

# Energie- und Kostenvergleich von Mauerwerks-Varianten

## Voraussetzungen bei Einhaltung normaler Baukunst:

1. keine Klebung der Lagerfugen
2. keine Knirsch-Vermauerung bei den Stossfugen
3. Querverbund > muss!
4. Längsverbund > muss!
5. Aussenschicht als Vollstein zur Solarnutzung
6. Innenschicht als Isolierstein zur Wärmedämmung
7. 3-Schicht-Aussenverputz mit:
  - a) Kalk-Zementanwurf von Hand
  - b) Grundputz mit hydr. Kalk
  - c) Deckputz mit hydr. Kalk, durchgefärbt
8. 3-Schicht-Innenverputz mit:
  - a) Kalk-Zementanwurf von Hand
  - b) Gips-Grundputz
  - c) Weissputz

## Beispiel Variante 1 > Hausecke

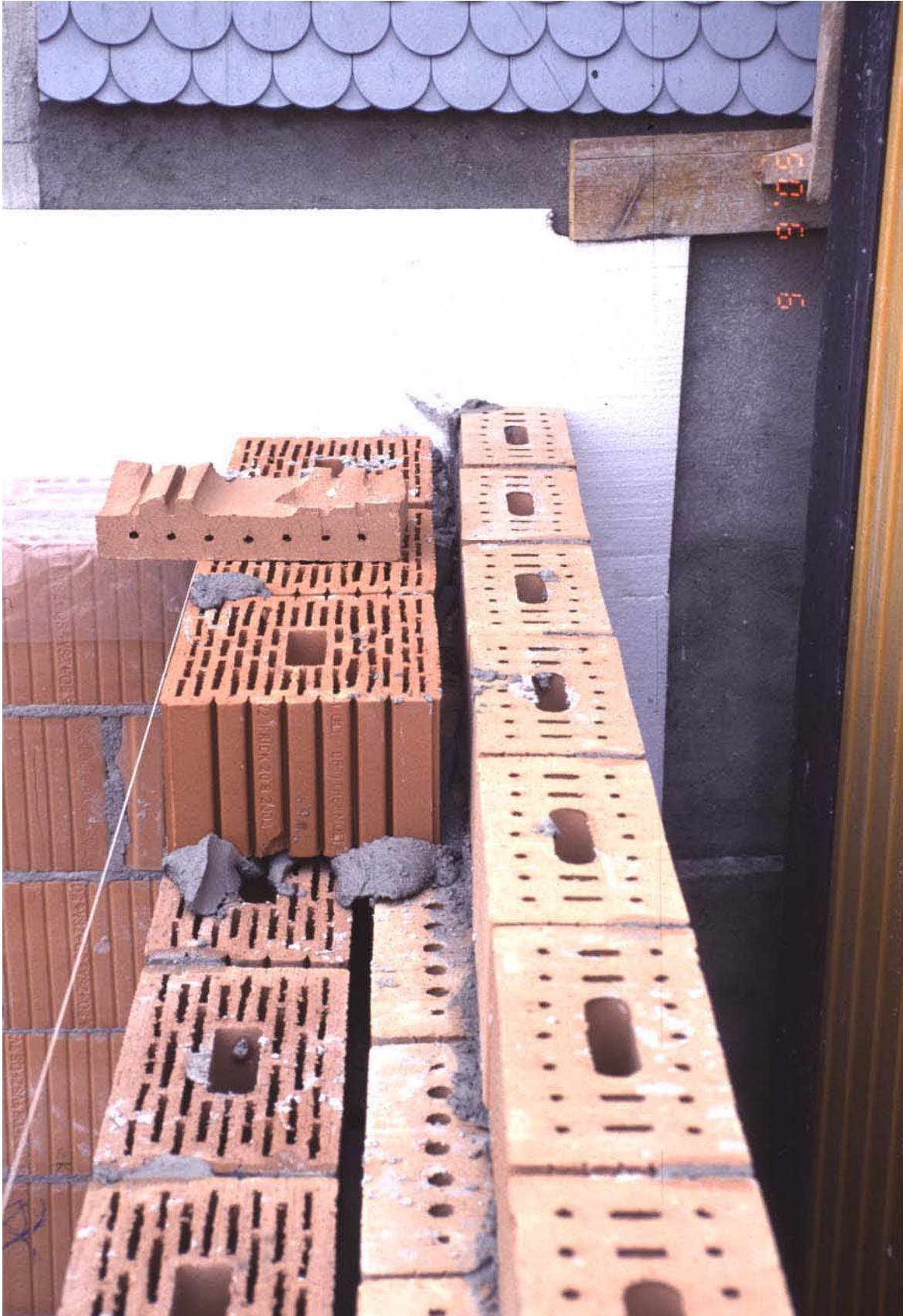


## Längswand mit Querverband – aussen CALMO – innen OPTITHERM





## Längsverband im Detail



**Paul Bossert, 1. August 2009**

Paul Bossert, dipl. Bauingenieur FH, Architekt, Bauphysiker, Energie- und Bauschadenexperte  
[www.paul-bossert.ch](http://www.paul-bossert.ch) - <http://www.klimamanifest-von-heiligenroth.de>

# Variante 7, M. 1:5, Schnitt, 48 cm

U-Wert = 0,44 W/m<sup>2</sup>K

aussen:

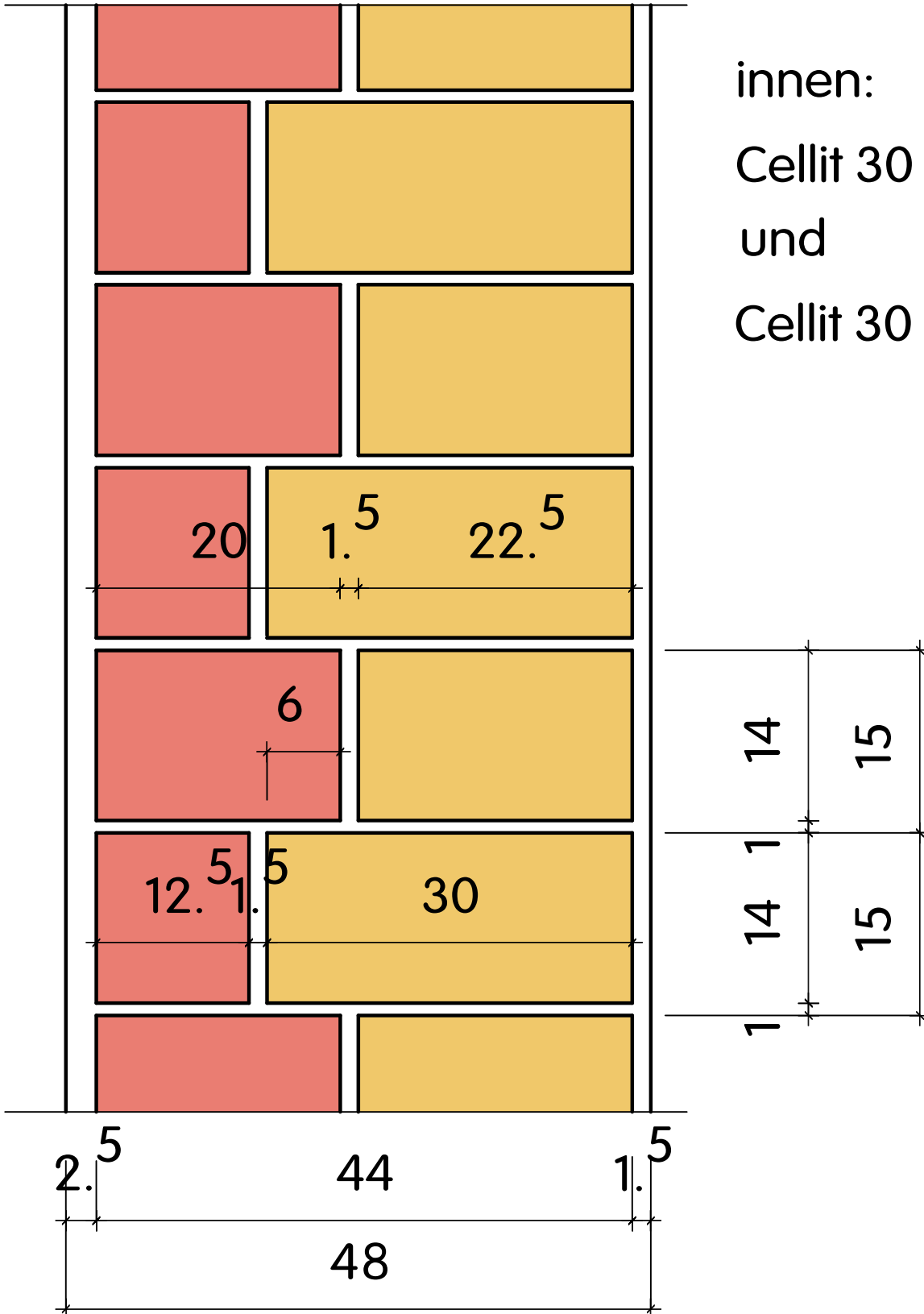
Silenzio 30 / 20 / 14 und Silenzio 30 / 12,5 / 14

innen:

Cellit 30 / 22,5 / 14

und

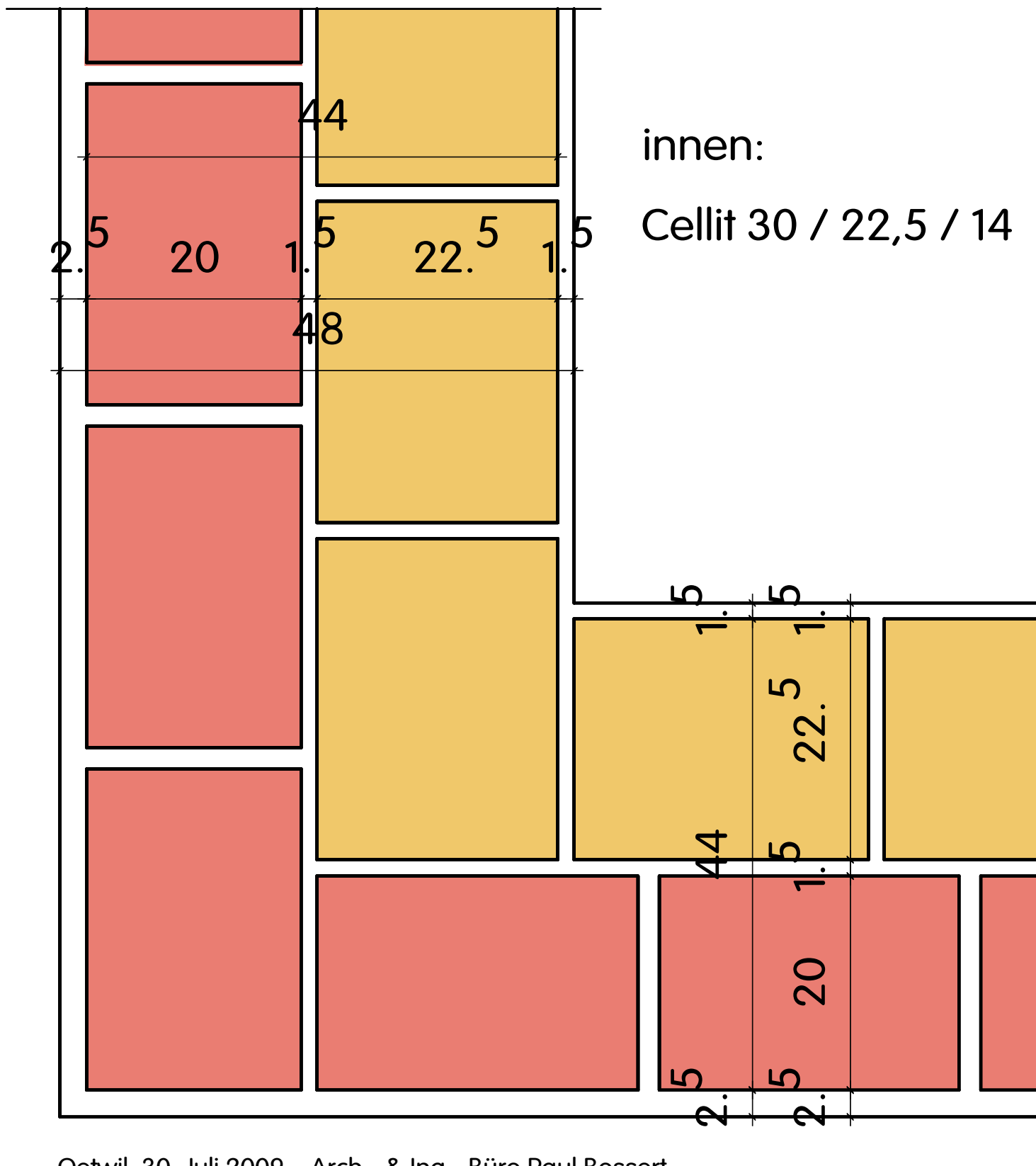
Cellit 30 / 30 / 14



# Variante 7, M. 1:5, Grundriss

## Lage 1

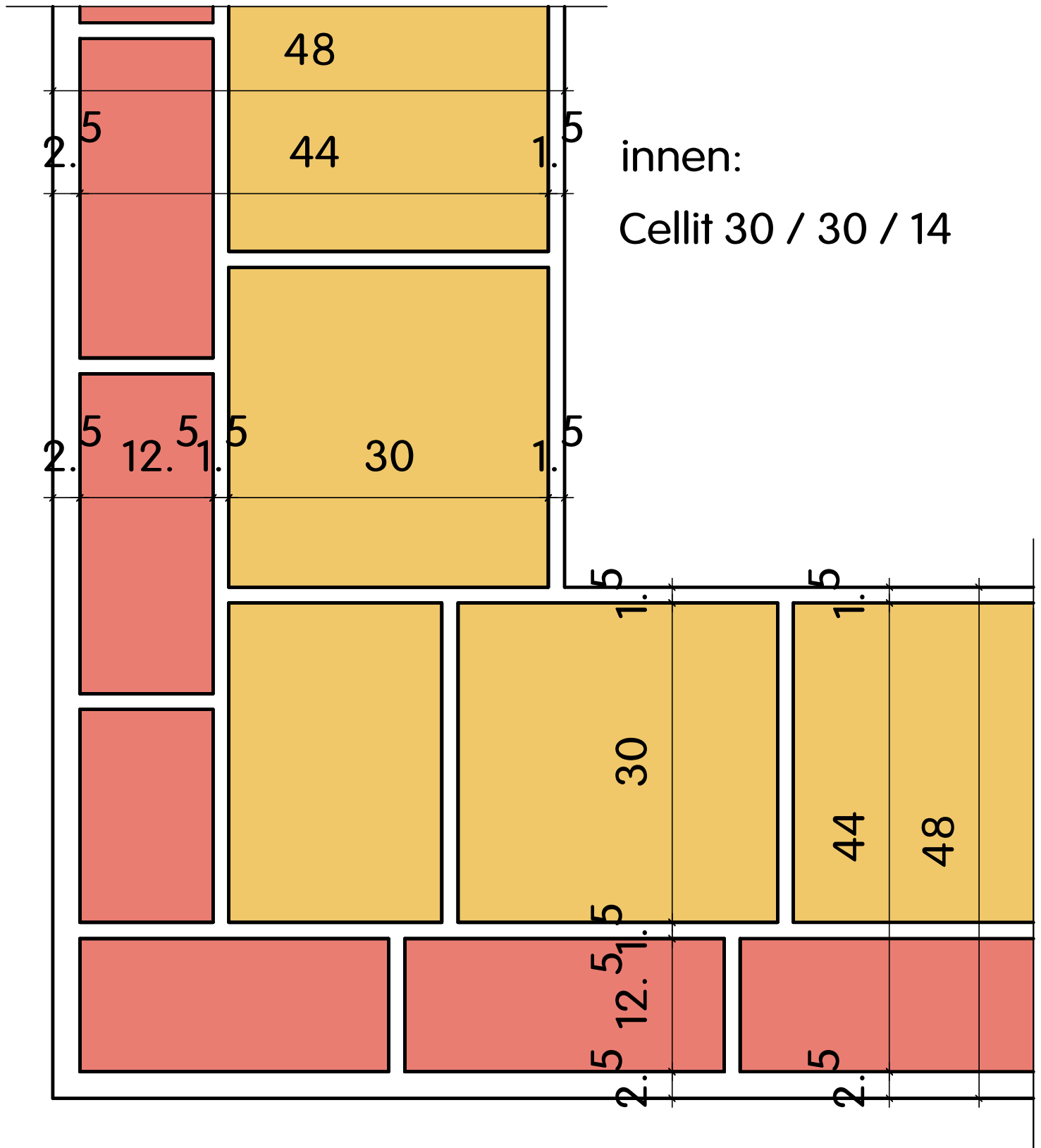
aussen: Silenzio 30 / 20 / 14



# Variante 7, M. 1:5, Grundriss

## Lage 2

aussen: Silenzio 30 / 12,5 / 14

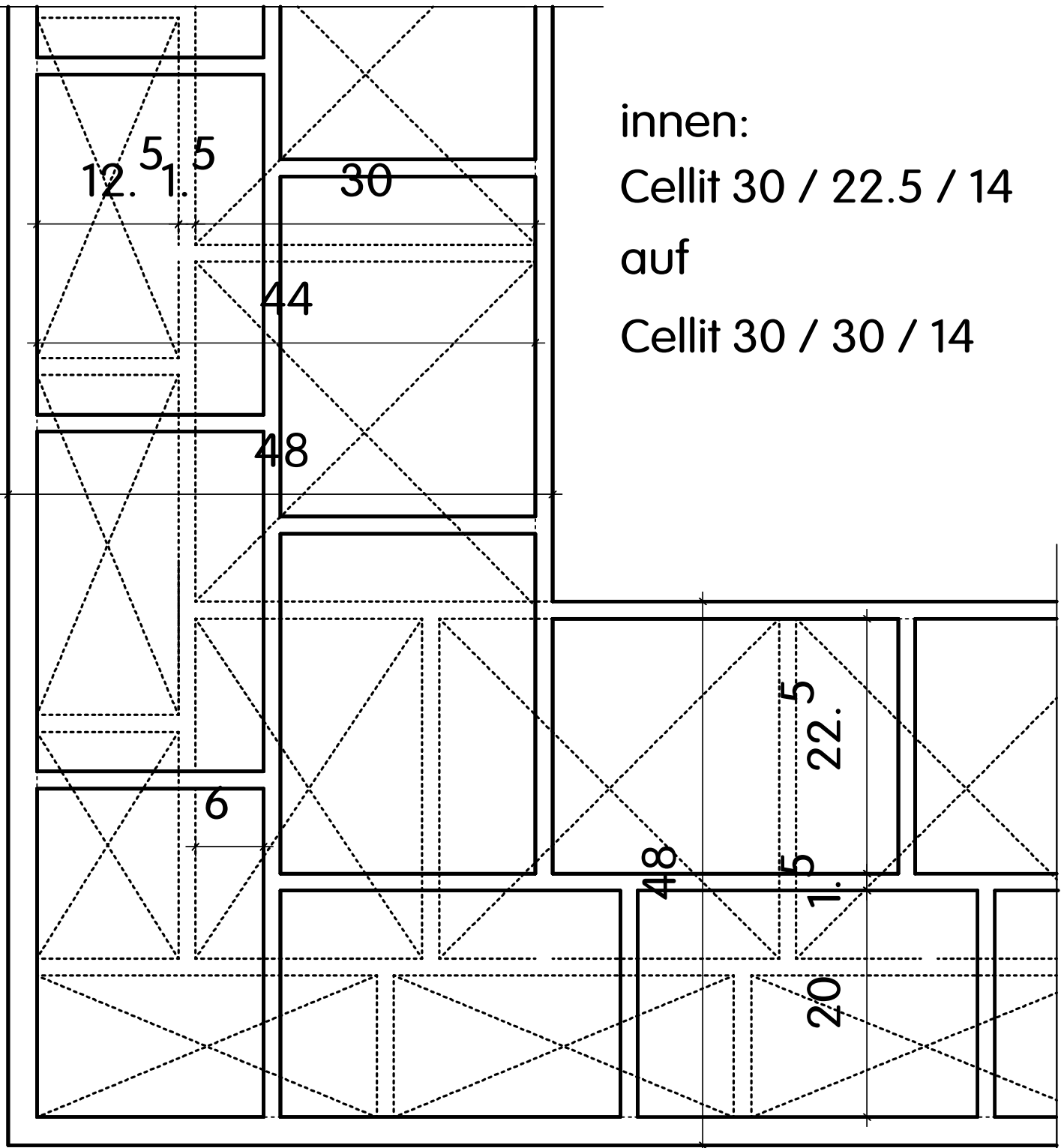


# Variante 7, M. 1:5, Grundriss

## Lage 2 auf Lage 1

aussen:

Silenzio 30 / 20 / 14 auf Silenzio 30 / 12.5 / 14





# Berechnung der Wärmespeicherfähigkeit

## Konstruktion Aussenwand 1

Tödi, 47  
Postfach  
CH-8027 Zürich  
T: 044 283 15 15

Lizenziert für HTA Luzern, 6048 Horw, 2007

		Ist Luftschicht [x]						
Die erste Schicht ist raumseitig.			$R$ m <sup>2</sup> K/W	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$c_p$ Wh/kgK    kJ/kgK		$\lambda$ W/mK	$d$ m
Nr.	Wärmeübergang innen $R_{si}$		0.13					
1	Innenputz			1'400	0.28		0.870	0.0150
2	Cellit d = 22.5 und 30.0			600	0.26		0.160	0.2700
3	Luft, horizontal	x	0.17					
4	Silenzio d = 12.5 und 20 cm			1'800	0.26		0.800	0.1625
5	Aussenputz			1'800	0.28		0.870	0.0250
6								
7								
8								
9								
10								
	Wärmeübergang aussen $R_{se}$		0.04					0.4725

Resultate (prEN ISO 13786:2005)				
			ohne $R_{se} / R_{si}$	mit $R_{se} / R_{si}$
dynamischer U-Wert	$U_T$	W/m <sup>2</sup> K	0.06	0.03
U-Wert nach EN 6946	$U$	W/m <sup>2</sup> K	0.47	0.44
Verhältnis $U_T/U$	$f$	-	0.13	0.08
Raumseitige wirksame Wärmekapazität	$\chi_i$	Wh/m <sup>2</sup> K	14	11

Version: 2.3  
DESIGN BY HTA Luzern

Raumwert mit  $R_{si}$

$C_R/A_{NGF}$  Wh/(m<sup>2</sup>K)

Periodendauer in Stunden.

24 h



# Mauerwerk Evaluation

## Kosten-, Energie- und Substanz-Vergleich 5 unterschiedlicher Mauerwerksarten

Basis: Energie-Verbrauchs-Analysen (EVA) aufgrund gemessener Heizenergie.  
 Jahres-Temperaturdifferenz = 75 °000 Kh, Preis-Schätzung in SFr.

1. Aussenwärmedämmung (AWD) Mineralwolle mit Kali-WG-Verputz
2. Aussenwärmedämmung (AWD) Polystyrol mit Kunststoff-Verputz
3. 2-Schalen Mauerwerk (2-Sch-s) in Sichtbackstein
4. 2-Schalenmauerwerk (2-Sch-v) mit 3-Schicht-Kalk-Verputz
5. Normal-Mauerwerk (NMW) mit 3-Schicht-Kalk-Verputz

Mauerwerk	AWD	AWD	2-Sch-s	2-Sch-v	NMW
	verputzt	verputzt	sicht	verputzt	verputzt
Typ und Abmessungen in cm:	1.	2.	3.	4.	5.
Innenputz	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0
Ziegel	17.5	17.5	17.5	17.5	43.0
Dämmung	10.0	10.0	10.0	10.0	-
Luftschicht	-	-	1.5	1.5	-
Ziegel	-	-	15.0	15.0	-
Aussenputz	1.0	1.0	-	3.0	3.0
Total Wandstärken in cm	30.0	30.0	46.0	49.0	48.0
U-Wert Norm (alt k-Wert) in W/m <sup>2</sup> K	0.31	0.31	0.28	0.28	0.55
Spez. E-Verbr. EVA, Q <sub>h</sub> in kWh/m <sup>3</sup> a	30 - 40	30 - 40	25 - 35	25 - 35	15 - 25
U-Wert eff. gemäss EVA in W/m <sup>2</sup> K	1.5	1.6	1.0	1.2	0.4
Flächengewicht in kg/m <sup>2</sup>	280	270	450	500	650
Speicherwirksames Flächengewicht	250	250	250	250	650
Schall-Dämmung	+	+	++	++	+++
Solarstrahlung Absorptionsgrad in %	40	35	65	55	70
Sorption / Diffusion	-	-	-	-	+++
Raumfeuchtigkeit in % Nov. bis März	55 - 65	55 - 65	55 - 60	55 - 60	35 - 45
Brandrisiko	+	+++	-	-	-
Dauerhaftigkeit in Jahren	20	20	30	30	100
Aufwand pro m <sup>2</sup> (ohne Annuität)					
Baukosten	240.-	230.-	340.-	480.-	450.-
Unterhalt und Ersatz in 50 Jahren	300.-	300.-	400.-	400.-	100.-
Heizbetrieb: 10 Rp./kWh in 50 Jahren	560.-	600.-	370.-	450.-	150.-
<b>Gesamtkosten pro m<sup>2</sup> Mauerwerk</b>	<b>1'100.-</b>	<b>1'130.-</b>	<b>1'110.-</b>	<b>1'330.-</b>	<b>700.-</b>

Ursachen der Diskrepanzen: Missachtung der Sonnen-Energie-Nutzung und Bauschäden infolge Verstösse gegen die anerkannten Regeln der Baukunst.

Für die oben betrachteten Mauerwerks-Varianten existieren keine offiziellen, experimentellen Messungen bezüglich der Energie-Wirksamkeit.

Fazit: Billig und falsch ist immer teurer als nachhaltig und richtig!