



Veranstaltung: Webinar Pro Passivhaus

Referent: Dipl.- Ing. Jörg Linnig - Ingenieurbüro EUKON, Krefeld

Termin / Ort: 02.05.2024







Unsere Leistungen:

- Energiekonzepte
- Planung TGA alle Leistungsphasen
- Thermische Bauphysik
- Baubegleitende Qualitätssicherung

Besondere Leistungen:

- Planung solare Großanlagen
- Passivhäuser
- Sonnenhäuser
- Anlagensimulation
- Forschung & Entwicklung



Innovative Energiekonzepte und Gebäudetechnik aus Krefeld – seit 1992



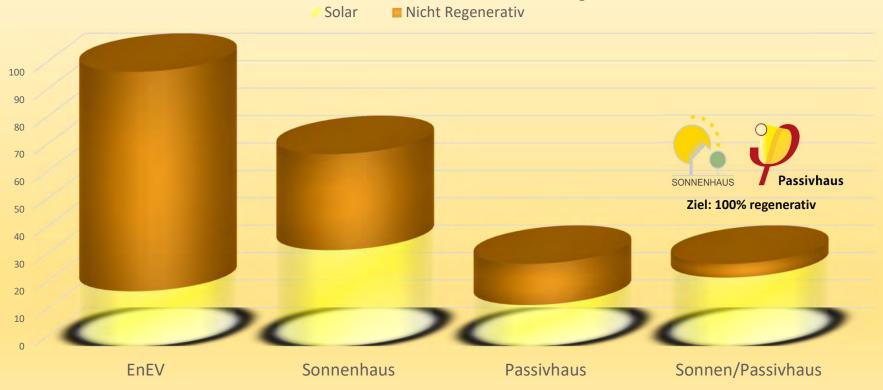
Wettstreit der Technologien





Gleiche Ziele - unterschiedliche Ansätze

Unterschiedliche Standards mit unterschiedlichen solaren Deckungsanteilen





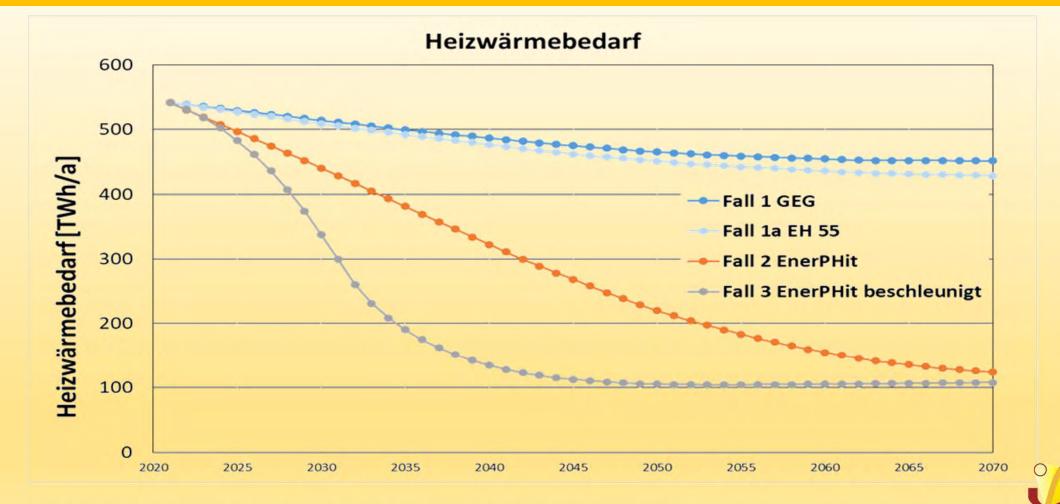
Gedanken zu den aktuellen Buzzword's und Solagan's

- Klimaneutral
- 65% Regenerativ
- Höchstgradig Energieautark
- Sektorkopplung
- SmartWas auch immer?

Ketzerische betrachtet: Viele Begiffe, die sich irgendwie gut anhören, jeder anders versteht, und wenig bis nichts aussagen



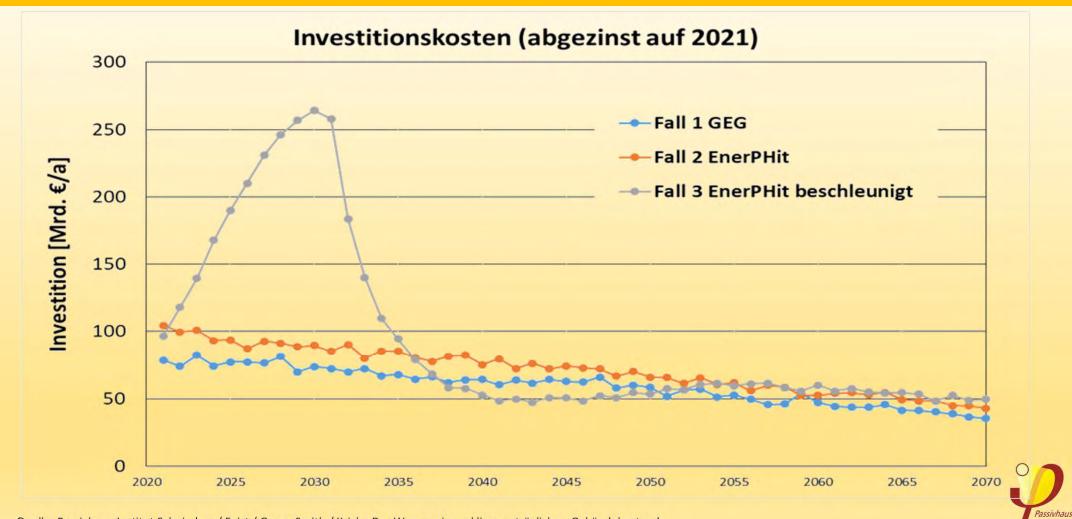
NUTZWÄRME HEIZUNG



Quelle: Passivhaus-Institut Schnieders / Feist / Grove-Smith / Krick - Der Weg zu einem klimaverträglichen Gebäudebestand



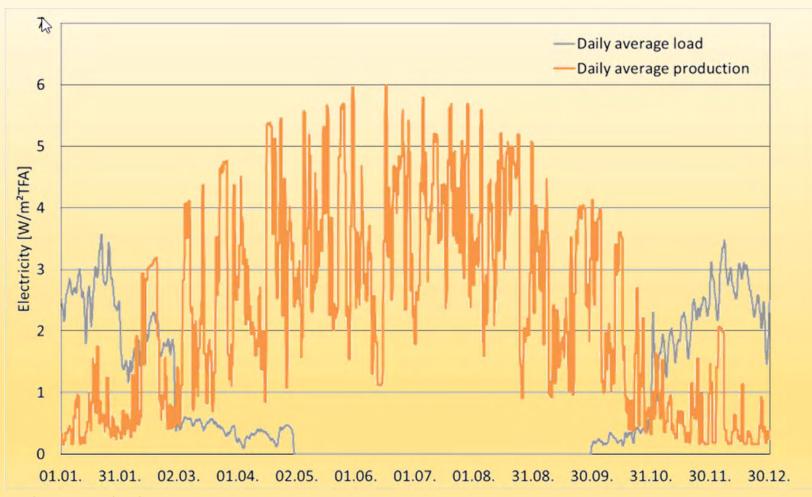
INVESTITION



Quelle: Passivhaus-Institut Schnieders / Feist / Grove-Smith / Krick - Der Weg zu einem klimaverträglichen Gebäudebestand



WAS IST KLIMANEUTRAL?



Beispiel: nur Heizung
PV-Anlage
ausreichend groß
für Autarkie mit
Saisonspeicher

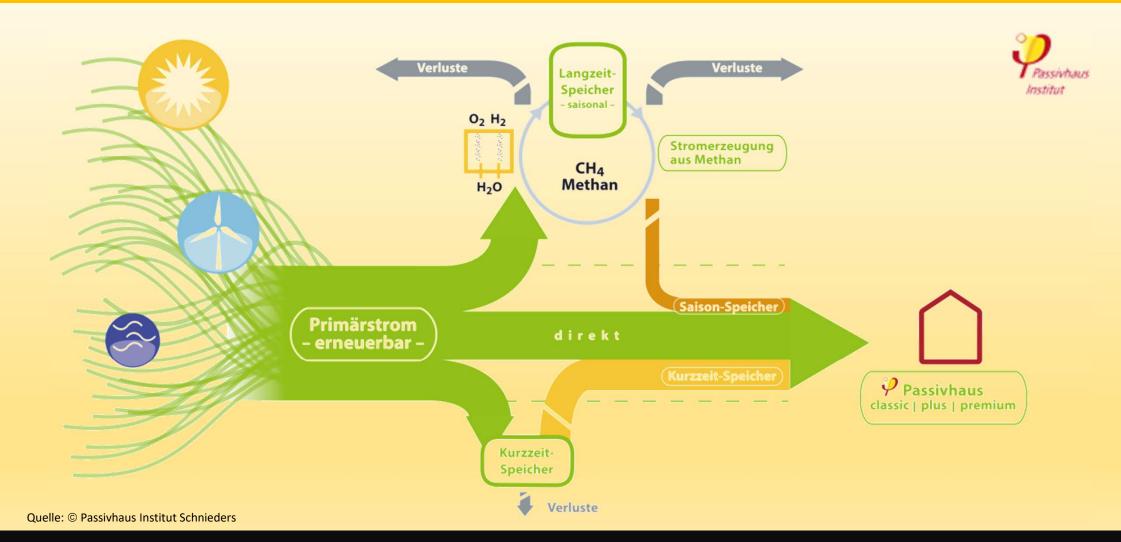




Quelle: © Passivhaus Institut Schnieders

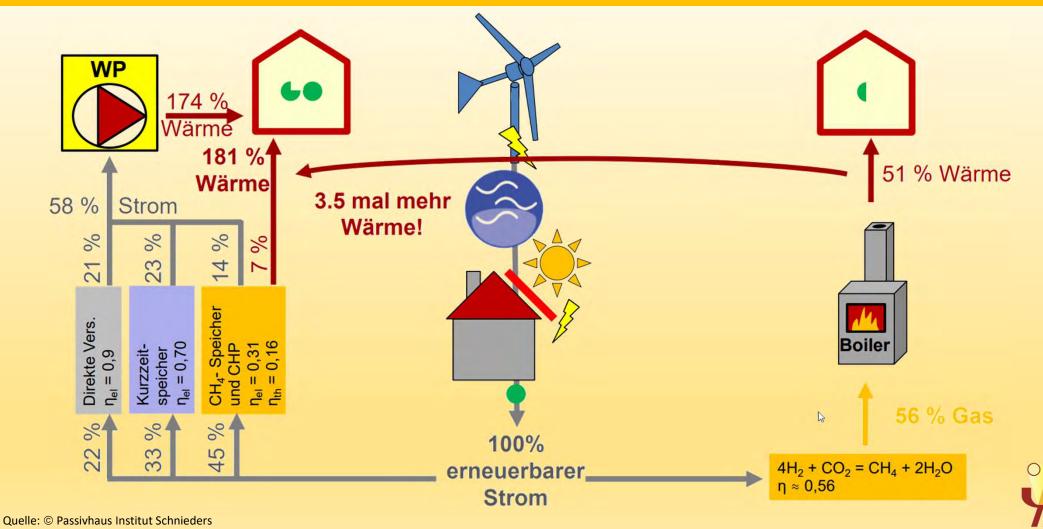


PER - PRIMÄRENERGIE RENEWABLE





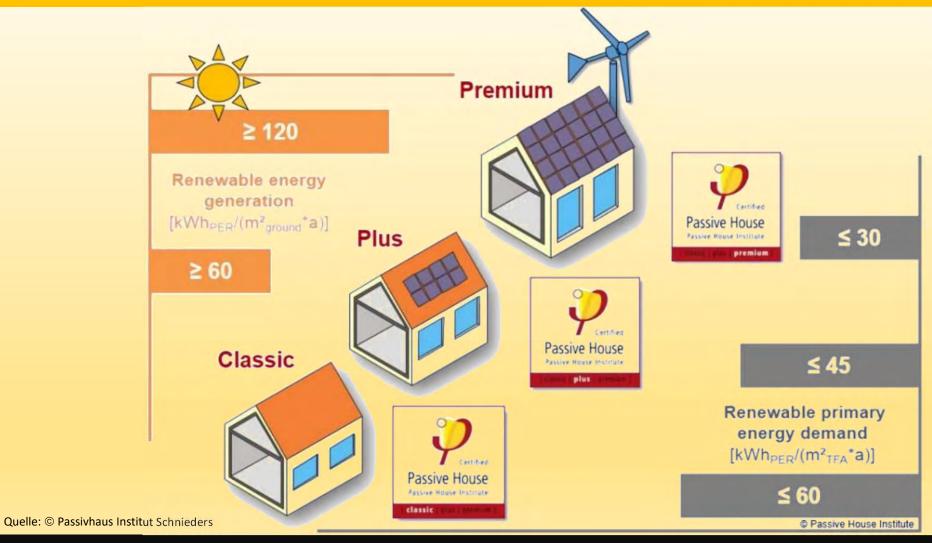
PER - PRIMÄRENERGIE RENEWABLE



Passivhaus



PER - PRIMÄRENERGIE RENEWABLE





Grundidee des Sonnenhauses



Quelle: Sonnenhausinstitut

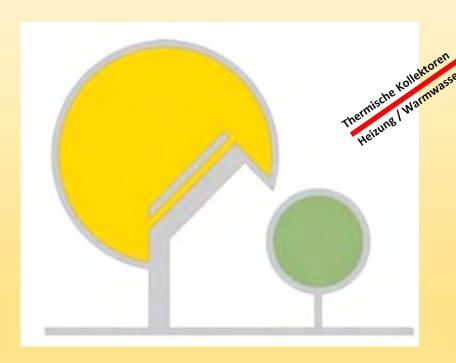
Sonnenhaus

Heizen mit
Sonnenenergie
Thermische Kollektoren
erwärmen Wasser, mit
dem geheizt und
Warmwasser erzeugt
wird.

Der Restwärmebedarf kann durch Holz gedeckt werden



Aufgabenstellungen im Sonnenhaus

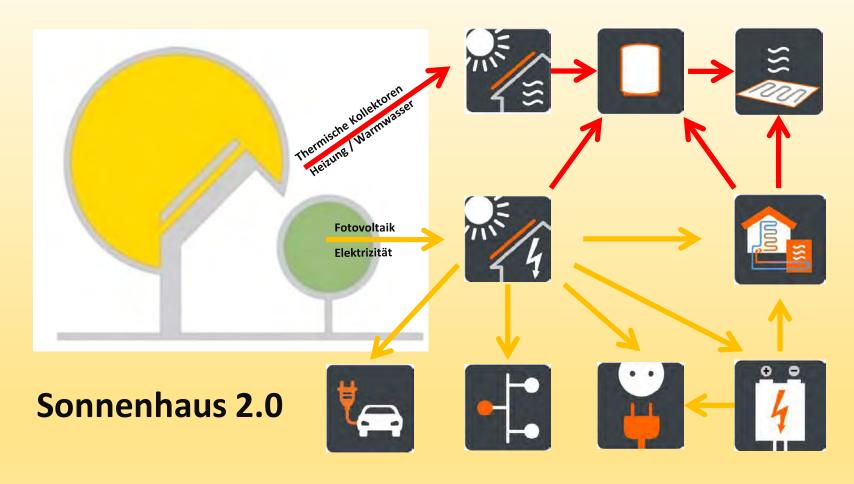




Quelle: Sonnenhausinstitut, ReWATech – Andreas Nitsch



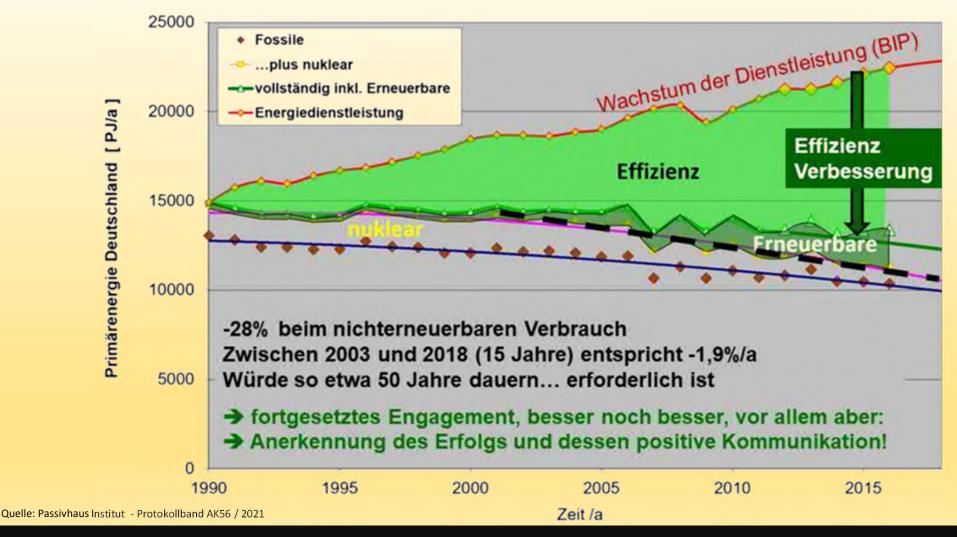
Erweiterte Aufgabenstellungen im Sonnenhaus



Quelle: Sonnenhausinstitut, ReWaTech – Andreas Nitsch



Erfolg der Energiewende in Deutschland







PROGNOSE UND WIRKLICHKEIT AM BEISPIEL: EINFAMILIENHAUS BERLIN (VORZEIGEPROJEKT DER BUNDESREGIERUNG)

Energieverbrauch + 77 % Solarerträge

tatsächlich 12.400 kWh tatsächlich 13.306 kWh/a

Prognose 6.992 kWh Prognose 16.625 kWh/a

Überschuss -91 %

tatsächlich 906 kWh Prognose 9633 kWh



Quelle: Georg Dasch ARCHITEKT



PROGNOSE UND WIRKLICHKEIT AM BEISPIEL: EINFAMILIENHAUS SCHLAGMANN-BAYWA

Stromverbrauch inkl. Hilfsenergie -15%

tatsächlich Ø 4.045 kWh Prognose 4.750 kWh

Heizwärmeverbrauch + 29 % (+1,5%)

tatsächlich
Ø 7.927 kWh

Ø 6.225 kWh bereinigt)

Prognose 6.147 kWh

Solarerträge (PV) + 1%

> tatsächlich Ø 10.370 kWh/a

Prognose 10.230 kWh/a Überschuss (PV) + 1%

> tatsächlich Ø 3.267 kWh/a

Prognose 3.230 kWh/a



EFFHP Berlin
Endenergie nach ENEV 8400 kWh/a
EFFHP Burghausen
Endenergie nach ENEV 1554 kWh/a
Unterschreitung 81,5 %



EINE KURZE GESCHICHTE DER HEIZUNGSTECHNIK

Ein wichtiger Meilen in der Menschengeschichte war Möglichkeit, das Feuer zu beherrschen.

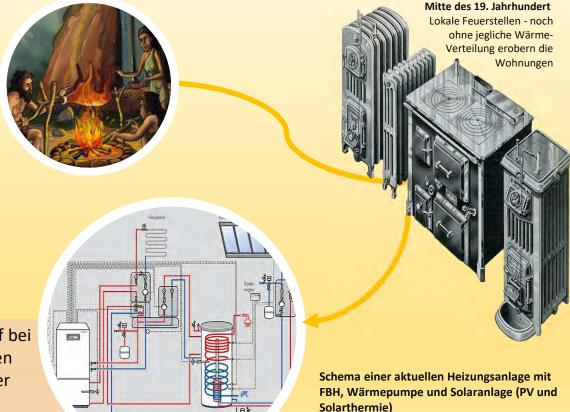
So wurde zunächst das offene Feuer, das Lagerfeuer genutzt.

Später wurde das Feuer über entsprechend Öfen in die Gebäude gebracht.

Die erste Warmwasser-/ Dampfheizung wurde 1716 erfunden. Eine umfänglicher Verbreitung begann aber erst Mitte des 18. Jahrhundert.

Die Pumpenwarmwasserheizung, so wie wir Sie heute kennen, wurde ab ca. 1960 eingeführt.

Bei der Verbrennung von Holz, Torf oder Kohle wird der Brennstoff bei einer Flammentemperatur von über **1000°C** verbrannt, um z.B. den Wärmeverlust des menschlichen Körpers (**37°C**) auszugleichen oder Speisen zuzubereiten.





AKTUELLE HEIZUNGSTECHNIK

Das Grundprinzip der Heizungstechnik wird seit dem 18. Jahrhundert weitestgehend unverändert umgesetzt, entspricht aber den Anforderungen zur sinnvollen Nutzung erneuerbarer Energien!

Im Zuge knapper werdender Ressourcen werden in den letzten Jahren zunehmend Energieträger eingesetzt, die auf erneuerbaren Energien basieren. Dies haben den Nachteil, dass die Verfügbarkeit fluktuieren und saisonal schwankend sind. Zudem ist der Anteil an Anergie gegenüber der Exergie deutlich höher.

Die grundsätzliche Art und Weise, wie wir unsere Gebäude beheizen, basiert trotz aller Errungenschaften und Entwicklungen aber immer noch auf der gleichen Philosophie:

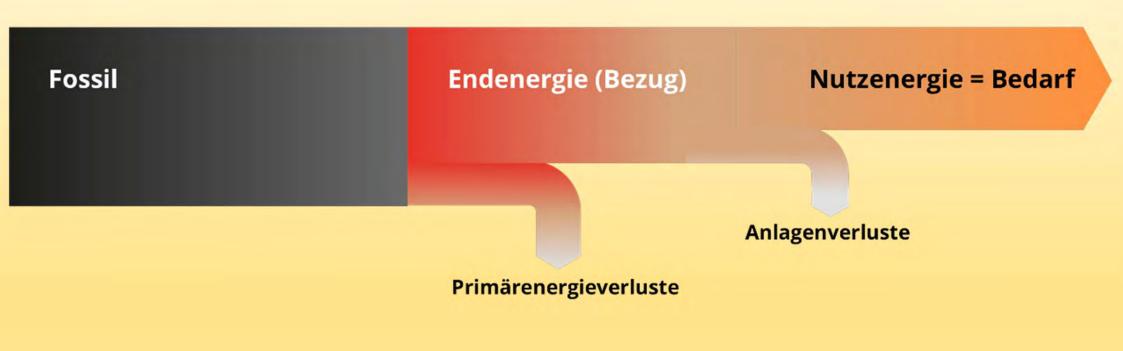
Eine heiße Wärmequelle (Flamme > 1000°C) auf das Nutzenniveau herunterzumischen.

Wärmeerzeuger, wie z.B. die Wärmepumpe, werden heute so betrieben, dass die maximal benötigte Temperatur in jedem Falle erreicht wird, z.B. wegen der Legionellen 65°C für die Warmwasserbereitung in einem Mehrfamilienhaus. Andere Abnehmer mit geringerem Temperaturbedarf werden dann auf deren Nutzungsniveau (z.B. 35°für die Fußbodenheizung) heruntergemischt.

Das ist absolut Kontraeffektiv!

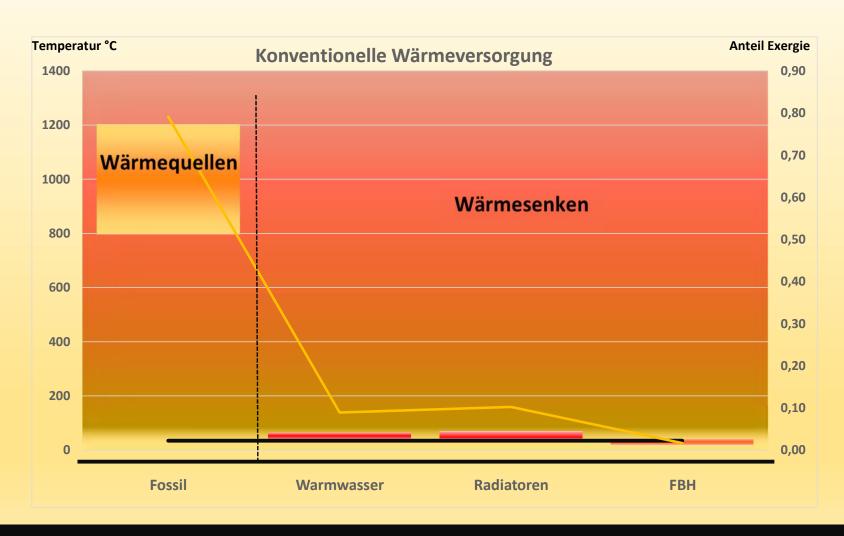


ENERGIEKONZEPTE: WIE WIR BISHER HEIZEN





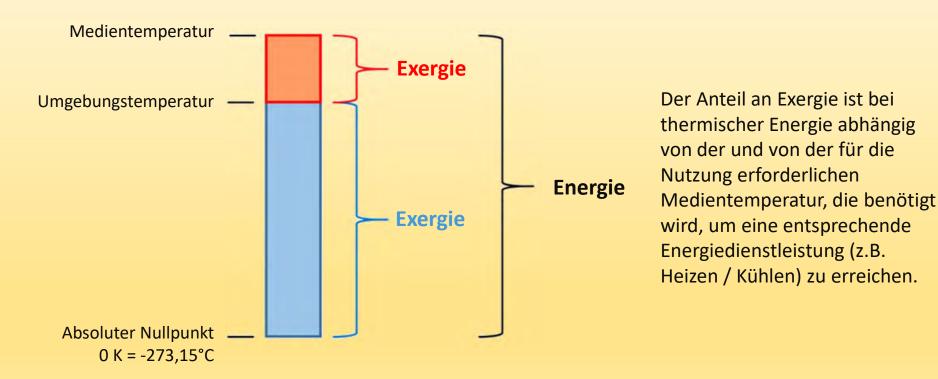
HERKÖMMLICHE ANLAGENTECHNIK





Unsere Planungsphilosophie:

EXERGETISCH OPTIMIERTE ANLAGENPLANUNG



Quelle: Hochschule Luzern; 05/2014; Grundlagen-/Thesenpapier Kalte Fernwärme (Anergienetze)

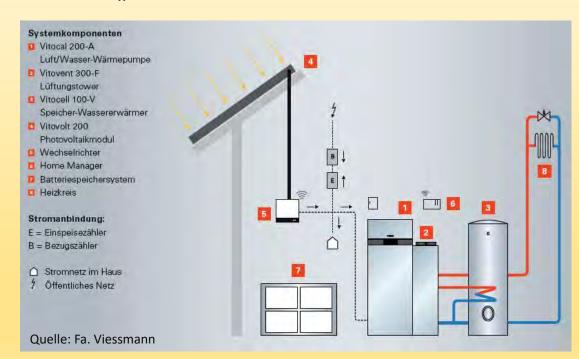


Energiekonzepte

Viele Konzepte werden als "DIE LÖSUNG" schlechthin "verkauft".

Aktuell in Mode ist:

Der Einsatz von großen Fotovoltaikanlagen, deren Strom dann auch zur Wärmeerzeugung durch eine Wärmepumpe genutzt wird.



Kann man machen! Man kann es aber auch besser machen!



HEIZEN MIT EIS?

Energieinhalt von Wasser bei 0°C (273,15 K)

• Eiswasser ca. 909 KJ/kg

• Eis ca. 574 KJ/kg

Darin enthalten sind 335 KJ/kg Schmelzwärme





Erster Hauptsatz der Thermodynamik:

Energie bleibt immer erhalten!

Warum reden wir dann überhaupt über:

- "Energieverbrauch"
- Energiekosten
- Energiesparen etc.







Energiesparen mal anders betrachtet

Was haben Energie und Geld gemeinsam?



Es geht um den Wert, oder besser, um den Nutzen!



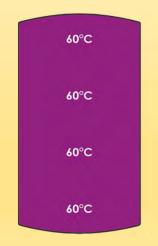




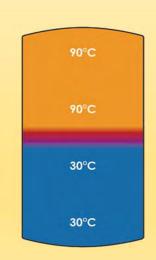
EXERGETISCH OPTIMIERTE ANLAGENTECHNIK

Das Grundprinzip - Wir bringen Ordnung ins System!

- Um regenerative Energie nutzungsorientierter bereitstellen zu können, ist es erforderlich, die Energie hinsichtlich ihres Temperaturniveaus von unten nach oben anzupassen.
- Fehlende Energie nur so wenig wie möglich ergänzen: Anpassung an das geringstmögliche erforderliche Temperaturniveau.
- Trennung von Exergie und Anergie (→ Schichtung)
- Speicherung von höher temperierter Energie (Exergie) in Kurzzeitspeichern
- Speicherung von Energie auf niedrigerem Temperaturniveau (Anergie) in großen saisonalen Speichern



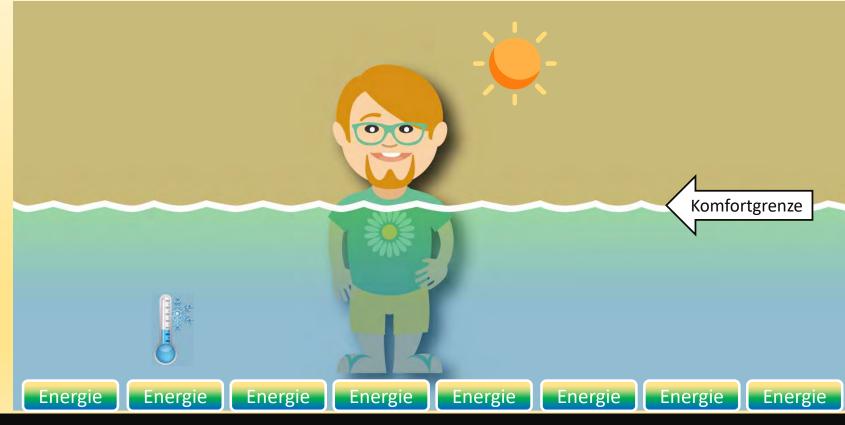






ENERGIE- DIE BASIS FÜR EIN KOMFORTABLES LEBEN

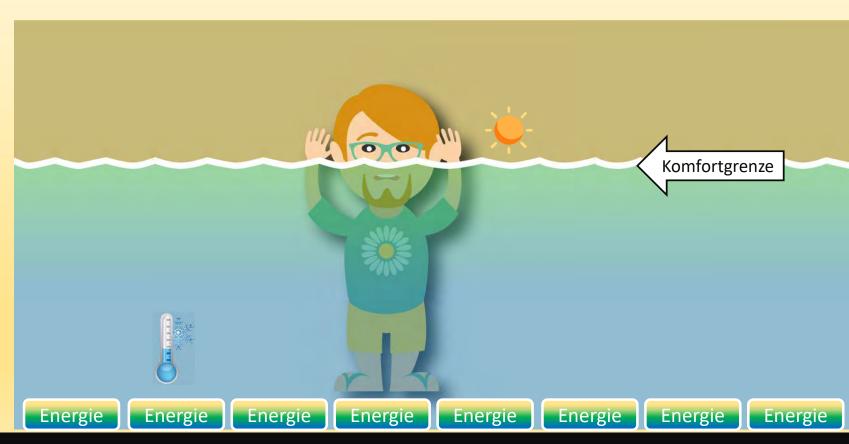
So lange das
Temperaturniveau
der der zugeführten
Energieausreicht,
das wir uns in einem
Komfortbereich
befinden, ist alles
gut.





WENN DER BEDARF STEIGT

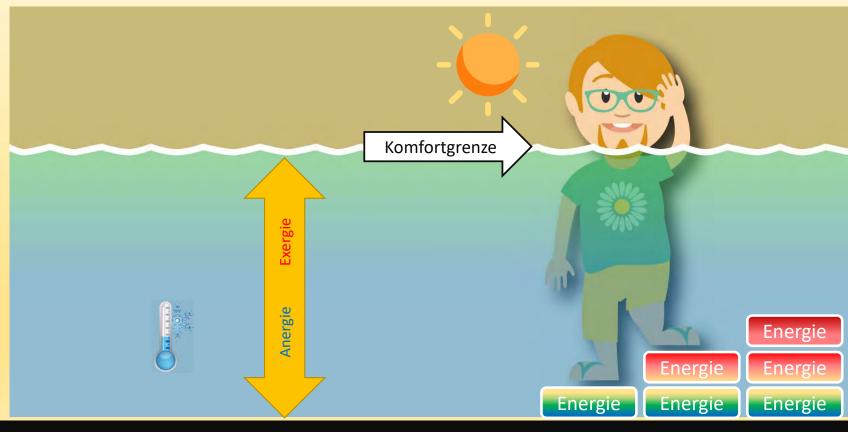
... wird die Komfortzone dünn



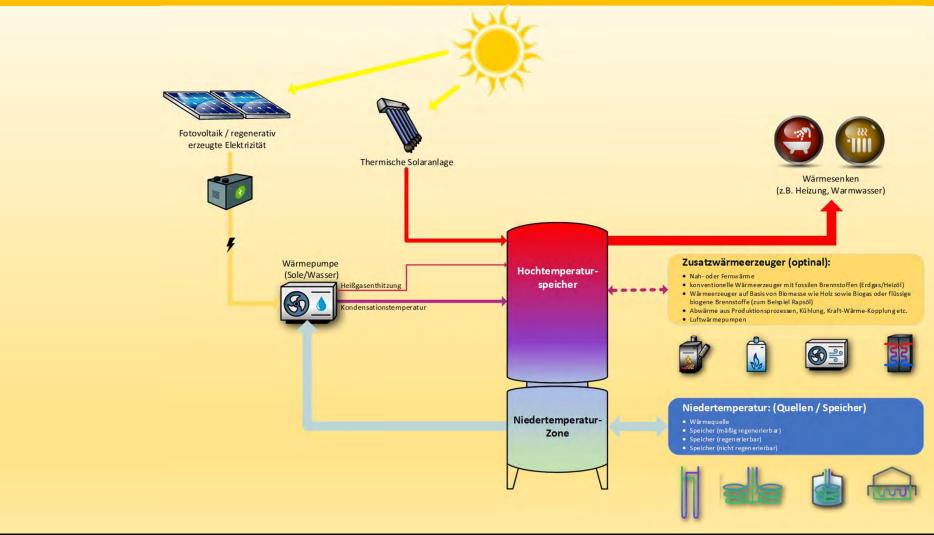


ES SEI DENN ...

... wir können bei gleicher Energiemenge ein höheres Temperaturnievsu nutzen.

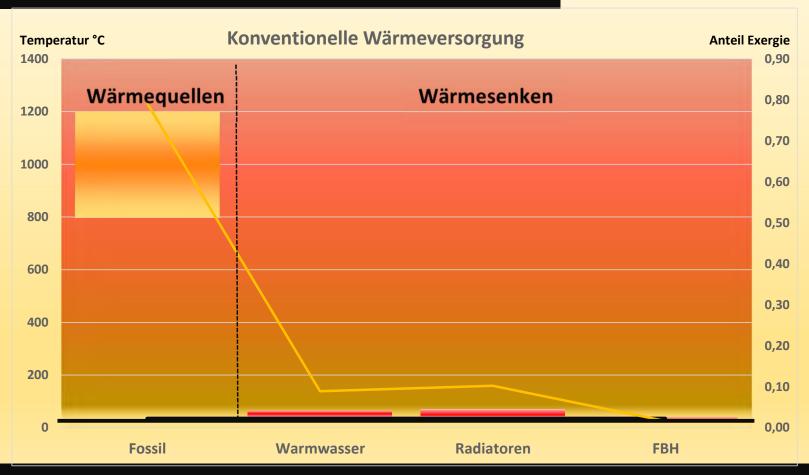






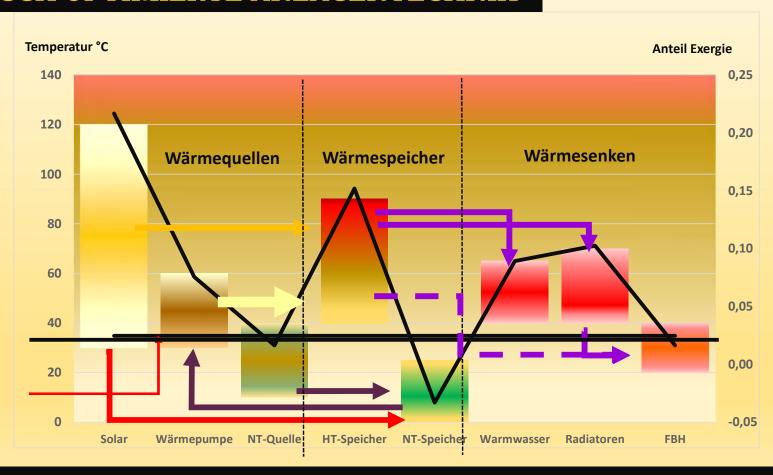


HERKÖMMLICHE ANLAGENTECHNIK



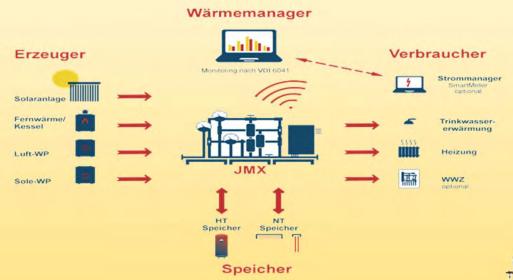


EXERGETISCH OPTIMIERTE ANLAGENTECHNIK





Marktüberblick - Innovative Übergabestationen mit vergleichbar Funktionalität



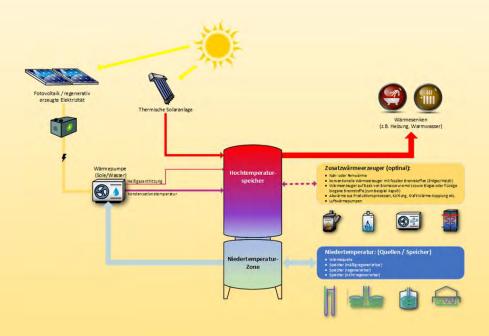
Trotz einer geringeren Funktionalität, gegenüber der SKS sind die zur Zeit auf Mark befindlichen Solar-Wärme-Managementsysteme sehr aufwendig und für große Anlagen überhaupt wirtschaftlich. Eine Verbesserung des COP's ist lediglich durch eine Quellenanhebung erreicht.

- Kosten ca. 20.000 € ab 30 WE
- sehr komplexer Aufbau mit vielen Komponenten





Sonnenhaus-Kompakt-System im Vergleich



Das SKS bietet alle Möglichkeiten für ein Quellen, Erzeuger- und Wärmemangement.

Gegenüber den zur Zeit auf dem Markt befindlichen konventionellen Systemen wird durch die exergetische Optimierung der Nutzen des Gesamtsystems nochmals deutlich verbessert.

Das Modular aufgebaute Gesamtsystem ist so skalierbar, dass es von einer Kleinanlage bis zu einer Großanlage im Baukastensystem ausgebaut werden kann.

Durch die das SKS sind auch bei kleineren Kollektorflächen und vergleichsweise kleiner Speichern höher Deckungsraten möglich.

Daher der Begriff "Sonnenhaus-Kompakt-System"

- Kosten ca. 2.000 € ab 1 WE
- einfach Aufbau mit wenigen Komponenten
- Erhöhung des COP's der Wärmepumpe durch Quellenanhebung und Temperaturbooster durch die thermischen Kollektoranlage



Vorteile Sonnenhaus-Kompaktsystem

Feauture / Kriterium	Konventionell	Sonnenhaus-Kompaktsystem (SKS)		
Art der Speicherbeladung	Vorwärmsystem von unten mit geringer Temperarturdifferenez	Zieltemperaturregelung von oben nach unten mit großer Temperatur		
Durchflusssteuerung im Solarkreis	Highflow ggf. angepasst an Temperatudifferenz	Low-Flow angepasst an Strahlungsangebot		
Schichtung im Speicher	sehr gering	sehr hoch		
solare Deckungsgrad	geringer	höher		
Solarertrag	evt. höher	evt. niedriger		
Solarnutzen	geringer	höher		
Stagnation	bei größeren Anlagen problematisch	kann verhindert werden		
Zusammenspiel mit Wärmepumpe	Solarthermie und Wärmepumpe konkurieren im Bereich der Niedertmperatur. Dies führt zu einen geringen Gesamtnutzen.	Sehr gut! Solarthermie und Wärmepumpe ergänzen und unterstützen sich		
Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe	üblich bis niedrig	maximal je nach Anwendung		
Nutzung der Solarthermie bei geringem Strahlungsanbeot	In der Regel nicht nutzbar	Nutzbar durch Anhebung der Quellentemperatur der Wärmepumpe und/oder Speicherung im Anergiespeicher		
Gesamtnutzen (Systemarbeitzahl)	niedriger	deutlich höher (ca. doppelt so hoch)		
Netzdienlichkeit	geringer	sehr hoch		
Resillinez / Unabhängigkeit von externer Energieversorgung	mäßig	sehr hoch		
Energiepreissicherheit	mäßig	sehr hoch		
Felxibiltät und Anwendungsmöglichkeit	geringer	sehr hoch		
Inovationsgrad	Old School - Das haben wir schon immer so gemacht	Innovativ und an die Anfoderungen Regenerativer Energie angepasst!		
Gesamtkosten	vergleichbar			

Maximale Nutzung aller nutzbarer Potentiale



Exergetisch optimierte Anlagenplanung







KLIMASCHUTZSIEDLUNG IBBENBÜREN





MOTIVATION UND ZIELE

ENTWICKLUNG EINES ENERGIEKONZEPTES MIT HOHER RESILIENZ

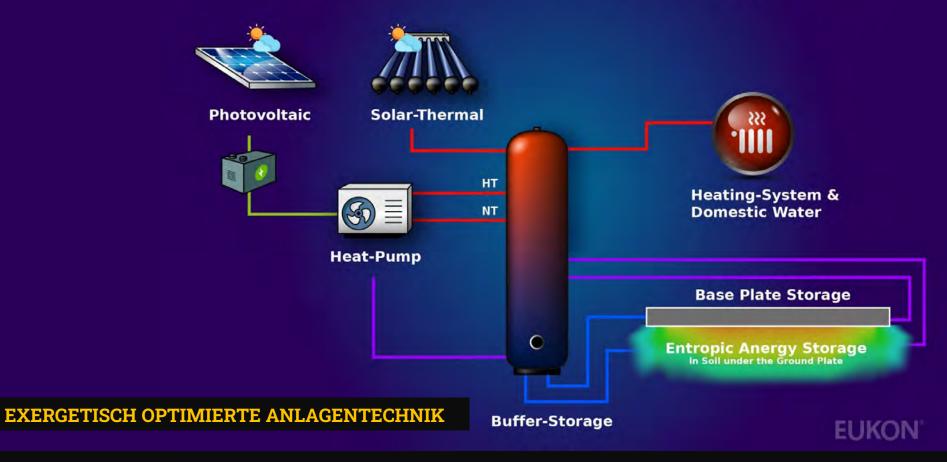
Wunsch / Herausforderung	Lösung
Geringer Heizwärmebedarf	Passivhaus-Plus Standard
Hoher Anteil an solarer Deckung	Sonnenhaus-Standard
Flächeneffiziente Solarnutzung	Fotovoltaik + Solarthermie
Nutzung der Restwärme	Bauteilaktivierung
Saisonale Speicherung der solaren Überschusswärme	Anergiespeicher
Hohe Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe / Hohe solare Deckung	Exergetisch optimierte Anlagenplanung







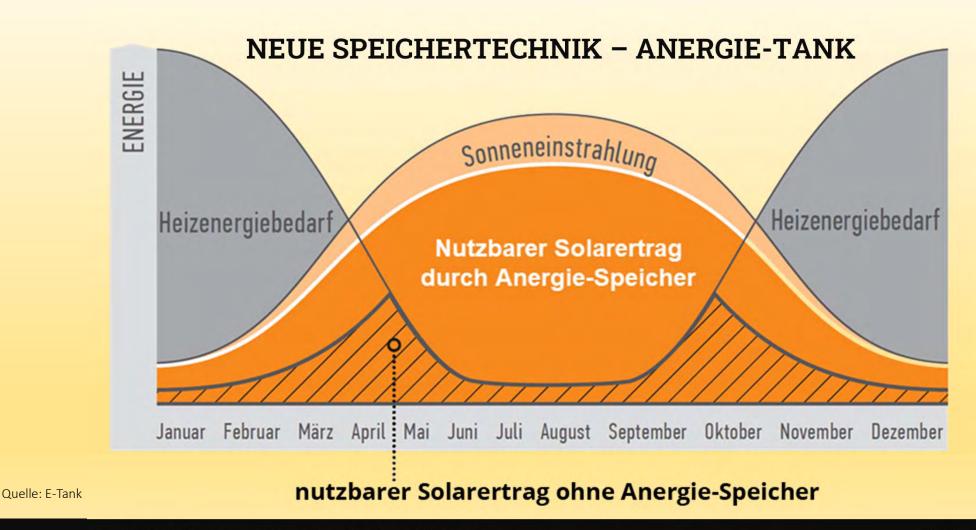
Combination of Solar & Entropic Anergy Storage













49709797979

- Speicherung von solarem Überschuss im Sommer → Saisonale Speicherung
- Warmes Erdreich als Wärmequelle → verbesserte Arbeitszahl Wärmepumpe
- Warme Bodenplatte → Reduktion der Wärmeverluste gegen Erdreich:
 - Entschärfung der Wärmebrücken
 - Perimeterdämmung unter der Bodenplatte wird hinfällig
- Flexible Betriebsweise z.B. durch Laden in der Bodenplatte und Entladen im Erdreich

ANERGIETANK



ANERGIESPEICHER

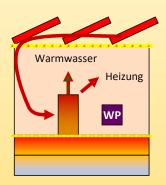




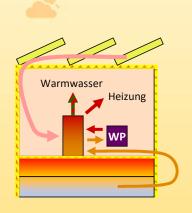


BEHEIZUNGS- UND SPEICHERKONZEPT

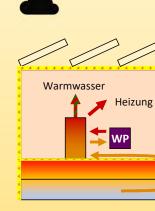




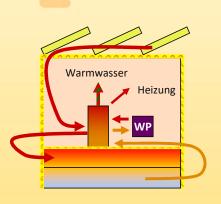
Heizen und Warmwasser bei ausreichendem Solarertrag



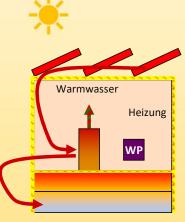
Heizen und Warmwasser mit mäßigem Solarertrag



Heizen und Warmwasser ohne Solarertrag



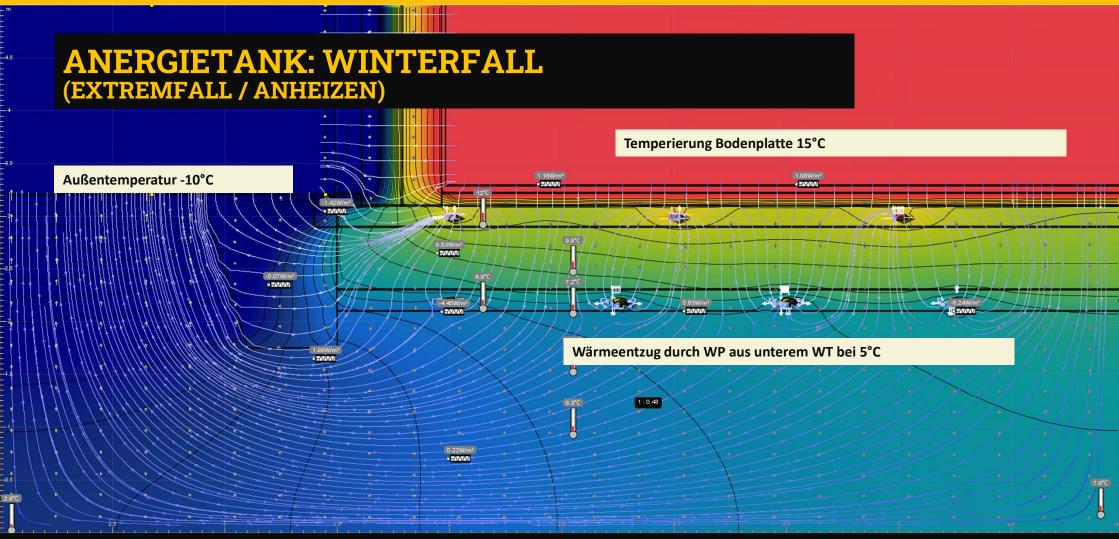
Heizen und Warmwasser ohne ausreichenden Solarertrag (Aktivierung der Bodenplatte)



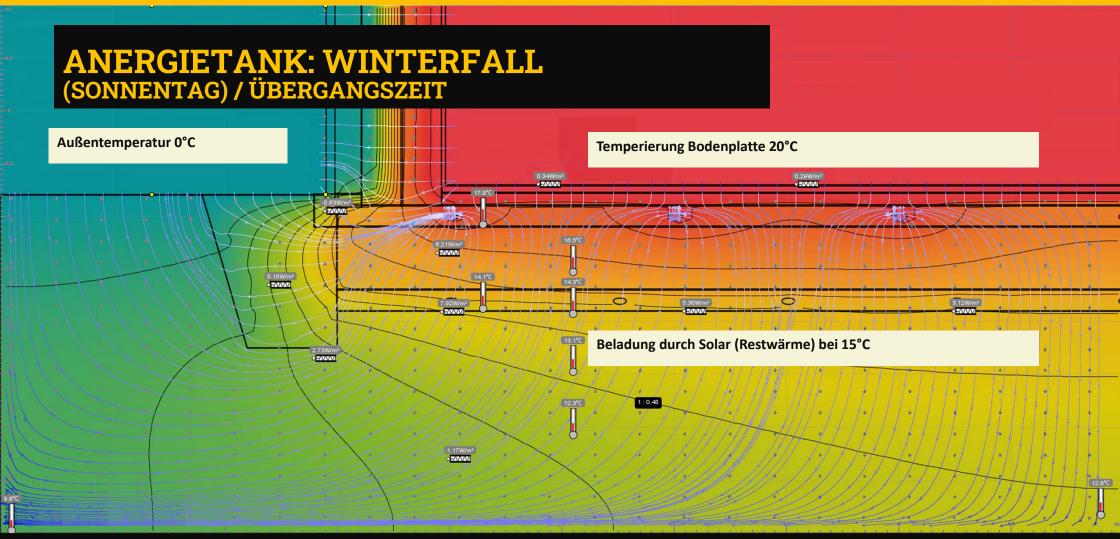
Nur Warmwasser bei solarem Überschuss (Beladung Anergietank)

Die Wärmepumpe wird vorrangig über die Fotovoltaikanlage betrieben.

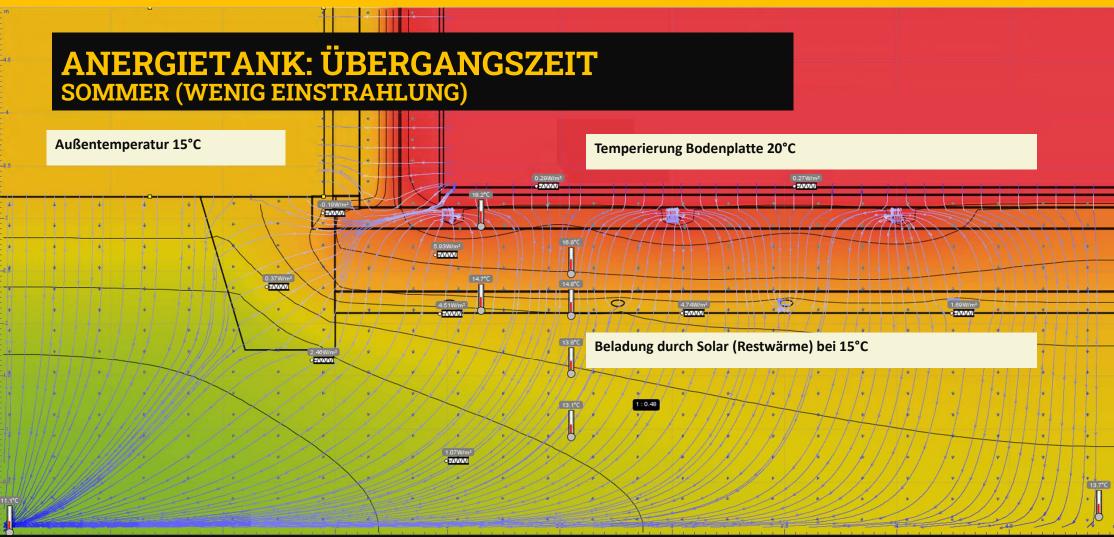




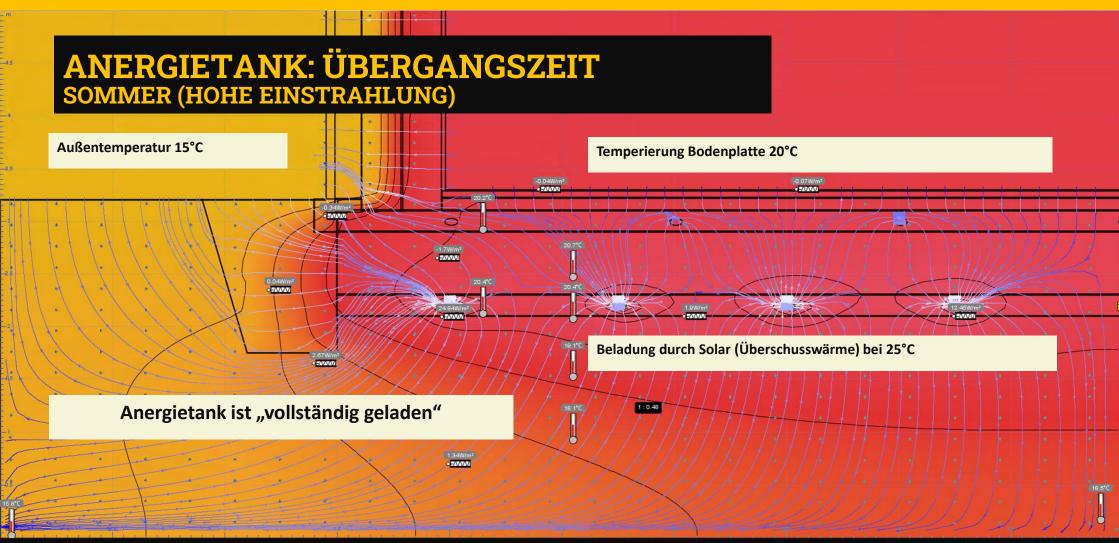








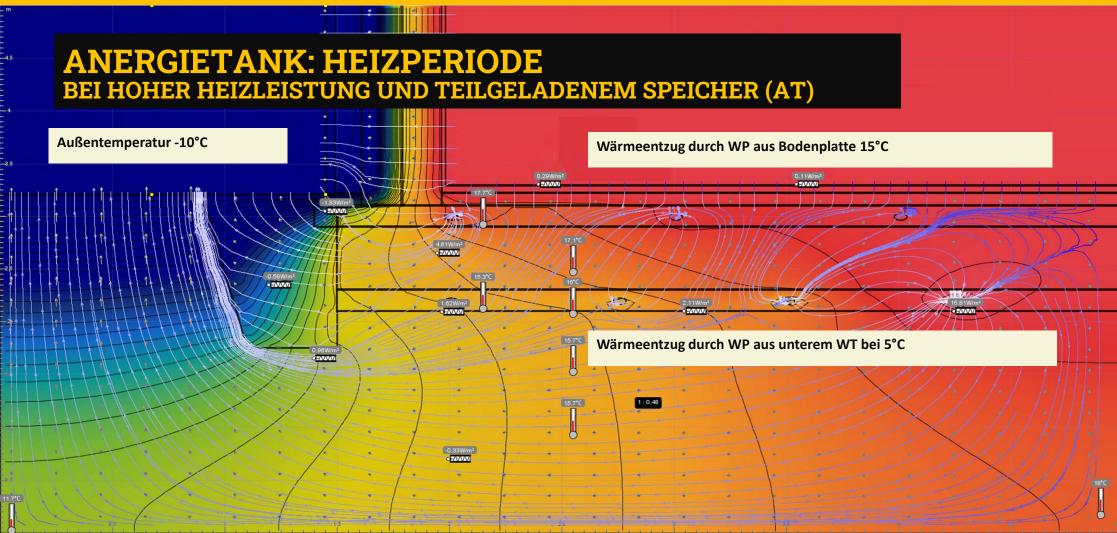






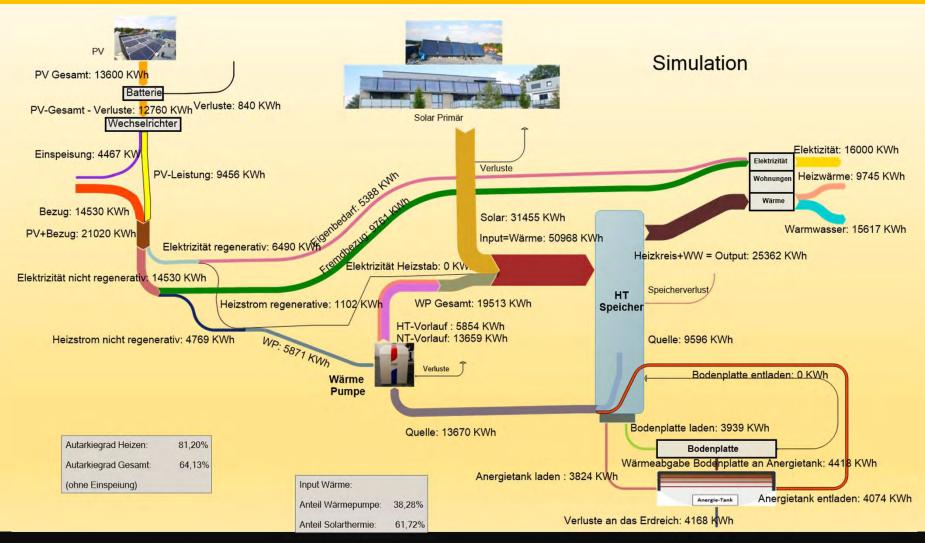
ANERGIETANK: HEIZPERIODE BEI HOHER HEIZLEISTUNG UND TEILGELADENEM SPEICHER (AT) Außentemperatur 0°C **Temperierung Bodenplatte 20°C** Wärmeentzug durch WP aus unterem WT bei 5°C







KLIMASCHUTZSIEDLUNG IBBENBÜREN – ENERGIEBILANZ SIMULATION





SUBSTITUTION VON GRAUER ENERGIE DURCH SONNENERGIE

Eingesparte graue Energie durch die Solaranlage

Stoffdaten	Dichte XPS Energieaufwand XPS	25 kg/m³ 110 MJ/kq³
	Dicke Dämmung	200 mm
Bodenplatte	Fläche der Bodenplatte	400 m²
	Volumen der vermiedenen Dämmung unter der Bodenplatte	80 m³
Dämmschürze	Umfang der Dämmschürze	84 m
	Dämmstärke	120 mm
	Tiefe der Dämmschürze	1.200 mm
	Volumen Dämmschürze	12 m³
	Volumen der eingesparten XPS-Dämmung	68 m³
	Masse der eingesparten XPS-Dämmung	1.699 kg

Vermiedener Energieaufwand	186.926 MJ		
verimedener Energieaurwand	51.928 kWh		
Heizwärme	9.800 KWh/a		
Jahresbedarf Endenergie (nicht regenerativ)	5.000 KWh/a		
Jahre	10,4 a		

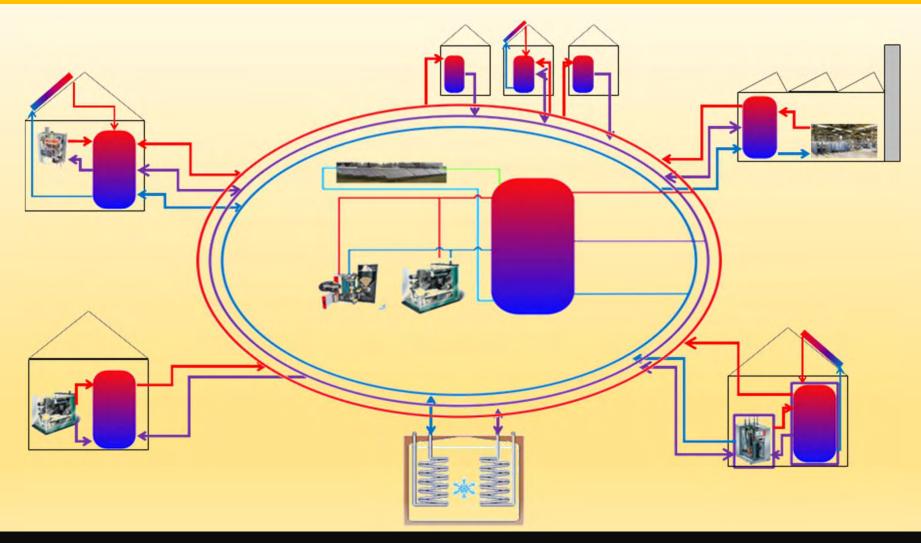


EUKON AUSGEZEICHNET FÜR KLIMASCHUTZSIEDLUNG IBBENBÜREN



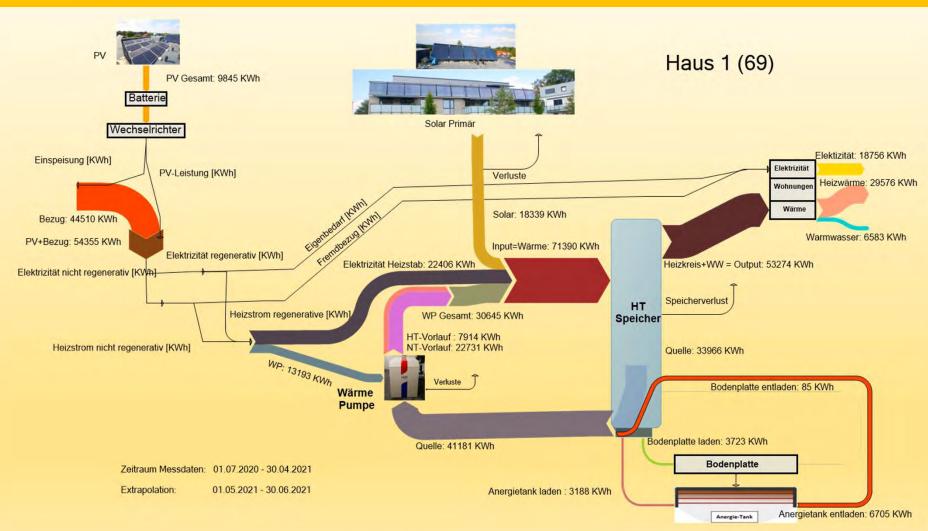


Innovatives Wärmenetz



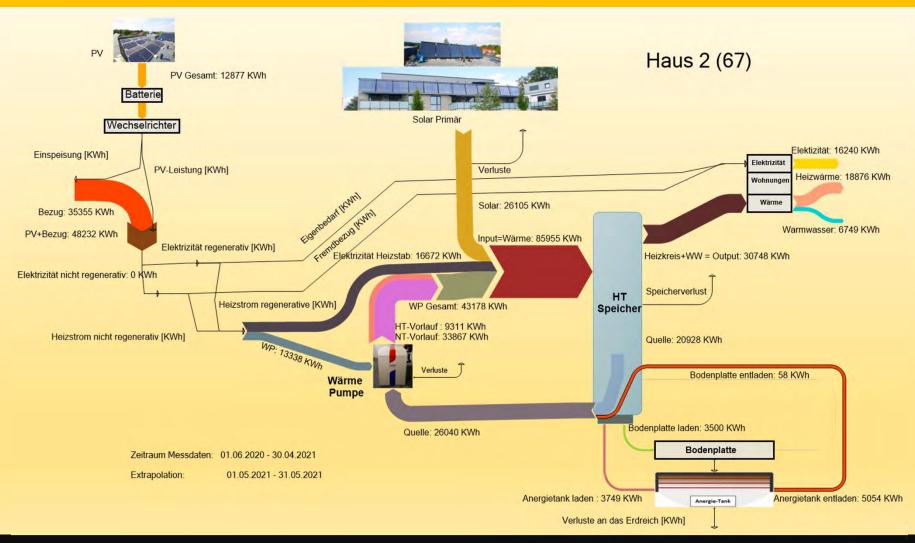


KLIMASCHUTZSIEDLUNG IBBENBÜREN – ENERGIEBILANZ MESSUNG HAUS 1



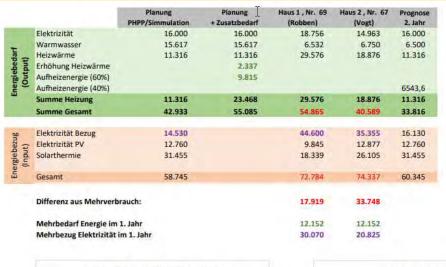


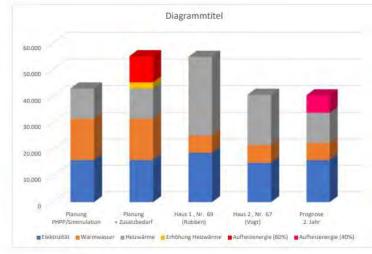
KLIMASCHUTZSIEDLUNG IBBENBÜREN – ENERGIEBILANZ MESSUNG HAUS 2



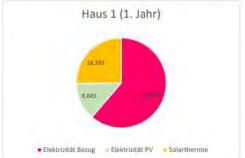


KLIMASCHUTZSIEDLUNG IBBENBÜREN – ENERGIEBILANZ IM VERGLEICH













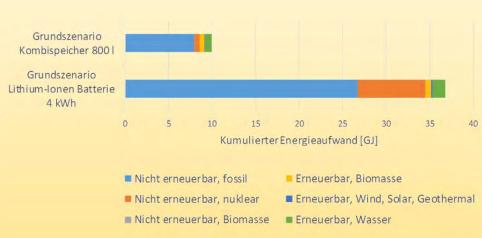
Batteriespeicher versus Wasserspeicher

		Lithium-Ionen	hium-Ionen Wasserspeicher	
		Akkumulatoren	∆t=80 K	∆t=30 K
Volumen	Liter		107 l	286 I
Speicherkapazität	kWh		10	
Verluste	%	20%	8%	15%
Nutzbare Kapazität		8,0	9,2	8,5
Spezifische Kosten	€/KWh	1000		
Spezifische Kosten	€/m³	2.000 -7.000	700	500
Investitionskosten bezogen auf eine installierte Leistung von 10 KWh	€	10.000	752	1.432
Ladezyklen (Bereich)		1.000-5.000	unbegrenzt	
Lebensdauer	Jahre	5 - 20	> 30	
Mittlere Lebensdauer bei 300 Zyklen/Jahr	Jahre	15	30	
Sich hieraus ergebende Ladezyklen		4.500	9.000	
Herstellenergie	GJ	37 10		
Herstellenergie	KWh	10.278 2.778		
Zusätzlich nutzbare regenerative Energie während der Lebensdauer	%	5 - 70		
Zusätzlich nutzbare regenerative Energie während der Lebensdauer	%	40	50	50
Nutzbare Kapazität zur Einsparung innerhalb der Lebensdauer	kWh	18.000	41.400	38.250
Nutzbare regenerative Energie nach Abzug der Herstellenergie	kWh	7.722	38.622	35.472
Kosten pro Zyklus	€	2,22	0,08	0,16
Kosten pro kWh gespeicherter Energie	ct/kWh	27,78	0,91	1,87
Kostenvorteil Wasserspeicher gegenüber Akku bezogen auf Strom direkt			-97%	-93%
Kosten pro kWh nach Abzug der Herstellenergie (netto)	ct/kWh	129,50	1,95	4,04
Kostenvorteil Wasserspeicher gegenüber Akku bezogen auf Strom direkt			-98%	-97%

Bezogen auf Wärme können die Kosten beim Batteriespeicher unter Berücksichtigung, dass die Wärme mit einer Wärmepumpe bereitgestellt werden um eine Jahresarbeitszahl von 3,5 zu erreichen entsprechend reduziert werden.

	JAZ	3,5		
Kosten pro kWh Nutzenergie	ct/kWh	7,94	0,91	1,87
Kostenvorteil Wasserspeicher gegenüber Akku bezogen auf Wärme			-89%	-76%
Kosten pro kWh nach Abzug der Herstellenergie (netto)	ct/kWh	37,00	1,95	4,04
Kostenvorteil Wasserspeicher gegenüber Akku bezogen auf Wärme			-95%	-89%

Die gespeichert Kilowattstunde Wärmeenergie im einem elektrischen Batteriespeicher kostet damit immer noch mehr als das 10-fache eines Wasserspeichers. Bei größeren Speicherkapazitäten erhöht sich dieses Verhältnis weiter deutlich zugunsten eines Wasserspeichers. Damit liegt selbst bei Einsatz einer Wärmepumpe der Kostenvorteil eines Wasserspeichers bei 80 bis 90%.



Quelle: Evelyn Bamberger; SPF Institut für Solartechnik

www.energie-experten.ch/de/wohnen/detail/vergleich-von-thermischen-speichern-und-batteriespeichern.html

Vergleich der Umweltwirkung (kumulierter Energieaufwand) eines thermischen Speichers mit einem Batteriespeicher. Hierbei ist zu berücksichtigen, das die Kapazität eines Wasserspeichers etwa 4 – 10 fache höher Kapazität (je nach Temperaturdifferenz) hat gegenüber dem elektrischen Speicher in diesem Beispiel.







Gute Ideen für Deine Energie.





Ein persönliches Anliegen zum Schluss:

Nutzenorientierte Förderpolitik www.eukon.de\beg

#Passivhaus #Sonnenhaus #Bauphysik #Ökologie #Gebäudetechnik

EUKON - Dipl. Ing. Jörg Linnig Moerser Str. 162 · 47803 Krefeld **4** +49 (2151) 317230

™ info@eukon.de





WEITERE BEISPIELE AUS DER PRAXIS









QUARTIERSSANIERUNG DORMAGEN

Anwendung:

Heizung und Warmwasser für 54 Wohneinheiten

Temperaturniveau: 40-70°C

Anlagentyp: Vakuumröhrenkollektor

Kollektorfeld: 260 m²

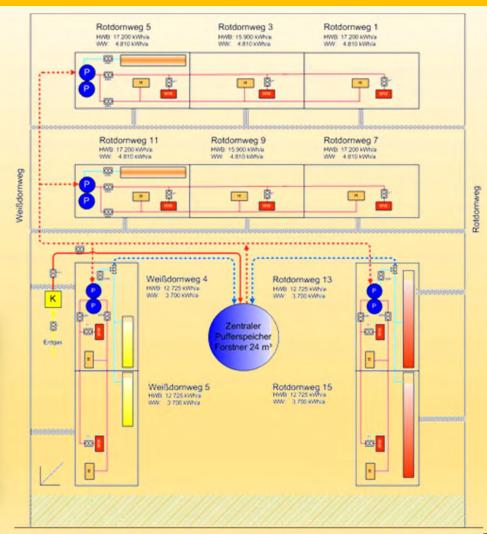
Speichervolumen: 24.000 + 8 x 1.000Liter

Solarer Deckungsgrad: ca. 20% Investitionskosten: 600.000 €

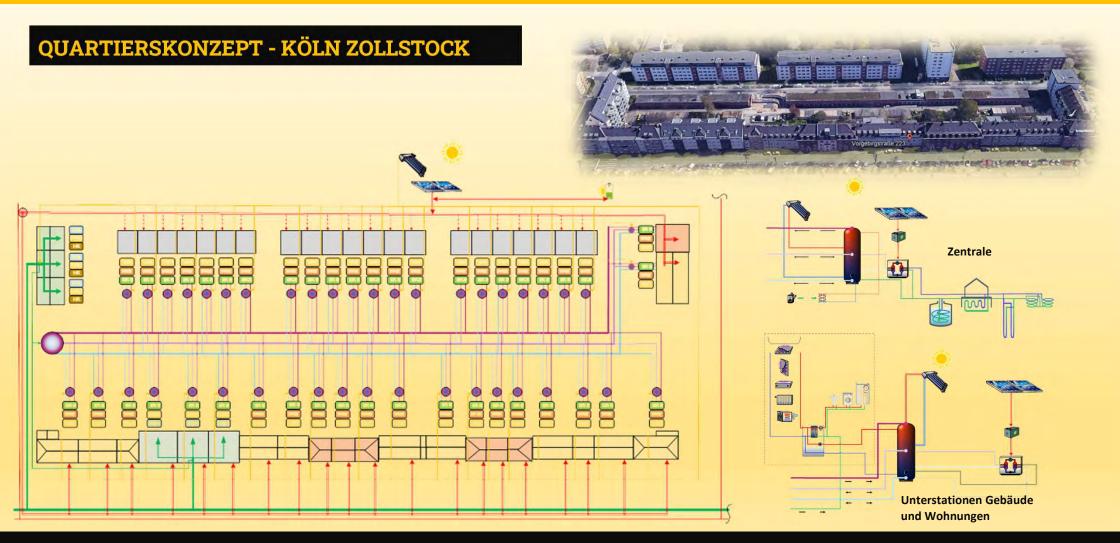
Förderung: 40-%-Zuschuss (KfW)

Amortisation: sofort











Wenn der Wind der Veränderung weht, bauen manche Mauern und andere Windmühlen!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt: Ingenieurbüro EUKON | J. Linnig

Moerser Str. 162 | 47803 Krefeld | www.eukon.de | info@eukon.de | (02151) 317230