

Mostackerstrasse 16
CH-4051 Basel
Fon: ++41 (0) 44 740 83 93
Fax: ++41 (0) 44 742 04 56
mail: paul.bossert@greenmail.ch
MWST Nr. CHE-106.977.833

Stadt Zürich
Liegenschaftsverwaltung
Herren Arno Roggo und Markus Feer
Morgartenstrasse 29

8022 Zürich

Basel, 29. Oktober 2015

1. SCHLUSSBERICHT

Energie-Effizienz Kontrolle - Wohnsiedlung Hardau

Sehr geehrter Herr Roggo
Sehr geehrter Herr Feer

Mit diversen Energie-Verbrauchs-Analysen und vergleichenden HELIOS-Energie-nachweisen wurden anhand der Baupläne, die Möglichkeiten von allfälligen energie-tischen Sanierungsmöglichkeiten überprüft.

Vor allem interessierte der spezifische Energieverbrauch im Vergleich der Wohn-türme mit den 4-geschossigen Mehrfamilienhäuser.

Vergleichende Heizwärmeverbrauchswerte:

Gemessener spezifischer Heizenergieverbrauch WT 21 Bestand	Qh 370 [MJ/m ²]
HELIOS-Vergleichsberechnung Heizwärmebedarf WT 21 Bestand	Qh 372 [MJ/m ²]
Gemessener spezifischer Heizenergieverbrauch WT 31 Bestand	Qh 379 [MJ/m ²]
HELIOS-Vergleichsberechnung Heizwärmebedarf WT 31 Bestand	Qh 380 [MJ/m ²]
Gemessener spezifischer Heizenergieverbrauch BU Ost Bestand	Qh 518 [MJ/m ²]
HELIOS-Vergleichsberechnung Heizwärmebedarf BU Ost Bestand	Qh 521 [MJ/m ²]
Gemessener spezifischer Heizenergieverbrauch BU Süd Bestand	Qh 529 [MJ/m ²]
HELIOS-Vergleichsberechnung Heizwärmebedarf BU Süd Bestand	Qh 527 [MJ/m ²]

Die gemessenen Heizenergie-Verbrauchsdaten stimmen mit den HELIOS Ver-gleichsberechnungen des Heizwärmebedarfs Bestand recht gut überein!

Diskussion der Messergebnisse:

Die gemessene Differenz von 9 [MJ/m²] des spezifischen Heizenergieverbrauchs der Wohntürme mit 370 [MJ/m²] für den Wohnturm mit 21 Geschossen bzw. 379 [MJ/m²] für den Wohnturm mit 31 Geschossen, lässt sich wie folgt erklären. Das um 10 Geschosse höhere Gebäude ist - vor allem in den Höhen ab 20 Meter über Boden - einer höheren Auskühlung infolge Windbelastung ausgesetzt. Weil die Wetterbelastung auf ein Gebäude im Quadrat mit der Gebäudehöhe zunimmt, wurden früher Gebäudehöhen über 19 Meter vermieden. In der Regel waren das 5-geschossige Bauten zu 3.8 Meter Geschosshöhe.

Auch die gemessene Differenz von 11 [MJ/m²] der 4-geschossigen Mehrfamilienhäuser Süd und Ost ist durch die Lage erklärbar. Tatsächlich erhalten Gebäude, welche Ost-West orientiert sind, etwas mehr solare Einstrahlung über die Fenster als Gebäude mit Nord-Süd Orientierung.

Die Erklärung dafür, dass die 4-geschossigen Mehrfamilienhäuser 150 [MJ/m²] mehr an Energie verbrauchen, als die Wohntürme, ist folgende:

Die Wandkonstruktionen: Vorhangfassade mit einem U-Wert von 0.46 W/m²K bzw. Sandwichfassade mit einem U-Wert von 1.01 W/m²K sind ungünstig angeordnet. Bei den Wohntürmen ist das Verhältnis 1 : 1 und bei den Mehrfamilienhäuser 1 : 8,5, was zwar nur eine Differenz von 10 [MJ/m²] ergibt. Rund 90 [MJ/m²] bewirken die grösseren Abkühlflächen des Flachdachs und 50 [MJ/m²] an energetischem Mehraufwand entfallen bei den Blockbauten auf den nichtgedämmten Erdgeschossboden zum unbeheizten Keller.

Diskussion der Bausubstanz

Die Wohntürme WT 21 und WT 31 sowie die 4-geschossigen Mehrfamilienhäuser sind aus vorfabrizierten, rot eingefärbten und strukturierten Sichtbeton-Platten.



Süd-West-Fassade WT 21



Nord-Ost-/Nord-West Fassade WT 31

Im Jahr 1969 begann die Planung der Wohnsiedlung HARDAU mit Architekt Max P. Kollbrunner. Geplant wurde ein vorfabrizierter Plattenbau nach den damaligen Vorstellungen und Behauptungen, dass diese Bauweise in Sichtbeton effizient und kostengünstig sei. Bei der Erstellung der Wohntürme hätte eine einfache Überprüfung der Situation ergeben, dass bei gleicher Ausnützung weit kostengünstigere Bauten entstanden wären.

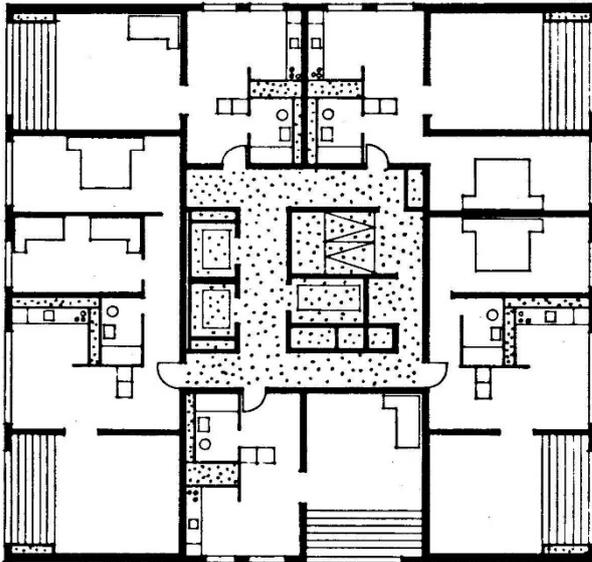
Vergleich Wohnturm – Blockbau: Der Erschliessungsanteil beträgt bei den Hochhäusern hohe 18,7 % und beim Zweispännerblock nur 5,9 %

Beispiel 1

Kennziffern

BGF Bruttogeschosfläche
 BGF.g BGF pro Geschoss
 BGF.e BGF pro Geschoss für Erschliessung

bpl Bettenplatzanzahl
 bpl.g Bettenplatzanzahl pro Geschoss oder Einheit

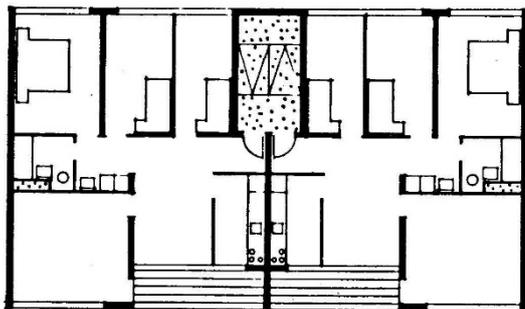


Wohngeschoss T.460

Ueberbauung Hardau Zürich

Fall T.460, Hochhaus

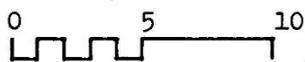
BGF.g 460 m²
 BGF.e 86 m²
 BGF.e/BGF.g = 18,7 %
 bpl.g 10
 BGF.g/bpl.g = 46,0 m²



Wohngeschoss Z.220

Fall Z.220, Zweispännerblock

BGF.g 220 m²
 BGF.e 13 m²
 BGF.e/BGF.g = 5,9 %
 bpl.g 8
 BGF.g/bpl.g = 27,5 m²

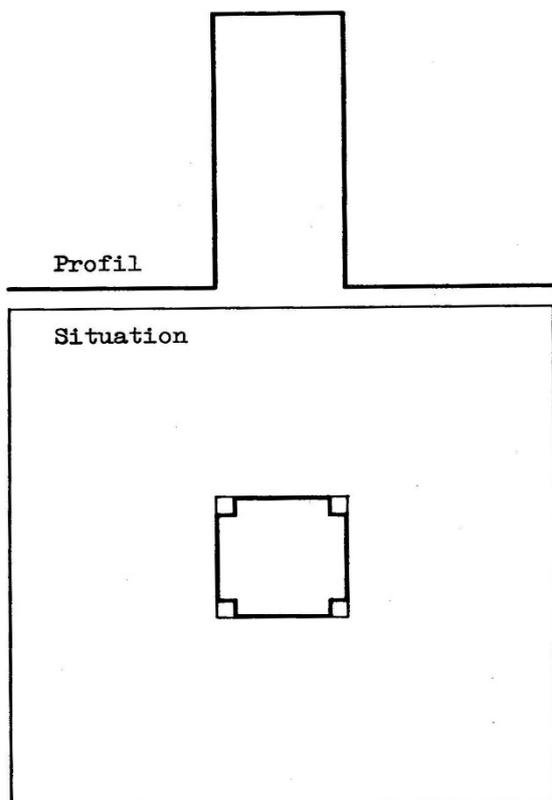


Vergleich der Ausnutzungsziffer: Beim Hardau-Vergleichs-Objekt konkurriert eine bessere Aussicht ab dem 8. Geschoss im Hochhaus, mit einem besserem Wohnwert für Familienwohnungen.

Beispiel 2

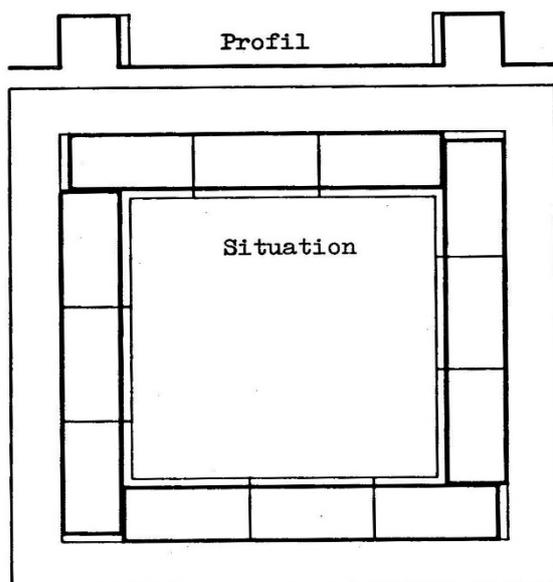
Vergleich von Wohnbauformen bei gleicher Ausnutzungsziffer

BGF (insgesamt)	8280 m ²
Arealfläche	8600 m ²
Ausnutzungsziffer	0,96



Fall T.460, Hochhaus

BGF.g	460 m ²
18 Wohngeschosse	
BGF (insgesamt)	8280 m ²
bpl.g	10
bpl (insgesamt)	180
BGF.g/bpl.g =	46,0 m ²
Mittlere Geschosshöhe	3,20 m
Bauvolumen/bpl	147 m ³
Umhüllende Oberfläche	5020 m ²
Oberfläche/bpl	28 m ²
Freifläche	8140 m ²
Freifläche/bpl	45 m ²

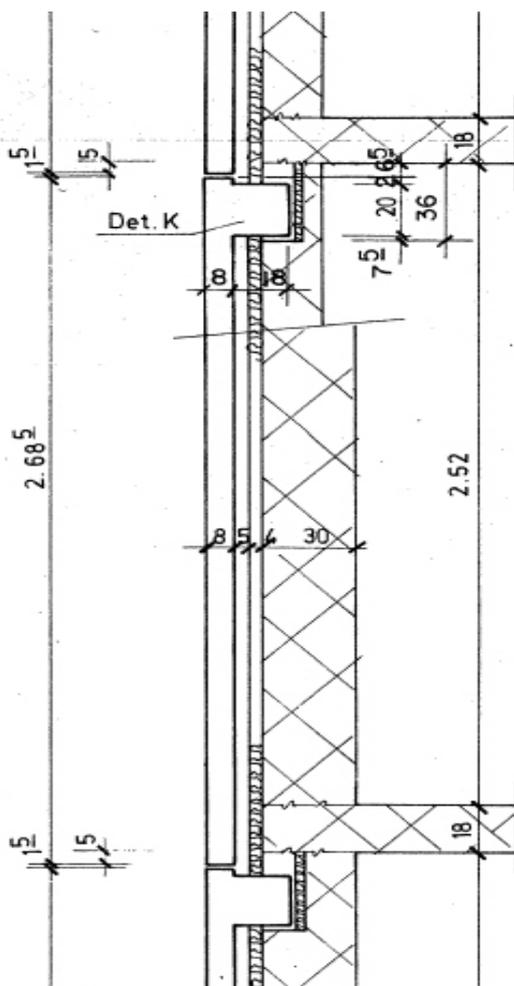


Fall Z.230, Zweispännerblöcke

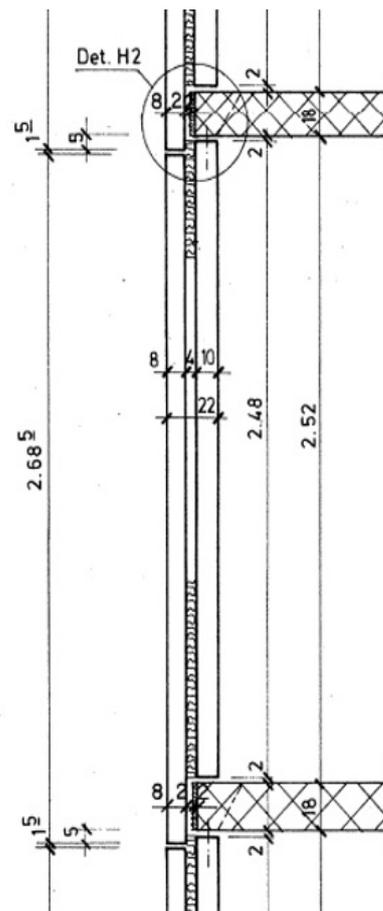
BGF.g	230 m ²
3 Wohngeschosse	
BGF in 12 Blöcken	8280 m ²
bpl.g	10
bpl (insgesamt)	360
BGF.g/bpl.g =	23,0 m ²
Mittlere Geschosshöhe	3,90 m
Bauvolumen/bpl	90 m ³
Umhüllende Oberfläche	7100 m ²
Oberfläche/bpl	20 m ²
Freifläche	5840 m ²
Freifläche/bpl	16 m ²

Soviel zum Vergleich zwischen Hochhäusern und Blockbauten.

Das Ingenieurbüro Schubiger plante die vorgefertigten Fassadenbauteile, welche in den Ortbeton-Decken- und Wänden verankert wurden. Mit Aufhänge-Nocken wurden die damaligen Fassadenverankerungen in Metall vermieden, jedoch ohne die Wärmebrücken zu berücksichtigen. Obwohl seit Mitte der 1960-er Jahre die Wärmedämm-Anforderungen sukzessive erhöht wurden, baute man nur 4 cm Kork in den Wänden und 4 cm Kork auf dem Flachdach ein. An eine passive Solarnutzung auf der Fassade dachte niemand. Schon damals machten die Zürcher-Ziegeleien-Zürich (Giovanoli, Bauphysiker der ZZZ) darauf aufmerksam, dass das energetische Verhalten vom 2-Schalen-Mauerwerk im Vergleich zu massiven Backsteinkonstruktionen (39 cm, 52 cm) schlechter sei. Diese Erkenntnis gilt auch für Vorhangfassaden in Beton, Blech und Eternit sowie Sandwich-Konstruktionen und Wänden mit Kerndämmung. Auch Glasfassaden bringen energetisch nichts!



Süd-West und Nord-Ost-Fassaden

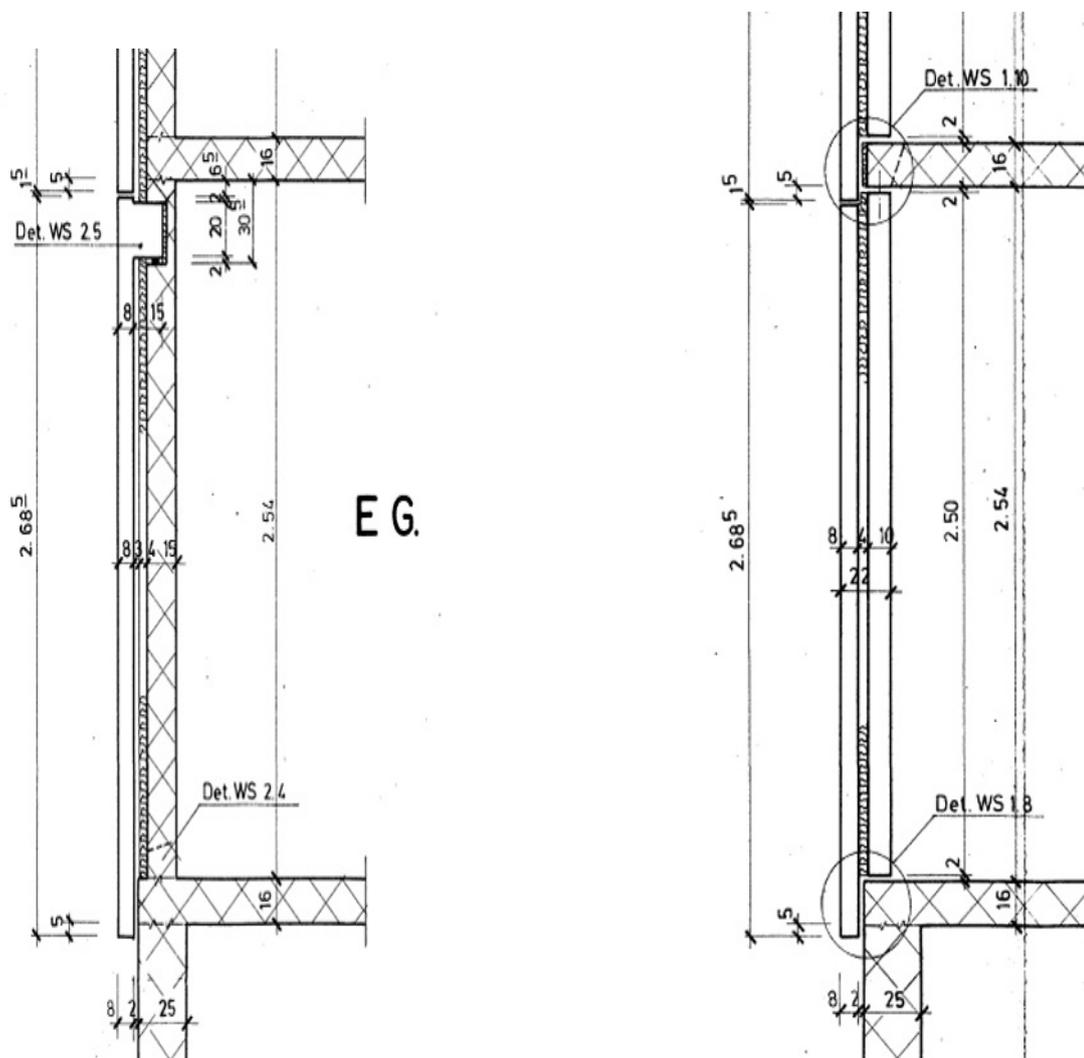


Süd-Ost- und Nord-West-Fassaden

Insgesamt handelt es sich bei den Wohntürmen, wie auch bei den Zweispänner-Blöcken der 4-geschossigen Mehrfamilienhäuser, um eine sehr teure und konstruktive Fehlleistung sondergleichen.

Der verantwortliche Architekt Max Kollbrunner wie auch sein späterer Planungspartner Theo Hotz waren nur gelernte Bauzeichner, welche offenbar in ihrer Zeichnerlehre an der Gewerbeschule im Fach Baumaterialkunde nicht hinreichend ausgebildet wurden. Auch in den andern Fächern, über die ein Architekt Kenntnisse haben muss, wie Baustatik, Konstruktion, Bauphysik, Thermo- und Aerodynamik, war, wie ich selber mit Max Kollbrunner und Theo Hotz bei einem Grossbau im Limmattal erfahren habe, kein Wissen vorhanden.

Dieser Kenntnismangel trifft übrigens nach meinen Erfahrungen für die meisten „Star-Architekten“ von Gropius und Corbusier bis Botta und Herzog & de Meuron zu!



Vorhang- und Sandwich-Fassaden der Mehrfamilienhäuser Ost und Süd

Westfassade Mehrfamilienhaus Ost



Bauschäden

Erstaunlicherweise sind die beobachtbaren Sichtbeton-Bauschäden auf den Fassaden nach 40 Jahren extremer Bewitterung relativ gering.

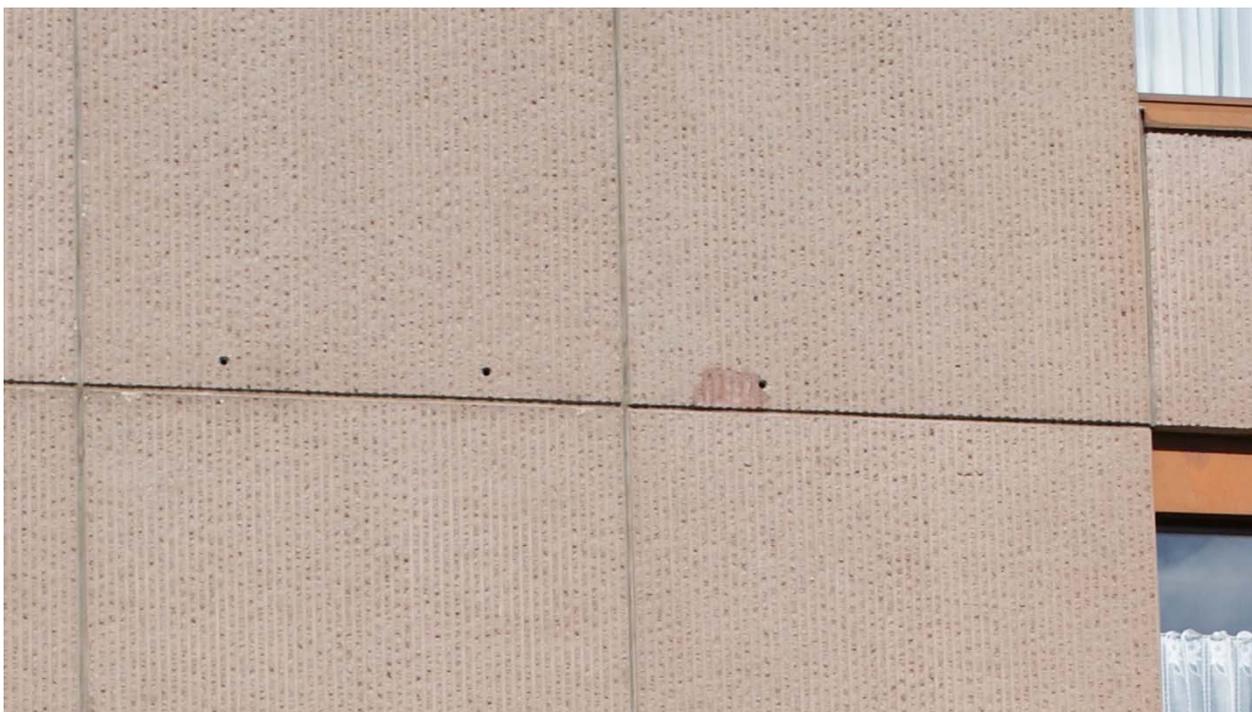
In der zu geringen Beton-Überdeckung in den Abschalungsfugen rostet die Armierung. Aus statisch-konstruktiver Sicht bestehen keine Bedenken



Betonrisse bei Platten-Fugen infolge Spannungsdifferenzen können mühelos mit geeignetem und eingefärbtem Mörtel dauerhaft geflickt werden. Aus statisch konstruktiver Sicht ergeben sich keine Bedenken.



Die Bohrlöcher, welche offenbar von einem Witzbold als Scherz erstellt wurden, tragen nichts zu einer Fassadenbelüftung bei, weil sie aus thermodynamischer Sicht absolut funktionslos und nutzlos sind.



Die Strukturschäden in der Umgebung sind marginal und einfach zu beheben. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass die Vermörtelung der „Bsetzi-Steine“ die Ursache für die beobachtbaren Schäden sind.

Derartige „Bsetzi-Steine“ aus Granit dürfen nur in Sand verlegt werden!



2. Energie-Verbrauchs-Analysen (EVA)

Für die Energie-Verbrauchs-Analysen wurden die Wohntürme mit 21 bzw. mit 31 Wohngeschossen an der Bullingerstrasse 60 und 73 ausgewählt. Für den Vergleich des spezifischen Energieverbrauchs zwischen Wohnturm und Blockbau wurden die Mehrfamilienhäuser Ost und Süd an der Bullingerstrasse 41 – 49 sowie 51 – 59 ausgewählt.

Bewertet man die bereits auf Seite 2 diskutierten Messergebnisse, so stellt sich heraus, dass die Wohntürme 21 und 31 einen „moderaten“ Energieverbrauch von rund 370 [MJ/m²] im Vergleich zu den Blockbauten haben.

Die Begründung, weshalb die Blockbauten rund 200 [MJ/m²] mehr verbrauchen ist aber durch die ungenügende Dämmung von Dach- und Kellerdecke ausgewiesen.

Nachfolgend die Daten der Energie-Verbrauchs-Analyse (EVA):

Legende:

Energie-Bezugs-Fläche	EBF
Heiz-Raum-Volumen	HRV
Luft-Raum-Volumen	LRV
Heiz-Grad-Stunden	HGh
Energie-Verbrauchs-Leistung	EVL

Bezeichnung		EBF m2	tot. EBF m2	Höhe m	HRV m3	tot. HRV m3	tot. LRV
WT 21, Bullingerstrasse 60							
21. OG	1	456.00		2.90	1'322.40		952.13
2. - 20. OG	19	8'664.00		2.70	23'392.80		18'090.43
1. OG	1	456.00	9'576.00	3.00	1'368.00	26'083.20	952.13
							19'994.69
WT 25, Bullingerstrasse 63							
25. OG	1	456.00		2.90	1'322.40		952.13
2. - 24. OG	23	10'488.00		2.70	28'317.60		21'898.94
1. OG	1	456.00	11'400.00	3.00	1'368.00	31'008.00	952.13
							23'803.20
WT 31, Bullingerstrasse 73							
31. OG	1	456.00		2.90	1'322.40		952.13
2. - 30. OG	29	13'224.00		2.70	35'704.80		27'611.71
1. OG	1	456.00	14'136.00	3.00	1'368.00	38'395.20	952.13
							29'515.97
WT 28, Norastrasse 34							
28. OG	1	456.00		2.90	1'322.40		952.13
2. - 26. OG	26	11'856.00		2.70	32'011.20		24'755.33
1. OG	1	456.00	12'768.00	3.00	1'368.00	34'701.60	952.13
							26'659.58
Total EBF	in m ²		47'880.00				
Total LRV	in m ³						99'973.44
Total HRV	in m ³					130'188.00	

Bezeichnung		EBF m2	tot. EBF m2	Höhe m	HRV m3	tot. HRV m3	tot. LRV m3
MFH - Süd - Bullingerstrasse 51 - 59							
EG - 3. OG	4	1'014.00	4'056.00	2.70	10'951.20	10'951.20	8'468.93
MFH - Ost - Bullingerstrasse 41 - 49							
EG - 3. OG	4	1'060.00	4'240.00	2.70	11'448.00	11'448.00	8'853.12

Energieverbrauch MFH WT 21, Bullingerstrasse 60

Heizperiode	E-Verbr. kWh	E-Verbrauch Warmwasser	E-Verbrauch Heizung	HGh Kh	EVL W/m ³ K	Solarstrahl. kWh/m ² a
2011/2012	1'204'580.00	273'942.00	930'638.00	93'018.72	0.38	52'016.00
2012/2013	1'375'798.00	245'510.00	1'130'288.00	101'518.80	0.43	49'650.00
2013/2014	1'153'591.00	257'189.00	896'402.00	101'594.40	0.34	46'706.00

Mittelwert	1'244'656.33	258'880.33	985'776.00	98'710.64	0.38	49'457.33
-------------------	--------------	------------	------------	-----------	-------------	-----------

Spez. E-Verbr. Heiz. in kWh/m²a			102.94		Qh in MJ/m²a	370.59
---	--	--	---------------	--	--------------------------------	---------------

Grenzwert Saniert ALT in kWh/m²a			80.00		Qh in MJ/m²a	288.00
--	--	--	--------------	--	--------------------------------	---------------

Grenzwert Saniert NEU in kWh/m²a			65.00		Qh in MJ/m²a	234.00
--	--	--	--------------	--	--------------------------------	---------------

Spez. E-Bedarf -Saniert in kWh/m²a			48.30		Qh in MJ/m²a	174.00
--	--	--	--------------	--	--------------------------------	---------------

Energieverbrauch MFH WT 31, Bullingerstrasse 73

Heizperiode	E-Verbr. kWh	E-Verbrauch Warmwasser	E-Verbrauch Heizung	HGh Kh	EVL W/m ³ K	Solarstrahl. kWh/m ² a
2011/2012	1'950'532.00	375'205.00	1'575'327.00	93'018.72	0.44	52'016.00
2012/2013	1'879'184.00	330'669.00	1'548'515.00	101'518.80	0.40	49'650.00
2013/2014	1'688'061.00	347'549.00	1'340'512.00	101'594.40	0.34	46'706.00

Mittelwert	1'839'259.00	351'141.00	1'488'118.00	98'710.64	0.39	49'457.33
-------------------	--------------	------------	--------------	-----------	-------------	-----------

Spez. E-Verbr. Heiz. in kWh/m²a			105.27		Qh in MJ/m²a	378.98
---	--	--	---------------	--	--------------------------------	---------------

Grenzwert Saniert ALT in kWh/m²a			80.00		Qh in MJ/m²a	288.00
--	--	--	--------------	--	--------------------------------	---------------

Grenzwert Saniert NEU in kWh/m²a			65.00		Qh in MJ/m²a	234.00
--	--	--	--------------	--	--------------------------------	---------------

Spez. E-Bedarf Saniert in kWh/m²a			49.40		Qh in MJ/m²a	178.00
---	--	--	--------------	--	--------------------------------	---------------

Energieverbrauch: MFH Süd, Bullingerstrasse 51 - 59

Heizperiode	E-Verbr. kWh	E-Verbrauch Warmwasser	E-Verbrauch Heizung	HGh Kh	EVL W/m ³ K	Solarstrahl. kWh/m ² a
2011/2012	900'115.00	211'450.00	688'665.00	93'018.72		52'016.00
2012/2013	777'789.00	188'710.00	589'079.00	101'518.80		49'650.00
2013/2014	706'678.00	194'240.00	512'438.00	101'594.40		46'706.00
Mittelwert	838'952.00	200'080.00	596'727.33	97'268.76	0.54	50'833.00
Spez. E-Verbr. Heiz. in kWh/m²a			147.12		Qh in MJ/m²a	529.64
Grenzwert Saniert ALT in kWh/m²a			80.00		Qh in MJ/m²a	288.00
Grenzwert Saniert NEU in kWh/m²a			65.00		Qh in MJ/m²a	234.00
Spez. E-Bedarf Saniert in kWh/m²a			42.70		Qh in MJ/m²a	154.00

Energieverbrauch: MFH Ost, Bullingerstrasse 41 - 49

Heizperiode	E-Verbr. kWh	E-Verbrauch Warmwasser	E-Verbrauch Heizung	HGh Kh	EVL W/m ³ K	Solarstrahl. kWh/m ² a
2011/2012	913'975.00	228'989.00	684'986.00	93'018.72		52'016.00
2012/2013	814'481.00	211'430.00	603'051.00	101'518.80		49'650.00
2013/2014	763'806.00	221'440.00	542'366.00	101'594.40		46'706.00
Mittelwert	864'228.00	220'209.50	610'134.33	97'268.76	0.57	50'833.00
Spez. E-Verbr. Heiz. in kWh/m²a			143.90		Qh in MJ/m²a	518.04
Grenzwert Saniert ALT in kWh/m²a			80.00		Qh in MJ/m²a	288.00
Grenzwert Saniert NEU in kWh/m²a			65.00		Qh in MJ/m²a	234.00
Spez. E-Bedarf Saniert in kWh/m²a			37.70		Qh in MJ/m²a	136.00

Energie-Verbrauchs-Analyse
Kurz-EVA - vom 1. 5. bis 15. 10. 2015

KLIMA

Heizperiode	Monat	Heiztage Tg. X 24 Std.	Tam < 14°C	22°C - Tam	HGh	
2011/2012	Sep.	6.00	144.00	12.31	9.69	1'395.36
	Okt.	27.00	648.00	8.38	13.62	8'825.76
	Nov.	30.00	720.00	4.59	17.41	12'535.20
	Dez.	31.00	744.00	3.92	18.08	13'451.52
	Jan.	31.00	744.00	2.45	19.55	14'545.20
	Feb.	29.00	696.00	-3.40	25.40	17'678.40
	März	31.00	744.00	7.51	14.49	10'780.56
	April	27.00	648.00	7.86	14.14	9'162.72
	Mai	15.00	360.00	11.50	10.50	3'780.00
	Juni	3.00	72.00	10.00	12.00	864.00

Total HGh **93'018.72**

Heizperiode	Monat	Heiztage Tg. X 24 Std.	Tam < 14°C	22°C - Tam	HGh	
2012/2013	Sep.	15.00	360.00	11.92	10.08	3'628.80
	Okt.	31.00	744.00	9.50	12.50	9'300.00
	Nov.	30.00	720.00	5.97	16.03	11'541.60
	Dez.	31.00	744.00	2.05	19.95	14'842.80
	Jan.	31.00	744.00	0.84	21.16	15'743.04
	Feb.	28.00	672.00	-0.64	22.64	15'214.08
	März	31.00	744.00	2.78	19.22	14'299.68
	April	24.00	576.00	7.65	14.35	8'265.60
	Mai	23.00	552.00	10.40	11.60	6'403.20
	Juni	10.00	240.00	12.50	9.50	2'280.00

Total HGh **101'518.80**

Heizperiode	Monat	Heiztage Tg. X 24 Std.	Tam < 14°C	22°C - Tam	HGh	
2013/2014	Sep.	14.00	336.00	12.54	9.46	3'178.56
	Okt.	31.00	744.00	11.45	10.55	7'849.20
	Nov.	30.00	720.00	4.58	17.42	12'542.40
	Dez.	31.00	744.00	0.65	21.35	15'884.40
	Jan.	31.00	744.00	0.84	21.16	15'743.04
	Feb.	28.00	672.00	-1.20	23.20	15'590.40
	März	31.00	744.00	1.80	20.20	15'028.80
	April	26.00	624.00	6.50	15.50	9'672.00
	Mai	15.00	360.00	10.80	11.20	4'032.00
	Juni	8.00	192.00	11.20	10.80	2'073.60

Total HGh **101'594.40**

3. Sanierungskonzepte

Da der Charakter der Wohnsiedlung Hardau durch den rot eingefärbten und strukturierten Sichtbeton geprägt ist und aussenliegende Wärmedämmungen wegen der fehlenden passiven Solarnutzung energetisch nichts bringen würden, können nur die Bauteile: Flachdächer, Fenster und Balkone sowie die Erdgeschossdecke für allfällige Energieminderungen Verwendung finden.

Da die Wandkonstruktionen hinsichtlich des Feuchtigkeitsdurchgangs praktisch funktionsunfähig sind und die Raumfeuchtigkeit entweder über eine Lüftungsanlage oder über die Fenster abgeführt werden muss, ist auch an eine Innendämmung nicht zu denken. Würde man die gesetzlich vorgeschriebenen Dämmstärken einhalten, wäre der Platzverlust enorm. Ausserdem wäre mit Kondensationsschäden in den Fassadenwänden zu rechnen.

Die Flachdächer sind zu ersetzen und mit einer Glasschaum-Dämmung von 12 bis 14 cm zu versehen, alles selbstverständlich in Heissbitumen verlegt und mit aufgeschweissten bituminierten Feuchtesperren unter und auf der Dämmung. Darüber sind noch 2 Lagen an Bitumen/Kunststoffbahnen heiss aufzuschweissen. Die UV-Strahlungssicherung geschieht mit Rundkies von 30 bis 50 mm.

Die Erdgeschossdecke ist auf der Unterseite mit einer Glasfaser-Dämmung, eingepackt in Glasgewebe, weiss, von max. 60 mm und 60 kg Raumgewicht zu versehen.

Die Balkone werden mit einer Wintergartenverglasung in IV-3-fach geschlossen. Die Fenster werden ebenfalls mit einer IV-3-fach Verglasung ersetzt.

Auf der Innenseite der Balkonbrüstungen wird 5 bis 6 cm dampfgepresster Kork aufgezogen und mit einem konventionellen Gipsputz versehen. Als Variante könnte geprüft werden, ob die Balkonfläche als Wohnraumerweiterung erstellt und die bestehenden Balkontüren und Fenster inkl. Fensterbrüstungen entfernt werden sollen.

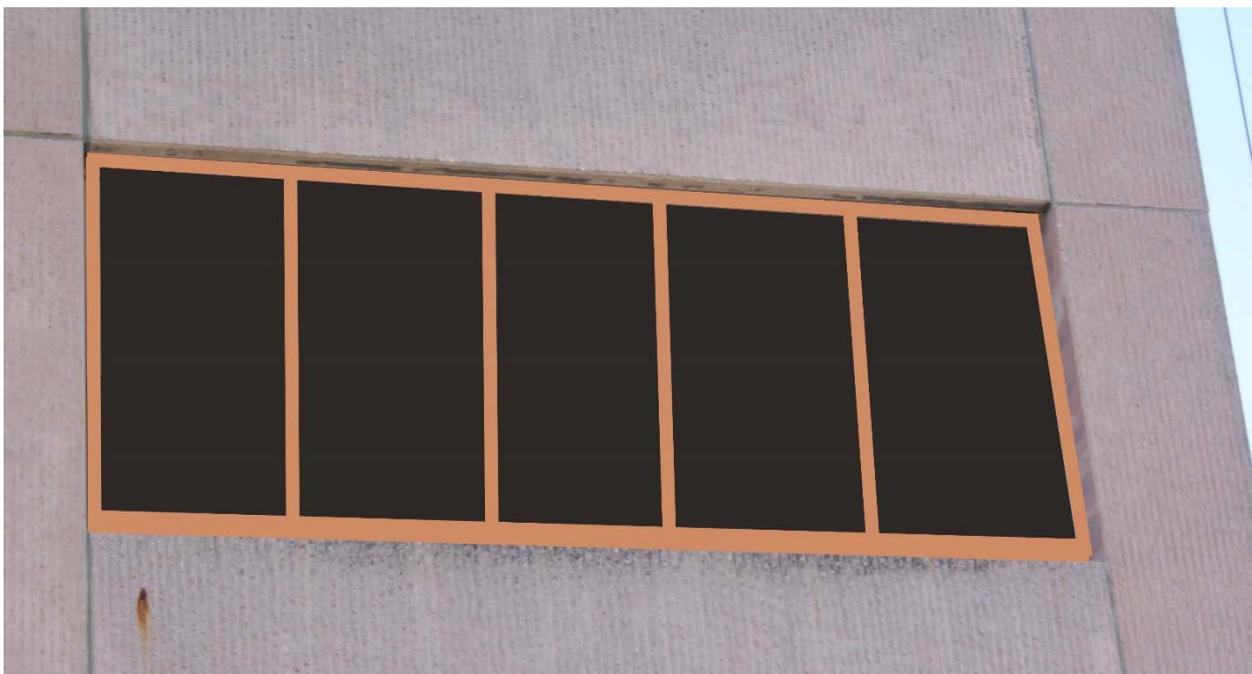
Die Sichtbetonflächen der Fassaden sind mit Wasser-Sandstrahlen aufzufrischen.

HELIOS-Projektwert Heizwärmebedarf von WT 21 Saniert Dieser Wert liegt Qh 287 [MJ/m ²] unter dem heutigen Verbrauch von	Qh 174 [MJ/m ²] Qh 370 [MJ/m ²]
HELIOS-Projektwert Heizwärmebedarf von WT 31 Saniert Dieser Wert liegt Qh 297 [MJ/m ²] unter dem heutigen Verbrauch von	Qh 178 [MJ/m ²] Qh 379 [MJ/m ²]
HELIOS-Projektwert Heizwärmebedarf von BU Ost Saniert Dieser Wert liegt Qh 378 [MJ/m ²] unter dem heutigen Verbrauch von	Qh 138 [MJ/m ²] Qh 518 [MJ/m ²]
HELIOS-Projektwert Heizwärmebedarf von BU Süd Saniert Dieser Wert liegt Qh 388 [MJ/m ²] unter dem heutigen Verbrauch von	Qh 155 [MJ/m ²] Qh 529 [MJ/m ²]

Wie aus den oben mit HELIOS berechneten Projekt-Werten berechneten Daten hervorgeht, können diese Massnahmen eine Energieverminderung bewirken, welche insgesamt bei rund 150 [MJ/m²] liegen wird.

Mit den vorgeschlagenen Massnahmen kann weder der alte Sanierungs-Zielwert von 80 [MJ/m²] noch der neue Grenzwert bei Sanierungen von 65 [MJ/m²] erreicht werden. Bauten mit dem neuen Grenzwert werden nur auf dem Papier ausgewiesen und kommen in der Realität nicht vor. Dies ist dem Umstand zu verdanken, weil Nachkontrollen über die Zielwerte nicht erstellt werden. Nach der Sanierung bei der Wohnsiedlung Heuried wurde ein spezifischer Energieverbrauch von 234 [MJ/m²] gemessen und der angestrebte Zielwert von 73 [MJ/m²] um über das 3-fache verfehlt!

Wintergarten-Verglasung auf der Süd-Ost und Nord-West Seite der WT 21 und 31.



Wintergarten-Verglasung auf der Süd-West Seite der Wohntürme



Wintergarten-Verglasung Süd-Ost und Süd-West Seite der Wohnblöcke.



4. Wirtschaftlichkeit

Die gesamten Energieeinsparungen werden zusammengefasst:

Die Wohntürme haben eine Energie-Bezugs-Fläche von **47'880 m²**

Die Einsparung nach der Sanierung beträgt:

$$370 \text{ [MJ/m}^2\text{]} - 170 \text{ [MJ/m}^2\text{]} = 200 \text{ [MJ/m}^2\text{]} \times 47'880 \text{ m}^2 \\ = 9'500'000 \text{ MJ} = \mathbf{2'600'000 \text{ kWh}}$$

Die MFH-Blöcke haben eine Energie-Bezugs-Fläche von **8'250 m²**

Die Einsparung nach der Sanierung beträgt:

$$500 \text{ [MJ/m}^2\text{]} - 150 \text{ [MJ/m}^2\text{]} = 350 \text{ [MJ/m}^2\text{]} \times 8'250 \text{ m}^2 \\ = 2'900'000 \text{ MJ} = \mathbf{800'000 \text{ kWh}}$$

Energieeinsparung Total = 3'400'000 kWh

Der aktuelle Verbrauch der 6 Objekte liegt im Mittel bei **= 6'000'000 kWh**

Zu einem Preis von rund 0.10 Fr./kWh ca. **= 600'000 Fr./a**

Die totale Energiebezugsfläche beträgt rund **56'000 m²**

Mit dem künftigen Verbrauch von 150 [MJ/m²] liegt der Energieverbrauch bei
= 8'400'000 MJ = 2'300'000 kWh

Zu einem Preis von rund 0.10 Fr./kWh ca. **= 230'000 Fr./a**

Alles über alles ist mit einer Energie-Einsparung von 50 % zu rechnen.

Das entspricht einer Einsparung von **Fr. 300'000.00**

Bei 6% Zins exkl. Annuität sind das zul. Investitionen von **Fr. 5'000'000.00**

Gemäss Schätzung kosten:

2'900 m ² Flachdächer	Fr. 750'000.00
26'200 m ² Fassaden, Gerüst, Wass.-Sandstr., flicken	Fr. 2'700'000.00
2'800 m ² IV3-fach-Metall-Fenster	Fr. 1'800'000.00
3'325 m ² Wärmedämmung auf Balkonbrüstungen	Fr. 200'000.00
4'000 m ² Kellerdecken	Fr. 250'000.00
Diverses, Unvorhergesehenes und Rundung	Fr. 300'000.00
Total Sanierungskosten ca.	<u>Fr. 6'000'000.00</u>

Die Ursache des zu hohen Energieverbrauchs liegt bei der WS Hardau wie bei der WS Heuried bei der fehlenden Solarnutzung auf den opaken Fassadenflächen.

Mit freundlichen Grüssen



5. Energienachweise (siehe Folgeblätter)