



Im Auftrag von econet china, GIC Shanghai und in Abstimmung mit der gtz erarbeitet in Zusammenarbeit mit
Hefei University – China
HAWK - Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim - Germany
South West University – Nanjing China
Institut für Angewandte Bauphysik und Dauerhaftigkeit – Hefei China
BBS INSTITUT – Germany www.building-physics.net

1 Veranlassung zur BEE (Building Energy Efficiency) Zertifizierung von Gebäuden in China

Der dringende Bedarf an Gebäuden infolge der wirtschaftlichen Entwicklung Chinas führte zu einem weltweit einzigartigen Bauboom. Energieeffizienz spielte dabei bislang keine Rolle, denn es fehlten vor allem die Anreize für die Nutzer. Preise für Energie waren subventioniert, im Norden Chinas wurde Heizenergie nicht verbrauchsabhängig abgerechnet und in den südlichen Landesteilen wurden im Privatbereich dezentrale Splitgeräte zum Kühlen und Heizen erwendet, die bei kleinen Wohnungen und geringen Ansprüchen an den Wohnkomfort relativ geringe Energieverbräuche zur Folge haben.

Gleichzeitig wurden sowohl von ausländischen wie von chinesischen Architekten weder die unterschiedlichen klimatischen Randbedingungen in den verschiedenen Klimaregionen Chinas, noch die Verfügbarkeit spezieller Baustoffe hinreichend berücksichtigt. Dieses führte zu dem Ergebnis, dass die überwiegende Mehrzahl der in den vergangenen 20 Jahren in China errichteten Gebäude einen überproportionalen Energieverbrauch aufweisen. Dieses wird unterstützt durch den Wandel der Ansprüche der heutigen Nutzer. Hier steigen die Ansprüche an das Innenraumklima, die Ansprüche an die Qualität der Räume und der Gebäude.

Die chinesische Regierung hat seit kurzem erkannt, welches gigantische Energieproblem hier entsteht und entstanden ist und versucht durch politische Maßnahmen gegen zusteuern:

- Energie wird teurer
- verbrauchsabhängige Abrechnung wird zum Standard
- Energiesparstandards werden durchgesetzt
- Kontrollen werden verschärft
- und
- der chinesische Gebäudebestand soll in großem Stil energieeffizient saniert werden.

Was jedoch fehlt, ist ein Instrument zur energetischen Bewertung von Gebäuden.

Das in China populäre amerikanische LEED-System eignet sich nicht für die energetische Bewertung von Gebäuden, ebenso sind die komplizierten europäischen Systeme für China nicht direkt anwendbar, da weder die regionalen Klimaverhältnisse noch die politischen Bewertungsgrößen innerhalb der Programmsysteme an die chinesischen Anforderungen und Bedingungen anpasst sind.

Hier kann das *Low Energy Certificate – Ecobuild China* Abhilfe schaffen, denn es bietet ein anwenderfreundliches, unkompliziertes aber dennoch höchst genaues und effektives System an, mit dem bestehende und neue Gebäude unabhängig von den jeweiligen gesetzlichen Rahmenbedingungen, rein auf Basis der bauphysikalischen Daten schnell und effektiv energetisch bewertet werden können.

Hintergrund: Bauen und Architektur in China



Erscheinen die Gebäude äußerlich noch westlichen Vorbildern entsprechend, so fehlen doch wesentliche Bestandteile, die die Qualität und Gebrauchstauglichkeit eines Gebäudes oder einer Wohnung überhaupt ausmachen.



Chinesische Wohnbebauung – Nanjing 2005-2007

Verkauft wird eine „Basisausstattung“ der Wohnung oder Büros, oftmals ohne funktional wichtige Detailpunkte berücksichtigt zu haben wie

- einen ausreichenden Feuchteschutz,
- eine hinreichende Entwässerung von Dach und Fassaden,
- eine der Witterung entsprechende Wärmedämmung,
- Maßnahmen zur Begrenzung von sommerlichen Überhitzungen,
- eine 100%ig luftdichte Gebäudehülle,
- ein ausreichender Schallschutz, insbesondere bei Körperschallübertragung,
- eine raumakustische Bedämpfung.

Ein Beispiel mag dieses verdeutlichen: Westlichen Traditionen folgend wird vorausgesetzt, dass das Haus, die Wohnung oder das Büro über eine zentrale Heizung verfügt und bei Bedarf auch gekühlt werden kann.

In vielen Fällen des chinesischen Bauwesens, besonders im Wohnungsbau, wird die Installation von haustechnischen Anlagen für Heizung und Kühlung jedoch erst durch den Mieter/Käufer installiert.

So kommen im Allgemeinen dezentrale Klimasplitgeräte zum Einsatz, gekühlt wird ausschließlich mit Strom bei extrem hohen Lastspitzen, in der Klimaregion, in der auch Shanghai liegt (insgesamt ca. 500 Millionen Einwohner) und im Süden Chinas werden diese auch zum Heizen im Winter verwendet.



Wohnungsbau Hefei 2007 – raumweise dezentrale Heizung und Kühlung

Die Bausünden der ersten Baubooms seit Ende der 1990er Jahre zeigen auch erhebliche Schwachstellen an der Bauqualität. Hier gilt es, das qualitätsorientierte Bauen in die Lehr- und Ausbildungspläne der zukünftigen Architekten und Bauingenieure Chinas fest zu integrieren. Dazu wurden erste Weichen gestellt. Das Fach Bauphysik, ergänzt durch die Angewandte Bauphysik in der Baukonstruktionslehre wird in den Lehrplan der Hefei University aufgenommen. Durch das dort neu gegründete Institut für Angewandte Bauphysik und Dauerhaftigkeit werden nicht nur die Grundlagen gelehrt, sondern auch die Bauphysik und ihre Wechselwirkungen auf die Baustoffe, die Bauteile und die Gebäude untersucht und bewertet.

Der energiesparende Wärmeschutz dient letztlich dazu, den nutzungsbedingt erforderlichen Energieaufwand für Heizung und Kühlung auf ein wirtschaftlich vertretbares Maß zu reduzieren.

Hinsichtlich der Betriebskosten leiten sich aus den dargestellten Problemen 2 Zielstellungen ab:

- der Strom- / Energiebedarf für die Heizung und Kühlung muss minimiert werden (Arbeitspreis)
- extrem hohe Leistungsspitzen müssen zwingend vermieden werden (Leistungspreis)

Der Heizenergiebedarf und die Anschlussleistung werden im Wesentlichen beeinflusst durch:

- die Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle
- die Lüftungswärmeverluste zur Gewährleistung der Lufthygiene
- die die Lüftungswärmeverluste über Undichtheiten der Gebäudehülle

Der Kühlenergiebedarf und die Anschlussleistung eines Gebäudes werden dagegen beeinflusst durch:

- die internen Wärmelasten
- Transmissionswärmegewinne
- solare Wärmegewinne
- latente Wärme bei Kondensation im Klimagerät

Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass auch ein unangepasstes Nutzerverhalten den Bedarf und die Leistung erheblich erhöhen kann.

Hintergrund: Energiesparendes Bauen in Deutschland und Europa

Das Ziel der nächsten Jahre muss eine deutliche Verringerung des pro-Kopf-Energieverbrauchs sein, einhergehend mit einem zunehmenden Bewusstsein für die Notwendigkeit des Energiesparens zur Minderung von Emissionen, weiter steigende Energiepreise und wachsende Bevölkerungszahlen.

Eine der Grundlagen hierfür ist das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, 1992 (siehe <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>), sowie das Kyoto-Protokoll von 1998 zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (siehe <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>) über die Minderung der Treibhausgas-Emissionen in CO₂-Äquivalenten bis 2008 – 2012 der

- Industrie-Länder („Annex-B-Länder“) um mindestens 5 %
- EU-15 um 8 %
- Deutschland (EU-Lastenausgleich) um 21 %.

Hierbei gilt für CO₂, CH₄, N₂O das Bezugsjahr 1990 und für H-FKW, FKW, SF₆ wahlweise das Bezugsjahr 1990 oder 1995. Eine nochmalige Reduktion der Treibhausgas-Emissionen in CO₂-Äquivalenten bis 2020 gegenüber 1990 ist als Ergebnis des Nachfolgeabkommen für das Kyoto-Klimaprotokoll der UN-Konferenz 2009 in Kopenhagen zu erwarten.

In Europa wurde dieser Schritt politisch durch die Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden begangen.

Ein Instrument ist die auch im europäischen Bereich als fortschrittlich bewertete, für Deutschland entwickelte, Energieeinsparverordnung EnEV 2007, die die EnEV 2001 in folgenden Punkten erweitert:

- Energieausweise für den Gebäudebestand bei Verkauf und Vermietung
- Aushang von Energieausweisen in größeren öffentlichen Gebäuden
- Einführung von regelmäßigen Inspektionen bei Klimaanlagen
- Einbeziehung der Energieanteile von Klimaanlagen und künstlicher Beleuchtung

Eine spürbare Verschärfung des Anforderungsniveaus gegenüber der EnEV2001 ist bereits im Gespräch und wird mit der Einführung der EnEV 2009 mit 30% unter den Anforderungen EnEV 2007 erwartet.

Bei der Anwendung zeigt sich jedoch, dass die hochkomplexe Betrachtungsweise der hier anzuwendenden Bewertungsverfahren mit einem erheblichen Berechnungsaufwand verbunden ist und inzwischen sehr spezielle Kenntnisse auf dem Gebiet der Bauphysik und der Haustechnik erfordert.

Der Bezug auf das Gebäude und eine Optimierung der Gebäudehülle wird dabei vermehrt aus den Augen verloren.

Nach der EnEV 2007 ist bei neu zu errichtenden Gebäuden zunächst die Energiebilanz innerhalb des Gebäudes aufzustellen. Aus diesem Wärmebedarf für Heizung und Kühlung der Räume muss dann mit den ebenfalls zu ermittelnden Anlagenwirkungsgraden für Heizung, Kühlung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Beleuchtung der Endenergiebedarf am Anschluss der Energieversorgung ermittelt nach Bewertung der Energieerzeugung mit indirektem Bezug zur CO₂-Emission pro kWh als Jahres-Primärenergiebedarf des Gebäudes $Q_{p,vorh}$ ausge-

wiesen und mit dem maximal zulässigen Jahres-Primärenergiebedarf $Q_{p,max}$ verglichen werden.

Es fällt den Architekten und Ingenieuren als Anwendern schwer, aus der Fülle der Eingangsparameter direkt ein Verbesserungspotential für das Gebäude zu erkennen und energetisch und wirtschaftlich sinnvolle Änderungen abzuleiten.

Empfehlungen für China

Was wäre danach für China entscheidend? Hier gilt es, in einem ersten Schritt nicht nur einen extrem zunehmenden Heiz- und Kühlenergiebedarf, sondern auch extrem hohe Lastspitzen zu vermeiden, die zu Versorgungsengpässen führen können. Wesentliche Voraussetzung dafür ist eine anforderungsgerechte Planung der Gebäudehülle, insbesondere der Gebäudefassaden.

So soll ein Planungs- und Kontrollinstrument einschließlich Zertifizierungssystem entwickelt werden, dass es sowohl den Architekten, als auch den Genehmigungsbehörden bei normaler Sachkenntnis in einem wirtschaftlich vertretbarem Aufwand ermöglicht, das energetische Verhalten von Gebäuden zu erfassen und zu bewerten.

Hierbei ist es entscheidend, dass die Betrachtungen der Gebäude ausschließlich physikalischen Grundlagen unter Berücksichtigung der regionalen Klimaverhältnisse erfolgen. Die Berechnungen müssen so ausschließlich auf der Lösung der wärmetechnischen Bilanzgleichungen beruhen und die Bewertung muss ohne Beeinflussung durch politische und lobbybeeinflusste Kenngrößen, die oftmals bei z.B. Betrachtungen der Primärenergien mit eingeführt werden, durchgeführt werden.

Dies beinhaltet natürlich auch wirtschaftliche Betrachtungen, bei denen die investiven Kosten für den Einbau zusätzlicher Dämmmaßnahmen in das Verhältnis zu Verbrauchs- und Unterhaltskosten gesetzt werden können.

Bewährte Möglichkeiten, die Qualität und Dauerhaftigkeit von Bauwerken einschließlich der Gebäudetechnik zu überprüfen, zu sichern und ggf. zu verbessern, sind Qualitäts-/Kontrollsysteme, die stufenweise folgende Bereiche umfassen sollten:

- Step 1. ausschließlich Gebäudehülle
- Step 2. ausschließlich HVAC-Anlagen
- Step 3. Bewertung der Planungsqualität
- Step 4. Bewertung der Ausführungsqualität

Für die Bewertung und Optimierung der Gebäudehülle (Step 1) soll nachfolgend ein mögliches Bewertungssystem vorgeschlagen werden, mit dem die energetische Qualität mit Bezug auf Heizung und Kühlung vergleichsweise einfach und dabei dennoch relativ genau abzubilden ist.

2 Low Energy Certificate – Ecobuild China (LEC) - Vorschlag eines Energiezertifikates für Gebäude in der VR China

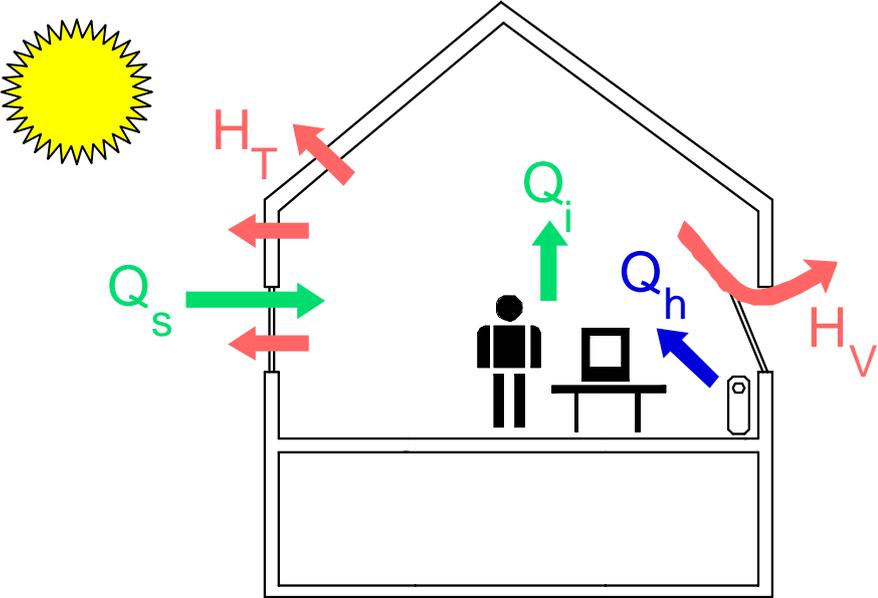
Basis der Bewertung für die Heizperiode ist ein Vergleich mit Referenzgebäuden, die in Bauweise dem Baustandard China der 80er Jahre entsprechen. Für die Kühlperiode erfolgt eine Bewertung durch Vergleich mit einer optimalen Fassade, für die das Kriterium „kühlenergieneutral“ definiert wurde.

Die Bewertungsergebnisse zum Wärme- und Kühlenergiebedarf werden danach unter Berücksichtigung bestimmter Wertungskriterien zusammengefasst und ausgewiesen, die Zertifizierung des Gebäudes erfolgt dabei vereinfachend nach einem Sternesystem.

Hierbei verdeutlicht eine zunehmende Anzahl der Sterne, vergleichbar mit den Bewertungskriterien im Beherbergungsgewerbe, die energetische Qualität des Gebäudes sofort fassbar.

Certification - Standard of Buildings	
1 *	Standard very poor upgrades obligatory for Energy consumption in Winter and/or Summer
2 **	Standard poor upgrades necessary for Energy consumption in Winter and/or Summer
3 ***	Standard good upgrades preferable for Energy consumption in Winter and/or Summer
4 ****	Standard very good Standard according Building standard in Europe 2007
5 *****	Standard excellent Standard according <i>Low Energy Buildings</i> in Europe 2009

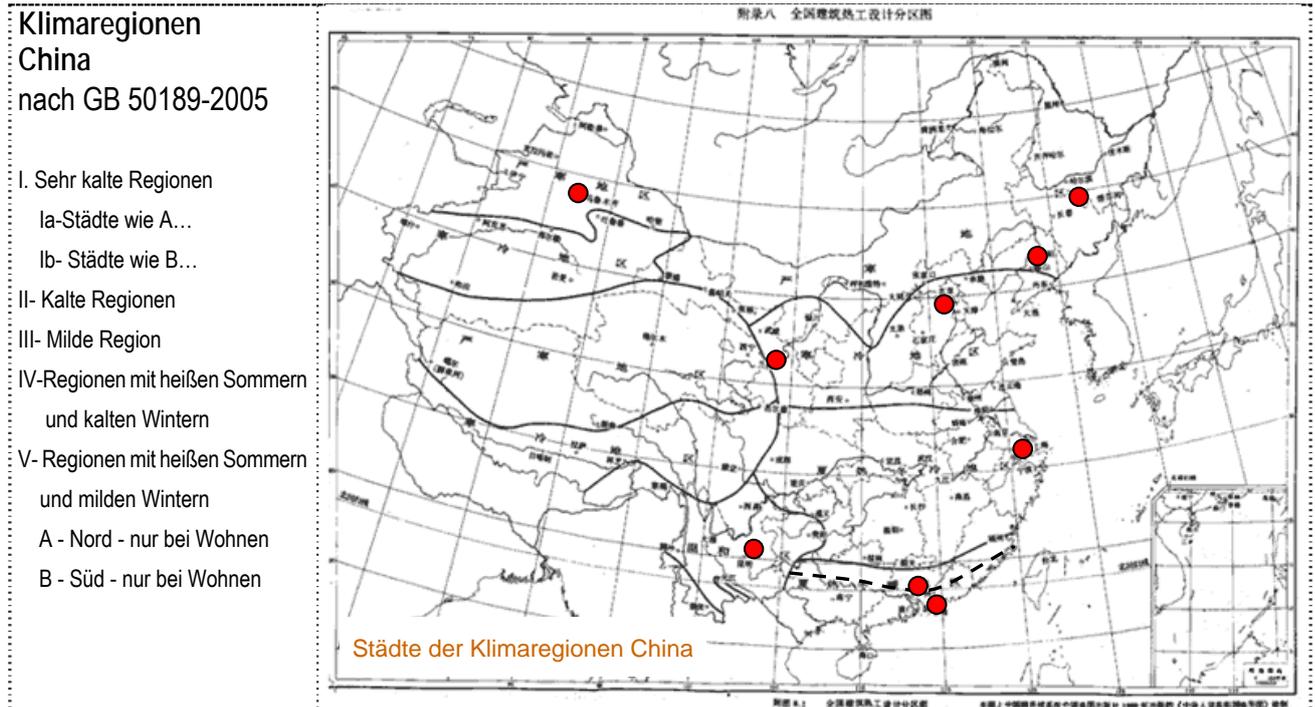
3 Charakter des Zertifizierungsverfahrens

Gegenstand	<p>Nachweis der Energieeffizienz von Gebäuden</p> 
Berechnungsgrößen	<p>Nutzenergiebedarf Q_p</p> <p>Energiebedarf eines Gebäudes, der zur Aufrechterhaltung der festgelegten thermischen Raumkonditionen (Heizen, Heizen bzw. Kühlen, Kühlen) benötigt wird. Der Nutzenergiebedarf ist eine rein bauliche und nutzungsbedingte Kenngröße des Gebäudes ohne Berücksichtigung der Anlagentechnik.</p>
Bewertungskriterium	<p>q_h - Normierter Heizwärmebedarf des Gebäudes q_{fc} - Normierter Kühlwärmebedarf des Gebäudes</p>
Randbedingungen	<p>Basis ist die Verordnung – Konstruktionsstandard für Energieeffizienz in öffentlichen Gebäuden – China, GB 50189-2005 mit normierten Annahmen mit ausreichenden Sicherheiten auf der Grundlage der DIN 4108- Teil 2+6 sowie DIN V 18599-2: 2007-02 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> - Außenklima (Referenzklima der Klimaregionen China) - Lage (Azimut / Flächennormale) - Nutzung - Bauweise - Wärmebilanzmodell mit sinnvollen Vereinfachungen

Bei der Betrachtung ist die Energiebilanz des Gebäudes aufzustellen. Hierbei wird berücksichtigt, ob die Gebäude nur beheizt, beheizt und gekühlt oder nur gekühlt werden.

Im Einzelnen werden folgende Randbedingungen berücksichtigt:

Gebäudetyp	Wohngebäude; Büro und Geschäftshäuser; Sonstige Gebäude
Gebäudealter	Neubauten; Bauten des Bestandes
Größe des Gebäudes	V_e – Volumen des Gebäudes – Außenabmessungen
Bauart	<p>Leichte Bauweise: Gebäude mit abgehängten Decken, leichten Trennwänden, Hohlraumböden. Hierunter fallen Räume bei denen min. 4 der 6 Innenwandoberflächen (Wände/Decke/Fußboden) durch Bekleidungen von den massiven Bauteilen abgekoppelt sind.</p> <p>Schwere Bauweise: Gebäude mit massiven Betondecken, schweren Trennwänden, Estrichfußböden ohne Bekleidungen. Hierunter fallen Räume die im Wesentlichen ohne Bekleidungen der schweren Innenbauteile ausgeführt werden. Die Konstruktiven Bauteile wie z.B. massiven Betondecken, schweren Trennwänden, Estrichfußböden müssen Kontaktflächen zur Raumluft haben.</p>
Luftwechsel	Wohnungsbau: Tag- und Nachtlüftung Büro und Geschäftshäuser, sonstige Gebäude: Taglüftung mit und ohne Nachtlüftung
Baustoffe	<p>Die Auswahl der Baustoffe erfolgt nach Norm hinsichtlich ihrer Rohdichte und Wärmeleitfähigkeit unter besonderer Berücksichtigung</p> <ul style="list-style-type: none"> - ihrer Absorption - ihrer thermodynamischen Speicherfähigkeit - ihres Absorptions-, Reflexions- und Durchlässigkeitsverhaltens für Strahlung (transparente Bauteile der Gebäudehülle)
Energiesysteme	Heizen; Heizen und Kühlen; Kühlen



4 Wärmetechnische Berechnungen des zu betrachtenden Gebäudes

(Grundlagen und Erläuterungen zur Berechnung siehe Anlage Kapitel 6.3.)

4.1 Jahres - Heizwärmebedarf

Bei der Berechnung des Heizwärmebedarfes wird die Bilanz aus Wärmeverlusten und Wärmegewinnen für die Heizperiode (HP) aufgestellt.

Hierbei werden folgende Energien bilanziert:

Wärmeverluste:

- Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle
- Lüftungswärmeverluste

Wärmegewinne:

- solare Wärmegewinne
- interne Wärmegewinne

4.1.1 Das Zertifizierungsverfahren Low Energy Certificate - Heatingperiod

Die Bewertung des zu betrachtenden Gebäudes erfolgt auf der Grundlage eines definierten Referenzgebäudes. Das Referenzgebäude entspricht in Hinblick auf die Geometrie, Klimaregion, Ausrichtung, auf Azimut und Flächennormale sowie der Nutzung dem zu bewertenden Gebäude und in Hinblick auf die Baukonstruktion/Bauteile dem chinesischen Baustandard der 80er Jahre, also Gebäuden, die vor Einführung der Wärmeschutzverordnung in China errichtet wurden.

Für die Bewertung / Zertifizierung wird aus der Differenz des Jahres-Heizwärmebedarfs zum Referenzgebäude die Heizenergieeinsparung für das zu betrachtenden Gebäude berechnet.

4.2 Jahres - Kühlenergiebedarf

4.2.1 Das Sommerliche Temperaturverhalten in Gebäuden

Mit Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz soll erreicht werden, dass nicht klimatisierte Aufenthaltsräume im Sommer möglichst ohne Anlagentechnik zur Kühlung auskommen und/oder der Kühlenergiebedarf von nutzungsbedingt klimatisierten Räumen so gering wie möglich gehalten werden kann. Insbesondere soll bei nicht klimatisierten Räumen gewährleistet werden, dass der Grenzwert für physiologisch zuträgliche Innentemperaturen nicht signifikant überschritten wird.

Das in der Deutschen Norm DIN 4108-2 für den Sommerfall zugrunde liegende Behaglichkeitsniveau erwies sich dabei als sinnvoller Ansatz und spiegelt den Bereich des gerade noch tolerierbaren Klimas in der Sommerperiode sehr gut wieder.

Der sommerliche Wärmeschutz stellt konstruktive Anforderungen insbesondere an Art und Größe der Außenverglasungen und die Abschirmqualitäten von bauseitigen Sonnenschutzvorrichtungen. Als bauliche Kenngröße zur Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes eines Raumes wird der so genannte Sonneneintragskennwert S' verwendet.

Sonneneintrag in Räume	$S' = A_G \cdot g \cdot F_C$ wobei $S' \dots$ = solarer Sonneneintragswert $A_G \dots$ = Fläche der Verglasung $g \dots$ = Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung $F_C \dots$ = Abminderungsfaktor des Sonnenschutzes
---------------------------	---

4.2.2 Das Zertifizierungsverfahren Low Energy Certificate - Coolingperiod

Die Bewertung / Zertifizierung des sommerlichen Verhaltens von Gebäuden erfolgt durch ein einfaches Verfahren, das aus den Anforderungen der Deutschen Norm DIN 4108-2 abgeleitet und speziell für China entwickelt wurde.

Dabei wird für Fassaden das Kriterium „kühlenergieneutral“ definiert und eine Fassadenkonstruktion beschreibt, die im Zusammenspiel von Fenstergröße, Verglasungseigenschaften sowie Sonnen- und Blend-schutzeinrichtungen eine Überschreitung bestimmter Maximaltemperaturen zeitlich auf wenige Stunden im Jahr begrenzt. Erhöhte interne Lasten bzw. die Möglichkeit einer erhöhten Lüftung zur Senkung der Raumlufttemperatur bleiben dabei unberücksichtigt.

Bei der Bestimmung von Grenzwerten wurde zudem berücksichtigt, dass dieses Kriterium nicht zu einer unzureichenden Tageslichtversorgung aufgrund zu geringer Verglasungsflächen bzw. Lichttransmissionsgrade spezieller Sonnenschutzverglasungen führen darf.

Eine kühlenergie neutrale Fassade stellt also sicher, dass die dahinter liegenden Räume im ungenutzten Zustand nicht überhitzen und damit unabhängig von der Nutzung gekühlt werden müssen.

Als Kriterium werden hierbei die Überschreitungsgradstunden für den Grenzwert der Innentemperatur und die jeweilige Klimaregion bei Bezug auf die jeweilige Kühlperiode angenommen (Grundlagen siehe DIN 4108 T2).

Hierbei ist zu beachten, dass in Regionen mit niedrigen Außentemperaturen, z.B. Region um Harbin, bedingt durch die tiefen Nachttemperaturen eine Auskühlung und somit eine geringere mittlere Tagestemperatur einfacher erreicht werden kann, als in einer ausgeglichenen Klimaregion, z.B. Region um Guangzhou, bei der die Tag- und die Nachttemperaturen annähernd gleich sind.

Durch Modellrechnungen für einen Referenzraum werden die nachfolgenden Kennwerte und Kenngrößen mittels einer dynamischen Klimasimulationsberechnung mit einem vom Solar Energy Laboratory der University of Wisconsin-Madison erstellten Rechenprogramm zur Ermittlung von Heiz- und Kühlleistungen sowie Lufttemperaturen – TRNSYS – ermittelt.

Das Rechenprogramm ist ein modulares Simulationsprogramm, das dynamische Effekte berücksichtigt, die nach aktuellen Angaben zugrunde gelegt werden können. Besondere Beachtung finden hierbei die sich auf natürliche Weise einstellenden Raumlufthtemperaturen, d. h. unter den äußeren und inneren thermischen Einflüssen ohne Heizung oder Kühlung. Sie sind vor allem ein Beurteilungsmaßstab für die wärmetechnische Ausbildung von Gebäuden in Hinblick auf ein energiesparendes und klimagerechtes Bauen.

4.2.2.1 Vorgehensweise

Am Simulationsmodell wird für verschiedene Sonneneintragswerte S' bei leichter und schwerer Bauart der Kühlwärmebedarf jeweils für die 4 Haupthimmelsrichtungen der einzelnen Klimaregionen Chinas ermittelt, bei dem die Grenzkriterien im Raum ohne Kühlung gerade erfüllt sind.

Das Ergebnis der Berechnungen ist der optimale Sonneneintragswert S'_{opt} , als Kennwert der „kühlenergie-neutralen“ Fassade.

Der Wert S'_{opt} bildet die Grundlage für die Zertifizierung. Mit ihm kann eine optimierende Planung durchgeführt werden. Aus der Differenz des für das Gebäude vorhandenen S'_{vorh} Wertes und dem für die einzelnen Fassaden optimalen S'_{opt} Wertes kann weiterhin der flächenspezifische Kühlwärmebedarf bzw. die flächenspezifische Kühllast ermittelt werden, die zum Abführen solarer Wärmelastanteile erforderlich wird.

4.2.2.2 Energetische Bewertung bzw. Zuordnung von Fassaden im Bezug auf den Gesamtenergiebedarf für Kühlung

Die energetische Qualität einer Fassade wird durch folgende Kenngrößen bewertet:

- fassadenflächenspezifischer Kühlwärmebedarf (q_{FC} in kWh/a m²Fassade)
- max. fassadenflächenspezifischer Kühllast / Anschlusswert der Anlagen (\dot{q}_{FC} in kWh/m²Fassade)

Kühlwärmebedarf und Kühllast werden danach für verschiedene Sonneneintragswerte durch Variantenrechnung am Simulationsmodell ermittelt.

Aus diesen ermittelten Werten kann für die unterschiedlichen Klimaregionen Chinas jeweils ein für die Fassadenorientierung eine Funktion abgeleitet werden, die q_{FC} und \dot{q}_{FC} in Abhängigkeit von der Abweichung $S'_{vorh} - S'_{opt}$ beschreibt und annähernd linear ist. Der Anstieg dieser Funktion wird nachfolgend als Faktor L bezeichnet. Bei negativem Faktor L vermindert das thermische Speicherverhalten des Gebäudes dementsprechend den Kühlenergiebedarf in Räumen mit hohen internen Lasten.

5 Bewertung der Gebäude nach dem Zertifikat – Low Energy Certificate

Die Bewertung erfolgt für

- Wärmeschutzstandard im Winter
- Sommerlicher Wärmeschutz

Standard of Buildings – Winter			
1 *	= Energieverbrauch Heizen	MAX	≥ 100 - 69%
Building Standard Chinese of the 80's			
2 **	= Energieverbrauch Heizen		70 - 49 %
3 ***	= Energieverbrauch Heizen		50 - 31 %
4 ****	= Energieverbrauch Heizen		30 - 21 %
Building Standard Europe 2007			
5 *****	= Energieverbrauch Heizen	MIN	≤ 20 %
Low EnergyBuilding Standard Europe 2009			

Standard of Buildings – Summer			
1 *	= Energieverbrauch Kühlen	MAX	≥ 170 %
2 **	= Energieverbrauch Kühlen		150 - 169 %
3 ***	= Energieverbrauch Kühlen		130 - 149 %
4 ****	= Energieverbrauch Kühlen		115 - 129 %
5 *****	= Energieverbrauch Kühlen	MIN	≤ 100 - 114 %
Standard Europe 2007/2009			

Als Ergebnis / als Zertifikat werden beide Standards zusammengefasst.

Hierbei wird auch die Dauer der Heiz- bzw. Kühlperiode berücksichtigt, um zu vermeiden, dass ein Gebäude mit einem z.B. schlechten Standard der Kühlperiode negativ bewertet wird, obgleich evtl. die Kühlperiode im Verhältnis der Heizperiode nur sehr gering ist.

Bewertung - Standard of Buildings	
Heizperiode	Q_G in $\frac{kWh}{a}$
Kühlperiode	Q_{FC} in $\frac{kWh}{a}$

Bei der Ermittlung des Jahres-Standards für das Gebäude ist das niedrigste Bewertungsergebnis / Anzahl der Sterne aus der Heizperiode oder Kühlperiode entscheidend!

Certification - Standard of Buildings		
Certification - Result	Standard of Buildings - Winter	Standard of Buildings - Summer
Beispiel		
3 ***	3 ***	4 *****
4 *****	5 *****	4 *****
USW.		

Die Auswertung erfolgt in einem interaktiven Programm.

Ergänzend wird ein Zertifizierungsmodul in die in China verbindlich vorgeschriebene Verordnung „Konstruktionsstandard für Energieeffizienz in öffentlichen Gebäuden – China, GB 50189-2005“ eingebettet.

Low Energy China

Certification Result

★ ★ ★ ★ ★

Standard of Buildings - Winter: ★ ★ ★ ★ ★
 Standard of Buildings - Summer: ★ ★ ★ ★ ★

Winterperiod Results			
		Entwurf	Vergleichsobjekt
Jahresheizwärmebedarf	Q_h		
volumenbezogen	q_{hV}		kWh/am^3
flächenbezogen	q_{hA}		kWh/am^2

Summerperiod Results			
		Entwurf	Vergleichsobjekt
Jahreskühlwärmebedarf	Q_{FC}		
volumenbezogen	q_{FCV}		kWh/am^3
flächenbezogen	q_{FCA}		kWh/am^2

Objektbeschreibung

Gebäude: _____ Straße: _____
 Ort: _____
 Nutzungsart: _____ Haustechnische Installation: _____
 Bauart: _____
 Wärmeübertragenden Umfassungsfläche A: _____ m^2
 Beheiztes Gebäudevolumen V_h : _____ m^3
 Gebäudenutzfläche A_{Nt} : _____ m^2

Zertifikat Low *energy* for Example - China.

Eine Demoversion des Zertifizierungsprogramms kann unter www.bbs-institut.de herunter geladen werden.

6 Anlagen

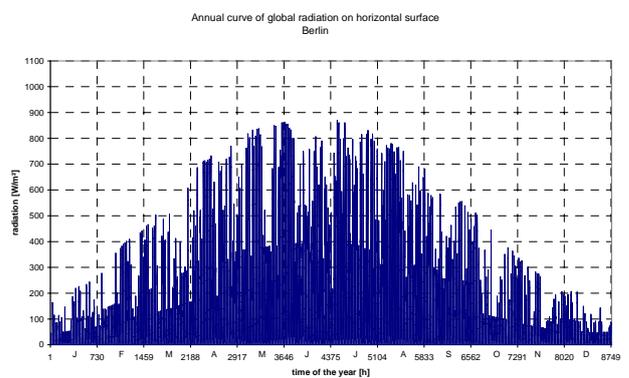
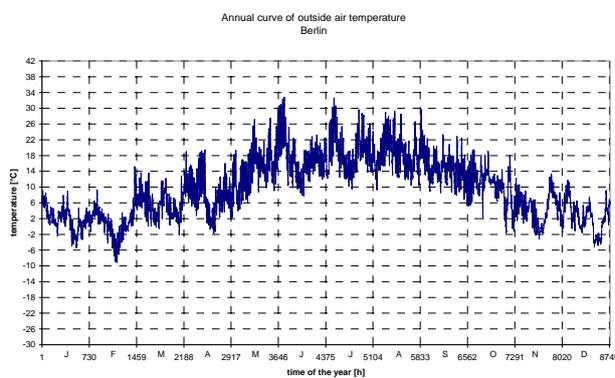
6.1 Beispiel der Betrachtungsgrundlagen zum Sommerlichen Wärmeschutz

6.1.1 Sommerliches Temperaturverhalten in Gebäuden am Beispiel Berlin

Im Beispiel wird das Sommerliche Temperaturverhalten des Standardraumes unter Einhaltung der Grenzgrößen zum Sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108 T2 dargestellt.

Randbedingungen der Berechnung:

Klima Berlin



Standardraum nach Kap. 4.5

Westfassade 10 m²

Leichte Bauweise

Grenzwert der Innentemperatur ≤ 27.0°C

Bei Fassadenbezogenem Kühlwärmebedarf des Gebäudes = 0 kWh/a !

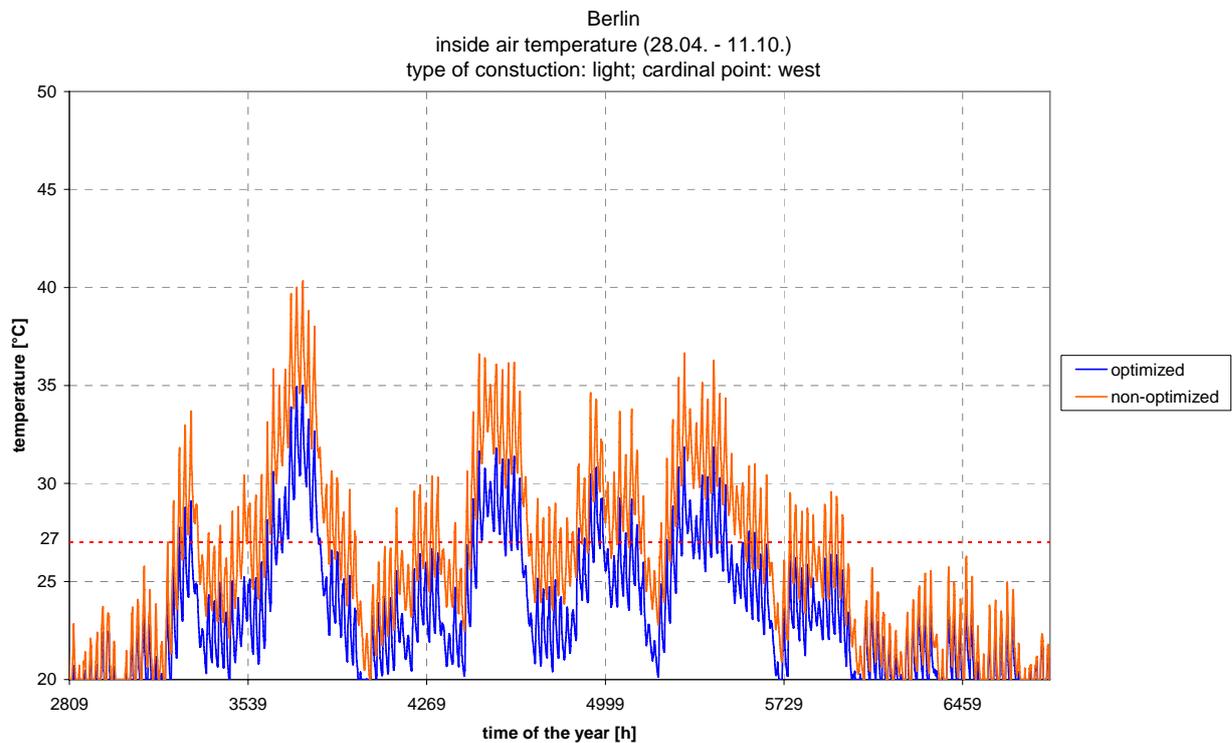
	g	Fc	Fassadenfläche verglast
nicht optimiertes Gebäude	0,6	0,9	40 %
optimiertes Gebäude min. Anforderungen nach DIN 4108 T2	0,6	0,45	40 %

Ergebnis aus Nachweis DIN 4108 T2: Solarer Eintragskennwert S'opt

S'opt	Nord	Sued	Ost	West
leichte Bauweise	2,1	1,1	1,1	1,1
schwere Bauweise	3,1	1,8	1,8	1,8

Beispiel

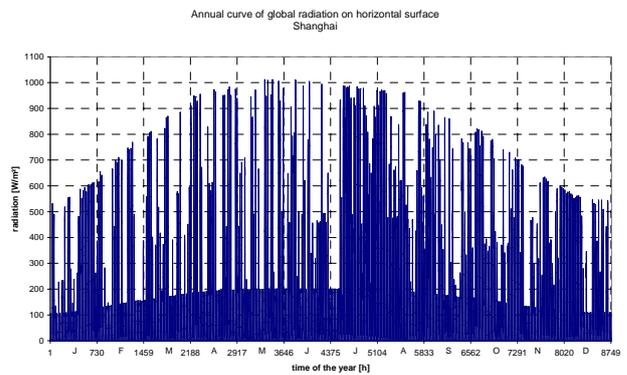
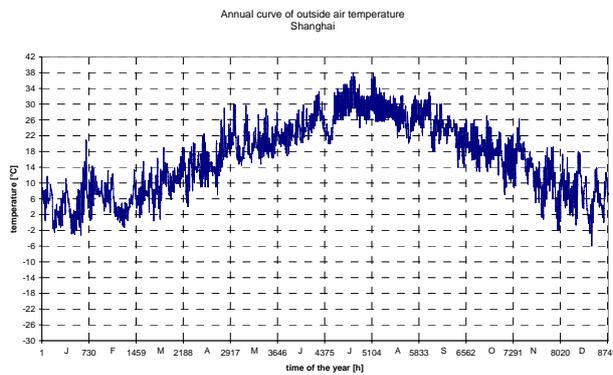
$S' = A_G \cdot g \cdot F_c$	S'	g	Fc	Fassadenfläche verglast
Beispiel 1 – leichte Bauweise	1,1	0,60	0,45	40 %
Beispiel 2 – leichte Bauweise	1,1	0,25	0,45	100 %
Beispiel 1 – schwere Bauweise	1,8	0,60	0,45	67 %
Beispiel 2 – schwere Bauweise	1,8	0,40	0,45	100 %



6.1.2 Sommerliches Temperaturverhalten in Gebäuden am Beispiel Shanghai

Um die Abhängigkeiten zum sommerlichen Temperaturverhalten darzustellen wird unter den nachfolgenden Randbedingungen das sommerliche Verhalten in Shanghai untersucht

Randbedingungen der Berechnung:
Klima Shanghai



Kühlperiode 28.04. bis 11.10. (167 d)

Standardraum nach Kap. 4.5

Westfassade 10 m²

Leichte Bauweise

Grenzwert der Innentemperatur $\leq 33.0^{\circ}\text{C}$

Bei fassadenbezogenem Kühlwärmebedarf des Gebäudes = 0 kWh/a !

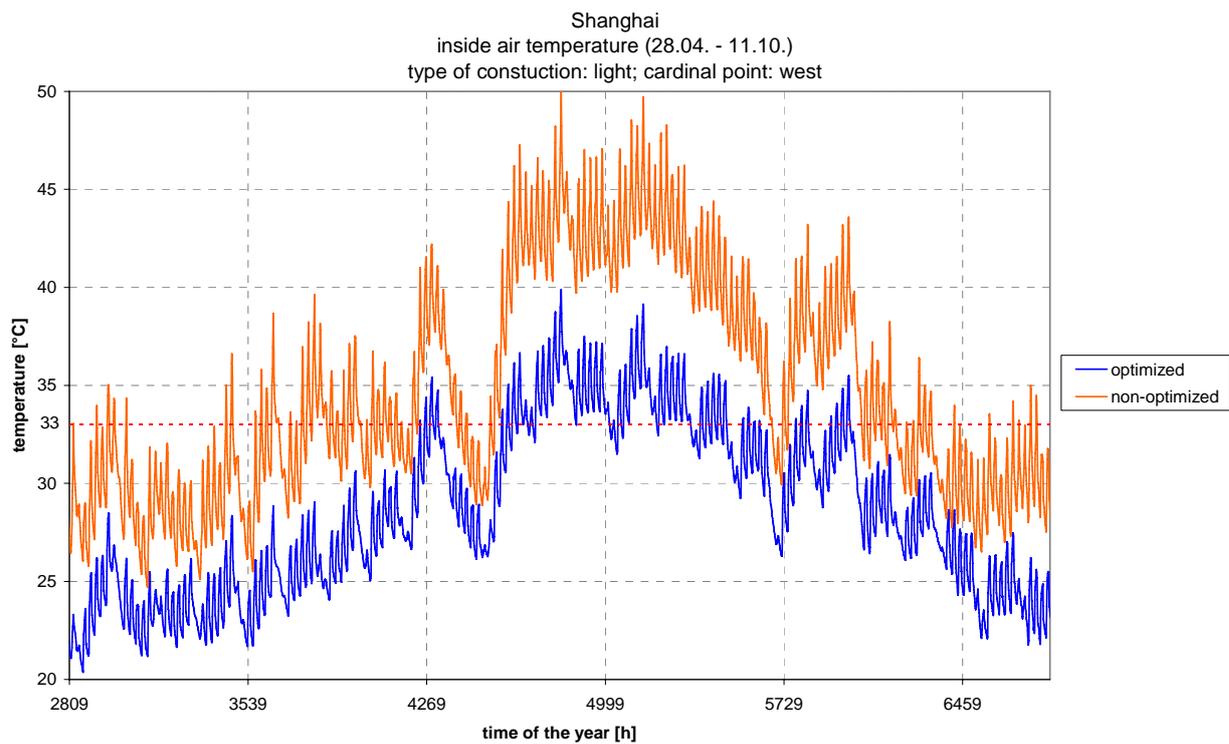
	g	Fc	Fassadenfläche verglast
nicht optimiertes Gebäude	0,85	0,8	40 %
optimiertes Gebäude min. Anforderungen nach LEC	0,40	0,25	40 %

Ergebnis aus Simulationsberechnung: Solarer Eintragskennwert S'opt

S'opt	Nord	Sued	Ost	West
leichte Bauweise	0,7	0,6	0,4	0,4
schwere Bauweise	1,7	1,5	1,1	1,0

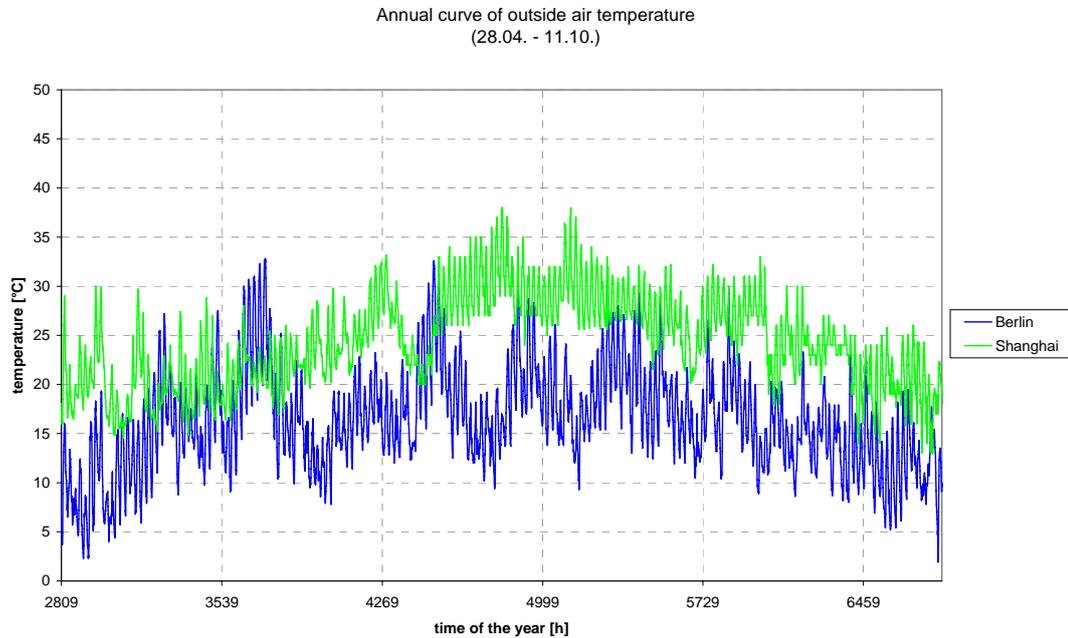
Beispiel

$S' = A_G \cdot g \cdot F_c$	S'	g	Fc	Fassadenfläche verglast
Beispiel 1 – leichte Bauweise	0,4	0,40	0,25	40 %
Beispiel 2 – leichte Bauweise	0,4	0,25	0,25	64 %
Beispiel 1 – schwere Bauweise	1,0	0,40	0,25	100 %
Beispiel 2 – schwere Bauweise	1,0	0,25	0,40	100 %



6.1.3 Sommerliches Temperaturverhalten in Gebäuden am Vergleich Berlin / Shanghai

Randbedingungen der Berechnung:
Klima Shanghai bzw. Berlin



Standardraum nach Kap. 4.5

Westfassade 10 m²

Massive Bauweise

Grenzwert der Innentemperatur $\leq 27^{\circ}\text{C}$ bzw. 33.0°C

Bei fassadenbezogenem Kühlwärmebedarf des Gebäudes = 0 kWh/a !

optimierte Gebäude - Anforderungen nach LEC

