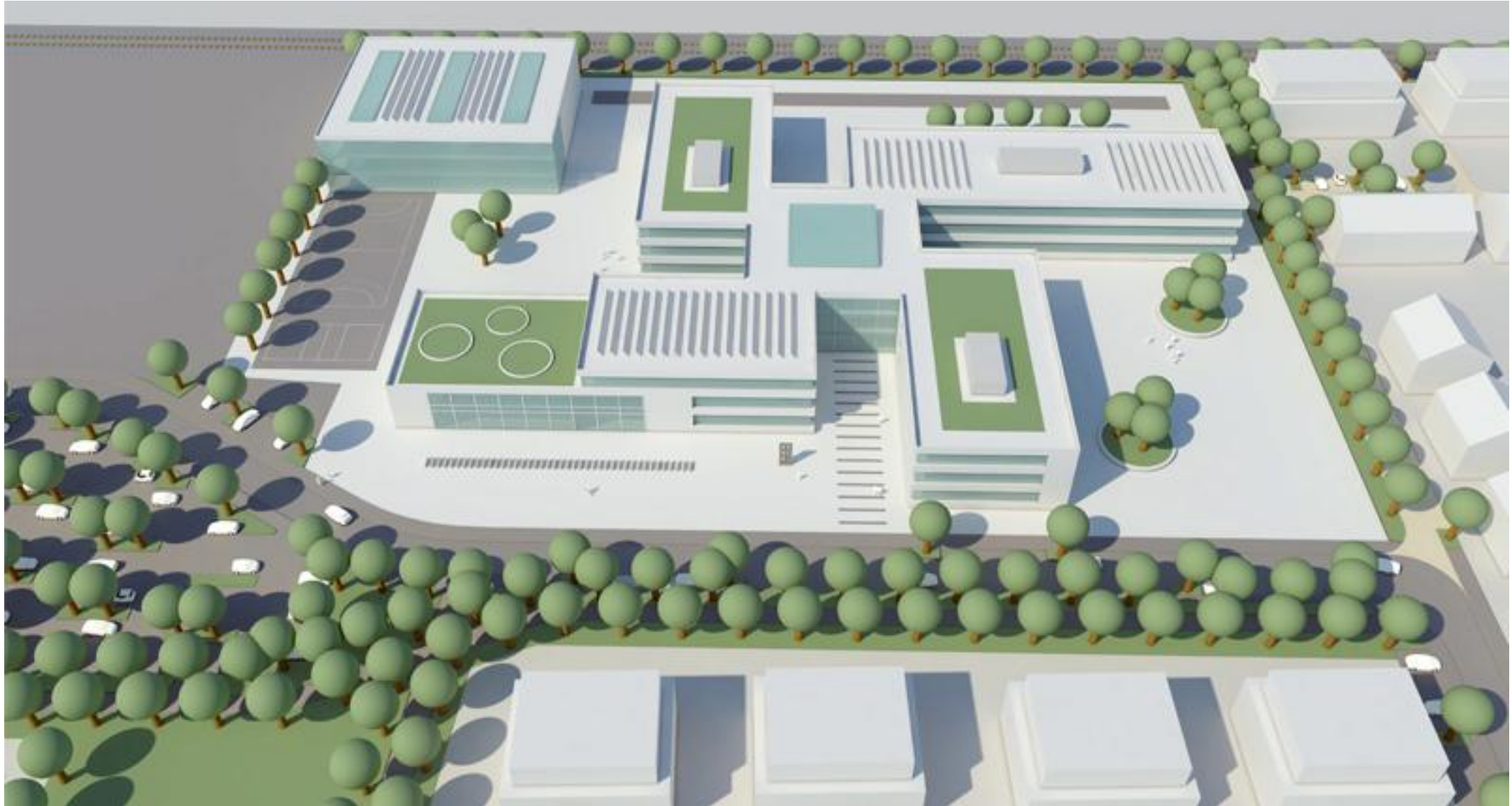
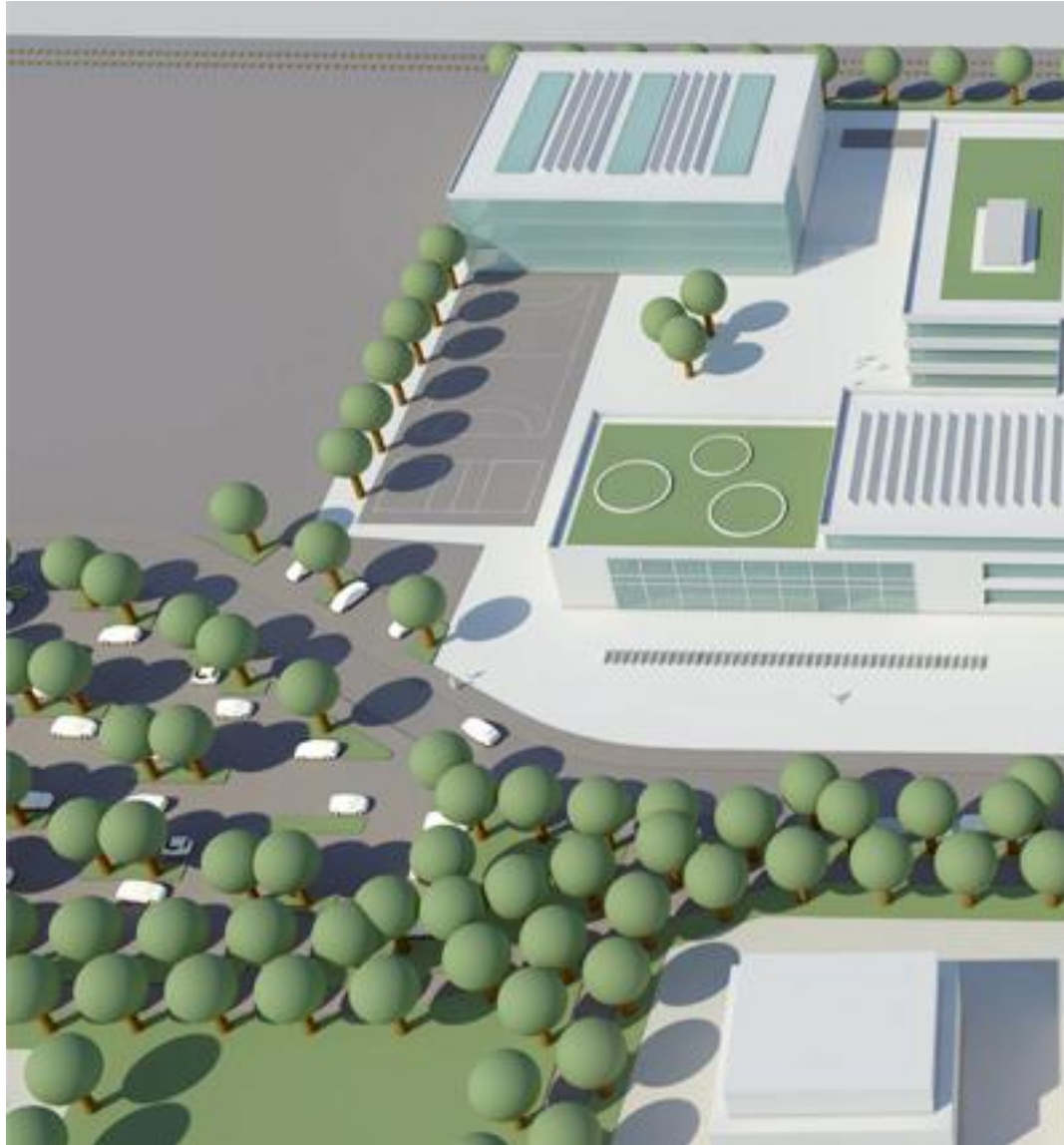


Stadt Bornheim
Heinrich-Böll-Gesamtschule Bornheim
Präsentation Variantenbetrachtung



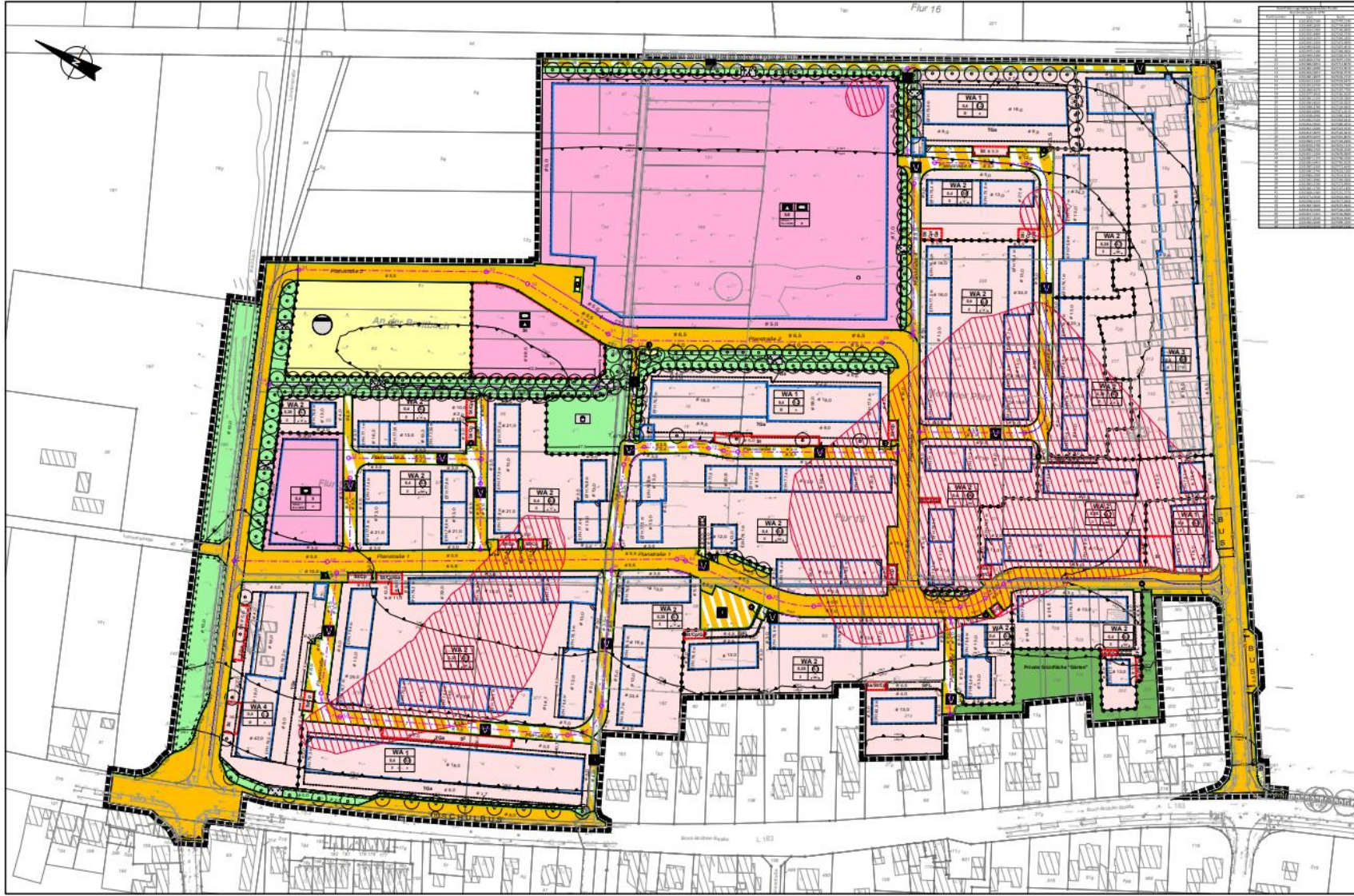
Inhalt



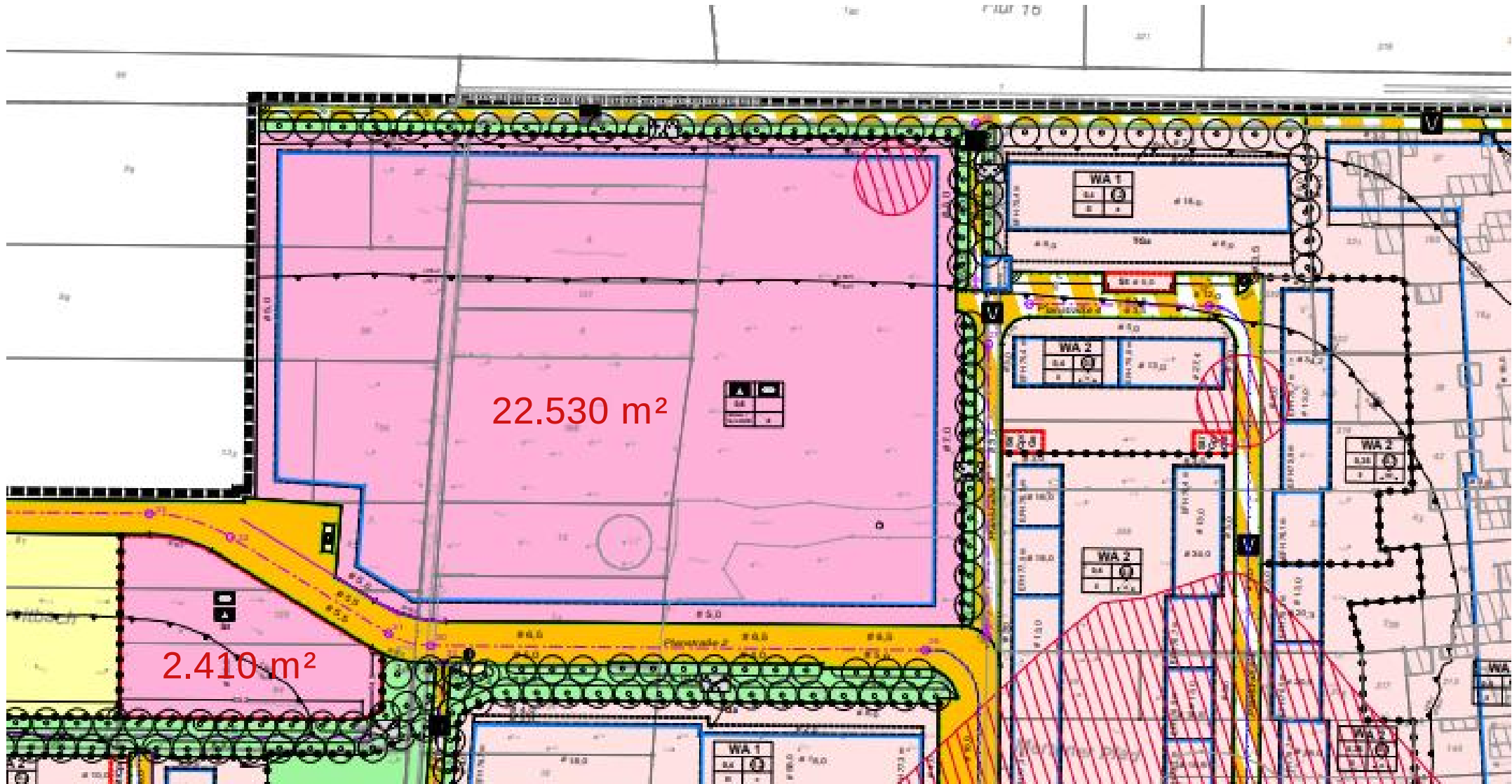
1. Baugrundstück
2. Rahmenbedingungen / Projektziele
3. Vorplanungsvarianten Architektur
4. Bauphysikalisches Anforderungsniveau
5. Energetisches Wärmeversorgungskonzept
6. Vorüberlegungen Tragwerk
7. Prozessbegleitung Nachhaltigkeit
8. Kostenrahmenschätzung zur Variantenuntersuchung
9. Terminplanung

1. Baugrundstück

Stand 22.12.2021



Stand 22.12.2021



2. Rahmenbedingungen / Projektziele

Prüfauftrag Haupt- und Finanzausschuss (Stand 28.10.2021)

- Die Neubauten der Heinrich-Böll-Gesamtschule und der Dreifach-Sporthalle sind in den wesentlichen Bestandteilen in Holzbauweise auszuführen.
- Beide Gebäude sollen die Anforderungen an die Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG) 70 NH* erfüllen (mindestens 70 % der Energie sollen aus erneuerbaren Energiequellen stammen, NH = Nachhaltige Gebäude)
- Die Baustoffe sollten möglichst aus natürlichen oder recycelten Materialien bestehen und schadstoffarm sein.
- Auf den Gebäuden sind Anlagen zur Nutzung der Solarenergie und eine Dachbegrünung vorzusehen
- Eine gemanagte ausreichende Lüftung mit Wärmerückgewinnung, Reinigung (Viren) und Ausfiltern von Allergenen ist einzubauen.
- Das Außengelände soll möglichst naturnah gestaltet werden, u.a. mit Wasserflächen.
- Das Niederschlagswasser soll auf dem Schulgelände versickern können.
- Ausreichende sichere Fahrrad-Unterstellmöglichkeiten sind vorzusehen.

* hierzu Erläuterung gem. Folie 10 – Energetisches Anforderungsniveau - erforderlich

Weitere Rahmenbedingungen....

- CO₂-optimiertes Gebäude
 - Kein Anschluss an das öffentliche Gasnetz (aufgrund örtl. Gegebenheiten)
 - Grundstücksgröße ca. 25.000 m² (22.530 m² + 2.410 m²)
 - Verabschiedete Bedarfsplanung
 - „Klimaschule“
- ➡ Nachhaltiges / ressourcenschonendes Gebäude

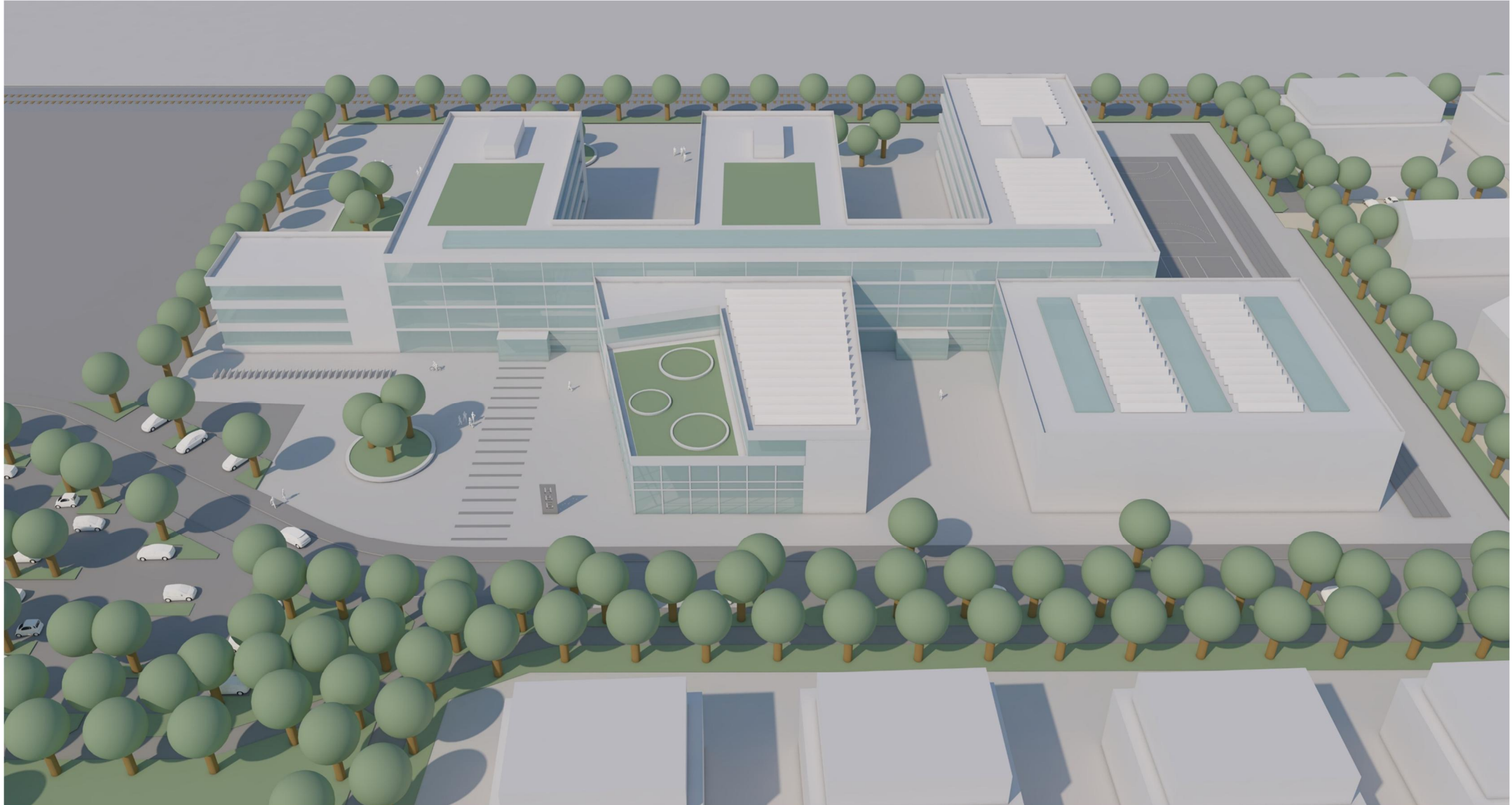
3. Vorplanungsvarianten Architektur

- Variante 1
- Variante 2
- Variante 3
- Flächenvergleich
- Pro und Contra
- Empfehlung

3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 1, Gebäudemodell

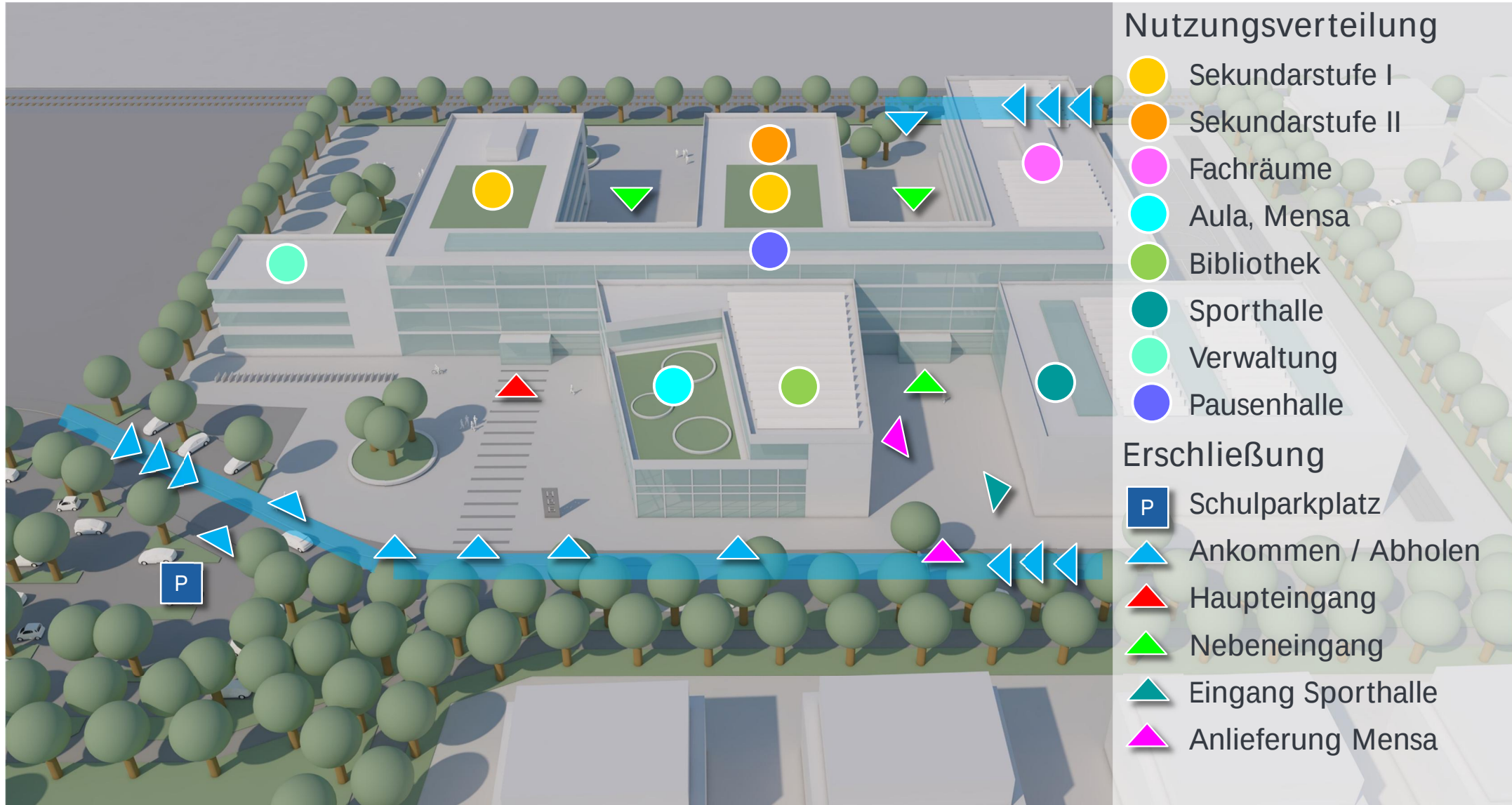
Ansicht Südwest



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 1, Gebäudemodell

Nutzungsverteilung / Erschließung



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 1, Grundriss

Erdgeschoss



Funktionen

- Unterricht

SEK I

SEK II
- Fachräume

Technik/Informatik

Hauswirtschaft

Musik/Kunst/Gestalten

Chemie/Biologie/Physik

NW
- Verwaltung/Allgemein

Schulleitung

Forum/Mensa

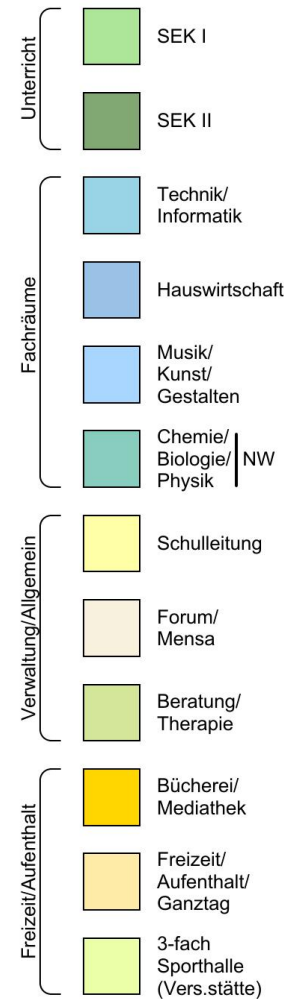
Beratung/Therapie
- Freizeit/Aufenthalt

Bücherei/Mediathek

Freizeit/Aufenthalt/Ganztag

3-fach Sporthalle (Vers.stätte)

1. Obergeschoss



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 1, Grundriss

2. Obergeschoss



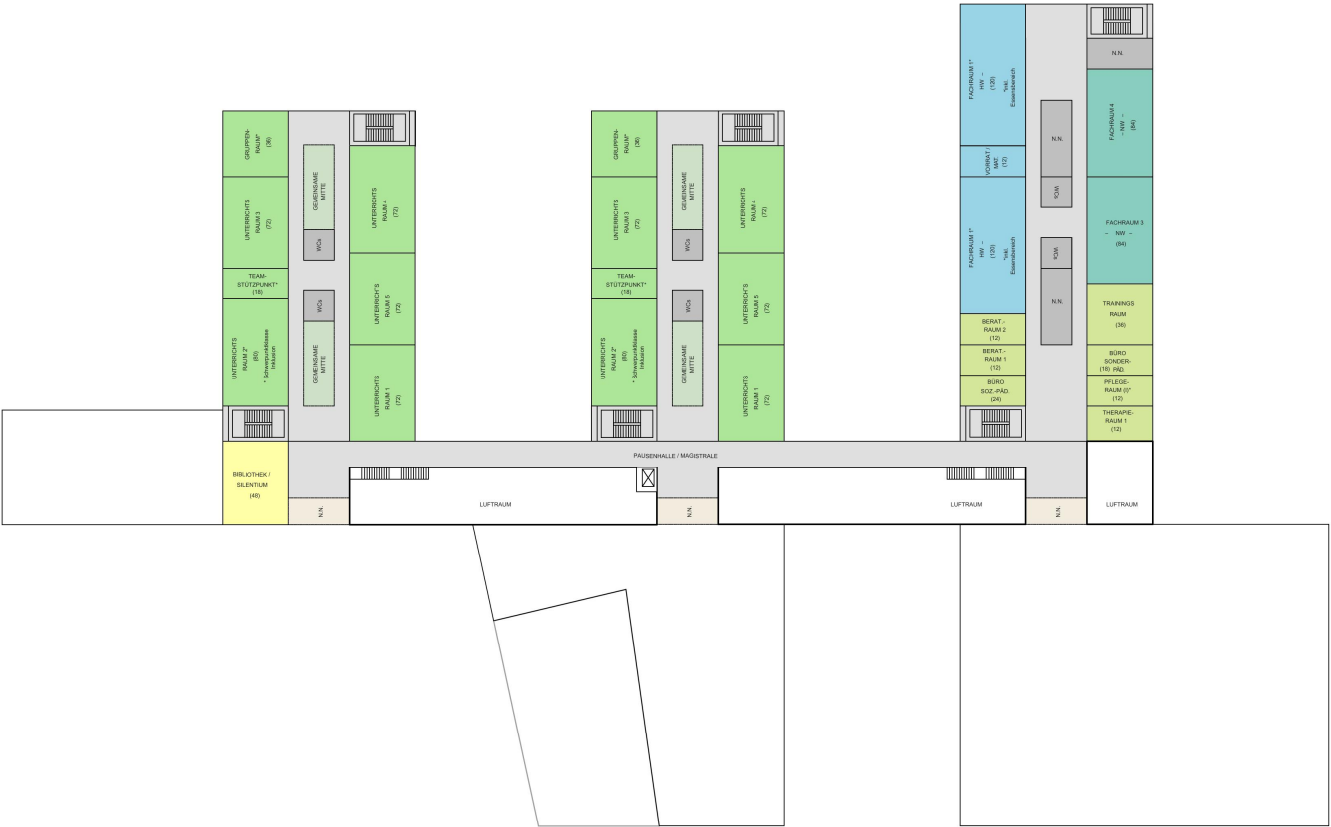
Funktionen

- Unterricht
 - SEK I
 - SEK II
- Fachräume
 - Technik/ Informatik
 - Hauswirtschaft
 - Musik/ Kunst/ Gestalten
 - Chemie/ Biologie/ Physik
- Verwaltung/Allgemein
 - Schulleitung
 - Forum/ Mensa
 - Beratung/ Therapie
- Freizeit/Aufenthalt
 - Bücherei/ Mediathek
 - Freizeit/ Aufenthalt/ Ganztage
 - 3-fach Sporthalle (Vers.stätte)

3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 1, Grundriss

3. Obergeschoss



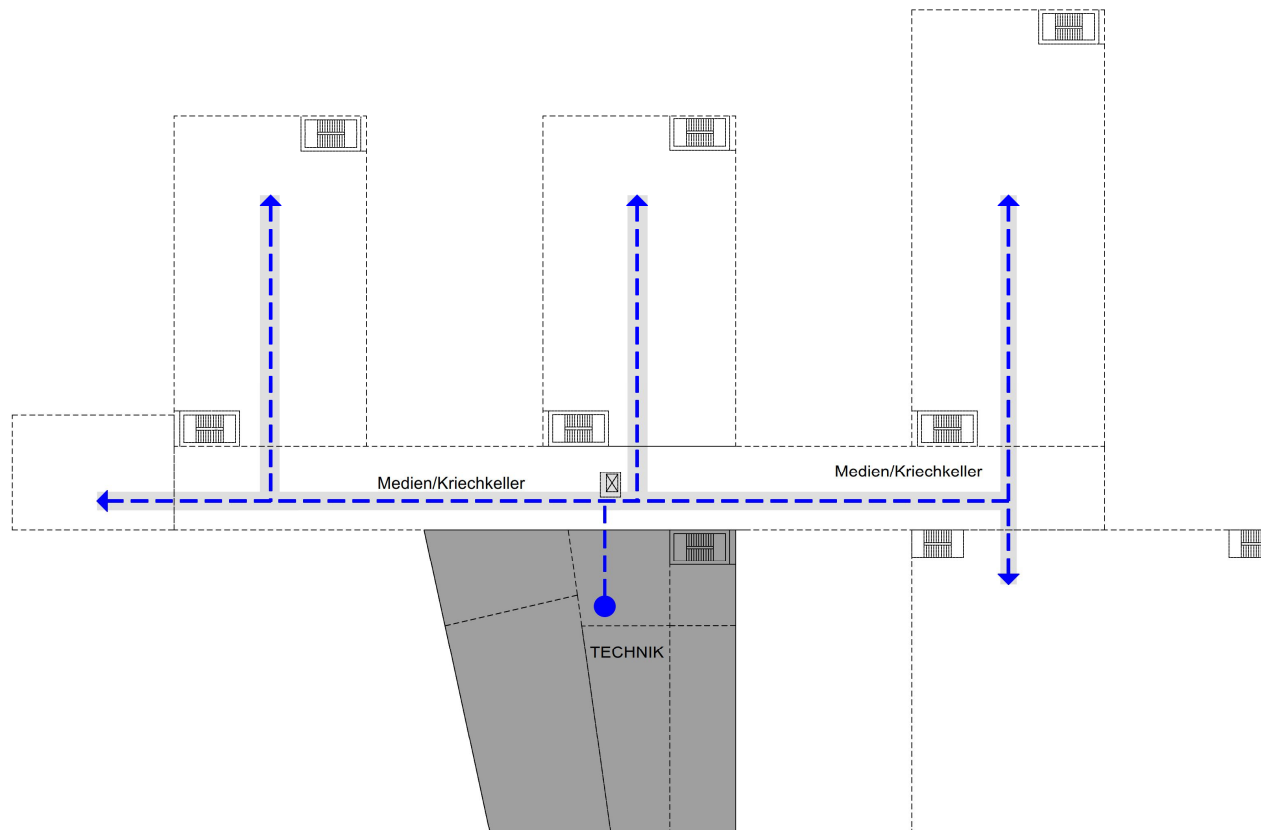
Funktionen

- Unterricht
 - SEK I
 - SEK II
- Fachräume
 - Technik/ Informatik
 - Hauswirtschaft
 - Musik/ Kunst/ Gestalten
 - Chemie/ Biologie/ Physik
- Verwaltung/Allgemein
 - Schulleitung
 - Forum/ Mensa
 - Beratung/ Therapie
- Freizeit/Aufenthalt
 - Bücherei/ Mediathek
 - Freizeit/ Aufenthalt/ Ganztags
 - 3-fach Sporthalle (Vers.stätte)

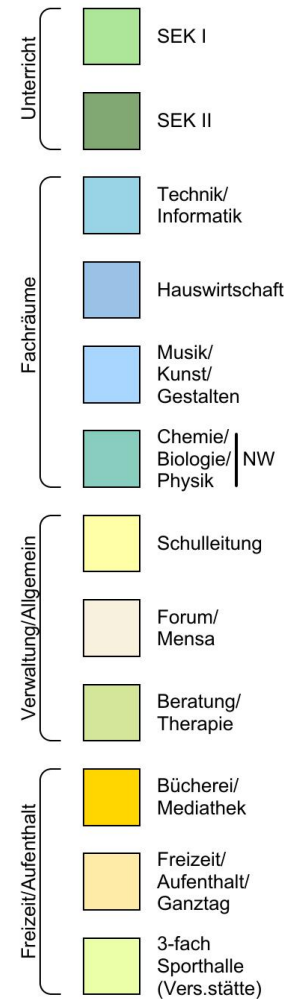
3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 1, Grundriss

Untergeschoss



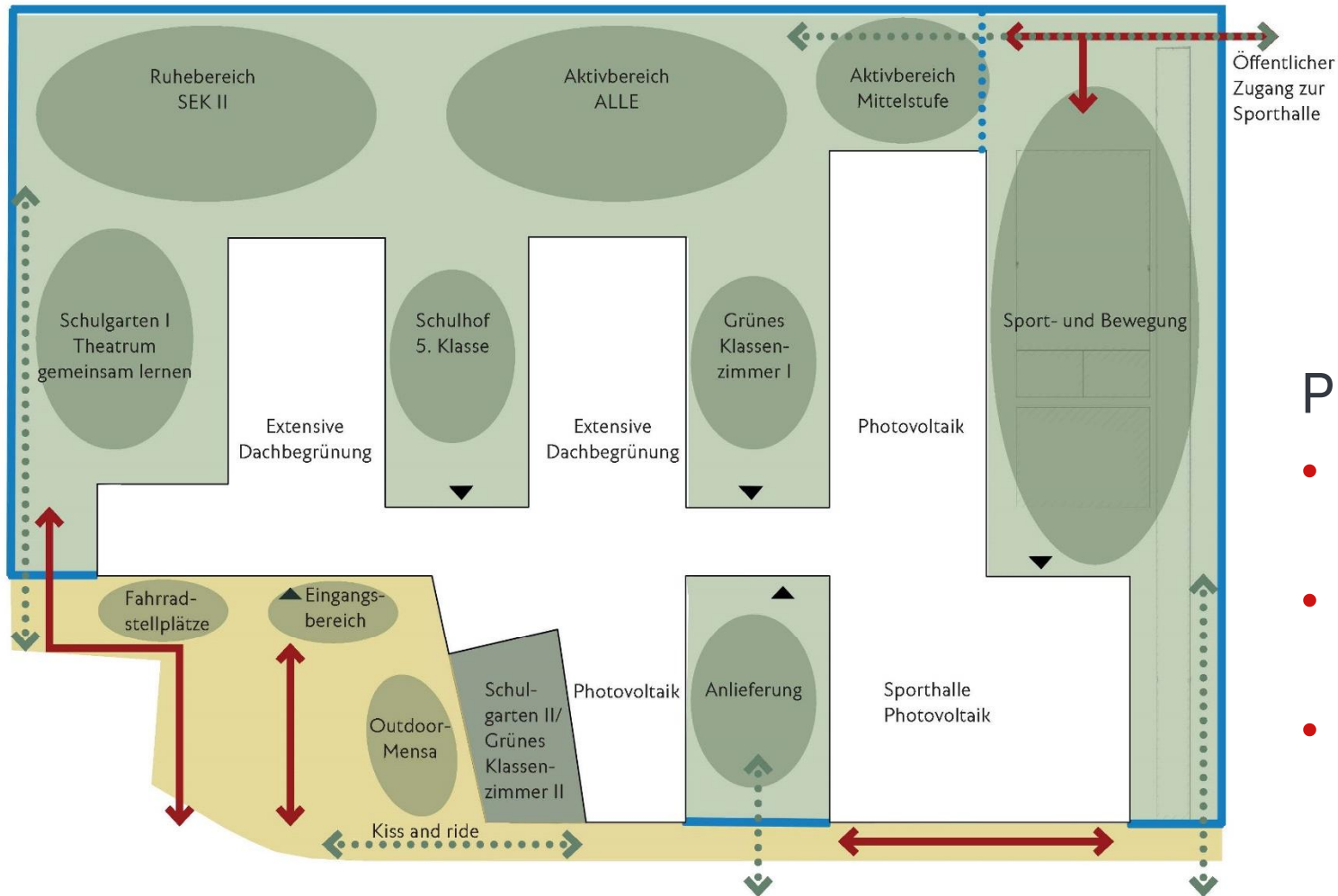
Funktionen



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 1, Lageplan

Nutzungs- und Funktionsbereiche Außenanlagen



PRO

- Großzügiger Eingangsbereich
- klar strukturierte Raumaufteilung
- Mensa Betrieb/Café am Wochenende für die Öffentlichkeit möglich

WWW.GREENBOX.LA

3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 1, Gebäudemodell

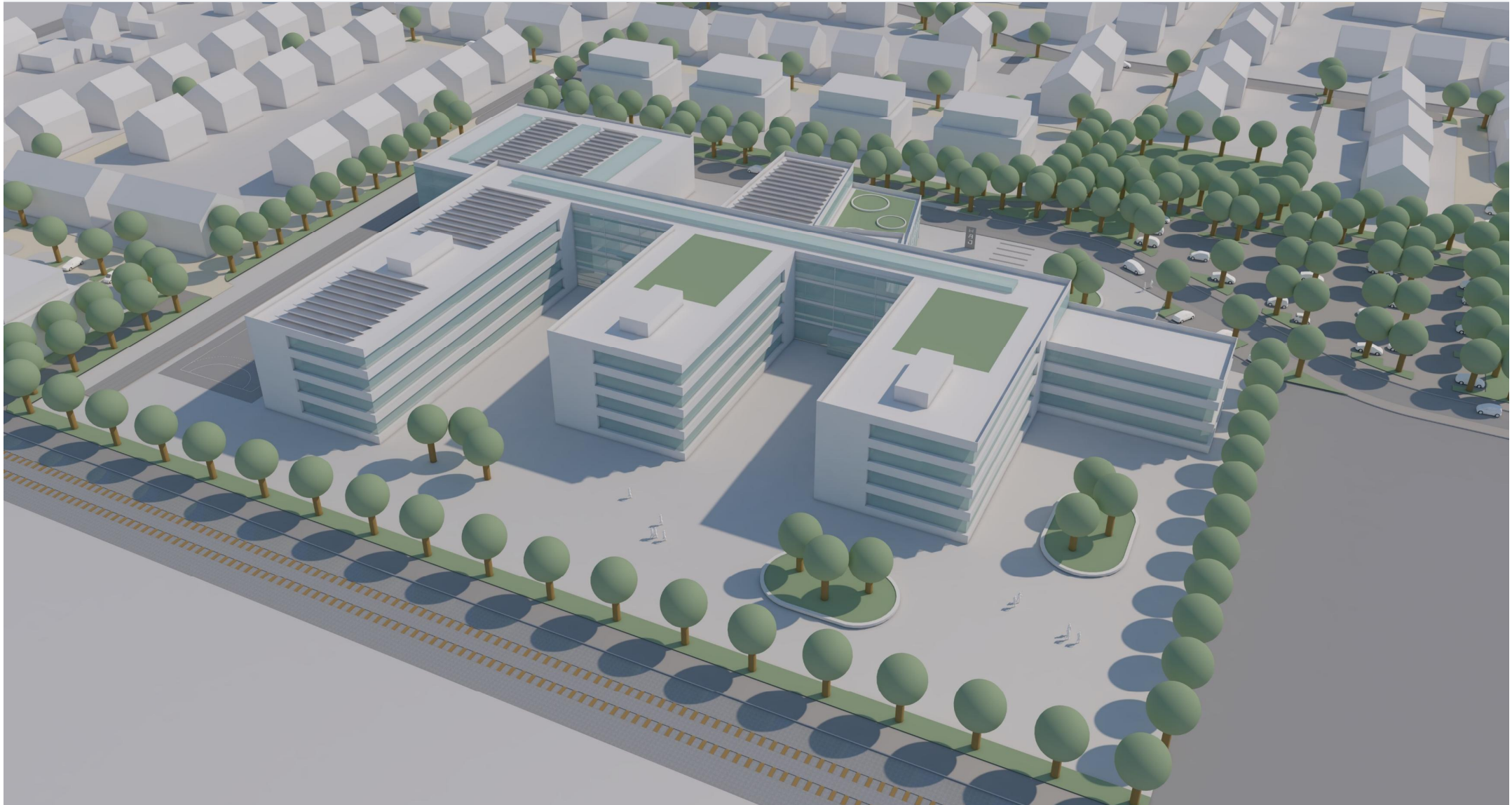
Ansicht Eingang



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 1, Gebäudemodell

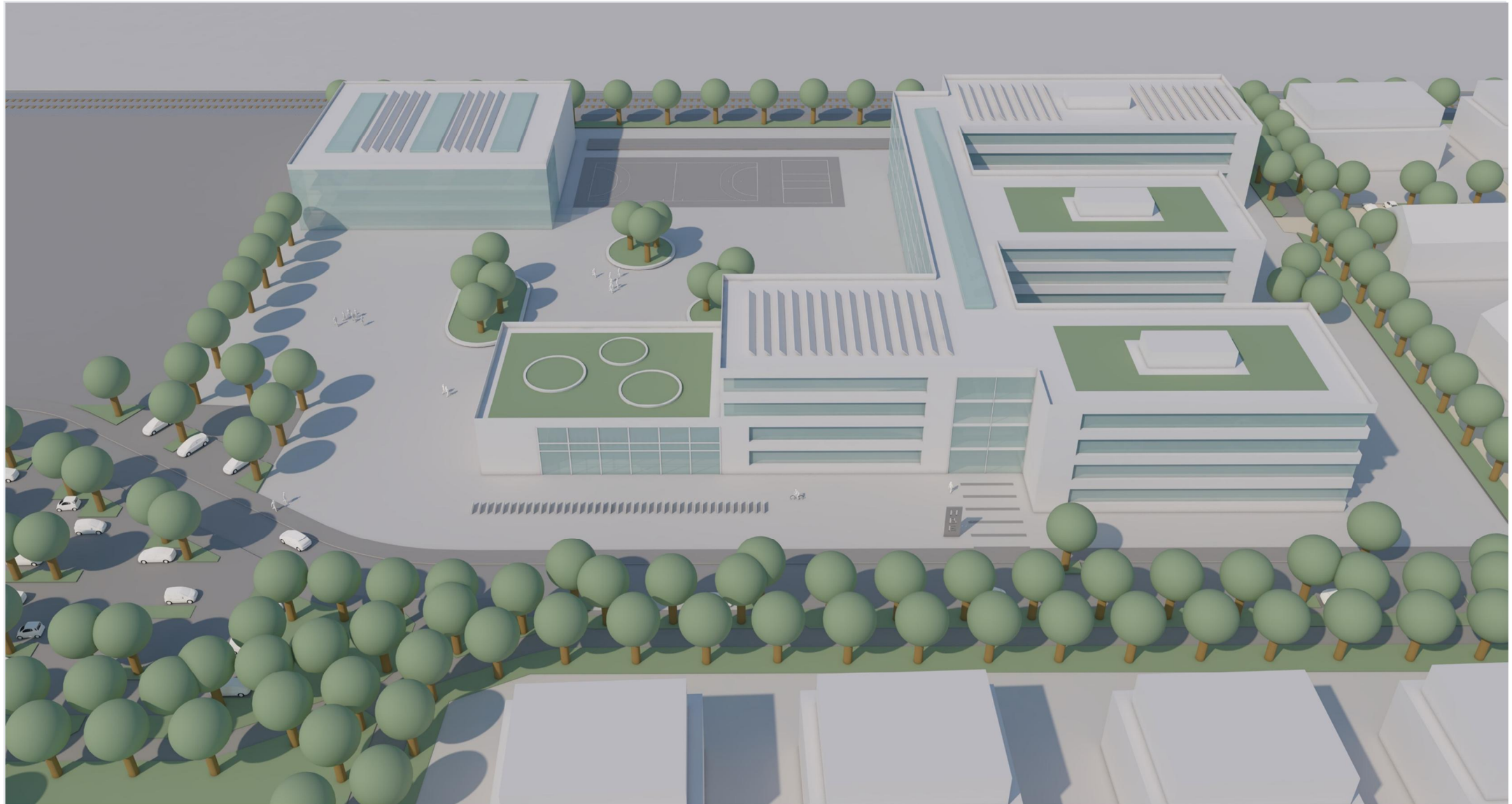
Ansicht Nordwest



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 2, Gebäudemodell

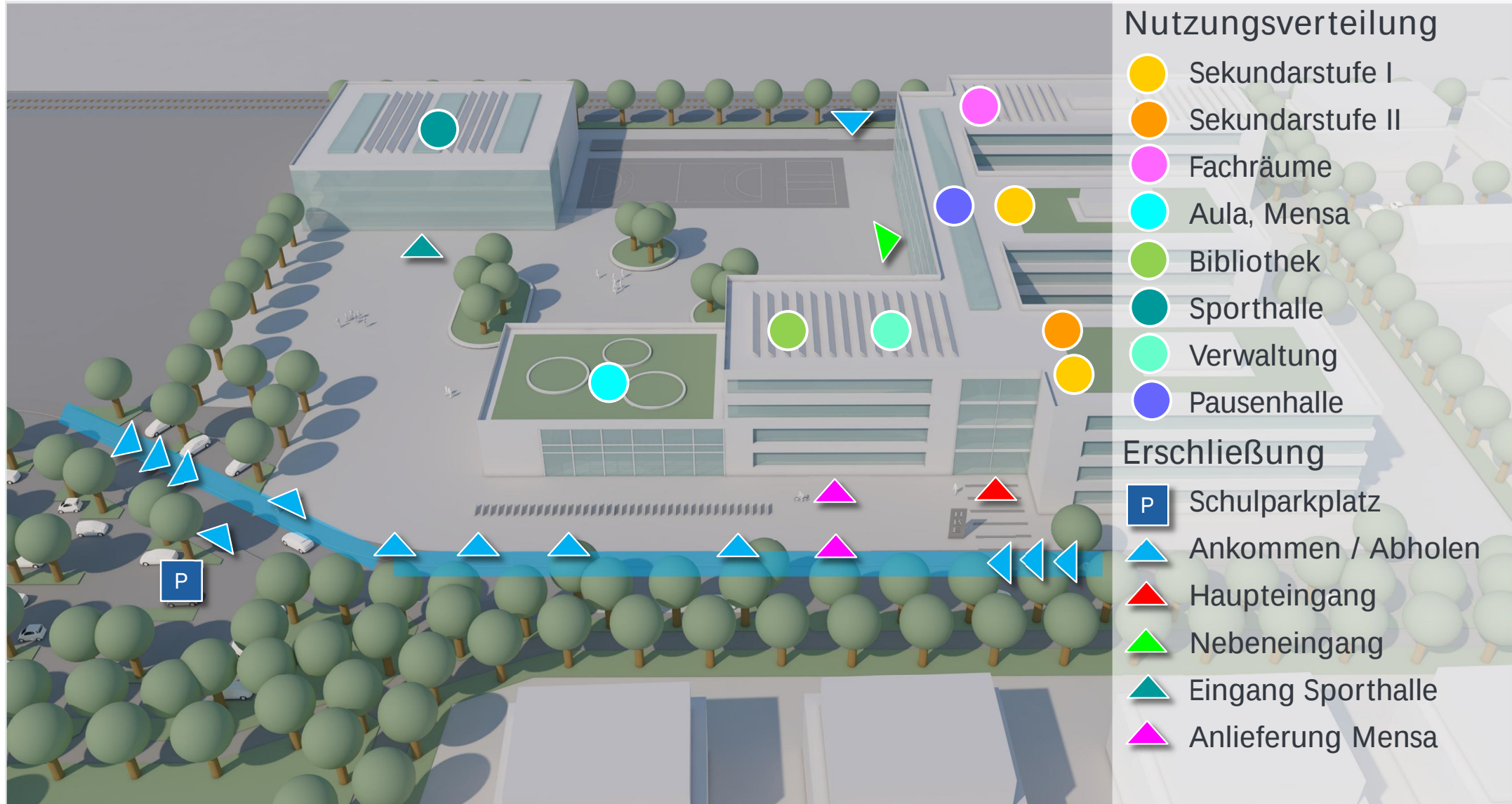
Ansicht Südwest



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 2, Gebäudemodell

Nutzungsverteilung / Erschließung



3. Vorplanungsvarianten Architektur
Variante 2, Grundriss
Erdgeschoss



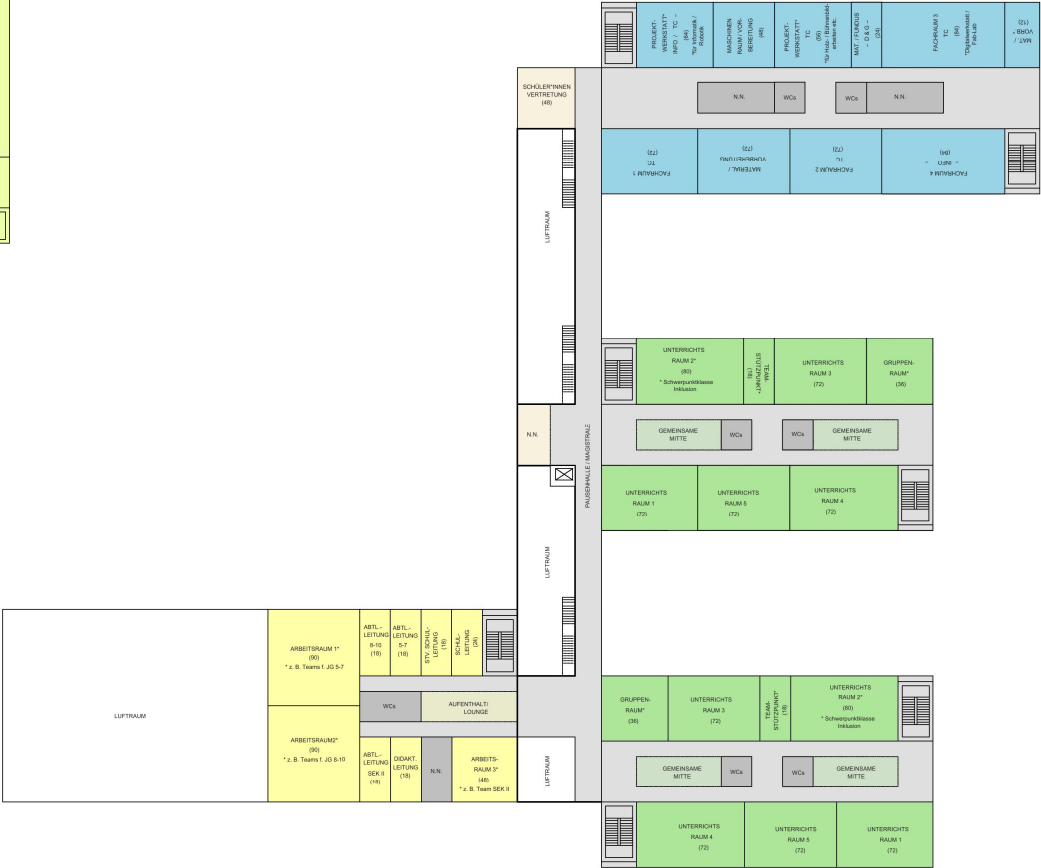
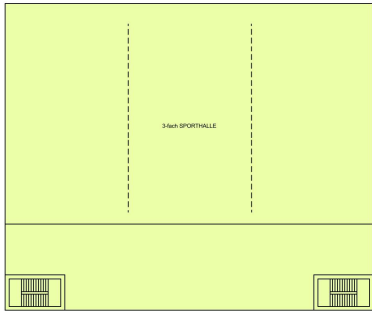
Funktionen

- Unterricht
 - SEK I
 - SEK II
- Fachräume
 - Technik/ Informatik
 - Hauswirtschaft
 - Musik/ Kunst/ Gestalten
 - Chemie/ Biologie/ Physik | NW
- Verwaltung/Allgemein
 - Schulleitung
 - Forum/ Mensa
 - Beratung/ Therapie
- Freizeit/Aufenthalt
 - Bücherei/ Mediathek
 - Freizeit/ Aufenthalt/ Ganztag
 - 3-fach Sporthalle (Vers.stätte)

3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 2, Grundriss

1. Obergeschoss



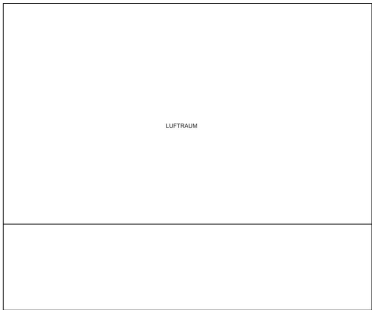
Funktionen

- Unterricht
 - SEK I
 - SEK II
- Fachräume
 - Technik/ Informatik
 - Hauswirtschaft
 - Musik/ Kunst/ Gestalten
 - Chemie/ Biologie/ Physik
- Verwaltung/Allgemein
 - Schulleitung
 - Forum/ Mensa
 - Beratung/ Therapie
- Freizeit/Aufenthalt
 - Bücherei/ Mediathek
 - Freizeit/ Aufenthalt/ Ganztag
 - 3-fach Sporthalle (Vers.stätte)

3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 2, Grundriss

2. Obergeschoss



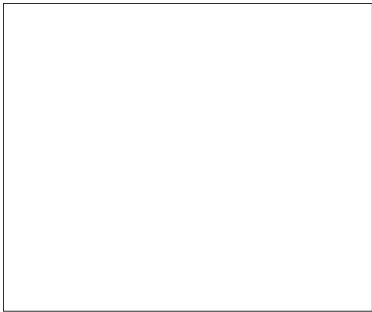
Funktionen

- Unterricht
 - SEK I
 - SEK II
- Fachräume
 - Technik/Informatik
 - Hauswirtschaft
 - Musik/Kunst/Gestalten
 - Chemie/Biologie/Physik
- Verwaltung/Allgemein
 - Schulleitung
 - Forum/Mensa
 - Beratung/Therapie
- Freizeit/Aufenthalt
 - Bücherei/Mediathek
 - Freizeit/Aufenthalt/Ganztag
 - 3-fach Sporthalle (Vers.stätte)

3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 2, Grundriss

3. Obergeschoss



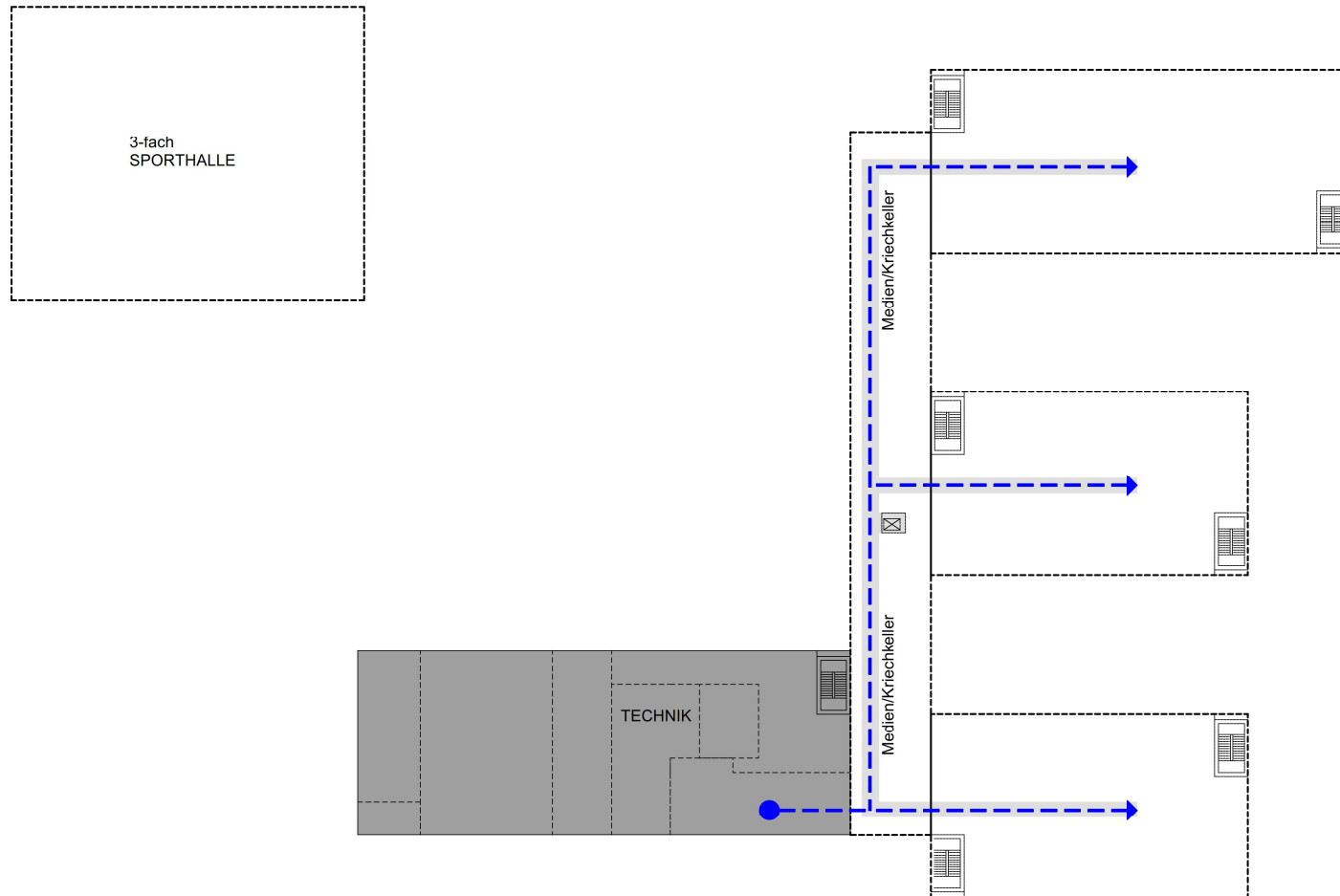
Funktionen

- Unterricht
 - SEK I
 - SEK II
- Fachräume
 - Technik/Informatik
 - Hauswirtschaft
 - Musik/Kunst/Gestalten
 - Chemie/Biologie/Physik
- Verwaltung/Allgemein
 - Schulleitung
 - Forum/Mensa
 - Beratung/Therapie
- Freizeit/Aufenthalt
 - Bücherei/Mediathek
 - Freizeit/Aufenthalt/Ganztag
 - 3-fach Sporthalle (Vers.stätte)

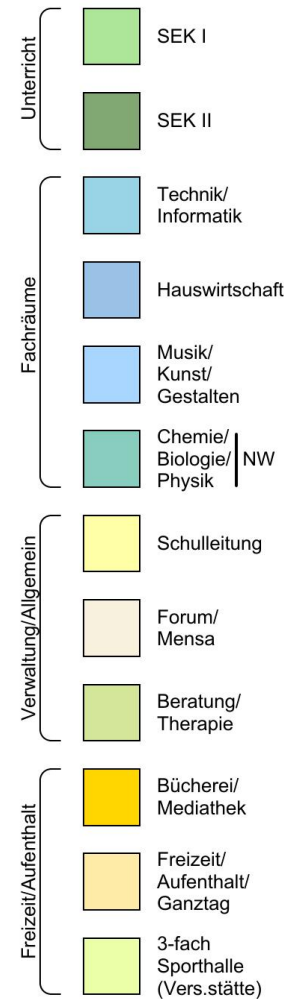
3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 2, Grundriss

Untergeschoss



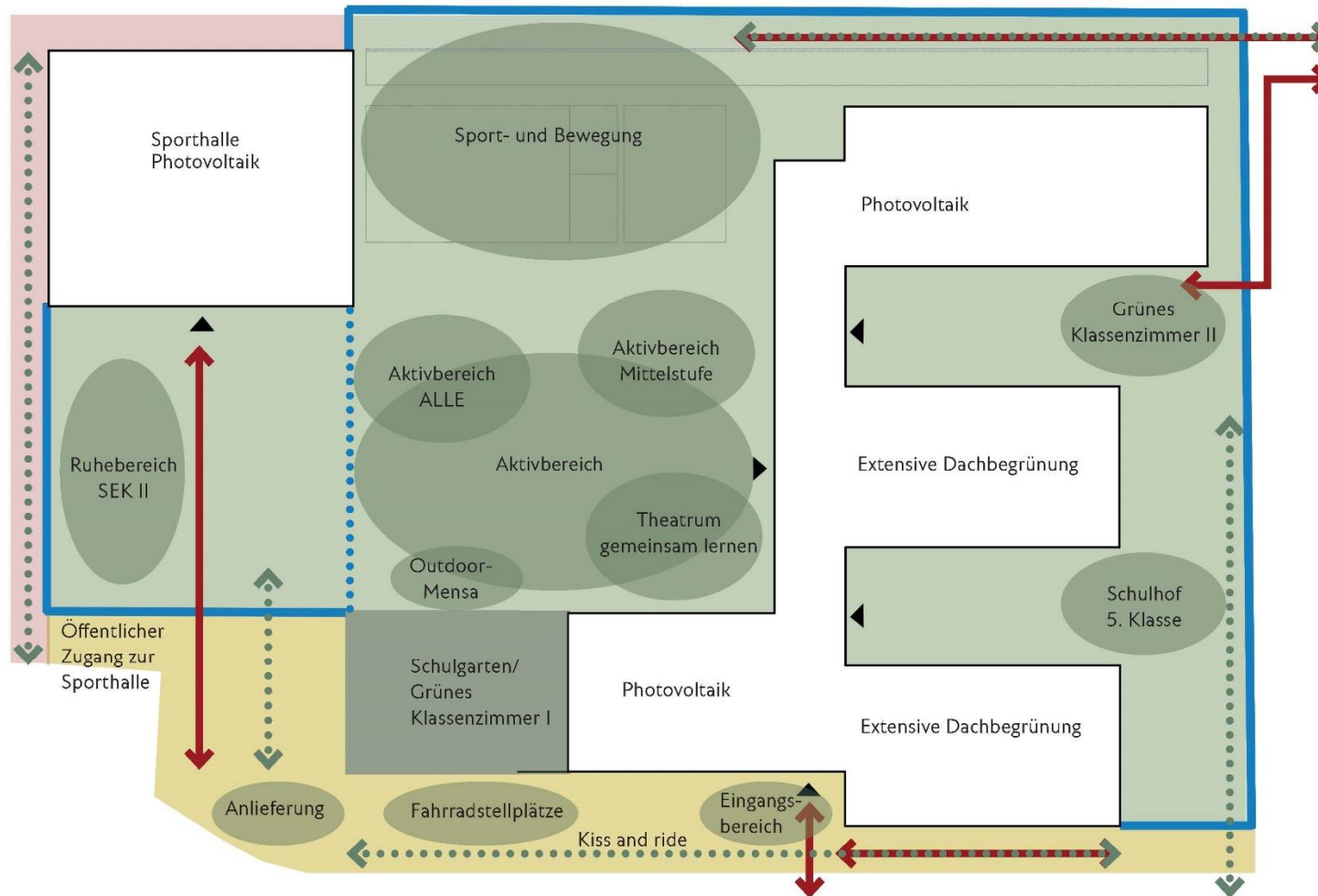
Funktionen



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 2, Lageplan

Nutzungs- und Funktionsbereiche Außenanlagen



PRO

- Großzügiger Schulhof

CONTRA

- durch die Einfriedung Sporthalle/Schulhof verkleinert sich die Freifläche
- Die Bereich zwischen den Baukörpern sind sehr schmal

WWW.GREENBOX.LA

3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 2, Gebäudemodell

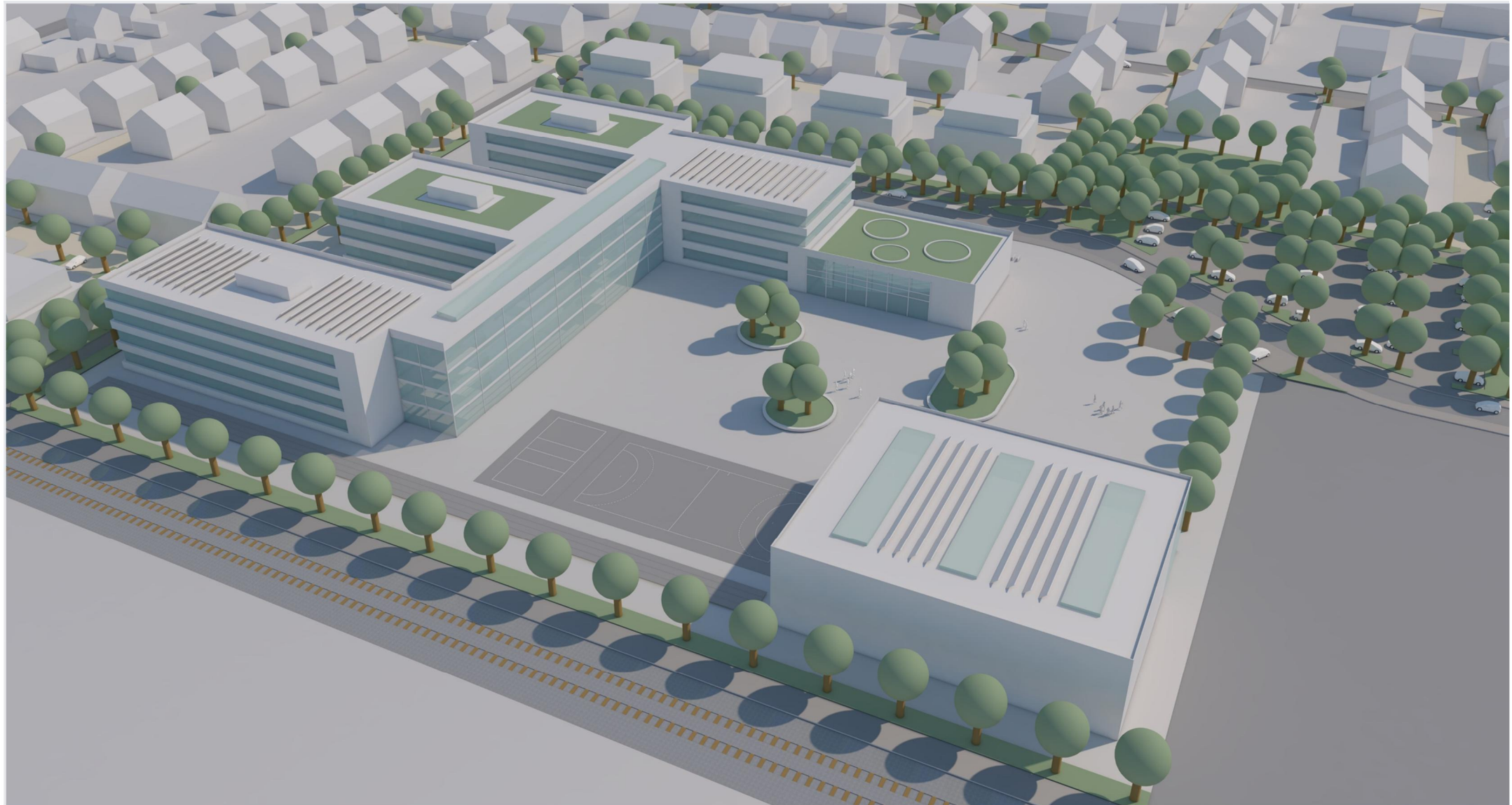
Ansicht Eingang



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 2, Gebäudemodell

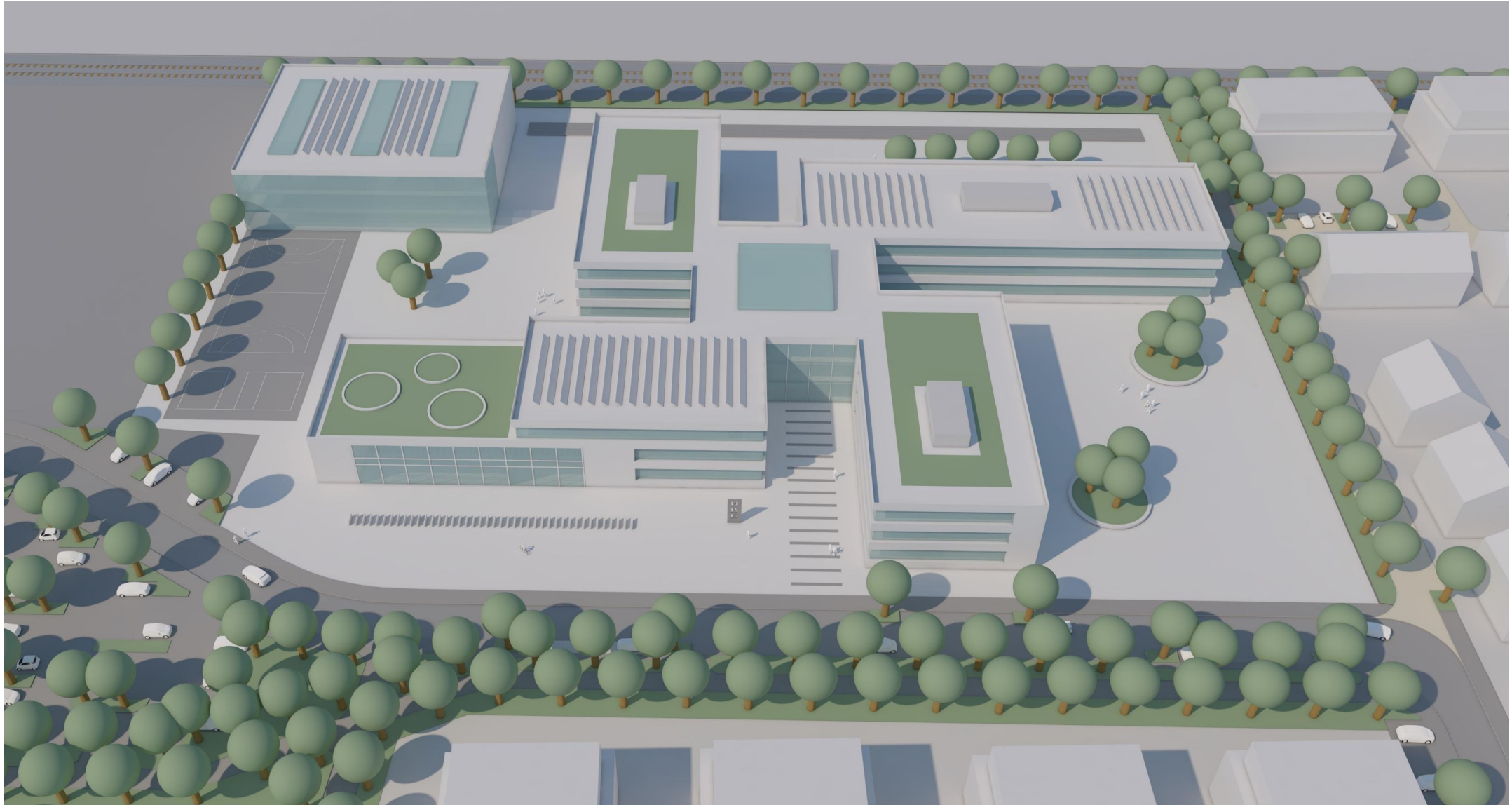
Ansicht Nordwest



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 3 (Windmühle), Gebäudemodell

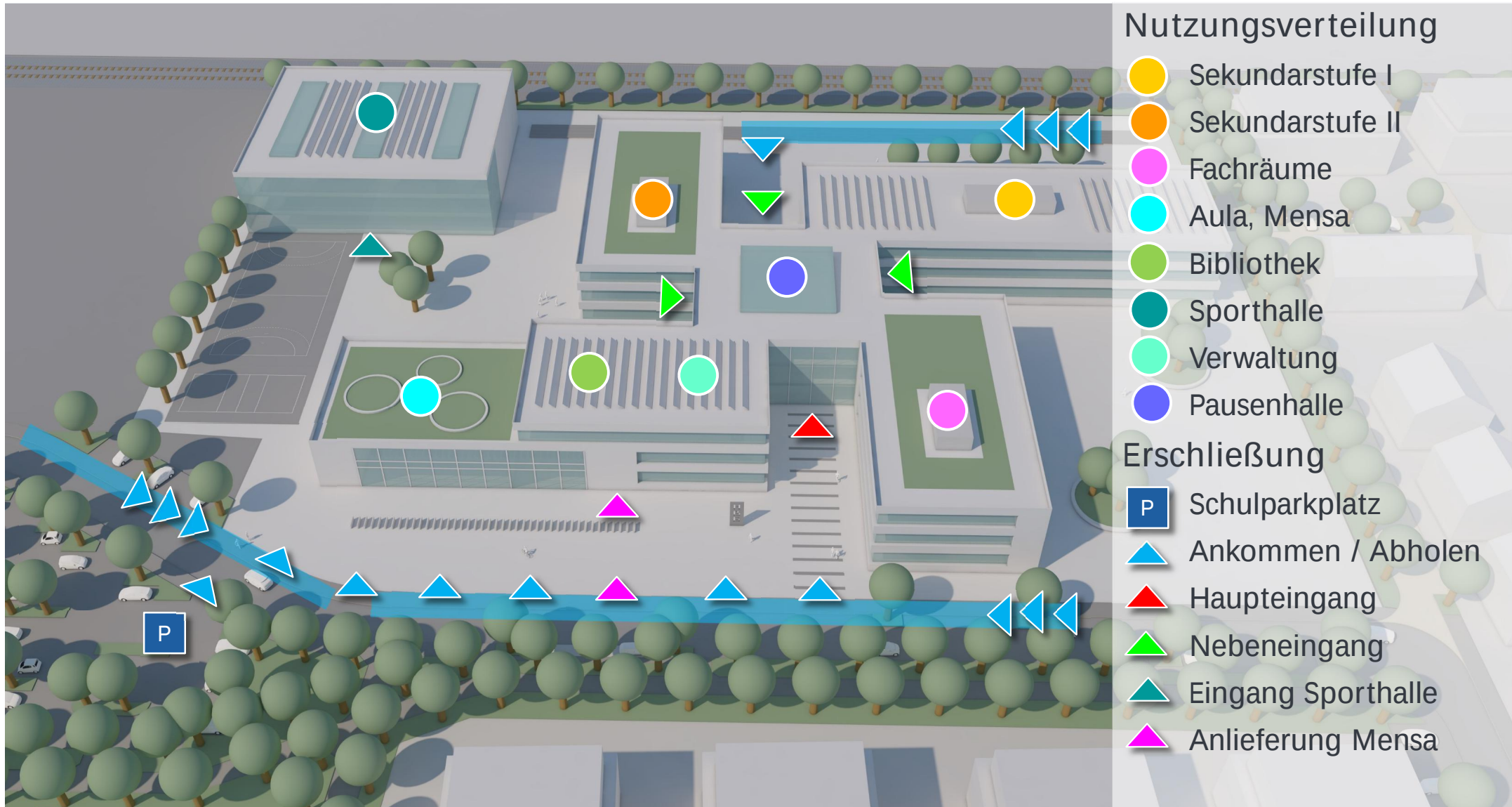
Ansicht Südwest



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 3 (Windmühle), Gebäudemodell

Nutzungsverteilung / Erschließung



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 3 (Windmühle), Grundriss

Erdgeschoss



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 3 (Windmühle), Grundriss

1. Obergeschoss



Funktionen

- Unterricht
 - SEK I
 - SEK II
- Fachräume
 - Technik/Informatik
 - Hauswirtschaft
 - Musik/Kunst/Gestalten
 - Chemie/Biologie/Physik
- Verwaltung/Allgemein
 - Schulleitung
 - Forum/Mensa
 - Beratung/Therapie
- Freizeit/Aufenthalt
 - Bücherei/Mediathek
 - Freizeit/Aufenthalt/Ganztag
 - 3-fach Sporthalle (Vers.stätte)

3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 3 (Windmühle), Grundriss

2. Obergeschoss



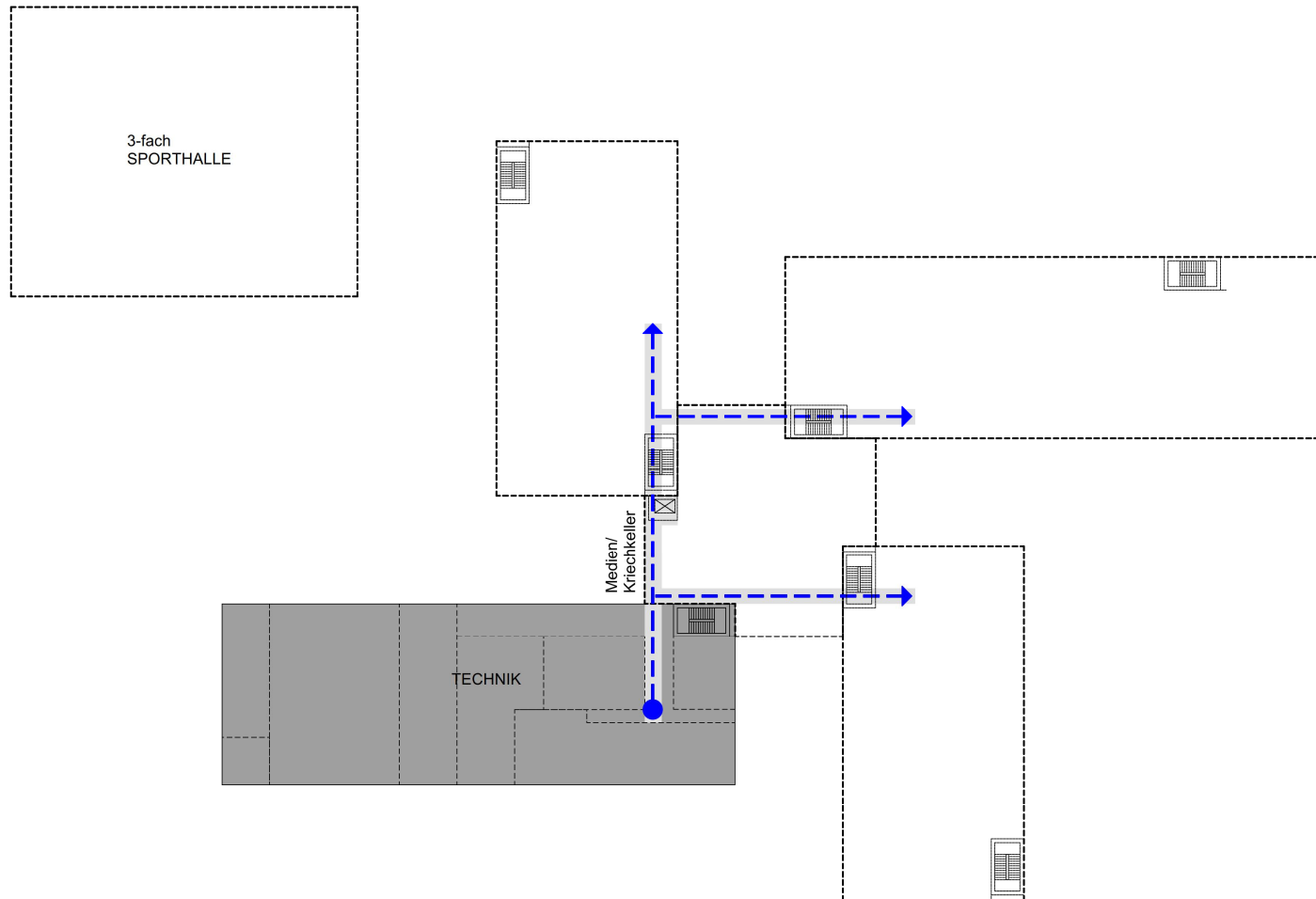
Funktionen

- Unterricht**
 - SEK I
 - SEK II
- Fachräume**
 - Technik/ Informatik
 - Hauswirtschaft
 - Musik/ Kunst/ Gestalten
 - Chemie/ Biologie/ Physik
- Verwaltung/Allgemein**
 - Schulleitung
 - Forum/ Mensa
 - Beratung/ Therapie
- Freizeit/Aufenthalt**
 - Bücherei/ Mediathek
 - Freizeit/ Aufenthalt/ Ganztags
 - 3-fach Sporthalle (Vers.stätte)

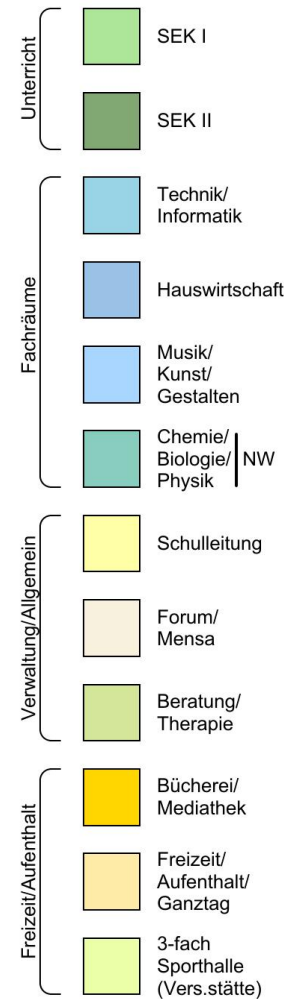
3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 3 (Windmühle), Grundriss

Untergeschoss



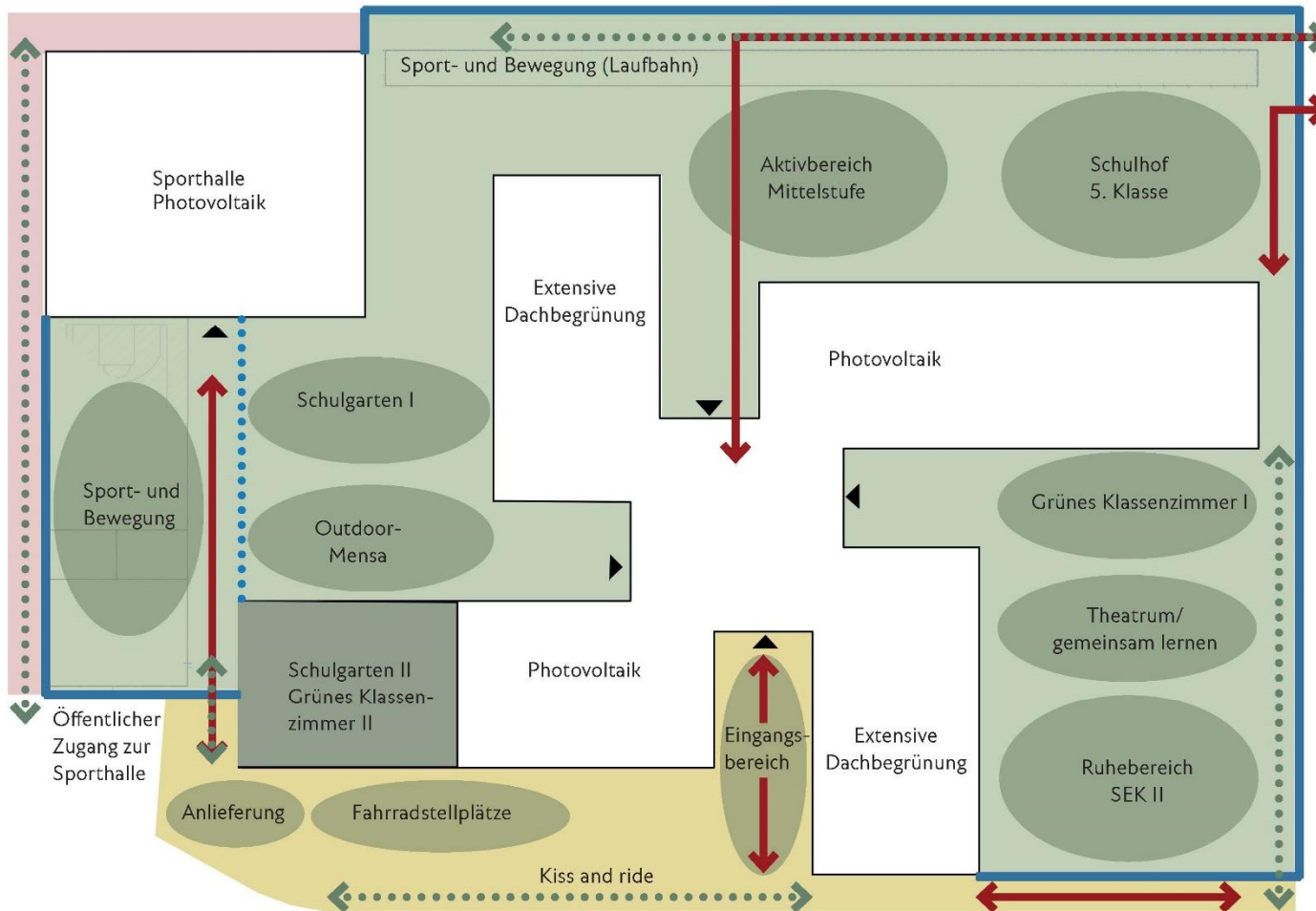
Funktionen



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 3 (Windmühle), Lageplan

Nutzungs- und Funktionsbereiche Außenanlagen



PRO

- Großzügiger Eingangsbereich
- Separate Schulhofbereiche

CONTRA

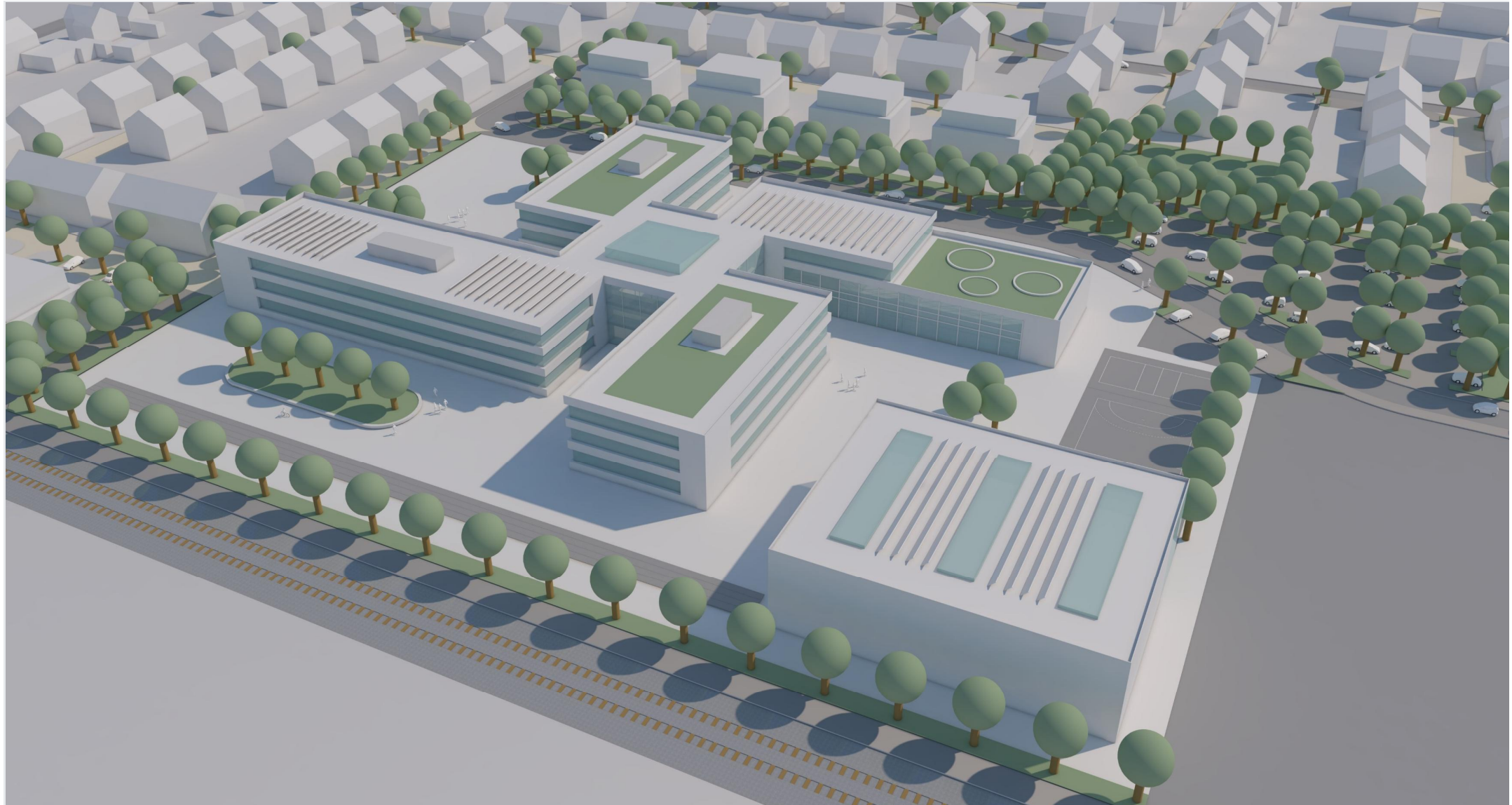
- Sport- und Bewegungsbereich aufgeteilt



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 3 (Windmühle), Gebäudemodell

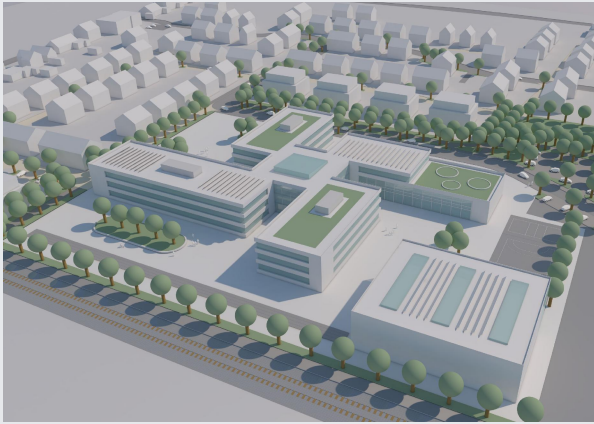
Gebäudemodell, Ansicht Nordwest



3. Vorplanungsvarianten Architektur

Variante 1-3

Flächenvergleich, Entwurfsspezifische Flächenmehrung durch:



Differenzierte Baukörper



Zusatznutzung Pausenhalle

(In Bedarfsplanung „nur“ überdachter Regenunterstand ohne Flächenvorgaben)



Mehrflächen für Lager

(Mensa, Schul- und Reinigungsbedarf, Möblierung etc., differenziertes Küchenkonzept, steht noch aus)



Zusatznutzung „grünes Klassenzimmer“ auf Dachfläche



Mehr- und Pufferflächen für technische Gebäudeausrüstung



Rest- und Reserveflächen

(Variantenabhängig ca. 2-5% der vorgegeb. NUF)

Variante 1-3

Flächenvergleich

Flächenvergleich Programmflächen und Planungsvarianten

Stand: 18.02.2022

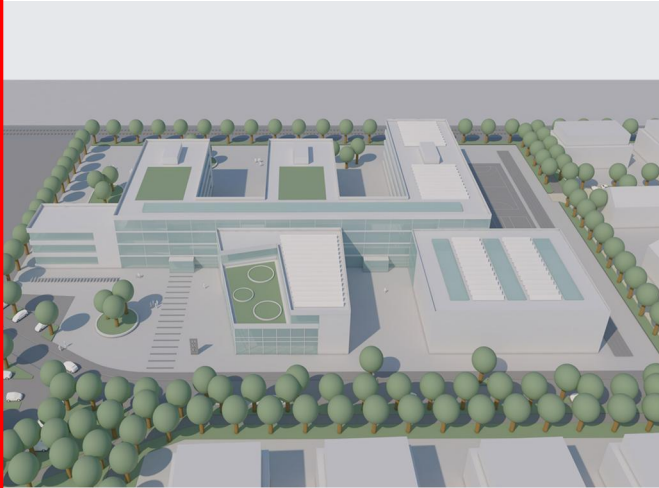
Pos.	Bezeichnung	Programm	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Summe NUF ges.:		8.839,00	11.839,00	11.539,00	11.039,00
	Verkehrsfläche (VF)	2.978,74	3.989,74	3.888,64	3.720,14
	Technikfläche (TF)	441,95	591,95	576,95	551,95
	Summe NF	12.259,69	16.420,69	16.004,59	15.311,09
	Konstruktionsgrundfläche (KGF)	2.024,13	2.711,13	2.642,43	2.527,93
	Summe BGF Schule	14.283,82	19.131,82	18.647,02	17.839,02
	Summe BGF Sporthalle	3.024,00	3.024,00	3.024,00	3.024,00
	Summe BGF gesamt	17.307,82	22.155,82	21.671,02	20.863,02

Variante 1-3

Hüllfläche | Volumen | A/V-Verhältnis

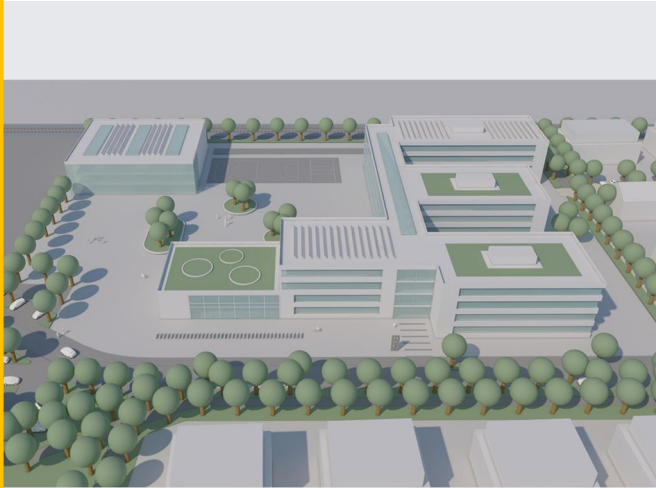
Variante 1:

1. $A = 26.754 \text{ m}^2$
2. $V = 110.438 \text{ m}^3$
3. $A/V = 0,242 \text{ 1/m}$



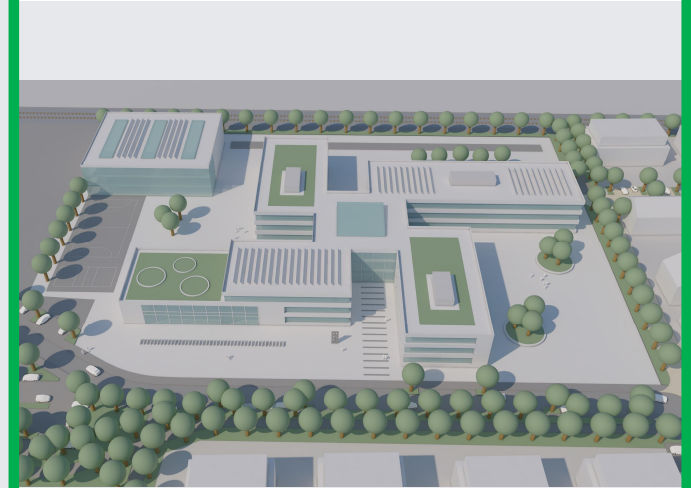
Variante 2:

1. $A = 26.508 \text{ m}^2$
2. $V = 107.557 \text{ m}^3$
3. $A/V = 0,246 \text{ 1/m}$



Variante 3:

1. $A = 25.470 \text{ m}^2$
2. $V = 97.765 \text{ m}^3$
3. $A/V = 0,26 \text{ 1/m}$



Variante 1-3

Pro und Contra

Variante 1:

1. Flächeneffizienz: -
2. Geschossigkeit (2-4): -
3. Kosten: -
4. Erfüllung Nutzeranforderungen: +
5. Anordnung Baukörper: ++
6. Anbindung Sporthalle: ++
7. Qualität Freiflächen: ++
8. Städtebauliche Lage : +

Variante 2:

1. Flächeneffizienz: +
2. Geschossigkeit (2-4): -
3. Kosten: +
4. Erfüllung Nutzeranforderungen : +
5. Anordnung Baukörper: -
6. Anbindung Sporthalle: -
7. Qualität Freiflächen: +
8. Städtebauliche Lage: -

Variante 3:

1. Flächeneffizienz: ++
 2. Geschossigkeit (2-3): ++
 3. Kosten: ++
 4. Erfüllung Nutzeranforderungen : ++
 5. Anordnung Baukörper: ++
 6. Anbindung Sporthalle: -
 7. Qualität Freiflächen: ++
 8. Städtebauliche Lage: ++
- 

4. Bauphysikalisches Anforderungsniveau

Energetisches Anforderungsniveau nach GEG

- Vorgaben der GEG (Baurecht) werden übererfüllt
 - Die Zielsetzung BEG 70 wird nicht angestrebt, da vergleichbar mit gesetzlicher Mindestanforderung (25% besser als Referenzgebäude), da lediglich 30% besser als Referenzgebäude
 - Beim Zusatz NH ist die Nachhaltigkeit mit einem bestimmten Verfahren (ähnlich der BNB-Zertifizierung) nachzuweisen
-
- ➡ Zielsetzung ist ein Effizienzgebäude 40 nach dem BEG, d.h. Gebäudehülle hat Mindestanforderung an den „Dämmwert“ (mittlerer U-Wert) d.h. Primärenergiebedarf ist um 60% besser als das Referenzgebäude
 - ➡ Anteil der erneuerbaren Energien ist dabei nicht vorgegeben
Jedoch wird ein hoher Anteil > 70% angestrebt

Anforderung an den Schallschutz nach DIN 4109

- Die schallschutztechnischen Anforderungen an trennende Bauteile, z.B. Wände und Decken, nach DIN 4109 sind baurechtlich eingeführt
- Die klassische frontale Unterrichtsform werden in der DIN 4109 berücksichtigt
- ➔ Frühe Abstimmungen mit Nutzer in der weiteren Planungsphase bzgl. Unterrichtsarten, z.B. Cluster, erforderlich

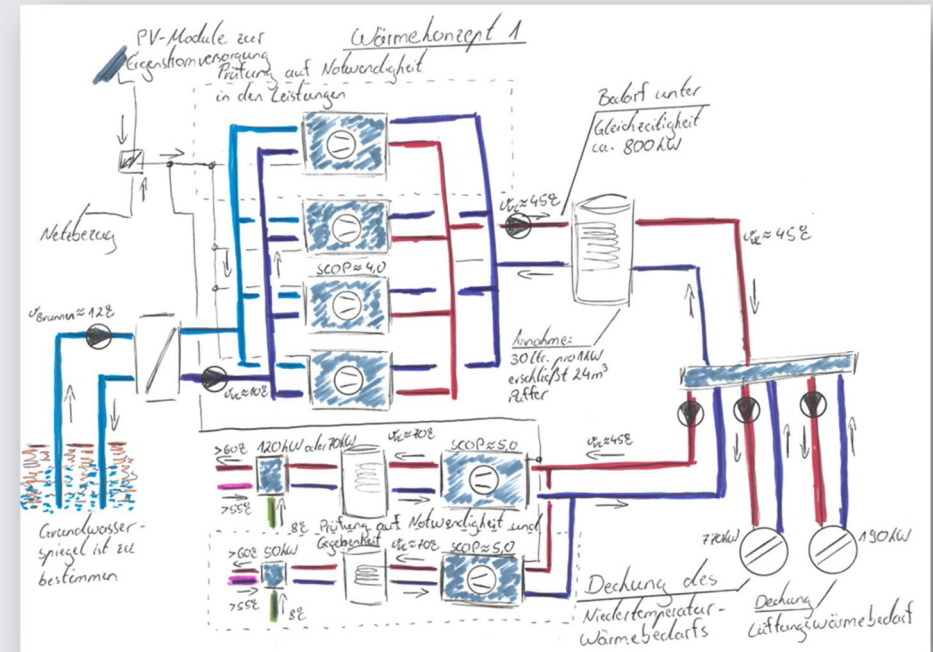
Anforderung an die Raumakustik nach DIN 18041

- Die Anforderungen nach DIN 18041 sind nicht baurechtlich eingeführt
- Vorgaben zur Nachhallzeit sind bei Unterrichtsbauten grundsätzlich einzuhalten
- ➔ Frühe Abstimmungen mit Nutzer in der weiteren Planungsphase bzgl. Raumqualitäten, z.B. Inklusion, erforderlich
- ➔ Raumakustik in Pausenhalle und Mensa sind i.d.R. wegen der Mischnutzung, z.B. Vorträge, Konzerte und Theaterstücke, bzgl. der Flexibilität detailliert zu untersuchen

5. Energetisches Wärmeversorgungskonzept

5. Energetisches Wärmeversorgungskonzept Geothermie Grundwasser-Wärmepumpe

- Brunnen-Wärmepumpe
- Leistung ca. 800 kW
- 5 Zapfbrunnen
- 3 Schluckbrunnen
- 4 Wärmepumpen je 200 kW System 45/30 °C
- 2 Warmwasser- Wärmepumpe je 60 kW bis 70 °C
- Anteilige Versorgung über eigene PV Anlage



➡ Versorgungssicherheit mit erprobter Technologie



Warum Grundwasser-Wärmepumpe

Das Grundprinzip ist denkbar einfach: Durch den Zapfbrunnen oder auch Saugbrunnen genannt, wird das Grundwasserreservoir angezapft und das Wasser zur Wärmepumpe befördert. Diese entzieht dem Wasser Wärmeenergie, anschließend läuft das Wasser über den Schluckbrunnen oder auch Sickerbrunnen genannt zurück ins Reservoir.

- Anteilige Eigenstromversorgung
- Klimaneutral
- kein Feinstaubausstoß
- Ressourcen schonend
- keine Geräuschemissionen
- Konstante Quelltemperatur
- gestaffelte Leistungsregelung
- Teilkühlung des Gebäudes möglich



➡ **Der nächste Schritt, geothermische Untersuchung zwecks Bestätigung der Machbarkeit steht aus**

CO₂ -Fußabdruck

CO₂-Minimierung

Das Umweltbundesamt will die Schadstoffe weiter reduzieren und rät daher von Pelletheizungen (Feinstaub) ab. Gleichzeitig strebt die Bundesregierung eine Erneuerbaren-Quote beim Heizungstausch an ➡ Wärmepumpe

CO₂ Ausstoß Vergleich

CO₂ Ausstoß = Benötigte Heizleistung HGB / COP x Vollbenutzungsstunden HGB x CO₂ Ausstoß Brennstoff je kWh

Gebäude	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Benötigte Leistung	850 kW	850 kW	800 kW
Erdgas Heizung	336 T/a	336 T/a	316 T/a
Pellet Heizung	30 T/a	30 T/a	28 T/a
Wärmepumpe Brunnen	37 T/a	37 T/a	35 T/a
Wärmepumpe Luft	47 T/a	47 T/a	44 T/a



Auto Verbrauch 6 Liter/100 KM = 142 g/KM bei 15.000 Km/a 2,13 Tonnen/; Benziner

➡ CO₂ Einsparung bis zu 130 PKW möglich



Energiekonzept

Überschlägige Wirtschaftlichkeit

Stromkosten 0,28 €/kWh, 70 % Einspeisung über eine PV-Anlage, Pellet- Preis 350 €/t, Betrachtung ohne Netzverteilung; Der Invest einer PV-Anlage ist in dieser Wirtschaftlichkeit nicht berücksichtigt, da PV-Anlagen bei Neubauten Stand der Technik sind. Betrachtung ohne Kostenindex ,Verzinsung, vereinfachte Betrachtung.

Nachrichtlich: Eine Brunnenwasserwärmepumpe ermöglicht in der warmen Jahreszeit das Gebäude „kostenfrei“ zu Kühlen, indem die Grundwassertemperatur von 10 °C genutzt wird. Dies geschieht durch eine Umschaltung und Überbrückung der Wärmepumpen. Diese kostenfreie Kälte ist wirtschaftlich somit ein „Benefit“!

Variante 3 | 20.800 m²

	Brunnen Wärmepumpe	Luft Wärmepumpe	Pelletheizung
Investition	2.633.400 €	2.218.400 €	1.575.000 €
Wartung	25.759 €	26.734 €	26.734 €
Betrieb	26.880 €	33.600 €	86.600 €
Summe 1 Jahr	2.686.039 €	2.278.734 €	1.691.334 €
Summe 20 Jahre	3.686.180 €	3.425.080 €	3.901.680 €

Brunnen Wärmepumpe | Einsparung bei Kühlung

Investition	125.000 €
Wartung	1.875 €
Betrieb	9.089 €
Summe 1 Jahr	135.964 €
Summe 20 Jahre	344.276 €

5. Energetisches Wärmeversorgungskonzept

Photovoltaik zur Stromgewinnung

- Basis Fraunhoferinstitut 11 – 20 kWh/(m²*a)
 - Bemessungsansatz an reinem Schulbetrieb
 - Bezug auf Variante 3 mit 20.800 m²
 - Energiebedarf von 228.800 kWh/a
 - Ansatz der PV-Auslegung mit 70 % Dachbelegung
 - ca. 320 kW (70% reine PV-Fläche und 7-10 m² je kWp)
 - Energieertrag von 320.000 kWh/a
 - Überproduktion von 91.200 kWh/a, sodass ein Batteriespeicher die Anlageneffizienz erhöht
- ➔ **Ganzheitliche Nutzung regenerativer Energie**



Lüftungskonzept, Empfehlung Arbeitskreis Lüftung am Umweltbundesamt

Standard Lüftung im Schulbau

Benötigte Luftmenge im Projekt ca. 71.000 m³/h

- Küche
- Mensa
- Naturwissenschaftliche Räume
- innenliegende Räume „hygienische Lüftung“
- Sporthalle mit Umkleide und Tribüne

Klassenraumlüftung

70 Klassenräume mit ca. 800 m³/h je Klassenraum

- Energiesparend, kontrollierte Wärmerückgewinnung
- Bauphysikalisch notwendig, Gebäudedichtigkeit
- Sommerlicher Wärmeschutz, Nachtauskühlung
- geforderte Luftqualität kleiner 1.000 ppm.
- Gleichmäßige Durchlüftung der Klassenräume

5. Energetisches Wärmeversorgungskonzept

Lüftungskonzept, Empfehlung Arbeitskreis Lüftung am Umweltbundesamt

- 1 Die Konzentration von Kohlendioxid (CO₂) in der Innenraumluft von Unterrichtsräumen darf im Mittel einer Unterrichtseinheit eine Konzentration von 1000 ppm nicht überschreiten.
- 2 Eine Lüftung über Fenster allein reicht zum Erreichen einer guten Innenraumluftqualität während des Unterrichts in Schulgebäuden nicht aus. Eine Konzeption bestehend aus Grundlüftung über mechanische Lüftungsanlagen und Zusatzlüftungsmöglichkeit über Fenster in den Pausen (hybride Lüftung) wird vom AK Lüftung dringend empfohlen.
- 3 Für jedes Unterrichtsgebäude (Schulen, Kitas, Universitäten) ist ein Lüftungskonzept zu erstellen, das sowohl Aspekte für die Planung und Ausführung von Neubauten und Sanierungsarbeiten im Bestand als auch für den täglichen Betrieb umfasst. Lüftungskonzepte sind raumweise – unabhängig von der Lüftungsart (mechanische Lüftung oder über Fenster) – für den Sommer- und den Winterbetrieb getrennt zu erstellen.
- 4 Lüftung muss funktional, bedarfsgerecht und wirtschaftlich (Investition und Betrieb) sein. Die Planung hierzu ist zwischen den beteiligten Fachplanern und -ingenieuren, Bauherren und Nutzern abzustimmen.
- 5 Die Lüftungssysteme sollen über Wärme- und Feuchterückgewinnung verfügen und bedarfsgerecht regelbar sein. Neben der CO₂-Konzentration stellt die relative Feuchte der Luft ein weiteres Kriterium für gute bzw. angemessene Innenraumluftqualität dar. Sie soll vorzugsweise im Bereich zwischen 30 bis 60 Prozent liegen.
- 6 Eine sorgfältige Inbetriebnahme ist Voraussetzung für den Betrieb. Den Nutzern ist eine Einweisung in das jeweilige Lüftungskonzept mit klar verständlichen schriftlichen Handlungsempfehlungen zu übergeben.
- 7 In Schulbestandsbauten, die nicht sogleich mit einer Lüftungstechnik versehen werden können, ist auch während einer Unterrichtseinheit eine Lüftung über die Fenster unbedingt erforderlich. Die Verwendung eines CO₂-Sensors (Lüftungsampel) kann Hilfestellung geben, um eine Verbesserung der Fensterlüftung zu erreichen.
- 8 In der Betriebsphase sind vorhandene technische Anlagen regelmäßig zu überprüfen und zu reinigen, um ihre ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit zu gewährleisten. Dazu gehört auch der Nachweis auf die Einhaltung des o. g. CO₂-Leitwertes unter realen Nutzungsbedingungen.

➡ Anforderungen an Lüftungskonzeptionen Teil I. Bildungseinrichtungen

6. Vorüberlegungen Tragwerk

6. Vorüberlegungen Tragwerk

Materialmatrix

Kriterien und Aspekte verschiedener Materialien

	Holz		Stahl		Beton	
	+	-	+	-	+	-
Kosten	Nachwachsender Rohstoff, Rohmaterial eher günstig	Kombinierte Holzwerkstoff (Kerto / OSB / Finnlam etc.) hochpreisig - Nischenprodukte		Stark variierender Materialpreis - Weltmarktabhängig, daher schlecht kalkulierbar	Gewöhnlich - umfangreiche Erfahrungen vorhanden	
Brandschutz	Gutmütiges Abbrandverhalten Verkohlung dient als Schutz vor thermischer Zersetzung und verlangsamt den Abbrand			Ungeeignet ohne Bekleidung - Schutzanstriche > F30 nur mit regelmässiger Prüfung ==> Nur mit Brandschutzbekleidungen	Hervorragend - Material ist auch als Brandschutzbekleidung geeignet. Nahezu jede Feuerwiderstandsklasse kann mit geringem Aufwand erreicht werden.	
Variabilität im Ausbau	Nahezu uneingeschränkt in der Formgebung - bei kreuzweiser Verleimung auch biaxiales Spannungsverhalten möglich		Sehr gut - Homogenes Materialverhalten / sehr hohe Tragfähigkeit	Überwiegend einachsig gespannte Konstruktionen	In der Ortbetonbauweise sind der Formgebung keine Grenzen gesetzt. Z.B. Guggenheimmuseum Bilbao, Hundertwasserhaus Magdeburg	
Lebenszyklus	Bei richtigem Einbau - Kenntnisse des konstruktiven Holzschutzes sind Vonnöten - sehr gut	Bei falschem Einbau intensive Folgekosten im Sanierungsfall	Bei entsprechendem Korrosionsschutz nahezu unendlich		Überwiegend gut bei richtigem Einbau und / oder Verwendung geeigneter Oberflächenschutzsysteme.	Sehr anfällig gegenüber Chloridbeanspruchungen - Bewehrungsschutz gefährdet durch Depassivierung infolge von Carbonatisierung in Verbindung mit der Außenluft
Nachhaltigkeit	Hervorragend - nachwachsender Rohstoff - bindet CO ₂			Energieintensive Materialgewinnung und Bearbeitung		Zementherstellung energieintensiv Nutzbare Kiesressourcen -entgegen bisheriger Auffassungen- nur begrenzt vorhanden
Unterhalt	Je nach Bekleidung - Konstruktiver Holzschutz im Vordergrund - gut überschaubar.		Abhängig von der Einbausituation das ganze Spektrum von wartungsfrei (Stahlträger in einer Betondecke) bis hin zu sehr wartungsintensiv (Golden Gate Bridge)		Abhängig von der Einbausituation in Verbindung mit Schutzsystemen Wartungsfrei (Klassische Wohnhausdecke innen) bis hin zu wartungsintensiv (Tiefgarage / Brückenbauteil)	

6. Vorüberlegungen Tragwerk

Welches Tragwerk für welchen Zweck

Holzbau – Vom historischen Tragwerk zur innovativen Konstruktion



Feldscheune bei Varlar – Fachwerkkonstruktion, ≥ 200 Jahre

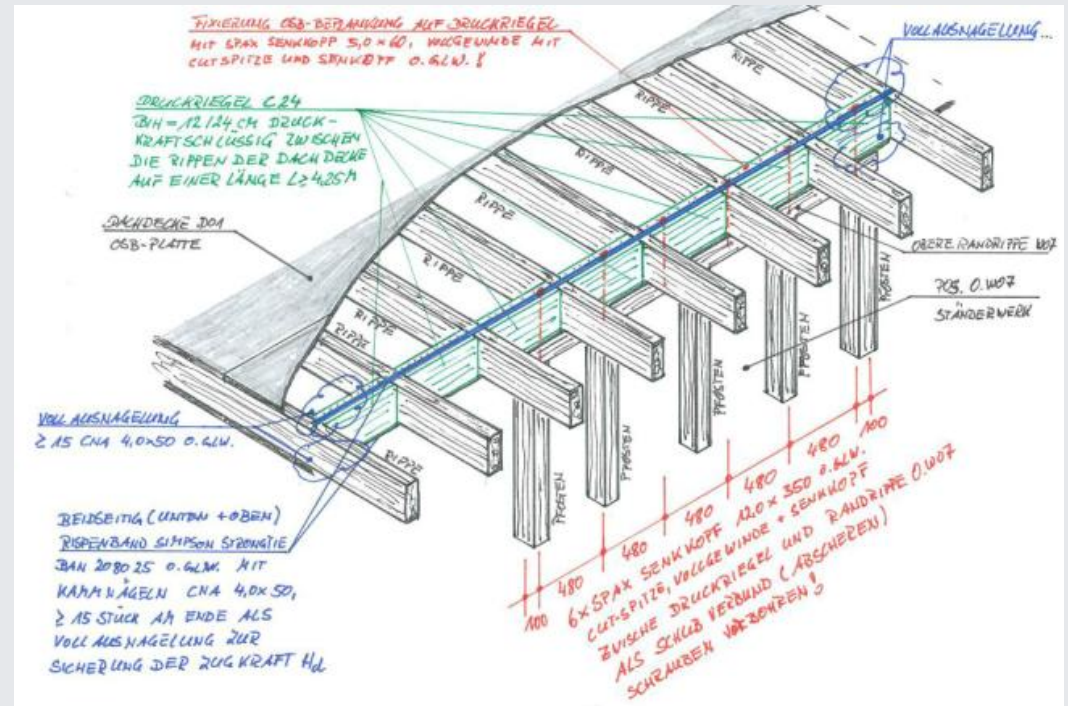
- Urbaustoff des Menschen für alle Baubedarfe, vorrangig Behausung und Brücken
- Nachlassende Bedeutung infolge der Zunahme von Stahl- & Massivbaukonstruktionen (1950er - 1970er)
- Zunehmende Bedeutung infolge des wachsenden Klimabewusstseins und moderner Fertigungstechniken
- CO₂-neutral / nachwachsender Rohstoff



Model einer Holz-Betondecke



Holzrahmenbau, Montage im Bestand

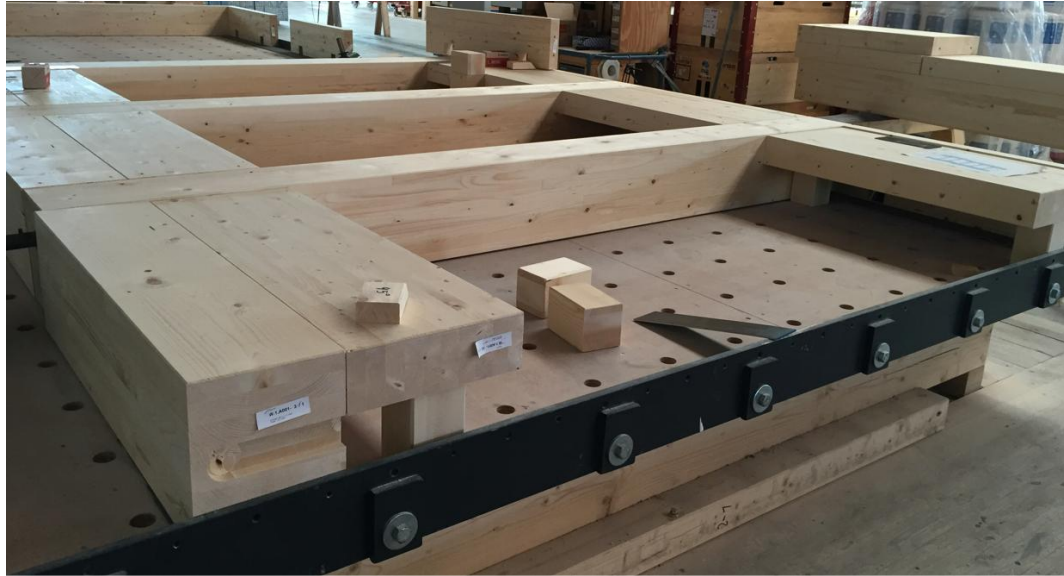


Statik einer Holzrahmenbauwand als Aussteifungsmodul

6. Vorüberlegungen Tragwerk

Welches Tragwerk für welchen Zweck

Holz-Beton-Hybridkonstruktion – Referenzprojekt H7, Münster



7. Prozessbegleitung Nachhaltigkeit

Planungs- und Ausführungsschwerpunkte der Prozessbegleitung

Ökologische Qualität

- Wirkung auf die auf globale und lokale Umwelt
 - Treibhauspotential
 - Risiken für die lokale Umwelt
 - Nachhaltige Materialgewinnung/Biodiversität
- Ressourceninanspruchnahme
 - Primärenergiebedarf (Bestandteil Energieausweis)

Ökonomische Qualität

- Lebenszykluskosten

Technische Qualität

- Technische Ausführung
 - Reinigung und Instandhaltungsfreundlichkeit
 - Rückbau, Trennung Verwertung
 - Widerstandsfähigkeit gegen Naturgefahren
 - Bedienungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit

Klimaneutralität im Lebenszyklus

➡ Beauftragung Prozessbegleitung durch sep. Fachplaner für einzelne Punkte

8. Kostenrahmenschätzung zur Variantenuntersuchung

9. Kostenrahmenschätzung zur Variantenuntersuchung

Projektbudget

Stand 03/2020

Gliederung DIN 276	Inhalt	Vorgabe/ 0-Linie
Flächen [m² BGF] Schulgebäude Sporthalle Gesamt 14.348 3.024 17.372		
100	Grundstück	0 €
200	Herrichten und Erschließen	0 €
300 + 400	Bauwerk - Schulgebäude	23.950.000 €
300 + 400	Bauwerk - Sporthalle	6.670.000 €
300 + 400	Summe Schule und Sporthalle, gerundet	30.620.000 €
500	Außenanlagen	2.171.000 €
600	Ausstattung und Kunstwerke	0 €
700	Baunebenkosten	0 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		32.791.000 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		39.030.000 €

9. Kostenrahmenschätzung zur Variantenuntersuchung

Projektbudget

Stand 03/2020 zzgl. Indexierung auf 02/2022 (gem. statistischem Bundesamt, Fachserie 17)

Gliederung DIN 276	Inhalt	Vorgabe/ 0-Linie
Flächen [m² BGF]	Schulgebäude Sporthalle Gesamt	14.348 3.024 17.372
100	Grundstück	0 €
200	Herrichten und Erschließen	0 €
300 + 400	Bauwerk - Schulgebäude	23.950.000 €
300 + 400	Bauwerk - Sporthalle	6.670.000 €
300 + 400	Summe Schule und Sporthalle, gerundet	30.620.000 €
500	Außenanlagen	2.171.000 €
600	Ausstattung und Kunstwerke	0 €
700	Baunebenkosten	0 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		32.791.000 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		39.030.000 €

Kostenindizierung auf Stand 02-2022		Indizierung um 16,40%
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		38.169.000 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		45.430.000 €

9. Kostenrahmenschätzung zur Variantenuntersuchung

Projektbudget

Stand 02/2022 zzgl. Mehrkosten „Optimierung Klimaneutralität“ + „Entwurfsspezifische Mehrkosten“

Gliederung DIN 276	Inhalt	Vorgabe/ 0-Linie
Flächen [m² BGF]		
	Schulgebäude	14.348
	Sporthalle	3.024
	Gesamt	17.372
100	Grundstück	0 €
200	Herrichten und Erschließen	0 €
300 + 400	Bauwerk - Schulgebäude	23.950.000 €
300 + 400	Bauwerk - Sporthalle	6.670.000 €
300 + 400	Summe Schule und Sporthalle, gerundet	30.620.000 €
500	Außenanlagen	2.171.000 €
600	Ausstattung und Kunstwerke	0 €
700	Baunebenkosten	0 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		32.791.000 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		39.030.000 €

Kostenindizierung auf Stand 02-2022	Indizierung um 16,40%
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]	38.169.000 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]	45.430.000 €

Mehrkosten durch Optimierung der Klimaneutralität		4.115.000 €
300	Holz-Beton-Hybridbauweise	1.200.000 €
300	Dachbegrünung	310.000 €
400	Regenerative Wärmeerzeugung durch Brunnenwärmepumpe	1.050.000 €
400	Mechanische Be- und Entlüftung sämtlicher Klassenräume	980.000 €
400	Photovoltaikanlage mit Speicher	575.000 €
Entwurfsspezifische Mehrkosten (zum Vergleich mit Variante 1 bis 3)		3.300.000 €
300	Pausenhalle/Magistrale + zusätzl. Flächenmehrung ca. 1.500m² BGF	3.000.000 €
300	Verglasungsanteil Pausenhalle/Magistrale (teilw. Glasdächer etc.)	300.000 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		45.584.000 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		54.250.000 €

Flächenverhältnisswerte Bauwerkskosten Stand 02-2022 (KG 300+400) :	
Euro/m² BGF, netto	2.052 €/m²
Euro/m² BGF, brutto (19 % Mehrwertsteuer)	2.441 €/m²
Risikobetrachtung / Kostenschwankungsbreite 15%	54,30 - 62,40 Mio €

9. Kostenrahmenschätzung zur Variantenuntersuchung

Projektbudget

Vergleichende Kostenrahmenschätzung Variante 1

Gliederung DIN 276	Inhalt	Vorgabe/ 0-Linie	Variante 1
Flächen [m² BGF]	Schulgebäude Sporthalle Gesamt	14.348 3.024 17.372	19.132 3.024 22.156
100	Grundstück	0 €	0 €
200	Herrichten und Erschließen	0 €	0 €
300 + 400	Bauwerk - Schulgebäude	23.950.000 €	39.122.499 €
300 + 400	Bauwerk - Sporthalle	6.670.000 €	5.890.752 €
300 + 400	Summe Schule und Sporthalle, gerundet	30.620.000 €	45.014.000 €
500	Außenanlagen	2.171.000 €	2.892.434 €
600	Ausstattung und Kunstwerke	0 €	0 €
700	Baunebenkosten	0 €	0 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		32.791.000 €	
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		39.030.000 €	

Kostenindizierung auf Stand 02-2022		Indizierung um 16,40%
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		38.169.000 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		45.430.000 €

Mehrkosten durch Optimierung der Klimaneutralität		4.115.000 €
300	Holz-Beton-Hybridbauweise	1.200.000 €
300	Dachbegrünung	310.000 €
400	Regenerative Wärmeerzeugung durch Brunnenwärmepumpe	1.050.000 €
400	Mechanische Be- und Entlüftung sämtlicher Klassenräume	980.000 €
400	Photovoltaikanlage mit Speicher	575.000 €
Entwurfsspezifische Mehrkosten (zum Vergleich mit Variante 1 bis 3)		3.300.000 €
300	Pausenhalle/Magistrale + zusätzl. Flächenmehrung ca. 1.500m² BGF	3.000.000 €
300	Verglasungsanteil Pausenhalle/Magistrale (teilw. Glasdächer etc.)	300.000 €

Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		45.584.000 €	47.907.000 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		54.250.000 €	57.010.000 €

Flächenverhältnisswerte Bauwerkskosten Stand 02-2022 (KG 300+400) :			
Euro/m² BGF, netto		2.052 €/m²	2.032 €/m²
Euro/m² BGF, brutto (19 % Mehrwertsteuer)		2.441 €/m²	2.418 €/m²
Risikobetrachtung / Kostenschwankungsbreite 15%		54,30 - 62,40 Mio €	57,10 - 65,70 Mio €

9. Kostenrahmenschätzung zur Variantenuntersuchung

Projektbudget

Vergleichende Kostenrahmenschätzung Variante 2

Gliederung DIN 276	Inhalt	Vorgabe/ 0-Linie	Variante 1	Variante 2
Flächen [m² BGF]	Schulgebäude Sporthalle Gesamt	14.348 3.024 17.372	19.132 3.024 22.156	18.647 3.024 21.671
100	Grundstück	0 €	0 €	0 €
200	Herrichten und Erschließen	0 €	0 €	0 €
300 + 400	Bauwerk - Schulgebäude	23.950.000 €	39.122.499 €	38.178.022 €
300 + 400	Bauwerk - Sporthalle	6.670.000 €	5.890.752 €	5.890.752 €
300 + 400	Summe Schule und Sporthalle, gerundet	30.620.000 €	45.014.000 €	44.069.000 €
500	Außenanlagen	2.171.000 €	2.892.434 €	3.011.476 €
600	Ausstattung und Kunstwerke	0 €	0 €	0 €
700	Baunebenkosten	0 €	0 €	0 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		32.791.000 €		
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		39.030.000 €		
Kostenindizierung auf Stand 02-2022		Indizierung um 16,40%		
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		38.169.000 €		
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		45.430.000 €		
Mehrkosten durch Optimierung der Klimaneutralität		4.115.000 €		
300	Holz-Beton-Hybridbauweise	1.200.000 €		
300	Dachbegrünung	310.000 €		
400	Regenerative Wärmeerzeugung durch Brunnenwärmepumpe	1.050.000 €		
400	Mechanische Be- und Entlüftung sämtlicher Klassenräume	980.000 €		
400	Photovoltaikanlage mit Speicher	575.000 €		
Entwurfsspezifische Mehrkosten (zum Vergleich mit Variante 1 bis 3)		3.300.000 €		
300	Pausenhalle/Magistrale + zusätzl. Flächenmehrung ca. 1.500m² BGF	3.000.000 €		
300	Verglasungsanteil Pausenhalle/Magistrale (teilw. Glasdächer etc.)	300.000 €		
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		45.584.000 €	47.907.000 €	47.081.000 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		54.250.000 €	57.010.000 €	56.030.000 €
Flächenverhältnisswerte Bauwerkskosten Stand 02-2022 (KG 300+400) :				
Euro/m² BGF, netto		2.052 €/m²	2.032 €/m²	2.034 €/m²
Euro/m² BGF, brutto (19 % Mehrwertsteuer)		2.441 €/m²	2.418 €/m²	2.420 €/m²
Risikobetrachtung / Kostenschwankungsbreite 15%		54,30 - 62,40 Mio €	57,10 - 65,70 Mio €	56,00 - 64,40 Mio €

9. Kostenrahmenschätzung zur Variantenuntersuchung

Projektbudget

Vergleichende Kostenrahmenschätzung Variante 3

Gliederung DIN 276	Inhalt	Vorgabe/ 0-Linie	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Anmerkungen
Flächen [m² BGF]	Schulgebäude Sporthalle Gesamt	14.348 3.024 17.372	19.132 3.024 22.156	18.647 3.024 21.671	17.839 3.024 20.863	Durchschnitt der Varianten 1 - 3 21.563
100	Grundstück	0 €	0 €	0 €	0 €	nicht Bestandteil der Kostenrahmenschätzung
200	Herrichten und Erschließen	0 €	0 €	0 €	0 €	nicht Bestandteil der Kostenrahmenschätzung
300 + 400	Bauwerk - Schulgebäude	23.950.000 €	39.122.499 €	38.178.022 €	36.696.824 €	
300 + 400	Bauwerk - Sporthalle	6.670.000 €	5.890.752 €	5.890.752 €	5.890.752 €	
300 + 400	Summe Schule und Sporthalle, gerundet	30.620.000 €	45.014.000 €	44.069.000 €	42.588.000 €	
500	Außenanlagen	2.171.000 €	2.892.434 €	3.011.476 €	2.877.584 €	
600	Ausstattung und Kunstwerke	0 €	0 €	0 €	0 €	nicht Bestandteil der Kostenrahmenschätzung
700	Baunebenkosten	0 €	0 €	0 €	0 €	nicht Bestandteil der Kostenrahmenschätzung
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		32.791.000 €				Summe Investitionskosten gemäß Vorgabe
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		39.030.000 €				Stand 02/2020

Kostenindizierung auf Stand 02-2022		Indizierung um 16,40%
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		38.169.000 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		45.430.000 €

hierbei wurde für den Zeitraum des 1. Quartals 2022 der gleiche Kostenanstieg wie im 4.Quartal 2021 unterstellt

Mehrkosten durch Optimierung der Klimaneutralität		4.115.000 €
300	Holz-Beton-Hybridbauweise	1.200.000 €
300	Dachbegrünung	310.000 €
400	Regenerative Wärmeerzeugung durch Brunnenwärmepumpe	1.050.000 €
400	Mechanische Be- und Entlüftung sämtlicher Klassenräume	980.000 €
400	Photovoltaikanlage mit Speicher	575.000 €
Entwurfsspezifische Mehrkosten (zum Vergleich mit Variante 1 bis 3)		3.300.000 €
300	Pausenhalle/Magistrale + zusätzl. Flächenmehrung ca. 1.500m² BGF	3.000.000 €
300	Verglasungsanteil Pausenhalle/Magistrale (teilw. Glasdächer etc.)	300.000 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		45.584.000 €
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		54.250.000 €

Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ netto, gerundet]		47.907.000 €	47.081.000 €	45.466.000 €	Summe Investitionskosten
Gesamtsumme KG 300 - 500 [€ brutto 19%, gerundet]		57.010.000 €	56.030.000 €	54.110.000 €	Stand 02/2022

Flächenverhältnisswerte Bauwerkskosten Stand 02-2022 (KG 300+400) :					
Euro/m² BGF, netto	2.052 €/m²	2.032 €/m²	2.034 €/m²	2.041 €/m²	gerundet
Euro/m² BGF, brutto (19 % Mehrwertsteuer)	2.441 €/m²	2.418 €/m²	2.420 €/m²	2.429 €/m²	gerundet

Risikobetrachtung / Kostenschwankungsbreite 15%	54,30 - 62,40 Mio €	57,10 - 65,70 Mio €	56,00 - 64,40 Mio €	54,10 - 62,20 Mio €	€ brutto gerundet, Stand 02/2022
---	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------------------

Projektbudget

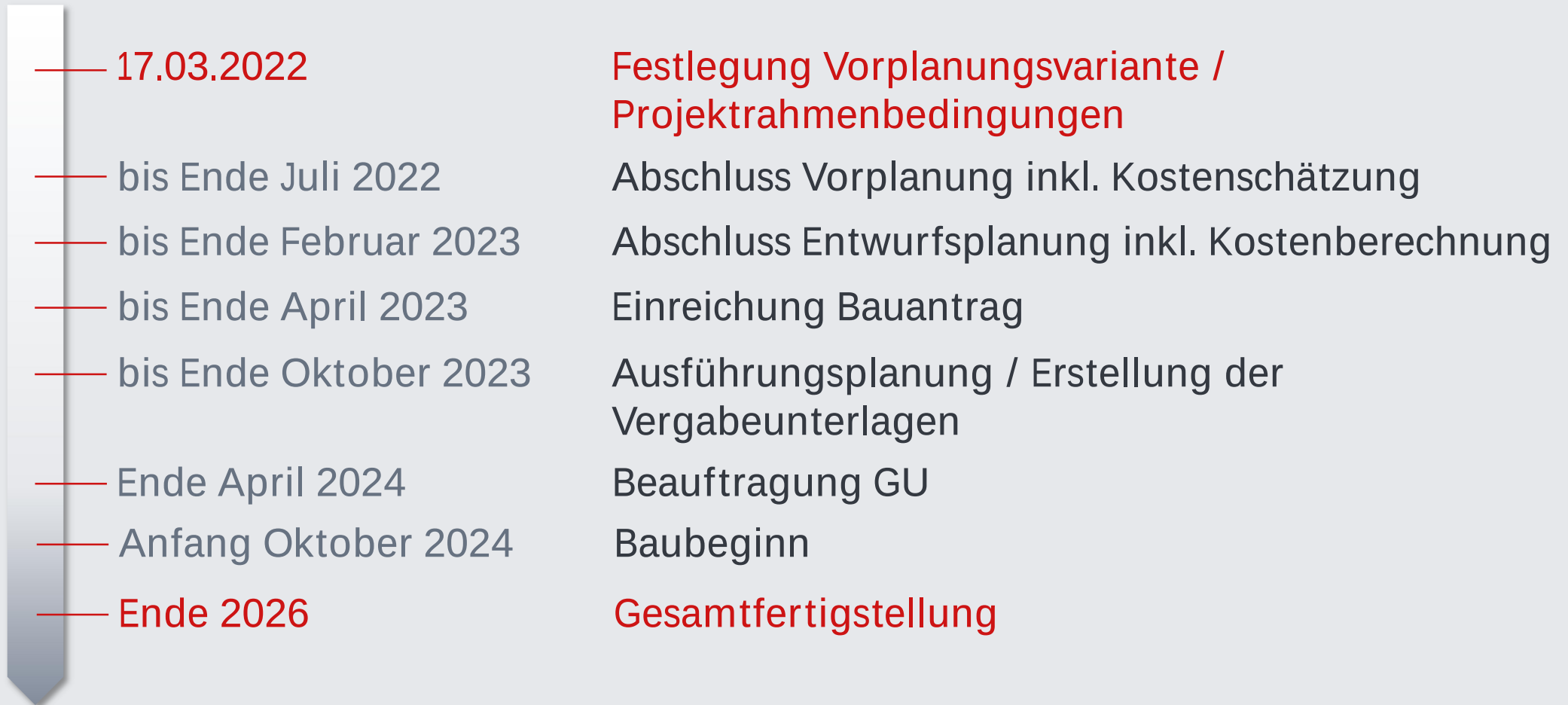
Grundlagen und Hinweise zur Kostenrahmenschätzung

- Die ausgewiesenen Kosten beziehen sich auf den Kostenstand 1. Quartal 2022.
- Aufgrund des frühen Projektstadiums beträgt die Risikoeinschätzung / Kostenschwankungsbreite mind. 15%.
- Eine Konkretisierung der Kosten ist erst in einer weitergehenden Planungs- und Detaillierungsphase möglich.
- Die Kostenansätze gehen von einem mittleren Qualitätsstandard aus.
- Mehrkosten in Planung und Bau infolge einer Nachhaltigkeitszertifizierung sind nicht enthalten.
- Eine Indizierung der Kosten auf den tatsächlichen Zeitpunkt der Errichtung / Vergabe an den GU ist nicht Bestandteil der Betrachtung.

Folgende Kosten sind nicht Bestandteil der Kostenrahmenschätzung:

- Kostengruppe 100: Grundstück
- Kostengruppe 200: Herrichten und Erschließen
- Bodenrisiken (Altlasten, Kampfmittel, archäolog. Funde, erschwerte Gründung etc.)
- Kostengruppe 600: Ausstattung
- Kostengruppe 700: Nebenkosten

9. Terminplanung



Stadt Bornheim
Heinrich-Böll-Gesamtschule Bornheim
Präsentation Variantenbetrachtung



Wir freuen uns auf den weiteren Weg...