A thermal imaging photograph of a row of houses. The houses are rendered in a color gradient from blue (cooler) to red (warmer). The central house is blue, while the others are yellow, orange, and red, indicating heat loss. The title text is overlaid on the image.

# Energieeffiziente und nachhaltige Gebäudesanierungs- und Energiegewinnungskonzepte

**ANDREAS ROSSMANN**


FREIER ARCHITEKT BDA

Großer Moor 38, 19055 Schwerin  
Grindelberg 79, 20144 Hamburg  
Kurfürstendamm 217, 10719 Berlin



**ANDREAS ROSSMANN**  
FREIER ARCHITEKT BDA

Geschäftsreise Kasachstan 06.10.2012 bis 13.10.2012  
05.10.2012

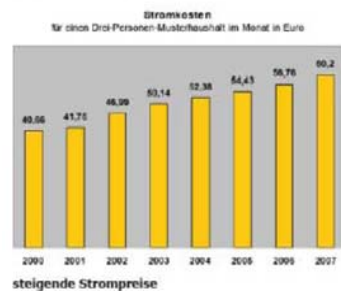


# Energieeffiziente und nachhaltige Gebäudesanierungs- und Energiegewinnungskonzepte

- **Projekte im Überblick**
- **Sanierung und Modernisierung von Plattenbauten**
- **INESA . Institut für Nachhaltige, Energieeffiziente Sanierung und Architektur (in Gründung 2012)**
- **NTS . X – Wind . Höhenwindanlage**
- **+ Energie • Schul • Zentrum • Wöbbelin**
- **Heizkosten- und CO2 neutrale Schulsanierung Lübtheen**

## Energetische Probleme

### STROMPREIS



### BENZIN- UND DIESELPREISE



März 2009

März 2012

## Energetische Sanierung eines Fachwerkgebäudes auf Neubaustandard 2009



Großer Moor 38 • Schwerin  
Einzeldenkmal, ca. 1712  
**Ehemaliges Stadtmuseum**

### vor Sanierung:

ca. 182.000 kWh / a  
ca. 220 kWh / (m<sup>2</sup> BGF x a)  
ca. 53 kWh / (m<sup>3</sup> BRI x a)

### nach Sanierung:

ca. 61.000 kWh / a  
ca. 75 kWh / (m<sup>2</sup> BGF x a)  
ca. 18 kWh / (m<sup>3</sup> BRI x a)



## Energetische Sanierung eines Verwaltungsgebäudes 2010



Baustraße 1 • Schwerin  
Bauhof SDS

- Verbesserung Gebäudedämmung
- Minimierung Wärmebrücken
- Nutzung regenerativer Energiequellen z. B. Solarthermie
- Kontrollierte Be- und Entlüftung mit WRG



## Niedrigenergiehaus im Bestand für Turn- und Sporthallen

2010



Frahmstraße 15 • Hamburg  
Turnhalle GS Blankenese

- Verbesserung Gebäudedämmung
- Minimierung Wärmebrücken
- Kontrollierte Lüftung /WRG
- Ziel der Maßnahme - der Jahresprimärenergiebedarf liegt mehr als **15% unter dem Anforderungswert** gemäß **EnEV 2009**.



## Heizkosten- und CO<sub>2</sub>-neutrale Schulsanierung

2011



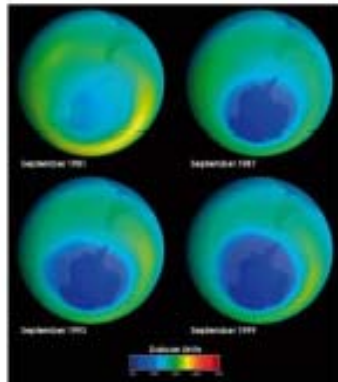
Lindenschule • Lübtheen  
Rudolf- Breitscheid-Str.30

### Heizkostenneutralität:

- Wenig Heizwärmebedarf „**Thermoskannenprinzip**“
- Nutzung regenerativer Energie (Erdwärme)
- Kontrollierte Lüftung/WRG
- keine Klimatisierung
- Refinanzierung Strombedarf über Photovoltaik

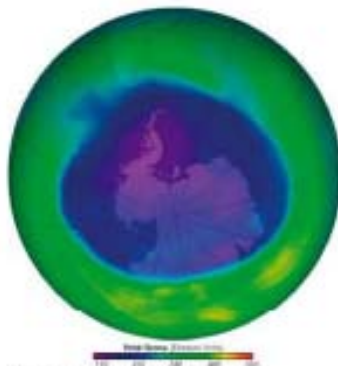


## Energetische Probleme



Ausdehnung des Ozonloches von 1981-1999

## OZONLOCH



Aktuelles Ausmaß des Ozonloches

**Energetische Sanierung eines Fachwerkbauwerks als KfW Effizienzhaus 115 2012**



Großer Moor 36 • Schwerin  
**Einzeldenkmal**, 18. Jh.

- **KfW- Effizienzhauses 115** (EnEV 2009)
- Barockgebäude mit historischem Rokoko- Saal
- Kapillaraktive Innendämmung
- starker Befall durch Echten Hausschwamm
- 3-Scheiben-Iso-Verglasung



**NTS Nutzung der Höhenwinde zur Stromerzeugung 2012**



Salow • Friedland - MV  
Nature Technology System

### Vorteile im Überblick:

- Verfügbarkeit min. 90%
- stetige Energiequelle
- Dezentraler, skalierbarer Aufbau
- CO<sub>2</sub>- freie Stromerzeugung
- **< ca. 1,8 Cent/kWh**
- geringe Montage und Betriebskosten



**Projektentwicklung + Energie Schul Zentrum Wöbbelin 2012**



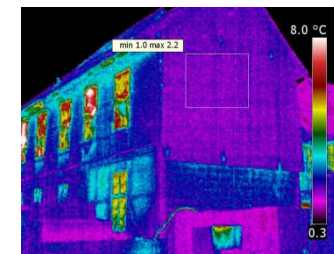
Neue Str. 18 • Wöbbelin  
Grundschule „Th. Körner“

### Konzept für die „innovativste“ Dorf-Schule in MV

- Sporthalle/Schulgebäude
- Nutzung aller vorhandenen Energiepotentiale, wie solare Einstrahlung, Interne Wärmegewinne, Photovoltaik, Windenergie



**INESA - Institut für Nachhaltige, Energieeffiziente Sanierung und Architektur 2012 in Gründung**



### Aufgaben und Ziele des Instituts:

- Erarbeitung nachhaltiger und energieeffizienter Sanierungskonzepte
- Forschung und Entwicklung
- Öffentlichkeitsarbeit und Weiterbildung
- **„ProduktMusterKatalog“** energetische Sanierung von Montage-/u. Plattenbauten



## Energetische Probleme



**STURMSCHÄDEN**

### 2100 OSTSEE + 70 CM

Seit 1993 steigt der Meeresspiegel pro Jahr um ca. 3,2 mm



## Erweiterungsbau AfBR Schaalsee, Zarrentin Verwaltungsneubau 2012



Wittenburger Chaussee 13  
• Zarrentin

- NGF: ca. 264 m<sup>2</sup>
- BRl: ca. 1.026 m<sup>3</sup>
- Barrierefreie Erschließung

Der Jahresenergiebedarf liegt mehr als **15% unter dem Anforderungswert** gemäß **EnEV 2009**.



## Sanierung und Modernisierung von Montage- und Plattenbauten 2012



Großer Dreesch • Schwerin

- Rückbau und Wiedergutmachung
- Sichtbeziehungen
- Barrierefreie Lebensräume
- Neuerschließung
- Nachbarschaftszentren
- energetische Aufwertung der Gebäude

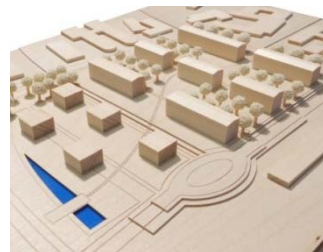


## Energetische Stadtanierung Gadebusch 2012



R. Breitscheid E. Weinert  
Straße • Gadebusch

- Energetische Gebäudesanierung und Neubau von Wohngebäuden  
**Heizkosten und CO<sub>2</sub> neutral**
- Energetische Quartierssanierung zur **autarken Wohnsiedlung**



## Denkmal & Energie 2012



Projektentwicklung

- Erneuerbare Energien und Denkmalpflege
- Einsatz netzgekoppelter, dezentraler Systeme in Baudenkmalen, wie z.B. architektonische Integration von Solarthermischen-/und Photovoltaikanlagen



## Lageplan



**1. Wuppertaler Straße  
38-40, 43-45**

**2. Wuppertaler Straße  
46-48, 50, 52-53**

**3. Pilaer Straße  
9-15, 17-23, 33-39**

**4. Wuppertaler Straße  
31-32**

## Allgemeine Sanierungsmaßnahmen

- Auflockerung der dichten Bebauung durch Abbruch und Rückbaumaßnahme
- Schaffung neuer Sichtbeziehungen
- Energetische Aufwertung der Bausubstanz durch Einbau neuer Fenster und durch die Montage eines Wärmedämmverbundsystem
- Vergrößerung der Wohnungsgrundrisse durch vorgesetzte Balkonanlagen
- Schaffung von barrierefreien Lebensräume
- Neuerschließung durch Aufzuganlagen
- Hilfe bei der Entwicklung von sozialen Strukturen durch Nachbarschaftszentren, Besucherwohnungen und einer gemeinsamen Terrassenanlage

## Wuppertaler Straße 38-40, 43-45 (Fertigstellung 2007)



- Auflockerung Bebauung durch Abbruch Nr. 41 & 42
- Errichtung vorgestellter Balkonanlagen bzw. Erker
- Ausführung Staffelgeschoss oberhalb Bestand
- Erschließung durch vorgestellte Aufzuganlagen
- Nr. 44/ 45 sind altengerecht



## Wuppertaler Straße 46-48, 50, 52-53 (Fertigstellung 2008)



- Abbruch Nr. 49 & 51 bzw. Teilrückbau bei bleibenden Aufgängen
- Errichtung vorgestellter Balkonanlagen bzw. Erker
- Erschließung Nr. 52 durch innenliegenden Aufzug, in Nr. 53 Einbau Treppenlift
- Errichtung Nachbarschaftszentrum und Terrassenanlage in Nr. 53



## Pilaer Straße 9-15, 17-23, 33-39 (Fertigstellung 2009 bzw. 2011)



- Schaffung Blickfelder durch Teilrückbau der oberen beiden Geschosse
- Komplett Überarbeitung der Wohnungsgrundrisse
- Anlegen von mieterbezogenen Terrassen-/Gartenflächen



## Wuppertaler Straße 31-32 (Ausführung in 2012)



- Auflockerung der Bebauung durch Komplettabbruch Nr. 33 und Teilrückbau in Nr. 32
- Errichtung vorgesetzter Balkonanlagen
- barriere-reduzierte Ausführung der Wohnungen in Nr. 31, Erschließung erfolgt über außenliegenden Aufzug



## Wuppertaler Straße 43-45



Bestand:  
Ansicht  
Haupteingang



Nach  
Sanierung



Bestand:  
Ansicht  
Balkone



Nach  
Sanierung



## Wuppertaler Straße 52-53



Bestand:  
Ansicht  
Aufgang 53



Nach  
Sanierung



Bestand:  
Ansicht  
Balkone



Nach  
Sanierung

A photograph of a building at sunset with trees in the foreground. The sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow. The building is on the left, and the trees are in the middle ground. The sky is a mix of orange and grey.

# INESA

## Institut für Nachhaltige, Energieeffiziente Sanierung und Architektur

in Gründung

Es geht nicht nur darum, alternative und nachhaltige EnergieErzeugungskonzepte zu entwickeln sondern die Gebäude **so zu planen und zu sanieren, dass diese weniger Energie verbrauchen.**

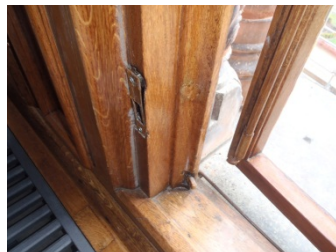
## Ursache- Wirkungs- Prinzip

### Ursache:

- **steigende GebäudeEnergiekosten**  
(Heizkosten, Strompreise, etc.)
- **vernachlässigte Instandhaltung und Sanierung der Gebäudesubstanz**
- **mangelhafte Bestandserfassung**  
(Flächen, Größen, Energieverbräuche)

### Wirkung:

**Öffentliche und private Haushalte sowie die Unternehmen werden für ihre Energie-/ Heizkosten bis 2022 ca. 100% mehr Geld ausgeben müssen. Dieses wird die Etats stark belasten, **außer die Gebäude werden energieeffizient saniert.****



# 1. ERARBEITUNG von NACHHALTIGEN und ENERGIEEFFIZIENTEN SANIERUNGS - KONZEPTEN

- Bestandserfassung und Auswertung
- Analyse und Grundlagenermittlung
- 10-Jahres-Energiebilanzen für Gebäude
- Innovative Problembewältigung
- Nachhaltige, energieeffiziente Gebäudekonzepte
- Vergleichsbewertung Sanierung . Abbruch . Neubau
- Analyse und Auswertung von Vergleichsprojekten
- Integration alternativer EnergieGewinnungsModule
  - Windenergie . Solar- / Geothermie . Photovoltaik
  - Lüftungssysteme mit Energierückgewinnung
  - Innovative Heiz- / und Klimakonzepte



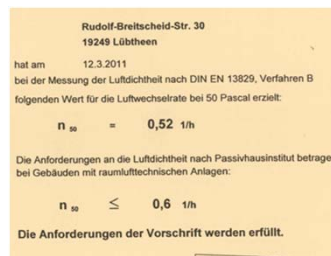
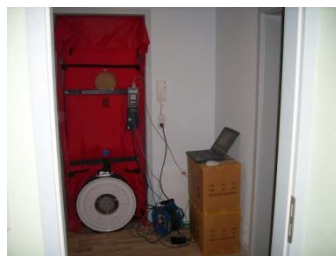
## 2. FORSCHUNG und ENTWICKLUNG

- Entwicklung neuer Produkte und Technologien
- Weiterentwicklung und Verbesserung bestehender Systeme
- Erarbeitung eines neuen Zertifizierungssystems für Nachhaltig und EnergieEffizient sanierte Gebäude
- Entwicklung von Städtebaulichen und Nachhaltigen EnergieKonzepten
- Stetige Weiterführung und -entwicklung des „ProduktMusterKatalogs“ entsprechend der neusten Erkenntnissen und Erfahrungen
- Zusammenarbeit mit Hochschulen und Universitäten
- Beteiligung an innovativen Entwicklungsfirmen und -gesellschaften



### 3. ÖFFENTLICHKEITS-ARBEIT und WEITERBILDUNG

- **Kostenlose Erstberatung**
- **Organisation von Lehrgängen und Vorträgen**
- **Nationalen und Internationalen Erfahrungsaustausch**
- **Zusammenarbeit mit den Hochschulen und Universitäten**
- **Organisation, Vorbereitung und Teilnahme an Messen und Informationsveranstaltungen**
- **Lehraufträge an Hochschulen oder Universitäten**
- **Ausbildung intern und extern**
- **Kontrolle der praktischen Umsetzung /Soll-Ist-Vergleich**
- **Finanzierungsberatung und -empfehlung**
- **Beratung bei Zuschüssen und Fördermitteln**

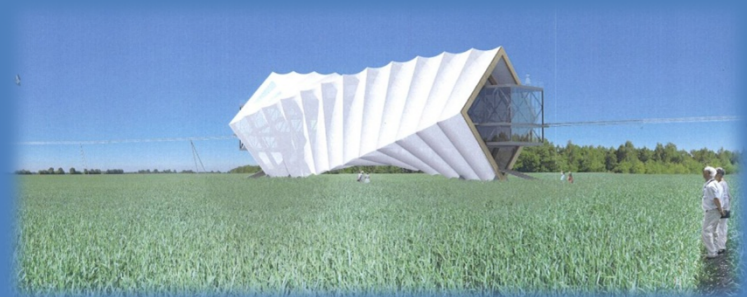


Es fehlen nachhaltige, innovative und energieeffiziente  
**GebäudeSanierungskonzepte**,  
die umsetzbar und wirtschaftlich finanzierbar sind.

**Ziel:** Gründung einer Universität in  
Mecklenburg- Vorpommern  
für eine Nachhaltige und EnergieEffiziente  
Stadt- und Gebäudeplanung



## Höhenwindanlage zur Erzeugung von Strom



# NTS X-Windanlagen

Erneuerbare Energie günstiger  
als fossile Brennstoffträger

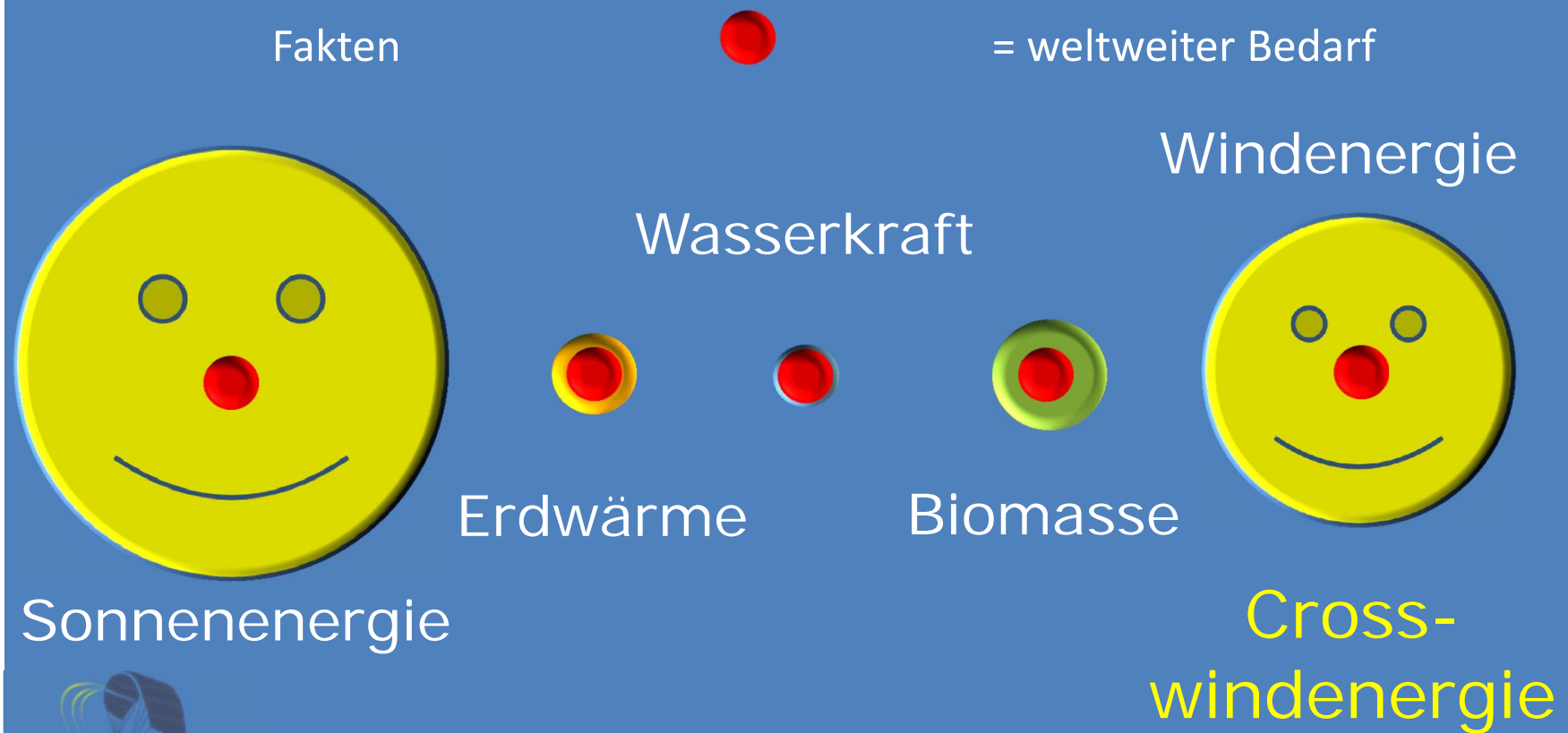


NTS Energie- und Transportsysteme GmbH | Kurfürstendamm 217, 10719 Berlin |  
Tel.: +49-30-275 911 80 | Fax: +49-30-88720907 | info@nts-transportssysteme.de |  
guido.luetsch@nts-transportssysteme.de | uwe.ahrens@nts-transportssysteme.de

Urheberrechte bei  
NTS, Uwe Ahrens



## Regenerative Energiequellen im Vergleich: Potenzial im Verhältnis zum Bedarf

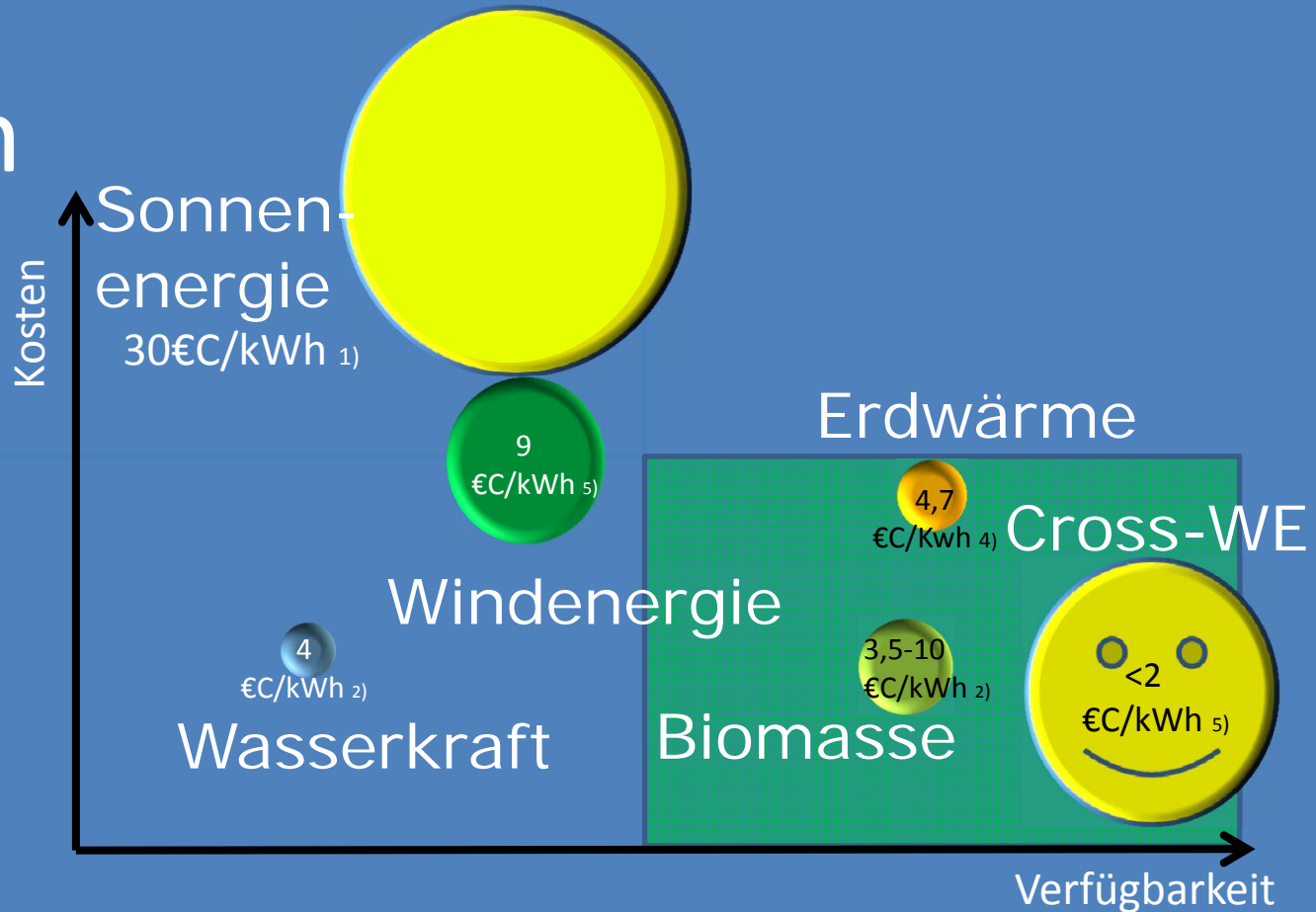


Quelle: <http://www.unendlich-viel-energie.de/index.php?id=265>

Urheberrechte bei  
NTS, Uwe Ahrens

Regenerative Energiequellen im Vergleich: Verfügbarkeit und Kosten

Fakten



1) Handelsblatt 2) [www.nachwachsenderohstoffe.de](http://www.nachwachsenderohstoffe.de) 3) <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/eserv.php?pid=eth:24987&dsID=eth-24987-01.pdf>  
 4) [www.initiative-co2.de/fachberichte/h-waerme-strom-geothermie-02.pdf](http://www.initiative-co2.de/fachberichte/h-waerme-strom-geothermie-02.pdf) 5) eigene Angaben und EEG

Urheberrechte bei NTS, Uwe Ahrens

## Grundkonzept



Bereits im Einsatz:  
Automatisch gesteuerte  
Kites als Schiffsantrieb



Ausgereifte Technologie:  
Monorail-Systeme  
Achterbahnen



Kabinenbahnen:  
Stromerzeugung durch  
Generatorsysteme

Simulation für das BMW Werk Leipzig: Erzeugung von  
120 GWh/Jahr



**NTS kombiniert erprobte Technologien zu  
einer innovativen Höhenwindanlage**

Urheberrechte bei  
NTS, Uwe Ahrens

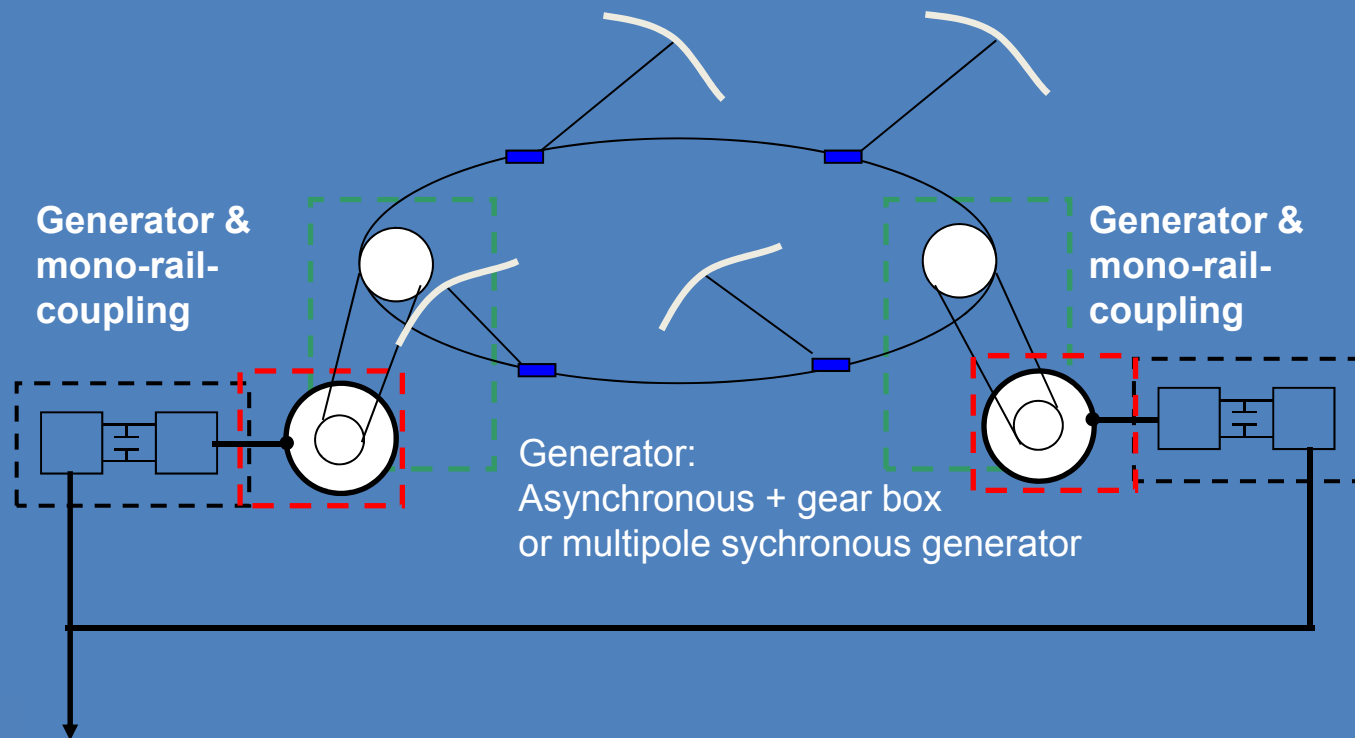
## Merkmale

- Verfügbarkeit ca. 90%
- Skalierbar und dezentral betreibbar
- Betriebskosten < 2 Cent / kWh



Urheberrechte bei  
NTS, Uwe Ahrens

## Erzeugung der Elektrizität am Boden



Urheberrechte bei  
NTS, Uwe Ahrens

## Die Höhenwindkraft wird am Boden in Energie umgewandelt



Urheberrechte bei  
NTS, Uwe Ahrens

## 1 NTS-Anlage ersetzt 30 x 2 MW WKA, Investitionskosten deutlich darunter



1 NTS-Anlage produziert 120 GWh/a  
Areal: ca. 3,5 km x 0,8 km  
Investitionen < 25 Mil Euro

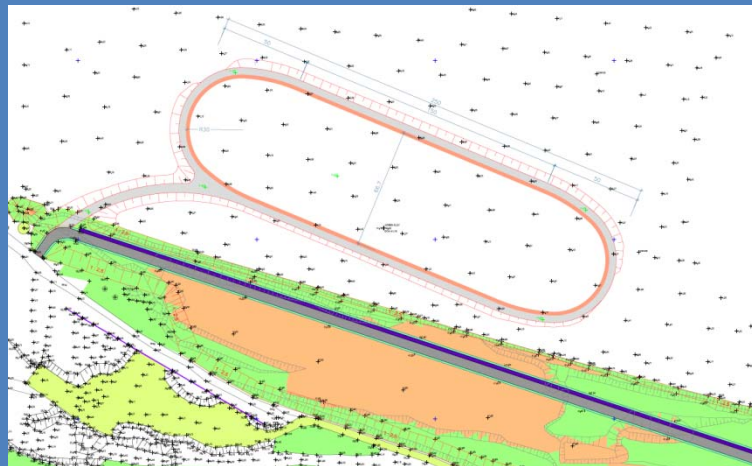


2 MW WKA produziert ca. 4 GWh/a  
120 GWh/a = 30 WKA  
Areal: ca. 3,0 x 1,2 km  
Investitionen > 65 Mil Euro



Urheberrechte bei  
NTS, Uwe Ahrens

## Stand der Entwicklung



Erstflug eines 20qm Drachens mit einer getesteten Zugkraft  $> 3500$  N bei einer Windgeschwindigkeit von nur 3-4m/Sek (ca.10-15 km/h) auf der NTS-X-Windteststrecke (Kite wurde gesponsert von 3M)

Streckenführung  
2. Testanlage

Urheberrechte bei  
NTS, Uwe Ahrens



Neue Straße 18, 19288 Wöbbelin



## Lage



## Bestandsbeschreibung

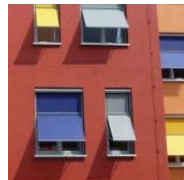
Das Schulgrundstück befindet sich in nordöstlicher Ortsrandlage von Wöbbelin. 1994 wurde eine 1 ½ - zügige Grundschule errichtet. Das U-förmig gestaltete Schulgebäude umschließt einen Schulhof mit markantem Eingang, der mit den unterschiedlich langen Seitenflügeln einen Empfangsbereich für Schüler und Lehrer darstellt. Die Schulhoffläche ist in gepflasterte und grüngestalterische Bereiche unterteilt, die durch Hecken, Bäume sowie offene und überdachte Stellplätze für Fahrräder, Mopeds und Pkw begrenzt werden.

Die direkt neben dem Schulgebäude liegende 1-Feld-Sporthalle wurde im 2. Bauabschnitt errichtet. Das Umfeld der Sporthalle wird für die Anlage von Schulsportflächen im Außenbereich genutzt (Leichtathletik, Spielfeld für Handball, Fußball und Volleyball). Das Grundstück, auf dem sich die Schule befindet, grenzt an das Gelände einer Kinderkrippe und ist über einen Weg fußläufig erschlossen.

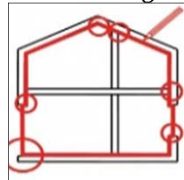
Die Bausubstanz ist dringend sanierungsbedürftig, konstruktiv sowie energetisch. Das Dach vom Schulgebäude wurde zwischenzeitlich schon provisorisch statisch „ertüchtigt“.



## Energetisches Gesamtkonzept



Außenver-  
schattung



dichte Hülle,  
Lüftung mit WRG



neue Fenster  
U-Wert < 0,8



Solarthermie



Elektropuffer-  
speicher



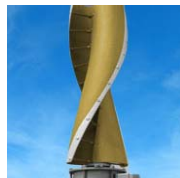
Wärmepumpen-  
heizung



### ENERGETISCHES GESAMTKONZEPT



Photovoltaik  
Dach



Windkraft



Dach- und Fuß-  
bodendämmung



Geothermie



Deckenstrahl-  
heizung



zus. Dämmung  
Außenwand

## Probleme mit dem Bestand

- Hohe Energie-/ Betriebskosten
- CO2 Anreicherung – mangelnde Belüftung
- Akustik in den Räumen
- Mangelnde technische Ausstattung
- Schlechter Bauzustand z.B. Dachsanierung dringend notwendig

## Positive Aspekte

- Sicherung und Erhaltung der Bausubstanz
- Betriebskosten – Einsparung
- Sozialpädagogische Aspekte/ Schüler-Lehrer-Verhalten
- Erhöhung der Aufnahmebereitschaft
- Abbau der Stressfaktoren
- 100% CO2 Einsparung

## Fazit

Wenn die Gebäude und die Technik energetisch und nachhaltig saniert werden, wird der Energieverbrauch soweit gesenkt, dass ein Überschuss erzielt wird.

Die thermischen Hüllen sind so geplant, dass der Wärmeverlust so gering wie möglich ist (Thermoskannen-Prinzip). **Die Gebäude können somit ein EnergiePlus + von ca. 25% erzeugen.**



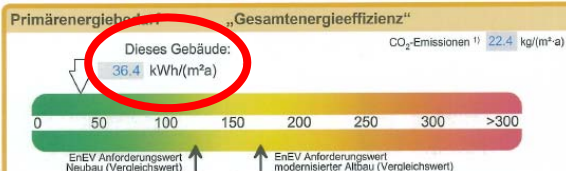
Schule

Sporthalle

**ENERGIEAUSWEIS** für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes 2



Anforderungen gemäß EnEV <sup>2)</sup>  
 Ist-Wert **36.4 kWh/(m²a)** Anforderungswert **122.1 kWh/(m²a)**  
 Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten  eingehalten  
 Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)  eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren  
 Verfahren nach Anlage 2 Nr. 2 EnEV  
 Verfahren nach Anlage 2 Nr. 3 EnEV („EIn-Zonen-Modell“)  
 Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

Energieträger	Heizung	Warmwasser	Jährlicher Energiebedarf in kWh/(m²a) für Eingebaute Beleuchtung	Lüftung <sup>1)</sup>	Kühlung einschl. Beleuchtung	Gebäude insgesamt
Strom-Mix	11.8	---	13.9	7.1	---	32.8
Erdgas H	---	---	---	---	---	---

[kWh/(m²a)]	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung <sup>1)</sup>	Kühlung einschl. Beleuchtung	Gebäude insgesamt
Nutzenergie	37.2	---	13.9	---	---	51.1
Endenergie	11.8	---	13.9	7.1	---	32.8
Primärenergie	20.0	---	11.1	5.4	---	36.4

Nr.	Zone	Fläche [m²]	Anteil [%]
1	Klassenräume	414.0	41.3
2	Essen	81.4	8.1
3	Küche Vorbereitungsraum	63.2	6.3
4	Flure	270.2	27.0
5	Lager & Technik	41.9	4.2
6	WC-Räume	60.9	6.1

**Erläuterungen zum Berechnungsverfahren**  
 Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter beheizte / gekühlte Nettogrundfläche.

**Gesamte Energieerzeugung:**  
ca. 130.000 kWh/a

**Schule . Bestand**

Nettogrundfläche (NGF): 963,45 m<sup>2</sup>  
 Bruttogrundfläche (BGF): 1.089,78 m<sup>2</sup>  
 Bruttorauminhalt (BRI): 4.018,57 m<sup>3</sup>

**Schule . nach Sanierung:**

Primärenergiebedarf: 36.4 kWh/(m²a)  
 absoluter Endenergiebedarf: 32.878 kWh/a  
 Absoluter CO<sub>2</sub>-Ausstoß: 22.456 kg/a

**Sporthalle . Bestand**

Nettogrundfläche (NGF): 631,17 m<sup>2</sup>  
 Bruttogrundfläche (BGF): 699,35 m<sup>2</sup>  
 Bruttorauminhalt (BRI): 3.759,72 m<sup>3</sup>

**Sporthalle . nach Sanierung:**

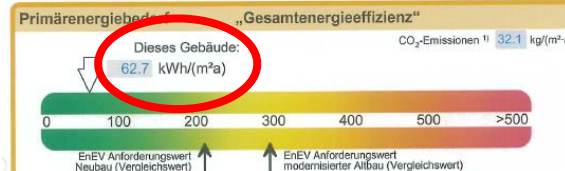
Primärenergiebedarf: 62.7 kWh/(m²a)  
 absoluter Endenergiebedarf: 45.890 kWh/a  
 Absoluter CO<sub>2</sub>-Ausstoß: 25.283 kg/a

**+ ca. 25.000 kWh/a**

**ENERGIEAUSWEIS** für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes 2



Anforderungen gemäß EnEV <sup>2)</sup>  
 Ist-Wert **62.7 kWh/(m²a)** Anforderungswert **295.2 kWh/(m²a)**  
 Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten  eingehalten  
 Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)  eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren  
 Verfahren nach Anlage 2 Nr. 2 EnEV  
 Verfahren nach Anlage 2 Nr. 3 EnEV („EIn-Zonen-Modell“)  
 Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

Energieträger	Heizung	Warmwasser	Jährlicher Energiebedarf in kWh/(m²a) für Eingebaute Beleuchtung	Lüftung <sup>1)</sup>	Kühlung einschl. Beleuchtung	Gebäude insgesamt
Strom-Mix	16.9	0.7	14.7	8.4	---	40.7
Erdgas H	---	---	---	---	---	---

[kWh/(m²a)]	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung <sup>1)</sup>	Kühlung einschl. Beleuchtung	Gebäude insgesamt
Nutzenergie	57.1	11.9	14.7	---	---	83.7
Endenergie	16.9	18.3	14.7	8.4	---	58.3
Primärenergie	27.2	17.8	11.4	6.3	---	62.7

Nr.	Zone	Fläche [m²]	Anteil [%]
1	Spielfeld	471.1	59.9
2	Archiv, Technik, Lager	180.2	22.9
3	WC & Sanitär	111.9	14.2
4	Flur	23.6	3.0
5		---	---
6		---	---

**Erläuterungen zum Berechnungsverfahren**  
 Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter beheizte / gekühlte Nettogrundfläche.

**Gesamter Energieverbrauch:**  
ca. 105.000 kWh/a



**Umbau,  
Sanierung und  
Erweiterung  
eines  
Montage- /  
Plattenbaus**

Energetisches Konzept Heizkosten- und CO<sub>2</sub>- Freies Gebäude



„ThermosKannenPrinzip“  
(luftdichte, gut gedämmte Hülle)



Kontrollierte Be- und  
Entlüftung mit  
Wärmerückgewinnung



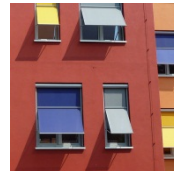
Außenliegender  
Sonnenschutz (keine  
Klimatisierung)



Grundwärmeversorgung  
mit Erdwärme  
(Wärmepumpe)



Fotovoltaik



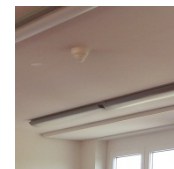
Außenverschattung



Verkleinerung  
Fenster



Neue Fenster  
U-Wert <0,8



Präsenzsteuerung  
Beleuchtung

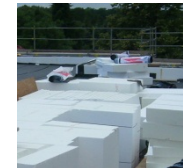


Dichte Hülle

Lüftung mit WRG



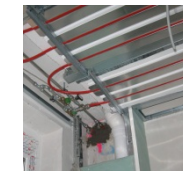
Wärmepumpen-  
heizung



Dachdämmung



Dämmung Fuß-  
boden Atrium



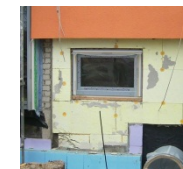
Deckenstrahl-  
heizung



Fotovoltaik  
Dach



Fotovoltaik  
Fassade



Zus. Dämmung  
Außenwand



## Energiebilanz Regionale Schule Lübtheen

### Energiebilanz / Messergebnisse

Stand: 08.11.12

(ohne Beleuchtung)

	vor Sanierung Bestand	nach Sanierung <sup>*1</sup> Berechnung nach EnEV 2007	aktuelle Messwerte <sup>*2 *3</sup>
Wärme:	350.000 kWh/a	43.754 kWh/a	16.082 kWh/a
bezogen auf den Zustand vor der Sanierung		ca. -87%	
Kosten:	21.240,00 €/a <sup>*4</sup>	0,00 €/a <sup>*5</sup>	0,00 €/a <sup>*5</sup>
Strom:	16.000 kWh/a	12.471 kWh/a	3.897 kWh/a
bezogen auf den Zustand vor der Sanierung		ca. -22%	
Kosten:	3.800,00 €/a <sup>*4</sup>	3.495,00 €/a <sup>*6</sup>	1.190,00 €/a <sup>*6</sup>
Ertrag Photovoltaikanlage			
Dach		-952,47 €/a	-952,47 €/a
Fassade		-7,20 €/a	-7,20 €/a
<b>Summe:</b>	<b>25.040,00 €/a<sup>*4</sup></b>	<b>2.535,33 €/a<sup>*6</sup></b>	<b>230,33 €/a<sup>*6</sup></b>

Da die Energieversorgung (Wärme und Strom) ausschließlich aus regenerativen Quellen (z. B. Erdwärme, Solarenergie, "Grüner Strom") erfolgt, wird kein fossiles Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) an die Atmosphäre abgegeben.

Zum Zustand vor der Sanierung beträgt die

**Einsparung an CO<sub>2</sub>: ca. 116 t / a**

\*1 nach Sanierung und Erweiterung um das Staffelgeschoss

\*2 nach 18 Monaten im Betrieb

\*3 Hinweis: Repräsentative Werte stehen erst nach 3 Jahren zur Verfügung, da u. a. das Wetter nur im Mittelwert den genormten Randbedingungen der Berechnung nahe kommt.

\*4 Kostenstand 2012

\*5 Bereitstellung der Wärmeenergie aus Erdwärme

\*6 "Grüner Strom"



## Fotos Baustelle



24.03.2010  
Demontage  
Dach



29.06.2010  
Dämmung  
Dachfläche



27.04.2010  
Gerüst und  
Demontage Fenster



12.10.2010  
Wanddurchbruch  
Atrium

## Bestand



## Nach der Sanierung



## Bestand



## Nach der Sanierung





Innovative und nachhaltige Gebäude- und Energiekonzepte in  
Mecklenburg-Vorpommern



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !**