



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

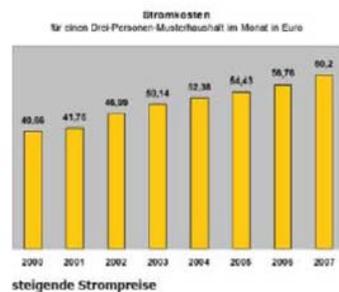


Energieeffiziente und nachhaltige Gebäudesanierungs- und Energiegewinnungskonzepte

- **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 / (m² BGF x a)
ca. 53 kWh / (m³ BRI x a)

nach Sanierung:

ca. 61.000 kWh / a
ca. 75 kWh / (m² BGF x a)
ca. 18 kWh / (m³ 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 CO₂-neutrale Schulsanierung

2011



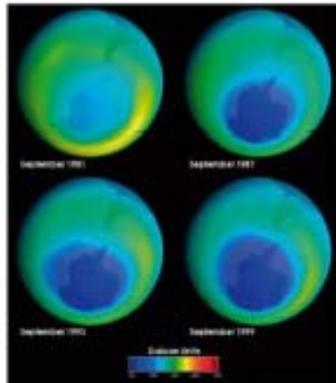
Lindenschule • Lübtheen
Rudolf- Breitscheid-Str.30

Heizkostenneutralität:

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

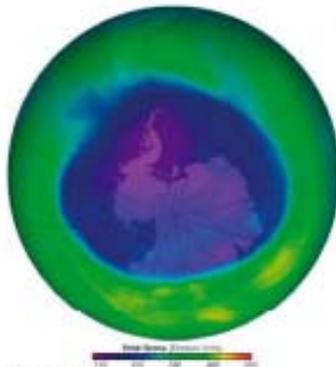


Energetische Probleme



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
- CO₂- freie Stromerzeugung
- **< ca. 1,8 Cent/kWh**
- geringe Montage und Betriebskosten



Projektentwicklung + Energie Schul Zentrum Wöbbelin 2012



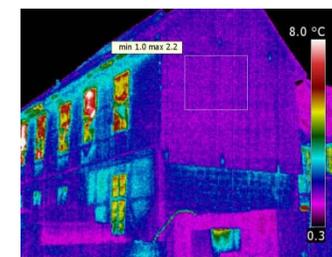
Neue Str. 18 • Wöbbelin
Grundschule „Th. Körner“

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 m²
- BRl: ca. 1.026 m³
- 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

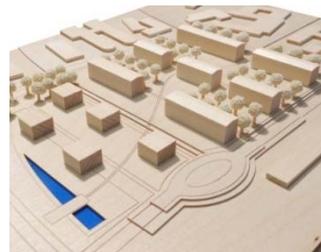


Energetische Stadtanierung Gadebusch 2012



R. Breitscheid E. Weinert Straße • Gadebusch

- Energetische Gebäudesanierung und Neubau von Wohngebäuden
Heizkosten und CO₂ 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

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.**

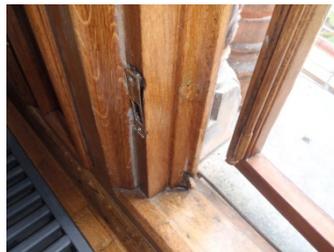
Ursache- Wirkungs- Prinzip

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



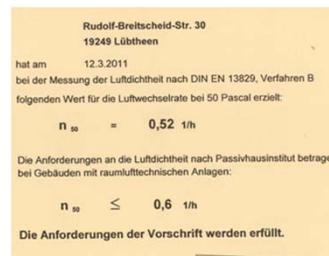
2. FORSCHUNG und ENTWICKLUNG

- 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

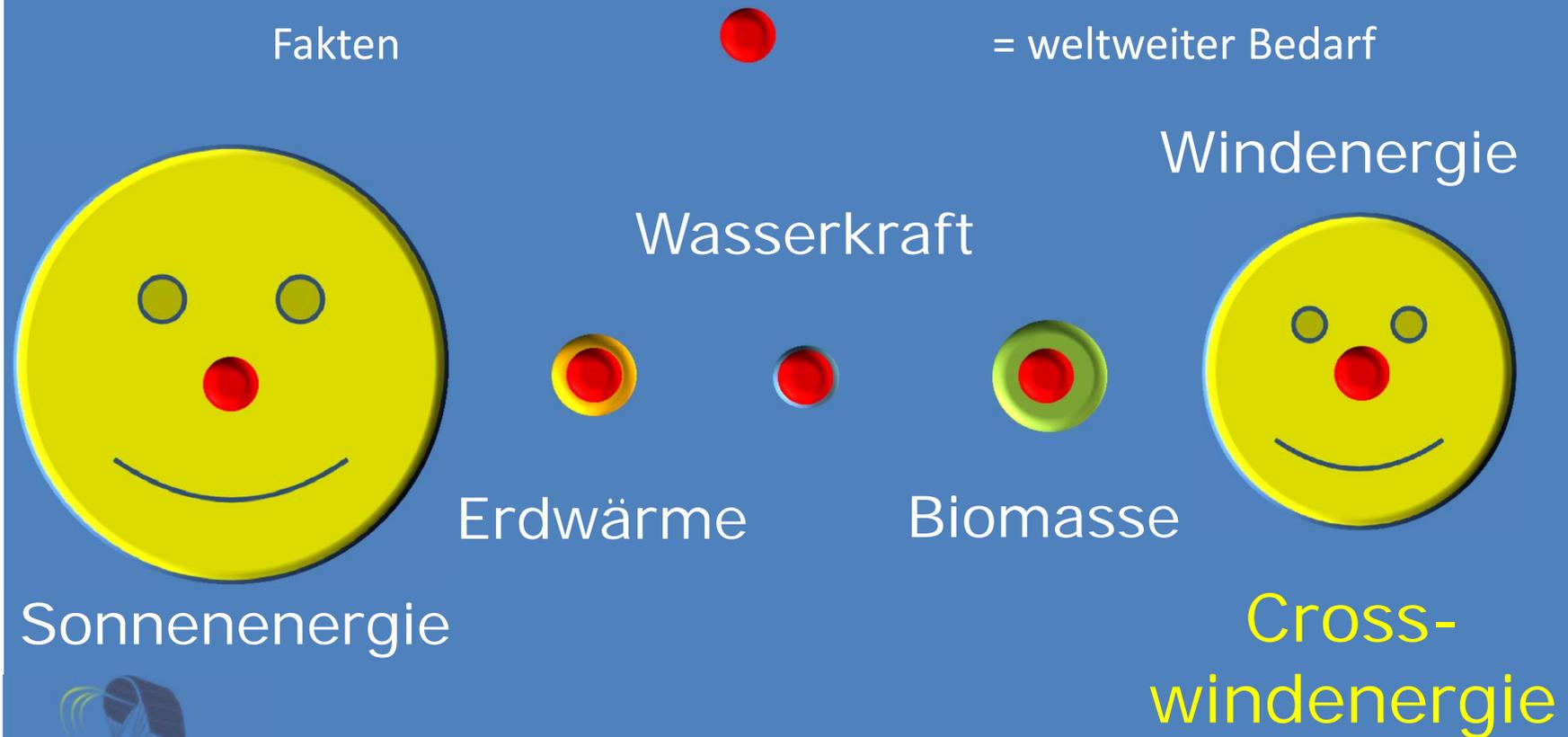
Erneuerbare Energie günstiger
als fossile Brennstoffträger



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

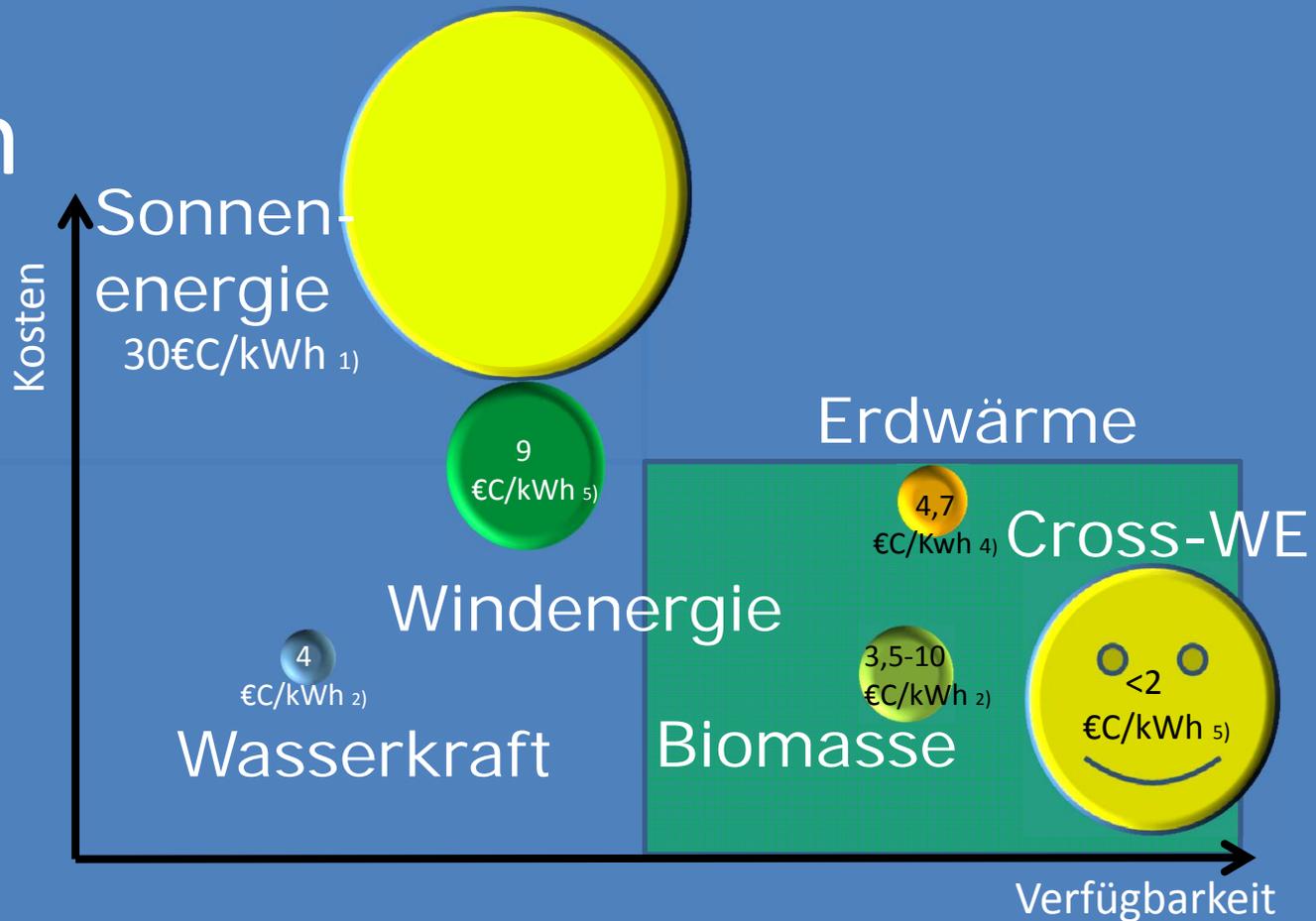


Quelle: <http://www.unendlich-viel-energie.de/index.php?id=265>

Urheberrechte bei
NTS, Uwe Ahrens

Regenerative Energiequellen im Vergleich: Verfügbarkeit und Kosten

Fakten



1) Handelsblatt 2) www.nachwachsenderohstoffe.de 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 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

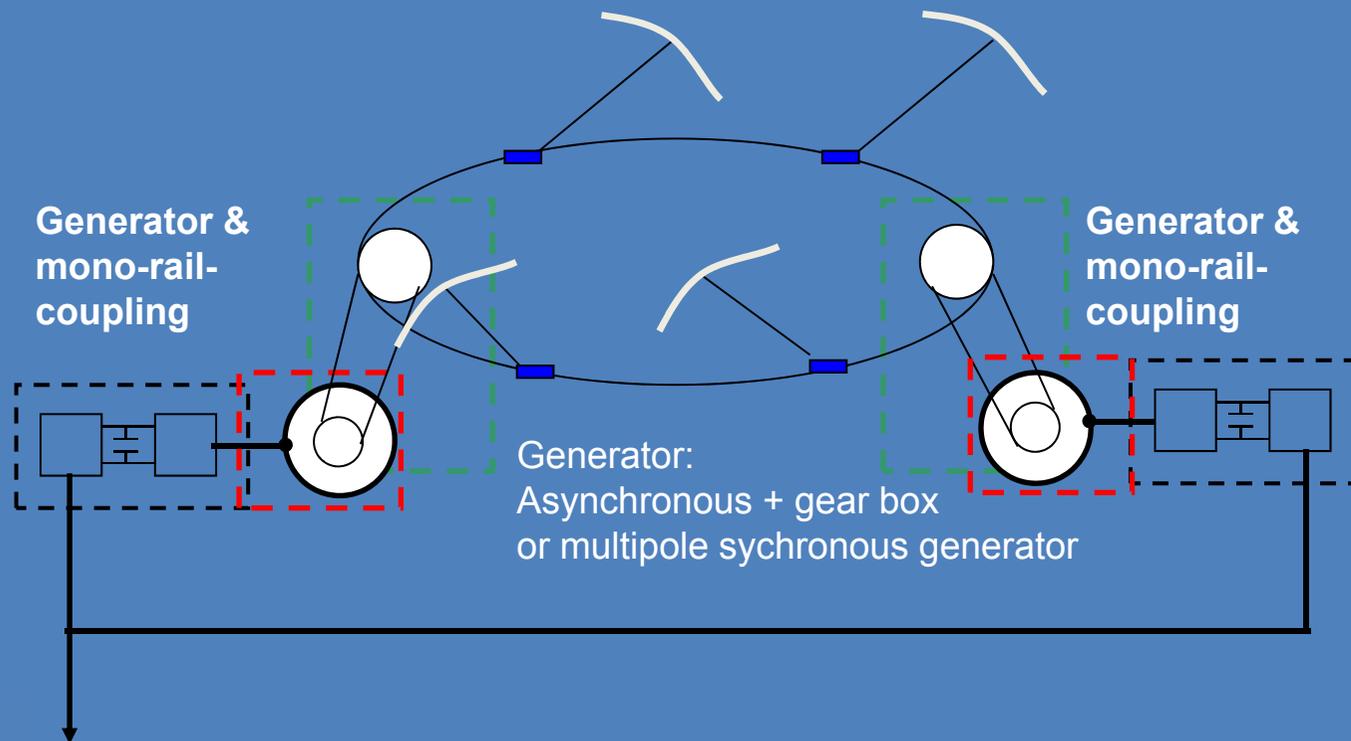
Merkmale

- 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

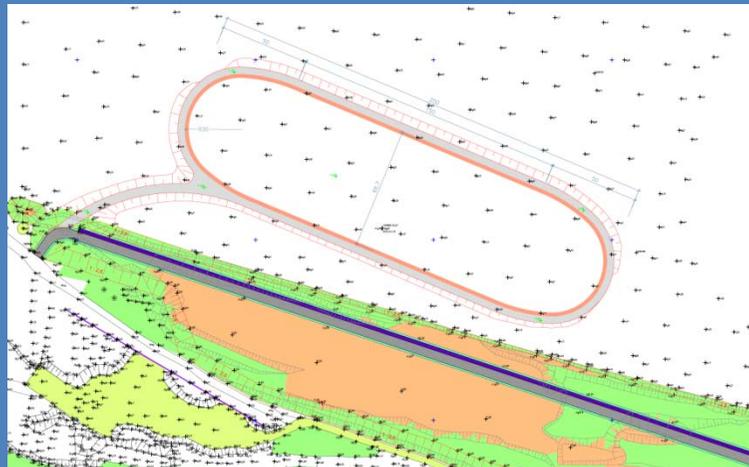


2 MW WKA produziert ca. 4 GWh/a
120 GWh/a = 30 WKA
Areal: ca. 3,0 x 1,2 km
Investitionen > 65 Mil Euro



Urheberrechte bei
NTS, Uwe Ahrens

Stand der Entwicklung



Erstflug eines 20qm Drachens mit einer getesteten Zugkraft $> 3500\text{ N}$ bei einer Windgeschwindigkeit von nur $3\text{-}4\text{ m/Sek}$ (ca. $10\text{-}15\text{ km/h}$) 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.

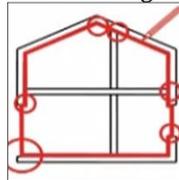
Die Bausubstanz ist dringend sanierungsbedürftig, konstruktiv sowie energetisch. Das Dach vom Schulgebäude wurde zwischenzeitlich schon provisorisch statisch „ertüchtigt“.



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.**



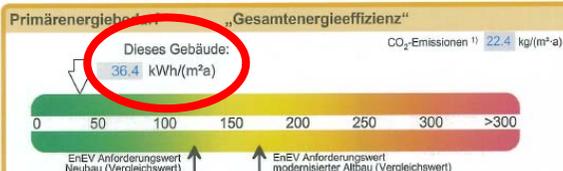
Schule

Sporthalle

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes 2



Anforderungen gemäß EnEV ²⁾
 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 ¹⁾	Kühlung einschl. Beleuchtung	Gebäude insgesamt
Strom-Mix	11.8	---	13.9	7.1	---	32.8
Erdgas H	---	---	---	---	---	---

[kWh/(m²a)]	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung ¹⁾	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 m²
 Bruttogrundfläche (BGF): 1.089,78 m²
 Bruttorauminhalt (BRI): 4.018,57 m³

Schule . nach Sanierung:

Primärenergiebedarf: 36.4 kWh/(m²a)
 absoluter Endenergiebedarf: 32.878 kWh/a
 Absoluter CO₂-Ausstoß: 22.456 kg/a

Sporthalle . Bestand

Nettogrundfläche (NGF): 631,17 m²
 Bruttogrundfläche (BGF): 699,35 m²
 Bruttorauminhalt (BRI): 3.759,72 m³

Sporthalle . nach Sanierung:

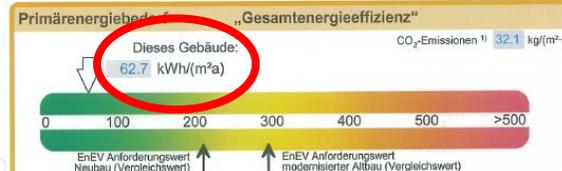
Primärenergiebedarf: 62.7 kWh/(m²a)
 absoluter Endenergiebedarf: 45.890 kWh/a
 Absoluter CO₂-Ausstoß: 25.283 kg/a

+ ca. 25.000 kWh/a

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes 2



Anforderungen gemäß EnEV ²⁾
 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 ¹⁾	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 ¹⁾	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 CO₂- 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 ^{*1} Berechnung nach EnEV 2007	aktuelle Messwerte ^{*2 *3}
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 ^{*4}	0,00 €/a ^{*5}	0,00 €/a ^{*5}
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 ^{*4}	3.495,00 €/a ^{*6}	1.190,00 €/a ^{*6}
Ertrag Photovoltaikanlage			
Dach		-952,47 €/a	-952,47 €/a
Fassade		-7,20 €/a	-7,20 €/a
Summe:	25.040,00 €/a^{*4}	2.535,33 €/a^{*6}	230,33 €/a^{*6}

Da die Energieversorgung (Wärme und Strom) ausschließlich aus regenerativen Quellen (z. B. Erdwärme, Solarenergie, "Grüner Strom") erfolgt, wird kein fossiles Kohlendioxid (CO₂) an die Atmosphäre abgegeben.

Zum Zustand vor der Sanierung beträgt die

Einsparung an CO₂: ca. 116 t / a

*1 nach Sanierung und Erweiterung um das Staffelgeschoss

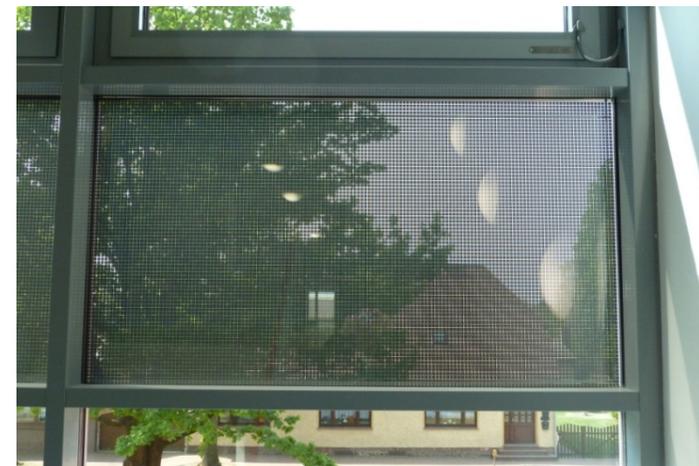
*2 nach 18 Monaten im Betrieb

*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 !