Prof. Peter Steiger

Orts- und Raumplanung für die 2000-Watt-Gesellschaft

Autor | Prof. Peter Steiger, Zürich Fotos | zvg

Seit jeher tragen Städte und Landschaften mit ihren Bauweisen die Zeichen der herrschenden Politik und des Common Sense: Sei es als Schutz gegen äussere Feinde oder als Schutz der Artenvielfalt und Fruchtbarkeit des landwirtschaftlich bebaubaren Bodens.
Viele Menschen machen ihre Vorstellungen einer lebendigen Stadt mit urbanem Leben an historisch gewachsenen Stadtkernen und Quartieren fest. Eine solche Stadt ist gut durchmischt: In den Obergeschossen gibt es Wohnungen, und auf Strassenniveau sind Gewerbe und Kleinbetriebe angesiedelt. Alles scheint überschaubar: Gebäudehöhen, Gebäudemasse, Gebäudeabstände und attraktive Strassen sowie Plätze mit bepflanzten Freiräumen …

Politischer Alltag und 2000-Watt-Gesellschaft

Ein solches Beispiel ist zweifelsohne die Bundeshauptstadt Bern. Allen Verfechtern zur Abschaffung aller einschränkenden Bauvorschriften sei in Erinnerung gerufen, dass das bewunderte, einheitliche Stadtbild von Bern nicht durch Zufall oder Eigennutz einflussreicher Familien, sondern mit strengen Vorschriften aus dem deutlich formulierten gemeinsamen Willen zur «schönen Stadt» entstanden ist. Die erste Stadtanlage von 1191 bis 1210 und die Weiterentwicklung in der strategisch geschützten Schlaufe der Aare beruhten auf dem sogenannten Hofstättensystem der Zähringer-Städte. Die Gründungsstadt bestand aus 46 Hofstätten zu ca. 17,60 m x ca. 29,3 m (60 Fuss x 100 Fuss) mit parallel geführten Erschliessungsstrassen und einem ausgebauten Kanalisationssystem, mit dem Stadtbach durch die Hauptstrasse und den Brunnen für das Brauchwasser und einem Abwassersystem mit den sogenannten Ehgräben zwischen den Hofstättenzeilen.

Nach dem Stadtbrand von 1405 wurden die zerstörten Holzhäuser auf den gleichen Parzellen in Massivbauweise wieder aufgebaut. Die Geschosszahl wurde von drei auf vier Geschosse erhöht und die Haustiefe zuerst um 10 Fuss und später um 20 Fuss (ca. 9 m) erweitert. Die vordere Baulinie wurde bereits Mitte des 13. Jahrhunderts gassenseitig vorverlegt und im Erdgeschoss, anstelle der Marktstände, durchgehend mit sogenannten Lauben versehen, die im öffentlichen Besitz blieben.

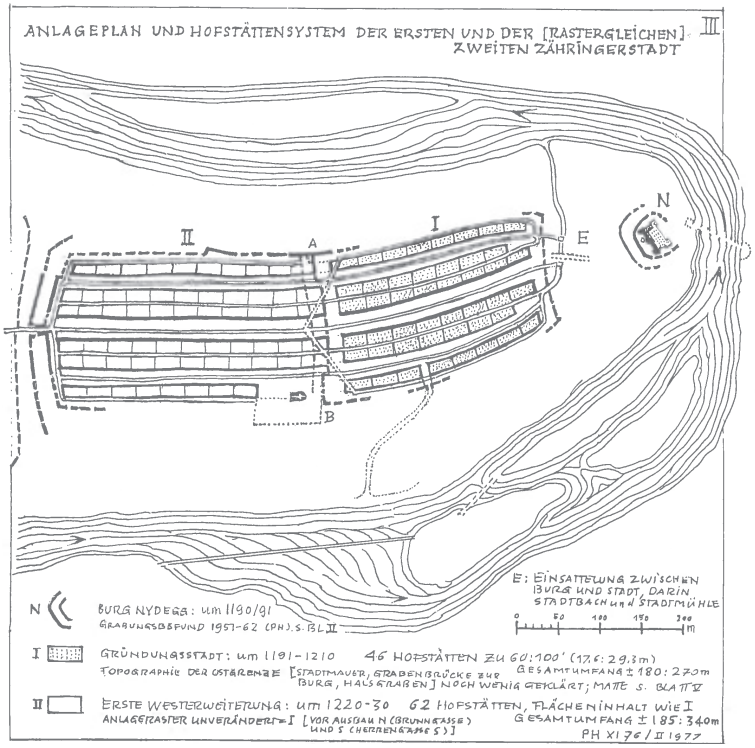
Die zusätzliche Nutzung der Hofstätten war Anreiz und Entschädigung für die Mehrkosten des Wiederaufbaus der abgebrannten Holzhäuser mit dem vorgeschriebenen braungrauen Sandstein. Wenn Bauherren diesen Bedingungen nicht folgten, wurden sie bis zur Androhung von Enteignungen ermahnt. Die Stadt war aber auch bereit, Bauvorhaben mit Subventionen und günstigen Darlehen zu unterstützen. Man war sich über die enormen Vorteile bewusst, die das Leben dem Einzelnen und dem Gewerbe in einer strategisch gut geschützten Stadt bot und leitete daraus die Verpflichtung für jeden Einzelnen ab, dass jeder bauliche Beitrag dem übergeordneten Gesamtbild zu dienen habe.

Erster und Zweiter Weltkrieg

Nach dem Ersten und erst recht nach dem Zweiten Weltkrieg befassten sich kritische Architekten nach der Zerstörung unzähliger materieller und kultureller Werte in Europa ebenfalls mit den politischen und sozialen Kräften, um den offensichtlichen Zerfallserscheinungen der Städte entgegenzuwirken, wie sie schon in den griechischen und römischen Hochkulturen zu beobachten waren. Auf Initiative dieser Gruppen wurden erstmals 1928 (und bis 1959) in der Schweiz die sogenannten CIAM (Congrès Internationaux d'Architecture Moderne) auf Schloss La Sarraz veranstaltet, auf denen «gemeinsam mit einem zeitgemässen technischen, wirtschaftlichen und sozialen Programm die Idee der modernen Architektur vertreten» soll («Erklärung von La Sarraz»). Man befasste sich mit den Folgen der Industrialisierung auf die Stadtstrukturen mit der Trennung von Wohnen und Arbeit und dem höheren Flächenbedarf für Transportanlagen im Hinblick auf die Zerstörung von Freiräumen und Grünflächen.

Strasse in Bern

Stadt-Anlage Bern aus ETH-Studie



Insofern kann das Modell einer «2000-Watt-Gesellschaft» auf eine lange Entstehungsgeschichte zurückblicken, auch wenn damals die Umweltbelastungen durch Industrie und Verkehr, durch die Erstellung und den Betrieb von Gebäuden oder die Reduktion des Energieverbrauchs unter sozialen Aspekten noch kein Thema waren. Seit Jahrzehnten kennen wir jetzt aber auch die Gefahren von Kernenergieanlagen wie in Tschernobyl, welche infolge von Atomkatastrophen ganze Landstriche unbewohnbar machen. Auch erreichen uns immer häufiger Meldungen über die zerstörerischen Folgen der globalen Klimaveränderung. Zahlreiche «Energiestädte» in Europa haben erkannt, dass diesen Gefahren mit heute bekannten Planungsmitteln zur Absenkung des Energieverbrauchs und zur Reduktion der CO_2-Umweltbelastung durch Anwendung des heute verfügbaren technischen Instrumentariums wirksam begegnet werden kann.

Die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft

Zur Bekämpfung dieser Umweltbelastungen setzen die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft deutliche Zeichen für die politische Umsetzung des Umweltschutzgesetzes, welches vor bald 30 Jahren in Kraft gesetzt wurde und seither weder für den Abbau des Energieverbrauchs noch für die Reduktion der entsprechenden Umweltbelastung durch Schadstoffe Wirkung gezeigt hat. Zwar ist das technische Know-how zur Senkung des Energieverbrauchs und zur Reduktion der Luftverunreinigungen mit Erneuerbaren Energien seit Jahren bekannt, und die Umweltschäden sind auch für Uneinsichtige nicht mehr zu übersehen. Ebenso kennen wir alle umweltrelevanten Emissions- und Grenzwerte für die Planung von Bauwerken, Arealen und Quartieren, um die Verschwendung von Energie aufzuhalten. Insofern bedeutet der Fortbestand und die Weiterentwicklung einer zivilisierten Gesellschaft nicht mehr und nicht weniger, als den Energieverbrauch auf die bekannten Mindestmasse des Energieverbrauchs für die stationären und mobilen Bereiche zu senken und die technischen und organisatorischen Massnahmen für den erforderlichen Mindesteinsatz an Energie so zu gestalten, dass die Qualitäten einer anspruchsvoll gestalteten Baukultur – auch für einen gehobenen Komfort – erhalten bleiben. Gesellschaft und Wirtschaft haben jetzt die Wahl, jetzt endlich mit der Arbeit der vorgegebenen Aufgaben zu beginnen oder weiterhin kostbare Zeit verstreichen zu lassen, um die Versäumnisse später mit weitgehend staatlichen Zwangsmassnahmen nachholen zu müssen – und das dann zu massiv höheren volkswirtschaftlichen Kosten.

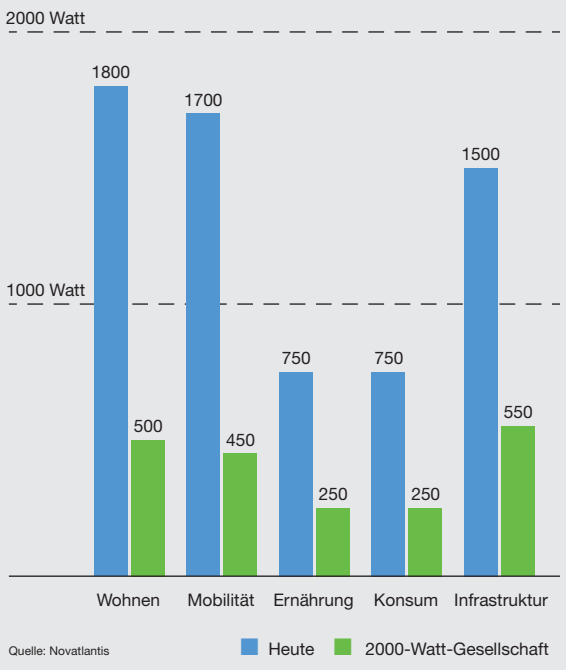
Trotz des Entscheids für den Ausstieg aus der Kernenergie nach der Fukushima-Katastrophe schwindet die Aussicht, dass auf freiwilliger Basis und mit Appell an die Energiekonsumenten eine effiziente und sparsame Nutzung von Energie von bisher rund 6000 Watt pro Person auf 2000 Watt möglich ist. Im Gegenteil: Alljährlich erhöht sich der Energieverbrauch, und die Heraufbeschwörung von sogenannten «Stromlücken» und von «Komfortverlust» durch Beschränkung des gewohnten Energieverbrauchs unterstützen nur diejenigen Kräfte, die nicht zum Handeln bereit sind und um ihre Einkünfte aus dem Energiemarkt bangen.

«2000-Watt-Gesellschaft» als Modell

Es besteht wohl kein Zweifel daran, dass die Allgemeinheit Anspruch auf saubere Luft hat und dass Luftverunreinigungen durch Schadstoffe zu verhindern oder mit technischen und ordnungspolitischen Mitteln nachhaltig zu beseitigen sind. Seit Jahrzehnten ist bekannt, dass der sorglose Umgang mit Schadstoffen und Wärme bei der Erzeugung von Energie aus nicht erneuerbaren Primärenergien (Öl, Gas, Uran) für den stationären und mobilen Bedarf begrenzt ist und dass der Energieverbrauch auf weitgehend emissionsfreie Energieträger umgestellt werden muss. Auch ergab die Klimaforschung an der ETH Zürich, dass nur mit einer globalen Begrenzung des durchschnittlichen Energieverbrauchs auf 2000 Watt pro Person und davon wiederum nur mit einem Viertel an nicht erneuerbaren Energien (oder höchstens einer Tonne CO_2 pro Jahr) das klimatische Gleichgewicht zur Stabilisierung der Erdatmosphäre erreicht werden kann.

Nach diesen Erkenntnissen lancierte 1998 der ETH-Rat Zürich die Vision einer «2000-Watt-Gesellschaft», welche die Vereinigung «Novatlantis» als Modell für die Siedlungsentwicklung der Stadt Basel aufgriff. In der sogenannt entwickelten Welt ist der Energieverbrauch überdurchschnittlich. Die vorhandenen Energieressourcen sollten fair und mit sozial verträglichen Mitteln auf das umweltverträgliche Mass von 2000 Watt pro Person der gesamten Weltbevölkerung verteilt werden. Gleichzeitig sollte den weniger entwickelten Ländern gezeigt werden, dass dieses Mass auch mit einer Emission von höchstens einer Tonne CO_2 pro Person für eine vergleichsweise hohe Lebensqualität genügt.

Energiebedarf in Watt einer 4-Personen-Familie



Quelle: Novatlantis

2006 begann sich eine Arbeitsgruppe des Energy Science Centers (ESC) der ETH Zürich mit einem zukunftsfähigen Energiesystem zu beschäftigen, um die «globalen CO_2-Emissionen auf einem klimakompatiblen Niveau zu stabilisieren». Denn obwohl einzig die solar erzeugte Elektrizität langfristig den grössten Anteil des Energiebedarfs liefern werde, wird die Fotovoltaik erst in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts eine besondere Rolle spielen. Demgegenüber geht das Modell 2000-Watt-Gesellschaft nach wie vor von der Prämisse aus, dass zum Ausstieg aus der Kernenergie bereits jetzt ausreichend natürliche oder regenerierbare Energiequellen vorhanden sind, die sich heute mit dem vorhandenen technischen Know-how für nahezu alle Lebensbereiche ohne Klimabelastung nutzen lassen. Tatsächlich leistet zum Beispiel die Sonnenstrahlung durchschnittlich etwa 1000 Watt pro m^2 Erdoberfläche und deckt theoretisch mit etwa einem Prozent (!) dieser Globalstrahlung den gesamten Energiebedarf der Weltbevölkerung. Seit der Mondlandung ist ebenfalls bekannt, dass mit Sonnenenergie auch Strom erzeugt werden kann, der sich für alle Lebensbereiche nutzen lässt und sogar für die individuelle Mobilität nahezu alle Voraussetzungen erfüllt.

Die 2000-Watt-Gesellschaft und die durchmischte Stadt

Nach wie vor erhalten sich Siedlungsgebiete nach dem Prinzip der Funktionstrennung, obwohl die Durchmischung von Wohnen und Arbeiten die Qualität der Quartiere durch naheliegende Einkaufs- und Verpflegungsstätten heben würde. Auch die Sicherheit auf den Strassen würde durch die Verlangsamung des Verkehrs erhöht. Der Autoverkehr würde reduziert und mehrheitlich durch öffentliche Verkehrsmittel ersetzt. Überlagerungen von privaten und öffentlichen Funktionen erfordern jedoch ein hohes Mass an komplizierten rechtlichen, baulichen und organisatorischen Massnahmen, die durch Vorleistungen unterstützt werden müssen. Dazu gehört zum Beispiel die Entwicklung von Gebäudetypen, die unterschiedlichen Wachstums- und Erneuerungszyklen, flexible Grundrisse zur Kombination von Funktionen mit horizontalen und vertikalen Zuordnungsmöglichkeiten für Mischnutzungen sowie Anpassungen der Wohnflächen an die demografische Veränderung der Bevölkerung erlauben.

Heute stehen aber wiederum Hochhäuser als sichtbares Merkmal für Verdichtung und Mehrnutzung einer ausgewogenen Durchmischung des Stadtgefüges gegenüber. Viele Bauten überragen das Häusermeer und verdrängen durch massstabslose Dimensionen das bisher kleinräumige Stadtgefüge. Moderner Städtebau versucht gerade, solche Disparitäten zu vermeiden, weil einzelne Privilegien bei Überlagerung unzähliger Stadtfunktionen die Mehrfachnutzung von städtischen und privaten Anlagen und Einrichtungen verhindern. Dieses Gleichgewicht kann nur durch vielfältige Kombinationen von Wohnen, Arbeit und Freizeit in Bauzonen und Freiräumen entstehen oder mit Vereinbarungen über private und öffentliche Dienstleistungen wie der Versorgung und Entsorgung von Gütern oder dem Ausgleich zwischen privatem und öffentlichem Verkehr.

Seefeldquartier, Zürich; Foto Peter Steiger

Prime Tower, Zürich; Foto Peter Steiger

Die geforderte «Verdichtung» verhindert jedoch solche Kombinationen von städtischen Funktionen, denn Mischnutzungen stellen sich nicht von selbst durch Angebot und Nachfrage auf dem Immobilienmarkt ein. Während Wohnungen sich problemlos in Büros verwandeln lassen und deshalb durch den Wohnanteilplan geschützt werden müssen, ist die Umnutzung von Büros in Wohnungen nur dann möglich, wenn schon bei der Gebäudeplanung unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten vorgesehen wurden. Bei Altbauten sind diese Vorzüge oft bereits vorhanden, während bei Neubauten, die sich zur Verdichtung eignen, solche Eigenschaften in der Regel fehlen. Denn mit der Anzahl gestapelter Geschosse erhöhen sich auch die notwendigen Flächen für die vertikale Erschliessung, die meistens im Kern des Gebäudes konzentriert sind und die Flexibilität für unterschiedliche Nutzungen behindern. Der Mangel an solcher Flexibilität zeigt sich in Zeiten, wenn gleichzeitig ein Überangebot an Büroflächen und ein Mangel an Wohnungen bestehen. Solche Zustände sind weder volkswirtschaftlich noch für die Stadtentwicklung wünschenswert.

Konflikt-Thema «Verdichtung»

An der Forderung nach sogenannter «verdichteter Bauweise» lassen sich solche gegenläufigen Interessen exemplarisch darstellen. Gleichzeitig lässt sich nachweisen, wo die Grenzen für eine «Verdichtung» nach umweltbewussten Kriterien liegen und wie mit städtebaulichen Auflagen die Forderungen nach Senkung des Energieverbrauchs und nach ökologischer Bauweise durch sparsamen Umgang mit Ressourcen erfüllt werden können.

In der Stadtplanung tauchte das Thema der «Dichte» erstmals Anfang des 20. Jahrhunderts in Berlin auf, als in Randbebauungen die Hinter- und Innenhöfe überbaut wurden und bezüglich Luft und Licht ungesunde Verhältnisse entstanden. Um diese Hinterhöfe frei zu halten, wurde zur Begrenzung der Grundstücknutzung eine Verhältniszahl zwischen Grundstückgrösse und Geschossflächen definiert: die sogenannte Geschossflächenzahl (in der Schweiz: Ausnützungsziffer).

Unter dem Druck der Bevölkerungszunahme durch überdurchschnittliche Geburtenzunahme und infolge der Zuwanderung von Personen aus dem Ausland entstanden nach dem Zweiten Weltkrieg auch in der Schweiz überall Wohnhochhäuser, um das Bevölkerungswachstum zu bewältigen. In den 1960er-Jahren führte das Schlagwort «Urbanität durch Dichte» zu weiteren Grosssiedlungen, die aber weder dicht noch urban gerieten. Dicht deshalb nicht, weil zwar vielgeschossiger Wohnungsbau hochgezogen wurde, aber in den notwendigen Abstandsflächen die üppigen Erschliessungsflächen die angestrebte Flächenersparnis wieder zunichte machten. Urban nicht, weil die monofunktionalen Schlafstätten oder Dienstleistungs- bzw. Gewerbeflächen die notwendige Durchmischung von Wohnen und Arbeiten und die Nachfrage nach kommunikativen Einrichtungen dies nicht zuliessen.

Heute dient die – bereits vorhandene – Zersiedlung wieder als neues Argument zur Verdichtung der Siedlungsgebiete. Es wird behauptet, dass eine dichte Stadt umweltfreundlich sei, und man verspricht sich von Verdichtungen und Nutzungsüberlagerungen einmal mehr ein neues Stadtgefühl, die Schaffung von Identifikationsmöglichkeiten und Erlebnisdichte als sinn-

liche und räumliche Voraussetzung für neue Lebensformen. Den Nutzen des Beieinanderwohnens und der eingeschränkten Privatsphäre im «verdichteten Siedlungsbau» sehen Investoren, Finanzinstitute und die Immobilienwirtschaft allerdings weniger in der höheren Anzahl Einwohner pro Hektare, sondern in der Aufwertung von Liegenschaften durch die Erhöhung der Nutzflächen.

Diese Mehrnutzung ist aber unnötig, weil in nahezu allen Gegenden der Schweiz noch genügend unbebaute und bereits eingezonte Grundstücke vorhanden sind, die als Vermögenswerte gehortet werden. Viel eher müsste ein solches Gesetz diesen Missstand beseitigen. Auch ist durch den unpräzisen Begriff «Verdichtung» die präzise Fachbezeichnung «Dichte für Einwohner oder Arbeitsplätze pro Hektare» aufgeweicht worden und als analytischer Begriff nicht mehr zu gebrauchen.

Einwohnerdichte und Ausnützungsziffer

Die Ausnützungsziffer bestimmt die Nutzflächen auf einem Grundstück, unabhängig von der Form (Höhe, Breite, Tiefe) eines Gebäudes. Mit zunehmender Höhe der Bauten vergrössern sich aber auch die Gebäudeabstände und damit der Freiraum um die Gebäude. Der Nutzen der höheren Dichte liegt deshalb nicht nur in der Vermehrung der Nutzflächen, sondern auch in der Verkleinerung der Freiflächen für die Erhöhung von Ausnützungsziffern. Damit erhöht sich mit der Grösse des Grundstückes aber auch der Spielraum zur Reduktion von Freiflächen, womit unweigerlich Rechtsungleichheiten und Preisgefälle zwischen grossen und kleinen Grundstücken entstehen. Beides ist für eine ausgewogene Mischung von Stadtfunktionen nicht erwünscht. Auch wissen wir, dass mit der Erhöhung von bestehenden Ausnützungsziffern ganze Stadtteile durch Neubauten verändert werden und dass andererseits Quartiere durch Senkung der Ausnützungsziffer gegenüber dem Mittel in der Umgebung erhalten bleiben. Im ersten Fall führt die «innere Verdichtung» zur Erhöhung der Geschossflächen und zum Verlust bestehender Bausubstanz; im zweiten Fall bleibt der Quartiercharakter erhalten, die Gebäude werden saniert oder gegebenenfalls umgebaut oder erweitert. Hier zeigen zahlreiche Beispiele, dass Sanierungen von Altbauten für Investoren und für die öffentliche Hand wirtschaftlich durchaus interessant sind. Immerhin überwiegt der Anteil an Altbauten und wird jährlich nur um etwa ein Prozent durch Neubauten ersetzt oder ergänzt.

Offensichtlich hat das Junktim «Verdichtung und Ausnützungsziffer» nicht nur quantitative Dimensionen, sondern auch qualitative Eigenschaften. Die Ausnützungsziffer ist zwar «nur» eine quantitative Kenngrösse, aber als Steuerungsinstrument hat sie gewaltigen Einfluss auf die Siedlungspolitik und beeinflusst als Bestimmungsgrösse das optisch wahrnehmbare, wirtschaftliche und soziale Siedlungsgefüge der 2000-Watt-Gesellschaft.

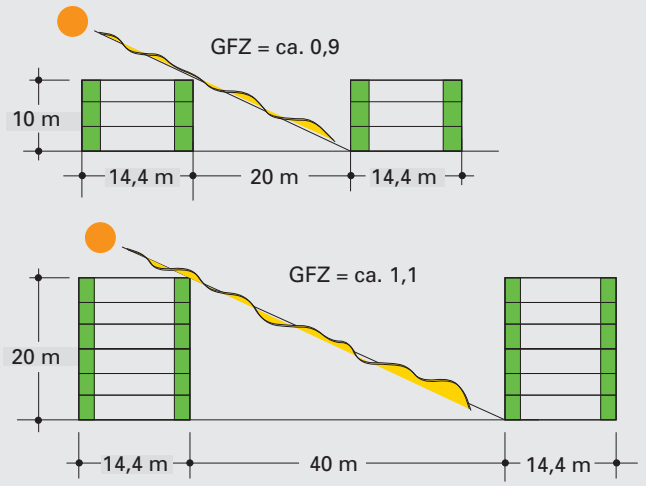
Einwohnerdichte und die Wohnungsflächen mit Wohnkosten

Die Folgen der zunehmenden Einwohnerzahl und der steigenden Wohnungspreise sollen zum Beispiel in der neuen Zürcher Bau- und Zonenordnung (BZO) mit der sogenannten «Verdichtung» gemildert oder sogar aufgefangen werden. Dafür drängen die Immobilienbesitzer und Baugenossenschaften auf die Erhöhung der Ausnützungsziffern für mehr Wohnraum in den Wohngebieten. Ein Rückblick auf die Statistik zeigt aber, dass die hohen Kosten der Mietwohnungen nicht nur Folgen des Mangels an Mietfläche sind, sondern vor allem der zunehmenden Nachfrage nach Wohnfläche pro Person. Während in den 1960er-Jahren die Wohnfläche pro Person durchschnittlich noch ca. 30 m^2 aufwies, liegt sie heute bei ca. 50 m^2 pro Person – Tendenz steigend. Zur Stabilisierung der Mietpreise ist deshalb in vielen Wohnbaugenossenschaften der Wohnflächenbedarf pro Person auf ca. 35 m^2 begrenzt, und die Mieter und Mieterinnen müssen bei sinkender Personenzahl in der Familie die Wohnung wechseln. Solche Reglemente zeigen, dass die Wohnflächen von 35 m^2 pro Person zumutbar sind und dass die Mietkosten für die Mehrzahl der Wohnungsbenützer einem angemessenen Anteil im Haushaltbudget entsprechen.

Bau- und Zonenordnungen haben zwar weder einen direkten Einfluss auf die Baukosten noch auf die Liegenschaftskosten und auch nicht auf die Mietpreise von Wohnungen. Nutzungsvorschriften wie der Wohnanteilplan – neuerdings mit Auflagen für günstiges subventioniertes Wohnen – können jedoch indirekt, sowohl der demografischen Entwicklung der Bevölkerung als auch neuen Familien- oder unterschiedlichen Einkommensformen vorgreifen und Projekte mit flexiblen Grundrissen für kleine Wohnungen mit zweckmässiger Erschliessung für hohe Flächennutzung und unterschiedliche Wohn- und Arbeitsformen bevorzugen.

Plan «Voisin» von Le Corbusier für die Stadtentwicklung von 1925

Geschossflächenzahl und Gebäudehöhe



Drei Geschosse oder Hochbau ohne Mischnutzung und Erhöhung der Ausnützungsziffer AZ

Einwohnerdichte und Ressourcenverbrauch

Bei Erstellung und Betrieb von Gebäuden steigen mit der Anzahl der Stockwerke auch der bauliche Mehraufwand für die Windaussteifung und für die Erdbebensicherheit. Auch die sogenannte Graue Energie zur Herstellung der Baumaterialien nimmt zu. Mit zunehmender Gebäudehöhe erhöhen sich aber auch die Erschliessungsflächen im Verhältnis zur Nutzfläche durch zusätzliche Fluchttreppen und Fluchtwege sowie durch technische Räume und Steigschächte für Lüftungs- und Klimaanlagen. Der Vergleich eines liegenden Gebäudes mit einer Länge entsprechend der Höhe eines Hochhauses zeigt, dass die Hüllfläche des hochgestellten Gebäudes rund 20 Prozent grösser ist. Die Verhältniszahl von Aussenfläche zu beheizter Nutzfläche ist jedoch bestimmend für den notwendigen Heiz- bzw. Kühlbedarf von Gebäuden. Entsprechend höher ist entweder der Energieaufwand für das Raumklima oder der bauliche und technische Aufwand für den Klimaschutz. Das Optimum zwischen Materialaufwand für ein Gebäude im Verhältnis zur Nutzfläche liegt bei etwa vier bis fünf Geschossen. Insofern ist es wohl kein Zufall, dass die Blockrandbebauungen in der Nähe der (Zürcher) Industriegebiete für die damalige Arbeiterbevölkerung genau diese Anzahl an Geschossen aufweisen.

Einwohnerdichte und Nutzung von Sonnenenergie

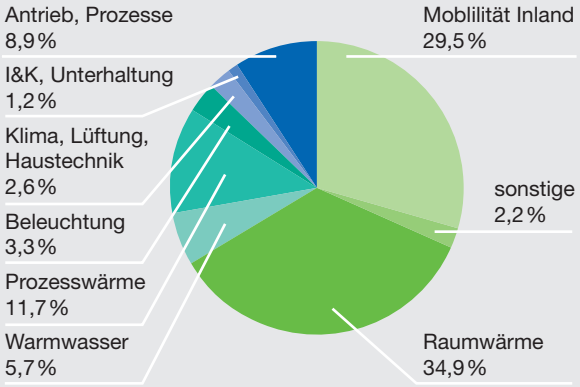
Die Sonneneinstrahlung trägt durch aktive und passive Nutzung von Sonnenenergie im und am Haus entscheidend zum Energiehaushalt bei. Die Nutzung der Sonnenenergie setzt jedoch eine Minimierung der Abkühlungsverluste und eine Maximierung der Einstrahlungsgewinne voraus. Mit kompakten Bauformen ist deshalb die Abkühlung zu verhindern. Möglichst grosse Teile der Aussenflächen – auch für die Jahreszeit mit dem niedrigsten Sonnenstand – sind der direkten Sonnenenergie auszusetzen und von der eigenen oder der Beschattung durch Nachbargebäude freizuhalten. Dazu gilt die Faustregel, dass der Gebäudeabstand zu dem im Süden liegenden Gebäude der doppelten Gebäudehöhe des im Süden liegenden Gebäudes entsprechen muss. Nach dieser Regel steigt mit zunehmender Gebäudehöhe auch der Gebäudeabstand, und die Ausnützungsziffer bleibt stets bei etwa 1.0.

Während in Wohnräumen Sonnenlicht und Sonnenwärme erwünscht sind, ist dies in Arbeitsbereichen gerade umgekehrt: Hier liefern die internen Wärmequellen wie die Abwärme von Personen, Bildschirmen, Bürogeräten und Beleuchtungskörpern genügend Wärme. Unerwünscht ist bei Arbeitsplätzen auch eine direkte Sonnenstrahlung. In geschossweiser Bebauung lassen sich jedoch die Vorteile und Nachteile der Sonnenstrahlung für Wohnen und Arbeiten im gleichen Gebäude kombinieren. Während die unteren Geschosse von direkter Sonnenstrahlung durch die Beschattung von Nachbargebäuden geschützt sind, erhalten die oberen Wohngeschosse bei ausreichendem Gebäudeabstand zu den im Süden stehenden Gebäuden genügend Sonnenstrahlung für die passive und aktive Nutzung. Diese erwünschte Mischnutzung in städtischen Quartieren unterstützt nicht nur solche Kombinationen von Wohnen und Arbeiten, sondern lässt auch je nach Anzahl unterer Gewerbegeschosse eine angemessene Erhöhung der Ausnützungsziffer zu.

Die Umsetzung der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft im Gebäudesektor

2012 betrug der Energieverbrauch im Gebäudesektor in der Schweiz für Raumwärme, Warmwasser, Beleuchtung, Klima und Lüftung ca. 50 Prozent und für die Mobilität ca. 30 Prozent des Energieverbrauchs.

Energieverbrauch in der Schweiz



Für Gebäude, Areale und Quartiere sind heute jedoch Konzepte und Massnahmen für nahezu alle Bauweisen bekannt und erprobt, welche den Energieverbrauch drastisch senken. Sie zeigen auf, wie durch konsequente Zusammenführung von Architektur und Haustechnik mit effizienter Nutzung von Erneuerbaren Energien vor Ort eine ausgeglichene Jahresenergiebilanz erreicht werden kann, welche das Klima nahezu emissionsfrei nicht mehr belastet. Das Schweizer Minergie-Eco-Zertifikat von 2011 definiert dafür die Anforderungen und Leistungen für den Einsatz von sogenannter Grauer Energie zur Erstellung eines Gebäudes und für den Bedarf an Kraft und Heizwärme. Zur Optimierung der Gebäudehülle sind strenge Grenzwerte vorge-

geben, und die Gebäudetechnik akzentuiert die Sonnenenergienutzung auf das Ziel hin, den gewichteten Endenergiebedarf für Heizung, Kühlung, Warmwasser und Strom für Lüftung und Umwälzpumpen in der Jahressumme auf Null zu senken. Anhand solcher Vorleistungen fordert die Europäische Union mit der Neufassung der Gebäuderichtlinien die Mitgliedstaaten dazu auf, bis spätestens 2020 für alle Neubauten den Energiestandard des «Nearly Zero Energy Building» einzuführen. Im Folgenden beleuchten wir die einzelnen Bausteine, wie diese Aufforderung für die 2000-Watt-Gesellschaft umgesetzt werden kann.

Bausteine der 2000-Watt-Gesellschaft

Für die individuelle Mobilität setzt die Autoindustrie mit unterschiedlichem Interesse auf «Down-sizing» auf kleinere Fahrzeuge mit sparsamen Motoren und überlässt die Nobel-Karossen mit unnötigen Transportleistungen und die 4 x 4-Offroader als Statussymbole dem Luxusmarkt. Der Trend für die Weiterentwicklung von Antriebsystemen zeigt jedoch deutlich entweder auf Elektrofahrzeuge mit immer leistungsfähigeren Batterien oder auf Hybridsysteme mit noch 1,5 Liter auf 100 km bei 200 PS. Versuche mit Brennstoffzellen und Nutzung von mit Sonnenenergie hergestelltem Wasserstoff versprechen ebenfalls eine drastische Reduktion der CO_2-Umweltbelastung. Jedenfalls zeigen auch hier technische Neuentwicklungen zunehmend auf ein umweltbewusstes Angebot für das unverzichtbare mobile Leben.

Das Umweltschutzgesetz und die 2000-Watt-Gesellschaft

Bald nach der Energiekrise 1973 wurde erkannt, dass die Einschränkung der Energie und damit die Schonung der Umwelt durch den Verbrauch von Energie nur mit öffentlichen Anstrengungen möglich ist. Als erste gesetzliche Grundlage wurde am 7. Oktober 1985 ein Umweltschutzgesetz in Kraft gesetzt, welches letztmals am 1. November 2013 geändert wurde und zurzeit wieder revidiert werden soll.

Das Gesetz über Umweltschutz beruht auf den Artikeln 74 und 120 der Bundesverfassung. Danach erlässt der Bund «Vorschriften über den Schutz des Menschen und seiner natürlichen Umwelt vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen». Der *Zweckartikel* Art. 1 umschreibt die Reichweite des Gesetzes, welches Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften gegen schädliche oder lästige Einwirkungen schützen sowie die natürlichen Lebensgrundlagen, insbesondere die biologische Vielfalt und die Fruchtbarkeit des Bodens, dauerhaft erhalten soll. In Art. 2 *Verursacherprinzip* fordert das Gesetz: «Wer Massnahmen nach diesem Gesetz verursacht, trägt die Kosten dafür» und definiert in Art. 7, dass Luftverunreinigungen, wie namentlich Gase oder Abwärme, Veränderungen des natürlichen Zustandes der Luft sind – wie Rauch, Russ, Staub, Aerosole, Dämpfe oder andere Gerüche. Art. 11 regelt den Grundsatz, dass Luftverunreinigungen durch Massnahmen bei der Quelle zu begrenzen sind und dass gemäss Art. 59a «Inhaber eines Betriebes oder einer Anlage, mit denen eine besondere Gefahr für die Umwelt verbunden ist, für den Schaden aus Einwirkungen haften, die durch die Verwirklichung dieser Gefahr entstehen».

Nach Art. 14 sind Immissionsgrenzwerte für Luftverunreinigungen so festzulegen, dass sie nach dem Stand der Wissenschaften oder der Erfahrung unterhalb dieser Werte liegen. Nach Art. 16 besteht Sanierungspflicht, wenn Immissionswerte für Luftverunreinigungen überschritten werden. Schliesslich folgt der Grundsatz Art. 30, dass die Erzeugung von Abfällen soweit möglich vermieden werden soll und dass Abfälle soweit möglich wiederverwendet werden müssen. Nach Art. 38 wacht der Bund über den Vollzug des Gesetzes. Über die Modalitäten dieses Vollzuges schweigt sich das Umweltschutzgesetz jedoch aus. Zwar sollen Verursacher und Verursacherinnen von Luftverunreinigungen die Kosten für Massnahmen zur Beseitigung der Ursachen tragen.

Wer aber sind diese Verursacher? Die Energiekonsumenten, die Energieproduzenten oder die Energieverteiler? Auch gibt es keine Hinweise, wie emissionsvermindernde Investitionen gefördert oder emissionsfreie Energien begünstigt werden sollen und wie finanzielle Folgekosten auf die genannten Verursacher und Verursacherinnen zu verteilen sind. Ordnungspolitische Sanktionen für fahrlässigen oder unnötigen Energieverbrauch fehlen ganz oder verstecken sich hinter den Immissionsgrenzwerten für Luftverunreinigungen.

Der Bundesrat beabsichtigt zurzeit eine Neuausrichtung des Gesetzes, damit auch natürliche Ressourcen geschont und effizient eingesetzt werden müssen. Prompt meldet sich wiederum Widerstand aus denselben Kreisen, die schon seinerzeit die gegenläufigen Interessen zwischen Energieproduzenten und Energiekonsumenten gegeneinander ausspielten und auf die Freiwilligkeit zur Absenkung des Energieverbrauchs setzten. Heute wissen wir, dass auf diese Weise die Entlastung von klimaschädlichen Schadstoffen nicht zu erreichen ist. Das Umweltschutzgesetz bietet aber schon heute eine weitgehende Basis, um zwischen der Förderung von Massnahmen und Abgaben für Fehlverhalten einen Ausgleich zu schaffen, der auch unter sozialen Aspekten einem Teuerungsschub im Energiesektor entgegenwirkt.

Die ersten Schritte zur Senkung des Energieverbrauchs

Schon kurz nach der Veröffentlichung der Studie «The limits of growth» des Club of Rome 1972 befassten sich auch Schweizer Baufachleute mit dem Energieverbrauch im Gebäudesektor und ergriffen erste Massnahmen, um die Wärmeverluste durch die Gebäudehülle zu senken. Bald erliess der SIA die Norm 180 für den «sommerlichen und winterlichen Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau» zur Sicherstellung eines behaglichen Raumklimas und zur Vermeidung von Bauschäden durch Feuchtigkeit. Die Wärmedämmeigenschaften von Bauteilen wurden nach sogenannten k-Werten – heute U-Werte – berechnet und die zulässigen Wärmeverluste je nach Bauteil – zum Beispiel Wand, Fenster oder Dach – festgelegt. Diese Norm stiess in Architektenkreisen jedoch auf erheblichen Widerstand, weil die dicken, wärmegedämmten Wände angeblich die gestalterischen Freiheiten beschränken und sich die Gebäude zu

thermisch trägen Gebilden entwickeln würden. Der SIA griff diese Kritik auf und anhand von Klimadaten wurden zur Kompensation der Wärmeverluste die potenziellen passiven Wärmegewinne aus dem zyklischen Sonnenverlauf in den Wärmehaushalt der Gebäude einbezogen. Zusammen mit der inneren Wärmeabgabe von Personen, Licht und Geräten und dem natürlichen Luftwechsel, der mit 0,6 pro Stunde angenommen wurde, entstand schliesslich aus Energieverlust und Energiegewinn eine Energiebilanz, deren Prinzip und Berechnung zur SIA-Norm 380/1 führte und heute noch die Grundlage für zahlreiche weitere Energiemodelle bildet. In diversen Fassungen für Minergie und anderen Energie-Labels und -Standards lebt dieses Bilanzmodell weiter und wurde später in mehreren Fassungen in die deutsche Wärmeschutzverordnung (EnEv) übernommen.

Die nachhaltigen Energieträger für den Gebäudesektor

Die Aufforderung zur Nutzung Erneuerbarer Energien erfordert zunächst die Klärung, welche Energien sich aus natürlichen Ressourcen zur Erzeugung von Raumwärme, Warmwasser, Licht und Kraft in ausreichender Menge und möglichst «vor Ort» gewinnen lassen und welche Erneuerbaren Energien sich (auch) für die Mobilität eignen. Mit der Absenkung des Energieverbrauchs von rund 6000 Watt auf 2000 Watt pro Person und mit Übereinstimmung des potenziellen Temperaturangebotes (1000° C für Öl, Gas, Strom aus Kernenergie) mit der tatsächlichen Nachfrage von Raumwärme (ca. 20° C) und Warmwasser (ca. 30° C) erhöhen sich bei gleichzeitiger Senkung der Verbrauchsmengen auch die Anwendungsbereiche für nachhaltige Energien – wie Sonne oder die Nutzung von Abwärme und Geothermie.

Die Abkopplung des netzabhängigen Gebäudebestandes von den nicht erneuerbaren Energien der bisherigen Energiewirtschaft wird allerdings einige Jahrzehnte dauern und hohe Anforderungen an die Umrüstung auf Erneuerbare Energien stellen. So wird die Stromversorgung noch solange mit den Speicherseen als Stromspeicher verbunden bleiben, bis auch entsprechende dezentrale Speichertechnologien und Regelsysteme den zyklischen Überfluss von Solarstrom mit dem Rhythmus des Verbrauchs in Einklang bringen.

Strom aus der Sonnenenergie

Die Stadt Zürich hat bereits einen Kataster mit geeigneten Dachflächen zur Gewinnung von Sonnenenergie ins Internet gestellt. Denn die Nutzung der unentgeltlichen Sonnenenergie zur eigenen Erzeugung von Strom mit Fotovoltaik und für Wärme mit Sonnenkollektoren ist auch aus wirtschaftlicher Sicht interessant, weil anstelle der Gebühren für den Strom aus dem öffentlichen Netz die eigene Investition zu abnehmenden Kosten verzinst und amortisiert und der Überschuss zum Niedertarif ins Netz abgegeben werden kann. Eine kürzlich erstellte Fotovoltaik-Anlage eines Geschäftsführers unserer Firma ergibt umgerechnet auf 100 m2 Energiebezugsfläche (4-Zimmer-Wohnung) – mit rund 3000 kWh Jahresverbrauch und 20 m² Fotovoltaik-Panels – Investitionskosten von ca. 10000 Franken. Während der Amortisationszeit von 15 Jahren errechnet sich mit Unterhaltskosten ein abnehmender Strompreis von durchschnittlich etwa 20 Rappen pro kWh. Der Hochtarif der Stadt Zürich beträgt heute ebenfalls 20 Rappen pro kWh. Für den Stromüberschuss werden 7 Rappen pro kWh vergütet. Mit laufender Leistungsanzeige der eigenen Photovoltaik in der Wohnung und Übermittlung auf das Handy können die Hausarbeiten mit Strom jederzeit optimiert werden.

Speicherung von Wärme aus Geothermie und Abwärme für Wärmekraftkopplung

Nach Leibundgut[1] herrschen im Erdinnern in Zonen mit Heizbedarf ab ca. 300 Meter Tiefe Temperaturen von 18° C bis 19° C, die mit vertikalen Erdsonden in die Wärmespeicher beladen und entladen werden können. Erst in dieser Tiefe übersteigt die Erdtemperatur 15° C, welche für einen wirtschaftlichen Wirkungsgrad von Wärmepumpen notwendig ist. Zur Deckung der Transmissionsverluste sind rund 20 Watt pro m² Energiebezugsfläche (EBF) und für Lüftungsverluste und Warmwasseraufbereitung max. 10 Watt pro m² EBF notwendig. Die Volllaststundenzahl der Wärmeerzeugung liegt bei rund 1800 h/a. Die spezifische Wärmeenergiekennzahl liegt demnach bei rund 54 kWh/m².

Während sich bei Neubauten der Energieverbrauch und die Energiekosten mit zeitgemässer Nutzung dieser Erneuerbaren oder bereits vorhandenen Energien auf nahezu null senken lassen, ist das bei der energetischen Sanierung der meisten Altbauten in der Regel nicht der Fall. Hier ist der finanzielle Aufwand für die Umrüstung auf Erneuerbare Energien viel höher und ist allein mit den Einsparungen durch Senkung des Energieverbrauchs nicht zu kompensieren. Hier sind Anreize durch fiskalische oder hypothekarische Vorteile notwendig, die aus den Steuereinnahmen der Bauindustrie für die Sanierungsarbeiten wieder zurückfliessen oder sich durch die Werterhaltung von sanierten Gebäuden wieder ausgleichen.

Das Gebäude als Referenzobjekt für die 2000-Watt-Gesellschaft

Ein Gebäude für die 2000-Watt-Gesellschaft besteht aus einem Zusammenspiel von architektonischen Formen und einer Materialwahl nach ökologischen Gesichtspunkten. Die Bautechnik bemüht sich um einen geringst möglichen Energieverbrauch zur Erstellung des Gebäudes, und die Haustechnik ist für ein umweltbewusstes Benutzerverhalten zur Nutzung Erneuerbarer Energien ausgelegt. Die Wertschöpfung des Gebäudes umfasst den gesamten Lebenszyklus von der Planung und Erstellung über die Nutzung und Umnutzung bis zum Rückbau und schliesslich zur Entsorgung[2]. Alle Bauteile sind nach ihren spezifischen Lebensdauern so konstruiert, dass sich ihre Haltbarkeit auf die nachhaltigsten Eigenschaften der Baustruktur beziehen und keine dauerhaften Materialien zerstört werden müssen, um weniger dauerhafte auszuwechseln. Die Wahl von Baumaterialien und deren Fügung erfolgt nach ökologischen Kriterien mit einem Mindestmass an umweltbelastenden Schadstoffen wie CO_2 und SO_2[3]. Die Gebäudehülle ist für minimale Wärmeverluste konzipiert, und die Grundrissorganisation sowie

Silser-Ebene

die Gebäudeaussenflächen sind für grösstmögliche passive Nutzung und aktive Gewinnung von Sonnenenergie ausgelegt. Denn die Vorteile der direkten Nutzung der Sonnenenergie für Heizwärme und Warmwasser sind bekannt und die unmittelbare Eigenverbrauchsregelung wird einen Anreiz schaffen, die selbst produzierte Kraft und Wärme am Gebäude zeitgleich zu verbrauchen, um das Netz zu entlasten. Der Kraft- und Wärmeverbrauch lässt sich so auf die dynamischen Eigenschaften der Umweltenergien und die unterschiedlichen Raumnutzungen mit ihrem Wärme- und Lüftungsbedarf ausrichten, damit ein lebensnahes, natürliches und sinnlich wahrnehmbares Wohn- und Arbeitsumfeld entsteht.

Grundstücke, Areale, Quartiere für Neubauten und Sanierungen

Die Bebauung von Grundstücken erfolgt im Normalfall nach der Regelbauweise mit Gebäudehöhen, Gebäudelängen sowie Gebäudeabständen und Grenzabständen. Die Ausnützungsziffer wird je nach Quartier und der bisher gewachsenen Bebauungsdichte festgelegt. Für Areale stehen weitere Planungsinstrumente zur Verfügung, sofern ihre Anwendung in der Bauordnung vorgesehen ist. Damit können für die 2000-Watt-Gesellschaft entscheidende Weichen gestellt werden. So lassen sich zum Beispiel bei Arealbauweisen schon mit leichten Erhöhungen der Ausnützungsziffer Anreize für Mischnutzungen des Areals für Wohnen und Gewerbe schaffen oder durch die Senkung der Ausnützungsziffer der Baubestand zugunsten des Quartiercharakters erhalten. Auch lassen sich mit der Aufhebung der Gebäudeabstände und mit freien Gebäudelängen die energetisch vorteilhafteren, geschlossenen Bauweisen und mit Baulinien auch Frei- und Grünräume anstelle von offenen Bauweisen mit Einzelbauten bilden[4].

Umlagerung der Nutzung auf das Quartier Seglias

Übliche Bauweise

Neues Silser Quartier Seglias

Ein bekanntes Beispiel für die Anwendung solcher Planungsinstrumente ist die Befreiung der Silser-Ebene und des Fextales im Engadin in den 1960er-Jahren von einer bereits erfolgten Einzonung für etwa 15 000 Einwohner.
Nach unserer Abklärung der niedrigsten zulässigen Ausnützungsziffer durch das Bundesgericht zur Abwendung von Entschädigungsforderungen setzten wir diese eingezonten Siedlungsflächen auf dieses Minimum von 15 Prozent – Ausnützungsziffer 0.15 – und konzentrierten die berechnete Nutzung der eingezonten Grundstücke auf zwei neue Quartiere Seglias und Cuncas mit dreifacher Erhöhung der Ausnützungsziffer auf 0.45. Damit erreichten wir für diese Quartiere nicht nur eine angemessene, mit Engadiner-Dörfern vergleichbare Bebauungsdichte, sondern sicherten damit auch die Freihaltung von etwa Zwei Dritteln der Silser-Ebene von jeglicher Bebauung. Zur grundbuchamtlichen Sicherstellung dieser freien Landschaft wurden die vormaligen Landeigentümer mit einem symbolischen Betrag im landwirtschaftlichen Ertragswert entschädigt. Mit äusserst knappem Mehr wurde diese Bau- und Zonenordnung vom Stimmvolk angenommen. Heute sind die freie Silser-Ebene und das weitgehend geschützte Fextal der Stolz der Silser Gemeinde.

Schlussbetrachtung

An diesen wenigen Beispielen der sogenannten «verdichteten Bauweisen» lässt sich exemplarisch zeigen, wie durch kluge Verknüpfung des vorhandenen technischen Know-hows mit den ordnungspolitischen und fachorientierten Instrumenten – wie Bauordnungen, SIA-Normen und SIA-Tools sowie mit Anwendung zahlreicher Labels wie Minergie oder SNBS – dem Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft näher zu kommen ist. Wie seinerzeit das Gaslicht die Kerzen und später die Elektrizität aus Wasserkraft das Gaslicht ersetzt hatten, werden die Erneuerbaren Energien ebenfalls die fossilen und nuklearen Energieträger verdrängen. Jedenfalls ist die Nutzung natürlicher und Erneuerbarer Energien mit dezentralen Anlagen vor Ort anstelle von zentralen und monopolisierten Energiesystemen mit nicht erneuerbaren Energien nicht mehr aufzuhalten. Benutzerfreundliche Technik zum Ersatz der fossilen und nuklearen Energien liegt ohnehin im Trend und ist wie die Loslösung von Versorgungsnetzen mit Autonomie auf das Eigene und Überschaubare zu einer Identitätsfrage einer von zentralen Strukturen abhängigen Gesellschaft geworden.

Allerdings verlagerten sich die Mittel zur Erzeugung der eigenen Energie bereits wieder auf neue globale Players wie beim Satellitensystem für die mobile Telefonie und für das Internet. Damit entstehen wiederum neue Abhängigkeiten, die weiterhin die Spannungen zwischen Wirtschaft und Gesellschaft aufrechterhalten.

Die Schweiz war zwar lange die Vorreiterin für die Nutzung eigener natürlicher Energiequellen. Seit der Entdeckung der Kernenergie für die Stromproduktion nutzte die Stromwirtschaft weiterhin das bestehende Stromnetz und versucht heute mit Windenergie und mit Millioneninvestitionen in die Weiterentwicklung der Fusionsenergie ihre Stromkunden am Netz zu halten, anstatt auf die dezentrale Nutzung nachhaltiger Energien zu setzen. Vielleicht lässt sich dieser Rückstand mit dem vorhandenen Know-how und mit der Weiterentwicklung von Apparaten zur Anwendung Erneuerbarer Energien vor Ort mit Systemregulierungen und digitaler Kommunikation mit dem öffentlichen Netz wieder aufholen. Damit wären auch wirtschaftlich wiederum eigene Wege zur Befreiung von fossilen Energien zur Senkung der CO_2-Klimabelastung und für den weltweiten Ausstieg aus der Atomenergie vorgezeichnet. Die politische Polarisierung in der gegenwärtigen Energiedebatte um die Kernkraft ist nur ein weiterer Versuch der Energie-Lobby, wider besseres Wissen den Abbau des Energieverbrauchs im eigenen Interessezu verzögern.

Das Modell der 2000-Watt-Gesellschaft bietet zumindest im Gebäudesektor mit der drastischen Senkung des gegenwärtigen Energieverbrauchs die Chance, diese Widerstände in geordnete Bahnen zu lenken und die hierzulande entwickelten, technischen Gerätschaften zur Erzeugung von Kraft und Wärme vor Ort einzusetzen, um die scheinbar zuwiderlaufenden Interessen zwischen Energieproduzenten und Energiekonsumenten zusammenzuführen. Auch für die Orts- und Raumplanungen nutzen die «Energie-Städte» zunehmend gesetzliche Grundlagen für die nachhaltige Bewirtschaftung ihrer Siedlungsflächen. Defizite an Planungsinstrumenten bestehen noch für die sogenannte «Zwischenstadt» ausserhalb der Bauzonen und für fiskalische Regelwerke zur nachhaltigen Senkung des Energieverbrauchs auf 2000 Watt pro Person und hier insbesondere für die Transportsysteme zur Verlagerung des Personen- und Güterverkehrs auf eine umweltschonende Mobilität.

Architekten und Bauindustrie wären ebenfalls gut beraten, sich mit den ästhetischen Wirkungskräften dieser gesellschaftlichen und technischen Neuentwicklungen zu befassen. Denn bekanntlich weist jede Epoche technische und stilistische Eigenschaften auf, welche rückwirkend auf die unsichtbaren und dennoch Gestalt bestimmenden Einflüsse von Rahmenbedingungen in der Entstehungszeit von Gebäuden und Siedlungen zurückschliessen lassen. Rechtzeitig erkannt, führen solche Entwicklungsschübe zu Marktvorteilen und unterstützen im globalen Wettbewerb nicht nur die Weiterentwicklung von Gebäudetechnologien, sondern für die 2000-Watt-Gesellschaft auch die Akzeptanz für die Anwendung solcher Errungenschaften zur Umsetzung ihrer Ziele. ■

[1] Hansjürg Leibundgut: Low Ex Building Design. Zürich: vdf Hochschulverlag der ETH Zürich, 2011
[2] Lukretia: Lebenszykluskosten-Technisierung-Ressourcen; Zürich: Amt für Städtebau, 2009
[3] SIA-Dokumentation D 0123: Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten, Zürich, September 1995
[4] Amt für Hochbauten: Arealentwicklung für die 2000-Watt-Gesellschaft. Leitfaden und Fallbeispiele. Zürich, 2012

Kontakte

Intep Integrale Planung GmbH, Dufourstrasse 105, 8008 Zürich
Fon +41 (0)43 488 38 90, info@intep.com, www.intep.com