

## EnergiePraxis – Seminar 2/2011

### Norm SIA 380/4

Elektrische Energie  
Beleuchtung

Daniel Tschudy, Dipl. Arch. ETH / MBA  
NDS Lichttechnik TU Ilmenau  
Amstein + Walther AG, Zürich



### Inhalt:

1. Norm Lichtplanung SN EN 12464-1
2. Grundlagen EUP und Lampendeklaration
3. Grundlagen SIA-Norm 380/4 und Minergie
4. Berechnung des Elektrizitätsbedarfs
5. Anforderungen
6. Vorgehen bei der Planung
7. Beispiele

## Norm Lichtplanung SN EN 12464-1: 2011

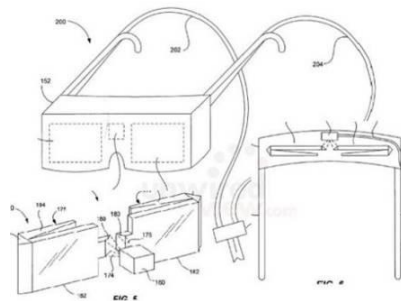


EDITION MINERGIE®

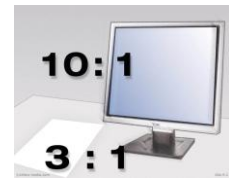
## Lichtkomfort / Lichtklima: Auszug SN EN 12464-1

Die Hauptmerkmale für die Bestimmung des Lichtklimas sind:  
(Sehleistung, Sehschärfe, Komfort, Sicherheit)

- Lichtfarbe
- Farbwiedergabe
- Leuchtdichteverteilung
- Beleuchtungsstärke
- Lichtrichtung (Modelling)
- Tageslicht
- Blendung
- Flimmern
- Raumbezug (Oberflächen, Reflexion, Glanz)



## Leuchtdichte Verteilung



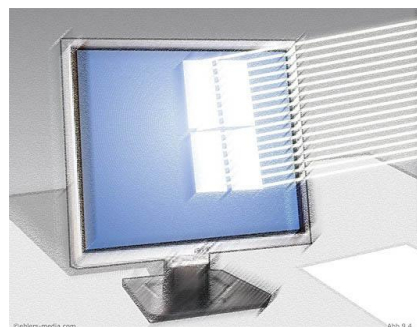
Die Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld bestimmt den Adaptationszustand, der die Sehleistung beeinflusst. Eine ausgewogene Adaptationsleuchtdichte wird benötigt zur Erhöhung von:

- **Sehschärfe**
- **Kontrastempfindlichkeit** (Differenzierung von kleinen Leuchtdichteunterschieden; Schleierleuchtdichten, Reflexblendungen, Psychologische Blendung und physiologische Blendung)
- **Leistungsfähigkeit der Augenfunktionen** (wie Akkommodation, Konvergenz, Pupillenveränderung, Augenbewegungen usw.)

## Reflexionsgrade (SN EN 12464-1: 2011)

Die Leuchtdichten aller Oberflächen sind wichtig. Sie hängen vom Reflexionsgrad der Oberflächen und der Beleuchtungsstärke auf den Oberflächen ab. Für die Hauptflächen eines Raumes werden folgende Reflexionsgrade **empfohlen**:

- Decken: **0,7** bis 0,9
- Wände: **0,5** bis 0,8
- Boden: **0,2** bis 0,4
- Arbeitsflächen: 0,2 bis **0,7**
  
- Schleierleuchtdichten
- Reflexblendung



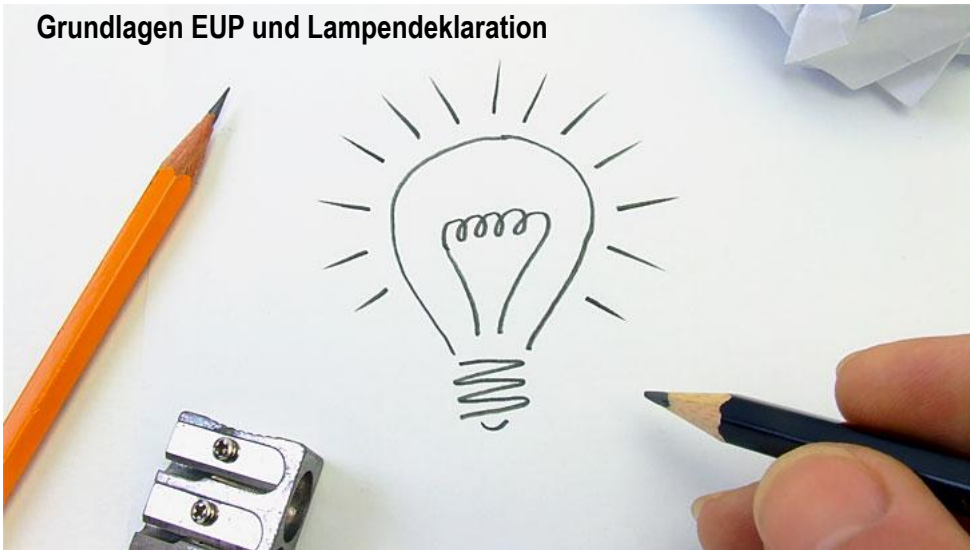
## Leuchtdichtegrenzen für Leuchten mit nach unten gerichtetem Lichtstrom (SN EN 12464-1)

„High state“-Leuchtdichte des Bildschirms	Bildschirm mit hoher Leuchtdichte $L > 200 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$	Bildschirm mit mittlerer Leuchtdichte $L \leq 200 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$
Fall A (positive Polarität und übliche Anforderungen im Hinblick auf Farbe und Details der dargestellten Information, wie sie z. B. im Büro, Unterricht usw. bestehen)	$\leq 3000 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$	$\leq 1500 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$
Fall B (negative Polarität und/oder höhere Anforderungen im Hinblick auf Farbe und Details der dargestellten Information, wie sie z. B. bei CAD, Farbprüfung usw. bestehen)	$\leq 1500 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$	$\leq 1000 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$
ANMERKUNG „High state“-Leuchtdichte des Bildschirms (siehe EN ISO 9241-302) beschreibt die maximale Leuchtdichte des weißen Teils des Bildschirms. Dieser Wert wird vom Hersteller des Bildschirms angegeben.		

## Auszug Beleuchtungsstärken im Büroumfeld (SN EN 12464-1)

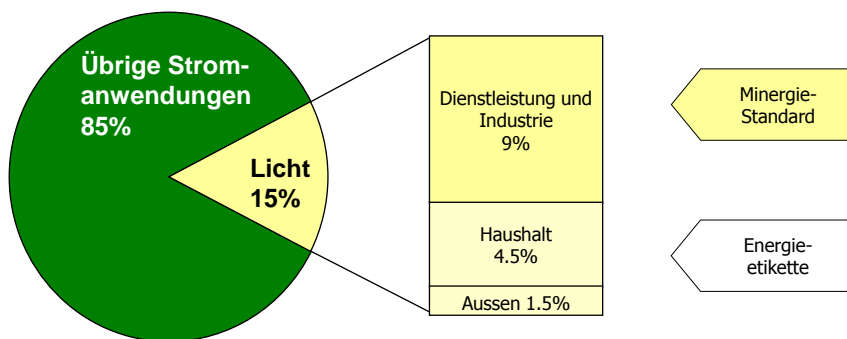
Ref. Nr.	Art des Innenraum(bereich)s, des Bereichs der Sehaufgabe oder des Bereichs der Tätigkeit	$E_{in}$ lx	$UGR_L$ –	$U_0$ –	$R_a$ –	Spezifische Bedingungen
5.26.1	Ablegen, Kopieren, usw.	300	19	0,40	80	
5.26.2	Schreiben, Schreibmaschine-schreiben, Lesen, Datenverarbeitung	500	19	0,60	80	Bildschirmarbeit siehe 4.9.
5.26.3	Technisches Zeichnen	750	16	0,70	80	
5.26.4	CAD-Arbeitsplätze	500	19	0,60	80	Bildschirmarbeit siehe 4.9.
5.26.5	Konferenz- und Besprechungsräume	500	19	0,60	80	Beleuchtung sollte regelbar sein.
5.26.6	Empfangstheke	300	22	0,60	80	
5.26.7	Archive	200	25	0,40	80	

## Grundlagen EUP und Lampendeklaration



EDITION MINERGIE®

## Minergie: Stromverbrauch für Beleuchtung





Schweiz: 100% = 57'500 GWh/a = 9'600 Mio. CHF/a

Ziel der SIA 380/4

- Der **rationelle Einsatz** von Elektrizität
- Das **Optimieren** des Elektrizitätsverbrauches von Neu- und Umbauten

## Eco-Design-Richtlinie für Haushaltlampen (eup)



jeweils ab September		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Glühlampen 	klar	15W	15W	15W	Auslauf* aller klaren Glühlampen				
		25W	25W	25W					
		40W	40W	40W					
		60W	60W	60W					
		75W	75W	75W					
		100W	100W	100W					
	matt	Matte Lampen durch Energiesparlampen mit Energieeffizienzklasse A ersetzen							

## Deklarationsvorschriften ab 1. Sept. 2010 (eup)

Verpackung + Internet	Internet
Nennleistungsaufnahme	Leistungsaufnahme (0,1 Watt genau)
Nennlebensdauer	Lichtstrom
Zahl der Schaltzyklen	Leistungsfaktor
Farbtemperatur	Lichtstromerhalt
Anlaufzeit (60% Lichtstrom)	Zündzeit
Quecksilbergehalt	Farbwiedergabe
Abmessungen	Hinweise zur Entsorgung
Dimmbarkeit	

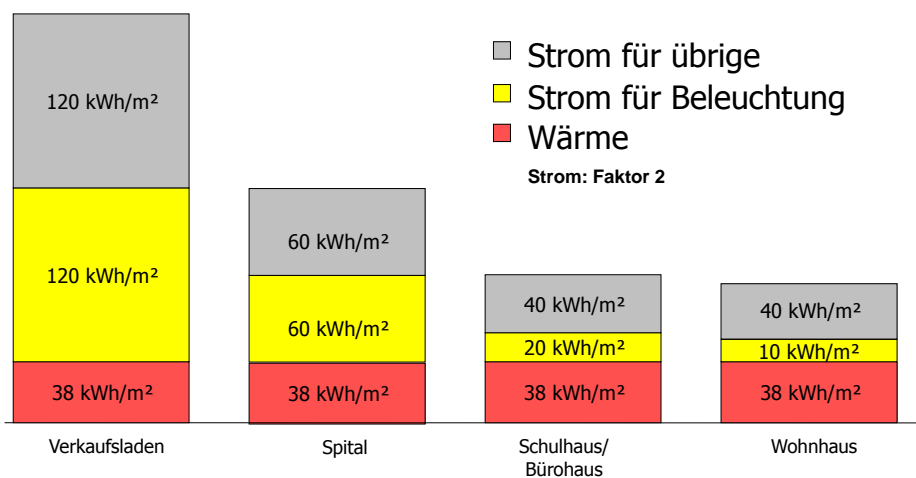
- Begriff «Energiesparend» nur für Lampen der Klasse A

## Grundlagen SIA Norm 380/4 und Minergie



EDITION MINERGIE®

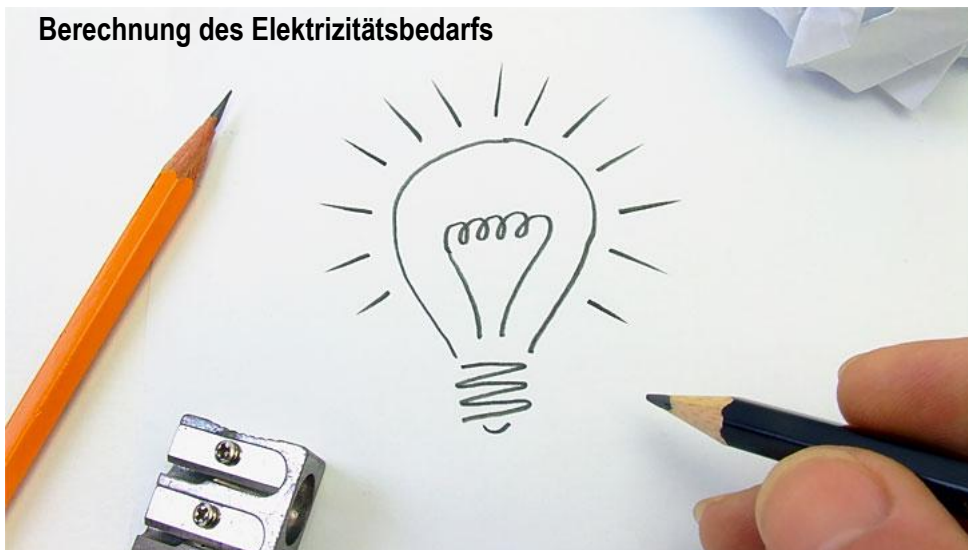
## Stellenwert der Beleuchtung im MINERGIE-Haus



## Minergie: Einführung und Grundlagen

- Minergie, besitzt ein gutes Image und ist Investitions-, Werbe- und Kaufkriterium und bei vielen Gebäuden bereits Standard
- Mit dem e-tool können die Ziele der SIA 380/4 Beleuchtung umgesetzt werden, es lässt sich ein realistisches Abbild (Elektrizitätsbedarf) des zukünftigen Gebäudes erstellen
- Nachweis wird über das gesamte Gebäude erstellt, Kompensation unter den unterschiedlichen Gewerken nicht möglich
- Gestaltung wird eingeschränkt (nicht alles ist möglich)
- Grundsätzlich können mit dem Tool gezielt Optimierungen angestrebt werden.

## Berechnung des Elektrizitätsbedarfs



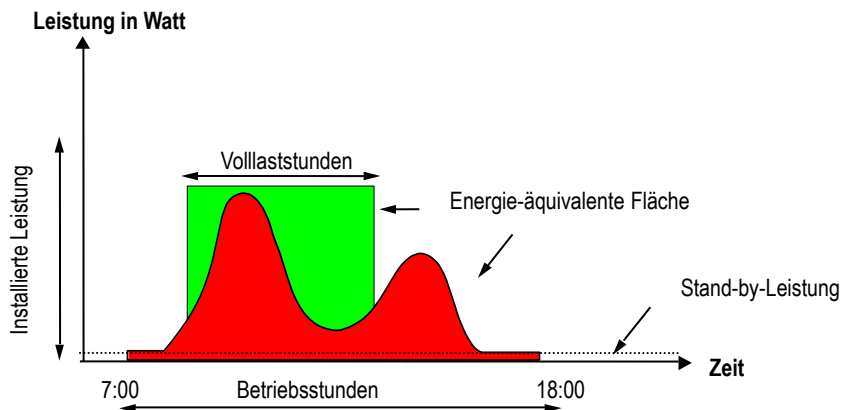
## Standardisierte Darstellung des Elektrizitätsverbrauchs

Nr	Typischer Raum	Standardnutzung	Fläche (m <sup>2</sup> )	Anforderung (kWh/m <sup>2</sup> )	Projektwert (kWh/m <sup>2</sup> )	Projektwert (W/m <sup>2</sup> )	Projektwert (MWh/a)
1	Grossraumbüro	Grossraumbüro	165.0	8.5	30.6	17.3	5.1
2	Kommunikationszone	Spezial	90.0	20.3	14.4	5.0	1.3
	<b>Gesamtergebnis</b>		255.0	12.7	24.9	13.0	6.3
	<b>Anforderung</b>			<b>Minergie</b>	<b>nicht erfüllt</b>		

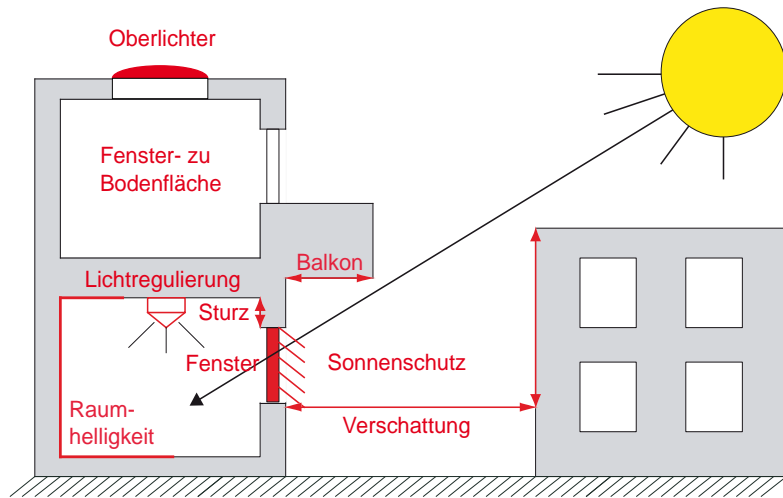
**Minergie: Energie = Leistung x Zeit**

**Elektrizitätsbedarf (MWh/a):**

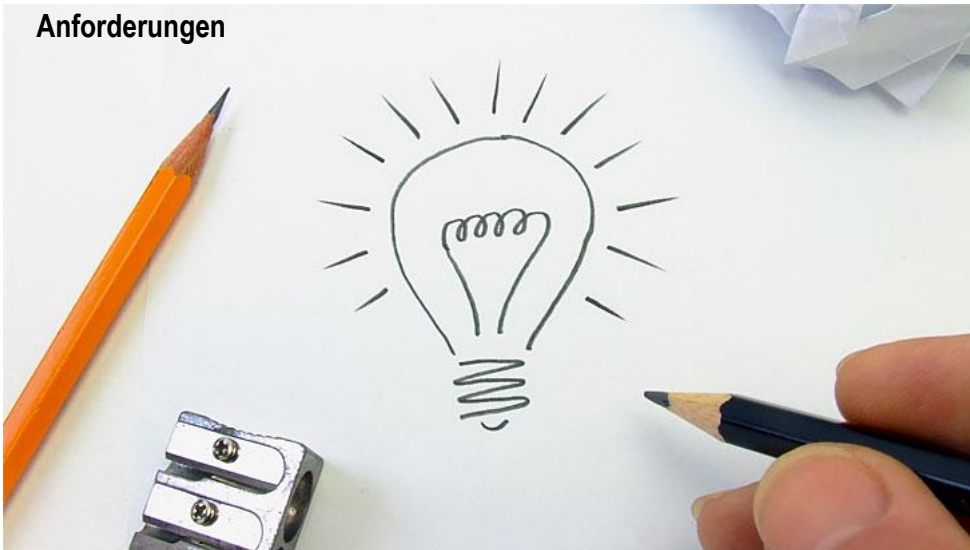
Jährlicher berechneter Bedarf an elektrischer Energie



## Einflussfaktoren Tageslicht

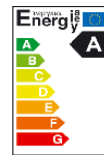


## Anforderungen

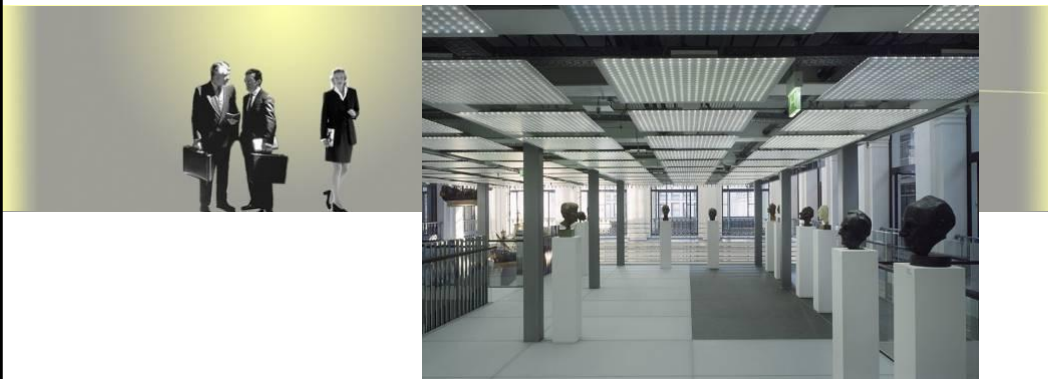


## Voraussetzungen zur Erreichung der Anforderung

- Helle Raumgestaltung
- Präsenzerfassung
- Tageslicht nutzen und richtig erfassen
- Leuchtmittel mit hoher Effizienz
- richtige Wahl der Leuchte für die projektspezifischen Rahmenbedingungen, vorzugsweise Leuchten mit Minergie-Label; richtig eingesetzt
- Reduzierung des Standby-Verbrauchs



## human sensitive lighting; neue Systeme; neue Effizienzmassnahmen



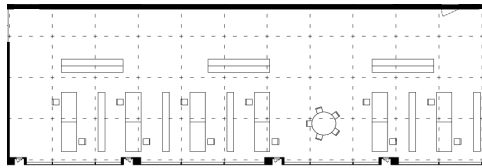
## Anforderungen: Beispiel

**Bauherr:** Neubau Minergie-P-Gebäude, Flexible Nutzung, Budget

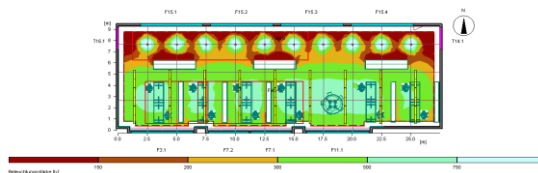
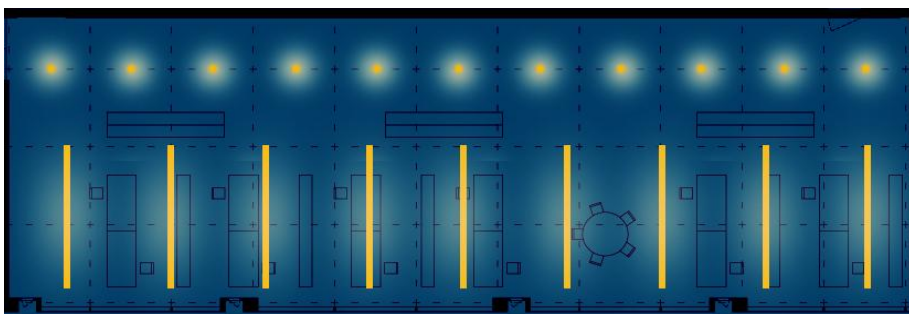
**Architekt:** Materialisierung soll Industrie Charakter unterstreichen (Beton roh, Wand dunkelrot), Raumhöhe mit 4,25 m, Normaler Sonnenschutz, Fenster raumhoch

**Elektroplaner:** Einfache Installationen

**Lichtplaner:** Beleuchtungsstärke einhalten, Leuchten mit Minergie-Label verwenden, Gestaltung mit Architekt, Indirektlicht zur Betonung der hohen Räume



## Anforderungen: Beispiel



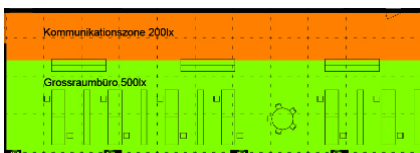
## Anforderungen: Beispiel



## Anforderungen: Beispiel

SIA-380/4-Tool Beleuchtung		Zurück	Weiter
<b>Objekt</b>	Wanda AO Industriestrasse 9 8000 Zürich	<b>Zusammenfassung</b>	
<b>Projekt</b>	Wanda AO	<b>Flächen</b>	
<b>Projekt-Typ</b>	Neubau	Bestandfläche	234 m <sup>2</sup>
<b>Projektstand</b>	Projekt	Energieeffiziente @ (EP)	388 m <sup>2</sup>
<b>Bauherr</b>	Wanda AO	Flächenkategorie (EP)	8 m <sup>2</sup>
<b>Architekt</b>	Marko Modermoser architekten Zürich	<b>Systemanforderungen</b>	
<b>Beleuchtungsplanung</b>	Amstein + Wiestland Zürich	Vorprojekt	25.7
<b>Beleuchtungsplanung</b>	Amstein + Wiestland Zürich	Projekt	14.0
<b>Ersteller Rechner</b>	Amstein + Wiestland Zürich	Projekt	24.9
<b>Datum</b>	08.11.2009	Projekt	24.9

Grenzwert	25.7 kWh/m <sup>2</sup>	
Minergie-Wert	14.0 kWh/m <sup>2</sup>	
Projektwert	<b>24.9 kWh/m<sup>2</sup></b>	
	Büro	Kommunikation
Beleuchtungsstärke	460 / 530 lx	290lx
Leuchte	2/49W (106W)	Erco Parscan 1/35W (45W)
Präsenzerfassung	NEIN	NEIN
Tageslichtregulierung	NEIN	NEIN
Raumreflexionen	dunkel	dunkel
Storensystem	Stoffstoren	n.v.





## Anforderungen: Beispiel

SIA-380/4-Tool Beleuchtung		Zusammenfassung	
<b>Objekt</b>		<b>Flächen</b>	
Projekt	Waha AG Industriestrasse 9 8050 Zürich	Heizfläche (Energieoberfläche EBF) Laster Heizfläche zu EBF	Vorgangst Projekt 200 m <sup>2</sup> 200 m <sup>2</sup> 0.91
Projekt Typ	Neubau	<b>Systemanforderungen</b>	
Projektband	Projekt	Vorgangst	Projekt
Bauherr	Waha AG	Wahlung	Wahlung
Architekt	Marko Muckelbauer architekten Zürich	Projekt	Projekt
Elektrikplanung	Arnold + Wülfel AG Zürich	Wahlung	Wahlung
Beleuchtungsplanung	Arnold + Wülfel AG Zürich	Wahlung	Wahlung
Ersteller Nachweis	Arnold + Wülfel AG Zürich	Wahlung	Wahlung
Datum	09.11.2016	Wahlung	Wahlung

Grenzwert	25.7 kWh/m <sup>2</sup>	
Minergie-Wert	14.0 kWh/m <sup>2</sup>	
<b>Projektwert</b>	<b>12.2 kWh/m<sup>2</sup></b>	
	Büro	Kommunikation
Beleuchtungsstärke	<b>710 / 620 lx</b>	290lx
Leuchte	<b>2/35W (75W)</b>	Erco Parscan 1/35W (45W)
Präsenzerfassung	<b>JA</b>	NEIN
Tageslichtregulierung	<b>JA</b>	NEIN
Raumreflexionen	<b>normal</b>	dunkel
Storensystem	Stoffstoren	n.v.

## Anforderungen: Beispiel



Konzept



Optimiertes Konzept

## Anforderungen: Beispiel

Tabelle 7: Berechnung Systemanforderung Projekt

Schulhaus Bünzmat

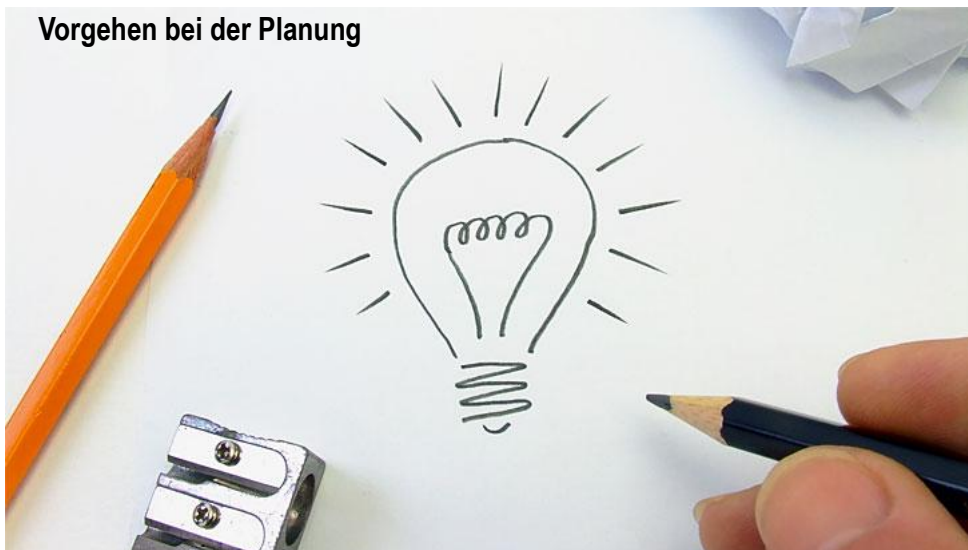
Typische Räume		Fläche Nettofläche alle Räume (m²)	Spez. Elektrizitätsbedarf			Spezifische Leistung			Energiebedarf (absolut)		
Raumbezeichnung	Standardnutzung (Auswahl)		Projekt- wert (kWh/m²)	Grenz- wert (kWh/m²)	Ziel- wert (kWh/m²)	Projekt- wert (W/m²)	Grenz- wert (W/m²)	Ziel- wert (W/m²)	Projekt- wert (MWh)	Grenz- wert (MWh)	Ziel- wert (MWh)
Büro	Einzel-Gruppenbüro	84	7,8	29,5	10,4	8,3	17,5	12,8	0,7	2,5	0,9
Lehrerzimmer	Lehrerzimmer/Aufenthalt	104	10,9	15,9	3,7	8,9	10,2	7,1	1,1	1,7	0,4
Klassenzimmer	Schulzimmer	1'080	9,0	21,3	7,5	10,6	13,9	10,2	9,7	23,0	8,1
Lager/Technik	Nebenräume (Lager/Technik)	115	1,9	5,8	2,3	3,0	5,6	3,6	0,2	0,7	0,3
Gruppenraum	Sitzungszimmer	108	6,2	22,8	12,3	6,5	16,4	12,0	0,7	2,5	1,3
Verkehr o. Tageslicht	Verkehrsfläche	312	6,0	13,0	5,1	3,5	4,5	3,0	1,9	4,1	1,6
Eingang, Halle	Verkehrsfläche	364	3,1	9,1	1,5	6,2	7,2	4,7	1,1	3,3	0,5
Verkehr (Oblichter)	Verkehrsfläche	100	2,2	6,4	1,0	3,5	4,5	3,0	0,2	0,6	0,1
Schulküche	Küche SB-Restaurant	84	28,5	24,1	10,4	15,1	13,6	9,9	2,4	2,0	0,9
WC	WC	69	18,4	43,0	17,5	10,7	15,0	10,1	1,3	3,0	1,2
Treppe	Spezial	24	3,3	14,2	5,8	5,3	13,6	9,2	0,1	0,3	0,1
<b>Gesamtergebnis</b>		<b>2'444</b>	<b>7,9</b>	<b>17,9</b>	<b>6,3</b>	<b>8,2</b>	<b>11,0</b>	<b>7,8</b>	<b>19,4</b>	<b>43,6</b>	<b>15,4</b>

inkl. Einfluss der  
Nutzungszeiten  
(PIR, Tageslicht,  
etc.)

Einfluss Raum und  
Leuchte

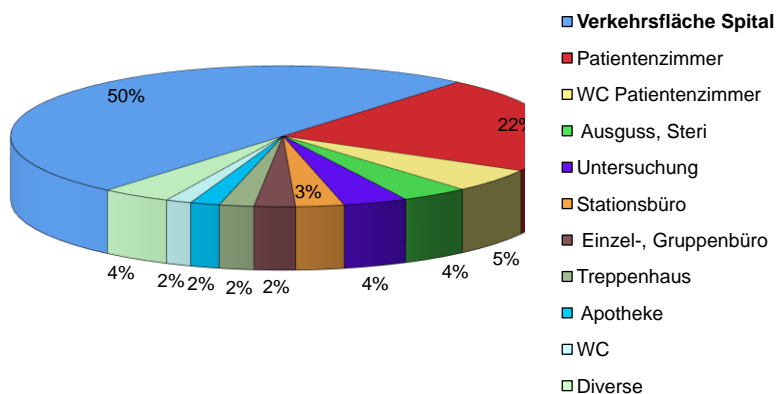
Energieintensive  
Bereiche erkennen

## Vorgehen bei der Planung



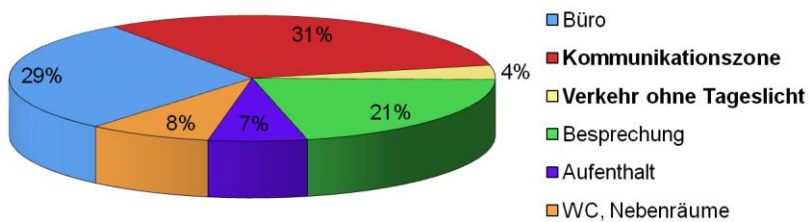
## Nutzungsintensive Zonen erkennen

### Stadtspital Triemli, Regelgeschoss Energieverbrauch nach Zone

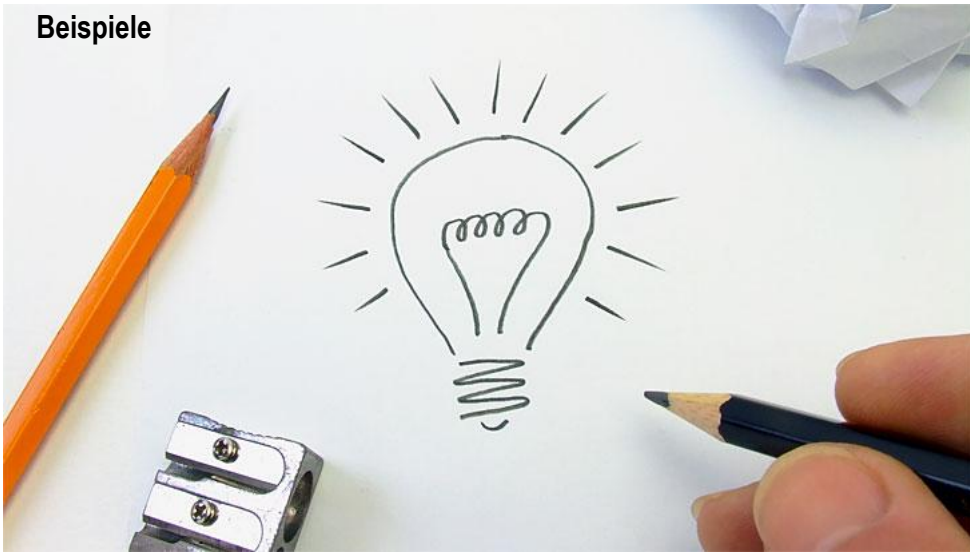


## Nutzungsintensive Zonen erkennen

### Büro und Verwaltungsgebäude Energieverbrauch nach Zone

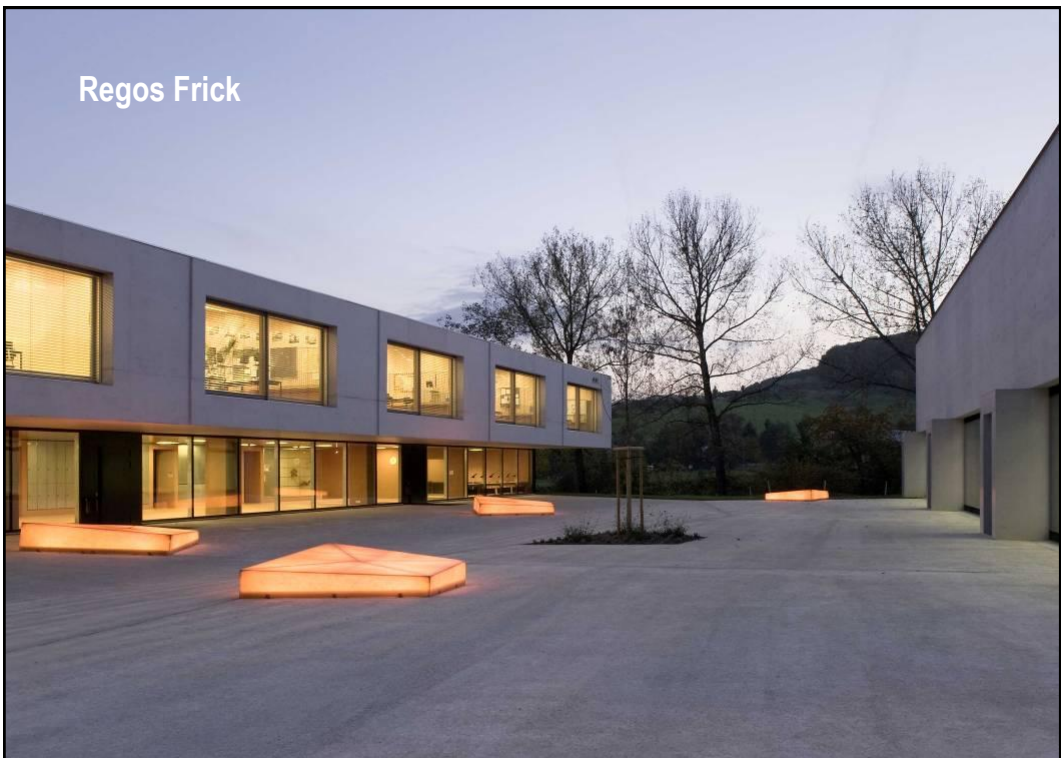


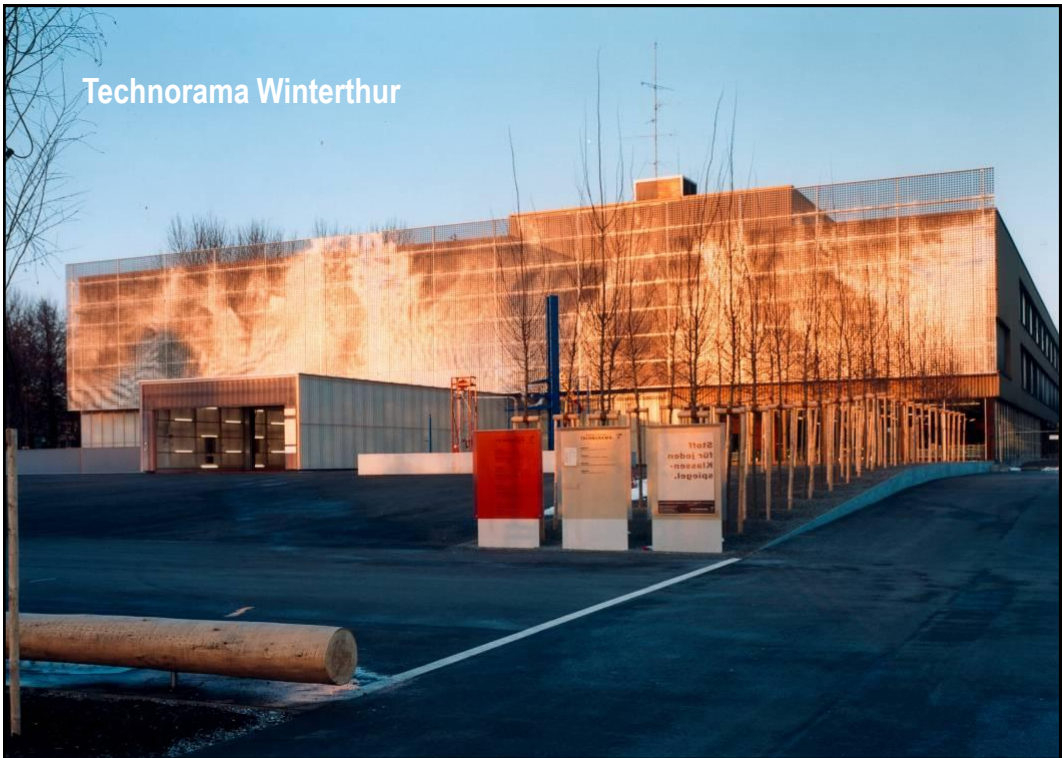
## Beispiele



EDITION MINERGIE®

## Regos Frick





Technorama Winterthur



Lakefront Center Luzern





