



ENDRES TIEFENBACHER

Wittelsbacher Realschule Aichach

Generalsanierung Anbau

Bauausschusssitzung mit AUKE 04.04.2022

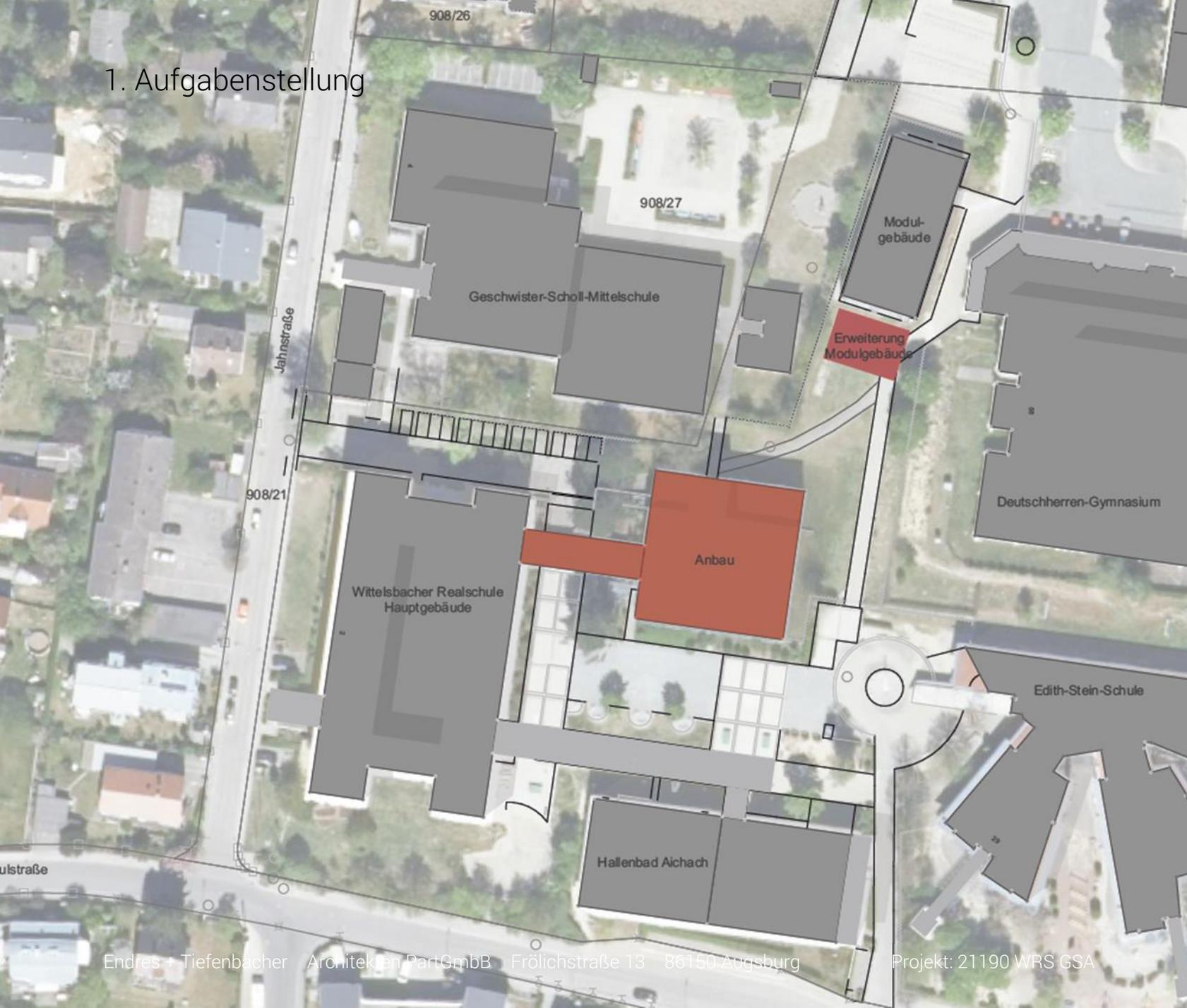




ENDRES TIEFENBACHER

1. AUFGABENSTELLUNG

1. Aufgabenstellung



LAGEPLAN

Generalsanierung Anbau der Realschule

Schwerpunkte:

Deckung des **zusätzlichen Raumbedarfs** durch Erweiterung des 2.OG's

neue Infrastruktur für **moderne Lernkonzepte**

Energetische Sanierung

Weiterführung des **Inklusionsgedankens**

Barrierefreiheit

Umsetzung der aktuellen **Brandschutz-** und Entfluchtungsanforderungen

Nachhaltigkeit bei Erstellung und Betrieb des Gebäudes

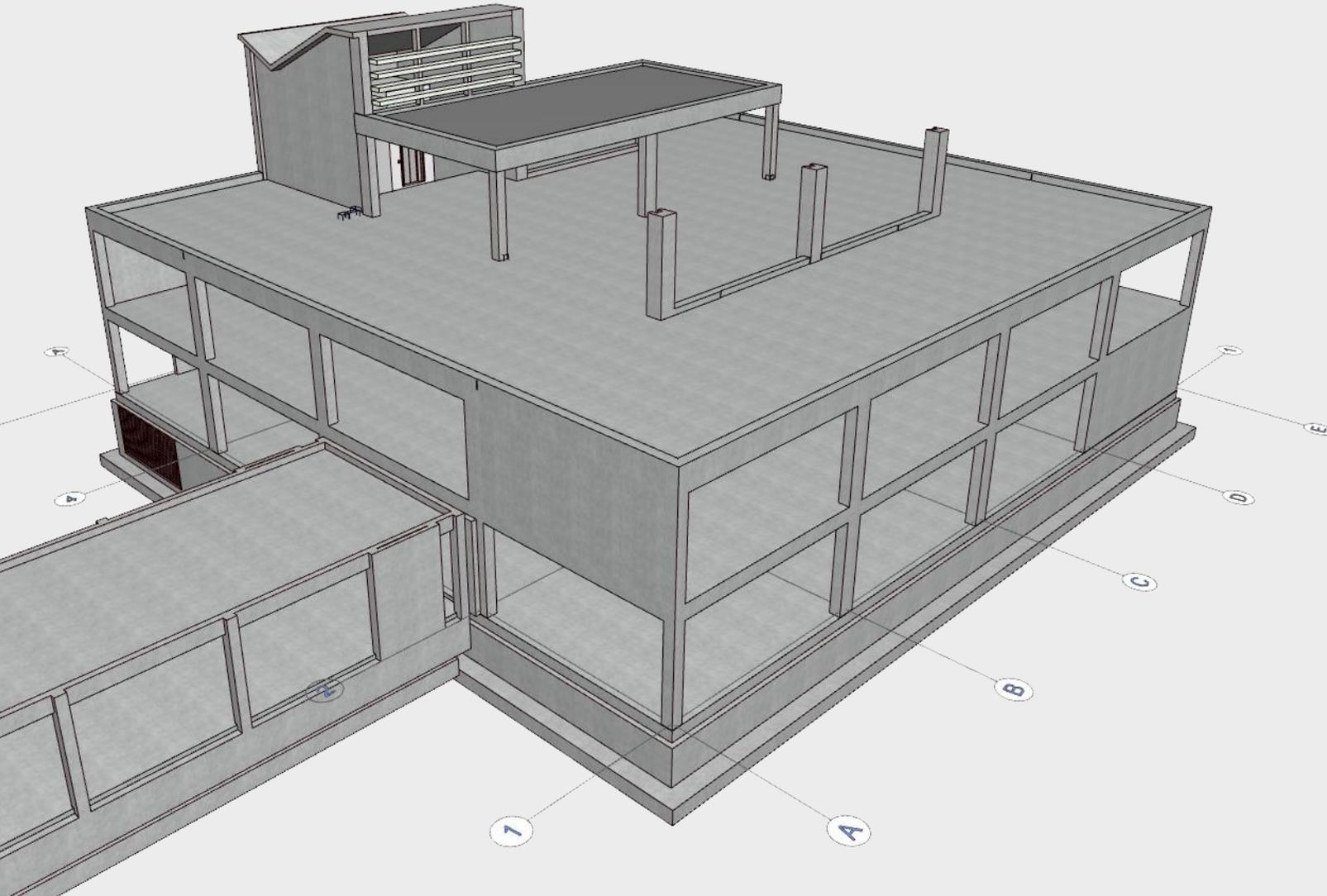
Sicherstellung des Schulbetriebs durch **Interimbau**



2. VORPLANUNG



2.1 Bestandsaufnahme



BESTAND

Erhalt des bestehenden **Stahlbetontragwerks**

- genügend Lastreserven für die Aufstockung
- ausreichende Betondruckfestigkeiten
- Betonüberdeckungen im Wesentlichen ausreichend, nur geringfügige Ertüchtigungsmaßnahmen notwendig
- großzügiger Deckenausschnitt für zusätzliche Belichtung in der Gebäudemitte möglich

Wirtschaftliche Basis die Projektziele zu erreichen

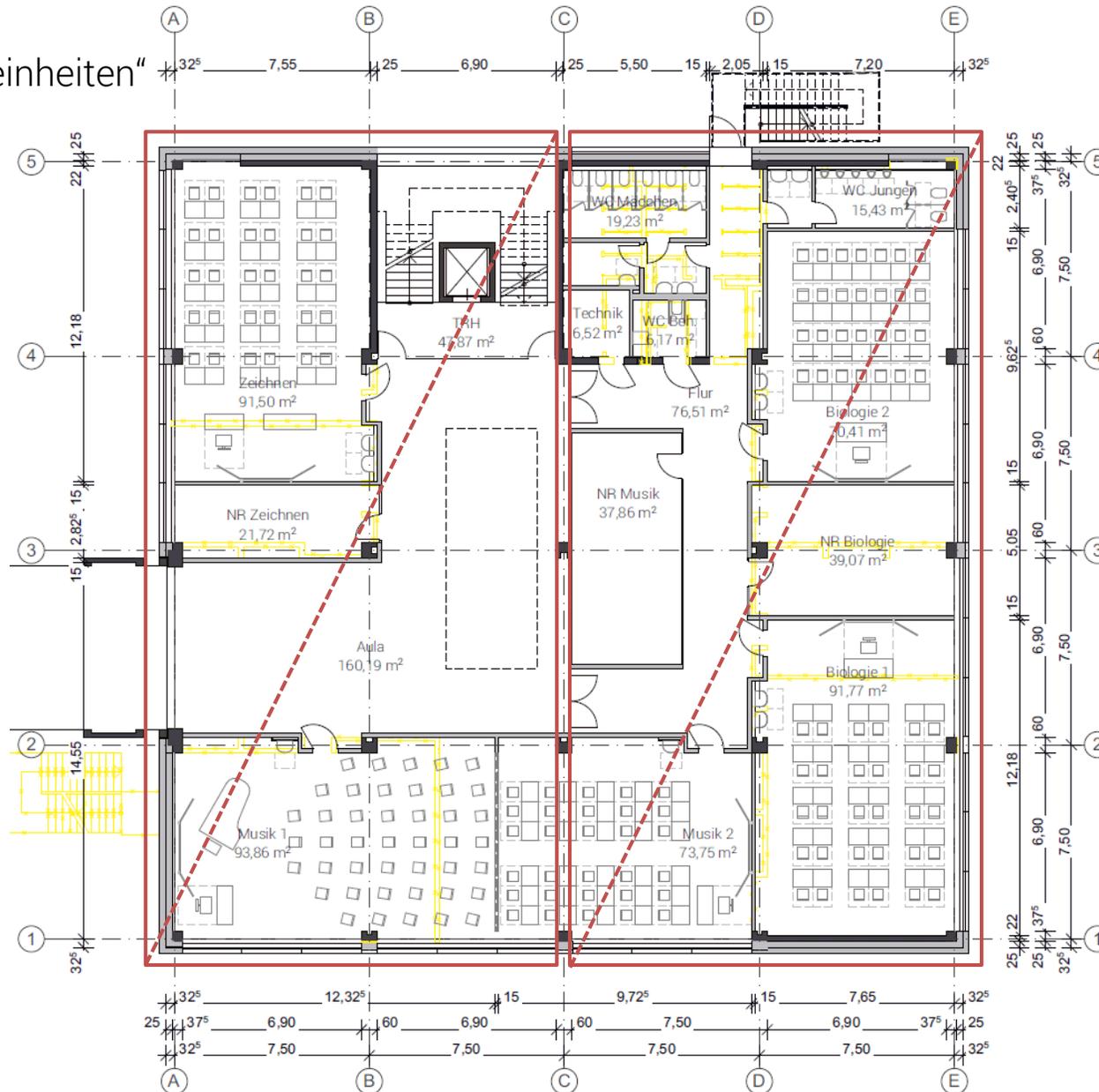
Stahlbetonskelettbau bietet **maximale Freiheiten** durch wirtschaftliches Achsmaß

Freie Fassadengestaltung möglich

Nachhaltigkeit durch Erhalt der Bausubstanz
Bindung der grauen Energie

2.1 Variante 1

„Nutzungseinheiten“



E+T

ERDGESCHOSS

Fluchtwegkonzept **Nutzungseinheiten**

2. Fluchtweg führt über Bypassstüren in die andere Nutzungseinheit,

Außentreppe als 2. notwendige Treppe

Teilung des Geschosses in **zwei Nutzungseinheiten**

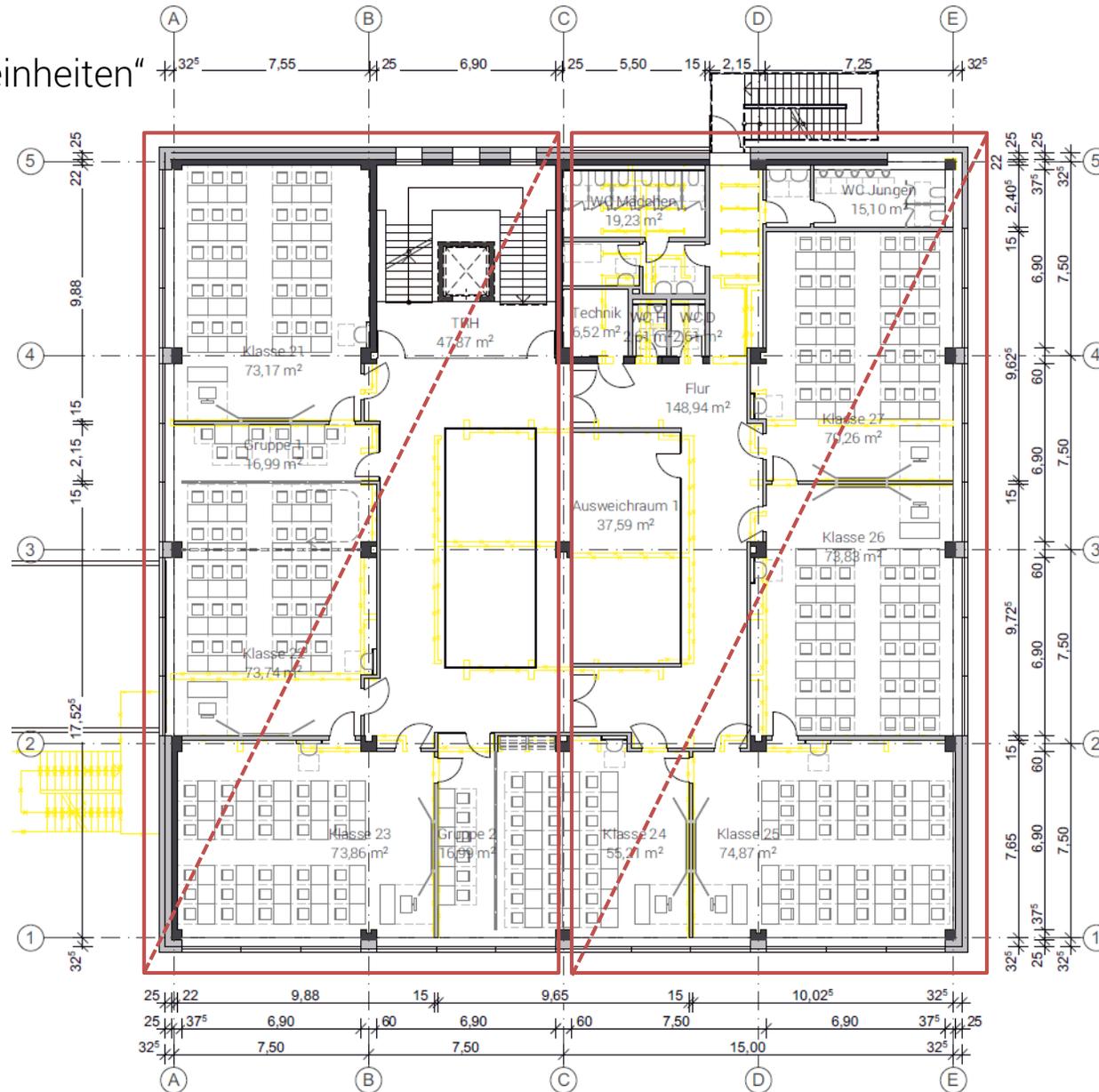
Ausbildung des Luftraums als **offener Lichthof** zur Belichtung der Gebäudemitte („Halle“)

Anordnung der Fachräume im Erdgeschoss für **kurze Wege**, da Nutzung auch durch Schüler vom Hauptgebäude

Nebenräume in räumlicher Nähe zu den Fachräumen

2.1 Variante 1

„Nutzungseinheiten“



E+T

1. + 2. OBERGESCHOSS

Fluchtwegkonzept **Nutzungseinheiten**

2. Fluchtweg führt über Bypassstüren in die andere Nutzungseinheit,

Außentreppe als 2. notwendige Treppe

Teilung des Geschosses in **zwei Nutzungseinheiten**

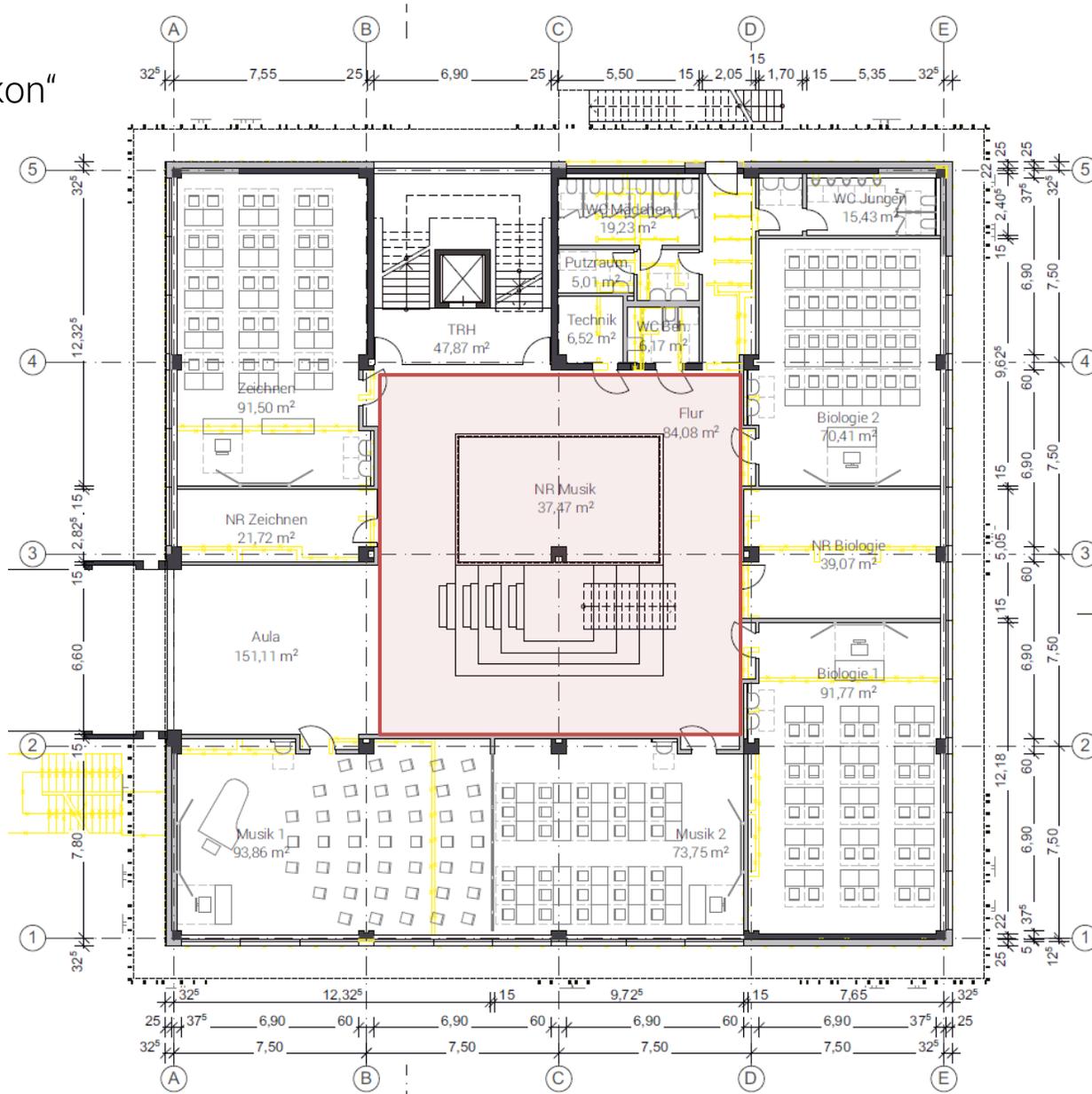
Ausbildung des Luftraums als **offener Lichthof** zur Belichtung der Gebäudemitte („Halle“)

Schaffung eines **zusätzlichen Ausweichraums** in der Gebäudemitte, Belichtung über den Lichthof

Anordnung der 7 Klassenzimmer entlang der Außenfassade

Gruppenräume zwischen den Klassenzimmern können je nach Schülerzahl **flexibel** vergrößert oder verkleinert werden

2.2 Variante 2 „Fluchtbalkon“



ERDGESCHOSS

Fluchtwegkonzept **Fluchtbalkon**
umlaufender Fluchtbalkon als 2. Rettungsweg
mit einer Außentreppe auf der Nordseite

Belegung des Zentrums mit einer
multifunktionalen Treppenanlage zur zentralen
Erschließung und als Treffpunkt mit großen
Sitzstufen (keine notwendige Treppe)

Sitzstufenanlage in direktem Bezug zum
Übergang aus dem Hauptgebäude

Ausbildung des Luftraums als **offener Lichthof**
zur Belichtung der Gebäudemitte („Halle“)

Anordnung der Fachräume im Erdgeschoss für
kurze Wege, da Nutzung auch durch Schüler vom
Hauptgebäude

Nebenzimmer in räumlicher Nähe zu den
Fachräumen



ERDGESCHOSS

Fluchtwegkonzept **Fluchtbalkon**
umlaufender Fluchtbalkon als 2. Rettungsweg
mit einer Außentreppe auf der Nordseite

Belebung des Zentrums mit einer
multifunktionalen Treppenanlage zur zentralen
Erschließung und als Treffpunkt mit großen
Sitzstufen (keine notwendige Treppe)

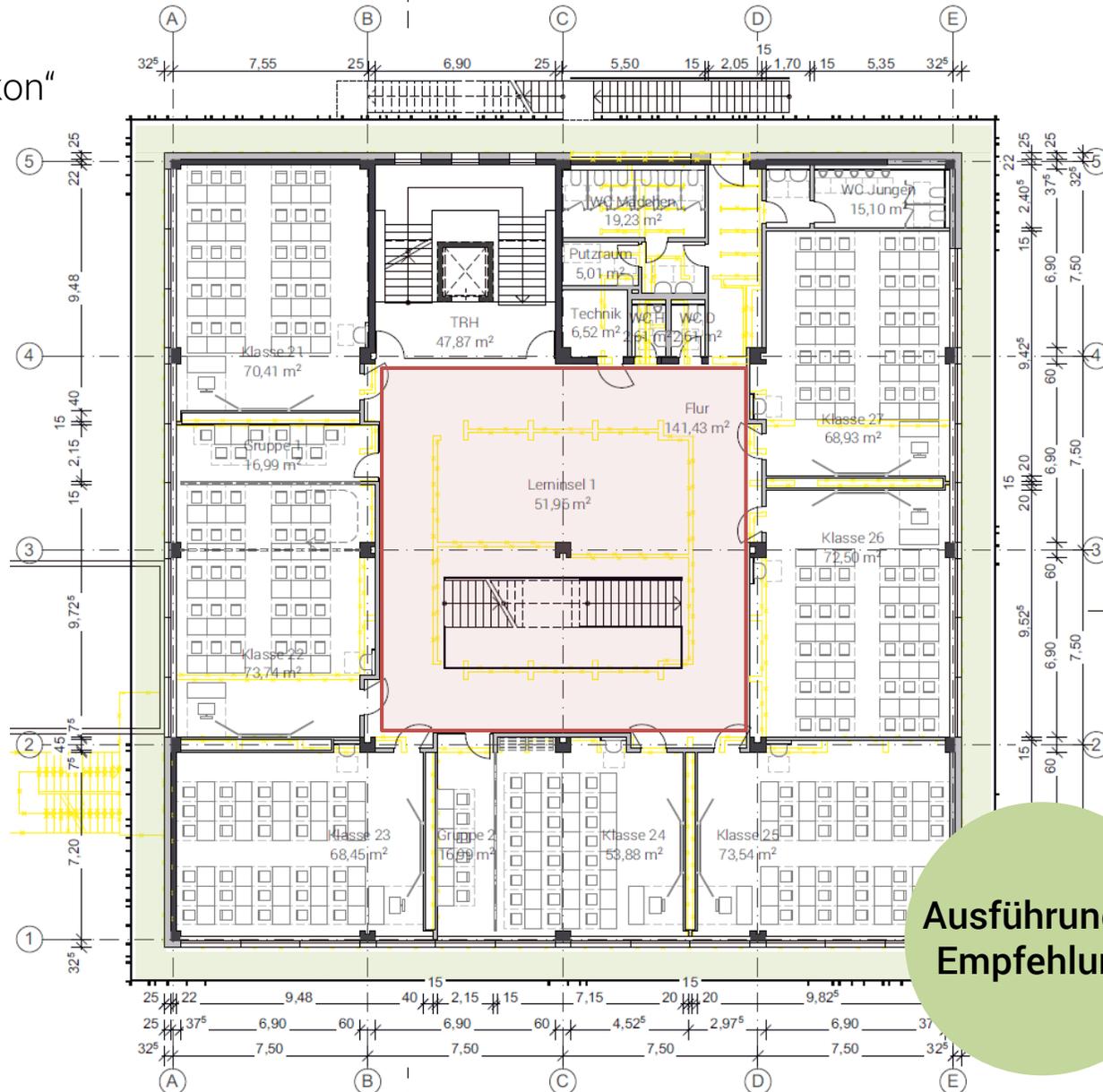
Sitzstufenanlage in direktem Bezug zum
Übergang aus dem Hauptgebäude

Ausbildung des Luftraums als **offener Lichthof**
zur Belichtung der Gebäudemitte („Halle“)

Anordnung der Fachräume im Erdgeschoss für
kurze Wege, da Nutzung auch durch Schüler vom
Hauptgebäude

Nebenräume in räumlicher Nähe zu den
Fachräumen

2.2 Variante 2 „Fluchtbalkon“



1. + 2. OBERGESCHOSS

Fluchtwegkonzept **Fluchtbalkon**
umlaufender Fluchtbalkon als 2. Rettungsweg
mit einer Außentreppe auf der Nordseite
Ermöglichung von **Freiheiten** in Bezug auf den
Brandschutz, die Gestaltung und Möblierung

Belebung des Zentrums mit einem zentralen,
offenen **Lerntreff** zur flexiblen Nutzung mit freier
Möblierung

Ausbildung des Luftraums als **offener Lichthof**
zur Belichtung der Gebäudemitte („Halle“)

Anordnung der 7 Klassenzimmer entlang der
Außenfassade

Gruppenräume zwischen den Klassenzimmern
können je nach Schülerzahl **flexibel** vergrößert
oder verkleinert werden

Ausführungsempfehlung

2.3 Raumprogramm

Abgleich mit Raumprogramm der Regierung von Schwaben, **nur Nutzflächen** ohne Verkehrsflächen und sonstige Flächen

| Raumbereich | Flächenbandbreite RvS | Bestand | | Planung | |
|---|------------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|
| | | Hauptgebäude | Anbau | Hauptgebäude | Anbau |
| I. Unterrichtsbereich | 4.475 – 5.370 m ² | 4.632 m ² | | 4.907 m ² | |
| | | 3.251 m ² | 1.381 m ² | 3.251 m ² | 1.656 m ² |
| a) allgemeine Unterrichtsräume inkl. Lerninseln | | 1.749 m ² | 732 m ² | 1.749 m ² | 1.136 m ² |
| b) Fachräume inkl. Vorbereitungsräume | | 1.402 m ² | 577 m ² | 1.402 m ² | 520 m ² |
| c) Sonstiges (Lehrmittelräume) | | 100 m ² | 72 m ² | 100 m ² | 0 m ² |
| II. Arbeitsbereich pädagogisches Personal | 332 – 398 m ² | 371 m ² | | 371 m ² | |
| | | 371 m ² | 0 m ² | 371 m ² | 0 m ² |
| III. Verwaltungsbereich | 270 – 325 m ² | 301 m ² | | 301 m ² | |
| | | 301 m ² | 0 m ² | 301 m ² | 0 m ² |
| IV. Arbeitstechn. Bereich u. Aufenthaltsbereich | 478 – 574 m ² | 789 m ² | | 665 m ² | |
| | | 514 m ² | 275 m ² | 514 m ² | 151 m ² |
| Summe Nutzflächen | 5.555 - 6.667 m² | 6.093 m² | | 6.244 m² | |

FAZIT

deutliche **Erweiterung der Unterrichtsflächen** u.a. durch Lerninseln

Optimierung der Fachraumflächen

Nutzung von Lagerräumen im UG des Hauptgebäudes zugunsten einer **offenen Halle** mit Luftraum und natürlicher Belichtung

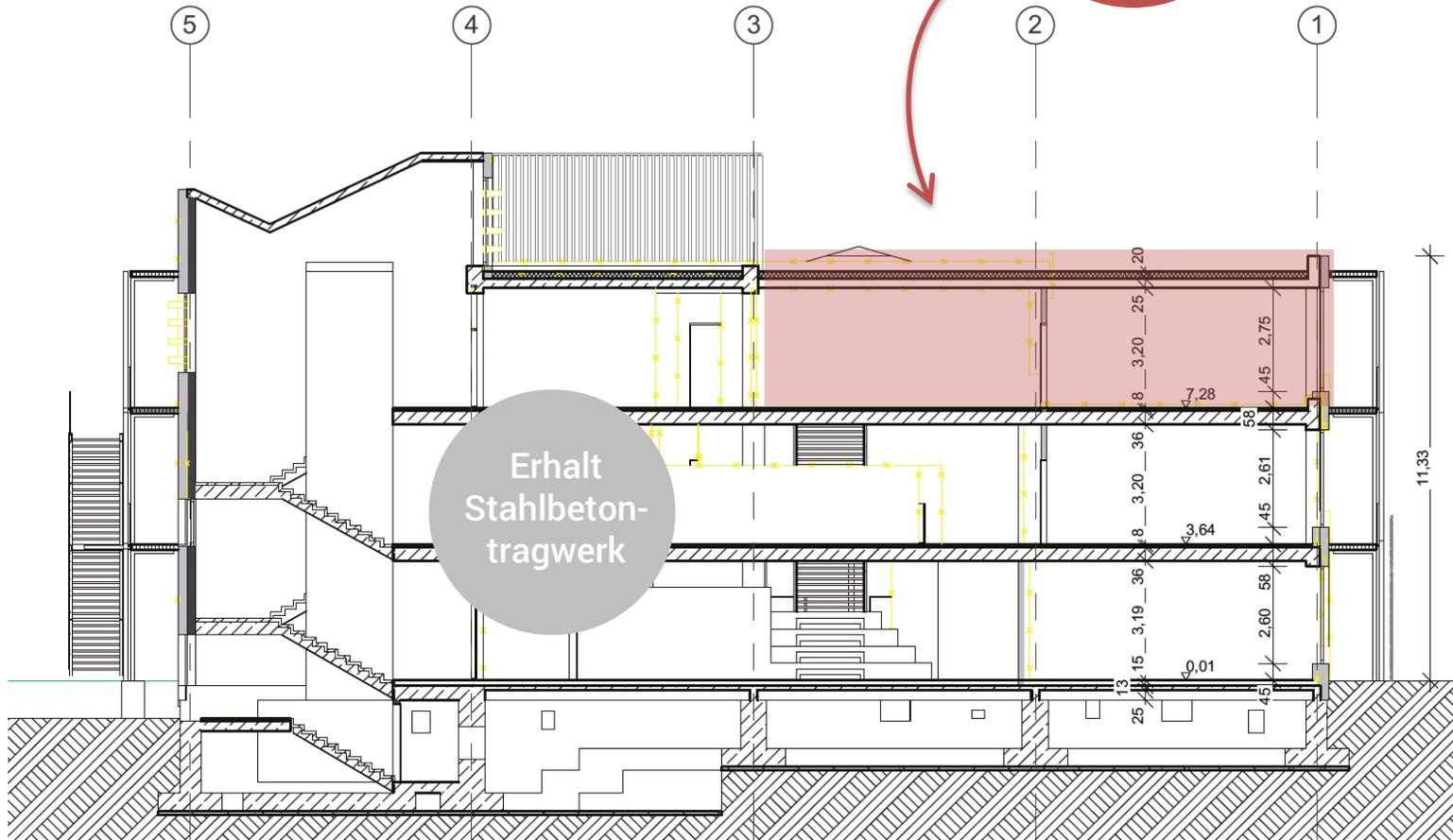
Flächenbandbreite der Regierung von Schwaben wird **eingehalten**

2.4 Bauweise

E+T

SCHNITT

Aufstockung
Holzbau



Planung als **Hybridgebäude**

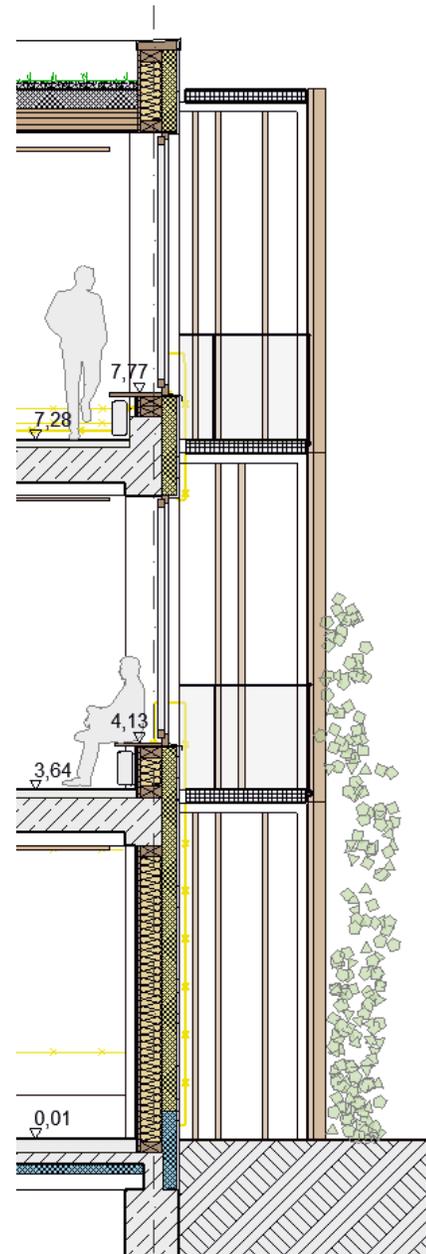
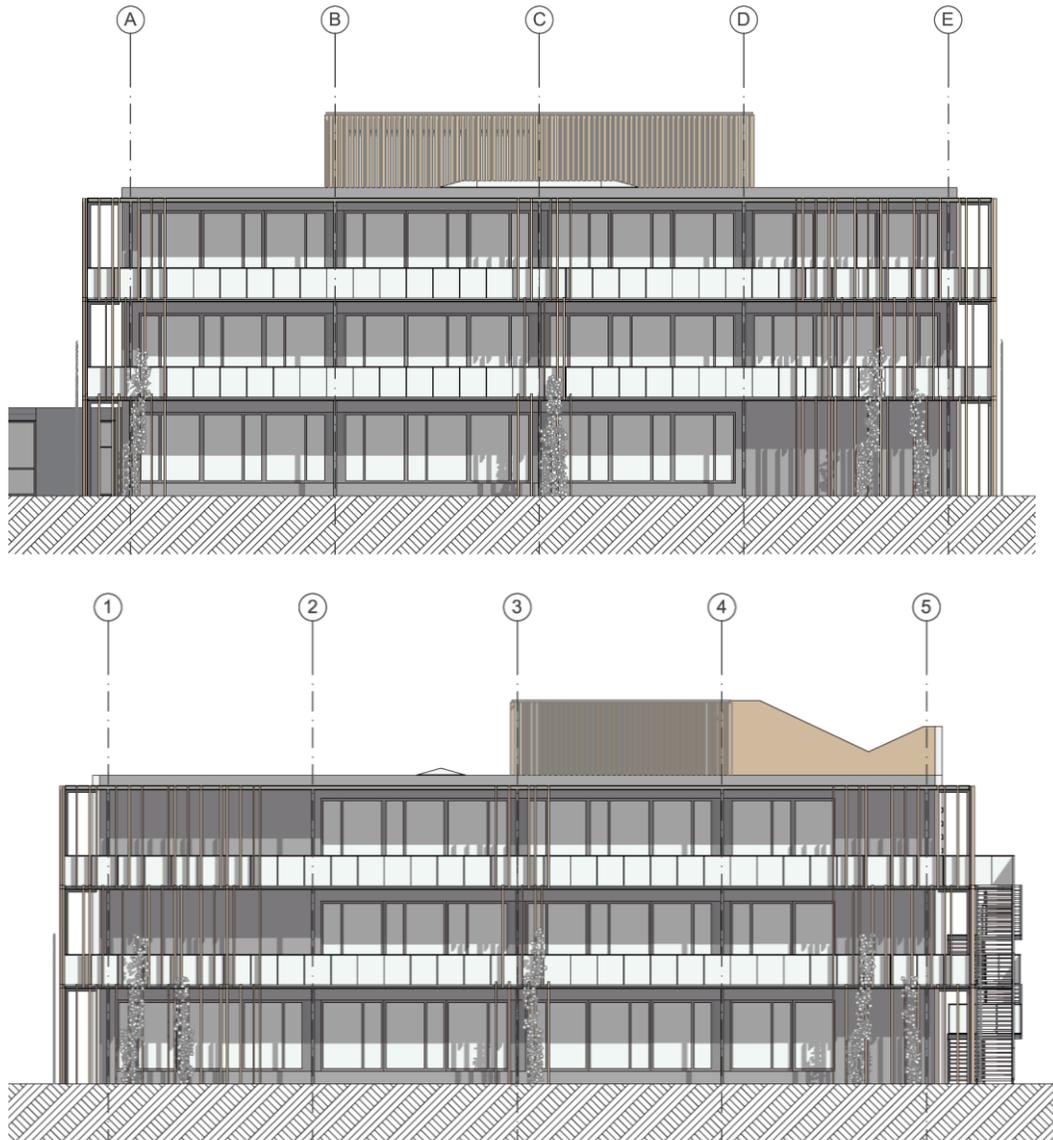
Erhalt des bestehenden **Stahlbetontragwerks**

Rückbau der alten Teilaufstockung aus Stahl
Neue Aufstockung aus **statischen Gründen** nur
als **Leichtbau** möglich
Vollflächige **Aufstockung** 2.OG in Holzbauweise

Vorteile **Holzbau**

Reduzierung der zusätzlichen statischen Lasten
auf das Bestandtragwerk
Reibungsloser Bauablauf durch vorgefertigte,
großflächige Wand- und Deckenelemente
nachhaltiger, nachwachsender Baustoff (CO₂-
Einsparung)
angenehmes Raumklima
große Gestaltungsmöglichkeiten

2.5 Fassade



VARIANTE 2

Rückbau der Stahlbeton-Fertigteilelemente

Ergänzung der Brüstungen in Holzbauweise
Aufbau einer neuen Fassade nach modernen energetischen Standards

- + schlanker Wandaufbau
- + niedrigere Brüstungshöhen möglich (moderner Schulbau)
- + saubere Anschlussdetails ohne Wärmebrücken
- + Entsorgung der alten vermutlich nicht mehr vollflächig intakten Wärmedämmung
- + sehr guter energetischer Standard erreichbar

Ausbildung des **Fluchtbalkons als neue Fassade** des Gebäudes mit vorgehängten Gestaltungselementen

- + brandschutzrechtlichen Freiheiten
- + **baulicher Sonnenschutz** durch Fluchtbalkon
- + bessere **Zugänglichkeit** für Reinigung und Wartung an der Fassade



2.6 Baustelleneinrichtung

Jahnstraße

Erweiterung
Modulgebäude



Deutscherherren-Gymnasium

908/21

BAUSTELLUNG
MÖBLIERUNG
POWER
ELEKTRIK
AUFENTRAIT
KÜCHEN
WC
EBENEN

Anbau

Lagerfläche
284,12 m²

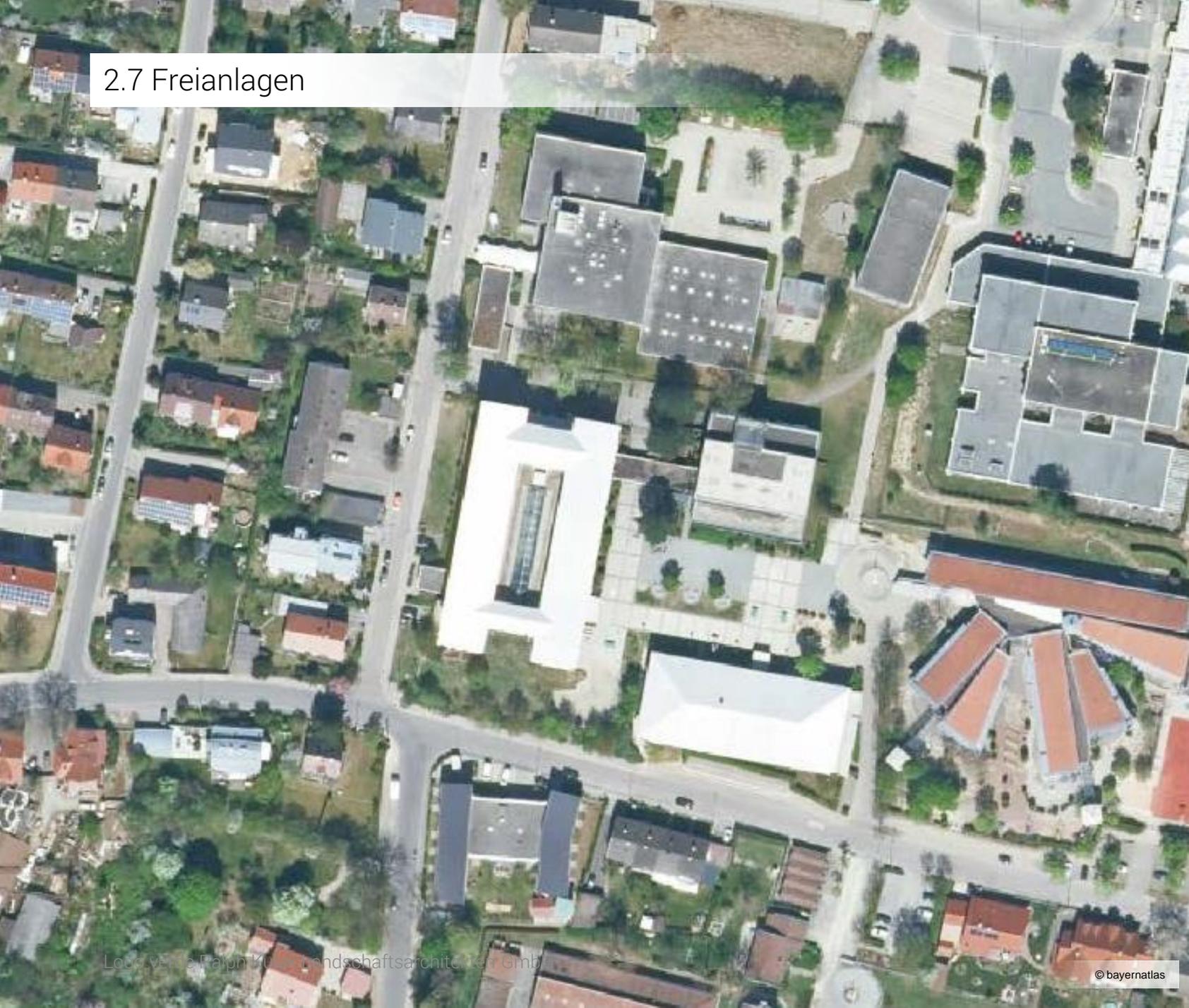


Edith-Stein-Schule



Realschule

2.7 Freianlagen



BESTANDSSITUATION

2.7 Freianlagen



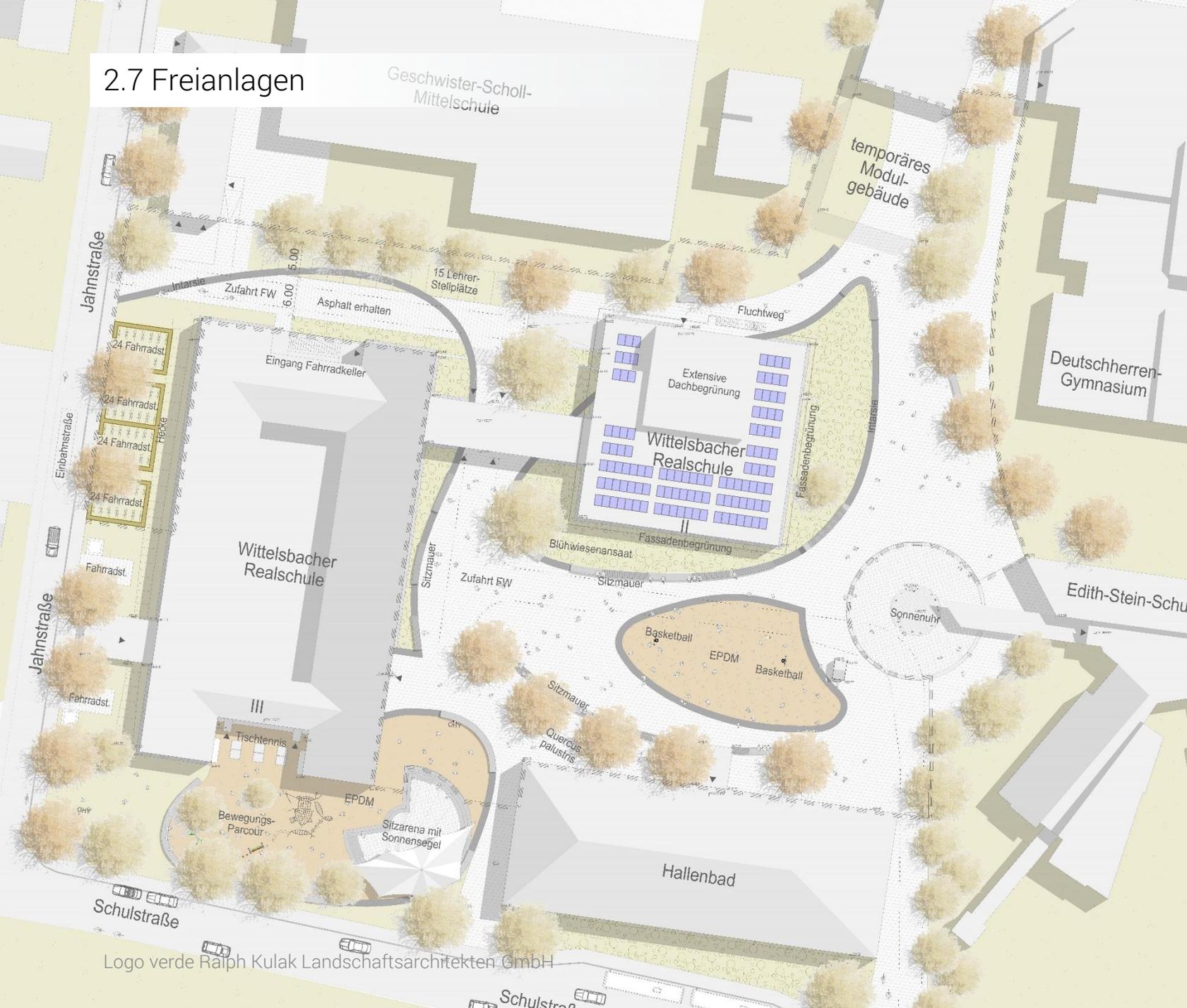
BESTANDSSITUATION

2.7 Freianlagen



KONZEPT FREIANLAGEN

- einfache und **kostengünstige** Herstellung
- integrativer Ansatz und **Barrierefreiheit** nach DIN 18040-3
- hohe **Aufenthaltsqualität** und zonierte Raumabfolgen
- Angebote für sportliches **Spiel** und **Bewegung**
- **sichere** Ausbildung von Bewegungsflächen
- **Pflegeleichte** Oberflächen von Belägen (Asphalt mit Oberflächenvergütung)
- Grünflächen mit **geringem Pflegebedarf** (einmalige Mahd)

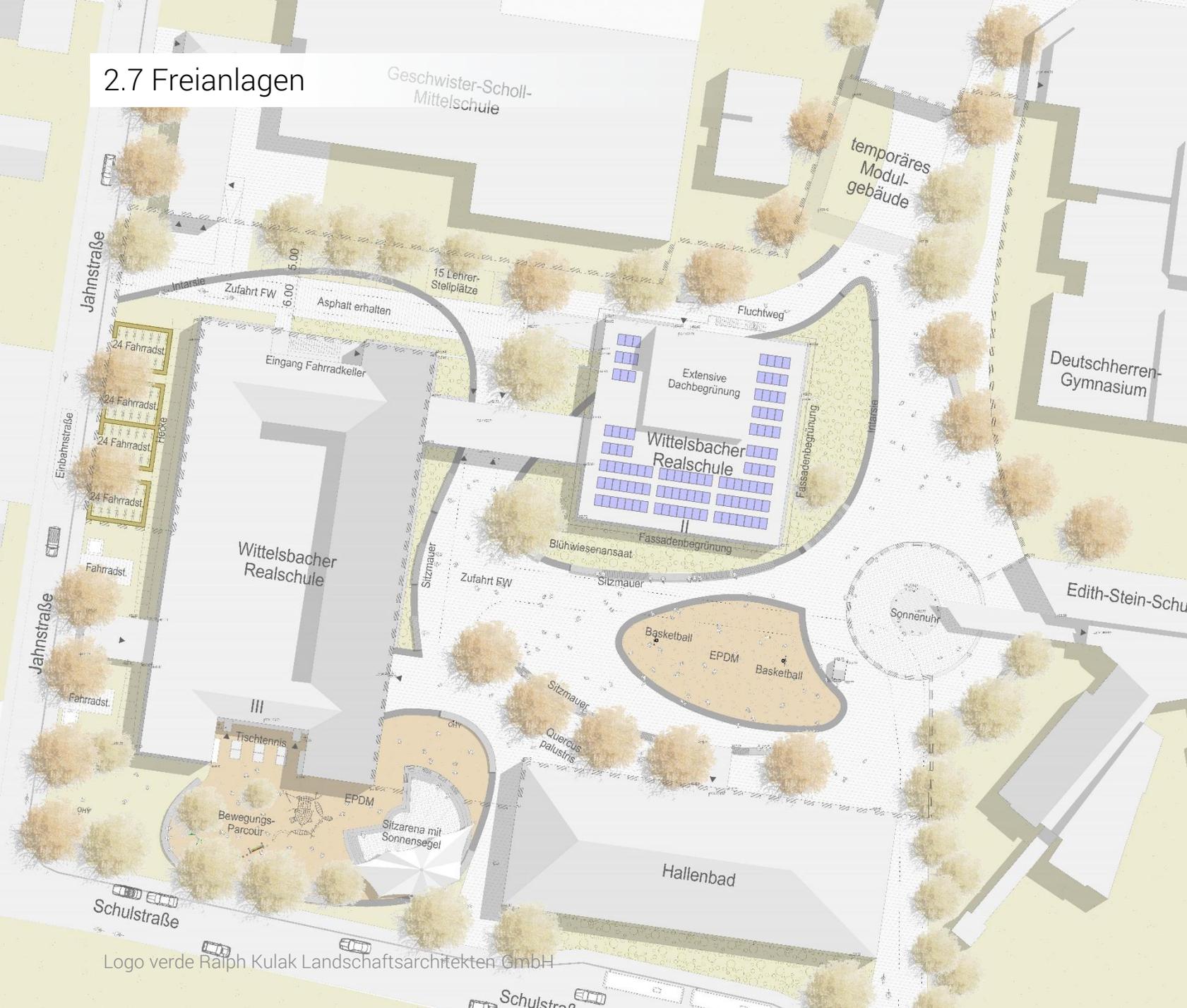


2.7 Freianlagen



NACHHALTIGKEIT | KLIMASCHUTZ

- nachhaltige, **multifunktionale Gestaltung**
- Förderung der **Fahrradverkehre**
- Recycling von Materialien (z.B. **Wiederverwendung Kiestragschichten** für Pflanzflächen)
- **Schonung von Ressourcen**, geringer Einsatz von grauer Energie
- **geringe Versiegelung** (soweit wie möglich)
- hohe ökologische Qualität und **naturnahe Gestaltung** (z.B. „Wildblumenwiesen“)
- **Versickerung** von Oberflächenwasser in Baumgruben und Pflanzflächen
- **Dachbegrünung und Photovoltaik** (Hochbau)

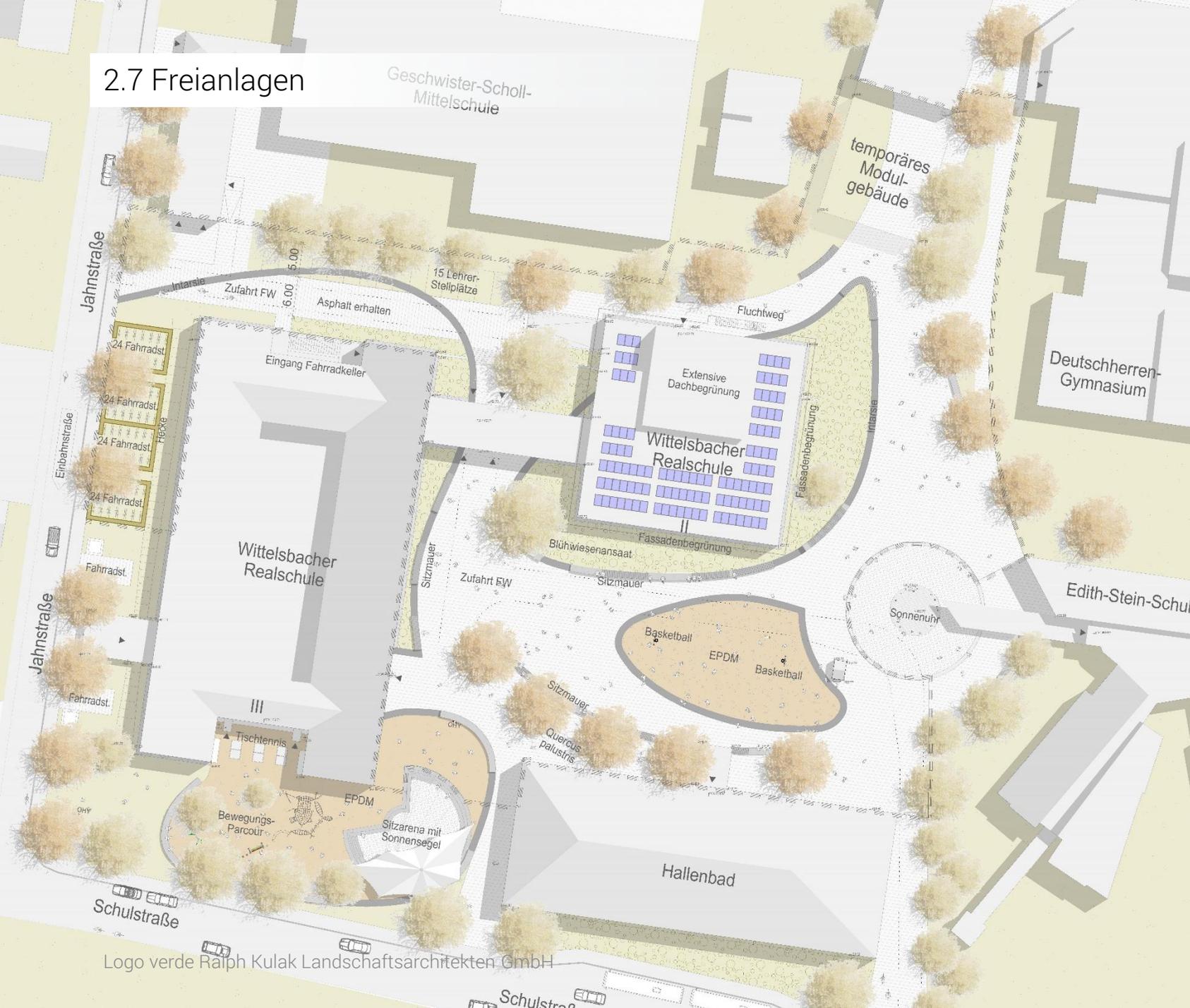


2.7 Freianlagen

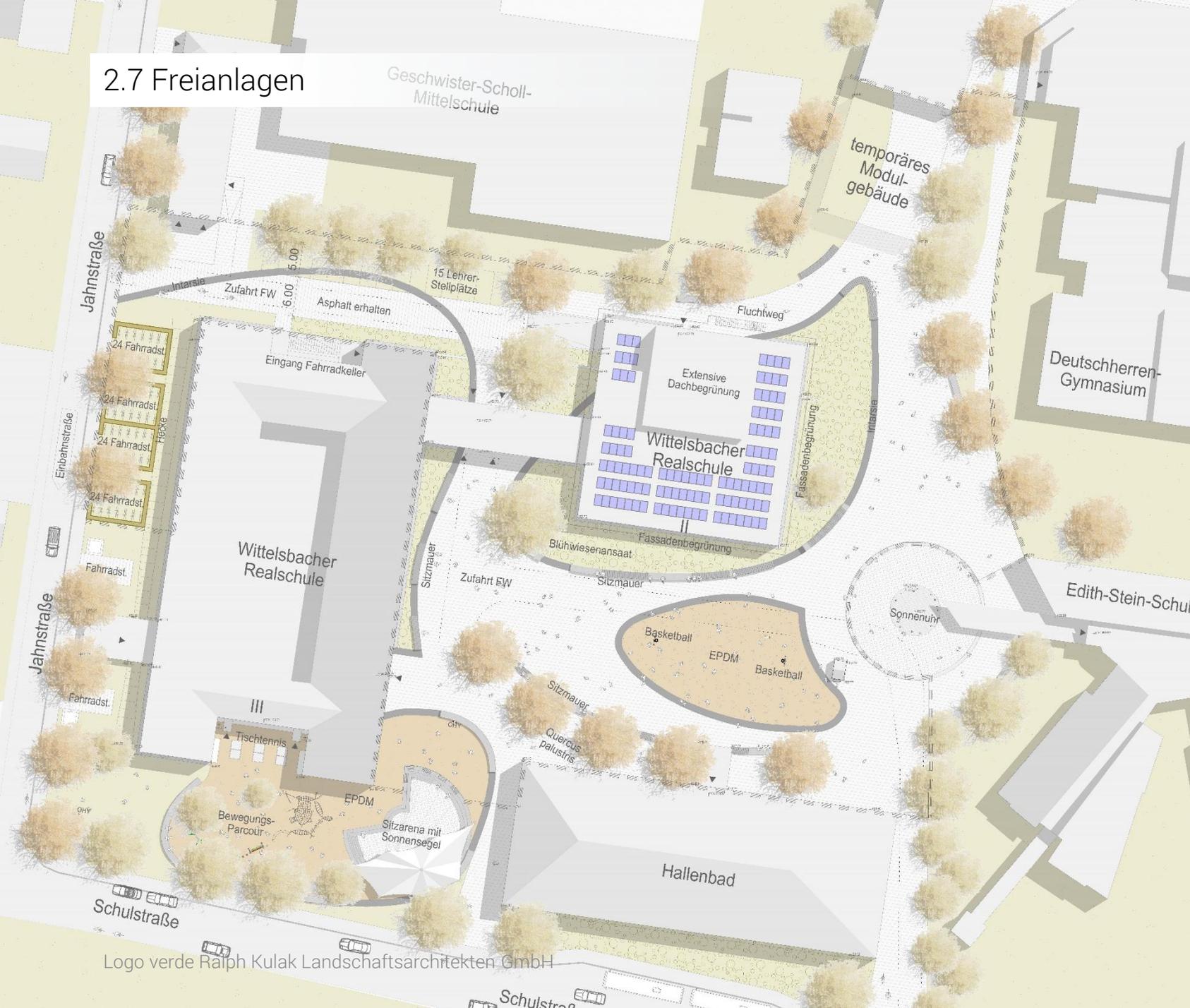


MATERIALIEN | REGIONALITÄT | UNTERHALT

- **Regionale Lieferketten** und Verfügbarkeit
- Ausschließlich **natürliche Materialien**
- Verwendung **resistenter Holzprodukte** (z.B. Robinie)
- Herstellung, Pflege und Unterhalt durch **örtliche Betriebe**
- einfache und kostengünstige **Reparaturmöglichkeiten**
- **geringer Stromverbrauch** (LED-Leuchten)



2.7 Freianlagen



FLÄCHENBEDARFE I AUSSTATTUNG

- **Größe Schulhof** gem. SchulbauV:
3qm/Schüler
- Schüleranzahl WRS: **ca. 820 Schüler**
- Mindestfläche Pausenhof: ca. 2.460 m²
- Geplante Größe Pausenhof: **ca. 2.600 m²**
- **Fahrradabstellplätze** (oberirdisch):
ca. 100 St.

2.7 Freianlagen



EINBAUTEN

Radiale **Betonsitzelemente**, partiell mit:

- Sitzauflagen aus **Robinienholz**
- mit und ohne Lehne (Robinienholz)
- **Metallkanten** (für die Skater)



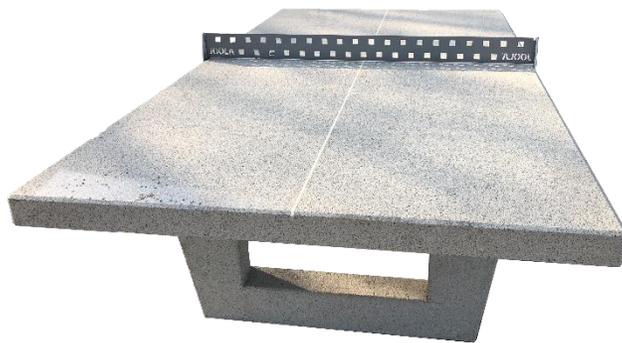
2.7 Freianlagen



© ewo



© Ziegler



© Kübler Sport GmbH

EINBAUTEN

LED-Mastleuchten:

- **Energieeffizient**
- geringe Lichtverschmutzung
- **Insektenfreundlich**

Fahrradabstellanlagen:

- Fahrradstellbügel, **verzinkt**

Spiel- und Sportgeräte:

- **Wiedereinbau** vorhandener Einbauten (z.B. Tischtennis und Basketball)

2.7 Freianlagen



BELÄGE

Asphalt mit Oberflächenbehandlung:

- kostengünstig
- barrierefrei, **rutschsicher**,
- Natürliche Optik (heimische Sande)
- (Feuerwehr-) befahr- und bespielbar
- **einfach zu reinigen**



Fallschutzbelag (EPDM):

- **Sportliche Betätigung**
- Kreative Kombinations- und Gestaltungsmöglichkeit
- **Sicherheit** (Fallschutz)
- lichtecht und **reparaturfreundlich**

2.7 Freianlagen



BEPFLANZUNG

(Klima-) Gehölze, z.B.:

- **Boulevard-Eiche** (*Quercus palustris*)
- **Feld-Ahorn** (*Acer campestre*)
- **Hainbuche** (*Carpinus betulus*)
- **Apfel-Dorn** (*Crataegus lavalleyi* ‚Carrierei‘)
- **Blumen-Esche** (*Fraxinus ornus*)
- **Blasenbaum** (*Koelreutheria paniculata*)

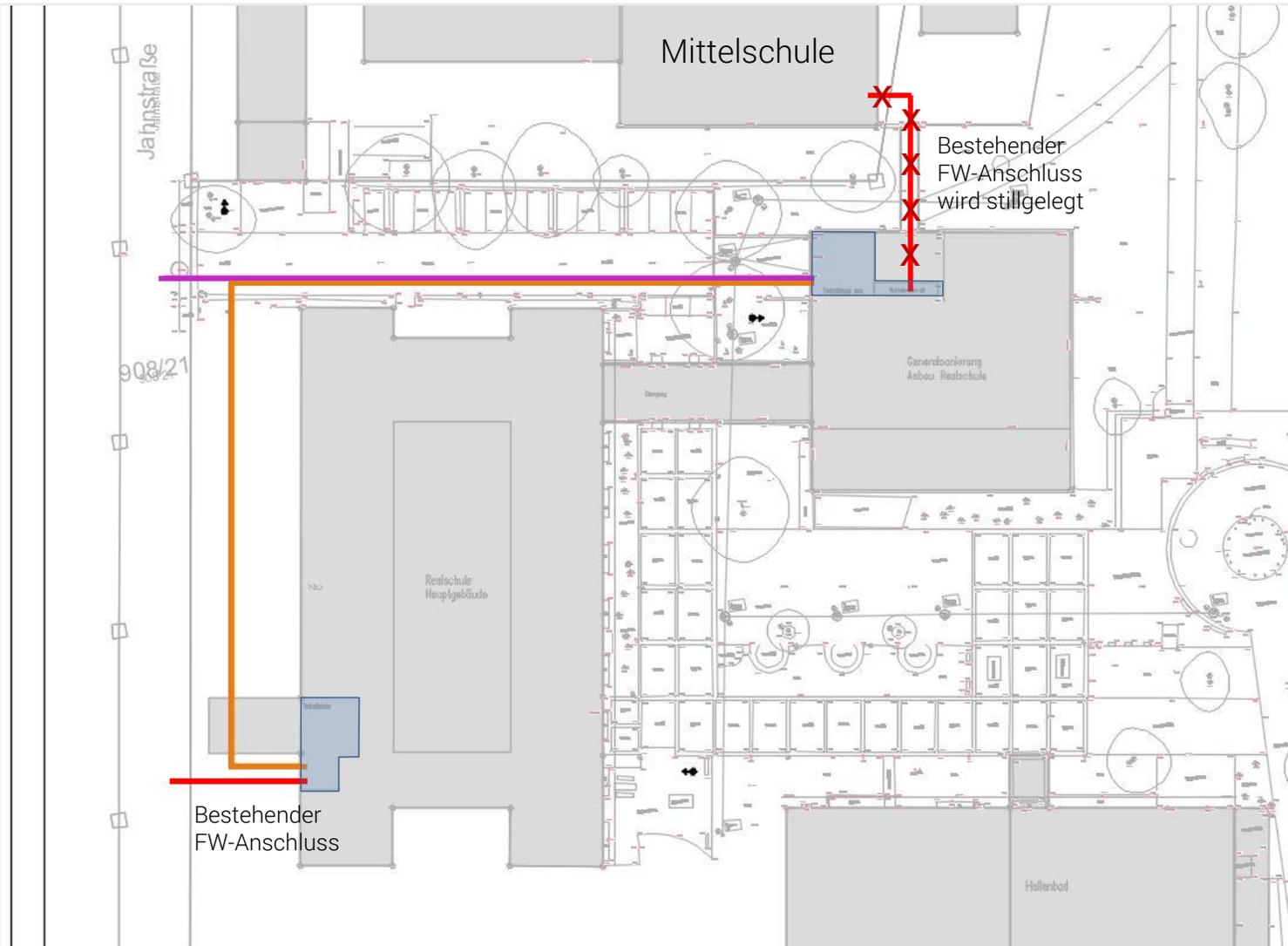
Wildblumenansaat:

- Heimische **Wildkräuter** und Stauden
- **Pflegeextensiv** (einjährige Mahd)
- Naturnahe Gestaltung
- **Insektenfreundlich**

3. HAUSTECHNIK



3.1 Heizungstechnik



GLASMANN
INGENIEURE

WÄRMEERZEUGUNG

Anbindung an das Fernwärmenetz des Biomasse Wärmeverbunds Aichach

Primärenergiefaktor 0,21 (nach GEG)

Erforderliche Anschlussleistung ca. 120 kW

Heizung ca. 55 kW

Lüftung ca. 65 kW

Bestehende Fernwärmearbeitung zur Mittelschule wird stillgelegt

Variante 1: Empfehlung GI

- Eigenständiger Anschluss des Anbaus
- Verluste ans Erdreich auf Seite des Versorgers
- Zusätzliche Abrechnungsstelle

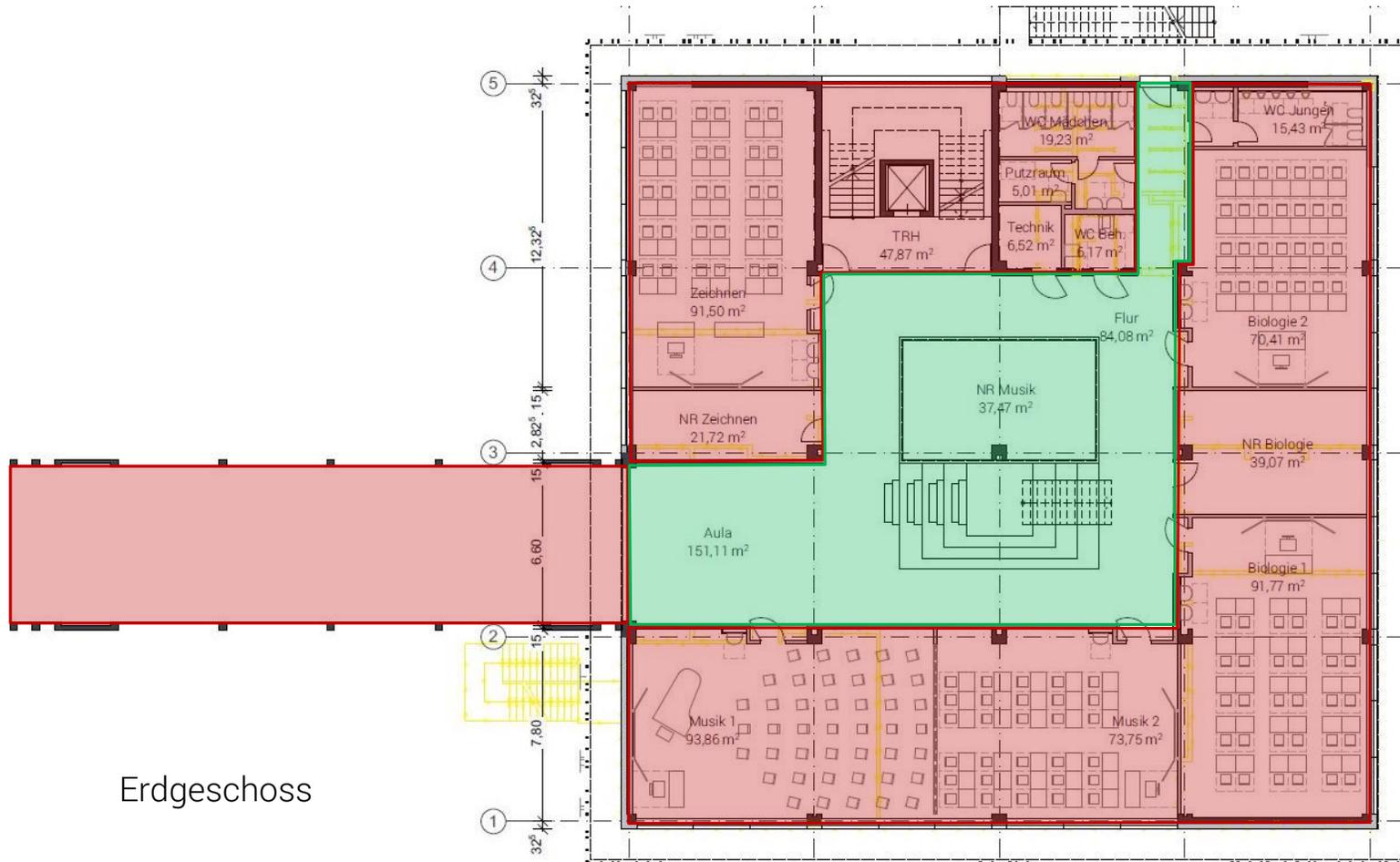
Variante 2: In Kosten enthalten

- Anschluss an Bestand, Fernleitung
- Verluste an Erdreich auf Seite des Bauherrn

3.1 Heizungstechnik

**GLASMANN
INGENIEURE**

GEBÄUDEBEHEIZUNG



Neuer Technikraum im Keller

Verteilleitungen im Kriechkeller

Klassenzimmer mit Heizkörpern:

- Schnell reagierendes Heizsystem
- Innere Lasten durch Personen
- Brüstungsheizkörper
- Hohes Temperaturniveau wegen Fernwärme

Aula-Bereich mit Fußbodenheizung:

- Kein Platz für Heizkörper notwendig
- Freie Gestaltungsmöglichkeit der Wände

Auslegungstemperatur Klassenzimmer 22 °C

Flächendeckende Einzelraumregelung

3.2 Lüftungstechnik

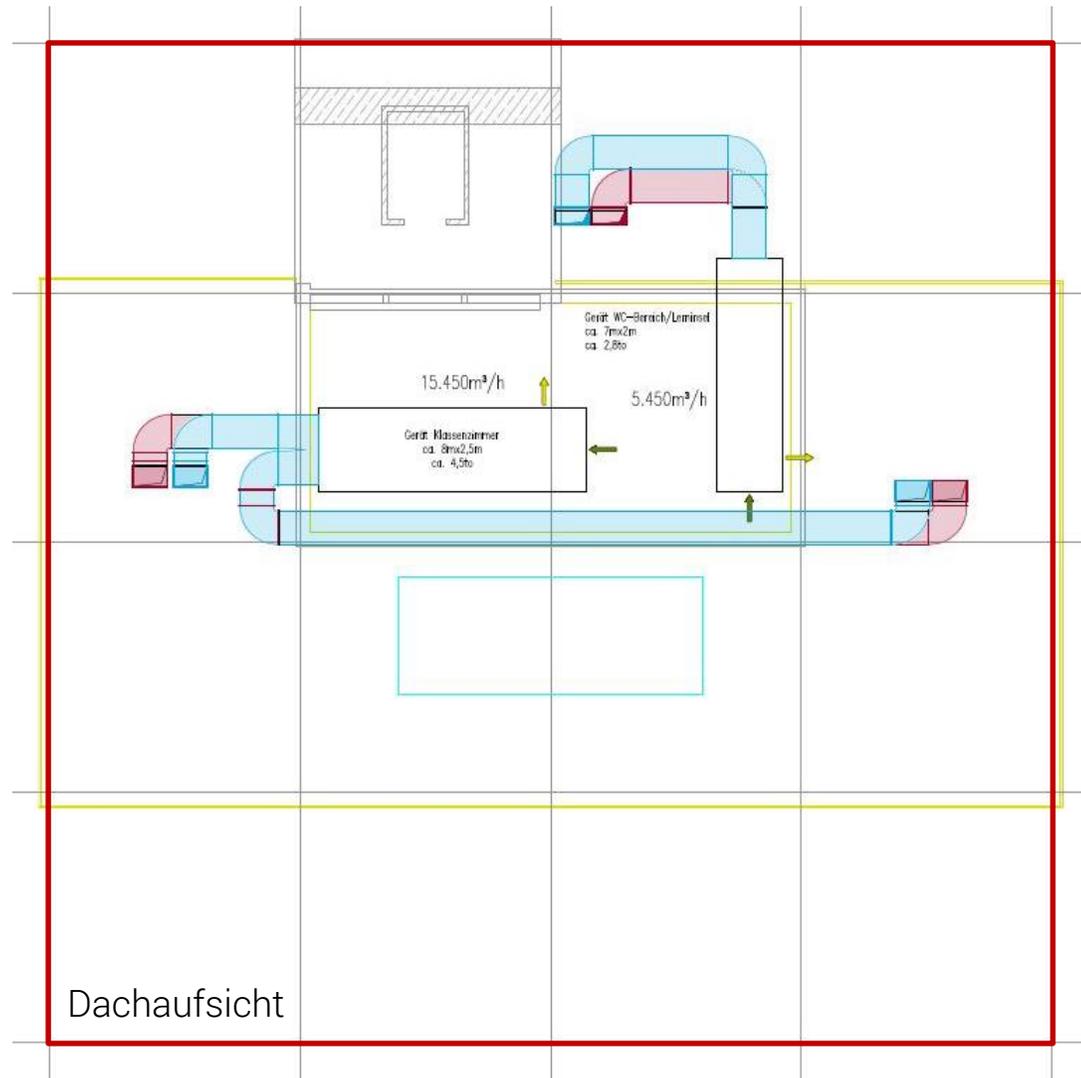
**GLASMANN
INGENIEURE**

LÜFTUNGSANLAGEN

Zentrale Lüftungsanlagen

Dachaufstellung von zwei Lüftungsgeräten:

- Gerät 1: Klassenzimmer (ca. 15.500 m³/h)
- Gerät 2: Zentralbereich (ca. 5.500 m³/h)
- Obere Verteilung der Lüftungskanäle
- Mehrere Lüftungsschächte
- Effiziente Wärmerückgewinnung



3.2 Lüftungstechnik

GLASMANN
INGENIEURE

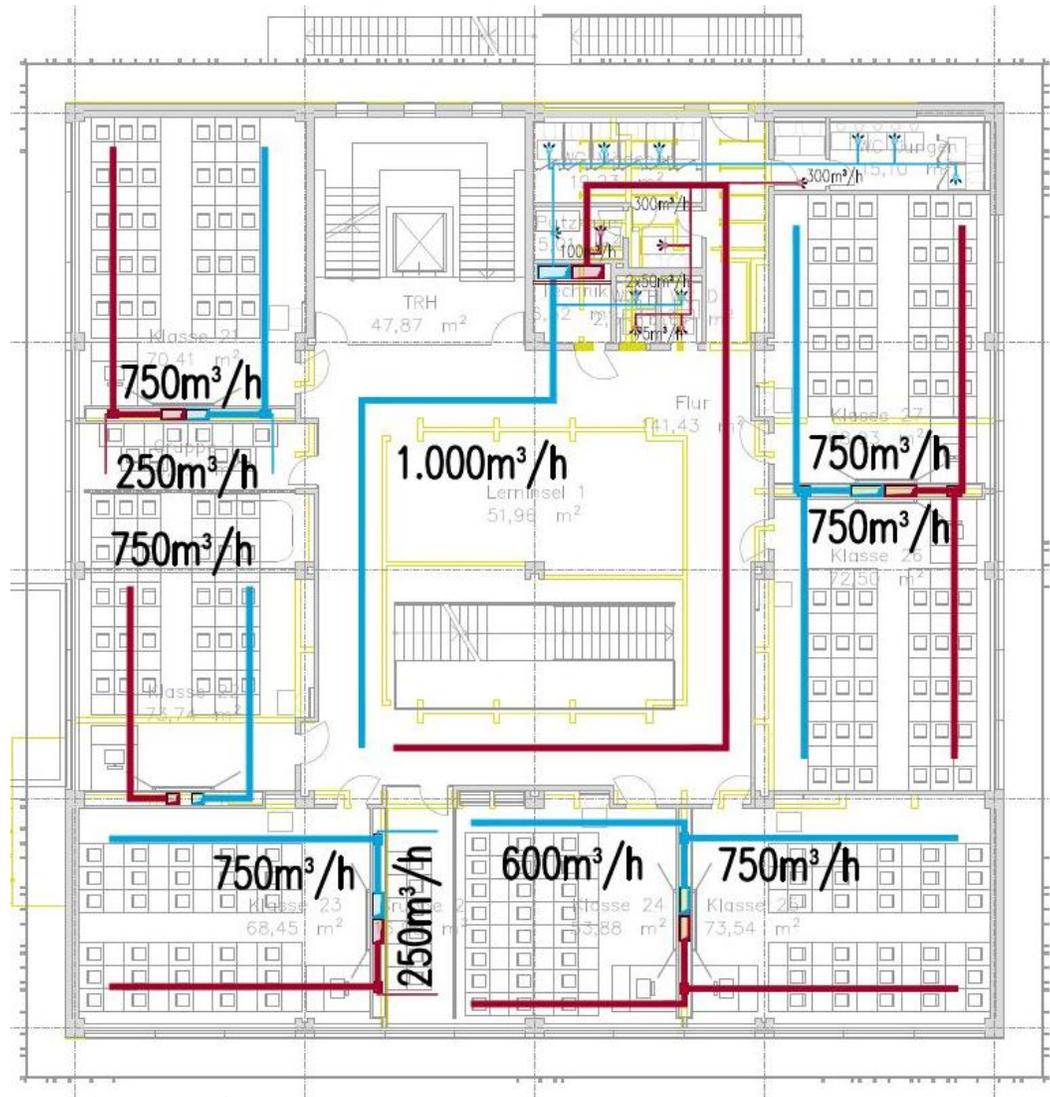
LÜFTUNGSKONZEPT

Grundlagen:

- 25 m³/h pro Person (3-facher Luftwechsel)
- CO₂ – gesteuerte Lüftung
- max. CO₂ – Konzentration 1.400 ppm
- Zusätzliche Fensterlüftung möglich

Kanalführung:

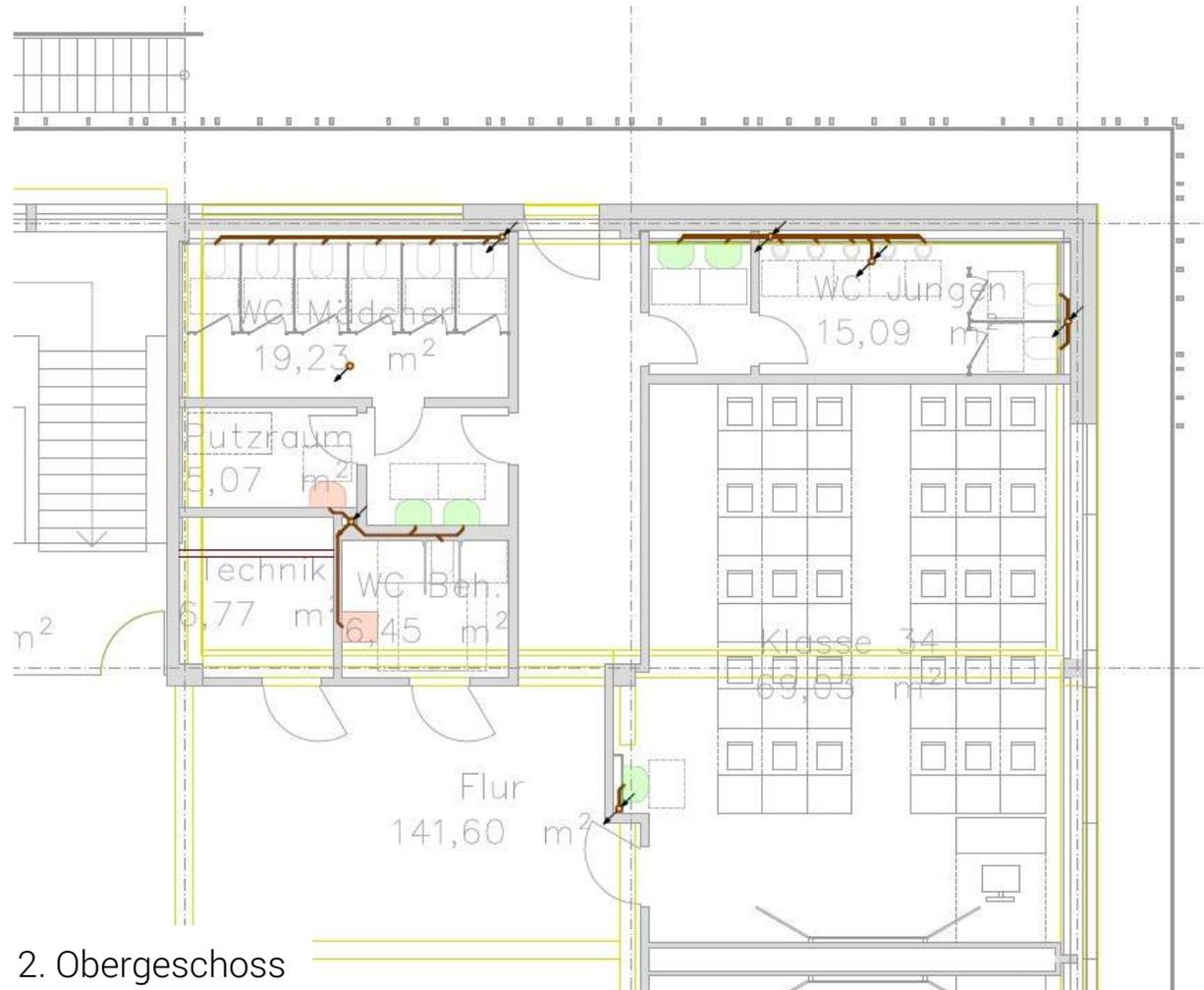
- Schächte in Klassenzimmertrennwänden
- Lüftungsrohre auf Sicht oder in Trockenbauverkleidungen bzw. abgehängten Decken



1. Obergeschoss



TRINKWASSERVERSORGUNG

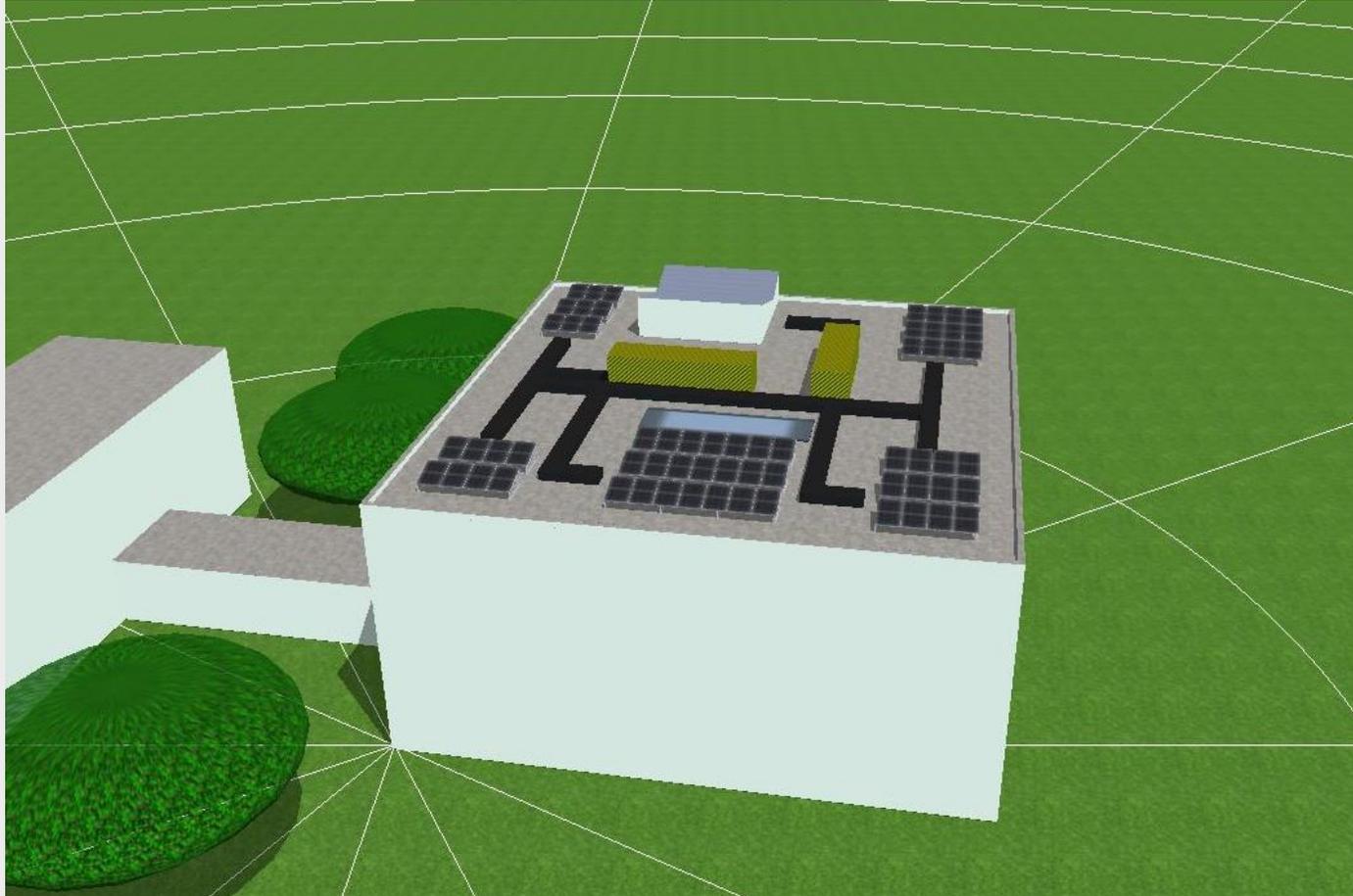


- WC Anlagen nur mit Kaltwasser
- Waschbecken in den Klassenzimmern mit Kaltwasser
- Armaturen in Klassen mit hohem Auslauf zum Befüllen von Trinkflaschen

Warmwasserbereitung in Fachklassen, behinderten WCs und Putzräumen, **dezentral** mittels elektrischen Durchlauferhitzern

Wassermanagementsystem mit automatischen Waschtischarmaturen und Hygienemonitoring

3.4 Energieversorgung



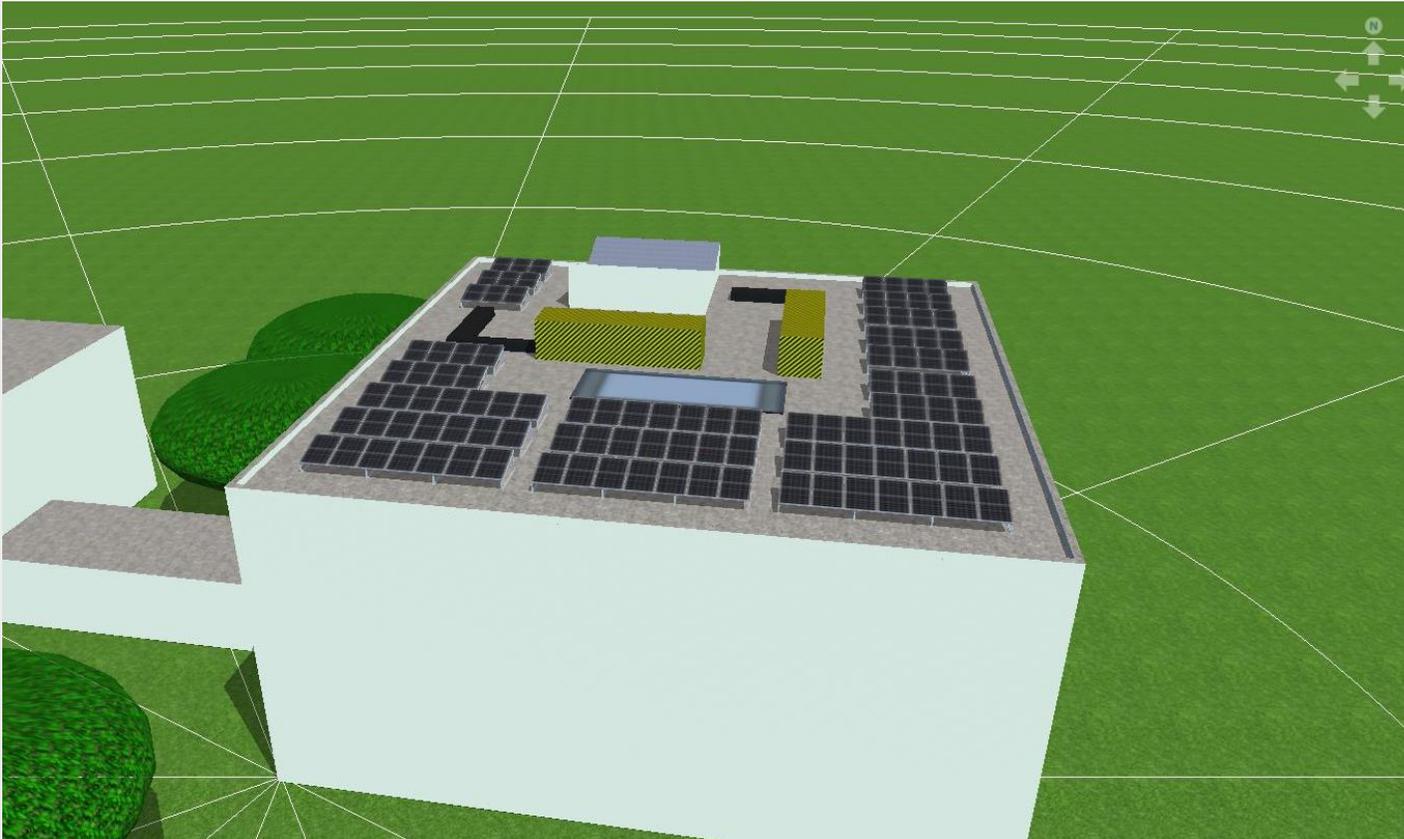
PV-ANLAGE

Auslegung PV-Anlage:

| | |
|----------------------------|----------------------|
| PV-Generatorleistung | 26,80 kWp |
| PV-Generatorfläche | 121,2 m ² |
| Anzahl PV-Module | 62 |
| PV-Generatorenergie | 27.581 kWh/Jahr |
| Eigenverbrauch | 27.561 kWh/Jahr |
| Netzeinspeisung | 20 kWh/Jahr |
| Eigenverbrauchsanteil | 99,9 % |
| Gesamte Investitionskosten | 37.200,00 € netto |
| Amortisationsdauer | 6,8 Jahre |

- Der Stromverbrauch für Schwimmbad, Haupthaus und Anbau beträgt ca. 200.000 kWh/Jahr, davon werden für den Anbau 30.000 kWh angenommen.
- Laut Simulation ergibt sich eine Amortisation der PV-Anlage nach 6,8 Jahren und wäre somit wirtschaftlich.
- Ein Batteriespeicher wäre nicht sinnvoll und nicht wirtschaftlich.

3.4 Energieversorgung



PV-ANLAGE

Auslegung PV-Anlage:

| | |
|----------------------------|----------------------|
| PV-Generatorleistung | 43,2 kWp |
| PV-Generatorfläche | 211,1 m ² |
| Anzahl PV-Module | 108 |
| PV-Generatorenergie | 47.141 kWh/Jahr |
| Eigenverbrauch | 45.382 kWh/Jahr |
| Netzeinspeisung | 1.759 kWh/Jahr |
| Eigenverbrauchsanteil | 96,3 % |
| Gesamte Investitionskosten | 64.800,00 € netto |
| Amortisationsdauer | 7,0 Jahre |

- Der Stromverbrauch für Schwimmbad, Haupthaus und Anbau beträgt ca. 200.000 kWh/Jahr, davon werden für den Anbau 30.000 kWh angenommen.
- Laut Simulation ergibt sich eine Amortisation der PV-Anlage nach 7,0 Jahren und wäre somit sehr wirtschaftlich.
- Ein Batteriespeicher wäre nicht sinnvoll und nicht wirtschaftlich.

4. ENERGIEEFFIZIENZ



4.1 Energetischer Standard

Richtlinien zur Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) SANIEREN NICHTWOHNGBÄUDE

Nichtwohngebäude (BEG NWG) → Effizienzgebäude-Standards in der **Sanierung**

| Effizienzhaus | EG 40 | EG 55 | EG 70 | EG 100 | EG Denkmal |
|---|----------|----------|----------|----------|---------------|
| Q _P in % von Q _{P REF} | 40 | 55 | 70 | 100 | 160 |
| U _{opak} [W/(m ² K)] | 0,18 | 0,22 | 0,26 | 0,34 | - |
| U _{transparent} [W/(m ² K)] | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,8 | - |
| EE-Paket | EE-Paket | EE-Paket | EE-Paket | EE-Paket | EE-Paket |
| NH-Paket | NH-Paket | NH-Paket | NH-Paket | NH-Paket | NH-Paket |

VARIANTEN

Festlegung der Varianten anhand der EG-Standards nach BEG in der Sanierung

EG 100 entfällt (ca. 25 % schlechter als Neubau)

Orientierung ausschließlich am Neubaustandard

Variante 1
EG 70 entspricht in etwa Neubauniveau GEG
= **Mindeststandard**

Variante 2
EG 55 entspricht in etwa Neubauniveau – 20 %
(Q_p) = **mittlerer Standard**

Variante 3
EG 40 mit passivhaustauglicher Gebäudehülle
= **Maximalvariante**

4.1 Energetischer Standard

Richtlinien zur Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) SANIEREN NICHTWOHNGBÄUDE

Nichtwohngeläude (BEG NWG) → Effizienzgeläude-Standards in der **Sanierung**
inkl. **EE-Klassifizierung**

| Effizienzhaus | EG 40EE | EG 55EE | EG 70EE | EG 100EE | EG Denkmal EE |
|---|--|--|--|--|---|
| max. förderfähige Kosten pro Vorhaben | € 30 Mio. bzw. bis zu € 2.000/m ² | € 30 Mio. bzw. bis zu € 2.000/m ² |
| Tilgungszuschuss bzw. Investitionszuschuss | 50% | 45% | 40% | 32,5% | 30% |

VARIANTEN

BEG Förderung Sanierung läuft seit 22. Februar wieder!

Kreditvariante oder reine Zuschussvariante möglich

Hoher Zuschuss in Abhängigkeit des erreichten energetischen Standards möglich
EE-Klasse wird mit Fernwärme eingehalten!

Kombination mit FAG-Förderung zulässig
Förderquote darf 60 % nicht übersteigen, sonst Deckelung der BEG-Förderung
- Prüfung durch Finanzabteilung LRA

Klärung im weiteren Projektverlauf

4.2 Baulicher Wärmeschutz

VARIANTEN

Variante 1, GEG:
Minimale Maßnahmen an Decke zum Kriechkeller
geringere Dämmstoffdicken
2-fach-Verglasungen

Variante 2, EG 55:
Zwischenvariante Dämmmaßnahmen
Bauliche Zwänge Kriechkeller, nur oberseitige
Dämmung (sonst hoher Aufwand)
Pflicht 3-fach-Verglasungen
heute übliche Dämmstoffdicken/Maßnahmen

Variante 3, EG 40:
passivhaustaugliche Gebäudehülle,
U-Werte ca. 0,15 W/(m²K)
nochmals verbesserte Fensterkonstruktionen

| Bauteil | Variante 1 GEG | | Variante 2 Effizienzgebäude EG 55 | | Variante 3 Effizienzgebäude EG 40 | |
|---|--------------------------------|--|---|--|---|--|
| | U-Wert [W/m ² K] | Dämmstoffdicke [cm] | U-Wert [W/m ² K] | Dämmstoffdicke [cm] | U-Wert [W/m ² K] | Dämmstoffdicke [cm] |
| Trenndecke zum Kriechkeller | 0,45 | 7 ($\lambda \leq 0,040$ W/mK) Dämmung auf Kellerdecke | 0,45 | 7 ($\lambda \leq 0,040$ W/mK) Dämmung auf Kellerdecke | 0,16 | 7 ($\lambda \leq 0,040$ W/mK) Dämmung auf sowie 14 ($\lambda \leq 0,035$ W/mK) unterhalb Decke |
| Außenwand gegen Außenluft (massive Bestandswände) | 0,48 | 8 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) | 0,26 | 16 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) | 0,21 | 20 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) |
| Außenwand gegen Außenluft (neue Holzständerwände) | 0,24 | Gefach: 10 ($\lambda \leq 0,040$ W/mK) WDVS 8 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) | 0,19 | Gefach: 16 ($\lambda \leq 0,040$ W/mK) WDVS 8 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) | 0,16 | Gefach: 20 ($\lambda \leq 0,035$ W/mK) WDVS 8 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) |
| Dachflächen als Warmdach (Bestandsdach) | 0,21 | 20 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) | 0,21 | 24 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) | 0,14 | 30 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) |
| Dachflächen als Warmdach Brettstapeldecke über 2. OG | 0,16 | 20 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) ≥ 20 cm Holz | 0,16 | 20 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) ≥ 20 cm Holz | 0,12 | 30 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) ≥ 20 cm Holz |
| Fenster / Fenstertüren / Posten- Riegel-Fassaden | 1,3 | Zweifach-Isolier- Verglasung | 1,1 | Dreifach-Isolier- Verglasung | 0,90 | Dreifach-Isolier- Verglasung |
| Glasdach | 2,0 | Zweifach-Isolier- Verglasung | 1,6 | Zweifach-Isolier- Verglasung | 1,2 | Dreifach-Isolier- Verglasung |

4.3 Haustechnik

VARIANTEN

Primärenergetisch günstige Fernwärme (Anteil EE 94 Prozent) ist gesetzt

Hier Überblick, Details siehe Haustechnik

Vorbildfunktion öffentliche Hand bzw. Pflicht zur Prüfung Umsetzbarkeit Nutzung PV!

Bei EG 55 bereits angesetzt

Für EG 40 wird PV-Anlage zwingend benötigt

| Energetisches Niveau | Variante 1 GEG | Variante 2 Effizienzgebäude EG 55 | Variante 3 Effizienzgebäude EG 40 |
|---|---|---|---|
| Heizung FBH Aula Heizkörper Klassen Heizregister RLT | Fernwärme $f_{P,FW} \leq 0,21$ | Fernwärme $f_{P,FW} \leq 0,21$ | Fernwärme $f_{P,FW} \leq 0,21$ |
| Trinkwarmwasser (Fachräume) | Elektrische Durchlauferhitzer | Elektrische Durchlauferhitzer | Elektrische Durchlauferhitzer |
| Lüftungsanlage | Wärmerückgewinnung GEG-Standard Spezifische Ventilatorleistung mind. Klasse 4 | Wärmerückgewinnung Rückwärmezahl $\geq 75\%$ Spezifische Ventilatorleistung mind. Klasse 3 | Wärmerückgewinnung Rückwärmezahl $\geq 75\%$ Spezifische Ventilatorleistung mind. Klasse 3 |
| Beleuchtung | Stabförmige Leuchtstofflampe mit elektronischem Vorschaltgerät | Hocheffiziente LED-Beleuchtung | Hocheffiziente LED-Beleuchtung |
| Photovoltaikanlage | keine | ca. 120 m ² Modulfläche Monokristallines Silizium Neigung 0° stark belüftete Module | ca. 210 m ² Modulfläche Monokristallines Silizium Neigung 0° stark belüftete Module |

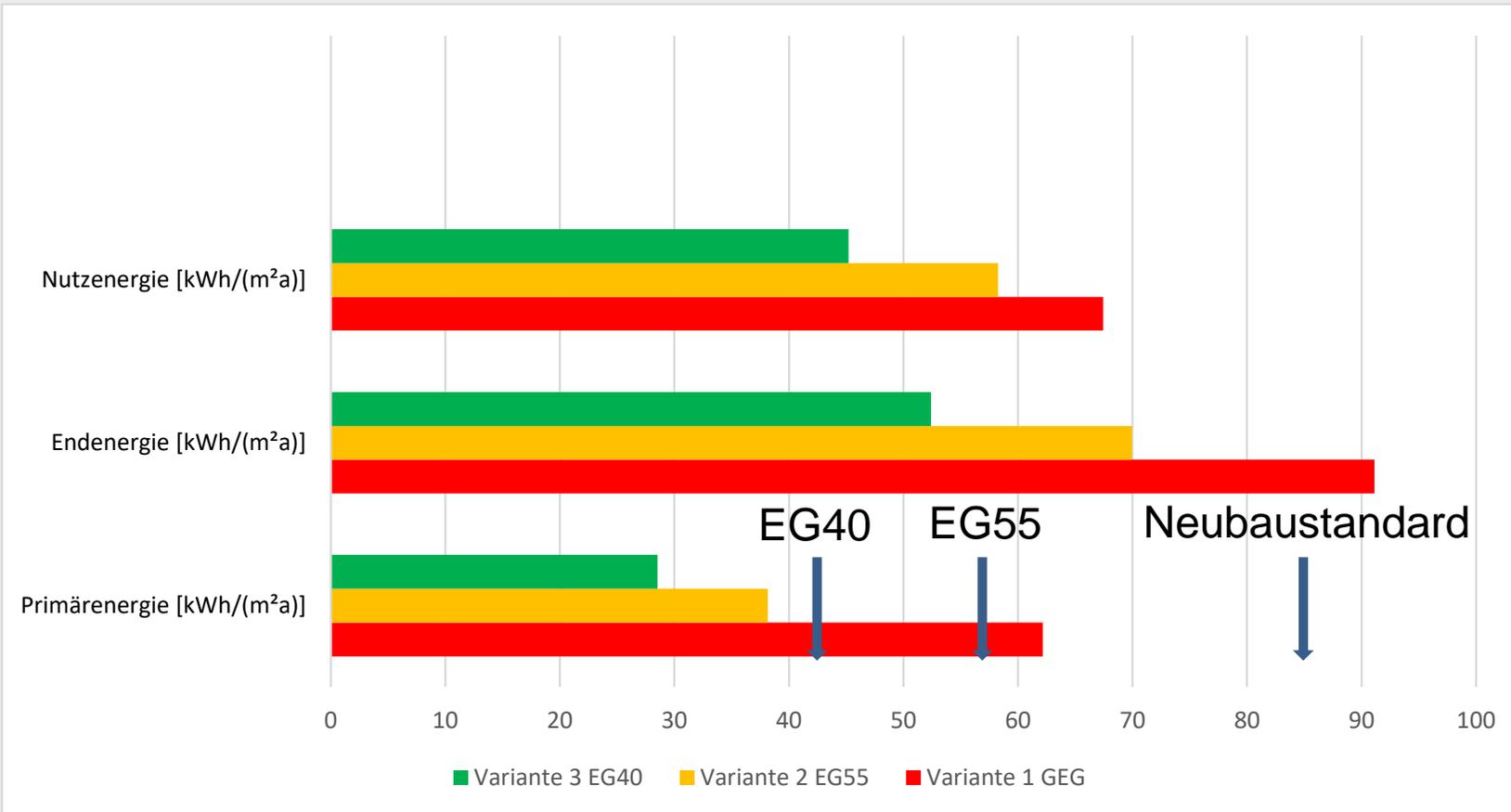
4.4 Gegenüberstellung Energiekennwerte

VARIANTEN

Durch die Fernwärmeversorgung mit sehr hohem Anteil Erneuerbarer Energien werden bei allen 3 Varianten gute bis sehr gute Primärenergiekennwerte erreicht.

Bei Ausführung der kleinen PV-Anlage kann in Bezug auf den Primärenergiebedarf bei Variante 2 bereits EG40 eingehalten werden.

Die Varianten unterscheiden sich somit im Wesentlichen vom ausgeführten Dämmstandard.



4.5 Ausführungsempfehlung baulicher Wärmeschutz



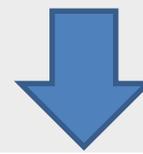
VARIANTEN

In Bezug auf den baulichen Wärmeschutz wird aus energetischer Sicht die Ausführung von **Variante 2 – EG55** empfohlen

Darüber hinaus kann im Rahmen der Entwurfsplanung geprüft werden, welche erhöhten Dämmstoffmaßnahmen unter Berücksichtigung der baulichen Zwänge zusätzlich umsetzbar sind (z. B. unterseitige Wärmedämmung Kriechkeller)

| Bauteil | Variante 1 GEG | | Variante 2 Effizienzgebäude EG 55 | | Variante 3 Effizienzgebäude EG 40 | |
|---|-------------------|--|---|--|---|--|
| | U-Wert [W/m²K] | Dämmstoffdicke [cm] | U-Wert [W/m²K] | Dämmstoffdicke [cm] | U-Wert [W/m²K] | Dämmstoffdicke [cm] |
| Trenndecke zum Kriechkeller | 0,45 | 7 ($\lambda \leq 0,040$ W/mK) Dämmung auf Kellerdecke | 0,45 | 7 ($\lambda \leq 0,040$ W/mK) Dämmung auf Kellerdecke | 0,16 | 7 ($\lambda \leq 0,040$ W/mK) Dämmung auf sowie 14 ($\lambda \leq 0,035$ W/mK) unterhalb Decke |
| Außenwand gegen Außenluft (massive Bestandswände) | 0,48 | 8 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) | 0,26 | 16 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) | 0,21 | 20 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) |
| Außenwand gegen Außenluft (neue Holzständerwände) | 0,24 | Gefach: 10 ($\lambda \leq 0,040$ W/mK) WDVS 8 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) | 0,19 | Gefach: 16 ($\lambda \leq 0,040$ W/mK) WDVS 8 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) | 0,16 | Gefach: 20 ($\lambda \leq 0,035$ W/mK) WDVS 8 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) |
| Dachflächen als Warmdach (Bestandsdach) | 0,21 | 20 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) | 0,21 | 24 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) | 0,14 | 30 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) |
| Dachflächen als Warmdach Brettstapeldecke über 2. OG | 0,16 | 20 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) ≥ 20 cm Holz | 0,16 | 20 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) ≥ 20 cm Holz | 0,12 | 30 ($\lambda \leq 0,045$ W/mK) ≥ 20 cm Holz |
| Fenster / Fenstertüren / Posten- Riegel-Fassaden | 1,3 | Zweifach-Isolier- Verglasung | 1,1 | Dreifach-Isolier- Verglasung | 0,90 | Dreifach-Isolier- Verglasung |
| Glasdach | 2,0 | Zweifach-Isolier- Verglasung | 1,6 | Zweifach-Isolier- Verglasung | 1,2 | Dreifach-Isolier- Verglasung |

4.5 Ausführungsempfehlung Haustechnik

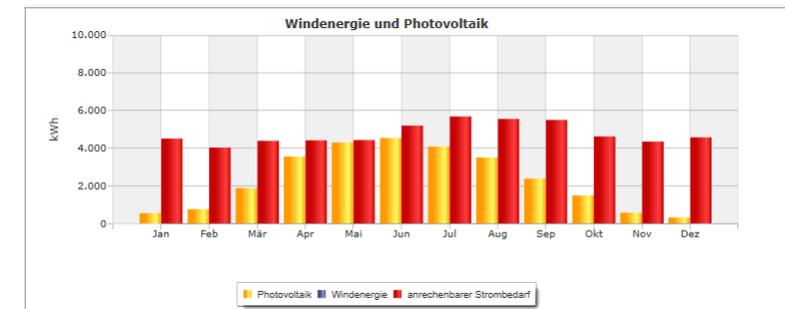


VARIANTEN

In Bezug auf die Anlagentechnik wird aus energetischer Sicht die Ausführung von **Variante 3 – EG 40** empfohlen

Ausführung der maximal zur Verfügung stehenden PV-Fläche

Maximale Nutzung des selbsterzeugten Strom zur Deckung des Eigenbedarfs



| Energetisches Niveau | Variante 1 GEG | Variante 2 Effizienzgebäude EG 55 | Variante 3 Effizienzgebäude EG 40 |
|---|--|---|---|
| Heizung FBH Aula Heizkörper Klassen Heizregister RLT | Fernwärme $f_{P,FW} \leq 0,21$ | Fernwärme $f_{P,FW} \leq 0,21$ | Fernwärme $f_{P,FW} \leq 0,21$ |
| Trinkwarmwasser (Fachräume) | Elektrische Durchlauferhitzer | Elektrische Durchlauferhitzer | Elektrische Durchlauferhitzer |
| Lüftungsanlage | Wärmerückgewinnung GEG-Standard Spezifische Ventilatorleistung mind. Klasse 4 | Wärmerückgewinnung Rückwärmezahl $\geq 75\%$ Spezifische Ventilatorleistung mind. Klasse 3 | Wärmerückgewinnung Rückwärmezahl $\geq 75\%$ Spezifische Ventilatorleistung mind. Klasse 3 |
| Beleuchtung | Stabförmige Leuchtstofflampe mit elektronischem Vorschaltgerät | Hocheffiziente LED-Beleuchtung | Hocheffiziente LED-Beleuchtung |
| Photovoltaikanlage | keine | ca. 120 m ² Modulfläche Monokristallines Silizium Neigung 0° stark belüftete Module | ca. 210 m ² Modulfläche Monokristallines Silizium Neigung 0° stark belüftete Module |

4.5 Ausführungsempfehlung

Aus energetischer Sicht wird die Festlegung des **EG55-Standards** als einzuhaltender Mindeststandard empfohlen. Gerade bei Bestandssanierungen stellt dies einen sehr guten Standard dar.

Die Einhaltung des EG40-Standards ist maßgeblich vom ausführbaren Wärmedämmstandard abhängig.

Im Zuge der Entwurfsplanung kann geprüft werden, ob der hohe Wärmedämmstandard an der Gebäudehülle der Variante 2 – EG40 (in Teilbereichen) umsetzbar ist (Stichwort „bauliche Zwänge“, z. B. Kriechkeller) .

Des Weiteren kann geprüft werden, inwieweit die Mehrkosten im Vergleich zum EG55-Standard, z. B. durch Inanspruchnahme einer BEG-Förderung mit Tilgungszuschuss/Investitionszuschuss ausgeglichen werden können.



5. NACHHALTIGKEIT

5. Nachhaltigkeit

Wirtschaftsaktivität: EU-Taxonomy (2020/852)

Klimaschutz, Anpassung Klimawandel, nachhaltige Nutzung Wasser, Kreislaufwirtschaft, Verminderung Umweltverschmutzung, Ökosysteme

Gebäudebewertung Nachhaltigkeitskriterien

z.B. Bewertungssystem nachhaltiges Bauen

Technische Bewertung: Einzelfragen

GEG, PHPP, Ökobilanz (eLCA), Visueller und Innenraumkomfort, usw.

Prof. Dr.-Ing. Martin Bauer



ÜBERBLICK

EU-Taxonomieverordnung
Überprüfung des Beitrags von
Wirtschaftstätigkeiten zu Klima und Umwelt

Zertifizierung nach DGNB oder BNB möglich
bei diesem Projekt jedoch nicht die Zielsetzung

Bewertungssystem nachhaltiges Bauen
Bewertung von Nachhaltigkeitskriterien
(ökologische, ökonomische, soziokulturelle,
funktionale, technische, Prozessqualität und
Standortmerkmale)

Betrachtung von technischen Einzelaspekten zur
Optimierung von Energie- und Kosteneinsatz

Zielvereinbarung:

Berechnung des GWP (Global Warming Potential)
mit dem Ziel der klimaneutralen Sanierung des
Bestandsgebäudes

$GWP \leq 0 \text{ kg CO}_2 \text{ aequ} / \text{m}^2$

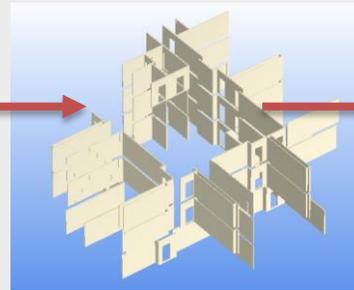
5. Nachhaltigkeit



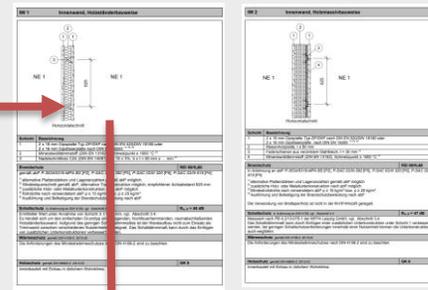
VORGEHEN



BIM-Modell Architekten

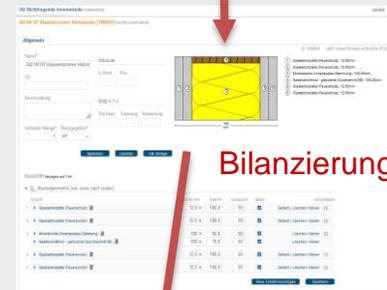


Konstruktionselemente



Repräsentative Konstruktion

| IW 1 Innenwand, Holzständerbauweise | |
|---|--|
| <p>Horizontalschnitt</p> | |
| Schicht | Bezeichnung |
| 1 | 2 x 18 mm Gipsplatte Typ DF/GKF nach DIN EN 520/DIN 18180 oder 2 x 18 mm Gipsfaserplatte nach DIN EN 15283 ¹⁾ , ²⁾ |
| 2 | Mineralwolldämmstoff (DIN EN 13162), Schmelzpunkt $\geq 1000^\circ\text{C}$ ³⁾ |
| 3 | Nadelstichtholz C24 (DIN EN 14081), $u = 15 \pm 3\%$, $b \times t = 60 \text{ mm} \times \dots \text{ mm}$ ⁴⁾ |
| Brandschutz | |
| REI 60/K _s 60 | |
| gemäß abP P-3534/5316-MPA BS [P2], P-SAC 02/III-392 [P5], P-SAC 02/III 320 [P9], P-SAC 02/III 615 [P4] ¹⁾ alternative Plattenstärken und Lagenanzahlen gemäß abP möglich ²⁾ Mindestquerschnitt gemäß abP, alternative Tragkonstruktion möglich, empfohlener Achsabstand 625 mm ³⁾ zusätzliche Holz- oder Metallunterkonstruktion nach abP möglich ⁴⁾ Rohdichte nach verwendetem abP $\rho \geq 15 \text{ kg/m}^3$ bzw. $\rho \geq 25 \text{ kg/m}^3$ ⁵⁾ Ausführung und Befestigung der Brandschutzbekleidung nach abP | |
| Schallschutz | |
| in Anlehnung an DIN 4109, vgl. Abschnitt 3.4 | |
| R _{w,n} = 46 dB | |
| Ermittelter Wert unter Annahme von Schicht 3: $t = 90 \text{ mm}$, vgl. Abschnitt 3.4. Es handelt sich um den einfachsten Grundtyp einer tragenden, hochfeuerhemmenden, raumabschließenden Holzständerbauwand. Aufgrund des geringen Schalldämmmaßes ist der Wandaufbau nicht zum Einsatz als Trennwand zwischen verschiedenen Nutzeneinheiten geeignet. Das Schalldämmmaß kann durch das Einfügen von zusätzlichen Unterkonstruktionen verbessert werden. | |
| Wärmeschutz | |
| gemäß DIN 4108-2: 2013-02 | |
| Die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2 sind zu beachten. | |
| Holzschutz | |
| gemäß DIN 68800-2: 2012-02 | |
| Innenbauteil mit Einbau in üblichem Wohnklima. | |
| GK 0 | |



Bilanzierung bzw. Kennwert



Wirkungsabschätzung

Elemente mit günstiger Umweltwirkung

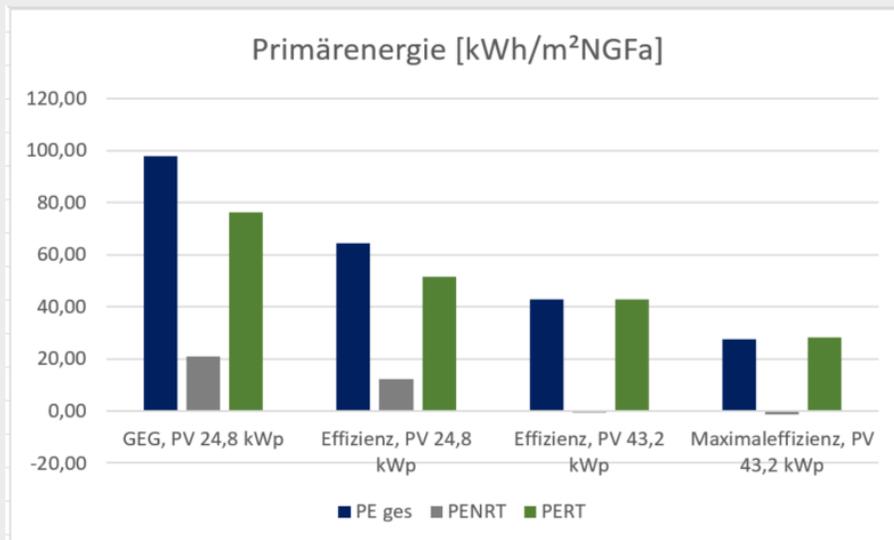
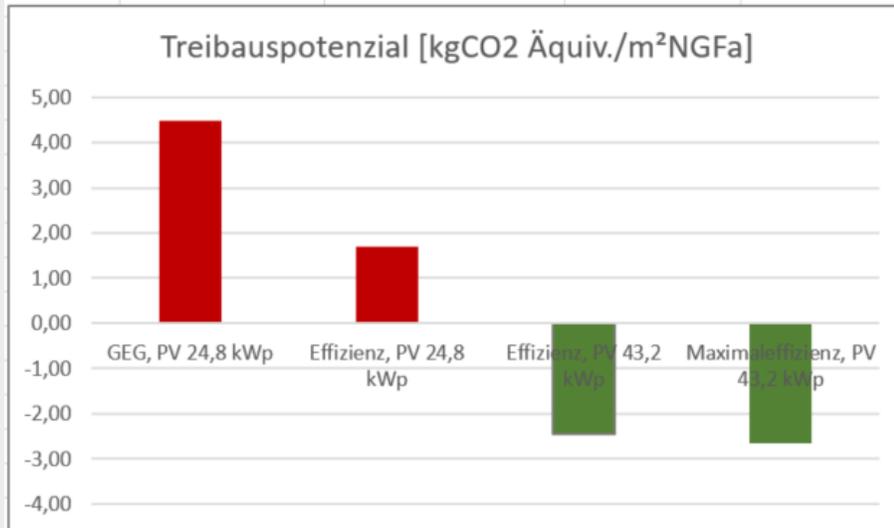
Vorgehen - Ersteinschätzung

- Konstruktionselemente aus BIM-Modell Architekten
- Erarbeitung von Konstruktionen für Nachhaltigkeit
- Anwendungen von Kennwerten für die Bilanz
- Schätzung Verbrauch für Wärme und Strom in Absprache Technikplanung
- Analoge Berechnung nach Vereinfachtes Verfahren Ökobilanzierung nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen

Bewertungsunsicherheiten in der frühen Planungsphase:

- Annahmen, insbesondere holzhaltige Konstruktionen
- Prozessbedingte Planungstiefe

5. Nachhaltigkeit



Ersteinschätzung Umweltwirkung

Ersteinschätzung Ressourceninanspruchnahme

Anteil Strom Wärme (Variante „Effizient“)

Wärme: Zusammenstellung und Umrechnung für Gesamtbilanz
Umrechnung PE MJ -> kWJ Faktor 0,2777778

| GWP | PE _{Ges} | PENRT | PERT |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| kg CO ₂ Äquiv./m ² NGF | kWh/m ² NGF a | kWh/m ² NGF a | kWh/m ² NGF a |
| 0,56 | 45,33 | 1,57 | 43,75 |

Elektroenergie: Zusammenstellung und Umrechnung für Gesamtbilanz
Umrechnung PE MJ -> kWJ Faktor 0,2777778

| GWP | PE _{Ges} | PENRT | PERT |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| kg CO ₂ Äquiv./m ² NGF | kWh/m ² NGF a | kWh/m ² NGF a | kWh/m ² NGF a |
| 3,81 | 19,93 | 11,85 | 8,08 |



ERGEBNISSE, EMPFEHLUNGEN

Weniger Nachhaltig ist:

1. Gebäudeausstattung Gebäude Energiengesetz (GEG)
2. Kleine Photovoltaik-Anlage (PV, 24,8 kWp)

Nachhaltigkeitsziele werden eher erreicht:

3. Hohe Effizienz der Gebäudehülle
4. Große PV-Anlage (43,2 kWp) ermöglicht Kompensation.

Empfehlung für getroffene Zielvereinbarung

1. Stromeffizienz im Gebäude maximieren
2. Höchstmögliche Effizienz der Gebäudehülle (Sonnenschutz unbedingt beachten)
3. Große PV-Anlage (43,2 kWp)
4. Danach ggfls. Einzelmaßnahmen in der Konstruktion

➤ Weiterverfolgung bis LP3 für eine realitätsnahe Einschätzung



ENDRES TIEFENBACHER

6. KOSTEN

6. Kostenschätzung

Brutto, auf Tausend gerundet, Kostenstand 1. Quartal 2022

| Kostengruppe | Bezeichnung | Summe |
|---|---------------------------------|---------------------|
| KG 100 | Grundstück | - |
| KG 200 | Vorbereitende Maßnahmen | 477.000 € |
| KG 300 | Bauwerk – Baukonstruktion | 5.676.000 € |
| KG 400 | Bauwerk – Technische Anlagen | 2.286.000 € |
| KG 500 | Außenanlagen und Freiflächen | 1.798.000 € |
| KG 600 | Ausstattung und Kunstwerke | 781.000 € |
| KG 700 | Baunebenkosten | 3.306.000 € |
| Gesamtsumme Energiestandard GEG | | 14.324.000 € |
| KG 300 | Mehrkosten Energiestandard EG55 | + 56.000 € |
| KG 400 | Mehrkosten Energiestandard EG55 | + 45.000 € |
| KG 700 | Mehrkosten Baunebenkosten EG55 | + 30.000 € |
| Gesamtsumme Energiestandard EG55 | | 14.455.000 € |
| KG 300 | Mehrkosten Energiestandard EG40 | + 426.000 € |
| KG 400 | Mehrkosten Energiestandard EG40 | + 33.000 € |
| KG 700 | Mehrkosten Baunebenkosten EG40 | + 138.000 € |
| Gesamtsumme Energiestandard EG40 | | 15.052.000 € |



KOSTEN

Voraussichtliche Fördermittelerwartung
nach Art. 10 BayFAG

Zuweisungsfähige Kosten: ca. 7.939.000 €
Fördersatz ca. 45%

Voraussichtliche Zuweisung: 3.573.000 €
Eigenmittel: ca. 10.927.000 €

mit Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
Förderquote von bis zu 60% möglich

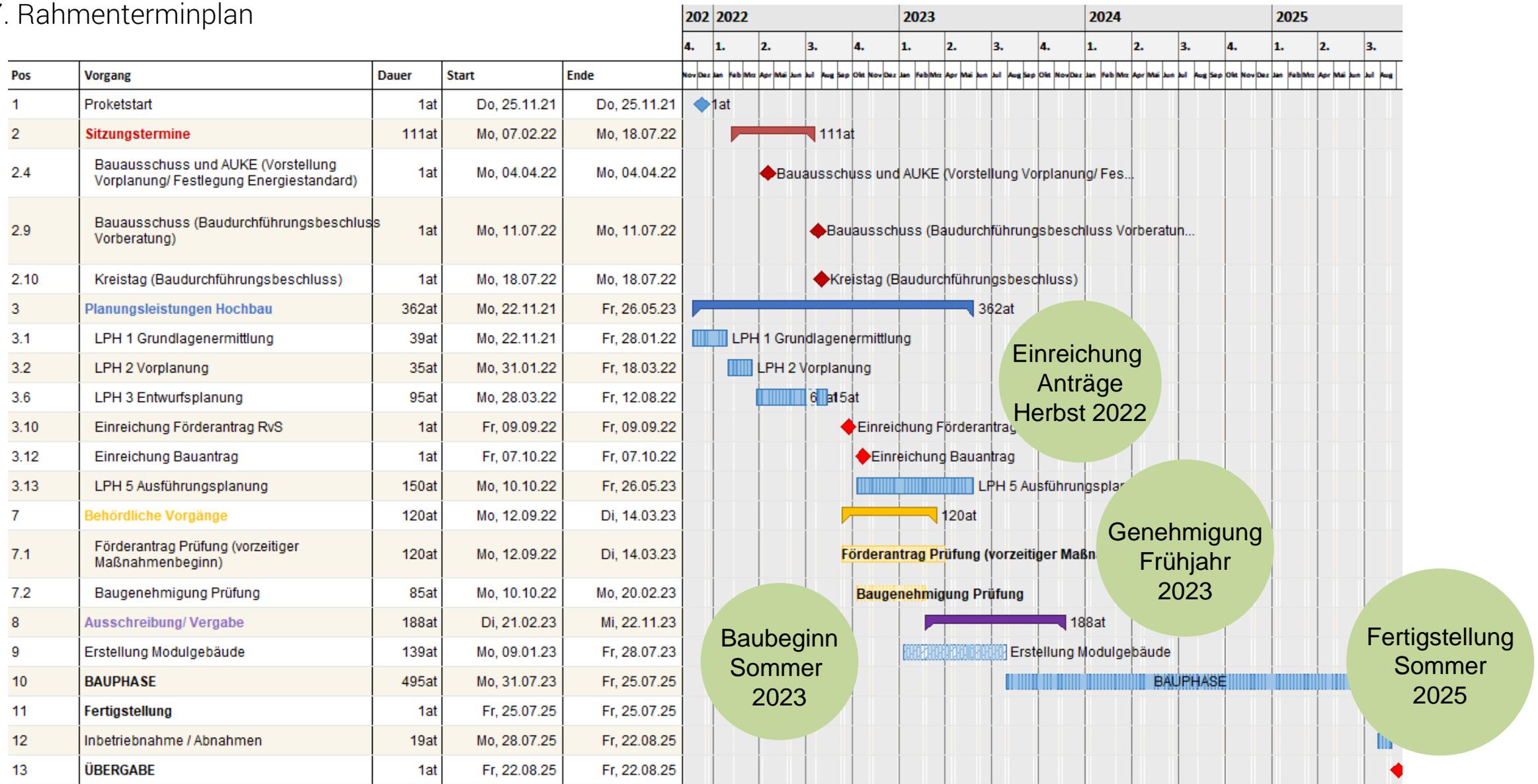
Empfehlung
EG55 mit
großer PV-Anlage
Gesamtkosten
14.500.000 €



ENDRES TIEFENBACHER

7. TERMINE

7. Rahmenterminplan



VIELEN DANK FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT!

Endres + Tiefenbacher Architekten PartGmbH

Frölichstraße 13 | 86150 Augsburg | Fon (0821) 26997-0 | Fax (0821) 26997-25 | info@endres-tiefenbacher.de



ENDRES TIEFENBACHER

Reisch Ingenieure



**GLASMANN
INGENIEURE**



Ingenieurbüro Benesch Maier
Planung | Beratung | Bauleitung | Controlling



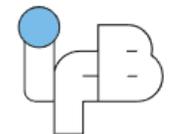
Logo verde

Ralph Kulak

Landschaftsarchitekten GmbH

WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



Prof. Dr.-Ing. Martin Bauer

