

# Event 4: Energieeffiziente Beleuchtungsanlagen

Datum: 3. Februar 2004

---

**Markus Simon**, dipl. Energietechniker TS, Amt für Hochbauten der Stadt Zürich, Gebäudetechnik:

„Erfahrungen eines Bauherrn // Wettbewerb Stehleuchten:  
Grundlagen für neue Planungsrichtlinien“

---

Nachstehend finden Sie Unterlagen zu dieser Veranstaltung. Für den Inhalt sind allein die Autoren verantwortlich.



Energieeffiziente  
Beleuchtungsanlagen

**FEZ, 3. Februar 2004**

**Markus Simon**  
**Energietechniker TS,**  
**Fachstelle Energie +**  
**Gebäudetechnik**  
**[markus.simon@hbd.stzh.ch](mailto:markus.simon@hbd.stzh.ch)**

## **Erfahrungen eines Bauherrn**

### **Grundlagen für neue Planungsrichtlinien**





# Energieeffiziente Beleuchtungsanlagen:

- **Inhalt**
  - **Energetische Vorgaben**
  - **Planungsrichtlinien**
  - **Auswertungen / Resultate**
  - **Zusammenfassung**

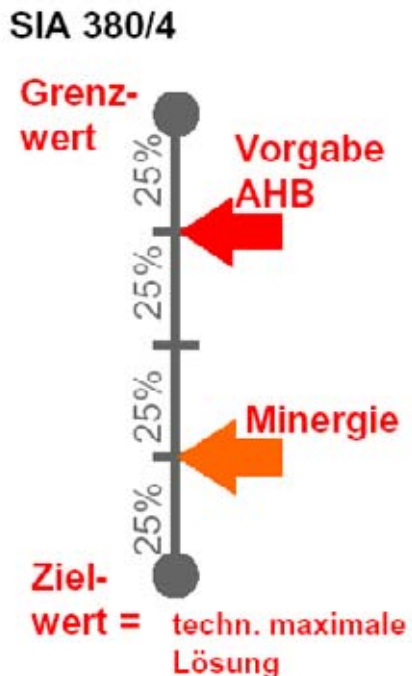


# 7 Meilenschritte zum umwelt- und energiegerechten Bauen in Zürich

Aktivitätsschwerpunkt des  
Hochbaudepartementes für  
die nächsten 10 Jahre

1. MINERGIE-Standard für Neubauten
2. MINERGIE-Standard für Sanierungen von Bauten
3. **MINERGIE-Standard für Beleuchtungen in Neubauten und Sanierungen**
4. Erneuerbare Energie in Neubauten und weitergehende Pilotprojekte
5. Verschärfte Anforderungen an Bauökologie und Innenraumklima
6. Nachhaltigkeit als Entscheidungskriterium in Architekturwettbewerben
7. **Ökologisch optimale Gebäudebewirtschaftung**

# Meilenschritt Nr. 3: MINERGIE-Standard für Beleuchtungen



- Neubauten erreichen den **MINERGIE-Standard Beleuchtung**.
- Alle **Beleuchtungs-Sanierungen** liegen **25% unter dem Grenzwert** der Empfehlung SIA 380/4.
- **50% der Sanierungen** erreichen den **MINERGIE-Standard für Beleuchtungen**.



# Merkmale der MINERGIE-Beleuchtung

- **Helle Raumgestaltung**
- **Leuchtmittel mit hoher Energieeffizienz (Klasse A)**
- **Elektronische Vorschaltgeräte (EVG)**
- **Leuchtenbetriebswirkungsgrad 70 - 90%**
- **Tageslicht- und Präsensteuerung (Räume mit Tageslicht)**
- **Präsenzmelder (Räume ohne Tageslicht)**

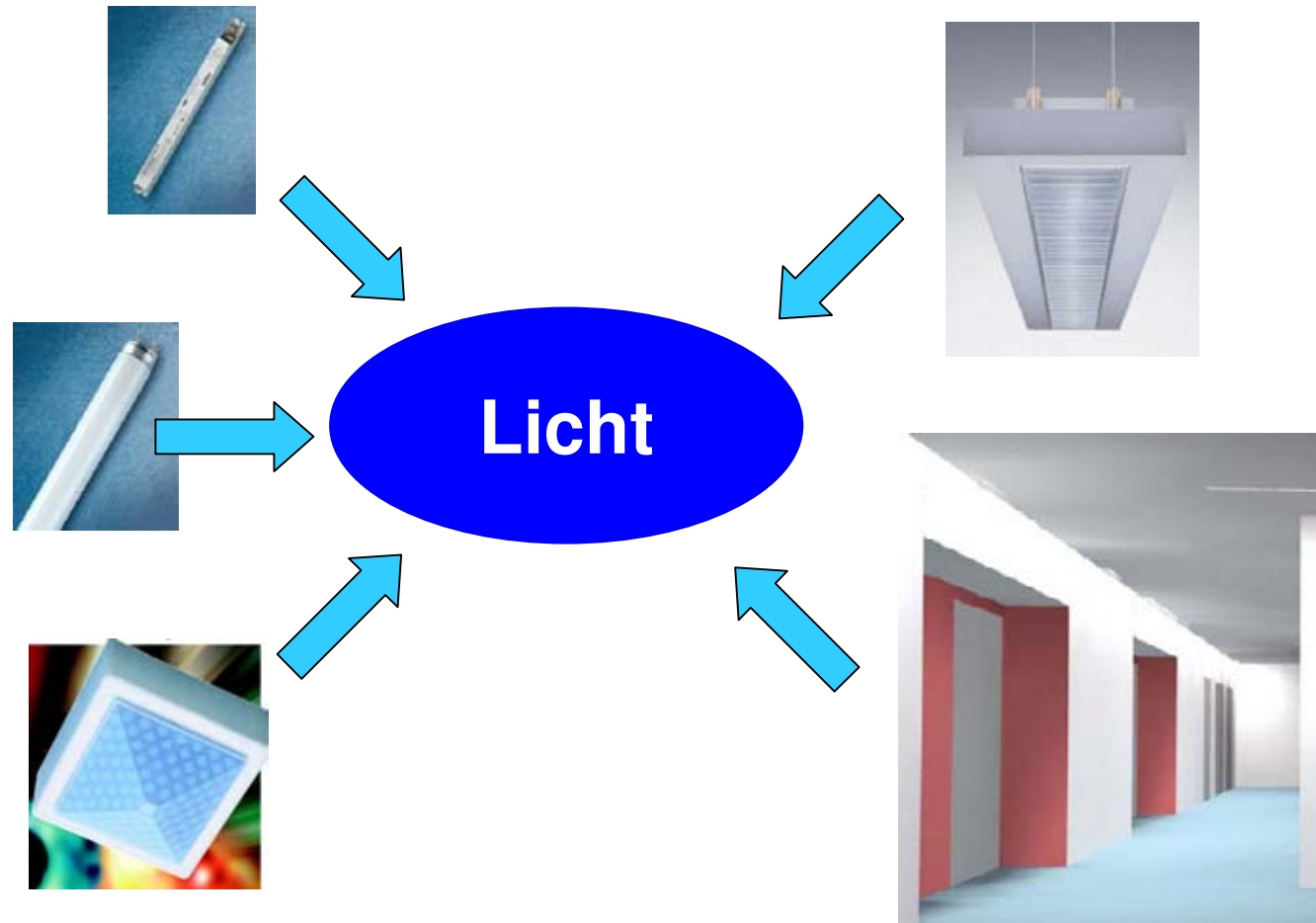


# Energieeffiziente Beleuchtung falsch verstanden!





# Für die Umsetzung energieeffizienter Beleuchtungsanlagen müssen verschiedenen Faktoren stimmen





# Raumgestaltung hat Auswirkungen auf die Beleuchtung

- **Aus guten Reflexionsgraden resultiert eine angenehme Leuchtdichteverteilung**
- **Empfohlene Reflexionsgrade:**
  - Decke 0,6 - 0,9
  - Wände 0,3 - 0,8
  - Boden 0,1 - 0,5
  - Arbeitsfläche 0,2 - 0,6
- **Abgestimmte Raumgestaltung und Beleuchtung bringt genügend Licht auf Arbeitsfläche und angenehme Raumatmosphäre**
- **Möglichkeit von Farbgestaltung in Objekten ist gegeben, hat aber Auswirkungen auf Beleuchtungsstärke und Elektroenergieverbrauch**



# **Einhaltung der Norm EN 12464-1 Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen**

- **Bereich von Sehaufgabe klar festlegen**
- **Beleuchtungsstärken unter Berücksichtigung der Wartungsfaktoren**
- **Gleichmässigkeit der Beleuchtungsstärke (Anordnung der Leuchten nicht nur nach architektonischen Gesichtspunkten)**
- **Vermeidung von Direktblendung**



# Anforderungen bei der Beleuchtungs- körper- und Leuchtmittel-Auswahl

- **Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG)**
- **Leuchten-Betriebswirkungsgrad = 70 - 90% (Ausnahme bilden spezielle Zonen wie z.B. Empfang, repräsentative Räume)**
- **Optimale Reflektoren mit hohem Direktlichtanteil einsetzen**
- **Für Standardnutzungen Serienleuchten einsetzen**
- **Bei Sonderanfertigungen muss Lichtverteilungskurve (LVK) und Blendungsbegrenzung belegt werden**
- **Leuchtmittel mit hoher Energieeffizienz (Klasse A)**



# Anforderungen an die Beleuchtungssteuerungen

- **Für Nutzer verständliche Bedienung der Beleuchtung**
- **Einfache Technik (gut und günstig)**
- **Auf die Nutzung abgestimmte Steuerung**
- **Auswahl der Sensoren (Erfassungsbereich, Präsenz, Lichtsensor, Eignung Leuchtmittel)**
- **Platzierung der Sensoren auf Nutzung und Leuchten (Beeinflussung Kunstlicht) abstimmen**



# Standard Beleuchtungssteuerungen

- **Bewegungsmelder**
  - Räume ohne Tageslicht (Verkehrsflächen, Korridore, Treppenhäuser, WC, Garderoben, Parkgaragen)
  - Verkehrsflächen, Korridore, Treppenhäuser mit Tageslicht (kombiniert mit Lichtsensor)
- **Tageslicht- und Präsenzsteuerung (Ein/Aus-Schaltung; keine Dimmung)**

*Die Einschaltung der Beleuchtung erfolgt immer manuell und kann jederzeit ausgeschalten werden*

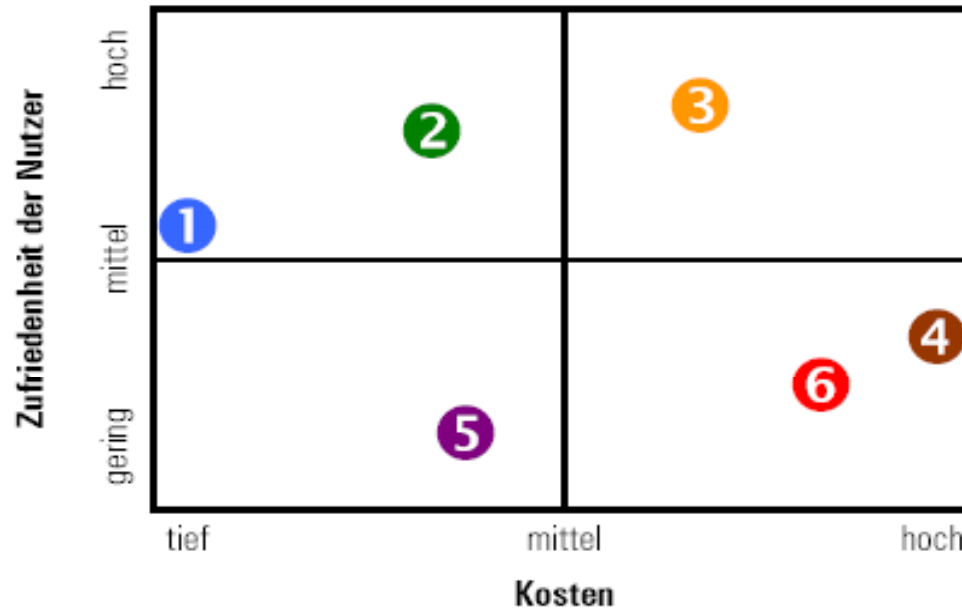
  - Büros, Schulzimmer usw. (alle Räume mit ausgeprägter Tageslichtnutzung)
- **Konstant-Tageslichtregelung mit Präsenzsteuerung (Dimmung)**
  - Nur ausnahmsweise in Speziellen Räumen (z.B. Mehrzweckräume) und Stehleuchten

# Raummodule und Objekte mit speziellen Beleuchtungssteuerungen



- Für Schulbauten wurde ein Raummodul entwickelt das die Funktionen der Beleuchtungssteuerungen definiert inkl. den Storen, Elektro-, Lüftungs-, und Heizungsanlageteilen sowie Bussystem
- In Objekten und Räumen mit speziellen Anforderungen sind Funktionsbeschriebe über die Beleuchtungssteuerungen der einzelnen Raummodule und Raumtypen zu erstellen
  - Sport- / Turnhallen, Mehrzweckräume
  - Museen
  - Korridore (z.B. Krankenhäuser), Empfangshallen
  - usw.

# Bedürfnisse der Gebäudenutzer an die Technik (Umfrage)



- 1 Beleuchtung wird von Hand ein- und ausgeschaltet.
- 2 Beleuchtung wird von Hand eingeschaltet und schaltet automatisch aus. Kann aber auch von Hand ausgeschaltet werden.
- 3 Beleuchtung wird von Hand eingeschaltet und schaltet automatisch aus. Kann aber auch von Hand ausgeschaltet werden und die Helligkeit (Beleuchtungsstärke) kann von Hand nach Bedarf eingestellt werden.
- 4 Beleuchtung schaltet automatisch ein- und aus, die Beleuchtungsstärke passt sich automatisch dem Tageslicht an, kann aber jederzeit von Hand ein oder Ausgeschaltet werden.
- 5 Beleuchtung schaltet automatisch ein und aus.
- 6 Beleuchtung schaltet automatisch ein- und aus, die Beleuchtungsstärke passt sich automatisch dem Tageslicht an.



# Nachweisdokumente die vom Planer zu erbringen sind

- **SIA-380/4-MINERGIE-Beleuchtungs-Nachweise**
  - Projekt
  - Ausschreibung / Ausführung
  - Betrieb
- **Von typischen Räumen sind Beleuchtungsberechnungen mit einem gängigen Simulationsprogramm zu erstellen**
  - Relux, DIALux, usw.



**Abgabe der Nachweise 380/4-Beleuchtung und Beleuchtungsberechnungen zuhanden dem AHB Fachstelle E+GT**



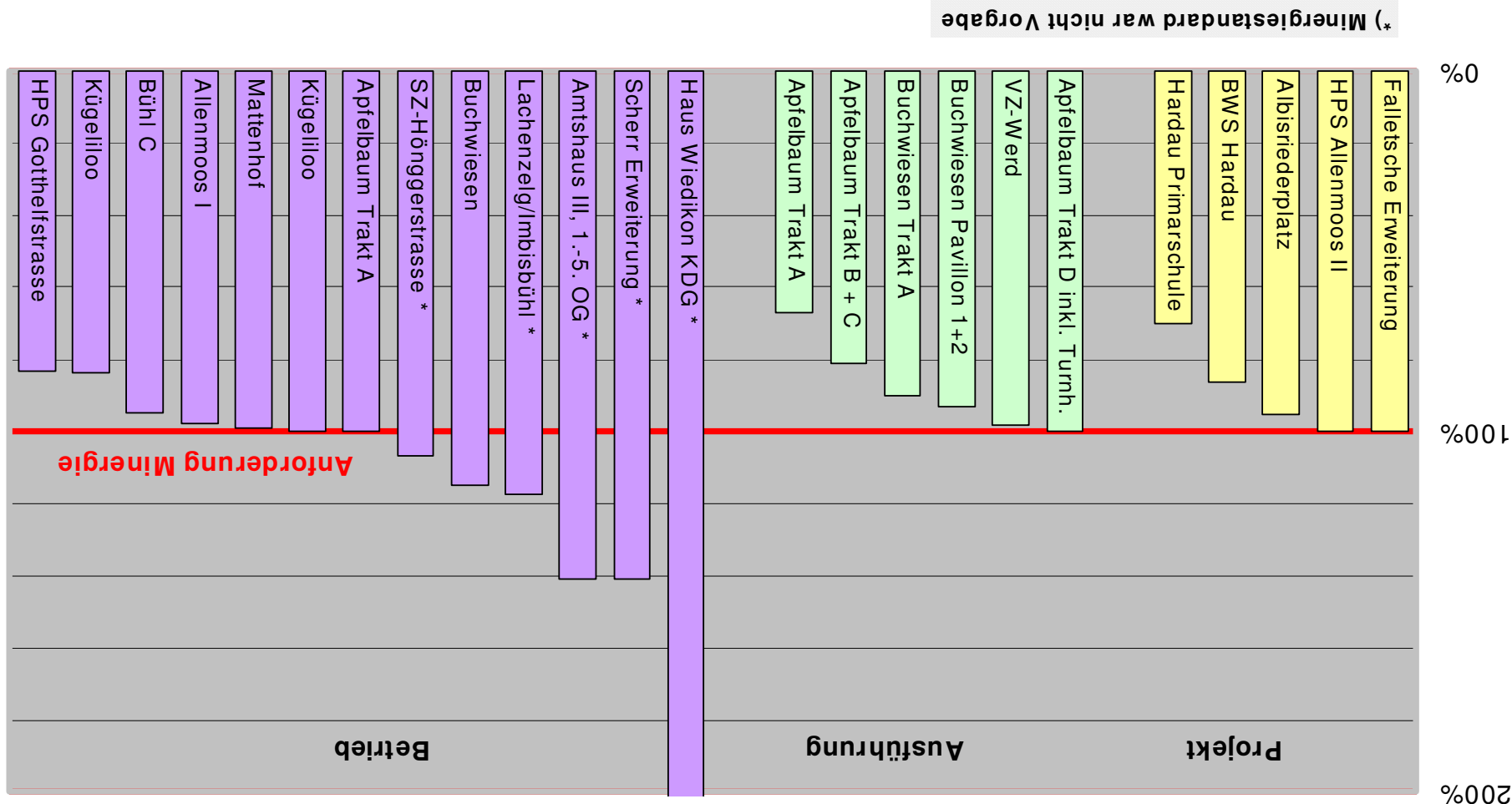
# Qualitätskontrollen durch AHB

- **Prüfung der Nachweise SIA 380/4-Beleuchtung (gemäss den vorgegeben Phasen)**
- **Messung der Beleuchtungsstärken von verschiedenen Raumtypen**
- **Überprüfung und Vergleich der installierten Leuchten mit den Nachweisen (Abgleich mit den Installationsplänen)**
- **Prüfung Umsetzung der Beleuchtungssteuerungen**



# Auswertungen 2003

Beleuchtungsplanung nach SIA 380/4 - Minergie  
in Gebäuden der Stadt Zürich (2003)



"Energieeffiziente Beleuchtungsanlagen", FEZ, 3.2.2004



# Beleuchtungsplanungen nach SIA 380/4 MINERGIE-Beleuchtung bis 2003

- **Schul- und Sportbauten**
  - 63'544 m<sup>2</sup> Nettfläche
  - 430 MWh/a Energieverbrauch
- **Verwaltung, Kultur, Soziales**
  - 23'571 m<sup>2</sup> Nettfläche
  - 253 MWh/a Energieverbrauch
- **Gesundheitswesen**
  - 20'200 m<sup>2</sup> Nettfläche
  - 215 MWh/a Energieverbrauch





# Zusammenstellung SIA-380/4 MINERGIE-Beleuchtung Turn-/Sporthallen

Objekt	Standard Nutzung	Nettofläche m <sup>2</sup>	Grenzwert W/m <sup>2</sup>	Zielwert W/m <sup>2</sup>	Minergie W/m <sup>2</sup>	Objektwert W/m <sup>2</sup>	Leuchten	Bemerkungen
Apfelbaum	nein	961	9.0	6.5	7.1	8.1	FL 1x49W	Dachfenster 15%, mit Verbundglasstein Betrieb
Buchwiesen	nein	990	9.5	7.0	7.6	9.0	FL 1x49W	Ausführung, Fenster/Boden 33%
Mattenhof Turnhallentrakt	ja	242	10.0	7.0	7.8	4.8	FL 1x35W	Ausführung
Bühl C (2 Turnhallen)	nein	616	15.0	11.0	12.0	9.8	FL 2x80W	Betrieb, 500 Lux, Fenster/Boden 20%
Falletsche Neubau	ja	968	10.0	7.0	7.8	8.0	FL 3x58W	Projekt
Lachenzelg / Imbisbühl	ja	358	10.0	7.0	7.8	11.1	FL 4x55W	Betrieb
Allenmoos (2 Turnhallen)	ja	677	10.0	7.0	7.8	8.1	FL 2x36/3x36W	Betrieb
Sporthalle Hardau (3-fach)	nein	1157	25.0	18.0	19.8	13.4	FL 2x35W	Projekt, Fenster/Boden 10-13%, 800 Lux

Betrachtet man die Turn- bzw. Sporthallen isoliert, erfüllen 5 Objekte den Minergie-Standard nicht. Da aber alle Turnhallen in Gebäuden mit Schulzimmern, Verkehrsflächen, Garderoben usw. integriert sind, ist der Minergie-Standard für Beleuchtungen über das gesamte Gebäude jedoch möglich.



# Fazit Beleuchtungsanlagen

- **Nachweise SIA 380/4-MINERGIE-Beleuchtung gehört bei den Planern zur Grundleistung**
- **Anwendung und Umsetzung der Norm EN 12464-1 durch Planer**
  - Licht- / Elektroplaner
  - Architekten einbeziehen
- **Einsatz von effizienten Standardleuchten**
- **Funktionsmängel von Steuerungen durch richtige Auswahl und Einsatz der Sensoren minimieren**



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



**Amt für Hochbauten der Stadt Zürich  
Fachstelle Energie + Gebäudetechnik**

**[markus.simon@hbd.stzh.ch](mailto:markus.simon@hbd.stzh.ch)**