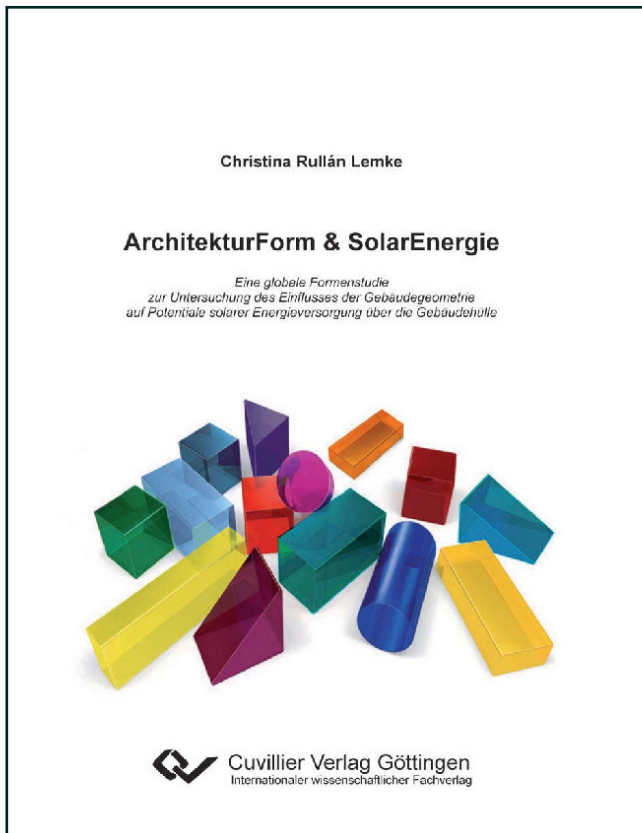




Christina Rullán Lemke (Autor)
ArchitekturForm & SolarEnergie

*Eine globale Formenstudie zur Untersuchung des Einflusses der
Gebäudegeometrie auf Potentiale solarer Energieversorgung über
die Gebäudehülle*



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/723>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Problemaufriss und Motivation

Die Lösung der Aufgabe, global und in langfristigen Zeiträumen die Versorgung der Weltbevölkerung mit Energie zu sichern, stellt uns heute vor eine der größten Herausforderungen der Menschheitsgeschichte. Das Energieversorgungsproblem zählt zu den drängendsten Fragestellungen des 21. Jahrhunderts und ist aufgrund seiner direkten Wechselbeziehungen zu demographischen Entwicklungen und Klimawandel von zentraler Bedeutung. Die exponentiell wachsende Weltbevölkerung führt zu einem stetig steigenden Weltenergieverbrauch. Dieser wird zu rund 90%¹ durch den Einsatz fossiler Energieträger gedeckt, was auf lange Sicht zu einer Verstärkung des Klimawandels führt, vor allem aber auch zur Folge hat, dass sich die weltweite Schere zwischen Arm und Reich weiter öffnet und zukünftigen Generationen irreversible Schäden am Ökosystem und in den globalen Kreisläufen hinterlassen werden.

Die Zukunftsvision einer Welt ohne Hunger und Trinkwasserknappheit, vor allem ohne Krieg, ohne Ungleichverteilung des Zugangs zu Information und Bildung sowie ohne eine überlebensbedrohende von Wald- und Artensterben begleitete Umweltverschmutzung, ist in erster Linie von der Lösung des Kernproblems - einer nachhaltigen Lösung der Energieversorgungsfrage - abhängig.

Allein aufgrund der Endlichkeit seiner Ressourcen kann ein auf fossilen Energieträgern beruhendes System keine nachhaltige Lösung bieten. Die Nutzung regenerativer Energiequellen im globalen Maßstab wird derzeit mit den Argumenten behindert, es sei sowohl technisch als auch wirtschaftlich nicht realisierbar.

¹ [EIA (2008), S. 155]

Diverse Potentialstudien² konnten jedoch aufzeigen, dass eine globale Energieversorgung allein aus regenerativen Energiequellen unter Annahme typischer Lernkurven neuer Technologien sowohl technisch als auch wirtschaftlich noch in diesem Jahrhundert ohne Einschränkungen in Komfort, Lebensstandard oder industrieller Kapazität möglich ist. Folgende Entwicklungen werden hierfür als notwendig erachtet:

- Umstellung der zentralen auf eine dezentrale Energieversorgungsstruktur
- Zusammenschluss von Kleinstkraftwerken zu einem virtuellen Großkraftwerk
- überregionaler Zusammenschluss und Austausch
- Entwicklung einer entsprechenden Kommunikationstechnologie
- vorausschauendes Last-Management mittels Wettervorhersagemodellen
- Anpassung des Verbrauches an das Angebot (smart metering)
- Änderung der tageszeitspezifischen Strompreise
- Entwicklung neuartiger verlustfreier Speichertechnologien
- stetige Verbesserung der technologischen Wirkungsgrade
- große Technologievelfalt für mehr Versorgungssicherheit
- Effizienzsteigerung in Gebäudesektor, Industrie und Mobilität
- Weiterentwicklung der Elektromobilität,
- Gebäudeautomation,
- solaren Klimatisierung,
- Wärmepumpe und
- Brennstoffzelle.

Durch diese Maßnahmen können fortschreitende Energiesubstitution und zunehmende Energieeffizienz eine nachhaltige Entwicklung zu einem ökonomischen, ökologischen und sozialen Gleichgewicht führen.

Mit dem steilen und stetigen Anstieg der Preise für konventionelle Energieträger als Folge weltweit steigender Nachfrage bei gleichzeitig schwindenden Ressourcen sowie bei Einbeziehung aller Folgekosten, die direkt oder indirekt durch Nutzung fossiler Energieträger entstehen, zeichnet sich zudem immer mehr ab, dass sich bereits in absehbarer Zeit das Argument der Wirtschaftlichkeit umkehren könnte. Dies wird spätestens mit Erreichen der Netzparität der Fall sein, da von diesem Punkt an die Gestehungskosten für fossile Energieversorgung weiter steigen werden, während die regenerative Energiebereitstellung kontinuierlich kostengünstiger wird. Dies ist auf preissenkende Effekte einer sich zunehmend etablieren-

² Verschiedene Szenarien und Energieversorgungsstrukturen wurden beispielsweise in folgenden Projekten untersucht: „Long-Term-Integration of Renewable Energies into the European Energy System and its Potential Economical and Environmental Impacts (LTI)“, „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“ und „Energy Rich Japan“. Die Simulationen zeigen, dass einer solaren Vollversorgung innerhalb der nächsten 60 Jahre keine prinzipiellen technischen oder finanziellen Hindernisse entgegenstehen.

den Massenproduktion zurück zu führen, als auch auf die Tatsache, dass lediglich Technologiekosten, aber im laufenden Betrieb keine Brennstoffkosten anfallen.

Mit Hinblick auf die verbleibende Reichweite des weltwirtschaftlich derzeit wichtigsten Energie-Rohstoffes Erdöl bis Mitte dieses Jahrhunderts³ wird deutlich, dass die Entwicklung globaler Lösungsstrategien drängt. Anderenfalls droht eine weitere Weltwirtschaftskrise gefolgt von sozialen Folgen wie Verarmung, Hunger und Krieg. Um einem solchen Szenario vorzubeugen, wird weltweit und fachübergreifend intensiv im Bereich Energieforschung nach Lösungen gesucht, insbesondere im Bereich der Technologien zur Energiegewinnung, Energiespeicherung und Energieumwandlung.

Die größten Fortschritte stammen hierbei aus den Disziplinen der Ingenieur- und Naturwissenschaften. Die Erfindung und Entwicklung von eigenständigen Lösungsansätzen, wie z.B. Photovoltaik, Brennstoffzelle, Wärmepumpe oder das Elektroauto, stellen jeweils einen wichtigen Baustein für das Gesamtbild eines erstrebenswerten Zukunftsszenarios dar und werden von Physikern, Chemikern, Elektrotechnikern, Maschinenbauern und Thermodynamikern vorangetrieben.

Eine vergleichbare Forschungstradition gibt es im Bauwesen nicht. Aufgrund seiner Kleinteiligkeit verfügt man hier auch nicht über entsprechende Forschungsetats wie sie z.B. große Konzerne der Automobil- oder Luftfahrtindustrie für Forschungsprojekte bereitstellen.

Die verschiedenen Potentialstudien heben jedoch gerade den Gebäudesektor als Schlüsselbereich einer zukünftigen solaren Vollversorgung hervor. Dies hat mehrere Gründe. Zum einen liegt hier ein großes Rationalisierungspotential, da ein Großteil des Weltprimärenergiebedarfes im Zusammenhang mit Gebäuden anfällt, welcher mindestens vergleichbar mit der Nachfrage der anderen großen Sektoren Industrie und Mobilität ist⁴. Aufgrund der langen Standzeiten und Sanierungszyklen im Bauwesen gilt zudem jedes heute errichtete Gebäude, das nicht zukünftigen Ansprüchen an Energieeffizienz und solare Nutzung entspricht, für viele Jahrzehnte als Hemmnis. Ein weiterer Grund liegt darin, dass Gebäude in großflächigem und direktem Kontakt mit den zu nutzenden regenerativen Umweltenergien stehen. Es bietet sich geradezu an, die großen Mengen an bislang ungenutzt auf unsere Gebäude einfallende Solarenergie zu aktivieren. Des Weiteren steht zu befürchten, dass die in anderen Disziplinen unter größtem Aufwand erzielten Erfolge durch den Einsatz in einem nicht ebenfalls optimierten architektonisch-städtebaulichen Kontext wieder zunichte gemacht werden könnten. Sofern beispielsweise an Gebäuden nicht durch einen optimierten Entwurf ausreichend geeignete solare Empfangsflächen zur Verfügung gestellt werden, werden die voran-

³ Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie schätzte die Reichweite für Erdöl im Jahr 2006 bei statischer Betrachtung auf 42 Jahre [BMW (2006); S. 6]

⁴ So lag 2007 der Endenergieverbrauch der USA für private Haushalte und Kleinverbraucher (Einrichtungen mit ähnlichem Energiebedarf wie privaten Haushalte, dazu gehören Gebäude der öffentlichen Verwaltung, Krankenhäuser, Gastronomiebetriebe, Kaufhäuser, etc.) bei 39%, Industrie 32% und Transport 29%. [EIA 2007, S. 36]

gegangenen Anstrengungen zur Steigerung des Wirkungsgrades einer Photovoltaik-Zelle nachträglich bedeutungslos.

Daher ist es umso erstaunlicher, dass diesbezüglich aus dem Forschungssektor der Architektur und Stadtplanung bisher kaum Lösungen mit wissenschaftlichem Ansatz hervorgegangen sind. Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag leisten, um diese Forschungslücke im Teilbereich der solaren Gebäudeformen zu schließen. Es wird aufgezeigt, dass durch entsprechende Überlegungen in der frühen Planungsphase allein durch die solare Entwurfsoptimierung der Gebäudeform solare Ertragssteigerungen von über 100% möglich sind. Dieses enorme bisher ungenutzte Potential kann – zumindest im Neubau – ohne zusätzlich anfallende Kosten allein durch vorausschauende Überlegungen in der frühen Planungsphase erschlossen werden. Vor dem Hintergrund, dass zur photovoltaischen Wirkungsgradsteigerung jedes Prozent mit milliardenschweren Investitionen erkauft werden muss, wird das Potential der solaren Formoptimierung besonders deutlich.

Im Rückblick auf das 20. Jahrhundert ist festzustellen, dass verschiedene konzeptionelle Entwicklungen der Architektur der Moderne zur Vernachlässigung der Energiefrage im Entwurf geführt haben. Als wichtigster Aspekt ist hier die Abkehr von regionalen, als reaktionär verpönten, aber klimatisch angepassten Baustilen zu nennen. Bei dieser Entwicklung wurde verdrängt, dass zur Minimierung von thermischen Verlusten und Maximierung der Nutzung lokal vorhandener Umweltenergien eine auf den Standort bezogene entwurfliche Reaktion grundlegende Voraussetzung ist. Diese energetisch sinnvolle Regionalisierung gab man zugunsten neuer Strömungen der Internationalisierung und Globalisierung auf, die zu einem schablonenartig übertragbaren Baustil und der Errichtung gleichartiger Gebäude unter unterschiedlichsten klimatischen Bedingungen führte. Durch die Entwicklung einer weiteren Reduktion der Baumasse bei fortschreitendem Verglasungsanteil wurde die Bereitstellung eines komfortablen Raumklimas in zunehmendem Maße von Klimaanlageanlagen und einem damit einhergehenden steigenden Energiebedarf abhängig. Die Entwicklung ging so weit, dass die meisten der heute erstellten Gebäude ohne eine entsprechende, stetig laufende und aus fossilen Quellen gespeiste Energiezufuhr nicht mehr gebrauchstauglich sind. Aufgrund ihres langen Lebenszyklus werden diese Gebäude aber auch im nächsten Jahrhundert noch im Gebrauch sein, wenn fossile Energieträger zu ihrem Betrieb nicht mehr in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen werden.

Das Studium rein entwurflicher Maßnahmen eines energieoptimierten Bauens fehlt inzwischen im Curriculum der meisten Architekturfakultäten. Außerdem ist heute der Bereich der Energieerzeugung bzw. Energiegewinnung ein von der architektonischen Planung getrennter Aspekt. An der entsprechenden Schnittstelle gibt der Architekt die Planung des energetischen Systems in die Hände von Fachplanern, die ein Hochleistungssystem zum Heizen, Kühlen und Lüften mit entsprechend komplexen Mess-, Steuer- und Regelungssystemen installieren, so dass trotz fehlender entwurflicher Anpassung des Gebäudes an den jeweiligen Standort ganzjährig ein einheitliches Innenraumklima künstlich erzeugt werden kann.

Selbst wenn Architekten wieder beginnen, regenerative Energien am Gebäude zu nutzen, werden die entsprechenden Technologien meist nur als dekoratives oder plakatives Additivum zum eigentlichen Gebäude betrachtet und ihre konkrete Planung an Fachingenieure abgeschoben. Ihre Integration in den Entwurf wird – falls überhaupt – meist erst nachträglich bedacht. Ein weiteres Hindernis liegt darin, dass die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) keine Vergütung einer solaren Optimierung der Gebäudeform vorsieht, obwohl sie mit einem größeren Zeit-, Planungs- und Fortbildungsaufwand verbunden ist.

In dieser Arbeit wird aufgezeigt, dass dem Architekten durch die Rückbesinnung auf seine ureigenste Aufgabe, nämlich die Formfindung im Sinne eines ganzheitlichen Entwurfs, ein sehr potentes Werkzeug in die Hand gelegt ist, um einen entscheidenden Beitrag zur Lösung der Energieversorgungsproblematik des 21. Jahrhunderts leisten zu können. Er kann seiner Rolle als Generalist unter den Planern sowie seiner Aufgabe - der Schaffung einer für den Menschen lebenswerten Umwelt - wieder gerecht werden.

Diese Arbeit richtet sich daher an Architekten und Stadtplaner mit dem Ziel, einen neuen Denkanstoß hinsichtlich des Formfindungsprozesses zu initiieren und Planer in die Lage zu versetzen, nach solaren Kriterien optimierte Gebäudeformen für die Zukunft zu entwickeln.

1.2 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich wie folgt in fünf übergeordnete Abschnitte:

1) Herleitung der Forschungsfrage

Hierzu wird in *Kapitel 2* eine kurze Zusammenfassung zu präfossiler Solararchitektur gegeben, um zunächst einen historischen Überblick über einfache Entwurfsprinzipien solarer Gebäudeformen zu erhalten. Darauf aufbauend werden dann in *Kapitel 3* aus Vorgaben neuer Technologien zur Energiegewinnung über die Gebäudehülle zukünftige Anforderungen an solare Gebäudeformen entwickelt, aus welchen sich die Forschungsfrage ableitet.

2) Stand der Forschung

Zur Darstellung des aktuellen Forschungsstandes werden in *Kapitel 4* alle für die frühe Planungsphase bekannten geometrisch-energetischen Parameter und Methoden vorgestellt und bezüglich ihrer Schwächen analysiert.

3) Methode und Durchführung

Nach einem Überblick über das methodische Vorgehen in *Kapitel 5* werden die vorbereitenden Arbeitsschritte vorgestellt. Dazu zählen das Anlegen der Datenbanken (*Kapitel 6*), die Festlegung der Untersuchungsgrenzen (*Kapitel 7*), Grundlagenkapitel zum Formelwerk (*Kapitel 8* und *Kapitel 9*), die Einführung der Datenquelle (*Kapitel 10*) inklusive Validierung der eigenen Strahlungsberechnung (*Kapitel 11*) sowie die Vorstellung des entwickelten Programmes (*Kapitel 12*). In *Kapitel 13* wird die Durchführung der Untersuchung besprochen.

4) Ergebnisse

Zunächst werden die Einzelergebnisse in *Kapitel 14* präsentiert und besprochen. In *Kapitel 15* und *Kapitel 16* erfolgt jeweils die graphische und mathematische Analyse der Ergebnisse, ergänzt durch einzelne Schwerpunktstudien, welche in *Kapitel 17* diskutiert werden.

5) Schluss

Abschließend werden in *Kapitel 18* alle Untersuchungsergebnisse thesenartig zusammengetragen und diskutiert. In *Kapitel 19* erfolgt die Beurteilung der Forschungsergebnisse hinsichtlich Nutzen und Übertragbarkeit; es endet mit einem Ausblick.

Der Arbeit angegliedert sind zudem umfangreiche *Anhänge* zur Veranschaulichung einzelner Arbeitsschritte und –ergebnisse.