

Wohnsiedlung Burgunder, Bern: Autofrei und Minergie-P-ECO Ein 2000-Watt-kompatibles Siedlungs- und Gebäudekonzept



Hanspeter Bürgi, Bruno Hari

BSR Bürgi Schärer Raaflaub Architekten sia AG, Optingenstrasse 54, 3000 Bern 25

hanspeter.bueggi@bsr-architekten.ch, bruno.hari@bsr-architekten.ch, www.bsr-architekten.ch

Mitarbeit: Theo Gurtner, Sonja Huber, BSR Architekten; Bernhard Eggen, Dr. Eicher + Pauli AG, Bern

Zusammenfassung

Abstract

Zusammenfassung

Mit der 2010 fertig gestellten Wohnsiedlung Burgunder in Bern-Bümpliz werden die Ziele einer nachhaltigen Quartierentwicklung konsequent umgesetzt. Die ganze Siedlung ist autofrei. Die zwei Häuser A und B mit 40 kostengünstigen Mietwohnungen sind nach dem Standard Minergie-P-ECO zertifiziert. Ökologische und ökonomische Aspekte verbinden sich mit den sozialen und kulturellen Dimensionen der Nachhaltigkeit: Raumqualitäten, Flexibilität und Anpassbarkeit, Mieterpartizipation, gemeinschaftliches Hofhaus. Wie erste Auswertungen der Planungswerte zeigen, wird der Zielwert (Betriebsenergien, Graue Energie, Mobilität) von 440 MJ/m²a nicht erneuerbarer Primärenergie deutlich erreicht. Die Siedlung Burgunder ist damit nicht nur die erste autofreie Wohnsiedlung der Schweiz, sondern auch klar 2000-Watt-kompatibel.

Abstract

With the housing estate Burgunder in Berne-Bümpliz completed 2010 the aims of the sustainable development of an urban quarter have been successfully achieved. The complete housing estate is a car-free area. The two apartment buildings A and B with 40 favourably priced rented flats have been certified according to the Minergie-P-ECO standards. Ecological and economic aspects merge with social and cultural dimensions of sustainability: quality of space, flexibility, adaptability, tenant participation and a community house. First evaluations of the planning data show clear achievements of all the aims including energy consumption, grey energy and mobility (440 MJ/m²a of non renewable primary energy). The housing estate Burgunder is therefore not only the first car-free housing settlement in Switzerland, but it is clearly compatible with the 2000-Watt-Society as well.

Abb. 1: Nordwest- / Südwestansicht Haus A (mit grafisch bearbeiteter Begrünung)

1. Ausgangslage



Abb. 2: Situation Stadtquartier (mit Perimeter Parkverbot)



Abb. 3: Südwestansicht Haus A (noch nicht begrünt)

Erste autofreie Wohnsiedlung der Schweiz

Die neue Wohnsiedlung in Bern-Bümpliz schliesst im Norden und Westen an ein traditionelles kleinmassstäbliches Wohnquartier an und wird südöstlich von der Bahnlinie Bern-Freiburg und nordöstlich von einem alten Fabrikareal begrenzt. Die Baugesellschaft für nachhaltiges, partizipatives und gemeinnütziges Bauen npg AG realisierte in zwei Häusern 40 kostengünstige Mietwohnungen. Zusammen mit dem dritten Gebäude (welches mit ähnlichen Zielsetzungen von einer anderen Trägerschaft gebaut wird) bilden die Stadthäuserzeilen einen gemeinsamen Zugangs- und Aufenthaltshof. Das bestehende Hofhaus bleibt im Zentrum als Teil der Kulturgeschichte des Quartiers erhalten und wird im Erdgeschoss als gemeinschaftliche Zone und Kinderkrippe genutzt. Das Wohnungsangebot mit 1½, 2½, 3½, 4½ und 5½-Zimmern eignet sich ebenso für Familien wie auch für andere Formen gemeinschaftlichen und altersgerechten Wohnens. Die Zielsetzungen einer nachhaltigen Entwicklung sind konsequent auf allen Ebenen – also gesellschaftlich, ökonomisch und ökologisch – umgesetzt: Die beiden Häuser sind nach dem Standard Minergie-P-ECO gebaut und zertifiziert. Einfache Bauvolumen, klare Typologie und Raumqualität, logische Systemtrennung, Materialechtheit und gebrauchstauglicher Ausbau sind Merkmale. Mitgestaltungsmöglichkeiten der (Erst-)Mietenden werden durch partizipative Prozesse ermöglicht. Die dereinst vollständige Fassadenbegrünung mit wilder Rebe vermittelt ein sich jahreszeitlich veränderndes Bild und thematisiert Fragen einer nachhaltigen Ästhetik. Die Siedlung Burgunder ist die erste realisierte autofreie Wohnsiedlung in der Schweiz.

Objekt: Wohnsiedlung Burgunder, Burgunderstrasse 93 / 97 / 99, 3018 Bern, www.gruener-wohnen.ch
Wettbewerb 2006 / Planung 2006 – 2008 / Ausführung 2008 – 2010 / Bezug 1./2.Et. Febr./Okt. 2010

Bauherrschaft: npg AG für nachhaltiges Bauen, Bern, www.npg-ag.ch

Architektur: BSR Bürgi Schärer Raaflaub Architekten sia AG, Bern, www.bsr-architekten.ch

Fachplaner: Dr. Eicher+Pauli AG, Bern; Bächtold + Moor AG, Bern; B+A Bauphysik, Bern; D. Bosshard, Bern

2. Vorgehen

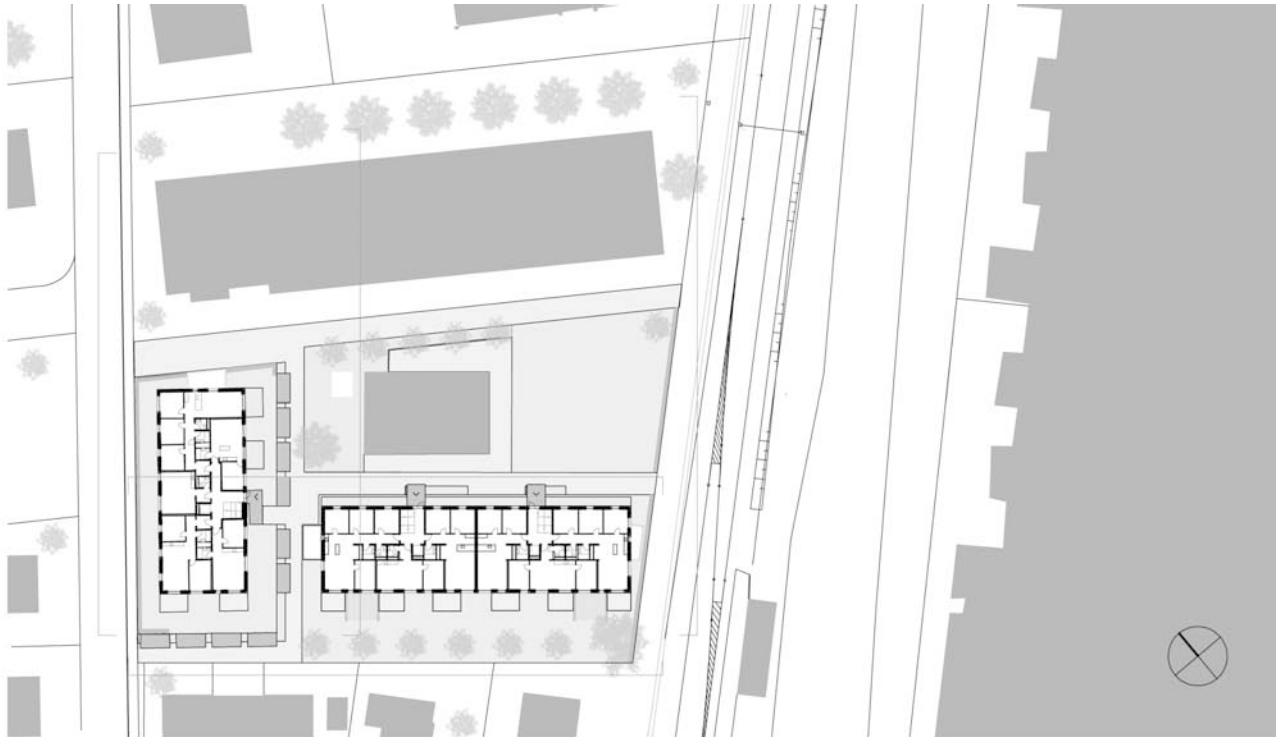


Abb. 4: Normalgrundriss Haus B (links) und Haus A, bestehendes Hofhaus mit Umgebung 1:1000

Pilot- und Demonstrationsprojekt

Die Zielsetzungen der Siedlung Burgunder umfassen sämtliche Dimensionen der Nachhaltigkeit:

- Ökologie: Standard Minergie-P-ECO (Gebäude), Autofreies Wohnen (Mobilität)
- Ökonomie: Günstige Mietwohnungen
- Gesellschaft: Autofreies Wohnen, Mitwirkung der Nutzer/innen, Ästhetik der Nachhaltigkeit

Möglichkeiten, Grenzen sowie Auswirkungen einer konsequent nachhaltigen Quartierentwicklung sind – mangels realisierter Beispiele – heute noch wenig erforscht und dokumentiert. Im P+D-Projekt des BFE [1] werden die beiden Hauptziele des autofreien Wohnens (Mobilität) und des Standards Minergie-P-ECO (Gebäude) evaluiert, in den Kontext mit den übrigen Themen der Nachhaltigkeit gestellt und anhand der Zielsetzungen einer zukünftigen 2000-Watt-Gesellschaft geprüft.

Minergie-P-ECO wird mit technischen Kontrollen und Messungen am Objekt sowie mit Umfragen bei Beteiligten beurteilt. Das Konzept autofreie Siedlung wird primär mit Umfragen bei Beteiligten beurteilt. Daraus sollen sowohl Optimierungen für die Wohnsiedlung Burgunder gewonnen, als auch Lehren und Handlungsempfehlungen für weitere ähnliche Projekte entwickelt werden. Das Messprojekt zur Beurteilung des Minergie-P-Standards ist implementiert, die Messungen laufen. Aussagekräftige Resultate sind allerdings erst Mitte 2011 zu erwarten.

Erfahrungen aus dem Planungs- und Realisierungsprozess sowie die Interpretation der Planungswerte im Vergleich zu den Zielvorgaben vermitteln erste Erkenntnisse.

Label: Minergie-P-ECO (BE-012-P-ECO und BE-013-P-ECO)

Gebäudekosten: BKP 1-9: Fr. 11.5 Mio., inkl. Haustechnik; BKP 1-5: Fr. 3'320.-/m² HNF

Nutzung: 40 Wohnungen (Haus A 22, B 18), GF: 5'120 m², HNF: 3'440 m²

Gebäudetechnik: Erdsondenwärmepumpe (Contracting), Fotovoltaik (Contracting, in Planung)



Abb. 5: 3.5 Zimmer Wohnung Attika



Abb. 6: 4.5 Zimmer Wohnung



Abb. 7: Nordwestfassade 1:1000



Abb. 8: Südwestfassade 1:1000

Planungsprozess: Fokus autofrei

Obschon bereits seit den späten 1990er-Jahren beispielsweise in Wien (Sargfabrik und Nordmannngasse), in Freiburg i.B. (Vauban), in Edinburgh oder in Amsterdam erste autofreie Siedlungen entstanden, bekommen die Initiativen in der Schweiz erst jetzt reale Gesichter. In Städten wie Bern bestehen für solche Wohnmodelle heute klar Bedürfnisse und Marktpotenziale [2]. Für die npg AG für nachhaltiges Bauen, bedeutet dies denn auch eine konsequente Umsetzung ihrer Ziele auch im Mobilitätsbereich, was im urbanen Kontext, weniger als 100 Meter von der S-Bahn-Station Bümpliz-Süd entfernt, nur als logisch erscheint [3]. Für den Planungsprozess entscheidend erwiesen sich einerseits die Nutzung des Spielraums des kantonalen und kommunalen Bau- und Planungsrechts sowie präzise juristische Festsetzungen. So regeln heute Verträge zwischen der Stadt Bern und der npg und zwischen der npg und den Mietparteien das „Autofreie Wohnen“ [4]. In den besonderen Vereinbarungen wird festgehalten, dass weder der Besitz noch das Abstellen von Motorfahrzeugen auf der Parzelle und innerhalb eines definierten Perimeters (siehe Situationsplan) erlaubt sind. Andererseits musste auch auf planerischer Ebene ein verbindlicher Nachweis (im Rahmen des Baubewilligungsverfahren) erbracht werden, wo allenfalls später eine Einstellhalle errichtet werden könnte. Auf der Parzelle sind lediglich 7 Abstellplätze für Carsharing und Besuchende markiert.

Realisierungsprozess: Fokus ECO

Folgende Punkte erwiesen sich für die Umsetzung des ECO-Standards als besonders wichtig: Präzise Formulierung der Ausschreibungsunterlagen (allgemeine und konstruktionsspezifisch Beschriebe), laufende Qualitätssicherung während der Planung und kontinuierliche Kontrolle auf der Baustelle, umfassende Kommunikation innerhalb des Planerteams, mit Unternehmen und Lieferanten, insbesondere auch mit den direkt involvierten Handwerkern auf der Baustelle.

3. Resultate

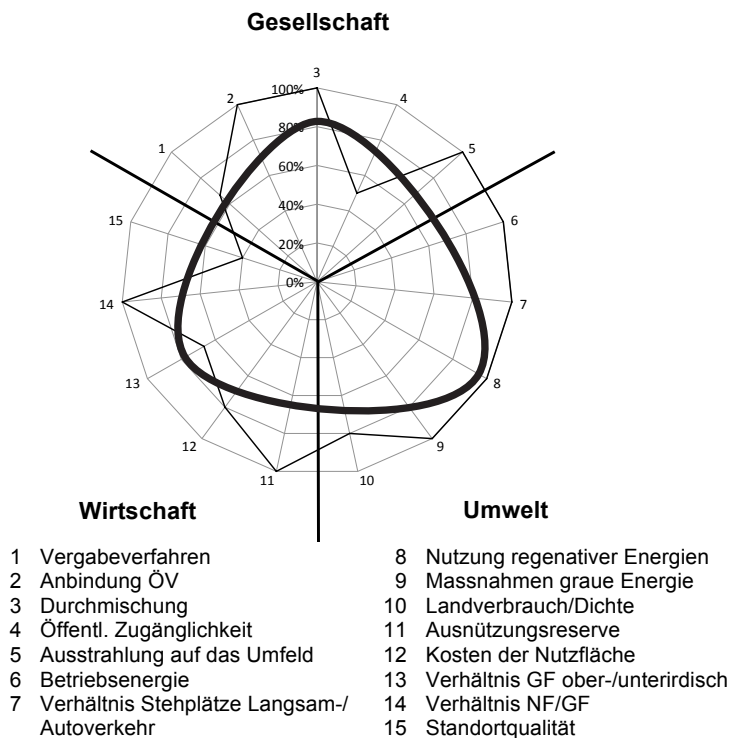


Abb. 9: 3.5 Zimmer Wohnung



Tab. 1: Nachhaltigkeitsdiagramm Wohnsiedlung Burgunder, Bern-Bümpliz Beurteilung BSR Architekten

Abb. 10: Haustechnikzentrale

Nachhaltige Entwicklung

Die Zielsetzungen der npg im Bereich der Nachhaltigkeit orientieren sich u.a. an der SIA-Empfehlung 112/1 „Nachhaltiges Bauen – Hochbau“ [5] und am Nachhaltigkeitsrating der Alternativen Bank Schweiz ABS [6]. Interessante Vergleiche lassen sich weiter mit einer Beurteilung anhand des Spinnendiagramms visualisieren, wie es für Bauten und Projekte in „Bauen für die 2000-Watt-Gesellschaft“ angewendet wird [7]. Für die drei Dimensionen Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft werden je fünf Bereiche anhand von einzelnen mess- oder abschätzbaren Kriterien dargestellt.

Kommentar zu den einzelnen Punkten: 1. Die Vergabe erfolgte über ein selektives Verfahren. 2. Die Anbindung an den öffentlichen Verkehr ist mit dem weniger als 100 Meter entfernten S-Bahnhof Bümpliz-Süd optimal. 3. Die Bautypologie und die Flexibilität und Anpassbarkeit der Grundrisse ermöglichen eine hohe soziale Durchmischung, was sich auch in der Vermietung bestätigt. 4. Die öffentliche Zugänglichkeit wesentlicher Teile des Aussenraumes und des gemeinschaftlichen Hofhauses ist gegeben. 5. Die (zukünftige) Ausstrahlung der autofreien Siedlung wird als hoch eingestuft. 6. Die Betriebsenergie (Heizwärme und Kältebedarf) beträgt 11 kWh/m² EBF (Nutzenergie). 7. Im Konzept der autofreien Siedlung stehen 90 Veloparkplätze (davon 60 überdeckt) nur 7 Autoparkplätze (Besuchende und Carsharing) gegenüber. 8. Mit einer Wärmepumpe wird Erdwärme genutzt (Contracting), mit einer Fotovoltaikanlage Sonnenenergie (Contracting, in Planung). 9. Graue Energie ist durch geeignete Materialwahl und insbesondere auch durch den Verzicht auf eine Einstellhalle optimiert. 10. Landverbrauch und Dichte werden mit einer Erneuerung und Verdichtung im städtischen Kontext gut bewertet. 11. Die Ausnutzungsreserve ist kleiner als 20%. 12. Die Kosten pro m² Nutzfläche sind mit Fr. 3'320.- im günstigen Bereich. 13. Verhältnis Geschossfläche ober-/unterirdisch: 3,7. 14. Verhältnis Nutzfläche/ Geschossfläche: 0,74. 15. Die Standortqualität (Kriterien Lärm, Luft, Elektro, Altlast, Energie) wird durch Bahnhofsnähe und optimalen Bezügen zu den Quartiernutzungen gekennzeichnet, jedoch auch durch negative Einflüsse von Bahnlärm und Elektrosmog belastet.

Thema	PE gesamt [MJ/m ²]			PE nicht erneuerbar [MJ/m ²]			TGEK [kg CO ₂ eq/m ²]			Instrumente
	Zielwert	Planwert	erfüllt	Zielwert	Planwert	erfüllt	Zielwert	Planwert	erfüllt	
1 Baumaterial	130	?		110	74	+	8.5	?		Minegie-ECO, SNARC, eco-invent (Bauteilkatalog)
2.1 Heizen	70	34	+	35	15	++	0.4	0.3	+	Minergie-P, SIA 380/1
2.2 Lüften, Klima, Hilfsenergie	40	53	-	20	47	--	0.2	0.8	--	Minergie-P, HT-Berechnung, SIA 380/4, 382/1
3 Warmwasser	70	117	-	35	62	--	0.5	1.0	--	Minergie-P, SIA 380/1-Fixwert
4 Licht und Apparate	220	116	++	110	102	+	1.4	1.7	-	Minergie-P, energybox, SIA 380/4
Total Betriebsenergie	400	320	+	200	227	-	2.5	3.8	-	
5 Mobilität	150	96	+	130	62	+	5.0	0.9	++	Microzensus Kt. Bern / www.mobitool.ch / SIA 2039
Betriebsen. und Mobilität	550	416	+	330	289	+	7.5	4.7	+	
Total	680			440	363	+	16			

Anmerkung: Betriebsenergie mit Schweizer Strommix; Mobilität Durchschnitt Regional- und Fernverkehr mit Strommix SBB

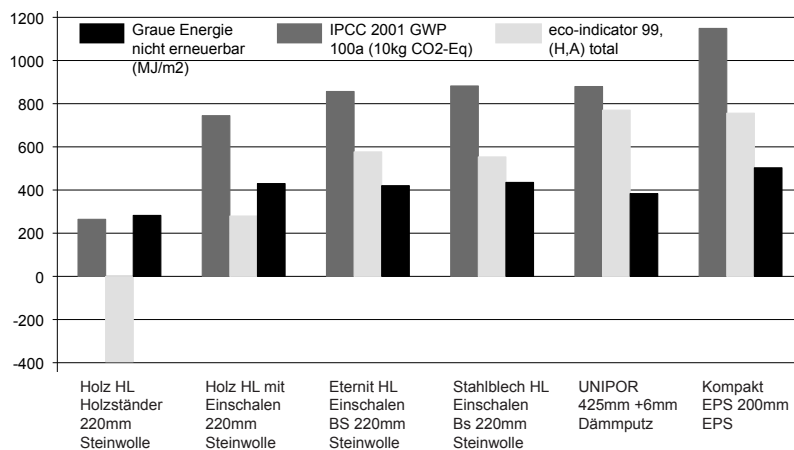
Tab. 2: Beurteilung nach SIA Effizienzpfad Energie: Primärenergie gesamt; Primärenergie nicht erneuerbar; Treibhausgasemissionen (TGEK)

2000-Watt-Gesellschaft, SIA Effizienzpfad Energie, Minergie-P-ECO

Anhand des SIA Effizienzpfades Energie [8] resp. des neuen Entwurfs [8a] wird nachgewiesen inwiefern mit der autofreien Siedlung nach Minergie-P-ECO die Ziele einer 2000-Watt Gesellschaft schon heute umgesetzt werden können. Der Fokus liegt auf der nicht erneuerbaren Primärenergie. Im Vergleich sind dazu markante Unterschiede bei den Treibhausgasemissionen (TGEK) in der Betriebsenergie und der Mobilität auffallend, begründet vor allem durch unterschiedliche Zielwertvorgaben sowie durch die ökologischen Qualität des Strommixes der SBB. Der aktuelle Projektstand erlaubt vorläufige Aussagen aufgrund der Planwerte. Der SIA Effizienzpfad Energie unterscheidet sich im Wesentlichen zum Standard Minergie-P-ECO indem die induzierte Mobilität und die Graue Energie in die Systemgrenze einbezogen werden. Der Effizienzpfad definiert die Zielwerte für Graue Energie, Heizen, Elektrizität für Haustechnik (Lüftung, Klima und Hilfsbetriebe), Warmwasser, Apparate und Beleuchtung sowie die Mobilität. Bei Minergie-P beruhen die Berechnungsverfahren auf anderen Primärenergiefaktoren. Bei der ECO-Ergänzung bestehen qualitative Vorgaben (Fragekatalog) in den Bereichen Ökologie (Ressourcen, Herstellung, Entsorgung) und Gesundheit (Tageslicht, Lärm, Luft). Die Mobilität ausgenommen deckt Minergie-P-ECO die Themen des Effizienzpfades ab und geht in den Bereichen der ökologischen und gesundheitlichen Auswirkungen weiter.

Heizen, Lüften, Klima, Warmwasser

Diese klassischen Grössen der Energiebilanz fliessen in die gewichtete Energiekennzahl nach Minergie ein. Bei der Heizwärme wird dank einer optimierten Gebäudehülle und der Wärmepumpe mit hohem Anteil von erneuerbarer Energie ein sehr guter Wert erreicht. Der Strombedarf für die Haustechnik wird stark vom Anteil der Komfortlüftung dominiert. Hier besteht noch Optimierungsbzw. Entwicklungspotenzial. Der Zielwert wird bei weitem nicht erreicht. Ein relativ kleiner Anteil macht dabei das Freecooling im Sommer aus. Der Energiebedarf für Warmwasser ist im Minergie-P-Nachweis wenig beeinflussbar. Der Bedarf ist gemäss SIA 380/1 [9] vorgegeben, nur der Anteil erneuerbarer Energie bzw. die effiziente Erzeugung wird optimiert. Die heute üblichen Warmwassertemperaturen führen dazu, dass auch mit guten Wärmepumpen der Zielwert kaum erreichbar ist. Realisierte Optimierungen wie kleine Warmwasservolumen und dadurch tiefe Warmwassertemperaturen, Durchflussbegrenzungen und Warmwasseranschlüsse bei den Abwasch- und Waschmaschinen müssen bei den Messresultaten analysiert werden. Der Einfluss der Benutzer/innen wird vor allem beim Warmwasserbedarf gross sein, aber auch der berechnete Heizwärmebedarf beruht auf z.T. idealen Standardannahmen. Bei der Haustechnik sind bei guten Betriebseinstellungen kleine Abweichungen zu erwarten.



Tab. 3. Ökobilanz von Fassadensystemen mit gleichem Dämmwert

Licht und Apparate

Der Planwert beruht auf einer Berechnung mit energybox [10] und hat geringe Genauigkeit. Die Vorgaben von Minergie-P für den Einsatz von Bestgeräten beeinflusst etwa die Hälfte des Haushaltstroms. Auch bei der allgemeinen Beleuchtung sind beste Leuchten verwendet worden. Trotzdem bleibt den Bewohner/innen ein grosser Spielraum, diesen Energieanteil zielführend zu beeinflussen. Eine entsprechende Kommunikation erfolgte sowohl mündlich als auch über das Betriebs- resp. Benutzerhandbuch.

Baumaterial (Graue Energie)

Die qualitative Beurteilung der Grauen Energie wurde mit SNARC [11] ermittelt; die Aussagekraft ist entsprechend grob. Der Zielwert wird trotz des Massivbaus unterschritten. Positive Faktoren bilden die nicht vorhandene Einstellhalle und damit ein geringer Anteil unterirdischer Bauvolumen sowie die Einfachheit des Ausbaus. Mit einer Reduktion von Konstruktions- und Materialschichten – einem Ansatz von Suffizienz – werden Ressourcen geschont und Umweltauswirkungen vermindert. Negativ wirken sich der Massivbau und selbstverständlich die Kompakt-Aussendämmung mit EPS aus. Die Wandaufbauten wurden in einer frühen Planungsphase mittels Ökobilanzen (nach ecoinvent [12]) analysiert und optimiert. Die ökonomische Gewichtung stand über der ökologischen.

Mobilität

Für die Mobilität sind auf Ebene Gebäude wenige Planungsinstrumente vorhanden. Ein einfaches Modell, basierend auf Verkehrserhebungen [13] und mittleren Energiekennzahlen [14] kann für erste Annäherungen angewendet werden. Eine Verifizierung mit dem Entwurf des SIA Merkblattes 2039 Mobilität [15] bestätigt die Resultate. Der durchschnittliche Mobilitätsbedarf beträgt in der Schweiz wie auch in der Stadt Bern 40 km pro Tag; davon wird etwa die Hälfte dem Wohnen angerechnet. Der Modal Split liegt im schweizerischen Durchschnitt bei knapp 70% motorisiertem Individualverkehr (MIV), 20% öffentlichem Verkehr (ÖV) und knapp 10% Velo- oder Fusswegen. In der Stadt Bern sinkt der Anteil MIV auf 50% zu Gunsten von 40% ÖV. Zudem besitzen etwas mehr als ein Drittel der Haushalte kein Auto. In der Siedlung Burgunder wird angenommen, dass zwar der Verkehrsbedarf durchschnittlich ist, jedoch ganz aufs Auto verzichtet wird. Der Zielwert wird somit deutlich unterschritten. Die Reserve beträgt 2'000 jährliche Autokilometer (z.B. für Carsharing); bei der Betrachtung über den Treibhauskoeffizient sind es noch 150 km. Nicht zu vergessen ist dabei, dass im Effizienzpfad nur die Alltagsmobilität berücksichtigt wird. Alle längeren Verkehrswege über 3 Stunden ab Wohnort (z.B. Flugverkehr) liegen ausserhalb der definierten Systemgrenzen.

4. Ausblick

Der Zielwert von 440 MJ/m²a an nicht erneuerbarer Primärenergie wird klar erreicht, ebenso die Zielwerte für die gesamte Primärenergie und die Treibhausgasemissionen (Tab. 2). Die Siedlung Burgunder ist 2000-Watt-kompatibel!

Die Zielgrösse ist auf den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf von 2000 Watt definiert. Langfristig nachhaltig – gemäss Effizienzpfad bis 2150 – bleiben max. 500 Watt nicht erneuerbare (resp. fossile) Energie notwendig. Diese Zielerreichung hängt stark von der Energieerzeugung ab. Mit einer Fotovoltaikanlage von 1'100 m² kann die gesamte Betriebsenergie erneuerbar auf den Gebäuden produziert werden. Dazu wären neben der geplanten Anlage auf den Dächern auch noch weitere Elemente (z.B. an der Fassade) zu installieren. Mit einer zusätzlichen Reduktion der Autokilometer – mit Suffizienz z.B. durch kleineren Jahresbedarf – kann auch die Vision 2150 erreicht werden. Bei der Grauen Energie wirken sich neben der Langlebigkeit der Gebäudestruktur auch die Energieerzeugung bei der Produktion ganz wesentlich aus. Bei den in dieser Projektphase angewendeten Berechnungsmethoden für die Schlüsselgrössen der Grauen Energie und der Mobilität bestehen noch relativ grosse Ungenauigkeiten. Die weiteren Erfolgskontrollen werden insbesondere in diesen Bereichen präzisere Daten liefern können.

Neben den harten Faktoren wie Infrastruktur, Gebäude und Gebäudetechnik sind jedoch auch die weichen Einflussfaktoren der Bewohner/innen von Interesse. Zudem wird in der nächsten Phase der Betrachtungsperimeter auf die ganze Siedlung Burgunder ausgedehnt werden können. Neben den durch die npg AG für nachhaltiges Bauen realisierten Häusern A und B wird vor allem im Bereich der Mobilität – und wenn möglich erweitert mit zusätzlichen gesellschaftlichen Aspekten – eine Gesamtbetrachtung aufschlussreich: Diese umfasst auch das im Bau befindliche Laubenhaus (C) (angestrebt wird Minergie-P) der wok burgunder ag und das umzubauende gemeinschaftliche Hofhaus (angestrebt wird Minergie) als weitere Teile der autofreien Siedlung sowie die Auswirkungen auf das Quartierumfeld.

5. Literatur / Referenzen

- [1] Bundesamt für Energie, Forschung & Entwicklung, BSR Architekten: *Erfolgskontrolle Wohnsiedlung Burgunder Bern, autofrei und Minergie-P-ECO*. Bern, 2009-2011
- [2] Wohnen 5/2010, S. 12ff: „Warum sollen wir so nah am Bahnhof Parkplätze bauen?“. Organ Schweizerischer Verband für Wohnungswesen. Zürich, 2010
- [3] Büro für Mobilität: *Marktstudie für Nachhaltiges Wohnen im Raum Bern*. Bern, 2007
- [4] npg: *Mietvertrag für Wohnräume, Minergie-P-ECO-Haus und autofreie Siedlung Burgunder*. Bern, 2010
- [5] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: *Nachhaltiges Bauen – Hochbau: SIA-Empfehlung 112/1*. Zürich, 2004
- [6] Alternative Bank Schweiz ABS: *Nachhaltigkeitsrating*. Olten
- [7] Stadt Zürich, Novatlantis, Hochparterre: *Bauen für die 2000-Watt Gesellschaft, Stand der Dinge*. Zürich, 2010
- [8] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: *D 0126 SIA-Effizienzpfad Energie*. Zürich, 2006
- [8a] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: *Merkmale 2040 SIA-Effizienzpfad Energie*. Zürich, Vernehmlassungsexemplar, 2010
- [9] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: *Thermische Energie im Hochbau 380/1*. Zürich, 2009
- [10] www.energybox.ch (30.06.2010)
- [11] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: *D 0200 SNARC - Systematik zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von Architekturprojekten für den Bereich Umwelt*. Zürich, 2004
- [12] ecoinvent Centre: *ecoinvent data v 1.2, Datenbank für Ökobilanzen*, www.ecoinvent.ch, 2005
- [13] Ecoplan: *Auswertung Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 für den Kanton Bern*. Bern, 2007
- [14] www.mobitool.ch (07.07.2010)
- [15] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: *Merkmale 2039 Mobilität – Energiebedarf in Abhängigkeit vom Gebäudestandort*. Zürich: Vernehmlassungsexemplar, 2010

Abbildungen 1, 3, 5, 6, 9, 10: Alexander Gempeler, Architekturfotografie, Bern

Abbildungen 2, 4, 7, 8: BSR Architekten, Bern

Tabellen 1, 2, 3: BSR Architekten, Bern