

low carbon cities

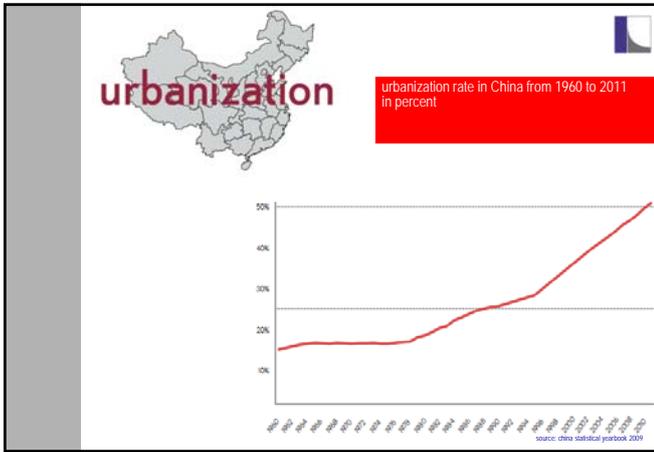
Mit neuen Strategien in die Zukunft
Möglichkeiten der Berechnung des Gebäudeenergieverbrauchs von MORGEN?

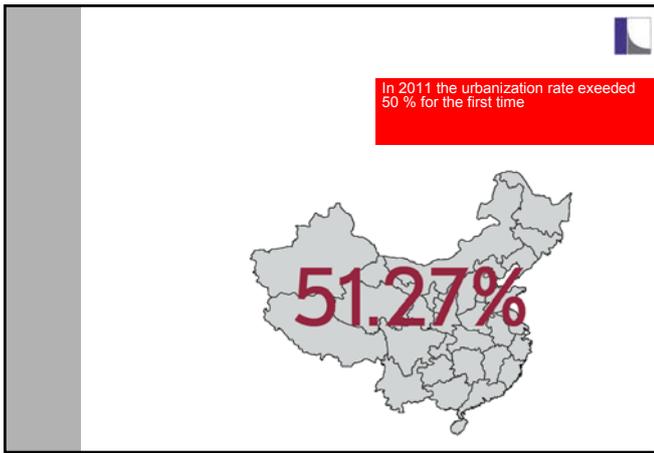


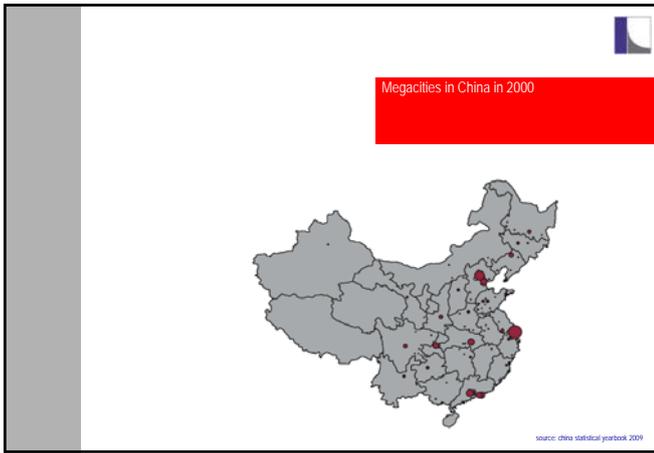
Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Leimer
Professor in Building Physics
University of Applied Sciences and Arts - HAWK Hildesheim/Germany
Hefei University - Anhui/China

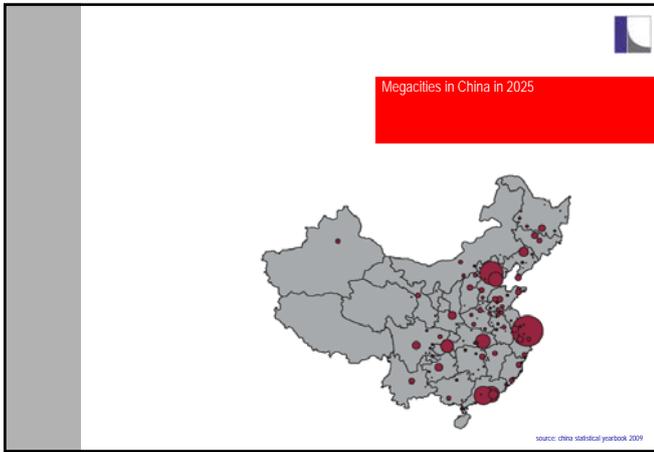
Our Life!
In Cities!
..... Small or Big?
..... Germany of China?





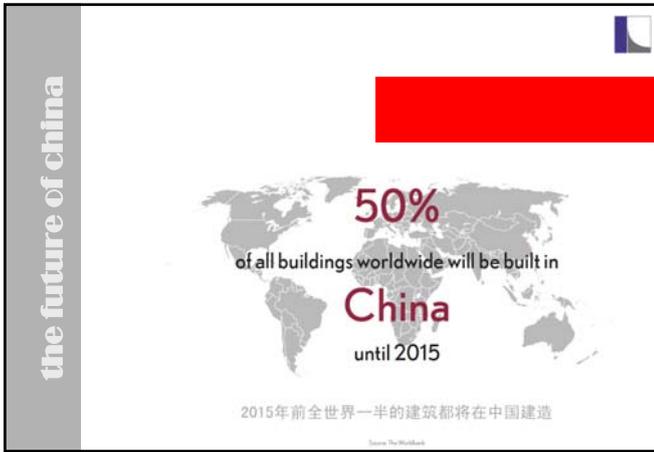


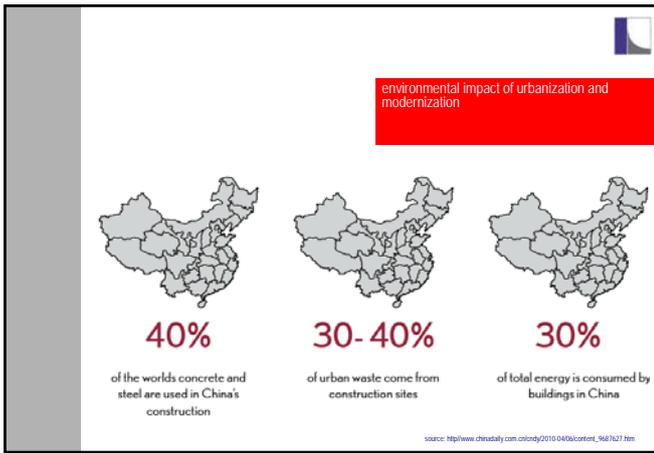


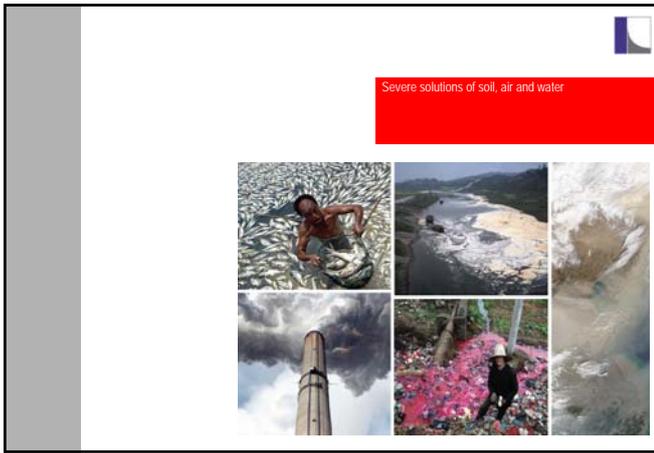


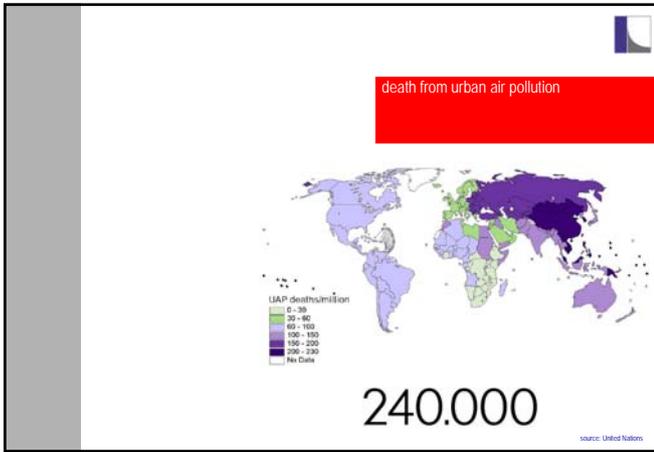


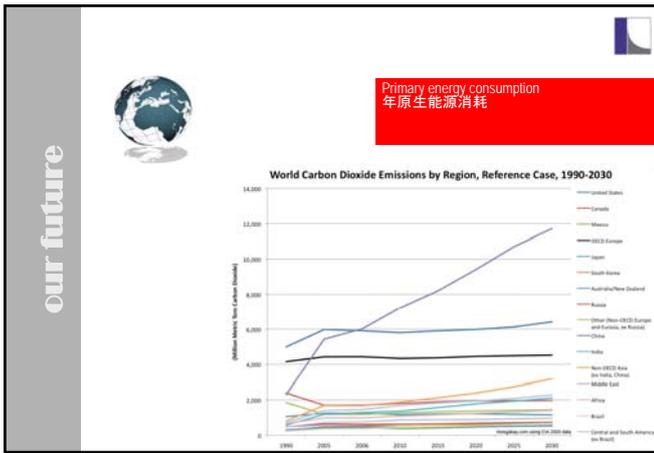


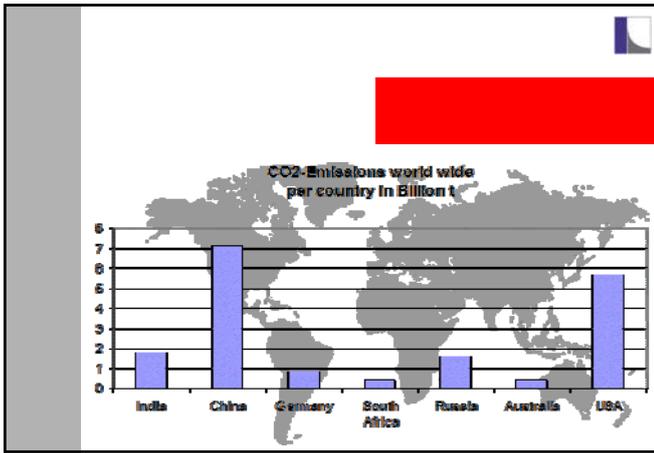


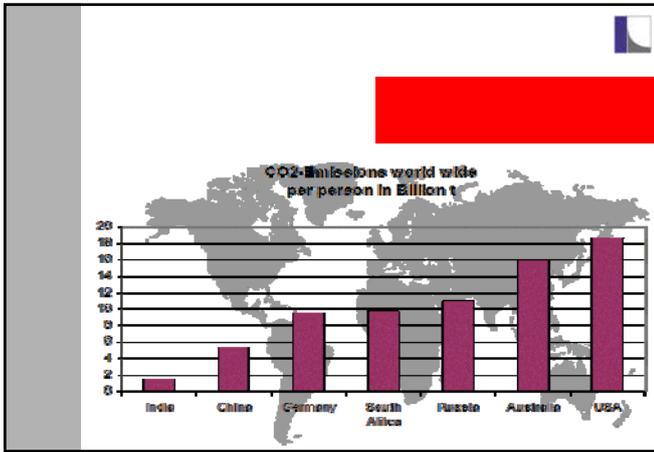


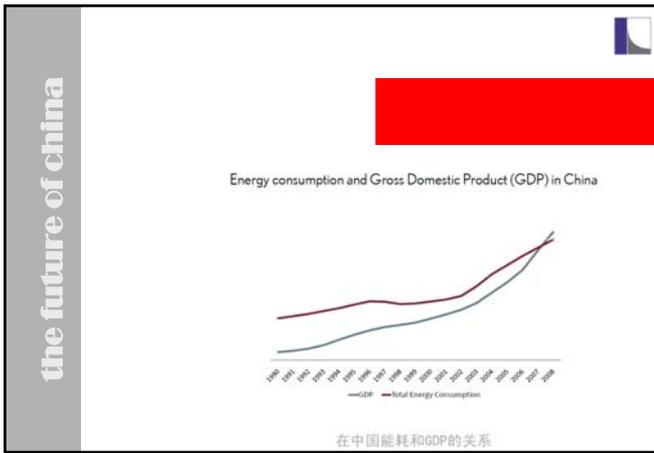


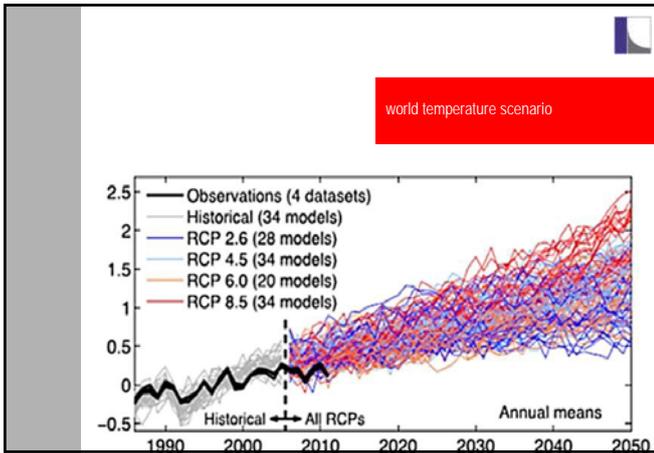


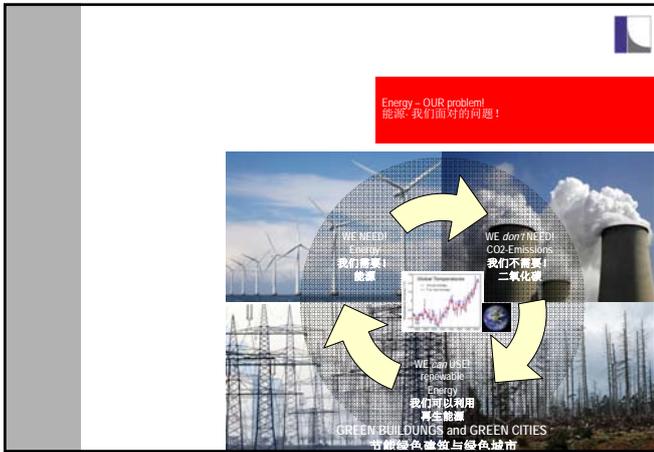












„energy-saving“ = Reduction of Greenhouse gas/CO₂-Equivalent
“节能”=降低CO₂等价物的温室气体排放

Agreement by the United Nations dealing with the change of the world's climate, 1992
 Agreement of Kyoto, 1998
 Reduction of Greenhouse gas / CO₂-equivalent 2008 - 2012 (China 2020)

Countries – Industries („Annex-B-Countries“)

EU-15	5 %	工业国 (附录B中的国家)	降低	5 %
Germany	8 %	欧盟15国	降低	8 %
China 12th Five Year Plan (2011-2015) acc. GBP	21 %	德国 (欧盟负担平衡)	降低	21 %
	40-45%	中国12五计划 (2011-2015)	降低	40-45%

1992年联合国关于气候变化的框架协定
 1998年的京都议定书
 2008-2025年降低CO₂等价物的温室气体排放

Realisation
 Energy Performance of Building – by EU Parliament
 Sciences and research financed by BMU and MOHURD
 2010/11 Carbon market in the new building sector in China –
 Programmatic-CDM, sectoral approaches, development of a
 national trade platform

our future

Primary energy consumption
年原生能源消耗

World Carbon Dioxide Emissions by Region, Reference Case, 1990-2030

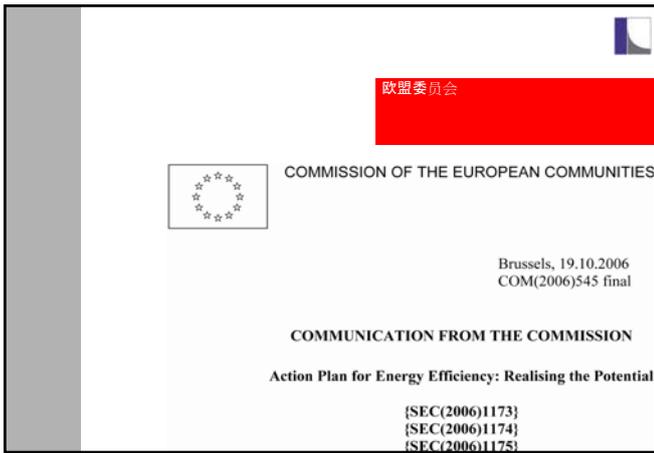
energy?

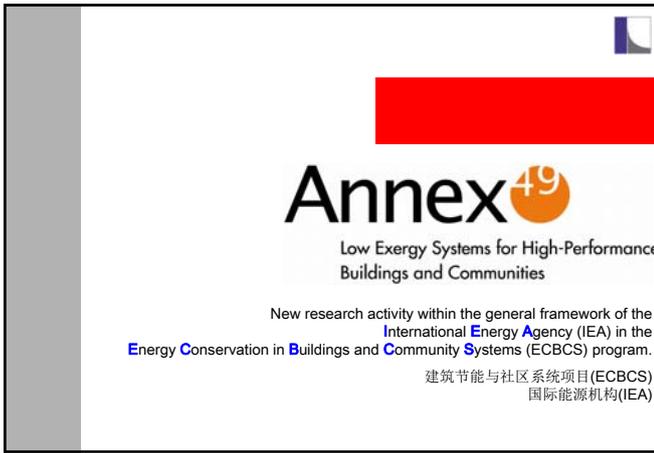
Building Energy Consumption

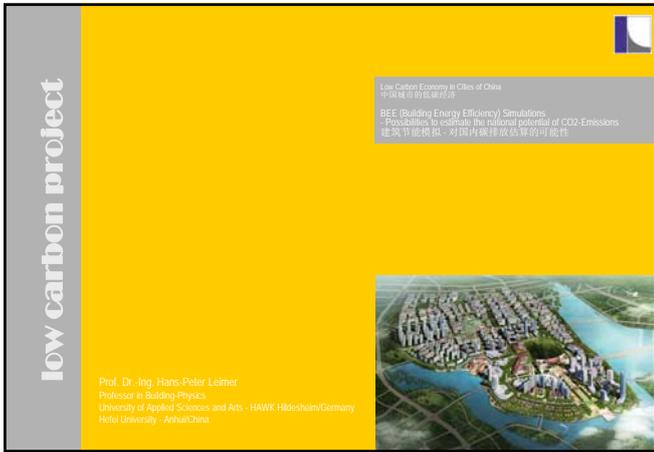
Building Energy Consumption

1970s 2006 2020

建筑能耗







Selection of building types
建筑物类型选择

Single family houses 别墅
Multi-storage houses 多层公寓
Office buildings 办公楼
Shopping centres 购物中心
hotels 旅馆
Congress / Fair 会议楼/游乐场
Schools 学校
Other buildings for example: Restaurants Theatre Cinema Library Sports facility
其他类型建筑如: 饭店, 剧院, 影院, 图书馆, 运动场所

Selection of building types
建筑物类型选择

	Building Type a 建筑类型a	Building Type b 建筑类型b	Building Type c 建筑类型c	Building Type d 建筑类型d	Building Type e 建筑类型e	Building Type f 建筑类型f	Building Type g 建筑类型g	Building Type h 建筑类型h
	Single family houses 别墅	Multi-storage houses 多层公寓	Office buildings 办公楼	Shopping centres 购物中心	Hotels 旅馆	Congress / Fair 会议楼/游乐场	Schools 学校	Other buildings for example: Restaurants Theatre / Cinema Library Sports facility 其他类型建筑如: 饭店, 剧院 影院, 图书馆 + 运动场所
Type	a1-a2	b1-b7	c1-c8	d1-d4	e1-e8	f1-f4	g1-g4	
Number of floors 楼层数	2, 3	10, 20, 30	10, 20, 40, 80	5, 10	10, 20, 40, 80	5, 10, 20	3, 4, 5	
Floor area - total 楼层总面积	450	3000 - 36000	25000 - 450000	28000 - 100000	56000 - 800000	25000 - 450000	3000 - 36000	
FAR - ratio 面积与体积比	>0.33	0.23 - 0.16	0.08 - 0.05	0.05 - 0.04	0.05 - 0.04	0.08 - 0.05	0.08 - 0.02	

Simulated End-user Energy Demand 最终用户能源需求模拟
Simulated CO₂ - Emissions 二氧化碳排放量模拟

No.	Building type	Simulated energy demand (mean value) for cooling, heating, dehumidification current: Energy Standard China	
		kWh/m ² a	kg CO ₂ /m ² a Xiamen
a.	Single family houses	43.10	37.03
b.	Multi-storage houses/multiple families	54.28	46.64
c.	Office buildings	101.29	87.03
d.	Shopping centres	114.02	97.97
e.	Hotels	164.93	141.71
f.	Congress/Fair buildings	112.60	96.74
g.	Schools	76.37	65.61

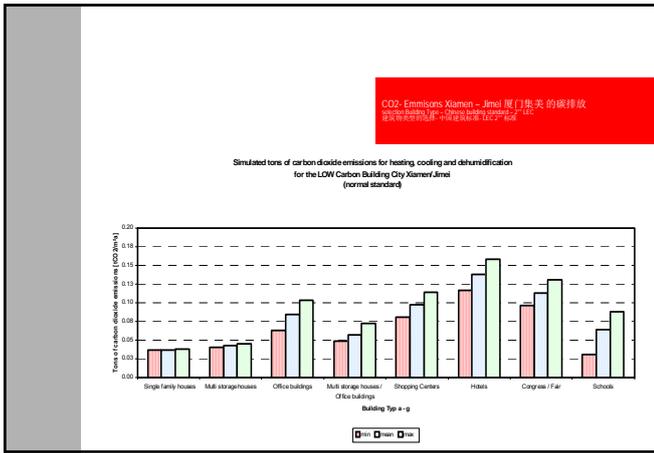
Xiamen - Pilot Project 厦门-试点项目

$$red_CO2 = (n_Build * A_Build * (PED_Baseline\ Build - PED_Build\ Type)) * f_CO2$$

Steps to do
Calculation of LOW-Carbon potential each section/area

计算步骤
计算每块用地的碳减排潜能

red_CO2	Reduction of CO2 – emissions of each section/area	red_CO2:	每一地块碳减排量
n_Build	Number of building types	n_Build:	建筑物类型的楼栋数量
A_Build	Size of the building	A_Build:	建筑物的尺寸
PED_Baseline Build	Primary Energy demand of the referent building type 2**	PED_Baseline Build:	参考建筑物2**的初级能源消耗
PED_Build Type	Primary Energy demand for the building type > 3***	PED_Build Type:	建筑物类型的初级能源消耗 (优于“节能标准高于3**“)
f_CO2	Factor to transform kWh/m² to kg CO2	f_CO2:	能源转CO2的转换系数 kWh/m² 到kg)



Increase the energy demand / CO2 emissions
 能源需求以及碳排放的增加

Increase Standard of the Building envelope acc. LEC

LEC-Standard	Explanation
★	The building does not correlate with any permitted standard
★★	corresponds to the minimum requirements according to GB 50189
★★★	corresponds to the increased requirements according to GB/T 50378 500050378
★★★★	comparable to the European building standard EN15601
★★★★★	comparable to an increased European building standard EN15603

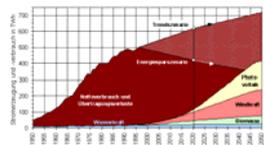
Increase Standard of the Quality of the technical Systems/HVAC	
NORMAL Standard (≤ 2**)	Actual Standard in use to fill the Chinese Requirements 普通标准 (≤ 2**) 中国现行标准
HIGH Standard (≥ 3***)	Standard above; optimised HVAC Systems incl. Systems for renewable energy 提高的标准, 包含了再生能源系统的优化后的室内设备

Energiebedarf und CO₂-Emissionen in Liegenschaften

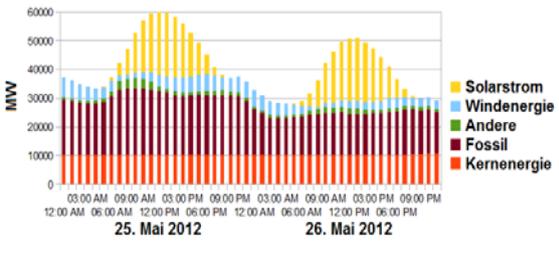
Entwicklung eines Prognoseverfahrens zur Bestimmung des Energiebedarfs und der CO₂-Emissionen für Gebäude für Quartiere, Stadtteile, Städte und Gemeinden



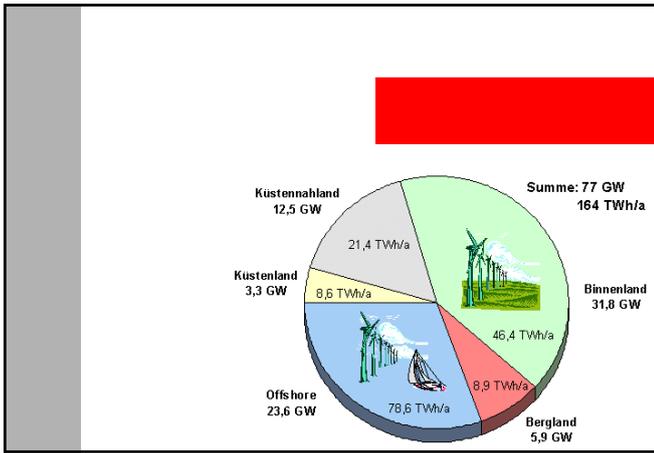
Erneuerbare Energien



Deutsch Stromerzeugung



Das Problem
die Klimaregion und das Wetter
in Deutschland Nord/Süd/Ost/West



NIEDERSACHSEN

41 % EEG-Strom

Stromverbrauch: 39.177.822 MWh/Jahr
7.987.000 Bürger

Erneuerbare Stromproduktion: 24.179.548 MWh/Jahr

- Solarstrom: 2.724.022 MWh/Jahr
- Windkraft: 12.342.876 MWh/Jahr
- Wasserkraft: 191.822 MWh/Jahr
- Biomasse: 7.653.529 MWh/Jahr
- Kilogas, etc.: 62.313 MWh/Jahr
- Geothermie: 0 MWh/Jahr

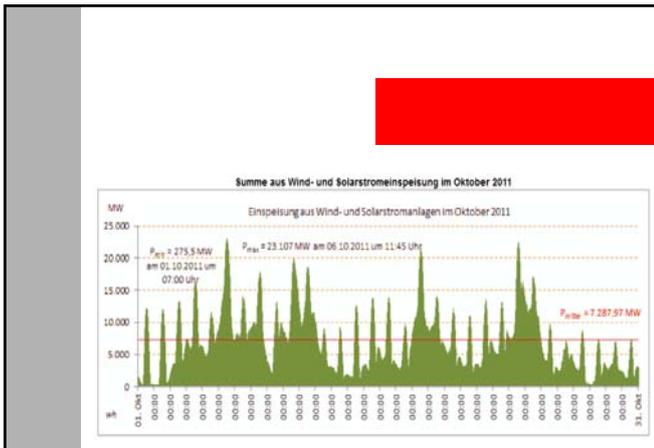
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

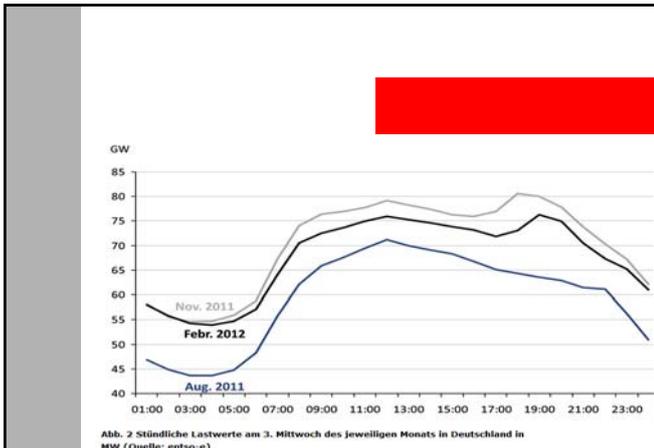
22 % EEG-Strom

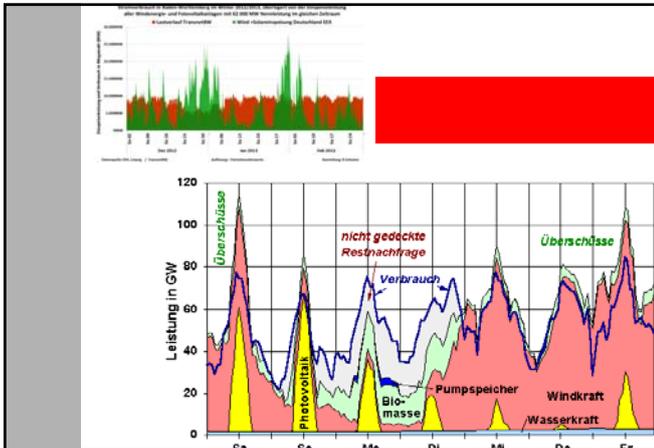
Stromverbrauch: 636.032.622 MWh/Jahr
82.188.000 Bürger

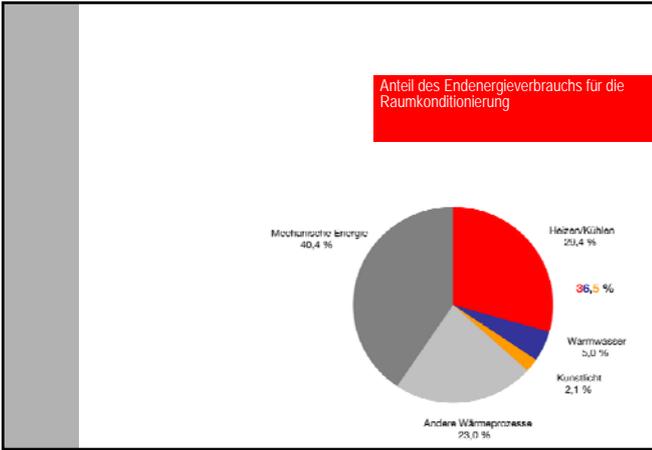
Erneuerbare Stromproduktion: 136.484.205 MWh/Jahr

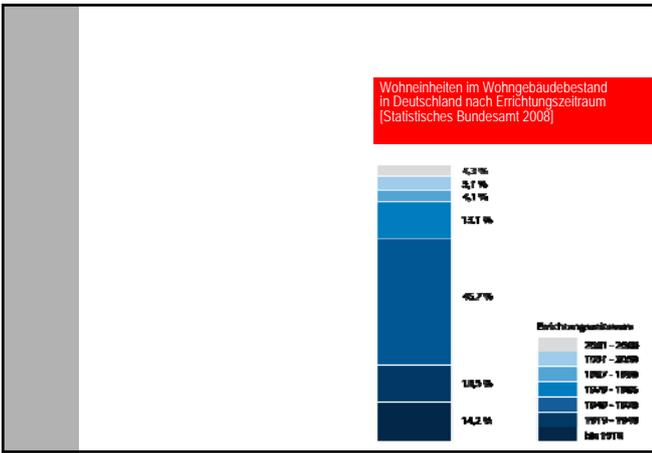
- Solarstrom: 32.376.442 MWh/Jahr
- Windkraft: 59.026.301 MWh/Jahr
- Wasserkraft: 6.281.024 MWh/Jahr
- Biomasse: 36.418.637 MWh/Jahr
- Kilogas, etc.: 2.224.282 MWh/Jahr
- Geothermie: 123.897 MWh/Jahr

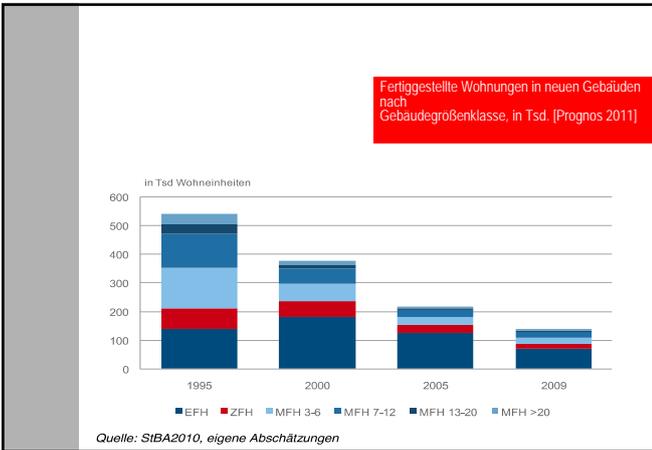












▪ Aus den Liegenschaftskatastern werden die Informationen zur Verfügung gestellt:

- Grundstück
- Nutzung
- Größe Grundstück
- Bebauungskennzahlen
- Größe der Gebäude
- Volumen der Gebäude

Illustration des 3D-Gebäudemodells des Landes Niedersachsen (Projekt ALKIS)



3D-Gebäudemodell im Level of Detail 1 (LoD1)

Folgende Attribute werden zusätzlich zur Geometrie abgegeben:

- eindeutiger Objektidentifikator
- Datenquelle Dachhöhe
- Datenquelle Lage
- Datenquelle Bodenhöhe
- Bezugspunkt Dachhöhe
- Dachform
- Gebäudefunktion (Haupt- oder Nebengebäude)
- Höhe des tiefsten Gebäudepunktes über NN aus Digitalem Geländemodell
- absolute Höhe des Daches über NN
- relative Höhe des Gebäudes
- OID des ALKIS®-Gebäudeobjekts (erst nach ALKIS-Einführung)
- Lagebezeichnung bzw. Straßenname mit Hausnummer
- Gemeindegemeinschaft
- Anzahl der oberirdischen Geschosse
- Datum der Übernahme aus dem Liegenschaftskataster



3D-Gebäudemodell im Level of Detail 1 (LoD1)

Bislang waren die Liegenschaftskataster ausschließlich zweidimensional. Für eine Reihe von Anwendungen, insbesondere auch in den Bereichen Umwelt- und Energiewirtschaft, stellen die Vermessungsverwaltungen ein flächendeckendes, 3D-Gebäudemodell im Level of Detail 1 (LoD1), zur Verfügung.

In diesem Modell werden alle Gebäude in 3 Dimensionen als Vektordatensatz beschrieben. Im Liegenschaftskataster liegen die Grundrisse der Gebäude in ihrer zweidimensionalen Lage nun eindeutig vor. Im 3D-Modell wird zusätzlich zu dieser Lage eine Absoluthöhe über Normal Null (NN) und eine relative Gebäudehöhe sowie weitere beschreibende Attribute geführt.

Die Ableitung der LoD1-Gebäude erfolgt vollautomatisch durch Verschneidung der Geländehöhen des Airborne-Laserscannings. Liegen noch keine solche Höheninformationen vor, werden Standardhöhen verwendet. Die Qualitätssicherung bzw. Fortführung erfolgt über die Vektordatenmessung.

Die Daten des 3D-Gebäudemodells liegen in objektorientierten Vektordatenformaten. Derzeit sind die Formate

- ESRI-Shape (2D mit Höhe als Attribut)
- CityGML
- KML

verfügbar.



Meilensteinplanung		
MS 1	Analyse der Daten der Geoinformationssysteme [ALKIS] und [AKS]	
MS 2	Berechnungen des Primärenergieverbrauches/CO ₂ -Emissionen	
MS 3	Entwicklung von Datenbank basierten Auswertungstools	
MS 4	Auswertung der Ergebnisse am Beispiel einer Liegenschaft	
MS 5	Auswertung der Ergebnisse und Validierung für festgelegte Pilotregionen	
MS 6	Entwicklung eines Tools zur Implementierung von Wetterprognosen	

Folgende Ziele/Meilensteine sollen erreicht werden		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nutzung der vorhandenen Daten der Geoinformationssysteme [ALKIS] und [AKS] der Landesämter für Geoinformationen in Hinblick auf die Auswertung und Erweiterung aus energetischer Sicht. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Festlegen der relevanten Daten ▪ Analyse und Aufbereitung der Daten ▪ Festlegung der Schnittstellen um Auslesen der Daten ▪ Festlegungen der Schnittstellen zum Einlesen der Daten in die Simulationsprogramme ▪ Berechnungen des Primärenergieverbrauches/CO₂-Emissionen mittels Thermisch Energetischer Simulationsberechnungen zur Abbildung des Energiebedarfes (max- mittel – min) und der Bandbreite seiner Einflüsse/Abweichungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ für typische Gebäudekategorien aus Bautyp/Gebäudekategorie ▪ Berücksichtigung von Alter / energetischer Qualität ▪ Gebäudegröße ▪ Ausrichtungen nach Azimut ▪ Wand-/Fensterflächen Verhältnisse der Fassaden ▪ Berücksichtigung unterschiedlicher Qualitätsstandards der gebautechnischen Energieverteilungs- und Erzeugungssysteme. ▪ Abweichungen / Fehlern bei der Berechnung des Energiebedarfes aus dem Nutzerverhalten ▪ Abweichungen der Berechnungen in Bezug auf die Nutzungsprofile nach DIN 18599 und neueren Untersuchungen (HAWK 2012) 		

Folgende Ziele/Meilensteine sollen erreicht werden		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entwicklung eines datenbankbasierten Auswertungstools zur Superposition der Energien / CO₂ Emissionen mittels Verknüpfung der Datenbanksysteme des Geoinformationssystems mit den Ergebnissen der Simulationsberechnungen bezogen auf das Objekt und/oder Quartier und/oder Gemeinde und/oder die Stadt und/oder das Land. ▪ Auswertung der Ergebnisse für Beispiel Objekte und/oder ausgewählte Quartiere und/oder ausgewählte Gemeinde und/oder ausgewählte Städte und/oder das jeweilige Bundesland. ▪ Validierung der Ergebnisse für festgelegte Pilotregionen <ul style="list-style-type: none"> ▪ In Abstimmung und in Kooperation mit der TU Braunschweig. Hier wird im Rahmen eines ergänzend beantragten Forschungsvorhabens der Energiebedarf / CO₂-Emissionen für selektierte Quartiere im Detail messtechnisch erfasst und numerisch detailliert berechnet/simuliert. ▪ Entwicklung eines Tools, um die im Rahmen der numerischen Simulation auf Testreferenzjahren einer Region ermittelten Energien den aktuellen (täglich, mehrtäglichen, wöchentlichen) Wetterprognosen anzupassen, um <ul style="list-style-type: none"> ▪ Steuerungsmöglichkeiten für die Energieversorger zu Verfügung zu stellen, um den Energiebedarf im VORAUS <ul style="list-style-type: none"> ▪ regional bzw. überregional ▪ somit auch landesweit und in der Zukunft im Europäischen Energieverbund planen und steuern zu können. 		

Im Rahmen des Projektes werden folgende wissenschaftliche Arbeitsschritte durchgeführt

- Numerische Simulationsberechnungen von geometriebezogenen Energiekennzahlen (Energiebedarf, z. B. kWh/m^2) von Gebäuden auf der Basis von Testreferenzjahren:
Unterscheidungen nach
 - Gebäudtyp/Nutzung
 - Kubatur (Größe/Volumen)
 - Alter des Gebäudes
 - energetischer Qualität.
- Bewertung und Abschätzung stochastischer Fehler / Abweichungen aus Simulationsberechnung zum realen Energiebedarf.
- Erstellen einer relationalen Energiedatenbank mit Verknüpfung in den Geoinformationsdatenbanken ALKIS (Informationen der Liegenschaft über Flächen und Kubatur, etc.) und AKS (Informationen der Liegenschaft über Gebäudtyp, Alter, etc. auch, wenn schon vorhanden, Energiekennzahlen der Gebäude).
- Erstellung eines Auswertungstools zur Berechnung des Energiebedarfes der Liegenschaft aus den Kubatur-, Gebäude-, Energie bezogenen Informationen aus den Geoinformationsdatenbanken mit dem geometriebezogenen Energiebedarfs der Simulationsberechnungen.
- Auffüllen der jeweiligen Datenbankfelder mit den Ergebnissen des liegenschaftsbezogenen Energiebedarfes aus den Simulationsberechnungen.

Im Rahmen des Projektes werden folgende wissenschaftliche Arbeitsschritte durchgeführt

- Erstellung eines quartierbezogenen Auswertungstools der Energien; hierbei werden die Energien prioritätsbezogen ausgewertet:
Priorität:
 - **A** - Wenn vorhanden bzw. in Zukunft in AKS ergänzt; Berücksichtigung der vorhandenen Energiekennzahlen aus dem verbrauchsorientierten oder dem bedarfsorientierten Energiepass (Datenfeld in AKS)
 - **B** - Energiekennzahlen aus der Simulationsberechnung
- Dieses Vorgehensweise ermöglicht es den stochastischen Fehler (z.B. durch Ansatz von Standardnutzerprofilen, Klima, Abweichungen Wand- und Fensterflächen etc.), der in den simulationsbezogenen Energiekennzahlen vorhanden ist, durch Verwendung des genaueren Werts der bedarfsorientierten oder verbrauchsorientierten Energiekennzahlen zu minimieren.
- Möglichkeiten zur Auswertung nach
 - Energien
 - Primärenergie, Heizenergie, Energieträger, Hilfsenergien Strom, Nutzerbezogener Strombedarf (standardisiert nach Nutzerprofilen DIN 18599)
 - Flächen/Gebieten
 - Einzelgebäude, Quartiere
- In der Folge auch
 - Gemeinden, Städte, Bundesländer, BRD
