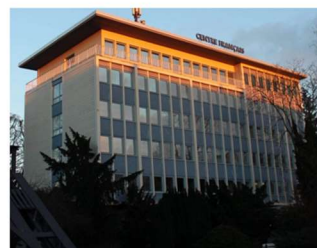


# Häusertreffen Naumburg Dez. 2022

## Energetische Sanierung von Gruppenunterkünften und Tagungshäusern

Dipl. Ing. Paul Simons



Zum Energie- und Umweltzentrum 1  
31832 Springe  
Simons@BlowerDoor.de

Häusertreffen Naumburg Dez. 2022

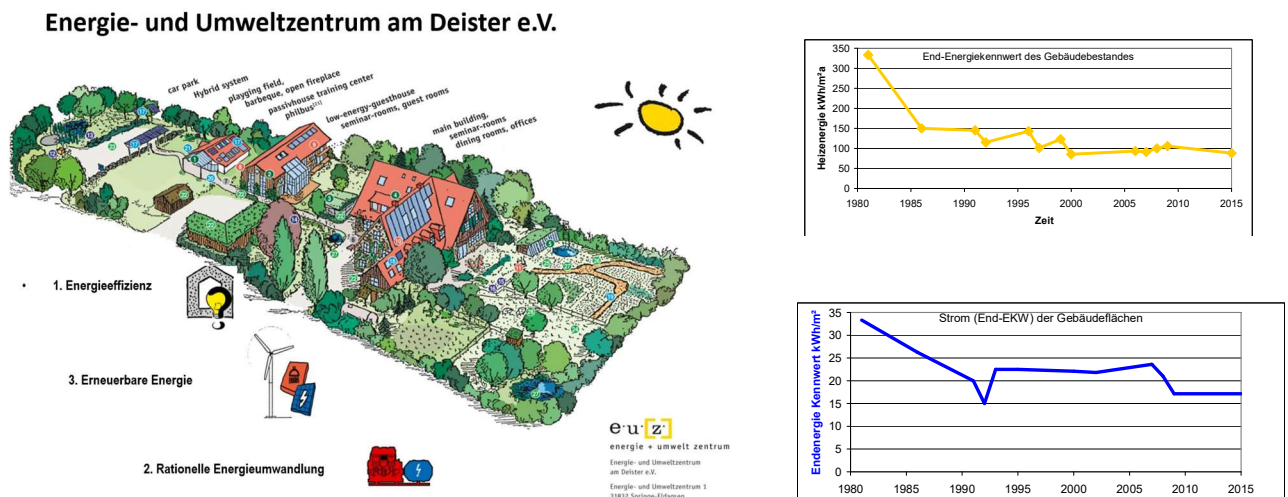
In meinem Vortrag für das Häusertreffen in Naumburg im Dezember 2022 zeige ich auf, warum energetische Sanierung nötig ist, und stelle ein Sanierungskonzept in einem Landschulheim exemplarisch vor. Bei der energetischen Sanierung handelt es sich um mittel- bis langfristige Projekte, für die häufig auch relativ große Geldbeträge aufgebracht werden müssen. Für kurzfristige Einsparmöglichkeiten ist der ergänzende Workshop „Energieeinsparung“ vorgesehen. Dort geht es um Maßnahmen, die mit geringen Investitionsmitteln umgesetzt werden können.

### Inhalt:

<b>Vorstellung des Referenten Dipl. Ing. Paul Simons</b>	<b>Seite 2</b>
<b>1-Energiepreis – Klimawandel</b>	<b>Seite 4</b>
<b>2-Energie: von der kWh (Heizen mit Holz) bis zu einem Überblick über den Energieverbrauch in Deutschland</b>	<b>Seite 9</b>
<b>3-Gebäudebereich: Effizienz mit Komfortsteigerung</b>	<b>Seite 13</b>
<b>4-Ausführliches Planungsbeispiel Schullandheim in Springe</b>	<b>Seite 14</b>
<b>5-Bilder von der Sanierung der Turnhalle im Schullandheim Springe</b>	<b>Seite 33</b>
<b>7-Resümee</b>	<b>Seite 37</b>

## Vorstellung des Referenten Dipl. Ing. Paul Simons

Ich bin Bauingenieur (Abschluss an der Fachhochschule Aachen) und begann meine „energetische“ Laufbahn 1993 im Energie- und Umweltzentrum am Deister e.V. [E-U-Z] mit Energieberatungen und Luftdichtigkeitsmessungen. Viele Jahre lang war ich Geschäftsführer der BlowerDoor GmbH (die BlowerDoor leistet mit Luftdichtheitsmessungen einen Beitrag zum energieeffizienten Sanieren und Bauen) und übernahm zusätzlich die Ingenieurgesellschaft Bau und Energie- und Umwelt mit fünf MitarbeiterInnen. Außerdem wirkte ich als langjähriger Vorsitzender des Prüfungsausschusses für EnergieberaterInnen bei der Handwerkskammer Hildesheim an der Ausbildung von EnergieberaterInnen mit. Dank ihrer langjährigen Expertise zu Luftdichtheitskonzepten, erweitert um die Analyse von Heizungsanlagen, erhielt die Ingenieurgesellschaft Bau und Energie und Umwelt Aufträge der luxemburgischen Bauverwaltung zu einigen herausragenden Bauprojekten in Luxemburg, allen voran der Auftrag beim Neubau der Luxemburgischen Nationalbibliothek zu beraten und im Rahmen der Qualitätssicherung Luftdichtheitsmessungen vorzunehmen.



Das Energie- und Umweltzentrum am Deister e.V. [E-U-Z] wurde 1980 gegründet, um einen sanften Weg der Energieversorgung zu entwickeln. Zur Erinnerung: Um die Zeit sollte noch eine sehr große Anzahl von Atomkraftwerken gebaut werden. Dazu galt es - gesellschaftlich wie technisch - Alternativen aufzuzeigen. Bei den Vereinsgebäuden des E-U-Z handelt es sich um ein ehemaliges Schullandheim, erbaut in den 1920er Jahren.

Der energetische Grundgedanke des E-U-Z ist, zu allererst alle Möglichkeiten der Energieeinsparung umzusetzen und dann möglichst viel regenerative Energien für den Restbedarf zu verwenden. Diese Strategie wurde seit 1980 mit der nachträglichen Dachdämmung, Fensterfolien, Heizungsoptimierung und Solaranlagen zur Warmwassererzeugung sowie Fotovoltaikanlagen kontinuierlich umgesetzt. Neubauten, 1990 das Gästehaus und 1998 das Seminargebäude PhilBus, wurden nach den jeweiligen aktuellsten energetischen Standards errichtet, diese übertrafen die gesetzlichen Vorgaben bei Weitem. Das Ergebnis kann sich sehen lassen.

Der Heizölverbrauch sank von 1980 bis 1985 von 350 kWh/m<sup>2</sup> Jahr (35 L/m<sup>2</sup>) auf 150 kWh/m<sup>2</sup> Jahr. Bei einem vergleichbaren Gebäudebestand und höherem Wärmekomfort sind es heute 90 kWh/m<sup>2</sup> Jahr (siehe auch die Grafik oben rechts). Die Brennstoffe sind heute hauptsächlich Holzpellets

(mittlerweile als unökologisch erkannt), ein Flüssiggas-Spitzenkessel und eine Luftwärmepumpe. Der Holzpelletanteil wird aktuell zurückgefahren und der Wärmepumpenanteil erweitert.

Der Stromverbrauch wurde von 35 kWh/m<sup>2</sup> Jahr (1980) bis 1990 auf 25 kWh/m<sup>2</sup> Jahr reduziert, seit 2010 bezieht das Landschulheim regenerativer Strom von der Firma Naturstrom. Damit reduzieren sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen beim Strom von 20 t/Jahr auf 1 Tonne. Mittlerweile gibt es eine Reihe von Fotovoltaikanlagen mit insgesamt 100 m<sup>2</sup> Fläche, diese erzeugen 13.000 kWh/Jahr. Davon werden 10.700 kWh direkt im Haus genutzt, der Rest wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Der Stromverbrauch ist mittlerweile auf 30 kWh/m<sup>2</sup> gestiegen. Das liegt an hohen Gästezahlen, intensiverer Nutzung der Gebäude und vier E-Autos und zwei E-Bikes, die häufig auf dem Gelände geladen werden.

Zum Schullandheim der Tellkampfschule in Springe habe ich eine enge Verbindung, seit meine Tochter die Tellkampfschule besuchte. Bereits 2007 begann ich damit, den Verein ehrenamtlich in energetischen Fragen zu beraten. Von 2015 bis 2021 engagierte ich mich als Erster Vorsitzender im Verein und brachte meine beruflichen Erfahrungen, insbesondere bei der Sanierung der Turnhalle des Schullandheims, ein.

## Schullandheim Tellkampfschule

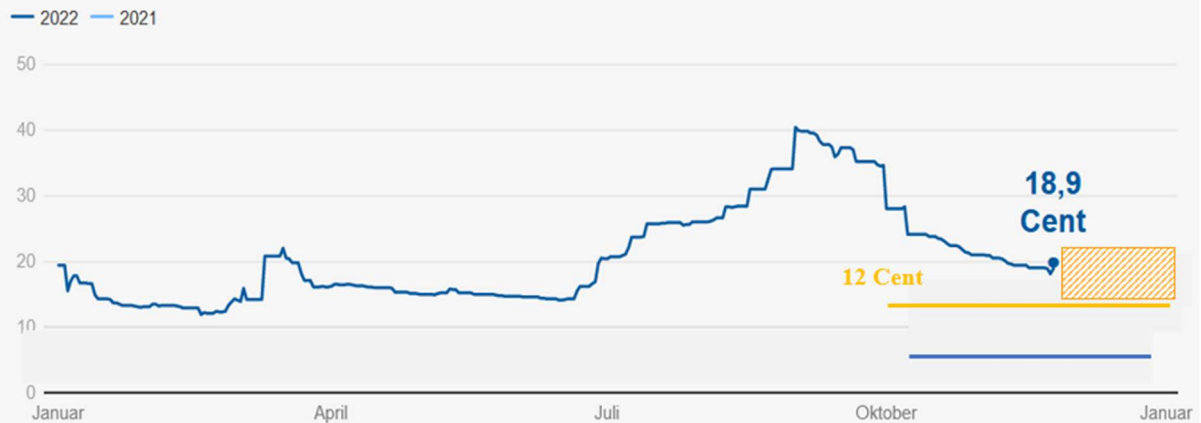


# 1-Energiepreis – Klimawandel

## Gaspreisentwicklung

### So viel kostet derzeit 1 kWh Gas für Neukunden

Änderung im Vergleich zur Vorwoche: -2,6%\*



Datenstand: 25.11.2022. Werte an Sonntagen sind interpoliert, da sonntags kein Daten-Update erfolgt. Die Angaben stammen aus einer Erhebung des Vergleichsportals Verivox und beziehen sich auf Neukunden. Kunden mit bestehenden Verträgen zahlen oft weniger.

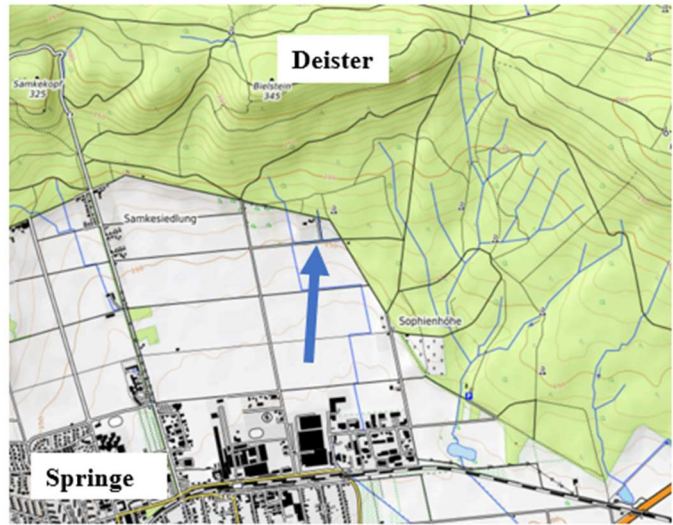
Quelle: [Verivox](#) · [Daten herunterladen](#)

Das Thema energetische Sanierung wurde sicherlich auch wegen der erhöhten Energiepreise seit Mitte 2022 auf die Tagesordnung des Häusertreffens gesetzt. Wer mit Erdgas heizt, wird mit einer Verdoppelung plus x der Heizkosten rechnen müssen. Die absolute Spitze im Oktober 2022 ist mittlerweile deutlich abgeflacht und durch die Bezuschussung durch den Bund für 80 % des Verbrauches auf 12 ct/kWh gedeckelt. Bei Heizöl und Holzpellets sieht die Preiskurve ähnlich aus. Die erhöhten Energiekosten bringen jedoch viele Häuser in finanzielle Bedrängnis. Energieverbrauchssenkungen sind eine aktive Maßnahme zur Verringerung der Kosten, aber auch zur Verringerung der durch die Häuser verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen, welche zum menschengemachten Klimawandel beitragen. Dieser birgt Gefahren für den Fortbestand von Gesellschaften und Kulturen. Hier seien in erster Linie Ostafrika, Jemen, Bangladesch, Südseeinseln und Lebensgebiete der Samen (Skandinavien) genannt.

Aber auch vor unserer Haustür sind die Auswirkungen des Klimawandels deutlich spürbar. Ich zeige es an Beispielen des Schullandheimes in Springe auf.



# Klimawandel



Karten Quelle: openstreetmap.de

Lage des Schullandheimes am Südhang des Deisters (blaue Pfeile)

## Klimawandel



Das Gelände des Schullandheimes ist von einem 15 Meter breiten Waldsaum umschlossen. In den letzten Jahren sind dort viele Birken abgestorben (linkes Bild). Birken reagieren empfindlich auf sich stark ändernde Feuchteverhältnisse. Im Jahr 2021 wurde deshalb eine Verkehrssicherungsmaßnahme durchgeführt. Dabei wurden die letzten abgestorbenen Birken gefällt, aber auch eine teilweise vertrocknete 90-jährige Buche und zwei vom Borkenkäfer befallene Fichten.

Fichten sind Flachwurzler, die eine häufige Feuchtezufuhr auf den Wurzelteller benötigen. Bei lang anhaltender Trockenheit kann sich der Baum nicht mehr gegen den Borkenkäfer wehren. Trockenheit und verringerte Bewölkung mit erhöhten Temperaturen und daraus folgend erhöhter Austrocknung der Böden ist eine Folge des menschengemachten Klimawandels.

## Klimawandel



Trockener Bach



Feuersalamander-Laich  
benötigt Fließgewässer

Foto: Michael Linnenbach  
This file is licensed under the [Creative Commons Attribution 4.0 International license](#).



Starkregen

Über das Gelände verläuft ein Bachbett, die Quelle ist etwas oberhalb im Wald. Bis 2017 war der Bach fast ganzjährig durchflossen – zur Freude der Kinder, die dort gerne rummatschten und Dämme bauten. Mit der Trockenheit der letzten Jahre fällt der Bach deutlich länger trocken. Das linke Bild wurde im November 2021 aufgenommen, der Bach ist trocken, damit verschwinden Erlebnisqualitäten für die Kinder. Die Trockenheit beeinträchtigt hier lebende Tiere wie Salamander. Sie benötigen leicht fließende Gewässer. Wegen der Trockenheit können die Kaulquappen nur noch durch Abfischen gerettet werden. Das macht der NABU Springe. Mittelfristig ist mit dem Aussterben des Salamanders an dem Ort zu rechnen, ein Verlust für die Tierwelt, aber auch ein Verlust an Erlebnisqualität für die Gäste des Landheims. Der Gegenspieler zur Trockenheit ist der Starkregen (rechtes Bild), der kurzfristig so viel Wasser liefert, dass es zu Schäden an Gebäuden und Wegen kommt. Von dem Wasser bleibt zu wenig im Boden gespeichert, weil zu viel zu schnell in Gräben und Bächen abläuft.

# Klimawandel



In Springe gab es bis Mitte der achtziger Jahre relativ verlässlich sechs Wochen Schnee. Das ist mittlerweile Geschichte, es reicht in vielen Jahren gerade einmal, um ein Schneefoto zu machen. Der Deister lädt, wenn genügend Schnee da ist, zum Skilanglauf ein und einen Übungshang für Abfahrtski gibt es auch in der Nähe zum Schullandheim. Auch hier ist Erlebnisqualität verloren gegangen.

## Klimaerhitzung

Sommereisbedeckung  
Nordpol 1970er Jahre

2012



Fram  
1893 - 1896

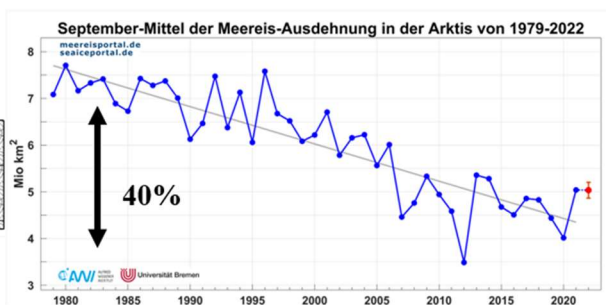
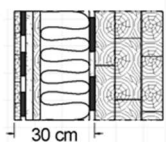
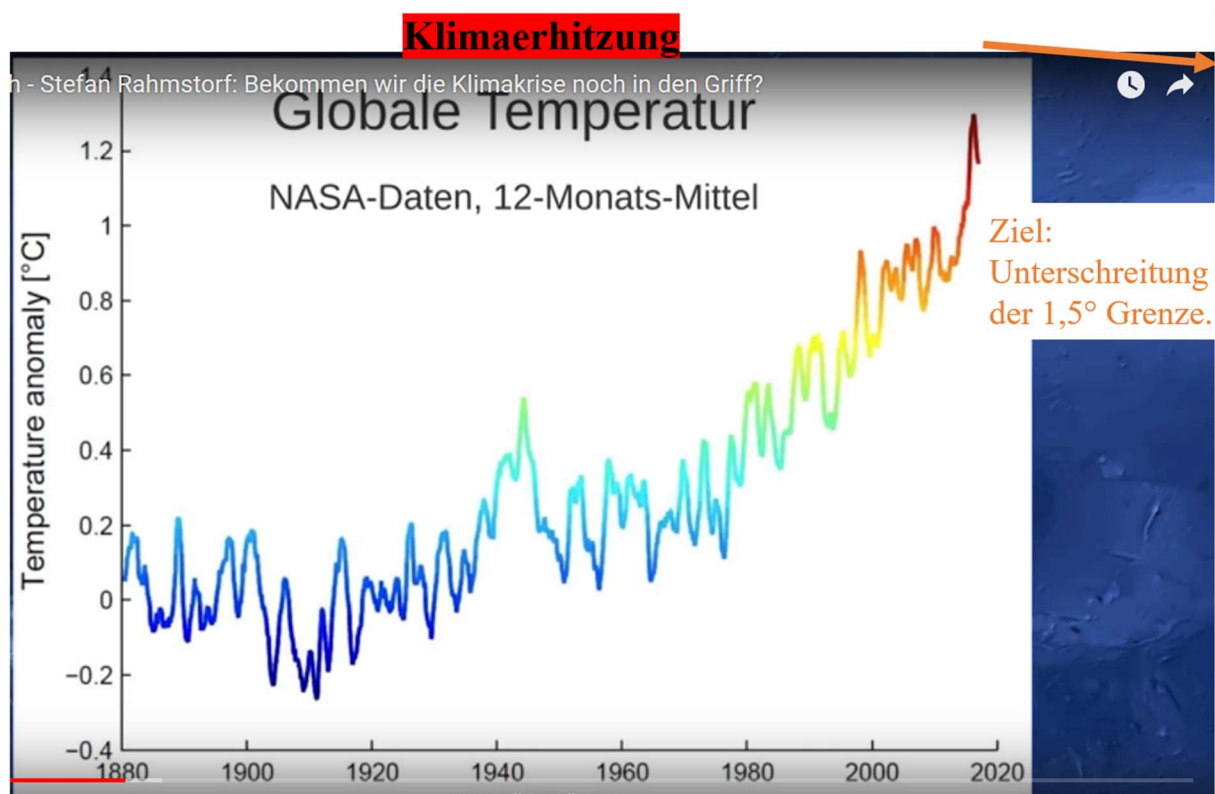


Foto: Janek Uin  
Alfred Wegner Institut:  
MOSAIC Expedition 2019/20  
This file is licensed under the [Creative Commons Attribution 4.0 International](#) license.

<https://www.meereisportal.de/archiv/2022-kurzmeldungen-gesamttexte/arktisches-meereis-weiter-auf-dem-rueckzug/>

Mit Fridtjof Nansens Expeditionsschiff, der Fram, wurde 1893 bis 1896 die Eisdrift in der Arktis nachgewiesen (s. linkes Satellitenbild von 1970). Das besondere an der Fram ist, dass der Aufenthaltsbereich für die 15 an der Expedition teilnehmenden Männer ca. 30 cm dick gedämmt war. Das sind Dämmdicken, wie sie in heutigen Passivhäusern verbaut werden. Eine Heizung war auch bei  $-50^{\circ}\text{C}$  draußen nicht immer nötig. Seit 1979 wird die Sommereisbedeckung der Arktis beobachtet, seitdem schwindet sie nachweislich, der bisherige Tiefstand war 2012. Die Grafik zeigt,

dass die Eisbedeckung im Sommer seit 1980 um ca. 40 % zurückgegangen ist. Durch die erhöhte Sonnenenergieaufnahme der dunklen Wasserflächen im Gegensatz zum Eis handelt es sich hier um einen sich selbst verstärkenden Prozess. Dieser Prozess hat Auswirkungen auf das Klima insgesamt, aber auch auf unser Wetter in Deutschland (siehe auch: <https://taz.de/Archiv-Suche/!5911431&s=arktis&SuchRahmen=Print/>). 2019 bis 2020 hat das Alfred-Wegener-Institut eine Expedition ausgerüstet, die sich mit dem Eisbrecher Polarstern ähnlich wie die Fram hat einfrieren lassen, um das Eis zu studieren, aber auch um das Leben auf und unter dem Eis und die ökologische Bedeutung der Arktis für unser Leben abschätzen zu können. Zum Weiterlesen: Das Buch „In Nacht und Eis“ von Fridtjof Nansen vermittelt einen Eindruck vom Lebensraum Arktis.



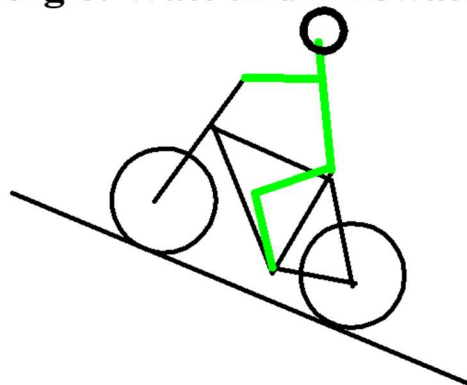
Die obige Grafik spricht für sich. Dargestellt ist die mittlere Erdtemperatur von 1880 bis 2020, der Trend ist eindeutig und erschreckend. Ziel muss es sein, die von der COP 2015 in Paris gesetzte Grenze von 1,5° Erwärmung zu unterschreiten. Übrigens hat der Schwede Svante Arrhenius schon 1896 den menschengemachten Klimawandel berechnet. Seine Zahlen werden heute durch die Bestimmung der mittleren Erdtemperatur hinreichend genau bestätigt.



## 2-Energie: von der kWh (Heizen mit Holz) bis zu einem Überblick über den Energieverbrauch in Deutschland

Ziel dieses Kapitels ist es, ein Gefühl für die Energiemengen zu wecken, die heutzutage genutzt werden, die Einheit kWh auf ein menschliches Maß herunterzubrechen, und Ihnen einen ersten Überblick über die Energieversorgung in Deutschland zu geben.

### Energie: Watt und Kilowattstunde



50 Watt Leistung



2000 Watt Leistung

**100 Watt – das ist die Leistung, die für diese Bergfahrt nötig ist.**

$$\begin{array}{rcl} 100 \text{ Watt} & \times & 10 \text{ Stunden (h)} \\ \text{Leistung} & \times & \text{Zeit} \end{array} = 1000 \text{ Wh oder 1 kWh} = \text{Arbeit}$$

Um bergauf zu fahren, müssen 100 Watt (=Leistung) aufgebracht werden, wenn diese Leistung 10 Stunden (h) aufrechterhalten wird, dann wurde eine kWh erarbeitet. Die Bilder auf der rechten Seite zeigen zwei Geräte mit der erforderlichen Leistungsangabe für den Betrieb. Wieviel radfahrende Personen werden benötigt, um den Wasserkocher zu betreiben?

Ein Mensch benötigt pro Tag 3,6 kWh (7620 kJoule x 1,7 = 12.954 kJoule / 3600 = 3,6 kWh das entspricht 1820 kcal x 1,7 = 3094 kcal) siehe z.B.

<https://www.onmeda.de/ernaehrung/diaet/energiebedarf-id201008/> ) an nachwachsender Energie.

[1 kJoule = 1 kW 3600 kW = 1 kWh]

Wenn wir Energie durch Verbrennung freisetzen, sei es für Wärme zur Stromerzeugung oder für Antriebe (z.B. KFZ), wird CO<sub>2</sub> freigesetzt. Die Mengen an CO<sub>2</sub> können berechnet werden.

Einheit	Energieform	Energieinhalt	CO <sub>2</sub> Emissionen
1 Liter	Heizöl	10 kWh	3 kg
1 Liter	Diesel	10 kWh	3 Kg
1 m <sup>3</sup>	Erdgas	10 kWh	2 kg
4 Liter	Holz	10 kWh	2 kg

Erdgas hat im Verhältnis zu Heizöl geringe CO<sub>2</sub>-Emissionen, weil es viel Wasserstoff enthält, das Verbrennungsprodukt ist Wasser. Deshalb wird Erdgas von der EU als umweltfreundlich gelistet. Erdgas ist Methan [CH<sub>4</sub>], das ein 16-faches Treibhauspotenzial wie CO<sub>2</sub> hat. Die unabsichtlich

freigesetzten Methangasmengen bei der Erdgasförderung sind nur teilweise bekannt. Sehr hoch sind diese beim Fracking. Freigesetztes Methan verschlechtert die CO<sub>2</sub>-Bilanz von Erdgas deutlich.

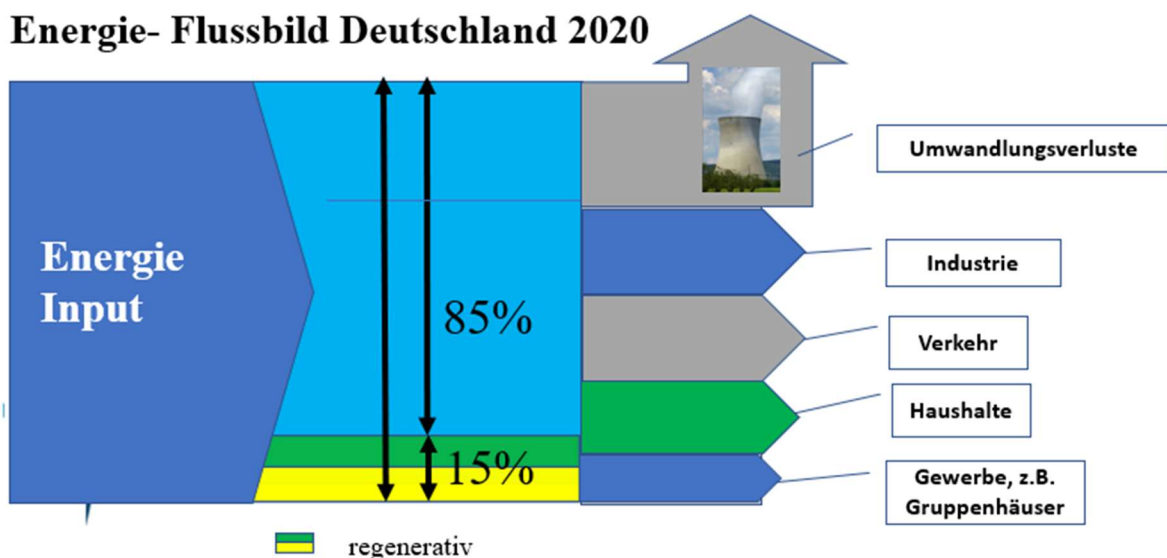
Holz sollte nicht verbrannt werden, sagt auch das **Umweltbundesamt**: Aus Klimaschutzgründen ist von der energetischen Nutzung von Holz abzuraten, s.

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/heizen-holz>. Gründe dafür sind, dass wir die Wälder erhalten müssen, weil sie CO<sub>2</sub> speichern, Wasser speichern, die Luft filtern und insbesondere alte Wälder eine hohe Artenvielfalt aufweisen. Die Wälder schwinden aber gerade in Deutschland, Europa und weltweit durch den Klimawandel, durch Borkenkäferbefall, durch Vertrocknen, durch Brände und durch Abholzen. Illegale Abholzungen von Urwäldern finden z.B. in den europäischen Karpaten statt. In Polen wurde schon versucht, den **Białowieża-Urwald** zur Holzgewinnung zu nutzen. In Russland und Kanada werden Urwälder abgeholzt. Allgemein bekannter ist die Vernichtung des Amazonas-Regenwaldes, z.B. für die Produktion von Soja, das auch in Deutschland zur Tiermast eingesetzt wird.

In Deutschland werden bisher ca. ein Kubikmeter Holz pro Bewohner pro Jahr gefällt\*, das sehen die Forstfachleute als nachhaltig an. Aufgrund des Waldsterbens und *der neuen EU-Verordnung „LULUCF“* (LULUCF steht für: land use, land use change and forestry) wird die Einschlagmenge zurückgehen müssen. Das bedeutet, die Holznutzung, auch zur Energiegewinnung, muss ebenfalls zurückgehen.

Mehr zu nachhaltigem Wald: In 250 Jahren alten Wäldern ist die Artenvielfalt höher als in 140 Jahre alten. Mehr dazu im Video: Knut Sturm, Forstamtsleiter Lübecker Stadtwald, und Dr. Torsten Welle, Leiter Wissenschaft und Forschung bei der Naturwaldakademie: [Waldsalon 5.0 - Wilde Wälder Folge 1 - YouTube](#)

\*Diese Holzmenge wird auch in Deutschland verbraucht. Näheres <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldwirtschaft/projekte-liste/holzbilanzen>

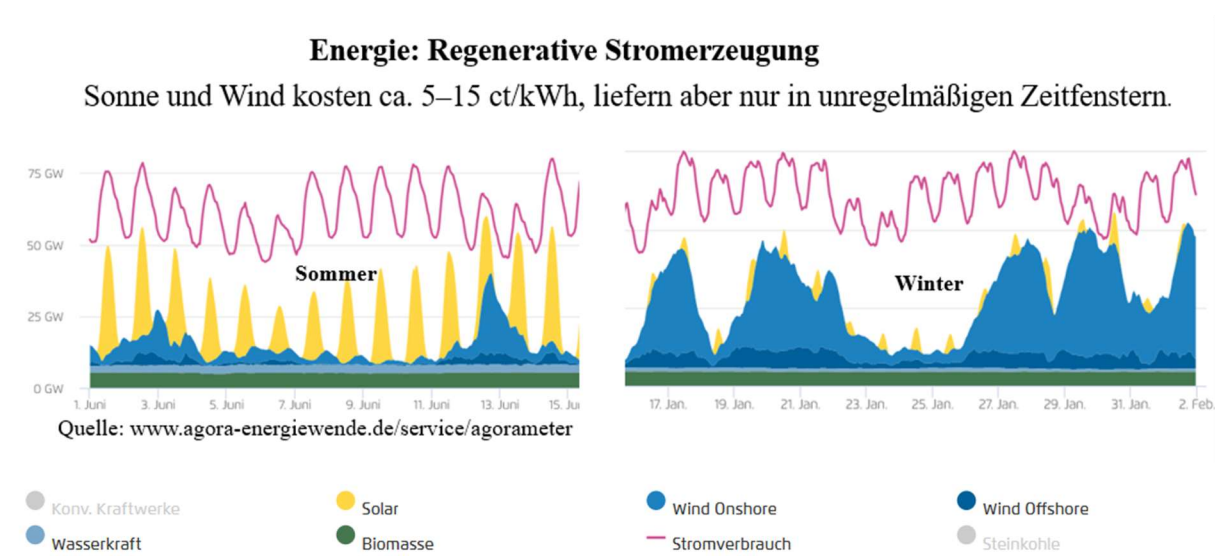


Das Energieflussbild zeigt, dass derzeit 85 % der in Deutschland eingesetzten Energie aus fossilen Quellen kommen. 15 % kommen aus regenerativen Quellen. Der gelbe Balken stellt die regenerative Stromerzeugung aus Wind und Fotovoltaik dar, der grüne Balken stellt die Energiemenge aus regenerativen Stoffen wie Feldfrüchten (Biogas) und Holzverstromung dar. Auf der Verbrauchsseite fällt der dicke Balken „Umwandlungsverluste“ auf. Diese treten bei der Stromproduktion aus Kohle, Erdgas und Uran auf. Diese Umwandlungsverluste müssten für mein Verständnis den

Verbrauchssektoren entsprechend ihrem fossilem Stromeinsatz zugeordnet werden, das wird aber aus mir unbekanntem Gründen nicht gemacht. Es zeigt sich, dass die Verbrauchssektoren „Industrie, Verkehr, Haushalte, Gewerbe“ in ähnlichen Größenordnungen Energie verbrauchen. Unter <https://ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/energieflussbilder/> können die der obigen Grafik zugrundeliegenden Energieflussbilder heruntergeladen werden.

Verteilt man den gesamten Deutschen Energieverbrauch gleichmäßig auf die 80 Millionen BewohnerInnen ergibt das einen Pro-Kopf-Verbrauch von 40.000 kWh pro Person Jahr bzw. 4000 L Öl pro Person und Jahr. Die ärmeren 50 % der Bevölkerung nutzen im Schnitt 23.000 kWh pro Person Jahr\*, die 1 % reichsten Personen nutzen 433.000 kWh pro Person Jahr\*. Das ergibt einen Tagesverbrauch von zwischen 60 und 9000 kWh pro Person Tag an technischer Energie, zur Ernährung benötigt eine Person 3,6 kWh/Tag in Form von Bioenergie.

\*Diese Zahlen wurden aus den Daten von Ulrike Herrmann aus dem Buch „Ende des Kapitalismus“ abgeleitet. (Mehr in den Focus der Öffentlichkeit geraten gerade Flüge mit Privatjets, zwei Hauptzielorte sind Sylt und Mallorca.)

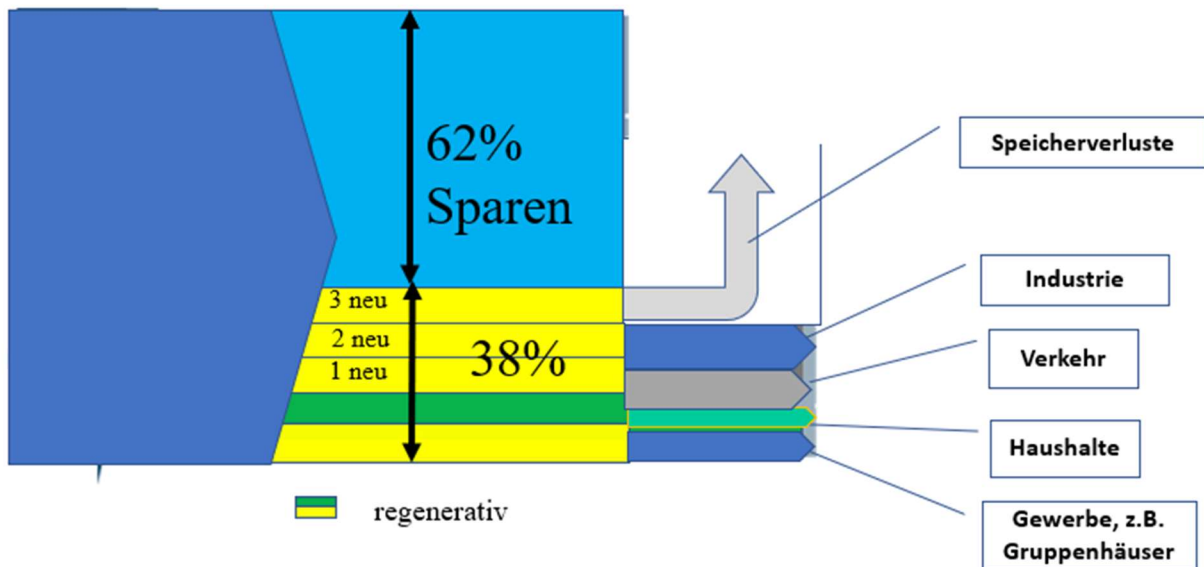


In der obigen Grafik wird die regenerative Energieerzeugung in Deutschland dargestellt. Links: eine Sommerperiode. Rechts: eine Winterperiode. Eine annähernd hundertprozentige Versorgung mit regenerativem Strom erfolgt derzeit nur über sehr kurze Zeiträume von wenigen Stunden im Jahr. Bei der Sonnenenergie gibt es im Sommer die Nachtlücke und im Winter treten windstille Zeiten auf. Das bedeutet regenerative Energie muss gespeichert werden. Die Speicherung macht die regenerative Energie teurer, die genaue Größenordnung ist noch nicht absehbar. Aber es sollte ins Auge gefasst werden, dass Energie relativ teuer bleibt (Preisbezug Oktober 2022).

Zukünftig müssen wir die Energieversorgung CO<sub>2</sub>-neutral gestalten. Wie kann das aussehen? Die derzeitige politische Realität geht davon aus, dass Deutschland weltweit regenerativ erzeugten Wasserstoff einkauft und damit alle deutschen Energieprobleme löst.

Ein anderer Weg könnte sein, dass Deutschland das Energieproblem überwiegend im eigenen Land löst. Einschränkungen dabei sind, dass die nachwachsenden Energien Ackerfrüchte und Holz nicht stärker genutzt werden können, weil die Flächen nicht vorhanden sind bzw. zur Stärkung der Artenvielfalt zu Wildnis umgewidmet werden müssen, und wie oben formuliert kein Holz verbrannt werden sollte. Daraus ergibt sich folgendes Szenario.

## Energie- Szenario Simons für 2045

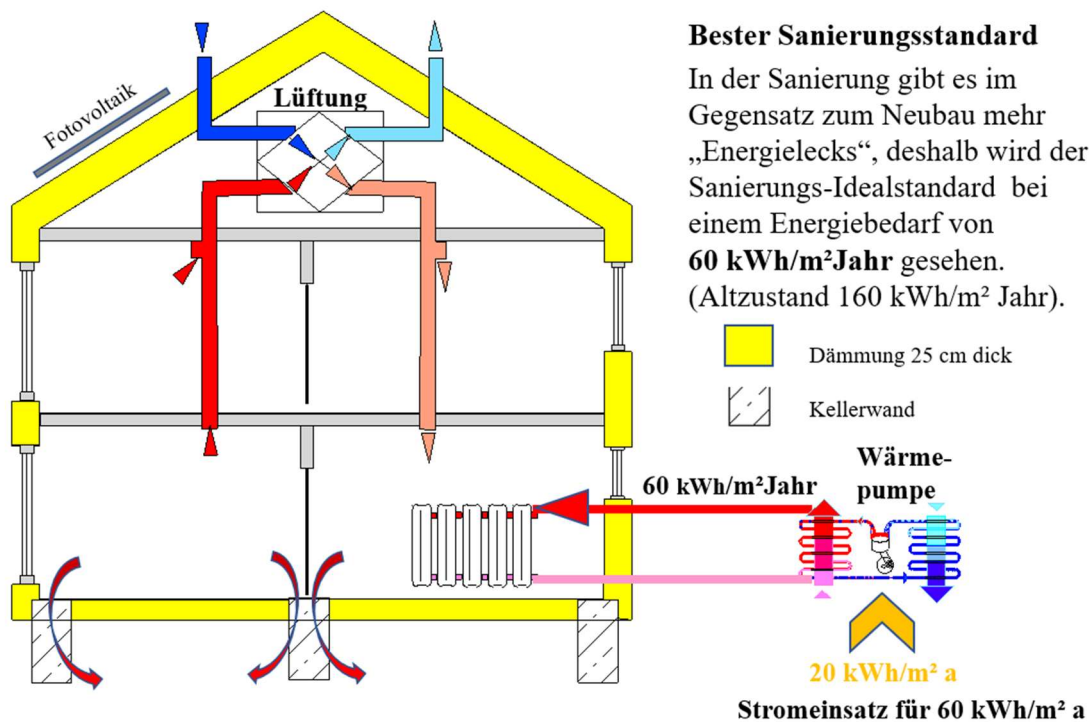


Der wesentliche Punkt ist, dass 62 % der Energie eingespart werden (Das Bundeswirtschaftsministerium sagt, 57 % Einsparung sind nötig). Z.B. im Bereich der Gebäude sind dafür die Technologien seit 20 Jahren verfügbar. Biogas (ist identisch mit Erdgas) könnte z.B. unverzichtbaren Industrieprozessen vorbehalten werden, ebenso zum Antrieb schwerer Maschinen. Wasserstoff aus regenerativen Quellen kann z.B. zur Sauerstoffreduktion bei der Stahlherstellung eingesetzt werden. Alle übrigen Energienutzungen werden auf Strom umgestellt. Ich gehe davon aus, dass die Erzeugung von regenerativem Strom aus Wind und Sonne bis 2045 verdreifacht werden kann. Bei der notwendigen Speicherung in Batterien oder als Wasserstoff treten teilweise hohe Energieverluste auf, die sind in obiger Grafik als Speicherverluste benannt.

### 3-Gebäudebereich: Effizienz mit Komfortsteigerung

Bevor es an die Details der energetischen Sanierung geht, wird als Zielvorstellung gezeigt, wie die ideale energetische Ausbildung eines Gebäudes nach der Sanierung aussieht. Der Kern ist, den Energieverbrauch möglichst weit zu senken, bei gleichzeitiger Komfortsteigerung (siehe z.B. Bilder zur sanierten Mehrzweckhalle im Schullandheim in Springe am Ende der Dokumentation), und die dann noch benötigte Energiemenge aus ökologisch vertretbaren Quellen zu nutzen. Die dazu erforderlichen Maßnahmen werden auf den folgenden Seiten genauer beschrieben.

#### Sanierung: Effizienz und Komfortsteigerung



Der wichtigste Punkt bei einem energieeffizient sanierten Gebäude ist, für eine möglichst geschlossene Dämmhülle zu sorgen. Die Dämmdicke beträgt im Dach 25 bis 30 cm, an den Wänden 20 bis 25 cm und zum Boden 10 bis 20 cm. Unvermeidliche Wärmelöcher sind z.B. die Kellerwände, auf denen das Gebäude steht. Fenster haben eine Dreischeibenverglasung, damit lässt das Fenster weniger Energie entweichen als eine traditionelle Mauerwerkswand. Die Dämmhülle ist so ausgeführt, dass es nirgends zieht. Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sorgen für eine gute Luftqualität und energetisch gesehen dafür, dass im Winter nur sehr geringe Lüftungswärmeverluste auftreten, im Sommer bleibt es länger kühl im Gebäude. Jetzt wird noch das alte Heizungssystem so angepasst, dass es mit einer Wärmepumpe, die z.B. als Energiequelle die Außenluft nutzt, betrieben werden kann. Dazu kann es nötig werden, einzelne Heizkörper zu vergrößern. Solche Gebäude benötigen 60 kWh Wärme/m² Nutzfläche Jahr für Heizung und Warmwasser. Das bedeutet, der Stromeinsatz für die Wärmepumpe beträgt 20 kWh/m² Nutzfläche und Jahr.

Wenn man obige Daten auf einen Privathaushalt von 100 m² Wohnungsgröße mit vier Personen herunterbricht, der im Bundesmittel 3200 kWh/Jahr Strom verbraucht, bedeutet das, dass 2000 kWh für Heizung und Warmwasser hinzukommen. Das ist überschaubar, zumal im Privathaushalt bei entsprechender Geräteausstattung und angemessenem Nutzungsverhalten die 3200 kWh/ Jahr leicht auf unter 2000 kWh/Jahr reduziert werden können.

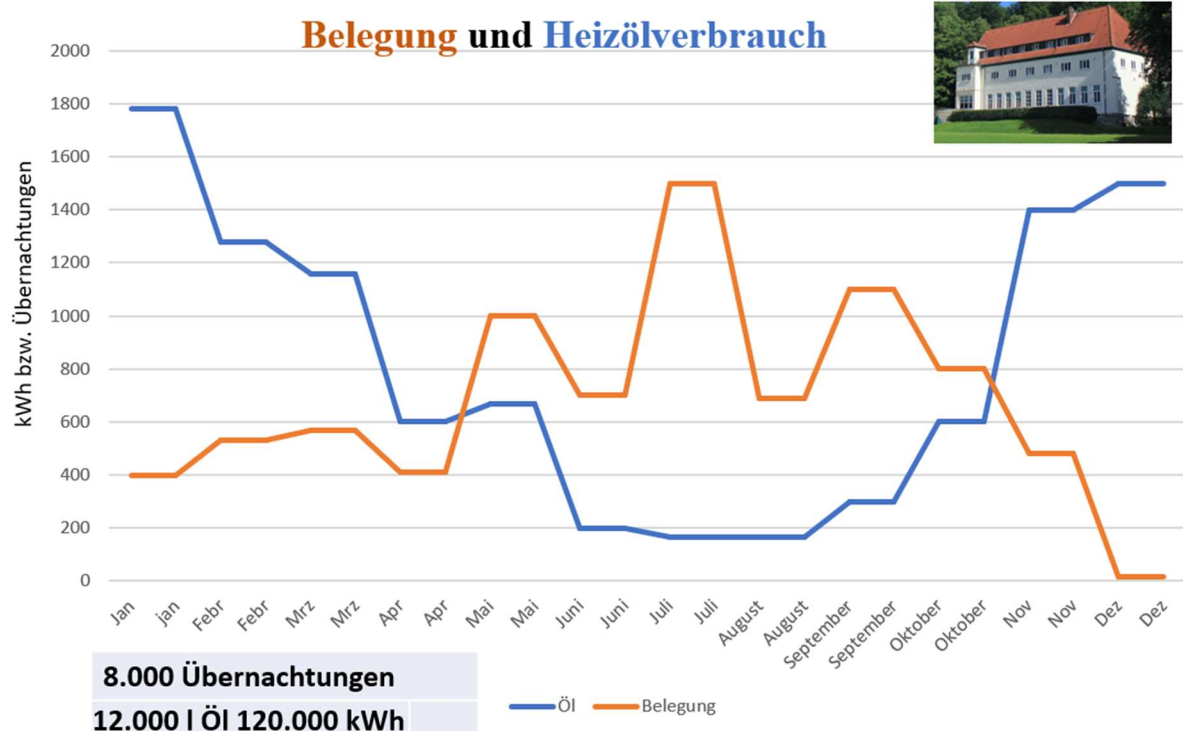
## 4-Ausführliches Planungsbeispiel Schullandheim in Springe



Die Planung wird am Beispiel des rechts zu sehenden weißen Altgebäudes erläutert. Links im Bild, die Mehrzweckhalle, diese ist bereits seit einigen Jahren zukunfts-fähig saniert.

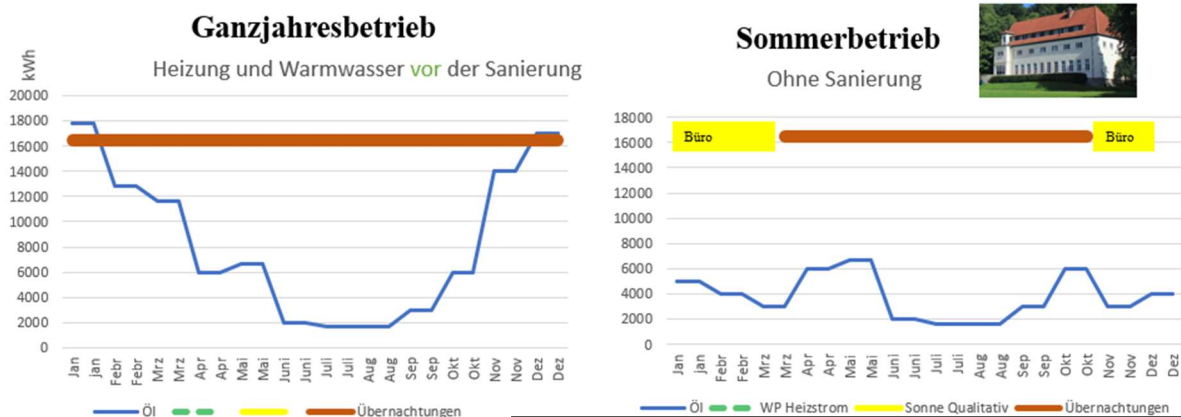
Als erstes geht es um die Entscheidungsfindung: Soll das Haus ganzjährig oder nur im Sommer und in der Übergangsjahreszeit genutzt werden? Das ist eine weitreichende Entscheidung, bei der die hier betrachteten Belegungs- und Energiedaten nur einige von möglichen weiteren Entscheidungskriterien sind.

### Vorüberlegung zur Energetischen Sanierung



In der Grafik fällt auf, dass die Heizölverbräuche bei der höchsten Belegungszahl im Juli am geringsten sind. Es ist eben Sommer und Heizöl wird nur für die Warmwasserbereitung benötigt. Bei der viel geringeren Belegung im Januar beträgt der Heizölverbrauch ein Vielfaches. In dem Gebäude befinden sich noch zu heizende Büroräume, zeitweise genutzte Wohnräume für Personen im FÖJ, und das Gebäude muss frostfrei gehalten werden.

In Folgenden werden mögliche Belegungs- und Heizenergieszenarien für den Ganzjahres- und Sommerbetrieb betrachtet.

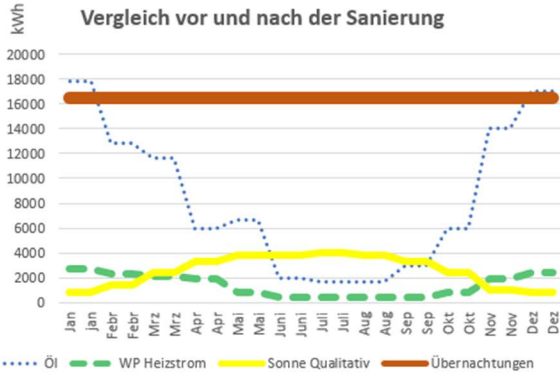
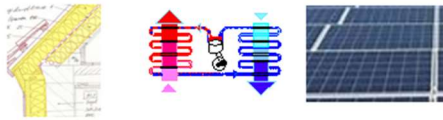


Im Ganzjahresbetrieb werden 16.000 Übernachtungen, gleichmäßig über das Jahr verteilt, zugrunde gelegt (100 % sind 24.000 Übernachtungen). Der Heizölverbrauch wird von 12.000 L wegen der erhöhten Belegung auf 15.000 L erhöht.

Im Sommerbetrieb werden 10.000 Übernachtungen von März bis Oktober zugrunde gelegt. Bei dem Haus ist das Büro ganzjährig in Betrieb und der Frostschutz muss gewährleistet werden, für Renovierungsarbeiten muss auch geheizt werden. Der Heizölverbrauch wird auf 5.000 L geschätzt. Die höchsten monatlichen Heizölverbräuche finden in der „Übergangsjahreszeit“, z.B. im Mai, statt.

Jetzt schauen wir, wie sich die Heizenergieverbräuche entwickeln, wenn das Haus für den Ganzjahresbetrieb energetisch saniert und mit einer Wärmepumpe für Heizung und Warmwasser ausgestattet wird. Für den Sommerbetrieb wird nur eine Wärmepumpe installiert, es erfolgen keine weiteren energetischen Sanierungsmaßnahmen. Ein Teil des benötigten Stromes kann bei beiden Szenarien über Fotovoltaik auf dem Gelände erzeugt werden. Die gelbe Kurve in der Grafik stellt einen Fotovoltaik-Ertragsverlauf qualitativ dar.

## Ganzjahresbetrieb



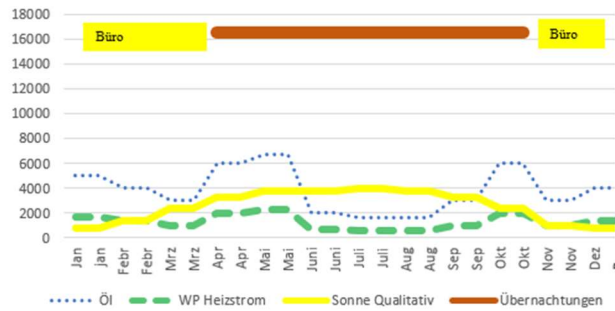
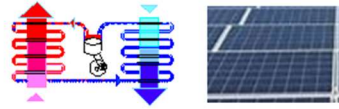
**16.000 Übernachtungen**

~~15.000 Öl 150.000 kWh~~

**20.000 kWh Wärmepumpenstrom (WP)**

**3.000 kWh Fotovoltaik für WP möglich**

## Sommerbetrieb



**10.000 Übernachtungen**

~~5000 Öl 50.000 kWh~~

**15.000 kWh Wärmepumpenstrom**

**4.000 kWh Fotovoltaik für WP möglich**

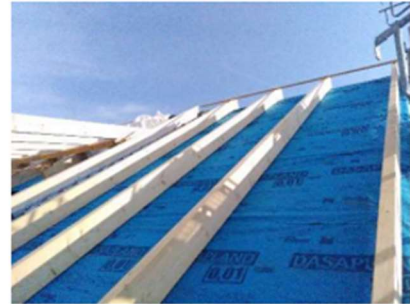
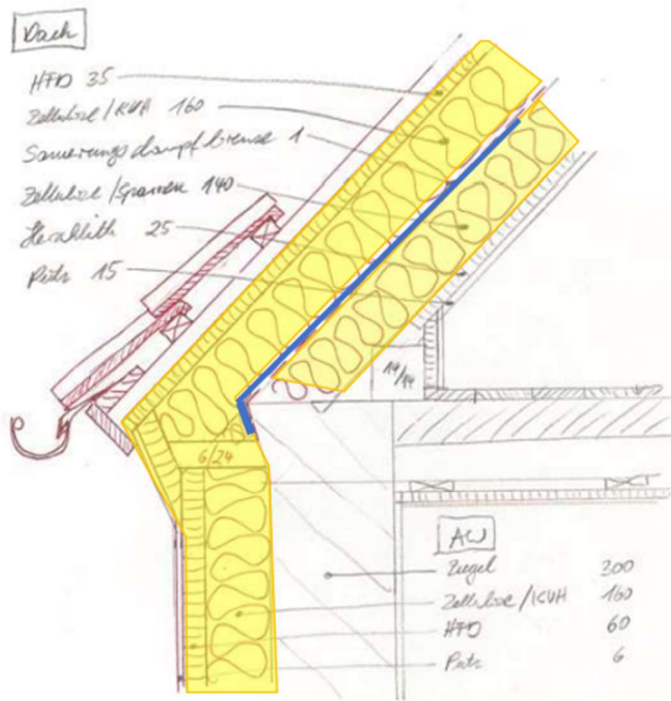
Beim Vergleich der beiden Varianten fällt auf, dass der benötigte Wärmepumpenstrom nur um 5000 kWh voneinander abweicht. Das ist auf die große Wärmemenge beim „Sommerbetrieb“ in der Übergangsjahreszeit zurückzuführen, aber auch auf die Büronutzung und den Frostschutz. Dass in dem Fall etwas mehr Strom aus der Fotovoltaik genutzt werden kann, ist auf den Wärmebedarf in der Übergangsjahreszeit von März bis Mai sowie September und Oktober zurückzuführen, in den Zeiten bringt die Sonne noch relativ viel Energie, die in der Sommervariante wegen des höheren Bedarfs besser für Heizzwecke genutzt werden kann als in der Variante Ganzjahresbetrieb. Das liegt daran, dass bei gut gedämmten Gebäuden in der Übergangsjahreszeit nur sehr wenig geheizt werden muss.

Das Schullandheim in Springe hat sich entschieden, die Ganzjahresvariante weiterzuverfolgen. Gründe dafür sind, dass das Personal ganzjährig beschäftigt werden kann und auch bei hohen Energiepreisen unterm Strich eine bessere Einnahmesituation erwartet wird als im reinen Sommerbetrieb.

Im Folgenden werden die wesentlichen Komponenten der Sanierung vorgestellt.



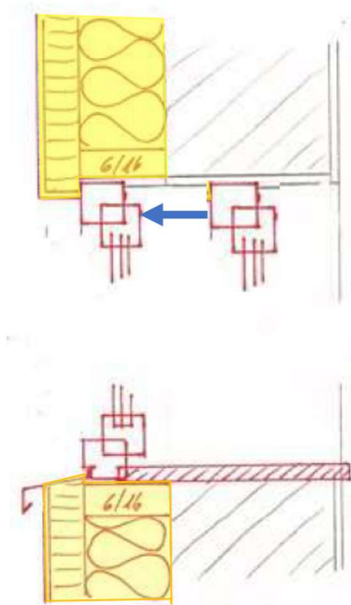
## Gebäudehülle: Behaglichkeits- und Einsparteknik Dämmen



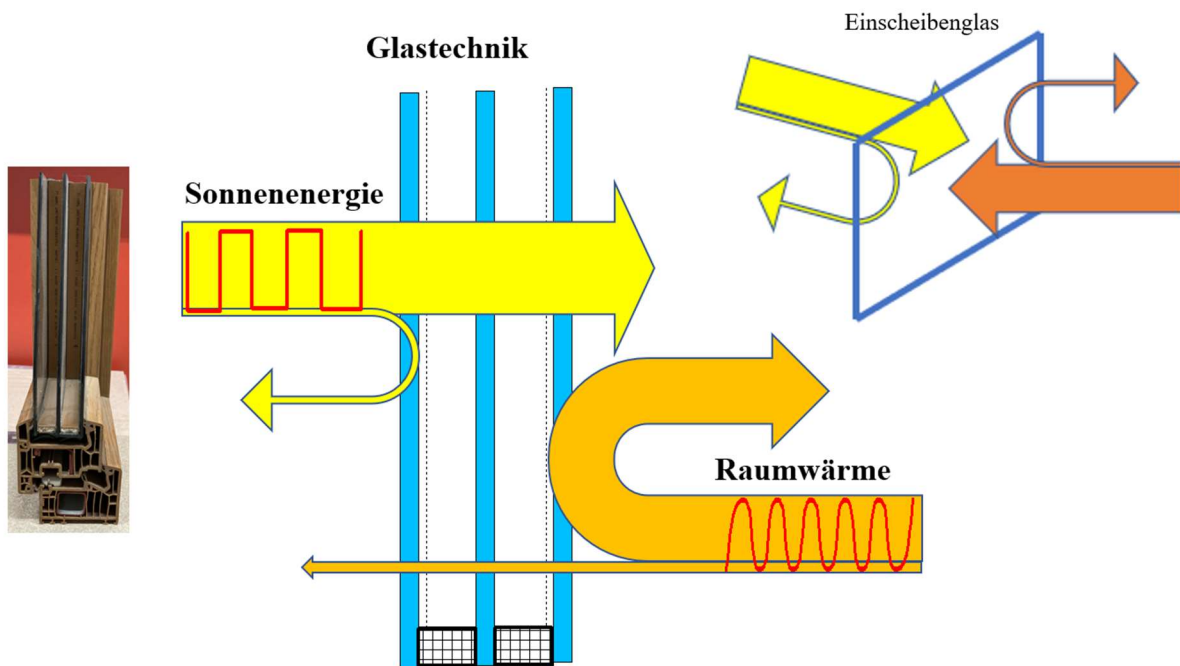
Die Dachhaut ist in einem tadellosen Zustand. Leider wurde die bei der Sanierung in den 1990er Jahren eingebaute 10 cm dicke Dämmung hinsichtlich der Luftdichtheit (kalte Außenluft strömt z.B. durch die Abseiten) so schlecht eingebracht, dass die Dämmwirkung deutlich zu gering ist. Deshalb wird das gesamte Dach bestehend aus Luftdichtung, Dämmung und Dachhaut komplett erneuert.

Dazu wird der gesamte Dachaufbau bis auf die Innenbekleidung zurückgebaut (Bild oben). Der Sparrenzwischenraum wird beim Neuaufbau mit Dämmstoff, z.B. Mineralwolle, aufgefüllt. Diese erste Schicht wird mit der blauen Folie abgedeckt, diese wird untereinander verklebt und an der Traufe (Dachrinnenkante) und am Giebel luftdicht mit dem Gebäude verbunden. Die Folie erfüllt die Funktion der Luftdichtung (damit es nicht zieht) und der Dampfbremse (damit die Dämmung trocken bleibt). Oben werden 16 cm hohe Hölzer aufgedoppelt, die Schicht wird mit einer Weichfaserplatte abgedeckt. Diese ist die obere Abgrenzung für den Cellulose-Einblasdämmstoff (aus Zeitungspapier) (im Bild unten rechts: Verfüllen dieses Hohlräumtes mit Einblasdämmstoff) und erfüllt durch eine wasserabweisende Schicht zugleich die Funktion der Unterdeckung (damit Wasser schadlos abläuft, falls mal ein Dachziegel kaputtgeht). Oberhalb der Weichfaserplatte wird die Dachlattung aufgebracht und später werden die Dachziegel eingehängt. Der Dämmaufbau kann auch mit anderen Dämmmaterialien wie Polystyrol, Mineralfaser oder PU-Materialien erfolgen.

Die Wanddämmung erfolgt mit einer 16 cm dicken Holzunterkonstruktion (Bild rechts oben), die mit einer 4 cm dicken Holzweichfaserplatte (Bild Mitte) geschlossen wird. Der 16 cm dicke Hohlraum wird mit Cellulosedämmstoff verfüllt. Wichtig ist, dass die Fenster in die Dämmebene verschoben werden, sonst bleiben zu viele Wärmelücken (Wärmebrücken), über die relativ viel Wärme im Winter abfließen würde. Die Oberfläche wird dann verputzt, so bleibt die gewohnte Optik weitestgehend erhalten. Die Dämmung kann auch mit Polystyrol oder Mineralfaser ausgeführt werden.



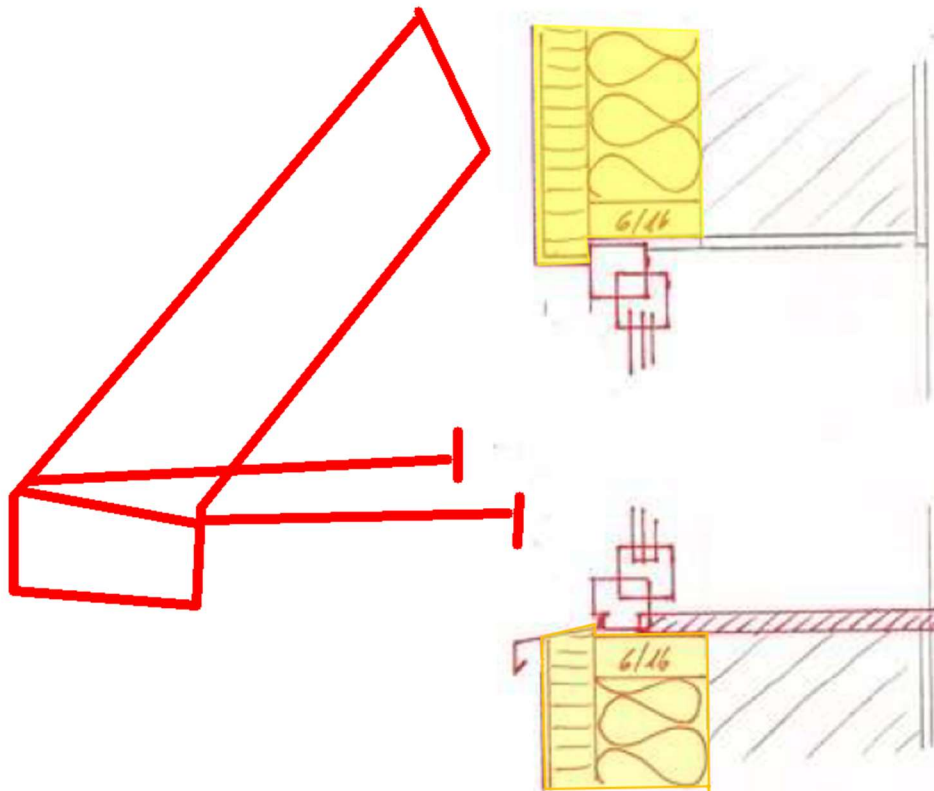
In der Fenstertechnik sind hinsichtlich der energetischen Eigenschaften Innovationssprünge erfolgt. Bei den neu einzubauenden Fenstern werden Fenster mit Drei-Scheiben-Gläsern gewählt. Das energetische Funktionsprinzip ist folgendes:



Die Innenseiten der Scheiben sind so beschichtet, dass die Sonnenenergie (mit dem eckigen Wellenmuster dargestellt) fast ungehindert die Fensterscheibe passieren kann und die andersgeartete Wärmestrahlung aus dem Raum (abgerundetes Strahlungsmuster) zum allergrößten Teil in den Raum zurückreflektiert wird. Diese Eigenschaften sorgen für die hohe energetische Effizienz der neuen Gläser. Seit Mitte der 1990er Jahre werden Zweifachverglasungen auch mit Beschichtungen verwendet. Bei den alten unbeschichteten Ein- und Zweifachverglasungen konnten beide Strahlungsarten beinahe ungehindert die Scheibe passieren. Bei der Rahmenkonstruktion gibt es für Holz- und Kunststofffenster dämmtechnisch verbesserte Konstruktionen.

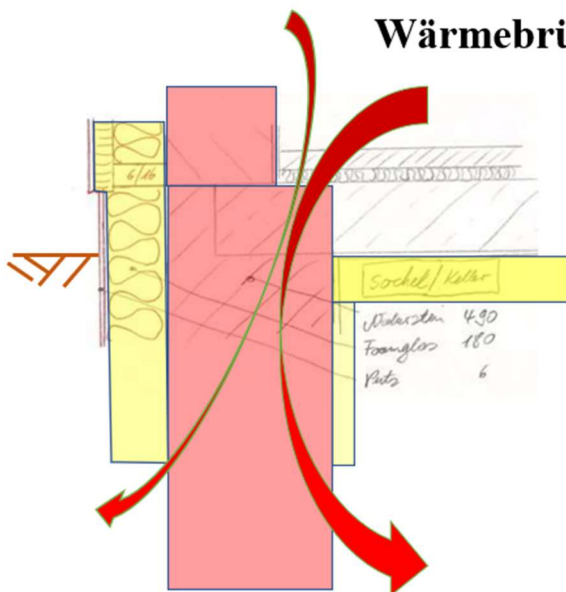
Alle Außentüren sind abgängig und werden gegen dämmtechnisch optimale Türen ausgetauscht (Passivhausstandard).

## Sommerliche Verschattung !



Aufgrund der Klimaerhitzung ist es empfehlenswert, die Fenster mit außen anzubringenden Verschattungsvorrichtungen zu versehen. Ost- und Westseiten sollten auch verschattet werden. Dadurch werden im Sommer über längere Zeiträume kühlere Temperaturen in den Räumen gehalten.

## Wärmebrücken zum Keller und Erdreich



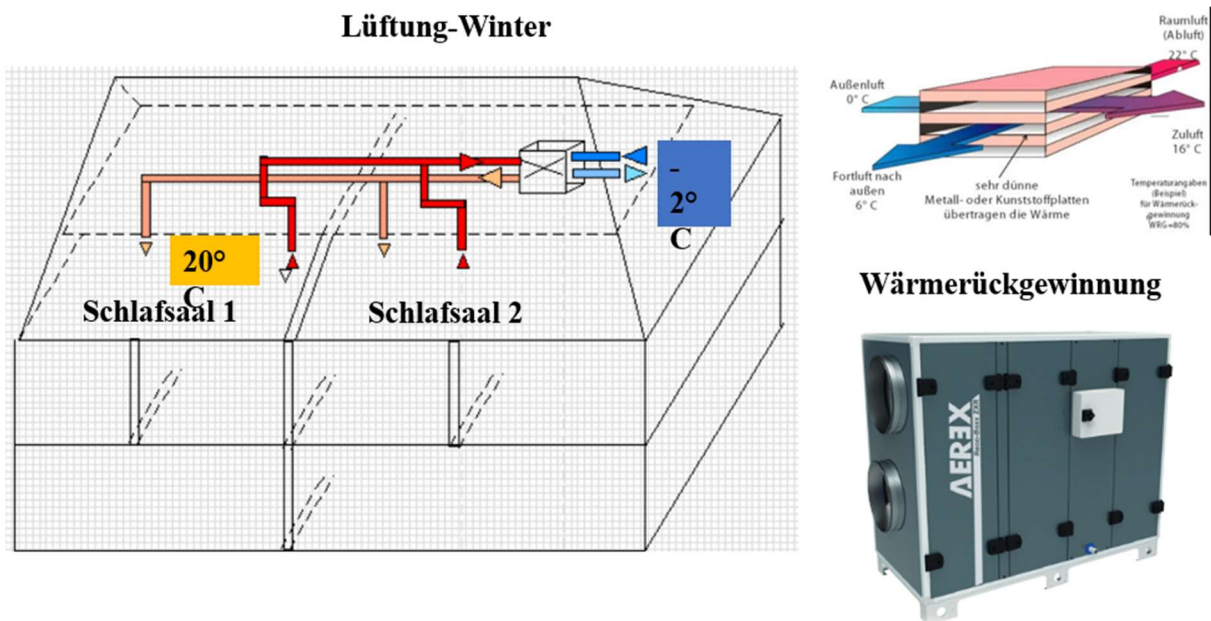
Die Kellerdecke wird mit 15 cm Polystyrol oder Mineralfaser gedämmt. Im Bereich der Kellerwände verbleibt eine Wärmelücke in der Dämmung (Wärmebrücke), durch die im Winter relativ viel Wärme verloren geht. Dieser Effekt wird reduziert, indem raumseitig auf die Wände eine 50 cm breite

Dämmung angebracht und von außen eine Dämmung 50 cm tief in das Erdreich (Perimeterdämmung) eingebaut wird. In dem Schullandheim in Springe wurde in Teilbereichen im Zuge anderer Sanierungsarbeiten vorab die Perimeterdämmung eingebracht (rechtes Bild).

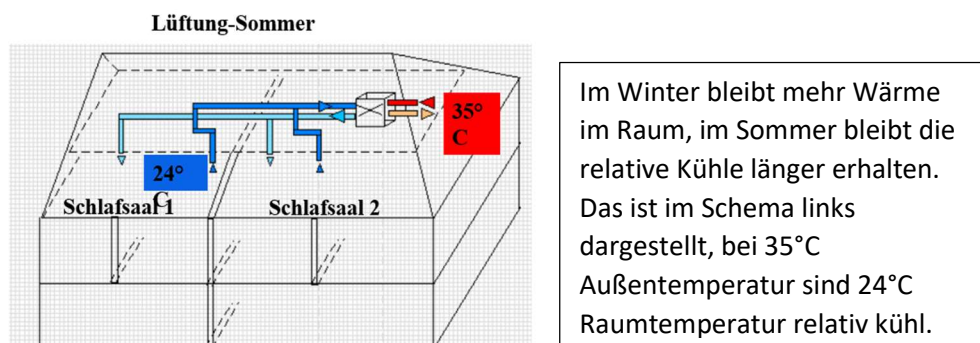
## Lüftungsanlagen

Bei gut gedämmten Gebäuden machen die Lüftungswärmeverluste 50 % der Energieverluste aus. Zur weiteren Senkung der Verbräuche und Verbesserung der Luftqualität in den Räumen sind Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung vorgesehen.

Die Funktionsweise der Wärmerückgewinnung ist in der folgenden Skizze rechts oben dargestellt. Die warme verbrauchte Luft aus dem Raum wird im Wärmetauscher durch dünne Spalte geführt. Über dünne Metall- oder Kunststoffplatten wird die Wärme auf die im Nachbarschlitz strömende Frischluft übertragen. Die Luftmengen sind vollständig getrennt, es werden 80 % der Wärmemenge auf die Frischluft übertragen.

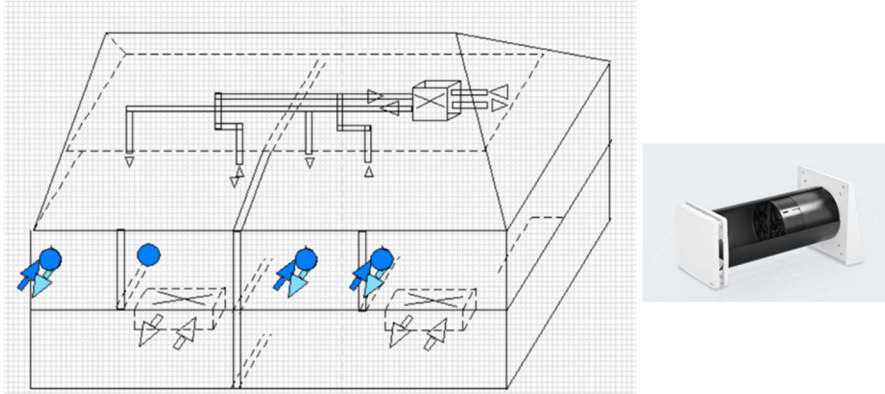


In dem Schullandheim in Springe befinden sich zwei große Schlafsäle im Dachgeschoss. Diese werden zukünftig über eine Lüftungsanlage mit Frischluft versorgt. Dazu werden das Lüftungsgerät und die Rohrleitungen im Spitzboden installiert. Pro Person sollten im Idealfall 30 m<sup>3</sup> Frischluft/Stunde zur Verfügung stehen. Bei Vollbelegung in den Räumen wird angestrebt, noch 10 m<sup>3</sup>/Stunde liefern zu können. Damit werden die Geräusche, Luftströmungen und die Luftqualität im noch akzeptablen Bereich gehalten.



Im 1. Obergeschoss befinden sich vier Räume mit je vier Betten. Hier werden Einzelraumlüfter eingebaut. Diese leisten eine Grundlüftung.

### Einzelraum Lüftung mit Wärmerückgewinnung



In den Tagesräumen im Erdgeschoss sind große Einzelgeräte vorgesehen, die auch z.B. in Klassenräumen eingesetzt werden.

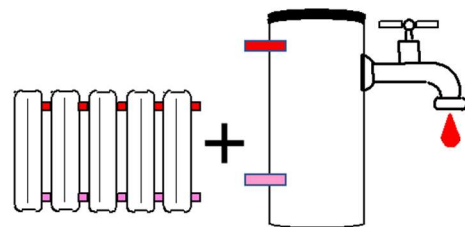
## Wärme für Heizung und Warmwasser

Jetzt muss noch Wärme für Heizung und Warmwasser im Gebäude bereitgestellt werden. Das sich im Augenblick abzeichnende zukunfts-fähige System sind Wärmepumpen, die mit regenerativ erzeugtem Strom betrieben werden. Die Funktionsweise von Wärmepumpen wird im Folgenden erklärt.

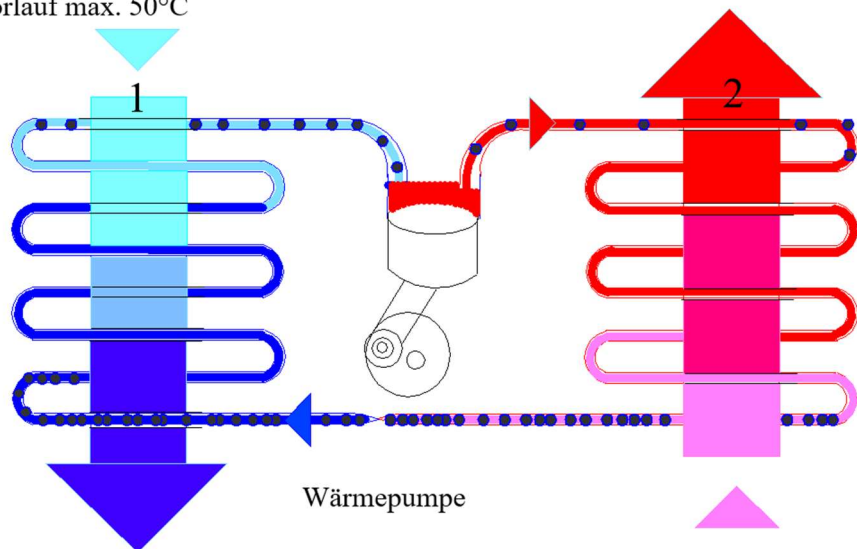
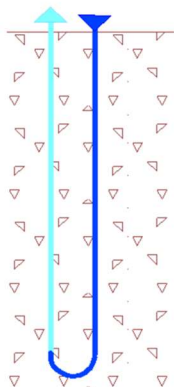


### Heizwärme

Die Zukunft ist die Wärmepumpe!  
Zur Wärmepumpe gehört ein Niedertemperatur Heizsystem  
Vorlauf max. 50°C



Energiequellen:  
Außenluft – oben  
Erdreich - unten



Die Wärmepumpe arbeitet nach dem Kühlschrankprinzip, sie hat eine Verdunsterseite (1 - blau, das wäre im Kühlschrank innen) und eine Verflüssigerseite (2 - rot, das wäre das Abwärmegitter an der Kühlschrank-Rückseite). In dem Rohrsystem strömt ein Medium, das bei Temperaturen über  $-20^{\circ}\text{C}$  verdunstet und dabei Energie aus der Luft oder dem Erdreich aufnimmt. Dieses energiegeladene Medium strömt auf die rote Seite hinüber und wird mit einem Kompressor so zusammengedrückt, dass es wieder verflüssigt wird, wobei es die nutzbare Wärme abgibt (Das kennen Sie auch von der Luftpumpe, wenn es vorne warm wird). Diese Wärme wird zur Gebäudebeheizung und Trinkwassererwärmung genutzt. Danach strömt das Medium wieder zur Verdampferseite (blau). Der Kompressor wird mit Strom angetrieben.

Eine Wärmepumpe erzeugt aus einer kWh Strom die meiste Nutzwärme, wenn die blaue Verdunsterseite möglichst warm ist und die Nutzenenergie auf einem niedrigen Niveau benötigt wird, z.B. bei einer Fußbodenheizung mit  $25^{\circ}\text{C}$ . Unter optimalen Bedingungen können die Wärmepumpen im Jahresmittel aus 1 kWh Strom 6 kWh Wärme erzeugen.

Im gut gedämmten Altbau sind die Bedingungen ungünstiger, da die Heizkörper höhere Temperaturen benötigen als eine Fußbodenheizung oder Deckenheizung. Die Heizkörper sollten so ausgelegt werden, dass an dem kältesten Tag ( $-12^{\circ}\text{C}$ )  $55^{\circ}\text{C}$  Vorlauftemperatur ausreichend sind. Für die Warmwasserbereitung müssen  $60^{\circ}\text{C}$  erreicht werden. In der Gebäudesanierung arbeiten die Wärmepumpen energetisch weniger optimal. Es werden im Jahresmittel aus 1 kWh Strom 3 kWh Nutzwärme erzeugt.

Insgesamt muss das Heizsystem auf möglichst niedrige Nutzttemperaturen ausgelegt werden.

Die Energiequellen Luft oder Erdreich sind unterschiedlich zu bewerten, das wird im Folgenden näher erläutert.

Bei der *Luft als Energiequelle* wird im Sommer und in der Übergangsjahreszeit eine hervorragende Effizienz des Stromeinsatzes erreicht. Nachteilig ist die Energiequelle Luft im Winter, wenn es sehr kalt ist (z.B.  $-12^{\circ}\text{C}$ ) und viel Wärme mit hohen Temperaturen benötigt wird. Da liefert die Umweltwärme aus der Luft wenig Energie und der Stromeinsatz, pro erzeugter kWh Nutzwärme, geht in die Höhe. Das funktioniert so lange, wie an den kalten Wintertagen genügend Strom zur Verfügung steht, wir müssen aber davon ausgehen, dass zukünftig Strom an solchen Tagen ein knappes und teures Gut sein wird. Bei der Aufstellung des Gerätes müssen die Lüftergeräusche mitberücksichtigt werden. Diese Anlagen nennen sich Luft-Wasser-Wärmepumpen und sind preislich günstiger als diejenigen, die das Erdreich als Wärmequelle nutzen.

Bei Erdreich als Wärmequelle bleibt die Temperatur der Umweltwärme (Erdreich), auch wenn es draußen sehr kalt ist (z.B.  $-12^{\circ}\text{C}$ ), in einem günstigeren Temperaturbereich für die Energiegewinnung als die Luft. Im Sommer kann sogar das Erdreich, z.B. mit Wärme aus Warmwassersolaranlagen, über die natürliche Temperaturregeneration hinaus aufgeladen werden. Das verwendete Temperaturniveau für die Aufladung darf bis zu  $25^{\circ}\text{C}$  betragen. Die natürliche Erdtemperatur beträgt ca.  $12^{\circ}\text{C}$ . Ein weiterer Vorteil – keine Geräuschbelastigung im Außenbereich.

**Wichtig:** Wärmepumpen sind keine Heizkessel. Der Öl-, Gas- oder Holzheizkessel kann leicht Temperaturen von z.B.  $80^{\circ}\text{C}$  erzeugen, die Effizienz geht dabei um ca. 10 % zurück. Damit können Gebäude z.B. kurzfristig hochgeheizt werden. Eine Wärmepumpe dagegen ist für den Dauerbetrieb auf möglichst niedrigem Temperaturniveau geeignet. Je ein Grad Erhöhung der Vorlauftemperatur geht bei der Wärmepumpe der Wirkungsgrad um 1 bis 2 % zurück. Das macht bei einer Erhöhung von  $35^{\circ}\text{C}$  auf  $55^{\circ}\text{C}$  einen Wirkungsgradrückgang von bis zu 40 %. Deshalb gehören eine möglichst gut gedämmte Gebäudehülle und eine optimale Heizkörperauslegung (hydraulischer Abgleich) zu einer Wärmepumpenanlage.

Zusatzoption: Mit Wärmepumpen kann auch gekühlt werden, die Anlagen müssen dafür aber speziell vorbereitet sein. Kühlen sollte aber möglichst unnötig gemacht werden. Vordringlichere Maßnahmen sind Dachdämmung, Verschattung, Nachtkühlung durch Lüften, interne Wärmequellen möglichst reduzieren, angepasste leichte Bekleidung.

### Hydraulischer Abgleich ein Muss für ein funktionsfähiges Heizsystem

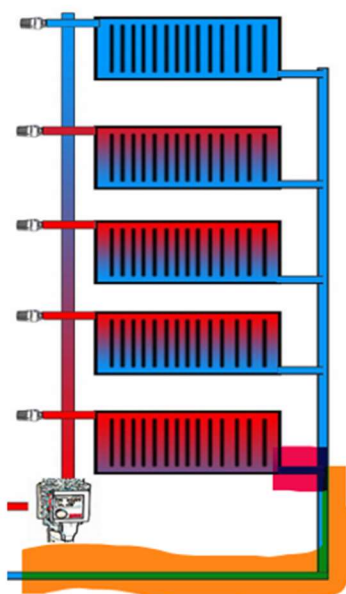
Durch einen hydraulischen Abgleich können bis zu 15 % Heizenergie eingespart werden. Deshalb sollte dieser immer (auch als Einzelmaßnahme ohne Austausch des Heizkessels z.B. gegen eine Wärmepumpe) durchgeführt werden. (<https://www.meine-heizung.de/hydraulischer-abgleich/>)

In Gebäuden gibt es das Phänomen, dass Heizkörper am Ende eines Heizstranges nur wenig warm werden, obwohl der Heizkörper entlüftet ist. Das weist mit hoher Wahrscheinlichkeit daraufhin, dass der Wasserfluss in den Leitungen (Hydraulik) nicht alle Heizkörper mit der richtigen Warmwassermenge versorgt. Der Grund dafür ist, dass Wasser immer den Weg des geringsten Widerstandes nimmt. Das kennen auch viele von ihrem Zuhause, wenn das Bad neben der Küche liegt. Es wird warm geduscht und in der Küche wird zwischendurch Warmwasser gezapft. Meistens wird dann das Duschwasser kalt, weil der Weg des Warmwassers durch den Küchenwasserhahn den geringeren Widerstand hat und deshalb überwiegend das zugemischte Kaltwasser aus dem Duschkopf kommt.

Bei Öl-, Gas und Holzheizkesseln hilft sich der Heizungsbauer häufig damit, dass die Vorlauftemperatur angehoben wird, das führt aber zu Übertemperaturen in Räumen mit gut versorgten Heizkörpern. Das ist der Grund für das oben erwähnte bis zu 15 -prozentige Einsparpotenzial durch den hydraulischen Abgleich.

Die Aufgabe beim hydraulischen Abgleich ist es, im Rohrsystem Widerstände einzubauen, so dass alle Heizkörper die notwendige Wassermenge bekommen, um die zugehörigen Räume zu heizen.

### Heizkörpersystem ohne hydraulischen Abgleich

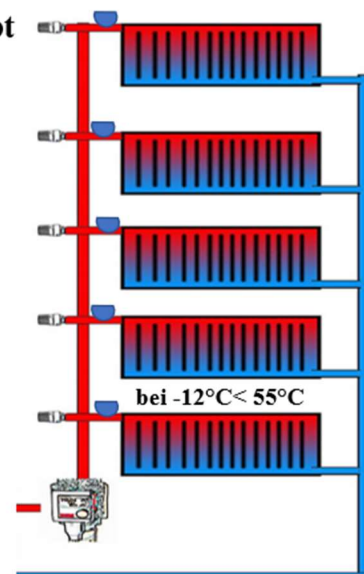


**Arbeiten:**  
Berechnung des Systems ergibt die Querschnittsverengung am Heizkörper.



Der Voreinstellbaren Ventilkopf wird an der Zahlenfolge erkannt.

### mit hydraulischem Abgleich



Bildquelle: Wikipedia, Autor Ra Boe  
This file is licensed under the [Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Germany](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/) license.



Bei der notwendigen Berechnung für den hydraulischen Abgleich wird der Wärmebedarf des Raumes ermittelt. Daraus ergibt sich die notwendige Wassermenge, die den Heizkörper durchfließen muss. Mit diesen Angaben wird die notwendige Querschnittsverengung als Voreinstellzahl für das Thermostatventil ermittelt. Bei Altanlagen müssen ggf. die Ventile noch dafür vorbereitet werden. Das Einstellen selbst ist der geringste Aufwand bei der Aktion.

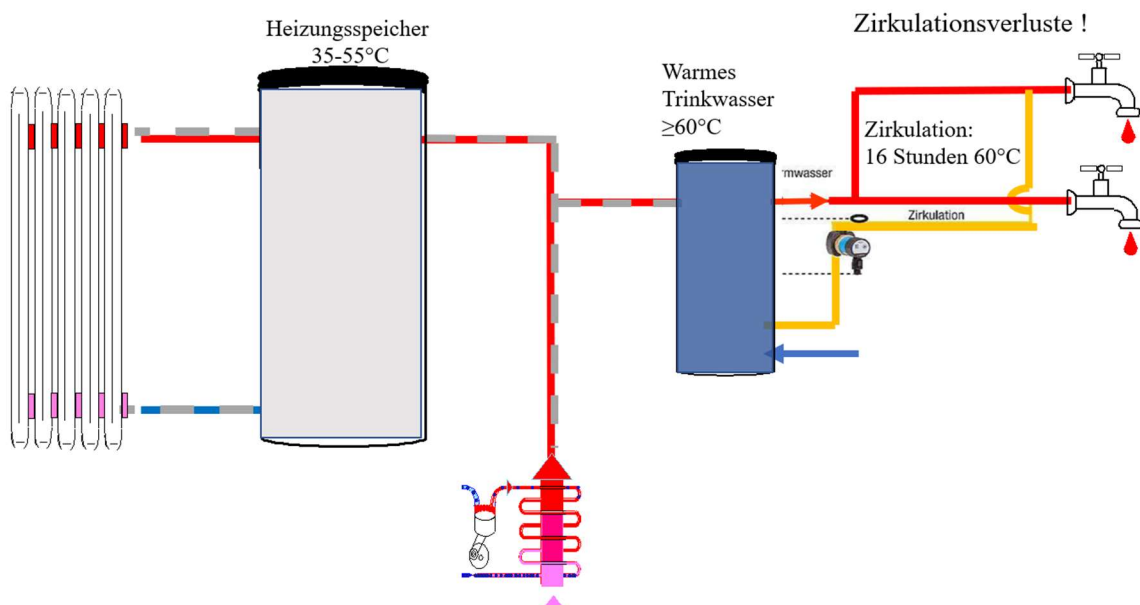
Eine etwas andere Erklärung ist als Video z.B. unter [Hydraulischer Abgleich einer Heizung - Bing video](#) verfügbar.

## Warmwasserversorgung bei einer Wärmepumpenversorgung

Hier gehe ich davon aus, dass das Warmwasser komplett über die Wärmepumpe erwärmt wird. Wie weiter oben erwähnt, verschlechtern hohe Temperaturen die Effizienz der Wärmepumpe. Deshalb wird als Strategie mit zwei Speichern gefahren: einer für Trinkwasser mit 60°C und einer für Heizungswasser mit der niedrigsten möglichen Temperatur, um das Haus mit ausreichend Wärme zu versorgen. Speicher im Speicher oder Schichtladespeicher sind möglicherweise auch eine Option.

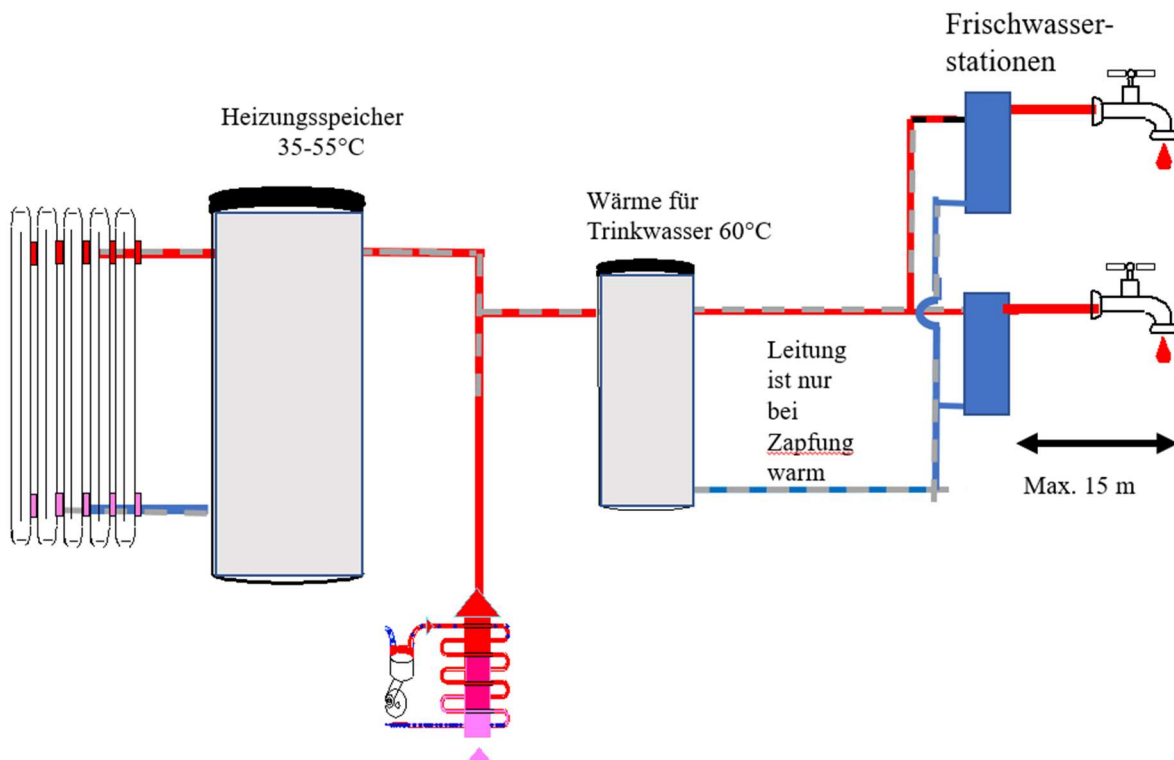
Es gibt zwei Systeme zur Trinkwasserversorgung, eines, bei dem das ganze Leitungssystem mit Trinkwasser gefüllt (zentrale Warmwasserversorgung) ist, und ein anderes, bei dem das Trinkwasser dicht an den Verbrauchsstellen über „Frischwasserstationen“ erwärmt wird. Beide Systeme werden hier kurz vorgestellt.

### Speichersystem bei zentraler Warmwasserversorgung (hygienisch schwierig)



Bei dem System mit zentraler Versorgung zirkuliert das 60° warme Trinkwasser mindestens 16 Stunden pro Tag und darf sich dabei im Rücklauf der Zirkulation auf maximal 55°C abkühlen. Im Altbau sind diese Leitungen teilweise ungenügend gedämmt. Das erzeugt bei langen Leitungen hohe Energieverluste auf dem Zirkulationsweg. Hygienisch, bezüglich des möglichen Legionellenbefalls, kann das problematisch sein, wenn z.B. bei alten Systemen einzelne Teile zu stark abkühlen. Zentrale Systeme müssen einmal pro Jahr auf Legionellen beprobt werden.

## Speichersystem bei dezentraler Warmwasserversorgung (besser für die Hygiene)



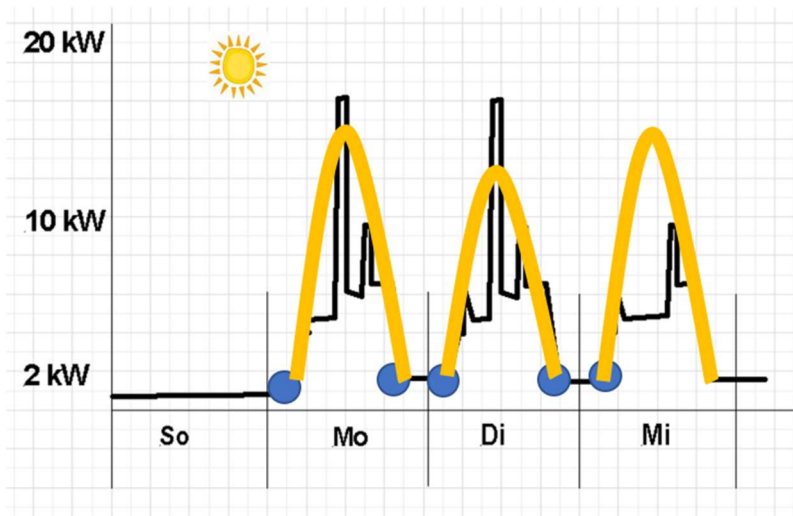
Bei der dezentralen Warmwasserversorgung wird das Trinkwasser kurz vor der Zapfstelle mit einer Frischwasserstation erwärmt. Eine Frischwasserstation ist ein Wärmetauscher, in dem die Energie von Heizungswasser auf das Trinkwasser übertragen wird, die Trinkwassertemperatur sollte 55°C erreichen. Die Entfernung zwischen der Frischwasserstation und der Zapfstelle muss kürzer als 15 m sein, dann gilt das System als Trinkwarmwasser-Kleinanlage. Eine Legionellenbeprobung ist nicht nötig. Energetisch hat das den Vorteil, dass das Heizungswasser zwischen dem 60°C-Speicher und der Frischwasserstation nur fließt, wenn gezapft wird.

Es ist natürlich möglich, im Sommer die Energie für die Warmwasserbereitung mit Unterstützung einer Solaranlage zu erzeugen oder zu unterstützen (Solaranlagen werden von Wasser mit Frostschutz durchflossen und erzeugen Wärme, aber keinen Strom).

### Fotovoltaik

Die Stromverbräuche in den meisten Gruppenunterkünften passen gut mit dem Stromertrag von Fotovoltaikanlagen überein. Das macht die Fotovoltaikanlagen zu rentablen Investitionen. Die Selbstkosten für Strom aus eigenen kleinen Fotovoltaikanlagen lagen 2021 bei 15 ct/kWh, der eingekaufte Strom kostete 24 bis 30 ct. Strom, der in das Netz eingespeist wurde, brachte ca. 10 ct/kWh ein. Also geht es darum, möglichst viel Strom aus der Fotovoltaikanlage selbst zu verbrauchen. Neue gesetzliche Vorgaben machen den Einbau von Fotovoltaikanlagen zukünftig wahrscheinlich für Gruppenunterkünfte wirtschaftlich noch interessanter.

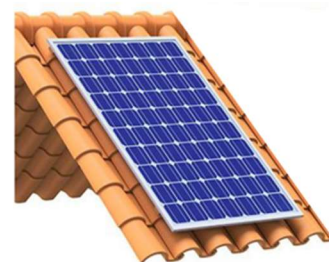
### Stromverbrauch/Stromerzeugung



**Wärmepumpenstrom** 20.000 kWh  
**Betriebsstrom** 25.000 kWh  
 45.000 kWh

Fotovoltaik 100 m<sup>2</sup> = 15.000 kWh

10.000 kWh werden direkt genutzt  
 5.000 kWh werden verkauft



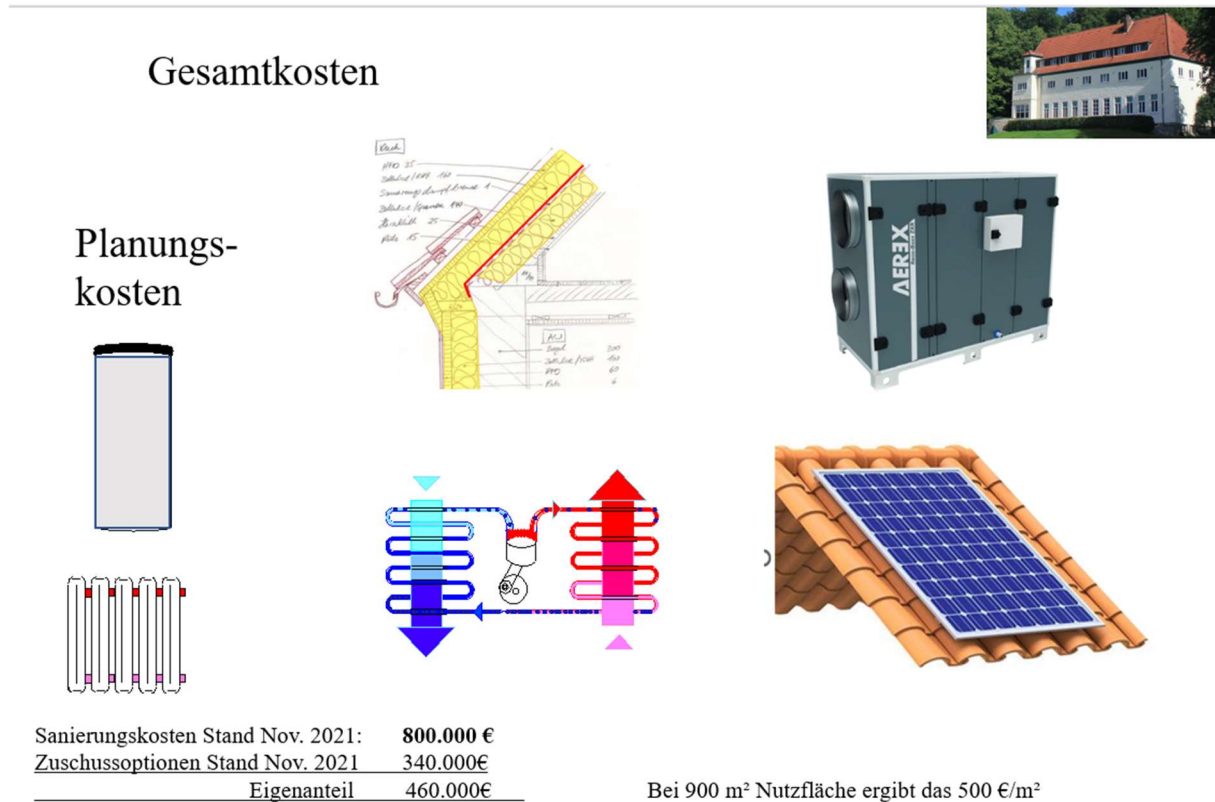
Fotovoltaik: 1 m<sup>2</sup> bringt 150 kWh/a  
 1 kW<sub>peak</sub> bringt 900 kWh/a

In der Grafik ist die schwarze Linie der Stromverbrauch und die gelben Kurven stellen die Stromproduktion dar. Wenn der Stromverbrauch die Eigenproduktion übersteigt, wird zugekauft, wenn zu viel produziert wird, geht der Überschuss ins Stromnetz. Im Winter ist die Stromproduktion sehr gering.

Beim Schullandheim in Springe werden nach der energetischen Sanierung insgesamt 45.000 kWh/Jahr an Stromverbrauch erwartet. Mit der geplanten 100 m<sup>2</sup> großen Fotovoltaikanlage werden 15.000 kWh/Jahr erzeugt. Davon können 10.000 kWh/Jahr direkt genutzt werden und 5000 kWh/Jahr werden in das öffentliche Stromnetz eingespeist.

## Kosten der energetischen Sanierung.

Die Gesamtkosten der Maßnahme wurden mit den Preisen von 2021 auf ca. 800.000 € geschätzt. Zu dem Zeitpunkt gab es 340.000 € Zuschüsse aus Bafa- und KfW-Mitteln zu der Maßnahme. Es blieben also 460.000 € anderweitig zu finanzierende Kosten.



In der Grafik sind alle Maßnahmen der energetischen Sanierung mit Symbolen dargestellt.

## Die Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der energetischen Sanierung ist sinnvoll, um ein weiteres Entscheidungskriterium für die Umsetzung von Maßnahmen zu haben.

Da die augenblickliche Situation der Materialpreise und Energiepreise einen höchsten Grad an Unsicherheiten aufweist, ist eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eine Wette auf die Zukunft und kann nur eine Betrachtung unter bestimmten Annahmen sein. Die Wirklichkeit kann sich ganz anders entwickeln. Die Kosten in dieser Betrachtung basieren auf denen des Jahres 2021.

Mit der geplanten energetischen Sanierung werden auch sowieso anstehende Sanierungsmaßnahmen umgesetzt, z.B. völlig abgenutzte Türen und Tore ausgetauscht. Diese Kosten werden aus der Wirtschaftlichkeitsberechnung herausgenommen. Bereits gealterte Bauteile wie das 30 Jahre alte Dach mit einer Gesamtlebensdauer von 60 Jahren werden mit der Sanierung auf „Neu“ zurückgesetzt. Die 30-jährige Abnutzung für das Dach wird aus den Kosten der energetischen Sanierung ebenfalls herausgerechnet.

8 Außentüren/Tore Restwert 0,00€    Erneuerungskosten    30.000€

Fassadenputz überarbeiten / Anstrich	Reparaturkosten	15.000€
Überdimensionierten Heizkessel	Restwert 3.000€	20.000€
<u>Abnutzung Dacheindeckung</u>		<u>40.000€</u>

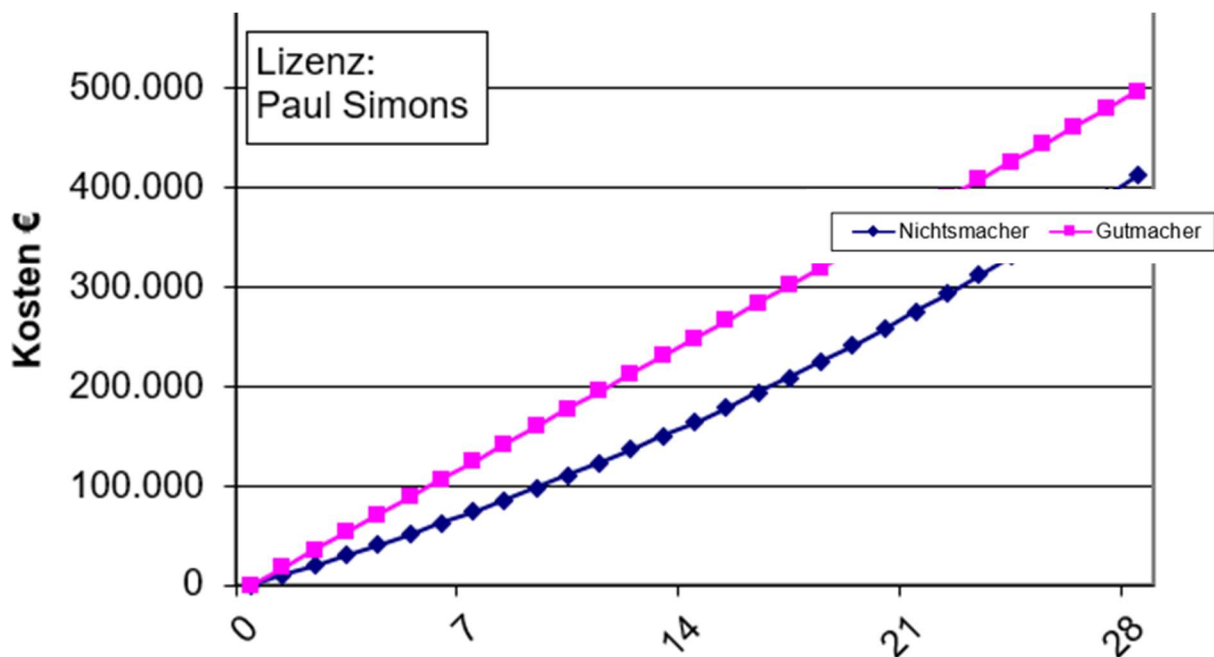
Sowieso kosten 105.000€

Öffentliche Zuschüsse werden mit 340.000€ angesetzt

Die Kosten der energetischen Sanierung betragen  $800.000€ - 340.000€ - 105.000€ = 355.000€$

Die Heizenergiekosten; wenn nichts gemacht wird, belaufen sich für Heizöl  $12.000l \times 0,80ct/l = 9600€/Jahr$

Die Heizstromkosten nach der kompletten Sanierung betragen  $20.000 kWh \times 30ct/kWh = 6000 €$ , bei der Vollsanierungsvariante ist angenommen worden, dass die Belegung um 8000 Übernachtungen ansteigt. Hier gehen wir davon aus, dass es nur 4000 Übernachtungen mehr werden, davon gehen 2 €/Übernachtung in den Heizstromtopf das macht 8000€/ Jahr für Heizstrom, das bedeutet, es bleiben 2000 € über, die in die Tilgung gehen. Bei der Heizölvariante (NichtsmacherIn) wird von keiner Steigerung der Übernachtungszahlen ausgegangen. Für das Heizöl wird 0,08 €/kWh mit 3 % jährlicher Steigerung angesetzt. Für die den Kredit in Höhe von 355.000€ werden 3 % Zinsen und 2 % Tilgung angenommen.



Grafik: Amortisationstrainer

Die blaue Kurve stellt die Energiekosten dar, wenn alles so bleibt, wie es ist (NichtsmacherIn). Im zehnten Jahr nach der Sanierung betragen die Mehrkosten bei durchgeführter Sanierung gegenüber „alles bleibt, wie es ist“ rund 7000 €/Jahr. Die 105.000 € Sowiesokosten müssen mit der Sanierung auf einen Schlag aufgebracht werden.

Der Kostenvergleich zeigt: Aus derzeitiger wirtschaftlicher Sicht ist es billiger, alles beim Alten zu lassen. Nichtmonetäre Aspekte dürfen und sollten aber berücksichtigt werden.

- größere Behaglichkeit in dem sanierten Gebäude

- Die CO<sub>2</sub>-Emissionen betragen bei Heizöl 36.000 kg/Jahr und bei der Wärmepumpe unter Zugrundelegung des deutschen Strommixes aus fossilen und regenerativen Quellen 8.000 kg, also eine Einsparung von 28.000 kg CO<sub>2</sub> pro Jahr.

- Gruppenunterkünfte sind auch dafür da, junge Menschen für die Zukunft fit zu machen. Dazu gehört es auch, nachhaltige Methoden zur Energieeinsparung zu erleben, diese sollten natürlich auch sichtbar sein.

## CO<sub>2</sub> neutrale Mehrzweckhalle

**Modernisierung der Halle im Jahr 2017, auch um das Klima zu schützen.  
Das wird durch Energieeinsparung und durch Nutzung von regenerativem Strom erreicht.**

### Energieeinsparung

Verbrauch in kWh

Status	Verbrauch in kWh
Alt	20.000
Saniert	5.000

1. Dicke **Dämmung** aus recyceltem Zeitungspapier in den Wänden
2. Fenster mit Dreifachverglasung
3. **Lüftungsanlage** mit Wärmerückgewinnung

Vor der Sanierung hatte die Halle einen Energiebedarf von 20.000 kWh Heizöl pro Jahr (1 l Heizöl = 10 kWh, durch Verbrennen ergibt das = 3,0 Kg CO<sub>2</sub>).  
Jetzt sind es 5.000 kWh Strom pro Jahr.

**Energieeinsparung** → **Weniger CO<sub>2</sub>-Ausstoß** → **Klimaschutz**

**33 cm**      **22 cm**

**Bestandswand von 1968**      **Neue Dämmung von 2017**

### Regenerativer Strom

Wird genutzt für Heizung, Beleuchtung, Betrieb der Lüftungsanlage.

Die Heizung erfolgt durch eine elektrisch betriebene Wärmepumpe.

Diese entzieht der Außenluft Wärme, die zum Heizen genutzt wird.

**Regenerativer Strom** → **CO<sub>2</sub>-Neutralität** → **Klimaschutz**

Die 1968 erbaute Halle ist 300 m<sup>2</sup> groß. Sie hat sich bei unseren Gästen bereits für Sport, Chor- und Theaterproben, Mannschaftsspiele und als großer Gruppenraum bestens bewährt.

Werde zum Energiedetektiv:  
Wieviel CO<sub>2</sub> wird eingespart?

Weitere Informationen finden Sie bei uns:  
[www.landheim-teilkampfschule.de](http://www.landheim-teilkampfschule.de)

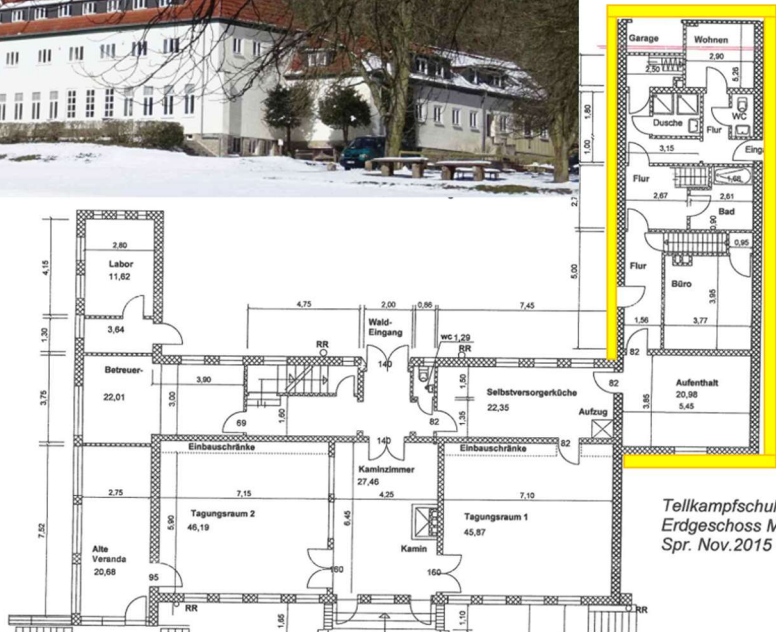
Eine Möglichkeit der Kommunikation einer energetischen Sanierung mit den Gästen ist eine Tafel, die an dem Gebäude angebracht ist.

Fazit: Bei derzeitigen Förderangeboten und Energiepreisen gibt die reine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach derzeitig verfügbaren Zahlen keine Argumente für eine CO<sub>2</sub>-neutrale Sanierung.

Um die 1,5° Grenze zu unterschreiten sind kurzfristige CO<sub>2</sub> Reduktionsmaßnahmen dringend nötig! Von daher besteht Hoffnung, dass die Energiepreise so verschoben werden, dass sich ökologische Varianten rechnen.

Für Häuser, die im Winter schließen, wird hier auf einige daraus folgernde Punkte eingegangen:

## Nur Sommerbetrieb

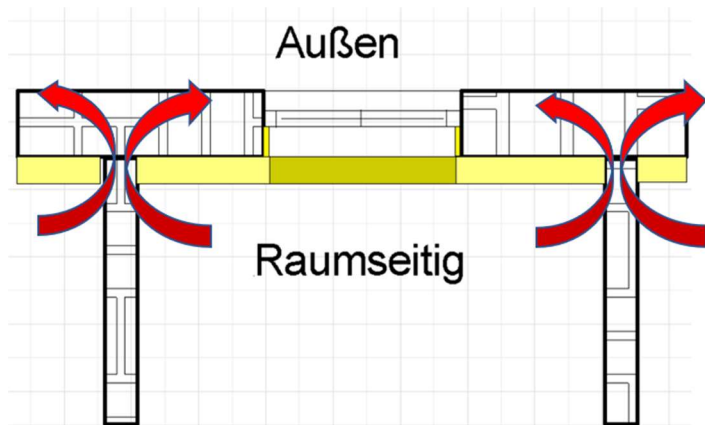


**Bürotrakt dämmen und energetisch vom Haupthaus trennen**

Das Schullandheim in Springe hätte auch im reinen Sommerbetrieb noch Büro- und Wohnbereiche, die ganzjährig genutzt werden. Hier ist es sinnvoll, diesen Gebäudebereich zu dämmen (gelb umrandet dargestellt). Damit wird dort der Heizwärmebedarf reduziert. Die Warmwasserversorgung der Wohnräume sollte nur an der Haupthausversorgung belassen werden, wenn eine dezentrale Versorgung (Frischwasserstationen in der Nähe der Zapfstellen) vorhanden ist und wenn die wärmeleitenden Leitungen zu den Frischwasserstationen im Haupthaus abgedreht werden können. Damit bleiben diese im Winter kalt und produzieren keine Energieverluste. Bei einer zentralen Versorgung würde die gesamte Warmwasserkirkulation mit den hohen Verlusten in Betrieb bleiben. Bei kleinen Warmwassermengen kann es unter Umständen sinnvoll sein, diese elektrisch zu erwärmen. Ebenfalls muss geschaut werden, ob die Wärmepumpe für das Haupthaus auch für den Büro- und Wohnbereich die passende Größe hat. Der Grund: Bis 5°C Außentemperatur muss nur der Bürotrakt geheizt werden und bei dem geringen Wärmebedarf muss die große Wärmepumpe häufig an- und abschalten (takten). Das verkürzt die Lebensdauer der Wärmepumpe.

Für das Winterfestmachen des Haupthauses sollte bei niedrigen Temperaturen die Heizungsumwälzpumpe laufen, damit in Außenwänden liegende Heizungsleitungen nicht einfrieren. Trinkwasserleitungen in Außenwänden sollten aufgespürt werden, diese Bereiche sind z.B. zeitweise oder dauerhaft mit Außendämmmaßnahmen zu versehen, damit diese Leitungen bei strengem Frost nicht einfrieren.

## Innendämmung



In bestimmten Situationen kann ein Gebäude nicht von außen gedämmt werden. Z.B. wurde für das Haupthaus des Energie- und Umweltzentrums am Deister [E-U-Z] schon in den 1980er Jahren beschlossen, die Kalksteinfassade im Erdgeschoss sichtbar zu lassen. Deshalb wurde das gesamte Erdgeschoss von innen gedämmt. Innendämmungen haben für die Wärmeenergie viele Lücken, über die die Wärme im Winter nach außen entweichen kann, z.B. einbindende Wände (Skizze rechts). Im [E-U-Z] sind verschiedenste Innendämmsysteme eingebaut und langfristig beobachtet worden. Die dort verwendeten Systeme funktionieren alle, funktionieren meint: Die gedämmten Außenwände sind trocken und warm. Das linke Bild zeigt eine Innendämmung mit folgendem Aufbau: Holzunterkonstruktion, 4 cm Mineralwolle, die blaue Dampfbremse und Luftdichtungsbahn und als Deckfläche eine Weichfaserplatte.



## 6-Bilder von der Sanierung der Turnhalle im Schullandheim Springe

Im Schullandheim in Springe wurde die Halle im Winter 2016/2017 energetisch auf einen zukunftsfähigen Stand gebracht.

Die Halle wurde 1968 in massiver Bauweise erstellt. Der Hallenboden bestand aus schwimmendem Zementestrich mit PVC-Belag, die Leuchten und das Gewächshaus-Warmluftgebläse wurden mit einem Taubennetz vor Bällen geschützt. Es bestand Sanierungsbedarf, dieser wurde durch den seit 2015 nicht mehr nutzbaren PVC-Belag hochaktuell, weil die Halle wegen Verletzungsgefahr nicht mehr genutzt werden konnte. Es wurde abgewogen, die Halle ersatzlos abzureißen oder eine Sanierung anzugehen. Entschieden wurde, die Sanierung umzusetzen und dabei auch eine deutliche energetische Verbesserung zu erzielen. Die Nutzungsmöglichkeiten haben sich mit der Sanierung deutlich erweitert.

### Sanierung Mehrzweckhalle mit zukunftsfähigem Dämmstandard



Turnhalle nur noch Bolzhalle.  
Im Boden bildeten sich Stolperfallen.  
Was nun?



Start der Bauarbeiten.  
Da wo die Baustraße hinkommt werden Gehwegplatten in  
Eigenleistung aufgenommen.

## Sanierung Mehrzweckhalle (Teil-Rückbau)



Links im Bild: Abbruch des Zementestrichs. Rechtes Bild: Einige Öffnungen in der Fassade wurden versetzt, zugemauert oder neu gebrochen. Die Dacheindeckung ist bereits entfernt.

## Sanierung Mehrzweckhalle



Das Dach war nach drei Tagen wieder zu



10 cm Dämmung im Boden – mehr ging nicht



300 m<sup>2</sup> Schwingboden mit Parkett erstellen

Linkes Bild: Das Dach ist mit Sandwich-Elementen eingedeckt (Sandwich-Element = unten Blech, 12 cm PU-Dämmung, oben Blech). Bild oben rechts: Der Boden ist als Schwingboden ausgebildet und konnte mit 10 cm gedämmt werden, mehr ging wegen der geringen verbleibenden Raumhöhe im Eingangsbereich nicht. Bild unten rechts: Die Tischler beim Verlegen des Eichenparketts. Wir haben

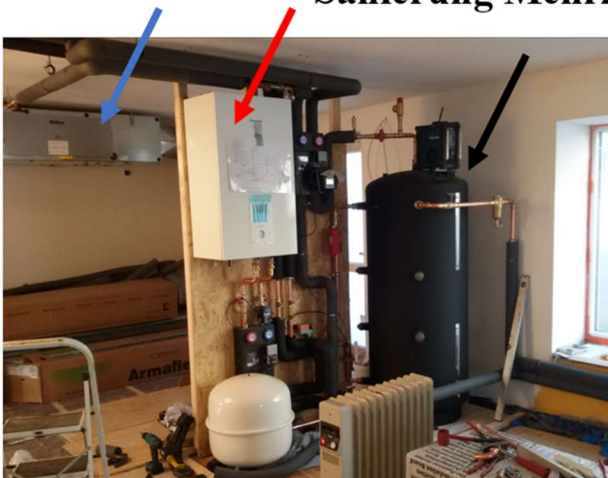
uns bemüht, möglichst die Herkunft der Materialien zu dokumentieren. Das Parkett kommt aus Kroatien.

## Sanierung Mehrzweckhalle - Dämmkonstruktion



Die Außenwände wurden mit 22 cm breiten Holzträgern aufgedoppelt (linkes Bild), darauf kam eine 2 cm dicke Weichfaserplatte und der Hohlraum wurde mit Cellulosedämmstoff ausgeblasen. Im mittleren Bild ist der Zimmermann beim Einblasvorgang zu sehen. Die Einblasmachine steht auf dem LKW, siehe Bild rechts. Danach werden noch eine senkrechte und eine waagerechte Lattung als Unterkonstruktion für die Sichtschalung, Lärche sägerauh, angebracht. Die Sichtschalung stammt aus einem Forst bei Bad Eilsen, in 50 km Entfernung von Springe.

## Sanierung Mehrzweckhalle



Wärmepumpe und Lüftungsanlage



Einbau der Prallwände  
in Eigenleistung

Linkes Bild: Die Haustechnik befindet sich im Aufbau. Blauer Pfeil: das Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung für einen Luftaustausch von bis zu 900 m<sup>3</sup>/h. Roter Pfeil: das Innenteil der 9 kW Luft-Wasser-Wärmepumpe und rechts der Pufferspeicher (schwarzer Pfeil), damit die Wärmepumpe möglichst lange ohne Unterbrechung arbeiten kann.

Rechtes Bild: Die Montage der zur Verletzungsminderung notwendigen Prallwände erfolgt in Eigenleistung.



Ansicht der sanierten Sporthalle, die sich jetzt zu einer Multifunktionshalle gemauert hat.

## Multifunktionshalle im Gebrauch



**Tanzgruppe auf der Bühne**



**Boulderwand**



**Neujahrsempfang mit veganem Buffet**



**Chorprobe**

Durch einen Zuschuss der Klosterkammer Hannover konnten Boulderwand, Bühne und Leinwand angeschafft werden. Durch die behagliche Atmosphäre ist die Halle multifunktional geworden. Und das alles bei deutlich verminderten Energieverbräuchen für Heizung und Licht, also auch energetisch zukunftsfähig.

## 7-Resümee

Es gibt bewährte Organisationsmöglichkeiten und Techniken für zukunftsfähige Gebäude.

Ich hoffe, dass Sie jetzt eine bessere Basis haben, um Ideen für die energetische Sanierung Ihrer Gebäude zu entwickeln.

Und dass Sie für diese Zielsetzung besser in der Lage sind, mit Fachleuten kritisch zu diskutieren.

Für Rückfragen: [Simons@BlowerDoor.de](mailto:Simons@BlowerDoor.de)