



5. KONGRESS ZUKUNFTSRAUM SCHULE

Bildungsbauten nachhaltig gestalten
Schwerpunkt Energieeffizienz

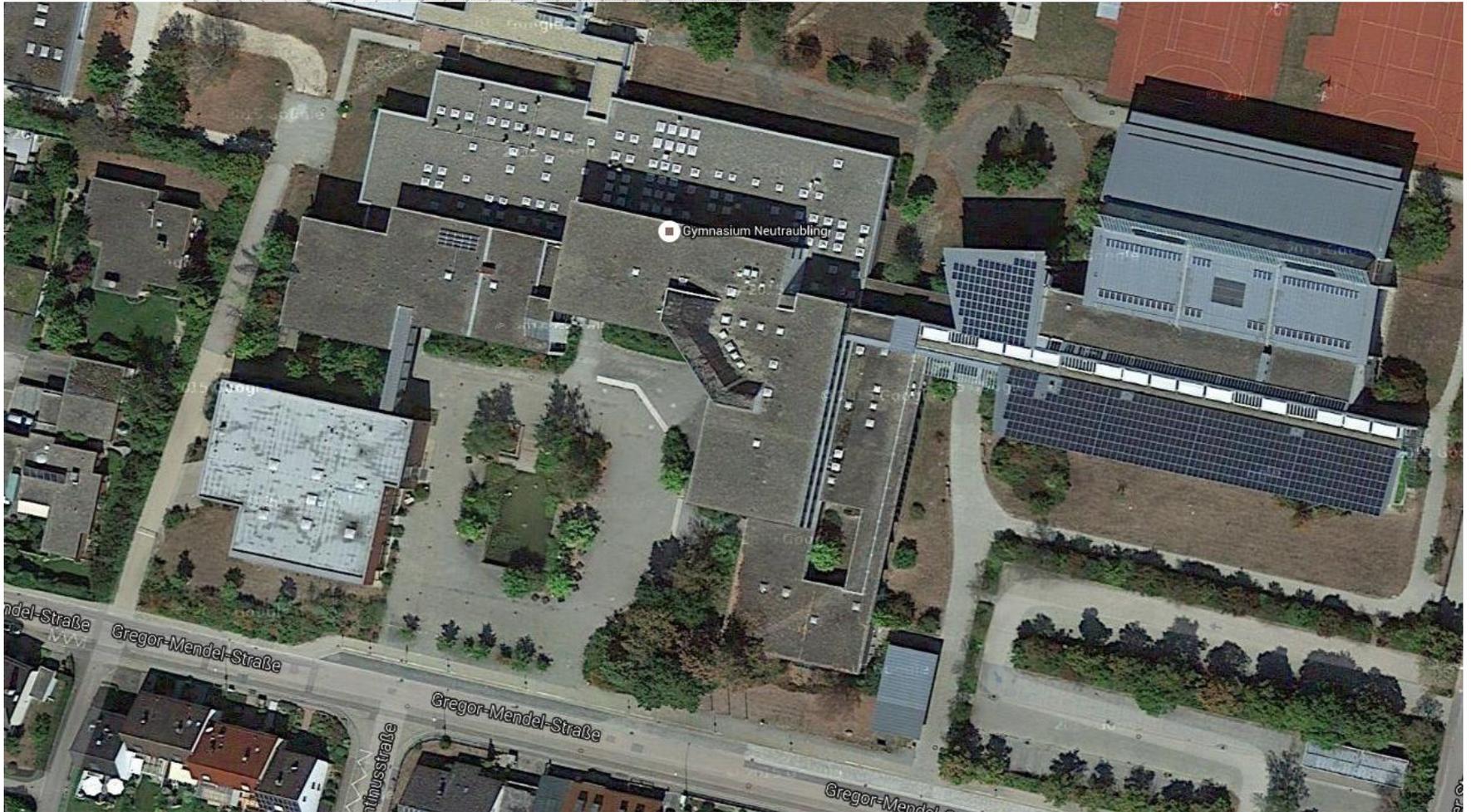
GYMNASIUM NEUTRAUBLING – Wirtschaftliche Lösungen durch integrale Planung

Stuttgart, 15.11.2017





Gymnasium Neutraubling im Effizienzhaus Plus-Standard





Gymnasium Neutraubling im Effizienzhaus Plus-Standard





Landkreis Regensburg plant die Sanierung des Neutraublinger Gymnasiums und befindet sich in der Vorplanungsphase.

Der Projektsteuerer bindet im August 2015 als „Energetischen Projektsteuerer“ das Architekturbüro Haase ein.

Ziel:

Eine modellhafte Sanierung Richtung CO₂-Neutralität mit der Fragestellung unter Einbeziehung von Fördermitteln möglichst günstige Nachfolgekosten zu erreichen.

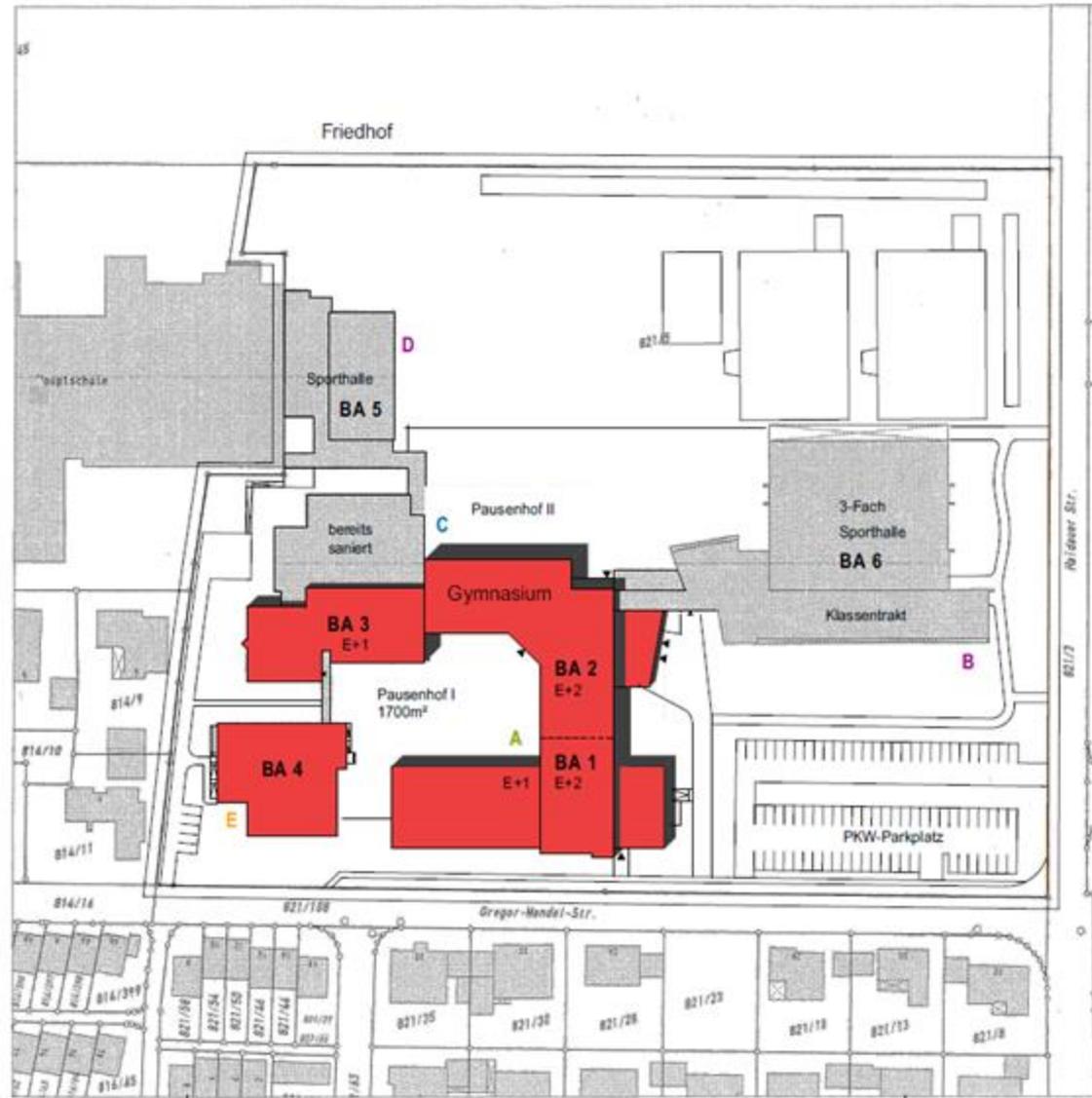




Gymnasium Neutraubling im Effizienzhaus Plus-Standard



Alle Flächen in dieser Zeichnung sind orientiert.
Die Flächen sind in dieser Zeichnung orientiert.
Die Flächen sind in dieser Zeichnung orientiert.
Die Flächen sind in dieser Zeichnung orientiert.





Energetischer Projektsteuerer überprüft bisherige Energieverbräuche, derzeitige Planung und bringt innovative Lösungsvorschläge ein.

Die Beratung ergibt als Empfehlung das Programm „Bildungsbauten als Effizienzhaus Plus des BBSR“ und dessen Bedingungen zu beantragen.

Erarbeitung der ersten Phase des Förderantrages mit geschätztem Energiekonzept in Verbindung mit innovativen Ideen zum CO₂-freien Betrieb des Gymnasiums mit erster Kostenschätzung der Mehrkosten, der eventuellen Zuschüsse und der Auswirkung der nachfolgenden niedrigen Energiekosten.





Gymnasium Neutraubling im Effizienzhaus Plus-Standard

Das Gymnasium Neutraubling ist inkl. seiner Turnhallen derzeit an einem Nahwärmenetz angeschlossen. Der Anschlusswert beträgt 1.350 kW, aus dem die Grundgebühr berechnet wird. Im Jahr 2015 wurden folgende Fernwärmerechnungen bezahlt:

1. Quartal 2015	512.000 kWh	52.782,94 €	10,31 ct/kWh
2. Quartal 2015	145.050 kWh	25.537,18 €	17,61 ct/kWh
3. Quartal 2015	43.847 kWh	17.999,78 €	41,05 ct/kWh
4. Quartal 2015	372.055 kWh	42.519,15 €	11,43 ct/kWh
Summe 2015	1.072.952 kWh	138.839,158 €	12,94 ct/kWh

Hierbei ist zu beachten, dass die Grundgebühr 12.366 €/Quartal kostet; dies entspricht 49.464 €/a Grundgebührenkosten und 89.370 € „Verbrauchskosten“ - den Verbraucher treffen jedoch beiden Kosten.

Falls der Fernwärmeanschluss weiterhin benutzt würde und durch Dämmmaßnahmen der Verbrauch der Schule deutlich reduziert würde, werden die kWh-Preise für den Wärmeverbrauch deutlich steigen. Aus diesem Grunde ist es ratsam, dieses System, bei dem bei niedrigem Verbrauch höhere kWh-Preise zu bezahlen sind, zu verlassen.

In Neutraubling ist daher vorgesehen, den Energieverbrauch deutlich abzusenken, möglichst Leitungsverluste zu vermeiden und auf Wärmepumpentechnik mit Nutzung von Grundwasserwärme umzusteigen, mit dem interessanten Nebeneffekt durch die Grundwassernutzung im Sommer Naturkühlung einzubinden.





Gymnasium Neutraubling im Effizienzhaus Plus-Standard

Durch ausreichende Dämmung bzw. Neubaubereiche im KfW 55 bzw. KfW 70 Standard wird der Verbrauch in Zukunft stark abgesenkt. Eine überschlägige Abschätzung geht davon aus, dass für

BA 1 Neubau Verwaltung eine Heizleistung von ca. 80 kW

BA 2 Sanierung Aula ca. 90 kW

BA 3 Sanierung Chemie ca. 40 kW Heizleistung in Zukunft benötigt wird.

Die Heizung selbst besteht aus Lüftungsanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung und Nachheizregister, in dezentraler und zum Teil zentraler Anordnung. Die Lüftungsanlagen selbst können mit dem Nachheizregister im Winter Wärmeenergie einbringen und im Sommer Wärme und z. T. Feuchte aus der Zuluft entziehen.

Die Steuerung und Anbindung des Lüftungegerätes regelt eine nachgeordnete Deckenheizfläche, die ebenso heizen und kühlen kann und gleichzeitig die Akustik verbessert.

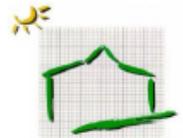
Das Ziel ist, eine sehr kostengünstige Heizungsinstallation auszuführen, die verstärkt in ihrer Technik die Eigenschaften des hochwärmegedämmten Niedrigenergiegebäudes berücksichtigt. Weiterhin soll der Aufwand für MSR-Technik weitgehend reduziert werden, da die Beheizung der Schule im Prinzip einfacher ist, als der Betrieb eines Wohnhauses, bei dem parallel Warmwasser bereitgestellt werden muss. Wichtig im Schulbereich ist, dass der sommerliche Wärmeschutz durch möglichst hohen Anteil Naturkühlung unterstützt wird.



Gymnasium Neutraubling im Effizienzhaus Plus-Standard

ARCHITEKTURBÜRO
WERNER HAASE

POSTFACH 1361 97749 KARLSTADT
J. - ECHTER-STR. 59 97753 KARLSTADT
TEL: 09353/6628-0 FAX 09353/6375
e-mail: info@arch-haase-karlstadt.de



Datum 20.01.2016

Zusammenstellung der Gesamtkosten und der geschätzten laufenden circa-Kosten für das Gymnasium Neutraubling

verschiedene Varianten des Energiestandards	EnEV 2016	KfW 100	KfW 70	Plusenergie-Schule
1. Investitionskosten				
Gesamtkosten	29.700.000 €	30.700.000 €	31.800.000 €	32.700.000 €
abzügl. FAG-Förderung	8.800.000 €	8.800.000 €	8.800.000 €	8.800.000 €
abzügl. Tilgungszuschuss KfW		735.000 €	1.460.000 €	1.470.000 €
abzügl. Zuschuss Plusenergie-Haus				
Förderung Innovation				500.000 €
Förderung Monitoring kostenneutral				- €
Verbleibende Gesamtkosten	20.900.000 €	21.165.000 €	21.540.000 €	21.930.000 €
Mehrkosten zwischen EnEV 2016 und anderen Varianten		265.000 €	640.000 €	1.030.000 €
2. Laufenden Kosten nach Sanierung				
Heizung	50.400 €	49.000 €	48.000 €	12.500 €
Strom	72.000 €	72.000 €	72.000 €	34.700 €
Stromeinspeisevergütung für ca. 200.000 kWh/a zu 10 ct/kWh				- 20.300 €
Wartung	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €
durchschnittl. Zinsen für Kredit: Zinssatz 0,65 % 10 Jahre fest	135.850 €	42.023 €	37.310 €	33.995 €
durchschnittl. Zinsen für Kredit: Zinssatz 0,05 % Sanierung 10 Jahre fest ***		7.350 €	7.900 €	8.350 €
Lfd. Gesamtkosten	278.250 €	183.023 €	185.210 €	89.245 €
jährl. Ersparnis zwischen EnEV 2016 und anderen Varianten	Basis	95.228 €	93.040 €	189.005 €
Dauer der Amortisation		3 Jahre	7 Jahre	5 Jahre
Kreditbetrag				
(Gesamtkosten abzügl. FAG-Förderung und Zuschüsse)	20.900.000 €	21.165.000 €	21.540.000 €	21.930.000 €
KfW-PRG 208		6.465.000 €	5.740.000 €	5.230.000 €
KfW-PRG 217/218		14.700.000 €	15.800.000 €	16.700.000 €

Basis der Berechnung ist die Kostenschätzung des Büros Winkler.

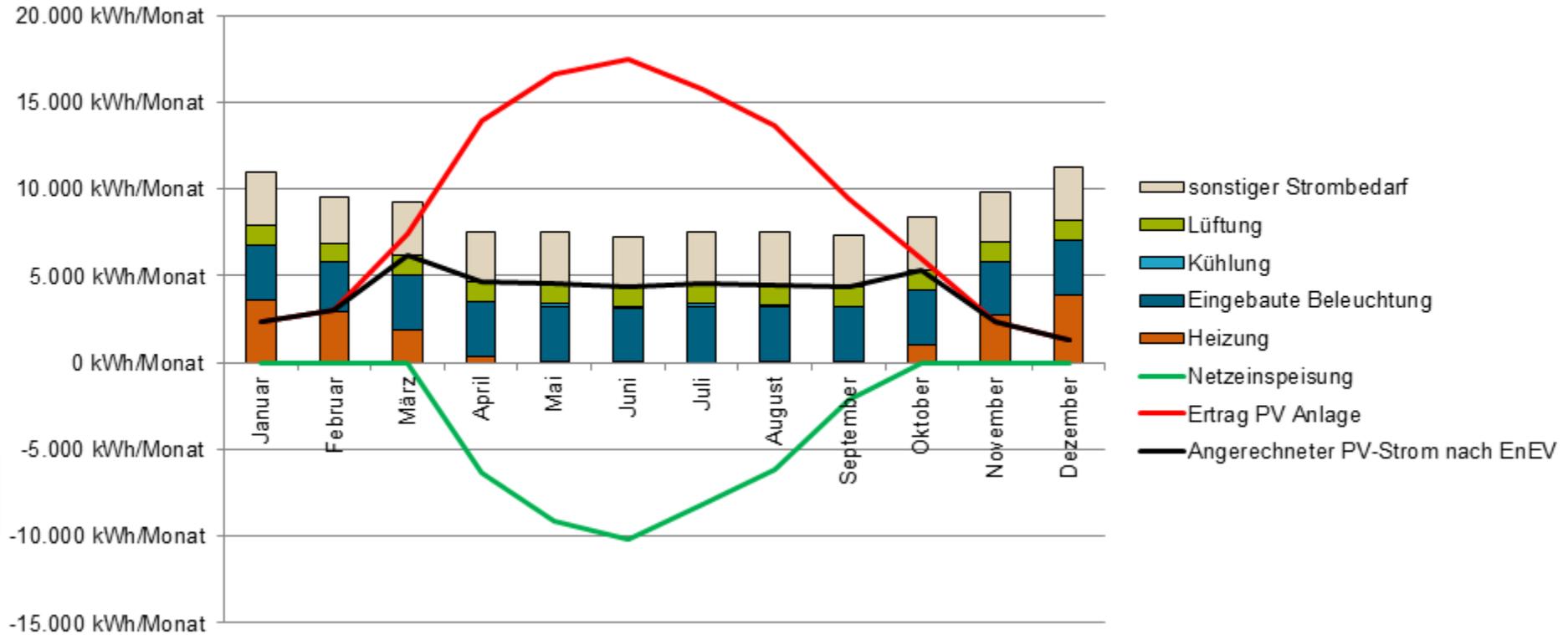
Die Differenzkosten der einzelnen Standards wurden grob geschätzt.

Tilgungszuschuss und Zinssätze Stand 11.01.2016

*** durch Labo auf 0% gesenkt



monatlicher Strombedarf und Ertrag der PV-Anlage





Zielvereinbarung mit Bauherr, Einbindung aller Planungsbeteiligten mit „Aufgabenverteilung“ und Definition der Planungsziele.

Koordination Bauweise der Architektur zur Betriebsweise und Planung TGA

Annahme der 1. Stufe durch BBSR und genaue Erarbeitung der 2. Stufe des Förderantrages.

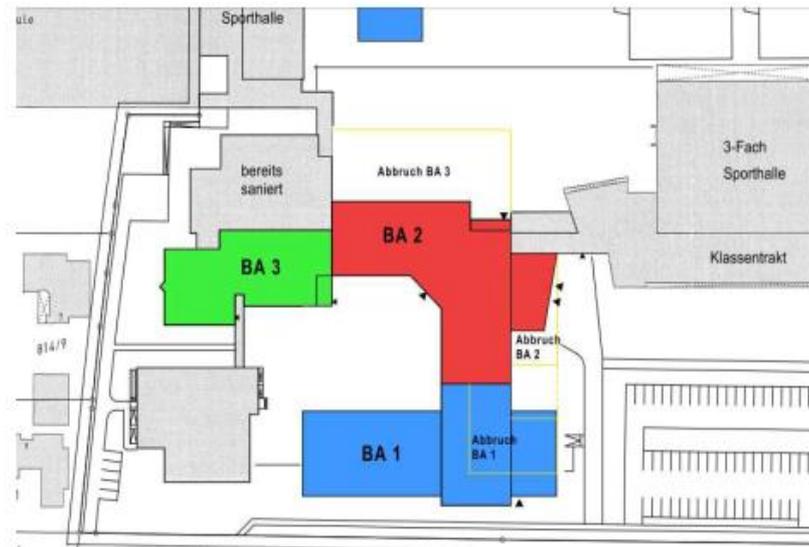
Bewilligung

Simulation des Energiekonzeptes, Verfeinerung der Planung



Optimales Energie-Erzeugungskonzept

Dezentrale Wärmepumpenanlagen

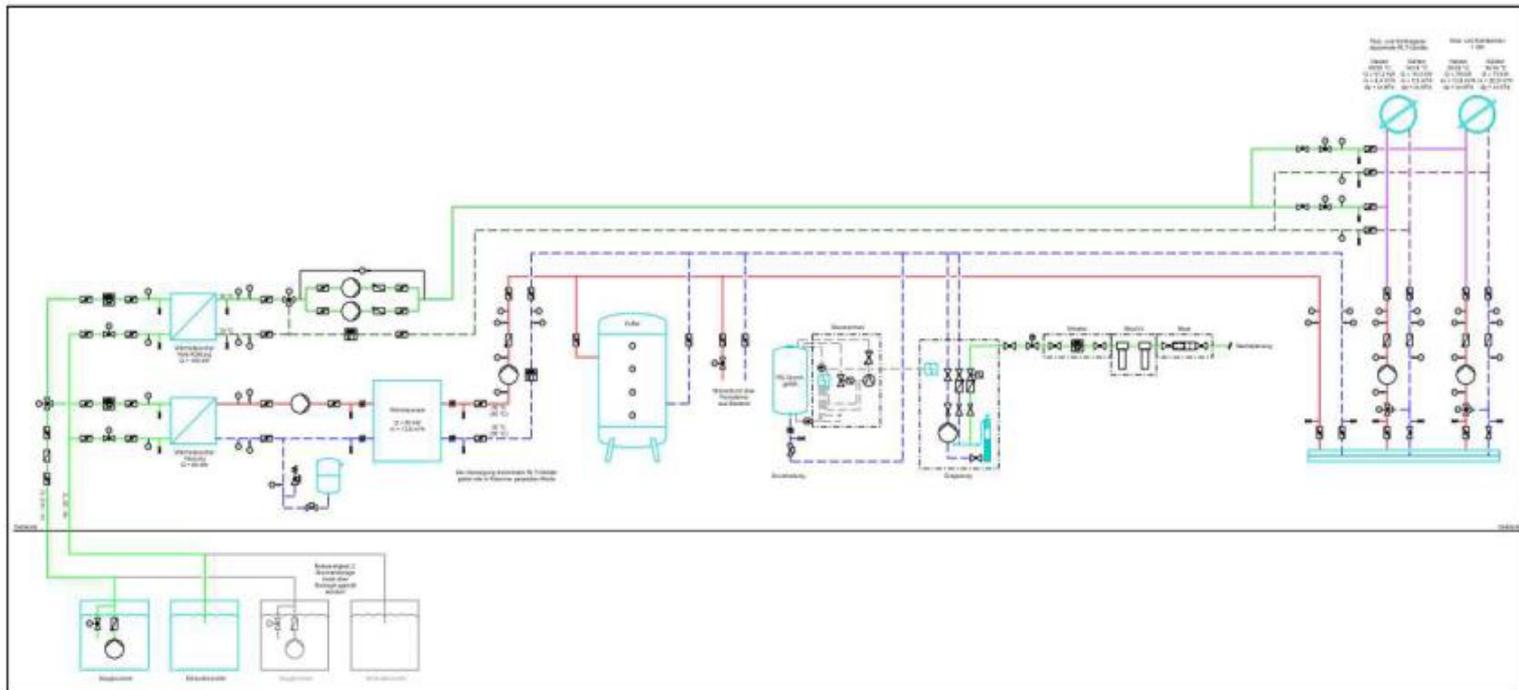


Für jeden Bauabschnitt wird eine dezentrale Wärmepumpenanlage vorgesehen.

- Wärme- und Kälte werden da erzeugt, wo sie tatsächlich benötigt werden → Wärmeverluste durch Transport werden minimiert, da Brunnenwasser auf niedrigem Temperaturniveau von den Brunnen zu den Wärmepumpen transportiert wird.
- Bedarfsgerechte Erzeugung für jeden Bauabschnitt, bei dem jeder eine eigene Besonderheit hat, auf die durch die dezentrale Erzeugung individuell eingegangen werden kann.

Optimales Energie-Erzeugungskonzept

Planung Plusenergie



Möglichst einfache, aber effektive Hydraulik um eine kostenoptimierte Fahrweise bei gleichzeitig geringer Störanfälligkeit zu erzielen.

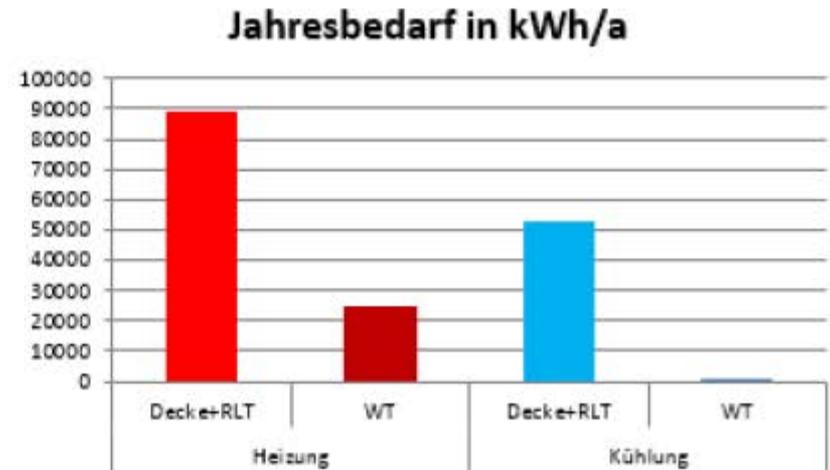
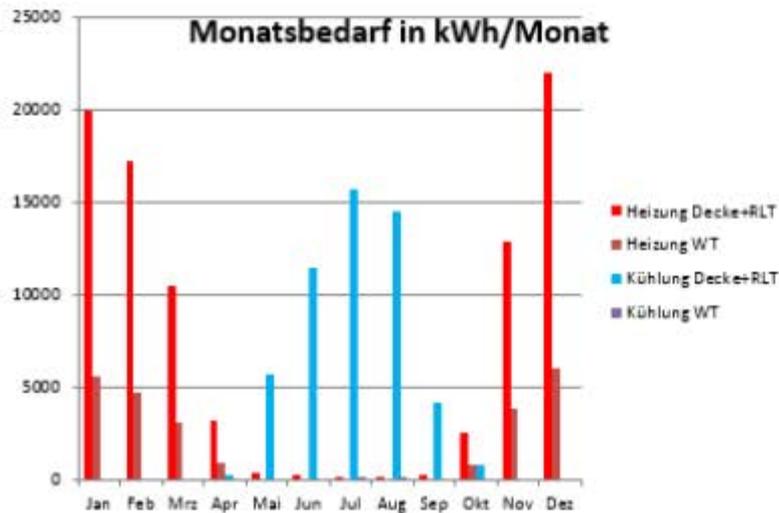
Optimales Energie-Erzeugungskonzept

Planung Plusenergie – Wärme- und Kälteerzeugung

- Möglichst niedrige Systemtemperaturen mit Vorlauftemperaturen von 35-40 °C
→ hohe Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpe → niedrige Betriebskosten
- Außentemperaturabhängige Fahrweise der Vorlauftemperaturen für die RLT-Geräte, um Kaltlufteinfall zu vermeiden
- Pufferspeicher zur Größenoptimierung der Wärmepumpe und Pufferung der Energie bei Ausfall EVU (Sperrzeit) und Minimierung von Taktzeiten bei Schwachlast
- Direkte freie Kühlung im Sommer durch Brunnenwasser
- Optimierung der Rohrnetzführung → Ein Versorgungsnetz für RLT und Deckenstrahlplatten (abhängig von Simulationsergebnissen)



Darstellung Gesamtenergieverbräuche als Grundlage zur Bewertung Plusenergie



Hinweis:

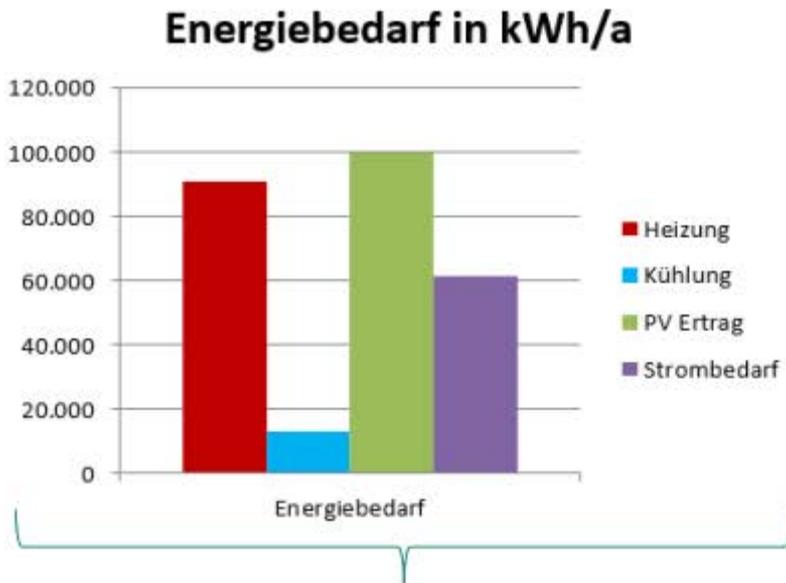
Der Kühlbedarf im Sommer ist wie erwartet hoch (Schulferien berücksichtigt).

Anhand der Kurve der Diagramme ist ersichtlich, dass eine Reduzierung angestrebt werden sollte.

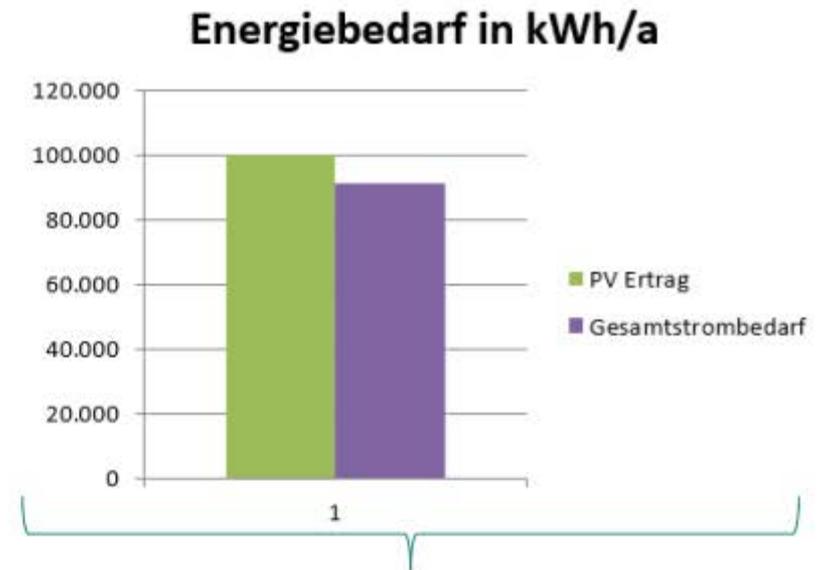


Spiegeln der Ergebnisse auf alle Räume

Die erzielten Ergebnisse wurden im Anschluss auf das Gesamtgebäude gespiegelt:



Nutzenergiebedarf des Gebäudes



Energieaufwand → Überschuss für Plusenergie wird erreicht !



Spiegeln der Ergebnisse auf alle Räume

Fazit:

Die in der Vorplanung angenommene, unkonventionelle Auslegung der Wärmepumpe auf den Heizlastbedarf ohne Berücksichtigung der Lüftungsenergie konnte im Rahmen der Simulation bestätigt werden. Hierzu sind jedoch gewisse Einstellkriterien notwendig, die hierbei erarbeitet wurden.

Im Vergleich zu einer standardmäßigen Auslegung der Wärmepumpe durch Aufsummieren des Heiz- und Lüftungsenergiebedarfs konnte eine Reduzierung der installierten Leistung um ca. 45 % erreicht werden.

Es wird anhand der Jahresdauerlinie ebenso ersichtlich, dass die Spitzen nur sehr gering sind und die Maschinen oft in Teillast betrieben werden müssen. Die Aufteilung auf 2 Maschinen, wie in der Vorplanung angenommen, kann entsprechend ebenso bestätigt werden.



Optimales Energie-Erzeugungskonzept

Planung Plusenergie – Heiz- und Kühldecken

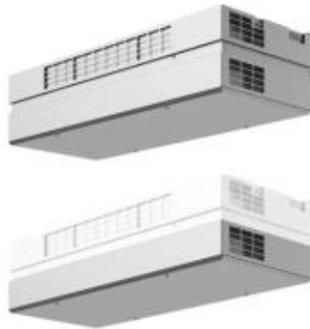
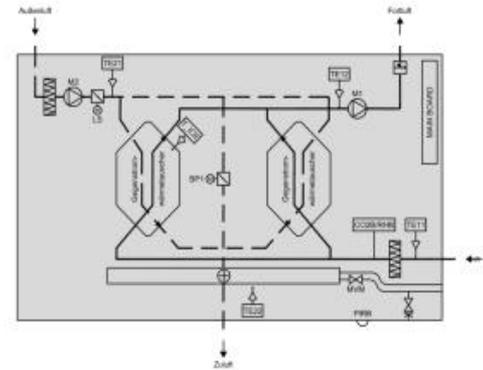
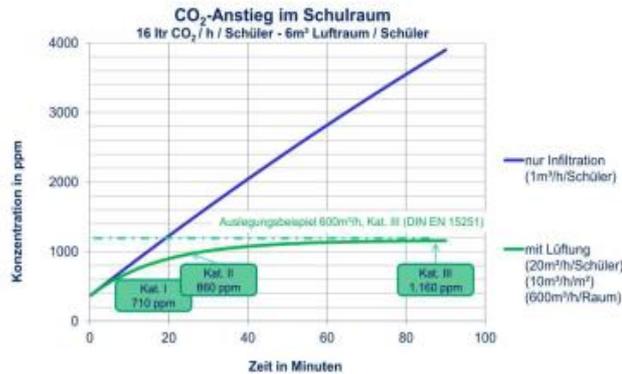
- Kombinierte Heiz- und Kühldecken, die individuell auf die einzelnen Raumbedürfnisse abgestimmt und ausgelegt sind.
- Auslegung auf den Heizfall, um die Investitionskosten gering zu halten. Als Kompensation kann die Teilkühlung über RLT-Geräte verbessert werden.
- Kein 4-Leiterbetrieb geplant, um den MSR-seitigen Aufwand in den Gebäudeteilen nicht zu verkomplizieren → Bedienerfreundlichkeit

In einer übergreifenden thermischen Gebäudesimulation kann der Einfluss dieser Auslegungskriterien auf das Gesamtverhalten bei extremen Außentemperaturen simuliert werden. Schwachpunkte werden so aufgedeckt und können je nach Tragweite der Einschränkung durch Reserven in der Auslegung kompensiert werden.

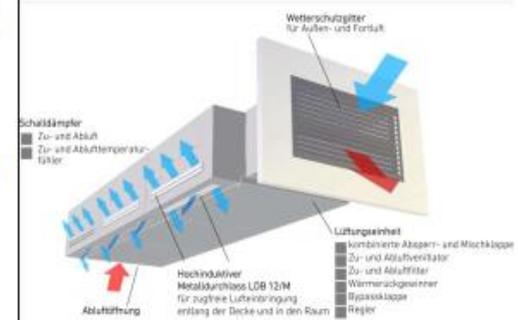


Optimales Energie-Erzeugungskonzept

Planung Plusenergie – Dezentrale RLT-Geräte



Konzeptionierung der dezentralen RLT-Geräte auf genaue Anforderung der einzelnen Räume und deren Anforderungen unter Berücksichtigung von Wärmerückgewinnungszahlen deutlich >80 %



Optimales Energie-Erzeugungskonzept

Planung Plusenergie – Dezentrale RLT-Geräte

- Dezentrale Versorgung aller Räume → Es wird nur dort bedarfsgerecht gelüftet, wo die CO₂-Konzentration die zulässigen Grenzwerte übersteigt !
- Lüftungsgeräte mit hohen Wärmerückgewinnungszahlen, um zusätzlichen Energieeinsatz im thermischen Erhitzer zu minimieren.
- Thermische Erhitzerregister zur Gewährleistung von behaglichen Zulufttemperaturen und zur Frostfreihaltung im Winter.
- Die Auslegungstemperaturen der Register sind abgestimmt auf das Temperaturniveau der Deckenstrahlplatten und können je nach Außenlufttemperatur entsprechend bei Bedarf angehoben werden.
- Über die Erhitzerregister kann im Sommer ferner zusammen mit der Wärmerückgewinnung eine Teilkühlung erreicht werden.



Optimales Energie-Erzeugungskonzept

Integrale Planung der Gesamtkonzeption - Innovationsgedanken

Die Auslegung der Deckenstrahlplatten basieren zur Optimierung der Investkosten auf Basis der Heizlast.

Dies hat zur Folge, dass im Kühlfall nicht die gesamte Kühllast abgefahren werden kann. Als Teilkompensation soll eine Kühlung der Zulufttemperatur über die Erhitzerregister der RLT-Geräte erfolgen.

In einer thermischen Gebäudesimulation kann hier für die einzelnen Räume aufgezeigt werden, welche Einschränkungen bei der Raumtemperatur bei welchen Räumen zu rechnen ist oder ob es in Summe gar keine Einschränkung gibt.

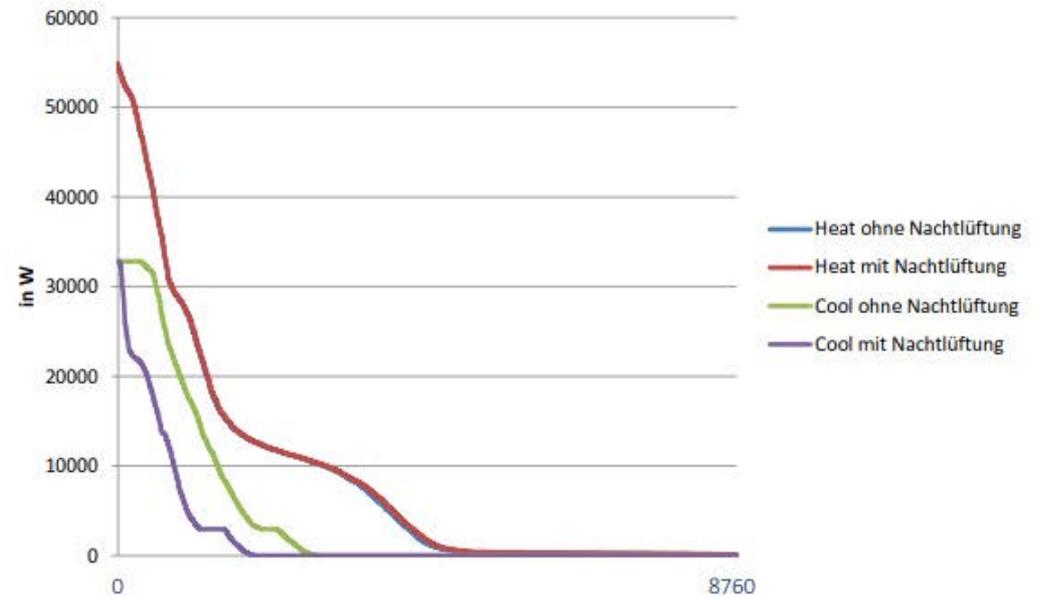
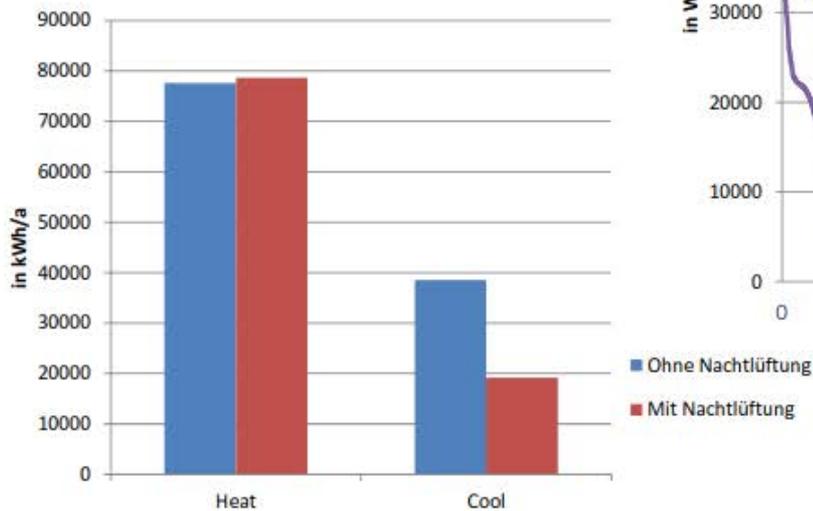
Vorteil der Auslegungsvariante neben den geringeren Investkosten sind mehr verfügbare Deckenflächen für Einbauten.



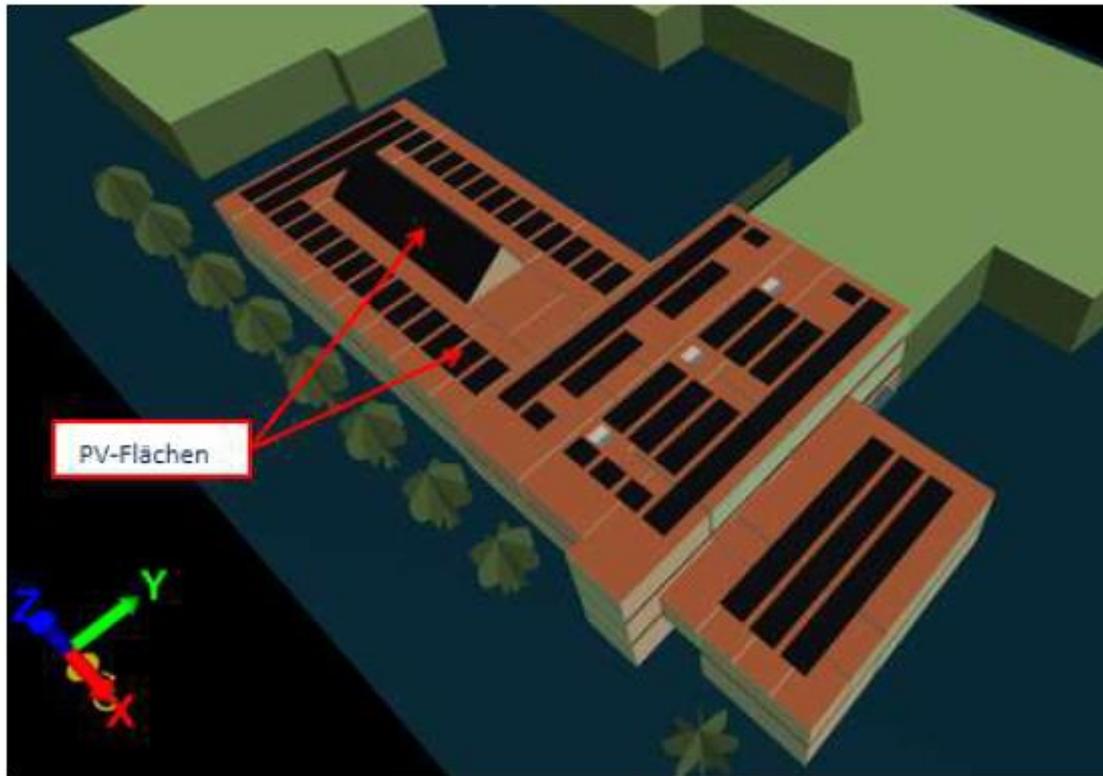


Kennlinie im Anhang mit Werten

Die Nachtlüftung erreicht ein Kühlpotential von fast 50 %.



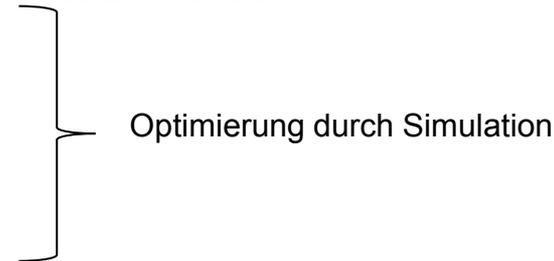
Berücksichtigung der Photovoltaik für BA I



Wirtschaftliche Gesamtbetrachtung

Eine wirtschaftliche Lösung setzt sich aus **4** Komponenten zusammen:

- Investitionskosten
- Betriebskosten
- Wartungskosten
- Bedienbarkeit der technischen Anlagen



Das Ergebnis soll ein für den Bauherrn und seine Anforderungen hin optimales Gesamtkonzept sein !

Aufgrund der Anforderung einer einfachen Bedienbarkeit werden möglichst wenig verschaltete Regelstrategien aufgebaut.

So bleibt die Anlage für den Betreiber überschaubar und leicht zu handhaben.

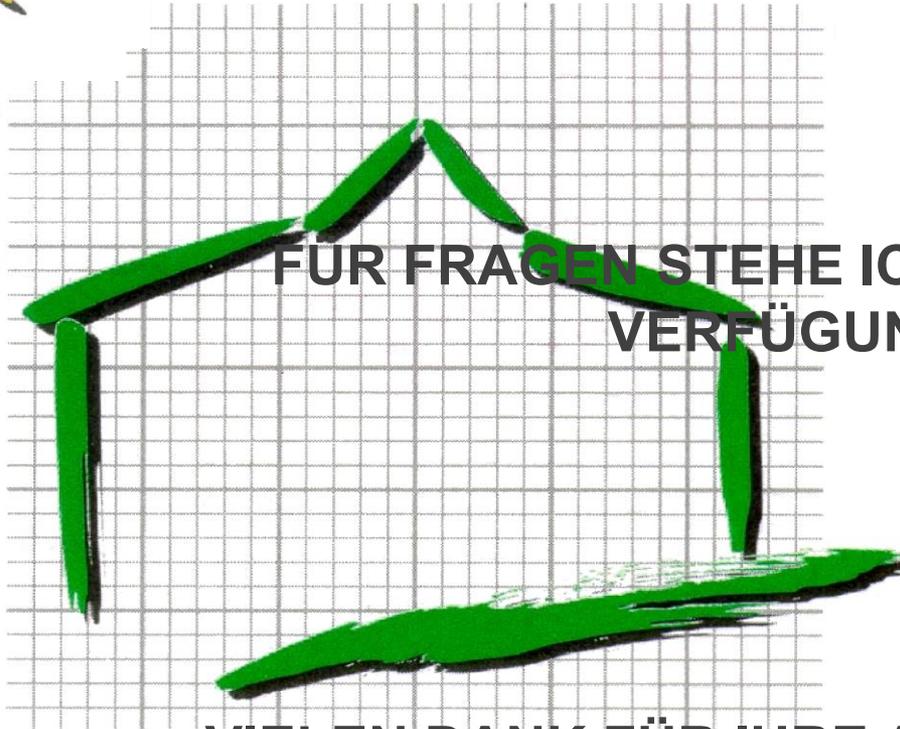
Über entsprechendes Monitoring kann eine Soll- IST-Kontrolle sowie Bedarfsoptimierung erfolgen





Schul- und Sportzentrum Lohr am Main mit 3-fach Sporthalle und Schulschwimmbad





**FÜR FRAGEN STEHE ICH GERNE ZUR
VERFÜGUNG**

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

**WERNER HAASE
ARCHITEKT**

