

# Fassadenbegrünung und Photovoltaik in der Bestandsanierung am Beispiel des Verwaltungsbaus von SUN

Boris Bott, Roland Krippner, Hartmut Fuchs

Technische Hochschule Nürnberg, Fakultät Architektur  
Postfach, 90121 Nürnberg  
Telefon: + 49 911/5880-2133, roland.krippner@th-nuernberg.de  
<http://www.th-nuernberg.de/AR>

## Ausgangslage

Die auch in Mitteleuropa bereits spürbaren Klimaveränderungen erfordern neue Konzepte in der Architektur. Intelligente Fassadensysteme können hierbei einen wichtigen Beitrag leisten. Ein zukunftsweisender Ansatz liegt in der Kombination von Begrünungstechniken und Photovoltaik (PV) im Bereich der Fassade, da hier eine Reihe von Synergieeffekten zu erwarten sind.

Pflanzen bieten sich als natürliches Gestaltungselement ideal für ein ökologisches Hüllflächenkonzept an. Weltweit kommen Grünfassaden in den letzten Jahren immer häufiger beim Bau moderner energieeffizienter Gebäude zum Einsatz.<sup>1</sup> Aufgrund adiabater Kühlprozesse können Pflanzen auch als natürliche Klimaanlage in Stadt- und Gebäudeplanung eingesetzt werden. Dabei erfüllen sie eine Vielzahl weiterer Funktionen, wie natürliche Luftfilterung von Feinstaub, Aufnahme von Kohlenstoffdioxid, Schallreduzierung etc.<sup>2</sup> Zudem können Temperaturen an Fassadenoberflächen deutlich reduziert werden. (Abb. 1)

Fassaden werden insbesondere im städtischen Kontext aber auch immer wichtiger zur solaren Aktivierung der Gebäudehülle, (Abb. 2) weil u.a. bei mehrgeschossigen Gebäuden häufig die Dachflächen zur Integration von Solartechnik nicht mehr ausreichen. Thermische Solarkollektoren und vor allem PV-Module sind auch wichtige Elemente des solaren Bauens und gelten mittlerweile als selbstverständliche Bestandteile energieeffizienter Gebäude und avancierter Hüllkonstruktionen.<sup>3</sup>

Neben etwaiger ‚Flächenkonkurrenz‘ bestehen in der Kombination von Begrünung und Photovoltaik nicht nur gestalterisch positive Effekte, sondern können sich beide Strategien funktional wirkungsvoll ergänzen. Vor allem kristalline PV-Module reagieren besonders empfindlich auf Temperaturerhöhung, d.h. je kühler die Einbausituation, desto effizienter lässt sich Solarstrom produzieren. So kann gerade in den Sommermonaten, wo viel energiereiche Strahlung vorhanden ist, ein begrüntes Umfeld eine bessere ‚Performance‘ der Photovoltaik ermöglichen.

<sup>1</sup> Vgl. Herzog et al., 2/2016, S. 336-341 und Krippner, 2013, S. 7f.

<sup>2</sup> Vgl. Pfoser et al., 2013, S. 16-19

<sup>3</sup> Vgl. Krippner (Hrsg.), 2016, S. 64-71



Abb. 1 Berlin, Institut für Physik der Humboldt Universität Berlin (2000-2003); Augustin und Frank Architekten, Berlin



Abb. 2 München, Kinderkrippe sowie Kinder- und Jugendfreizeitstätte (2007) Ebe + Ebe, München

Die nachfolgend dokumentierten Untersuchungen und Ergebnisse sind Teil einer Masterthesis<sup>4</sup>, die im Rahmen einer Projektstudie<sup>5</sup> bearbeitet wurde.

## Fassadenbegrünung und Photovoltaik

Die Verbindung von Fassadenbegrünung und PV ist kein komplett neues Arbeitsfeld für Architekten, da diese Kombination bereits in Wettbewerbsprojekten angedacht und auch in Gebäuden vereinzelt realisiert wurde.

Beim Smart Material House „Smart ist grün“, der Beitrag von zillerplus Architekten aus München zur IBA (Internationale Bauausstellung) Hamburg 2013,<sup>6</sup> sind in der Südfassade, in den auch funktional unterschiedlichen Flächenbereichen, begrünte Felder mit Solartechnik kombiniert. Einerseits Solarthermie gleichsam als markant akzentuiertes Traufgesims und die PV-Module als Brüstungselemente, deren dunkel glänzende Farbigkeit einen guten Kontrast zur Bepflanzung darstellt, andererseits dienen Kletterpflanzen als Verschatter und Sichtschutz für die Loggien. (Abb. 3 + 4) Im Beitrag zum Wettbewerb für den Neubau des Türkenwirtgebäudes der Universität für Bodenkultur durch Hertl.Architekten mit AllesWirdGut Architekten und Fritsch · Chiari & Partner ZT GmbH, Wien (2014, 2. Preis) schließt eine „Walm-Sheddach-Dachkonstruktion“ mit Dachknick und ‚Traufbehang‘, komplett belegt mit anthrazitfarbenen Dünnschichtmodulen, den Baukörper mit einer Fassade aus vorgehäng-

<sup>4</sup> Bott, SS 2016

<sup>5</sup> Krippner, 11/2015 – 08/2016

<sup>6</sup> <http://zillerplus.de/project/smart/> <29.01.2017>



Abb. 3 Hamburg, IBA 2013 - Smart Material Houses / "Smart ist grün" (2013)  
zillerplus Architekten und Stadtplaner, München

Abb. 4 Pflanzen in horizontalen Substraträgern und Brüstung mit Dünnschicht (aSi) PV-Modulen

ten, horizontal durchlaufenden Bepflanzungströgen ab. Die funktionale Belegung bleibt im Bereich der baulichen Subsysteme (Dach – PV und Fassade – Begrünung) klar getrennt.<sup>7</sup> Dagegen verschränken STL Architects aus Chicago bei dem Fassadenkonzept für eine "Zero Energy EV Garage" Pflanzen und Photovoltaik auf einem umlaufenden horizontalen Tragsystem, das partiell aus der Senkrechten in die Waagerechte geneigt wird. Während die PV in den Bereichen mit der größten Solarstrahlung angeordnet ist, dient die restliche großflächige Begrünung insbesondere der Verbesserung der Aufenthaltsqualität. Bei diesem Projekt ist der Übergang von Pflanzen und PV innerhalb der mäandernden Flächenbelegung zwar eher fließend vorgeschlagen, letztlich bleiben die beiden Fassadensysteme jedoch separiert.<sup>8</sup> In allen drei Projekten zeigen sich bereits gestalterisch interessante Ansätze, jedoch wird die Kombination von Fassadenbegrünung und Photovoltaik ohne spezifischen Bezug auf die Potentiale von Kühlleistung durch Vegetation zur Leistungsverbesserung der Photovoltaik eingesetzt. (Abb. 5 + 6)

Zur Vorbereitung und Klärung von Kombinationsmöglichkeiten wurden zunächst repräsentative boden- und wandgebundene Systeme im Bereich von Grünfassaden analysiert und systematisiert;<sup>9</sup> für den Bereich Photovoltaik erfolgte eine Grundlagen-

<sup>7</sup> <https://www.competitionline.com/de/beitraege/89896> <29.01.2017>

<sup>8</sup> [http://www.stlchicago.com/stl\\_work/photovoltaic-facade/](http://www.stlchicago.com/stl_work/photovoltaic-facade/) <29.01.2017>

<sup>9</sup> Jakob GmbH, 73760 Ostfildern / Green Solution (Bodengebundene Begrünung); EuroLam GmbH, Wiegendorf / cityLam (Bodengebundene Begrünung, nachführbar); Kramer-Gartenbau, 81927 München / Grüne Wand (Wandgebundene Begrünung); Optigrün international AG, 72505 Krauchenwies-Göggingen / Fassadengarten; Vertiko GmbH, 79199 Kirchzarten / Living Wall

Konventionelle Dämmmaterialien verzögern den Wärmestrom. Das Auskühlen über Nacht wird verlangsamt.

UV - Strahlung und unkontrolliertes Wasser lässt die Fassade altern.

Warme Aufwinde an der Fassade erschweren das natürliche Lüften

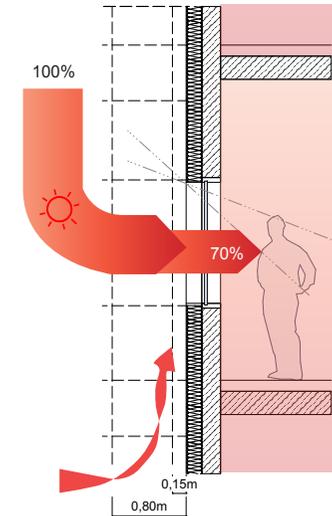


Abb. 5 'Konventionelles' Fassadensystem

Überhitzung der Innenräume wird schrittweise verhindert

30% Reflexion  
50% Wärmeabsorption  
Transpirationskühlung verringert die Temperatur in der Fassadengrenzschicht

Wasser wird kontrolliert geführt

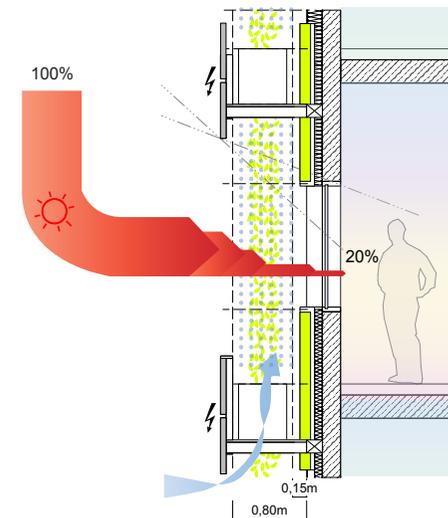


Abb. 6 Fassade mit Photovoltaik und Fassadenbegrünung

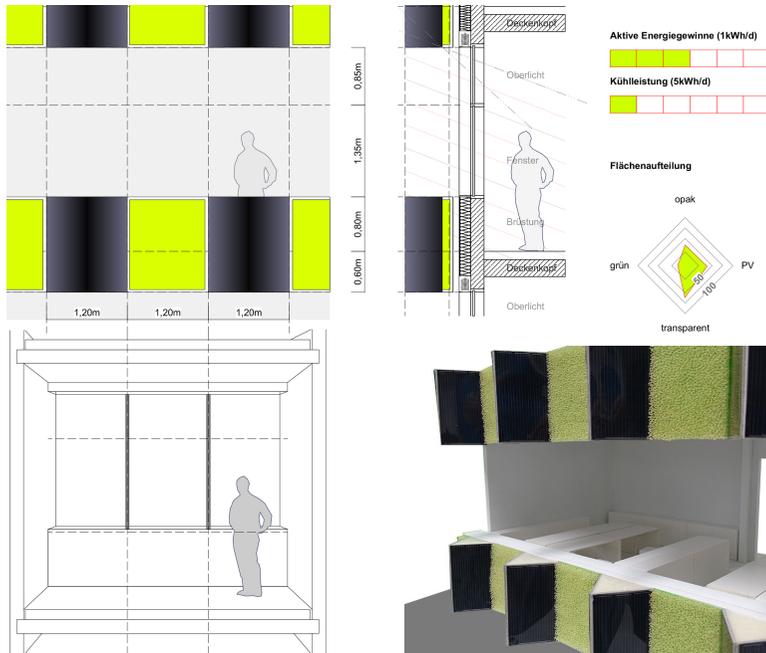


Abb. 7 Untersuchung und Bewertung von Kombinationsmöglichkeiten Fassadenbegrünung und Photovoltaik anhand eines Referenzraums

recherche zu marktgängigen Zell- und Modultypen.

Daran anknüpfend wurden anhand eines Referenzraumes quantitative Betrachtungen zu prinzipiellen Flächenbelegungen in der Fassade durchgeführt und die untersuchten Kombinationen anhand einer Bewertungsmatrix und mittels einfacher Netzdiagramme hinsichtlich ihrer Potentiale analysiert. (Abb. 7) Kriterien waren u.a.: Identifizierung möglichst großer Flächen für Begrünung und Photovoltaik, Berücksichtigung der spezifischen Komponentenanforderungen sowie von Synergie- und Substitutionseffekten. So können durch einen hohen Pflanzenanteil Vorteile wie Feuchtespeicherfähigkeit, Staubfilter, Biodiversität, Lärmschutz genutzt werden und es entsteht zusätzlich eine bessere Kühlleistung. Je größer die PV-Fläche, desto höhere Solarstromerträge lassen sich erzielen.

Ziel dieser Systematisierungsschritte war es Grundtypen zu finden, die sowohl für Fassadenbegrünung als auch Photovoltaik größtmögliche Flächenbelegungen eröffnen, unter Beibehaltung wichtiger Funktionen wie Sonnenschutz, Tageslichtnutzung und Sichtbeziehung nach außen.



Abb. 8 Verwaltungsbaus der Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN)

Typische vertikale Fassadeneinteilungen, wie z. B. bei Bandfassaden, weisen geschlossene Bereiche auf, die zum Einbau von Pflanzen, insbesondere vertikale Substratträger, und PV-Modulen vorteilhaft geeignet sind. Wandgebundene Begrünungssysteme besitzen eine gute Kühlleistung und lassen sich gut auf der opaken Brüstungsfläche montieren, kombiniert zum Beispiel mit ebenfalls in dieser Fassadenzone angeordneter Photovoltaik, deren Module zur Flächenoptimierung vertikal gefaltet und spitz zulaufend angeordnet sind. (Abb. 7) Gerade durch die Variation der Fassadengeometrie können zusätzliche Flächen geschaffen und trotz 'Konkurrenz' sowohl Begrünung als auch PV zur Nutzung von Synergieeffekten großflächig eingesetzt werden. Kletterpflanzen in horizontalen Substratträgern eignen sich dagegen hervorragend als Verschatter für große transparente Flächen (vollverglaste Fassaden). In Verbindung mit semitransparenten Dünnschichtmodulen kann ggf. auf einen konventionellen Sonnenschutz verzichtet werden. Darüber hinaus zeigt sich, dass durch teilweises Überdecken der Aperturfläche ein ausgeglicheneres Verhältnis zwischen transparenten (Ausblick und Tageslichtnutzung) und opaken (Schutz vor Überhitzung im Sommer) Flächen erreicht werden kann.

Am Beispiel des Verwaltungsbaus der Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN), von Schweighöfer + Wallfrat Architekten 1995 realisiert, wurden ausgewählte Integrations- und Kombinationsmöglichkeiten zeichnerisch und anhand von Modellstudien im Maßstab 1:20 detaillierter untersucht. Durch das klare und systematische Fassadenkonzept ist bei diesem Gebäude auch eine einfachere Übertragbarkeit der Konzepte auf andere Verwaltungsgebäude gegeben. (Abb. 8) Das letztlich ausgearbeitete und baukonstruktiv vertiefte Konzept nimmt Bezug auf die vertikale Zonierung der Bestandsfassade und sieht eine vollflächige Belegung mit einem wandgebundenen Begrünungssystem im Brüstungsbereich vor.



Abb. 9 Visualisierung Fassadenkonzept Begrünung mit Photovoltaik am Beispiel des Verwaltungsbaus von SUN in Nürnberg



Abb. 10 Wirksamer Sonnenschutz bei gleichzeitig guter Tageslichtversorgung und großflächigen Innen-Aussen-Bezug.

Auf Abstand sind davor einachsrig nachführbare PV-Module montiert, die als Sonnenschutz fungieren und in dieser Anordnung wirksam hinterlüftet sind. (Abb. 9) Neu eingeführt werden vertikale Bänder, die einerseits die Grünfläche signifikant erweitern, ohne Tageslichtnutzung und Bezug zwischen innen und außen einzuschränken, andererseits zusätzlich die Option für den Einsatz von dezentralen fassadenintegrierten Lüftungssystemen ermöglichen.<sup>10</sup> (Abb. 10)

## Fazit

Im Vergleich mit der Bestandssituation wird deutlich, welche enorme funktionale und gestalterische Verbesserungspotentiale bestehen. Diese erstrecken sich auf Sonnen- und Wärmeschutz sowie solare Aktivierung der Fassade. Für die Begrünung zeigt neben der Belegung der Brüstungszone eine Drehung (um bis zu 45°) aus der Fassadenebene im Bereich der Verglasung sich als wirkungsvolle Maßnahme zur Flächenvergrößerung ohne den Innen- und Außenbezug einzuschränken. Für die horizontalen PV-Lamellen ist zusätzlich durch die reduzierten Temperaturen in der Einbausituation eine wirkungsvolle Hinterlüftung gegeben.

Die Ergebnisse dieser ersten Ab- und Einschätzungen müssen in weiteren Schritten durch experimentelle Untersuchungen und Gebäudesimulationen validiert werden. Indessen konnte bereits bestätigt werden, dass für energieeffiziente (Bestands-) Bauten in der Kombination von Begrünung und Photovoltaik zahlreiche bisher wenig genutzte Potentiale liegen.

## Hinweise

- Boris Bott: Fassadenbegrünung und Photovoltaik in der Bestandssanierung am Beispiel des Verwaltungsbaus von SUN. Masterthesis an der Fakultät Architektur, Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, SS 2016. Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Roland Krippner, Prof. Dipl.-Ing. Hartmut Fuchs. Die Arbeit wurde im Dezember 2016 mit dem Innovationspreis Erneuerbare Energien (1. Preis) der Frank Seuling Stiftung ausgezeichnet.
- Herzog, Thomas; Krippner, Roland; Lang, Werner: Fassaden Atlas. Edition Detail. München 2/2016.
- Krippner, Roland: Innovative Fassadenlösungen für energieeffiziente Gebäude. In: 19. Internationales Holzbau-Forum (IHF 2013). "Aus der Praxis - Für die Praxis". Band II, 5. und 6. Dezember 2013. Hrsg. v.: forum-holzbau. Biel/Bienne. Tagungsband. Biel/Bienne 2013, S. 1–11.
- Krippner, Roland (Projektleitung): Entwicklung eines Hüllflächenkonzepts für die Bestandsgebäude der Stadtentwässerung und Umwelanalytik Nürnberg (SUN) unter Einsatz von Grünfassaden und dezentraler Gebäudetechnik. Förderung: Stadtentwässerung und Umwelanalytik Nürnberg (SUN). Bearbeitung: Jan Serode; Boris Bott. Nürnberg 11/2015 – 08/2016.
- Krippner, Roland (Hrsg.): Gebäudeintegrierte Solartechnik. Architektur gestalten mit Photovoltaik und Solarthermie. Detail green books. München 2016.
- Krippner, Roland (Projektleitung): Einsatz von Grünfassaden zur Reduzierung des Kühlenergiebedarfs fassadenintegrierter dezentraler Gebäudetechnik in Schul- und Verwaltungsgebäuden. Förderung: Projektträger Jülich, Energietechnologien / EnOB - Energieoptimiertes Bauen (Projektskizze in Beantwortung, 08/2016)
- Pfoser, Nicole; Jenner, Nathalie; Henrich, Johanna; Heusinger, Jannik; Weber, Stephan: Gebäude Begrünung Energie. Potenziale und Wechselwirkungen. Forschungsbericht. Darmstadt 2013.

<sup>10</sup> Krippner, 08/2016