

# solarCity Linz-Pichling – Nachhaltige Stadtentwicklung

Autor:

Norbert Kaiser

## Komfort, Energie, Umwelt

---

### **Aufgabenstellung: Sozialer Wohnungsbau mit dem Anspruch solaren Städtebaus**

Ansatz des Energiekonzepts für den Masterplan (1995) war nicht die Darstellung ultimativer Solartechnologie an Gebäuden oder ein Wettbewerb um die niedrigsten Energiekennzahlen. Der übergreifende Ansatz war eine urbane Entwicklung auf Grundlage von Budgetvorgaben des sozialen Wohnungsbaues mit dem Ziel hohen individuellen und sozialen Komforts. Es war ein tragbares Handlungskonzept im Einvernehmen mit Planern, Baurägern, Verwaltung und Versorgungsunternehmen zu entwickeln: bezahlbar, gestaltbar, adaptiv – mit der Überschrift „solarCity“. Dies beinhaltete Standards für die Bebauung und die Auswahl einer kompatiblen Infrastruktur bzw. Energieversorgung. Parallel zu und aus den Diskussionen bei der Entwicklung des Masterplans entstand im Rahmen des READ Projektes für die Europäische Union der Entwurf genereller Standards für das solare Bauen [1].

### **Methodik: Nachhaltig innovationsfähig bauen**

Energie- und Umweltkonzepte sind meist Momentaufnahmen. Ansprüche an Komfort wie auch an Umweltschutz unterliegen Trends, veränderten Bedürfnissen oder Zwängen. Technologische Entwicklungen werden Verbrauchs- und Versorgungsszenarien deutlich verändern. Auf einer Zeitachse wurden deshalb Nutzungszyklen von Bauteilen nach fixen, nicht mehr umkehrbaren und nach variablen, verbesserbaren Kriterien unterschieden und mit Innovationsszenarien verglichen. Es erfolgte eine Konzentration auf die Minimierung kurzfristiger, irreversibler Energieausgaben sowie auf Adaptionmöglichkeiten für Verbesserungen. Praktisch bedeutete dies: Reduzierung der Herstellungenergie, wachstumsentsprechender Ausbau der Infrastruktur, Verbesserung statischer Bauteile bezüglich ihrer Tauglichkeit für zukünftige thermodynamische Standards, keine Vorwegnahme von Innovationen sondern „Einplanen“ einer späteren Ertüchtigung. So sind beispielsweise die rein gebäudebedingten (irreversiblen) Verbrauchszahlen für die solarCity bereits 1997 auf heutige Standards festgeschrieben worden und auf „Solardekoration“ geringer Effizienz hat die Architektur zu Gunsten zukünftiger Potentiale bewusst verzichtet.

### **SolarCity: Graduierte Nutzung der Solarenergie**

Es müssen verschiedene Nutzungsmöglichkeiten der Solarenergie unterschieden werden: Die *individuelle* Nutzung zur Steigerung der Behaglichkeit und des Komforts. Dies betrifft die Qualität von Tageslicht, Aussicht, gebäudeintegrierter Sonnenplätze, die *technische* Nutzung durch physikalische oder biologische Umsetzung zur Energieerzeugung und Umweltentlastung sowie die *soziale* Nutzung zur Besonnung von Außenflächen, Verbesserung des Außenkomforts und des Pflanzenwachstums. Die individuelle und soziale Nutzung wurde von den Architekten schon bei der Quartiersanlage in unterschiedlicher Weise interpretiert. Die technische Solarnutzung unmittelbar die Gebäude betreffend wie Tageslicht, Wärmegevinne und Speicherung ergaben dann den Planern (im Rahmen der Standards) weitere Gestaltungsmöglichkeiten. Sie sind als Maßnahme für Komfort sowie Energiebereitstellung zu sehen. Indirekte Solarnutzung durch technische Umwandlung wie Fotovoltaik, Solarthermie bzw. regenerativ in Stoffkreisläufe eingebunden wie Biomasse etc. sind das „missing link“ zwischen Gebäudemaßnahmen und Energieversorgung, sie sollen harmonisieren und dort ersetzen, wo der größte Nutzen entsteht. Kontrovers diskutiert wurde deshalb die generelle Forderung nach Reduzierung des Warmwasserverbrauchs durch thermische Kollektoren. Intensiv behandelt wurden Energienutzungen aus geschlossenen Stoffkreisläufen bei der Entsorgung.

### **Synchronisation: Nutzerverbrauch und Energiebereitstellung**

Ein niedriger Konsum von elektrischer und thermischer Energie bedeutet nicht automatisch eine geringere Energieproduktion und damit verbunden eine geringere Umweltbelastung. Dies gelingt nur, wenn Verbrauch, Bereitstellungstechnologie und Produktion aufeinander abgestimmt werden können. Diese Chance konnte hier durch Mitwirkung der Versorgungsträger genutzt werden. Untersucht wurden in Untervarianten drei Hauptlösungen wie (a) dezentrale Energieversorgung für die solarCity als Inselösung in Verbindung mit Biomasse unter Einbeziehung des ländlichen Umfelds, (b) Anbindung an den Kraft(Wärme)park der Stadt Linz, hier KWK Süd (1,50 km) sowie (c) Anbindung an das Klärwerk Asten (Nutzung von Faulgas, 4,50 km). Dabei wurde der jeweilige Konsum von Strom und thermischer Energie verschiedener Nutzungsszenarien durchgerechnet über die produktionsrelevante Endenergie (inklusive Verluste und Transport) bis zum Primärenergieverbrauch der Produktion und der damit verbunden Umweltbelastung (CO<sub>2</sub> äquivalent). Ferner wurden Investitions-, Betriebskosten sowie Belastungen für die Mieter untersucht. Daraus entstand eine Vorzugsvariante der Energieversorgung, welche eine Grundversorgung in Verbindung mit den Gebäudestandards und solaren Maßnahmen definierte.

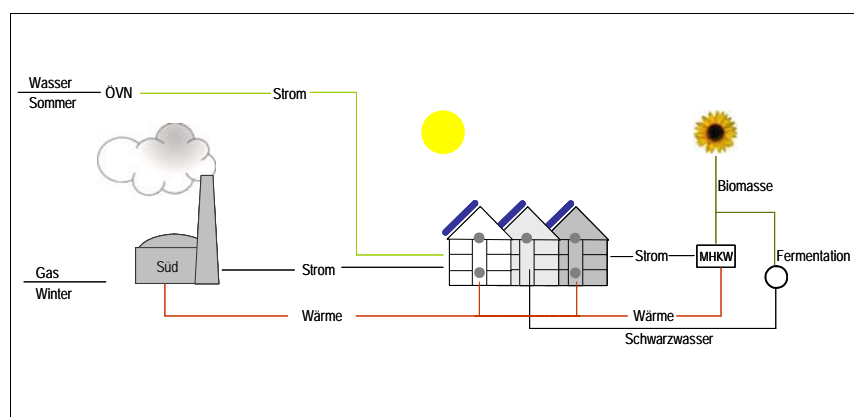
### **Versorgungsstruktur Linz**

Das Versorgungsgebiet Linz (1997) wurde mit Strom aus dem eigenem Kraftwerkspark: Turbine, GuD (Gas und Dampf) sowie geringfügig Wasser und Zukauf aus dem Österreichischen Verbundnetz versorgt. Die Wärmeversorgung war in ein Fernwärme- und ein Gasversorgungsgebiet aufgeteilt, die Fernwärme wurde durch einen Teil der Abwärme aus Stromproduktion gespeist (Kraft/Wärme Kopplung). Auf Grund des winterlichen Zukaufs von Strom, der weitgehend in alten kalorischen Kraftwerken hergestellt wurde, ergaben sich etwa 2,14 kWh Primärenergie für 1 kWh Nutzenergie Strom unter Berücksichtigung der (Kraft-Wärme-Kopplung) Wärmegutschrift aus KWK Fernwärme entsprechend etwa 500 g CO<sub>2</sub> äquivalent. Im Sommer wurden die eigenen Kraftwerke weitgehend zurückgefahren (geringer Wärmebedarf) und Verbundnetzstrom eingespeist. Im Sommer ist der Verbundnetzstrom durch Wasserkraft so gut wie regenerativ. Der Versorgungs-

träger ging von einer deutlichen Verbesserung in den nächsten Jahren durch Ersatz alter Kraftwerke durch gasbetriebene GuD Systeme mit höherem Wirkungsgrad, Ausweitung der Fernwärmeauskopplung sowie Reduzierung des winterlichen Zukaufs aus. Dies hatte die Chance, die Primärenergie und Emissionen deutlich zu reduzieren. Hier wird die Thematik der Verbesserungen während der Nutzungszeit eines Gebäudes deutlich. Bei den Systemvergleichen wurde so auch ein Szenario dieser Entwicklung angesetzt.

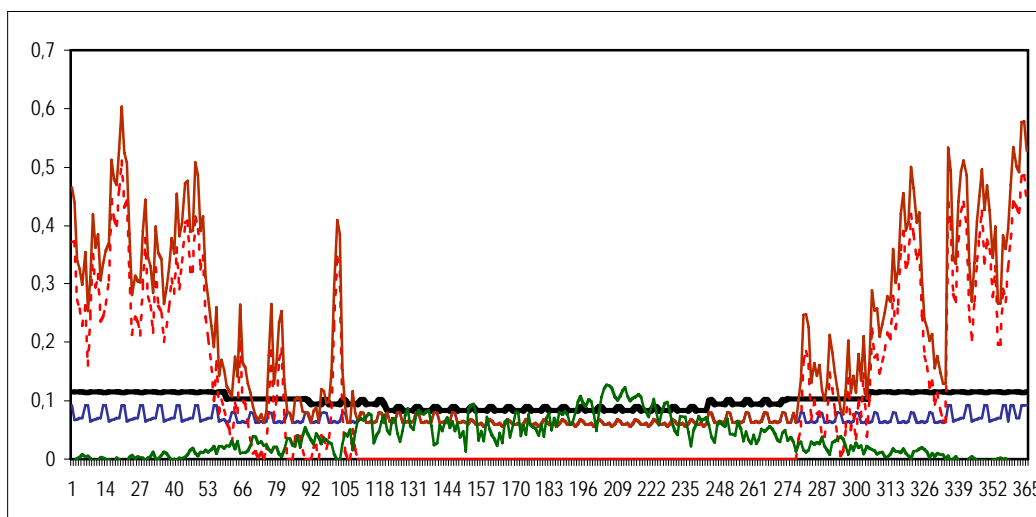
### **Einstieg in eine regenerative Brennstoffversorgung und Wiederherstellung natürlicher Stoffkreisläufe**

Ein oft übersehener Energieaufwand ist die Wasserversorgung sowie Abwasserentsorgung. Sie beträgt bis zu 100 kWh/Person/a – hier somit bis zu 5 kWh/m<sup>2</sup>/a abgesehen von ökologischen Schädigungen durch Methanemissionen und Übersäuerung der Gewässer. Darüber hinaus stellten die Entsorgungsmaßnahmen auf Grund der Topographie und Lage des Areals einen extrem hohen Aufwand an Herstellungsenergie sowie Herstellungskosten dar. Schließt man Abwasser nicht an eine Kläranlage (hier Asten) an und ersetzt herkömmliche Sanitärsysteme (Spültoiletten und Spiegelentwässerung) durch Absaugsysteme, fermentiert die Abfallstoffe zu Biogas, reinigt das Abwasser in Grauwasser Aufbereitungsanlagen und substituiert Kunstdünger durch biologisches Düngersubstrat aus der Biogas Erzeugung, so ergibt sich eine Energie gewinnende Bilanz neben der Wassereinsparung und Schadstoffreduktion. Hinweis: Stand dieser Überlegungen war 1997. Die so aus Pichling selber gewonnene Energie aus Abfallstoffen (Fäkalien, biogener Hausmüll, Grünschnitt) hätte maximal 10 % des Energiebedarfs abdecken können. Die Fermentierung zu Biogas hätte auch ein Hinzuführen weiterer Abfallstoffe aus dem ländlichen Umfeld benötigt, welche hätte organisiert werden müssen. Damals waren Versorgung (ESG) und Entsorgung (SBL) in Linz noch getrennte Unternehmen, d.h. Biogas Produktion und daraus resultierende Herstellung und Verkauf von Strom und Wärme lag in unterschiedlichen Händen. Hier waren übergeordnete Interessen und vorgesehene Ausbaustrategien im Gesamtversorgungsgebiet Linz zu koordinieren. Hinzu kam die Abstimmung mit den Bauträgern, welche berechnete Vorbehalte gegen Vakuumtoiletten (Lärm, Kosten) und eine Fermentierungsanlage mit Zulieferung im Baugebiet vorbrachten. Gleichwohl wurde diese Möglichkeit auch als Basis der dezentralen Versorgungsvariante (a) intensiv weiterverfolgt, da sie die ökologisch interessanteste Lösung bot.



## Handlungsanleitung: Integration Gebäude und Versorgung

Die mit den Versorgungsträgern und den Bauträgern abgestimmte Lösung integrierte die Vorzugsvariante der Energieversorgung sowie Gebäudemaßnahmen. Die Vorgaben für die Nutzenergie der Gebäude wurden von ursprünglichen Ansätzen weiter reduziert (siehe Tabelle) und sollten nur durch so genannte passive Maßnahmen erreicht werden. Für Tageslichtbeleuchtung, solare Gewinne, Speicherfähigkeit, sommerlichen Wärmeschutz reichten einschlägige Vorschriften, wobei die Planer an dieser Stelle ohnehin hoch sensibilisiert waren. Gebäudevorgaben aus der Versorgung waren: Direkteinspeisung von Nahwärme, Festlegung des Temperaturniveaus für Wärmeverteilung, Reduzierung von Hilfsenergie und Verlusten durch Nutzung der Versorgungsdrücke und Verzicht auf separate Zirkulation. Das Versorgungskonzept ging entsprechend von der Erstellung eines erweiterbaren Nahwärmenetzes mit direkter Gebäudeeinspeisung aus. Diese Versorgungsinsel sollte, sobald wirtschaftlich sinnvoll, an das KWK Süd angeschlossen werden. Zeitweilig bzw. ergänzend sollte ein örtliches MotorHeizKraftWerk (MHKW) installiert werden. Aus der vorstehenden Analyse ergab sich, dass insbesondere der winterliche kalorische Stromzukauf reduziert werden musste. Insoweit sollte das MHKW mindestens im Winter mit regenerativem Brennstoff betrieben werden (Pflanzenöl oder Biogas). Für die Biogas Variante hätte der Einstieg in einen regenerativen Kreislauf der Stoffe im Zusammenhang mit der Entsorgung gesprochen. Leider bot sich für diesen Schritt zum damaligen Zeitpunkt kurzfristig noch keine ausgereifte technologische Lösung, jedoch sollten die Voraussetzungen für eine spätere Realisierung geschaffen werden. In den Gebäuden wurde eine getrennte Entsorgung von Abfallstoffen und Grauwasser vorgesehen, von den Vakuumtoiletten sollten die Bauträger noch überzeugt werden. Die äußeren Entsorgungsleitungen wurden (auch aus ökonomischen Gründen) bereits als Drucksysteme vorgesehen. Der winterlichen regenerativen Solarnutzung (Biomasse) stand eine sommerliche Nutzung von Solarthermie zur Brauchwassererzeugung gegenüber. Diese solare Brauchwassererzeugung macht jedoch parallel zur Fernwärmeversorgung wenig Sinn – sie müsste die sommerliche (verlustreiche) Fernwärmeversorgung zu Gunsten einer reinen Stromversorgung aus dem Verbundnetz (aus Wasserkraft) ersetzen.



Nutzenergie kWh/Jahr	Monat												Jahr
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Strom	3,5	3,2	3,2	2,9	2,6	2,5	2,6	2,6	2,9	3,2	3,4	3,5	36,4
Warmwasser	2,3	2,1	2,1	2,1	2,1	1,8	1,9	1,9	2,1	2,1	2,0	2,4	25,0
Raumwärme	9,1	7,4	1,9	1,3	0	0	0	0	0	2,2	6,5	10,9	40,0
Wärme	12,1	9,5	4,0	3,4	2,1	1,8	1,9	1,9	2,1	4,3	8,6	13,4	65,0
Kollektor	0	0,3	0,7	1,2	1,8	1,7	2,0	2,4	1,4	0,7	0,3	0	13,4
Wärme	12,1	9,2	3,3	2,2	0,3	0,1	0	0	0,7	3,6	0,3	13,4	53,2
<b>Endenergie</b>													
Strom	3,3	3,5	3,4	3,1	3,3	3,1	2,8	2,8	3,1	3,5	3,8	3,9	40,3
Wärme	13,5	11,8	4,2	3,1	0	0	0	0	1,4	4,9	10,8	16,8	65,0
<b>Primärenergie</b>													
Strom	7,1	6,7	6,6	5,4	3,7	3,4	3,1	3,1	4,0	6,7	1,3	7,6	65,8
Wärme	3,3	2,7	1,8	0,7	0	0	0	0	0,3	1,2	2,8	3,9	15,8
Gesamt	10,1	9,4	7,6	6,1	3,7	3,4	3,1	3,1	5,1	7,9	3,9	11,5	81,6
<b>CO<sub>2</sub>Äquivalent</b>	<b>Kg/Jahr</b>												
Strom	1,8	1,6	1,6	1,1	0	0	0	0	0,7	1,6	1,8	1,8	12,2
Wärme	0,8	0,7	0,3	0,2	0	0	0	0	0,1	0,3	0,7	1,0	4,0
Gesamt	2,6	2,3	1,9	1,3	0	0	0	0	0,8	1,9	2,5	2,8	16,1

Vorstehendes Diagramm zeigt die damalige Vorzugsvariante in der Verteilung der Nutzenergie; Strom (schwarz), Warmwasser (blau), Raumwärme und Gesamtwärme (rot). Eingefügt hier ist die Entlastung des Warmwasserverbrauchs durch Solarkollektoren (grün). Zu sehen ist, dass für ein völliges Abschalten der sommerlichen Kraft/Wärme Kopplung (wie in der weiteren Berechnung vorausgesetzt) die Solarthermie vergrößert werden müsste. Endenergie, Primärenergie und die entsprechende Umweltbelastung sind bereits mit den perspektivischen Voraussetzungen der Linzer Energieversorgung (damals Szenario 2005 genannt) gerechnet. Die winterliche Entlastung durch Biomasse ist hier nicht berücksichtigt, da die Darstellung unterschiedlicher Betriebsweisen eines MHKW's an dieser Stelle zu komplex wäre. Szenarien ergaben einen geringfügigen Anstieg der Primärenergie jedoch eine weitere deutliche Entlastung der äquivalenten CO<sub>2</sub> Emissionen.

## Resumée

Das Konzept wurde im Verlauf der Projektrealisierung weiterdiskutiert und naturgemäß auch verändert. Die solarthermischen Installationen haben (noch) nicht zur Abschaltung der Fernwärmeversorgung im Sommer geführt und sind dazu auch weiterhin zu knapp bemessen. Insoweit ist das ökologische Ziel nicht erreicht. In einem Quartier wurden keine thermischen Kollektoren installiert, hier wurde eine nachgewiesene Warmwassereinsparung durch wassersparende Armaturen vorgenommen. Es wurde kein örtliches Biomasse MHKW installiert und das Gebiet wurde sofort an das KWK Süd angeschlossen. Dies hatte übergeordnete Gründe der Versorgungssicherheit im gesamten Fernwärmebereich. Der reale Nutzenergieverbrauch unterschreitet die oben dargestellten Planungsziele – teilweise erheblich. Darüber hinaus hat der Versorgungsträger die damaligen Prognosen übertroffen. Der Kraftwerkpark wurde modernisiert, die Fernwärmeversorgung erweitert und es wurde ein 20MW Biomasse Kraftwerk in Betrieb genommen, was eine örtliche Kleininstallation überflüssig machte, zumal eine örtliche Biomasseerzeugung nicht realisiert wurde. Die Abwässer werden jedoch getrennt und das Grauwasser separat geklärt. In der Summe werden durch das Zusammenwirken von Bebauung, Versorgung und Energieproduktion die für das Szenario 2005 abgeschätzten Werte erreicht, wenn nicht unterschritten.

Literatur:

[1] KAISER, N. (1996) Maximen für solares Bauen – auf dem Weg zu solaren Standards. Beitrag in Solar-energie in Architektur und Stadtplanung. Prestel Verlag, München.

**Kontakt :**  
**Stadtteilbüro solarCity**  
**Heliosallee 84**  
**A-4030 Linz**  
**Tel: +43 (0)732 / 320071-30**  
**e-mail: [solarcity@mag.linz.at](mailto:solarcity@mag.linz.at)**  
**Internet: [www.solarcity.linz.at](http://www.solarcity.linz.at)**