Teil 7 +) bei einer Neigung von  $15^\circ$  und im trockenen Zustand (Ausgleichsfeuchte bei Klima 23/50 ohne Begrünung) zu führen;
  - 2.2 Gebäudeabschlußwände, Brandwände oder Wände, die an Stelle von Brandwänden zulässig sind, in Abständen von höchstens 40 m mind. 30 cm über das begrünte Dach, bezogen auf Oberkante Substrat bzw. Erde geführt sind.

Sofern diese Wände aufgrund bauordnungsrechtlicher Bestimmungen nicht über Dach geführt werden müssen, genügt auch eine 30 cm hohe Aufkantung aus nichtbrennbaren Baustoffen oder ein 1 m breiter Streifen aus massiven Platten oder Grobkies.

+ ) Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Bedachungen, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

Tabelle 1. Brandschutztechnische Anforderungen an begrünte Dächer (Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen Berlin)

chitekt auf jeden Fall erforderlich, da anderenfalls entweder die Dachdichtung mit Wurzelschutz oder der Substrataufbau und die Pflanzenauswahl zu kurz kommen.

Es ist in der Regel auch nicht ratsam, sich als Bauherr ohne entsprechende Planung direkt an ausführende Firmen zu wenden. Sie sind oft produkt- bzw. systemgebunden und bieten meist nicht die gewünschte individuelle, d.h. auf den Standort abgestimmte Lösung für den Dichtungs- und Vegetationsaufbau an.

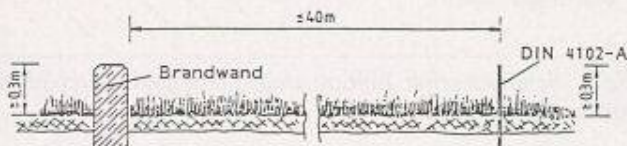
Auch für Selbsthilfe ist die Dachbegrünung nicht geeignet; allenfalls können Nebengebäude wie z.B. Garagen oder Gartenlauben unter fachkundiger Anleitung in Selbsthilfe begrünt werden.

In der Bauordnung ist in der Regel keine Bestimmung in bezug auf begrünte Dächer zu finden. Die Berliner Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen hat deshalb 1989 in Ab-

stimmung mit der ARGEBAU (Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister der Länder – Fachkommission Bauaufsicht) Empfehlungen verfasst, die die Beurteilung des Brandverhaltens solcher Dächer regeln. Diese «brandschutztechnischen Anforderungen an begrünte Dächer» beziehen sich direkt auf den § 28 der BauO von Berlin, wo im ersten Satz vorgeschrieben wird, dass die Dachhaut eines Gebäudes gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähig sein muss. Das nennt man eine harte Bedachung – im Gegensatz zur weichen Bedachung, die z.B. aus Stroh oder Reet bestehen kann (Tabelle 1).

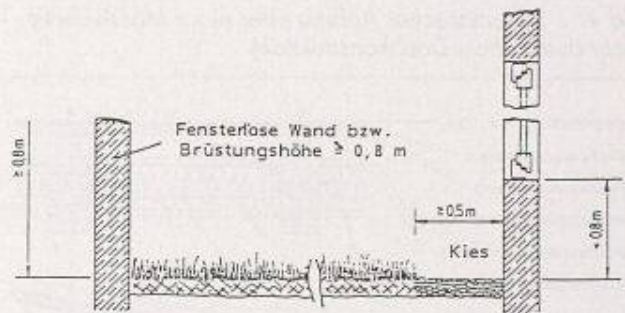
Damit ist definiert, wie der Aufbau einer extensiven Dachbegrünung sein darf, damit er als harte Bedachung im Sinne der Bauordnung eingestuft werden kann.

- 2.3 Vor Öffnungen in der Dachfläche (Dachfenster, Lichtkuppeln) und vor Wänden mit Öffnungen ein mind. 0,5 m breiter Streifen aus massiven Platten oder Grobkies angeordnet wird, es sei denn, dass die Brüstung der Wandöffnung mehr als 0,8 m über Oberkante Substrat hoch ist. Vor Dachausstiegen ist eine Fläche von mind. 1 m x 1 m mit massiven Platten oder Grobkies zu belegen.



Mindestens alle 40 m über das Dach reichende aufgehende Wände mindestens aus Baustoff DIN 4102-A

- 2.4 Bei aneinandergereihten giebelständigen Gebäuden im Bereich der Traufe ein in der Horizontalen gemessener mindestens 1 m breiter Streifen nachhaltig unbegrünt bleibt und mit einer Dachhaut aus nichtbrennbaren Baustoffen versehen ist.



Kiesstreifen vor aufgehenden Wänden mit Brüstungshöhe der Fenster  $< 0,8\text{ m}$



oder mindestens alle 40 m ein Streifen aus Kies oder Betonplatten.



Kiesstreifen um Dachöffnungen (z.B. um Lichtkuppeln)

## Zur Baukonstruktion und Statik

Für die Planung einer Extensivbegrünung ist es erforderlich, die speziellen Eigenschaften, die Möglichkeiten, aber auch die Vor- oder Nachteile der vorhandenen Dachkonstruktion zu kennen.

In aller Regel findet man zwei Grundtypen vor, die einschalige, nicht hinterlüftete Dachkonstruktion (Warmdach) und die zweischalige, hinterlüftete Dachkonstruktion (Kaltdach). Neben diesen gibt es Sonderkonstruktionen, die jedoch nur bedingt oder gar nicht für eine Begrünung geeignet sind.

### Nicht durchlüftete Dachkonstruktion

Das nicht durchlüftete einschalige Dach ist zugleich Dachkonstruktion und Decke des direkt darunterliegenden Raumes. Es ist aus Formteilen oder gegossenem Beton mit meist geringer Neigung und die seit den fünfziger Jahren häufig zur Anwendung kommende Flachdachart (Bild 1).

Auf nicht durchlüfteten Dachkonstruktionen auf schwerer Schale mit oder ohne Wärmedämmung lässt sich eine extensive Begrünung bei Neubauvorhaben ohne Probleme durchführen. Wichtig ist, dass der Statiker bei den Lastannahmen für die Konstruktion die zusätzlichen Lasten über die  $1,0\text{ kN/m}^2$  für eine Kiesschicht hinaus mit weiteren  $1,0\text{ kN/m}^2$  berücksichtigt. Für intensive Begrünungen sollte die zusätzliche Last über der Dichtung bei mindestens  $6,0\text{ kN/m}^2$  liegen (einschliesslich  $3,5\text{ kN/m}^2$  für die dann erforderliche Verkehrslast). Auf Profilblechen, die im Industriebau häufig verwendet werden, d.h. auf leichter Schale, sind nur Extensivbegrünungen mit niedrigen Gewichten zu realisieren. Bei bestehenden Gebäuden ist eine nachträgliche Begrünung ohne Verstärkung der Konstruktion häufig nicht durchführbar.

### Durchlüftete Dachkonstruktion

Das durchlüftete, zweischalige Dach ist eine Konstruktion, bei der zwischen einer oberen und einer unteren Schale ein von aussen belüfteter Dachraum

bzw. Zwischenraum liegt. Das Dampfdiffusionsverhalten innerhalb dieser Konstruktion unterscheidet sich grundlegend von dem der einschaligen Konstruktion: Die Wärmedämmung liegt, von der mehr oder weniger dampfdichten oberen Schale getrennt, auf oder innerhalb der unteren Schale. Wasserdampf, der von innen nach aussen diffundiert, wird bei richtigem Aufbau der Konstruktion, mit abnehmendem Dampfdiffusionswiderstand der einzelnen Schichten von innen nach aussen, nicht gebremst. Er wird von der zwischen Dämmung und Dichtung zirkulierenden Luft ohne Gefahr der Kondenswasserbildung nach aussen transportiert. Die Luftschicht vermindert auch das Temperaturgefälle zwischen innen und aussen. Sie verhindert eine Überhitzung der Konstruktion im Sommer, vermindert aber auch die Auskühlung im Winter, was allerdings bei der Bemessung des Wärmeschutzes rechnerisch nicht in Ansatz gebracht werden darf (Bild 2).

Die durchlüftete Konstruktion ist damit die sicherere der beiden Dachkon-

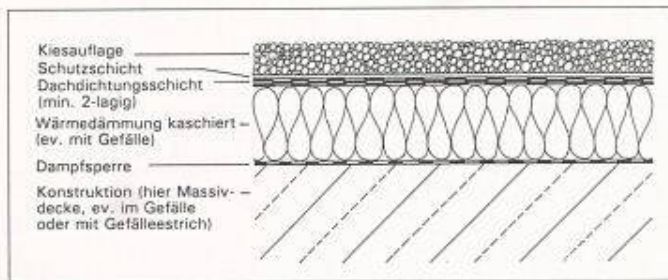


Bild 1. Schematischer Aufbau über einer Massivdecke (nicht durchlüftete Dachkonstruktion)

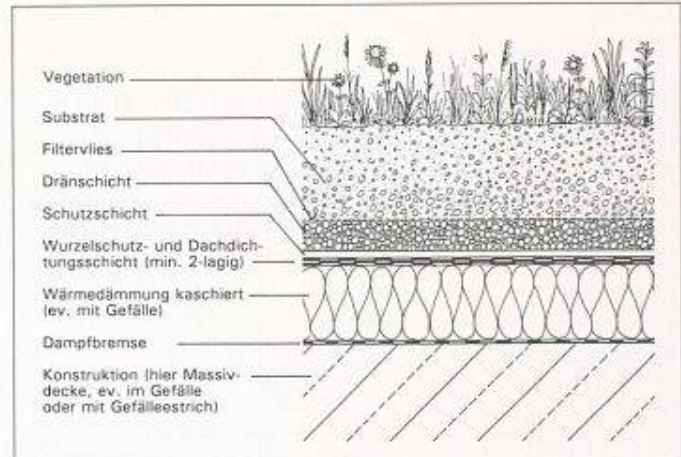
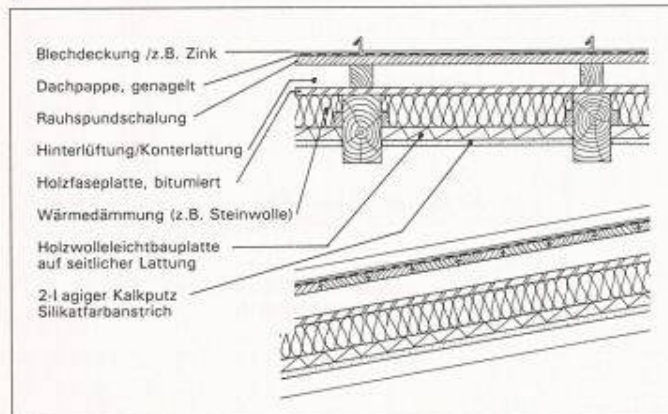


Bild 2. Schematischer Aufbau einer geneigten, durchlüfteten Dachkonstruktion

Bild 3. Schematischer Gründachaufbau über einer Massivdecke (nicht durchlüftete Dachkonstruktion)

struktionsarten und auf lange Sicht gesehen die ökonomischere und ökologischere (vgl. auch unter «Materialwahl aus ökologischer Sicht»).

### Gefälle von Flachdächern

Für eine extensive Dachbegrünung sollte das Dach ein eindeutiges Gefälle von wenigstens 3%, besser noch 3° zu den Einläufen hin aufweisen. Sogenannte 0%-Gefälle-Dächer weisen meist Stellen mit Negativgefälle auf, verursacht durch die Durchbiegung der Deckenkonstruktion. Eine einwandfreie Abführung von Überschusswasser ist an diesen Stellen nicht gewährleistet, darüberhinaus wird bei stehendem Wasser ein unerwünscht starkes Wurzelwachstum, unter Umständen die Ansiedelung von anspruchsvolleren Pflanzenarten (z.B. Baumsämlinge) begünstigt. Trocknen diese Stellen in langen Trockenperioden aus, sterben diese Pflanzen ab oder die ganze Vegetation kippt um, und das Dach verodet mangels Regenerationsfähigkeit dieser Pflanzengesellschaften. In niederschlagsarmen Zeiten sind diese Pflanzen auch in der Lage, auf der Suche nach Wasser meterlange Wurzeln auszubilden. Wenn sich unterhalb der Wurzelschutz- und Dachdichtungsbahnen auch nur geringe Mengen Feuchtigkeit befinden, besteht die Gefahr, dass die Pflanzenwurzeln diese Schichten – insbesondere an den Naht- und Anschlussstellen – durchdringen und so Schäden verursachen. Aus diesen Gründen sind Dachbegrünungssysteme mit Anstau-

bewässerung für extensive Begrünungen nicht geeignet.

Technisch ist es kein Problem, Dächer bis zu 45° zu begrünen. Da jedoch ab 15° Neigung ein erhöhter technischer Aufwand notwendig ist und damit höhere Kosten entstehen, liegt der optimale Anwendungsbereich für die Extensivbegrünung bei 2°–15° Neigung. Nicht immer sind die bautechnischen Anforderungen mit den vegetationstechnischen Belangen identisch; so ist bautechnisch grundsätzlich eine schnelle Wasserabführung wünschenswert, vegetationstechnisch ist die rasche Entwässerung jedoch nur bis zu einer Neigung von 3° notwendig, mit zunehmender Neigung ist eine eher abflussverzögernde bzw. zunehmende Wasserspeicherkapazität erstrebenswert. Hieraus resultiert, dass die individuell zu wählende Zusammensetzung der einzelnen Funktionsschichten die vorhandenen Gegebenheiten berücksichtigen muss.

### Statik und Lastannahmen

Baukonstruktiv ist für die Wahl des Gesamtaufbaues mit den daraus resultierenden zusätzlichen Lasten immer die Statik des Gebäudes bzw. der lastabtragenden Bauelemente massgebend. Bei bestehenden Gebäuden ist deshalb der erste Schritt eine Überprüfung der Lastannahmen, die der Statiker in der ursprünglichen statischen Berechnung getroffen hat. Die Besichtigung des zu begrünenden Daches reicht in keinem

Fall aus, da der Ist-Zustand z.B. durch Reparatur- und Instandhaltungsarbeiten möglicherweise nicht mehr dem Urzustand bzw. den in den Lastberechnungen getroffenen Materialannahmen entspricht. Es kommt beispielsweise oft vor, dass bei Flachdachbauten neuerer Bauart eine Kiesschicht von 4 bis 5 cm – entsprechend 0,8–1,0 kN/m<sup>2</sup> (80–100 kg) – vorgesehen war, die aber entweder nicht eingebaut oder bei der Suche nach Undichtigkeiten entfernt wurde.

Bei Einhaltung der Lastannahmen kann ein entsprechender Aufbau geplant werden, ohne dass der Statiker weiter konsultiert werden muss.

Bei alten Holzdachstühlen ist die Situation oft weniger eindeutig. Bei Baumaßnahmen im Altbaubereich, so z.B. bei Dachgeschossausbauten, ist aber ein Statiker ohnehin erforderlich, der dann die statischen Probleme im Zusammenhang mit der Begrünung ohne weiteres beurteilen und allenfalls notwendige Verstärkungen der Holzkonstruktion berücksichtigen kann.

### Die Funktionsschichten des Gründachaufbaues

Am Beispiel des Aufbaues über einer Massivdecke werden nachfolgend die einzelnen Funktionsschichten eines Gründachaufbaues beschrieben.

## Nicht hinterlüfteter Gründachaufbau

Bei dem hier dargestellten, nicht hinterlüfteten Aufbau ist eine bauphysikalische Besonderheit zu beachten: Der Vegetationsaufbau bewirkt, dass unmittelbar über der Dachdichtung ein Wasserfilm entsteht, der ein Ausdiffundieren von Wasserdampf von innen nach aussen verunmöglicht.

## Wasserdampfdiffusion

Das übliche Dampfdruckgefälle von innen nach aussen wird durch die Begrünung umgekehrt, d.h. von innen in die Konstruktion eindringender Wasserdampf muss auch wieder nach innen ausdiffundieren. Die Diskussion zu dieser bauphysikalischen Besonderheit des Gründachaufbaues ist unter Experten noch in vollem Gange.

Zur Verhinderung einer für die Wärmedämmung schädlichen Wasserdampfdiffusion von aussen nach innen muss auch die Abdichtung selbst zusätzlich die Funktion einer Dampfsperre übernehmen, also einen hohen Diffusionswiderstand aufweisen. Diese Forderung wird durch eine mehrlagige Bitumenabdichtung erfüllt. Zusammen mit der Dampfsperre mit einem ebenfalls hohen Diffusionswiderstand kann die Wärmedämmung dauerhaft vor Diffusionsfeuchte von aussen und von innen geschützt werden. Der für ein Flachdach ohne Begrünung vorgeschriebene Wert von  $\mu \cdot s \geq 100$  m für die Dampfsperre muss beim begrünten Dach auf einen Wert von  $\mu \cdot s \approx 400$  m erhöht werden. Dieser Wert kann weder mit Dichtungsbahnen m1 A10,1 mm ( $\mu \cdot s = 168$  m) noch mit Glasvlies-Bitumendachbahnen ( $\mu \cdot s$  154 m), sondern nur mit hochwertigen Plastomer-Bahnen (PYP bzw. aPP mit  $\mu \cdot s = 400-500$  m) erreicht werden (Bild 3).

## Massivdecke

Da die Massivdecke üblicherweise aus Beton und ohne das erforderliche Gefälle ausgebildet ist, muss das Gefälle in Abhängigkeit der Statik durch einen Gefälleestrich oder durch eine Gefälledämmung hergestellt werden.

## Dampfsperre

Der Einbau der Dampfsperre (ev. mit Dampfdruckausgleich) erfolgt unter Berücksichtigung des erforderlichen Dampfdiffusionswiderstandes einlagig auf einem Bitumenvoranstrich.

## Wärmedämmung

Bei der Wahl der Wärmedämmung ist besonders auf die Material- und Umweltverträglichkeit des Produktes zu

achten. Vorzugsweise sollte hier das gegenüber den geschäumten Dämmstoffen (EPS – expandierter Polystyrolhartschaum) teurere Schaumglas verwendet werden. Schaumglas ist feuchtigkeitsunempfindlich und dampfdicht ( $\mu \cdot s$  bei 6 cm Dicke = 300 m) und wird mit Heissbitumen verlegt. Bei richtiger Verlegung kann auf die Dampfbremse verzichtet werden.

Entlang von Aufkantungungen sollten Eiskeile eingebaut werden. Sie haben den zusätzlichen Vorteil, dass die Dichtungsbahnen an diesen Stellen nicht scharfkantig mit der Gefahr der Bildung von Hohlräumen verarbeitet werden müssen.

## Dachdichtung und Wurzelschutz

Die Dichtungsschicht muss neben der Wasserdichtigkeit auch einen dauerhaften Schutz gegen Durchwurzelung gewährleisten. Zum Thema Wurzelschutz entfacht sich im Zusammenhang mit der Dachbegrünung die wohl kontroverseste Diskussion. Extensiv begrünte Dächer brauchen jedoch nur einen leichten Wurzelschutz.

Für diese Funktionsschicht steht ein sehr breites Produktangebot zur Verfügung. Im wesentlichen handelt es sich um folgende Produktgruppen (vereinfachte Darstellung).

### Bitumendichtungsbahnen

Von diesen Produkten eignen sich für die extensive Dachbegrünung am besten die kunststoffmodifizierten Polymerbitumen-Schweissbahnen mit Einlagen aus Glasgewebe (G) oder Polyestervlies (PV). Diese Bahnen haben den Vorteil, dass sie nach den bewährten Methoden und auch unter schlechten Witterungsverhältnissen verarbeitet werden können.

Man unterscheidet:

**Plastomerbitumen-Schweissbahnen (PYP)**, die aus Bitumen bestehen, das mit ataktischem Polypropylen (aPP – ein thermoplastischer Kunststoff) modifiziert sind. Dieses Material hat einen hohen Dampfdiffusionswiderstand; es ist ohne Beschichtung (Splitt o.ä.) UV-beständig; es weist bei einer guten Verarbeitbarkeit eine hohe Standfestigkeit auch in der vertikalen Verlegung auf (bis 140°C).

**Elastomerbitumen-Schweissbahnen (PYE)**, die aus Bitumen bestehen, das mit Styrol-Butadien-Styrol (SBS – thermoplastisches Elastomer) modifiziert ist. Dieses Material hat einen geringeren Diffusionswiderstand; es ist ohne Beschichtung nicht UV-beständig; es ist

bei einer guten Verarbeitbarkeit kälteelastischer als Plastomerbitumen.

Bitumenbahnen sind als Wurzelschutz umstritten. Polymerbitumen ist aber, wie Untersuchungen an der staatlichen Versuchsanstalt für Gartenbau in Weihenstephan ergeben haben, als Wurzelschutz durchaus gut geeignet.

Negative Ergebnisse zeigten sich bei dem seit einigen Jahren propagierten Prüfverfahren nach FLL, das jedoch unter Fachkreisen z.T. umstritten ist. Es hat zwar keine staatliche Anerkennung, gilt aber als «Stand der Technik».

Positive Erfahrungen ergeben sich jedoch aus der Praxis: Es gibt kaum Schadensberichte über Durchwurzelungen von handwerklich einwandfrei hergestellten Bitumenabdichtungen (vgl. E. Braun in DDH «Dachdecker-Handwerk» vom 3.11.89).

### Hochpolymere Dichtungsbahnen

Auch die Produkte dieser Gruppe werden von den Herstellern als wurzelfest bezeichnet. Ihre Verarbeitung erfolgt nach anderen Verfahren, je nach Produkt mit der thermischen Verschweissung (Heissluft) oder mit dem Quellschweissverfahren (mit Hilfe von Lösungsmitteln). Man spricht auch von sog. «Schönwetterbahnen», da für die Verarbeitung warmes und trockenes Wetter Voraussetzung ist.

Man unterscheidet:

### Thermoplaste

- ECB – Ethylen-Copolymerisat-Bitumen (frei von Chlor und Weichmachern) wird wegen seiner Bitumenverträglichkeit oft als Sanierungsbahn über bestehenden bituminösen Abdichtungen verwendet.
- EVA – Ethylen-Vinylacetat
- PE-C/CPE – Chloriertes Polyethylen
- PIB – Polyisobutylene
- PVC – Polyvinylchlorid, wird von vielen Systemanbietern als einlagige Abdichtung verwendet, ist nicht bitumenverträglich und vor allen Dingen wegen der Chlorkomponente und der verschiedenen Zusätze (insb. Weichmacher) nicht umweltverträglich (Herstellung und Entsorgung sehr problematisch)!

### Thermoplastische Elastomere

- EPM – Ethylen-Propylen-Copolymer
- CSPE/CSM – Chlorsulfoniertes Polyethylen

### Elastomere

- EPDM – Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk

- ER - Polychloropren-Kautschuk
- IIR - Isopren-Isobutylen-Kautschuk
- NBR - Acryl-Nitrit-Butadien-Kautschuk

### Trennschicht

Hierfür werden meistens umweltverträgliche PE-Folien (0,2–0,4 mm) verwendet. Das Material wird lose verlegt, die einzelnen Bahnen grossflächig überlappt. Zweilagig verlegt ergibt sich ein zusätzlicher Wurzelschutz («Angstlage»). Mit einem geringen Kostenaufwand wird so eine zusätzliche Sicherheit erreicht.

### Schutzschicht

Um mechanische Beschädigungen während des weiteren Bauablaufes (wie z.B. Aufprall scharfkantiger Gegenstände, unsachgemässe Gerüstaufstellung, punktförmige Materiallagerung und Überlastung, unsachgemässe Werkzeuglagerung, Gartenbauarbeiten) zu vermeiden und mechanische Einwirkungen in der Folgezeit zu verhindern (wie z.B. durch Randeinfassungen, Pflanzgefässe, Stelzlager) ist die Dachdichtung zu schützen.

Es kommen dafür unterschiedliche Produkte in Frage, die entweder nur die Schutzfunktion übernehmen (z.B. eine dicke Filzmatte 380–500 g/m<sup>2</sup> oder Recyclingprodukte wie Gummigranulatmatten in Dicken von 6–10 mm) oder als Kombinationsprodukte, welche die Schutz-, Drän- und Filterschicht in sich vereinen (meist Kunststoffprodukte mit unterschiedlicher ökologischer Verträglichkeit; teilweise sind auch Recyclingprodukte auf dem Markt).

### Dränschicht

Die Dränschicht besteht entweder aus einem der oben beschriebenen Kombinationsprodukte oder aus einer Schüttung aus gebrochenem Blähton, Blähschiefer, Lava oder Kies (je nach Produkt eine Last von 2–100 kg/m<sup>2</sup>). Die Dränschicht dient nicht nur der schnellen Ableitung überschüssiger Wassermengen, sondern bei Bedarf auch einer erwünschten Wasserspeicherung. Bei entsprechender Zusammensetzung kann auch das Substrat die Dränfunktion übernehmen (einfacher einschichtiger Aufbau).

### Kiesstreifen

Entlang von Aufkantungungen und im Einlaufbereich muss ein 50 cm breiter Streifen aus Grobkies eingebaut werden. Das gewährleistet einen guten Abfluss des Niederschlagswassers (z.B. auch Schlagregen von aufgehenden Wän-

den) und entspricht den brandschutztechnischen Anforderungen (Tabelle 1).

### Filtervlies

Über der Dränschicht wird ein Filtervlies gelegt als Trennung zwischen der Drän- und der Vegetationsschicht. Dadurch wird verhindert, dass feine Bestandteile aus dem Substrat ausgewaschen werden.

### Substratschicht

Für die extensive Begrünung werden als Substrat sehr magere, sandige Böden bzw. Mischungen aus Erde (ohne oder mit nur geringem Humusanteil) und Blähschiefer oder rein mineralische Substrate (z.B. 100% Blähschiefer) verwendet. Die Zusammensetzung ist abhängig von der Belastbarkeit der Konstruktion, von der Lage des Daches und von dem gewünschten optischen Erscheinungsbild der Vegetation. Die geblähten und gebrochenen Materialien erhöhen das Wasserhaltevermögen für Trockenperioden erheblich, verringern die Gesamtbelastung und sichern langfristig das Bodengefüge. Auch das Abstreuen der Substratschicht mit schwarzem Schieferkies hat sich sehr bewährt, da sich auf der Unterseite Kondenswasser bildet. Als Lastannahme für eine ideale, 10 cm starke Substratschicht ist im wassergesättigten Zustand mit 0,7 bis 1,8 kN/m<sup>2</sup> (70–180 kg/m<sup>2</sup>) zu rechnen. Auf Torf oder Kunststoffen als Leichtzuschläge ist aus Umweltgesichtspunkten grundsätzlich zu verzichten. Organische Anteile sind nur für intensive Begrünungen erwünscht.

### Vegetation

Vom individuellen Standort und von der Substratmischung und -stärke abhängig sind verschiedene Pflanzengesellschaften geeignet. Die Vegetation besteht aus einer abgestimmten Mischung aus Sedumarten, Moosen, Gräsern, Wildkräutern und Stauden, die sowohl Trockenperioden als auch Zeiten mit viel Nässe ertragen und überleben. Grassoden und Rasenmischungen haben auf dem extensiv begrünten Dach nichts zu suchen.

Die Erstbepflanzung erfolgt durch Ansaat (Gräser und Kräuter) und/oder Sprossensaat (insbesondere bei Sedumarten) bzw. Bepflanzung (Strukturpflanzung in Kombination mit Ansaat oder als vorkultivierte Vegetationsmatten).

### Erstbepflanzung, Kontrolle und Pflege

In den ersten beiden Vegetationsperioden bedarf es einer regelmässigen Kontrolle und Pflege (dazu gehört auch die

eventuell notwendige Nachsaat) durch die ausführende Gartenbaufirma (Gewährleistung). Danach genügen zwei jährliche Kontrollgänge (Frühjahr und Herbst), bei denen die Einläufe kontrolliert und durch Flugsaat oder Vögel verbreitete Baumsetzlinge entfernt werden müssen. Die ausführende Firma muss verpflichtet werden, die nötigen Hinweise und Anleitungen für diese Wartung zu geben, die im Regelfall vom Hausmeister vorgenommen wird. Der Aufwand für diese Kontrollgänge entspricht dem von konventionell ausgeführten, nicht begrünten Flachdächern.

### Zur Materialwahl aus ökologischer Sicht

Baukonstruktiv geht es bei der Dachbegrünung immer um die zentrale Frage des Wurzelschutzes, dann aber auch um die Materialwahl aus gesamtökologischer Sicht.

Dachbegrünungen sind nur sinnvoll bei konstruktiven Lösungen und der Verwendung von Baustoffen, die aus gesamtökologischer Sicht umweltverträglich sind.

### Dachbegrünungssysteme

Anbieter sogenannter Dachbegrünungssysteme scheinen sich noch wenig um diese material- und gesamtökologischen Aspekte zu kümmern. Es werden standortunabhängige Gesamtpakete vom Wurzelschutz bis zur Pflanze angeboten. Die Gewährleistung zwingt zur Verwendung sämtlicher Komponenten eines Systems. Oft handelt es sich um teure und bezogen auf die verwendeten Materialien z.T. sehr unökologische und auch konstruktiv fragliche Begrünungsvarianten.

Erfahrungsgemäss ist es sinnvoller, individuell und systemunabhängig auf den Standort abgestimmte konstruktive Lösungen für einen Dachaufbau zu entwickeln. So können bei der Materialwahl ökologische Belange besser berücksichtigt und der Aufbau bauphysikalisch optimiert werden.

### Umkehrdach

Zum Beispiel kommt aus ökologischer Sicht das von einigen Systemanbietern verwendete Umkehrdach (Variante der nicht durchlüfteten Dachkonstruktion mit der Anordnung der Dämmschicht über der Dichtung) nicht in Frage wegen der dabei zu verwendenden Dämmstoffe aus Extruderschäum, der nur mit ozonschichtschädigenden Gasen (FCKW bzw. teilhalogenierte Kohlenwasserstoffe) geschäumt werden kann. Dabei sind die auf die ver-



wendeten Polymere (Polystyrol, Polyurethan) bezogenen Umweltprobleme noch gar nicht berücksichtigt.

Das Umkehrdach hat durchaus bauphysikalische Vorteile, denn die Dichtung liegt auf der warmen Seite, und der Taupunkt liegt damit über der Dichtung. Dadurch kann sich unter der Dichtung kein Kondenswasser bilden, wie dies beim herkömmlichen Warmdach möglich ist. Die Pflanzenwurzeln haben daher erst recht keinen Anlass, die Dichtung auf der Suche nach Wasser zu durchdringen. Auch zur Verbesserung der Wärmedämmung eines noch dichten Daches wird in Kombination mit Dachbegrünung das Umkehrdachverfahren angewendet (Bild 4).

**Durchlüftete Dachkonstruktion**

Vom bauphysikalischen und ökologischen Standpunkt ist eine durchlüftete Dachkonstruktion (Kaltdach) mit einer zirkulierenden Luftschicht zwischen Dämmung und Dichtung die optimale, d.h. in bezug auf eine dauerhafte Dichtigkeit mit geringer Reparaturanfälligkeit die sicherste Lösung. Wenn der Luftraum begebar ist, entspricht eine solche Dachkonstruktion dem traditionellen Berliner Gründach mit seiner legendären Haltbarkeit.

Die durchlüftete Dachkonstruktion hat den grossen Vorteil, dass auf die in vieler Hinsicht problematischen Kunststoffe sowohl im Bereich der Dichtung als auch im Bereich der Dämmstoffe ganz verzichtet werden kann, wie es hier am Beispiel eines schwach geneigten Daches dargestellt wird (Bild 5).

Die durchlüftete Dachkonstruktion kann auch bei vorhandenen oder neuen Flachdachkonstruktionen angewendet werden, was allerdings einen höheren konstruktiven und damit finanziellen Aufwand bedeutet.

**Ausführungsbeispiel in Berlin-Neukölln**

Im übrigen gibt es natürlich viele Lösungen, die auch hinsichtlich der Ökologie der Baustoffe einen Kompromiss darstellen. Deshalb sei an dieser Stelle noch ein Ausführungsdetail aus einer 1990 abgeschlossenen Planung vorgestellt (Bild 6).

*Die vorhandene Konstruktion wies folgende Mängel auf:*

- eine mit 6 cm für heutige Massstäbe zu geringe Dämmstärke,
- eine durchhängende Dachdecke (sog. 0%-Gefälle-Dach) mit Wassersäcken neben den Einläufen,

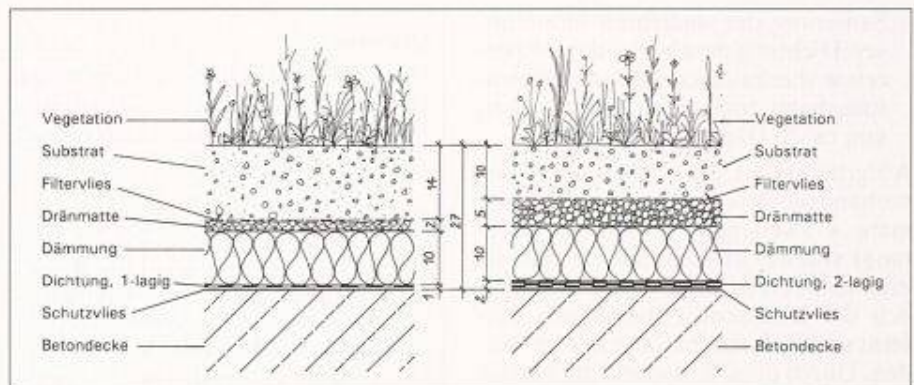


Bild 4. Umkehrdach, Beispiel des Gründachaufbaues in 2 Varianten

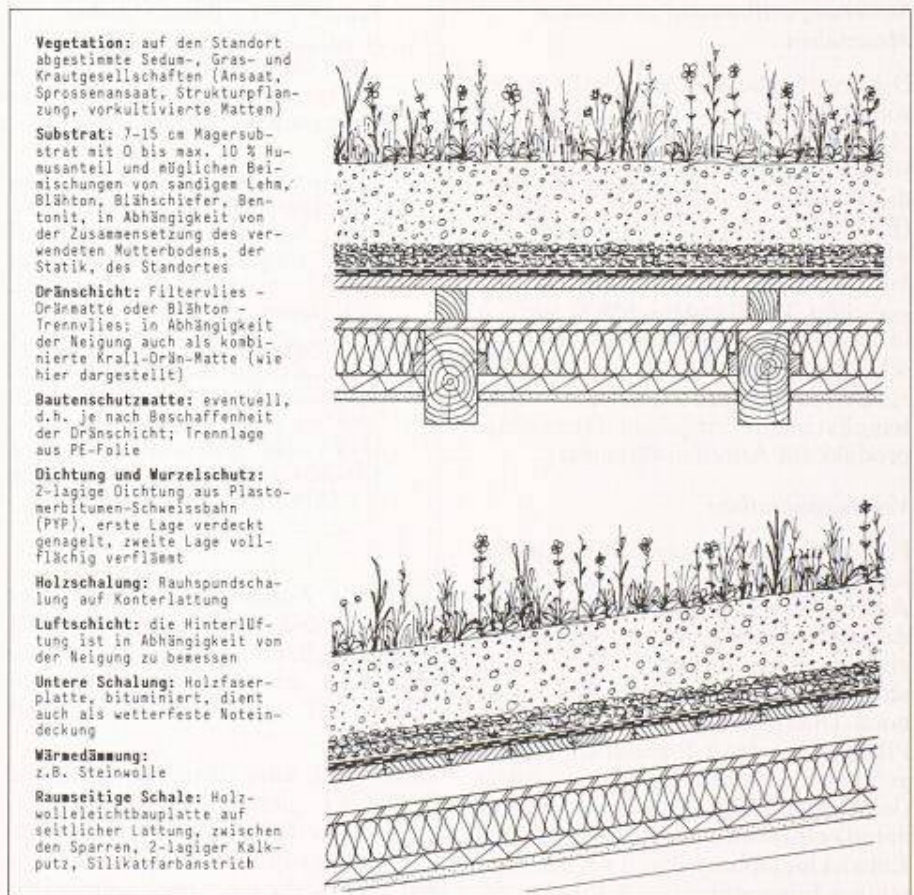


Bild 5. Durchlüftete Dachkonstruktion

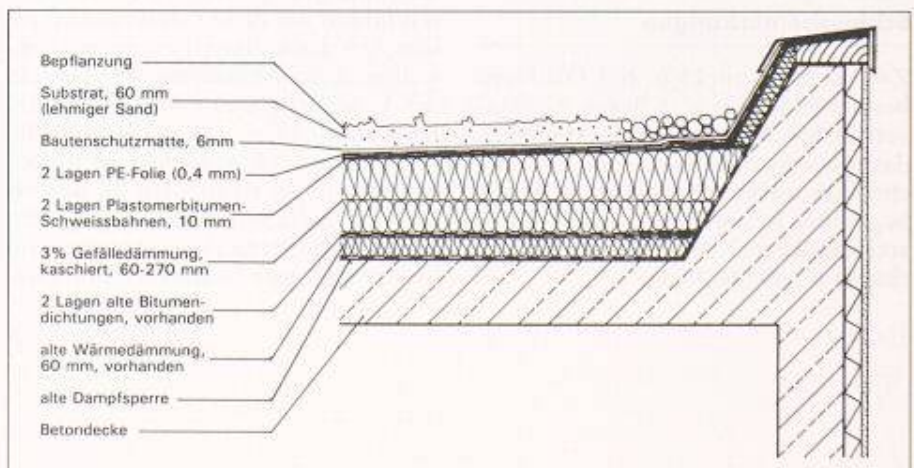


Bild 6. Ausführungsbeispiel Berlin-Neukölln: nicht durchlüftete Dachkonstruktion mit 3%-Gefälledämmung und einschichtigem Vegetationsaufbau ohne Dränschicht

- Sanierung der undichten bituminösen Dichtung durch eine dampfsperrende vlieskaschierte Kunststoffdichtungsbahn und gleichzeitig Einbau von ca. 20 Dämmungsentlüftern.

Aufgrund von Untersuchungen ist der vorhandene Dachaufbau (6 cm Roofmate + zweilagige bituminöse Dichtung) von der ausführenden Firma als erhaltenswert befunden worden. Lediglich die Kunststoff-Folie musste entfernt und als Sonderabfall entsorgt werden. Durch diese Entscheidung konnte das Sondermüllvolumen auf ein Minimum reduziert werden.

#### Sanierungsaufbau und verwendete Materialien

Die ursprüngliche bituminöse Dichtung wurde durchrepariert und diente so als Notabdichtung für die Bauzeit. Das fehlende Gefälle wurde kompensiert durch die Auflage von Gefälledämmplatten (EPS 30, kaschiert). Die Dachfläche wurde dann mit zwei Lagen Plastomerbitumen-Schweissbahn komplett neu gedichtet. Die Randanschlüsse wurden in Zinkblech ausgeführt. Als mechanischer Schutz der Dichtung wurde über einer Trennlage aus PE-Folie eine Bautenschutzmatte eingebaut (Recyclingprodukt aus Altreifen-Granulat).

#### Vegetationsaufbau

Für den Vegetationsaufbau ist für diesen individuellen Fall ein einschichtiger Aufbau ohne Dränschicht gewählt worden. Es ist die Absicht, auf diesem Dach einen Standort für seltene Pflanzen zu schaffen, die in der Stadt sonst kaum noch Überlebenschancen haben. Die Pflanzen wurden z.T. gesät, z.T. einzeln gepflanzt. Das sandige Magersubstrat (leicht lehmhaltig, aber ohne Humusanteil) wird während der Anwachs- und Entwicklungsphase durch ein grobmäsiges Jutegewebe gegen Erosion geschützt.

#### Schlussbemerkungen

Zwischen Architekten und Ökologen besteht leider ein grundlegendes Missverständnis: Viele Architekten denken, dass ökologisches Bauen und gute Architektur unvereinbar sind. Die Dachbegrünung ist nur Teil innerhalb dieses vermeintlichen Konfliktes zwischen Architektur und Ökologie.

#### Literatur

(Auswahl in chronologischer Reihenfolge)

- [1] Minke, G. & G. Wittwer (1983): Häuser mit grünem Pelz. Ein Handbuch zur Hausbegrünung. Fricke Verlag, Frankfurt/M.
- [2] Ohlwein, K. (1984): Dachbegrünung – ökologisch und funktionsgerecht. Biologische und technische Grundlagen – bauphysikalische Auswirkungen – Aufbausysteme – gebaute Beispiele. Bauverlag, Wiesbaden und Berlin.
- [3] Liesecke, H.-J. et al. (1986): Grundsätze für Dachbegrünungen. Schriftenreihe Nr. 7 der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL). Bonn, 3. Auflage.
- [4] Bartfelder, F., D. Gast, B. Riese, A. Vasella (1987): Werkstattbericht Extensive Dachbegrünung. Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Stadtumbau. Berlin.
- [5] Berger, W. (1988): Dachbegrünung als stadtökologische Massnahme zur Umweltverbesserung. Gutachten im Auftrag der Umweltbehörde – Amt für Landschaftsplanung – Steindamm 22, 2000 Hamburg 1.
- [6] Dachbegrünung (1988): Vorträge und Materialien zum Seminar von der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung & Landschaftsbau e.V. (FLL) und dem Bund Deutscher Landschaftsarchitekten (BDLA) am 9. und 10. September 1988 in Berlin.
- [7] Dachbegrünung in Hamburg (1989): Workshop I – Dokumentation. Herausgegeben von der Umweltbehörde Hamburg – Landschaftsplanung – Steindamm 22, 2000 Hamburg 1.
- [8] Vasella, A. mit F. Bartfelder, D. Gast, K.E. Hoffmann (1989): Schulen brauchen grüne Dächer. Herausgegeben von der Senatsverwaltung für Schule, Berufsbildung und Sport, Bredtschneiderstrasse 5, 1000 Berlin 19.
- [9] Köhler, M. (Hrsg.) (1990): Extensive Dachbegrünung, Ergebnisse des Symposiums in der Technischen Universität Berlin. 19. Januar 1990. Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung der TU Berlin, Nr. 76.
- [10] Richtlinien für den öffentlich geförderten sozialen Wohnungsbau in Berlin (Wohnungsbauförderungsbestimmungen 1990 – WFB 1990 –) im Amtsblatt für Berlin Nr. 40 9. August 1991, Kulturbuch-Verlag GmbH, Berlin
- [11] Hochbauinspektorat der Stadt Zürich (1991): Projektierungsunterlagen «Pflanzen am Bau».
- [12] VDD-Industrieverband Bitumen Dach- und Dichtungsbahnen e.V.: abc der Bitumen-Bahnen – Technische Regeln – 1991, Karlstrasse 21, 6000 Frankfurt/Main 1.

Auch die Zusammenarbeit zwischen Hochbau- und Landschaftsarchitekt ist für mich nicht nur im Bereich der Dachbegrünung eine Notwendigkeit, sondern auch für die gebaute Stadtumwelt allgemein.

Wichtig ist ausserdem die generelle Berücksichtigung der Umweltverträglichkeit der Baustoffe, der Konstruktion und der Projekte. Hier stehen wir erst am Anfang einer noch langen Diskussion und Arbeit. Im «Arbeitskreis ökologisches Bauen» bei der Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen führen wir diese Grundsatzdiskussion, um auch einen Beitrag zur umweltbezogenen Bewusstseinsbildung in der Verwaltung und Politik zu leisten. Erste Erfolge dieser Arbeit sind z.B. die «besonderen ökologischen Anforderungen» in den Richtlinien für den öffentlich geförderten sozialen Wohnungsbau in Berlin (vgl. Literatur) und in der Folge auch in den verwaltungs-

ternen Hochbaurichtlinien. Aber diese Veränderungen für den *ökologischen Stadtumbau* brauchen Zeit und intensive Arbeit, bis wir bezogen auf die Umweltdiskussion und die Umsetzung der Erkenntnisse in gebaute Realität die kritische Masse erreicht haben.

Deshalb stelle ich folgendes Zitat des Architekten Aldo van Eyck an den Schluss: «Wir haben keine Zeit zu verlieren. Liefere mir die richtigen Früchte besser etwas unreif als gar keine oder die falsche Sorte überreif. Beeilen wir uns und schalten wir den Stern an, bevor die Sicherungen durchbrennen!» (1959)

Adresse des Verfassers: A. Vasella, dipl. Arch. ETH/SIA, Bauökologe, Knesebeckstrasse 32, D-1000 Berlin 12