

**Stadt Landshut - Neubau einer 4-zügigen Grundschule im Nordwesten**

**Erläuterungsbericht Entwurf Architektur**

Stand: 01.09.2020



**Bauherrschaft:**

Stadt Landshut, vertr. durch das Amt für Gebäudewirtschaft  
Projektleitung Frau Bettina Schulze

**Architektur / Landschaftsarchitektur:**

ARGE Studio Leuschner Büro Krucker Balliana Schubert, München / Zürich

**Tragwerksplanung:**

Planungsgesellschaft Dittrich mbH, München

**Planung technische Gebäudeausrüstung:**

M. Vogt GmbH, Freising

**Planung Elektrotechnik:**

Ingenieurbüro Brundobler, Kelheim

**Brandschutzplanung:**

Künzl Dienstleistungen, Landshut

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.0 Allgemein</b> .....	<b>5 - 6</b>
1.1 Rückblick Vorentwurfsstand.....	5
1.2 Kooperative Ganztagsbetreuung im «Bildungshaus».....	5
1.3 Baugrundbedingte Umplanung.....	5-6
1.4 Gebäudeentwurf Umplanung.....	7
1.5 Baugrund und Wasserhaltung.....	8
<b>2.0 Grundschule</b> .....	<b>9 - 21</b>
<b>2.1 Entwurf und Grundrissorganisation</b> .....	<b>9-12</b>
2.1.1 Erschließung.....	9
2.1.2 Förderfähige Flächen.....	9
2.1.3 Räumliche Organisation.....	10
2.1.4 Verwaltungsbereich.....	10
2.1.5 Sanitärräume.....	10-11
2.1.6 Schülerrestaurant / Küche.....	11
2.1.7 Cluster der kooperativen Ganztagsbetreuung.....	12
<b>2.2 Konstruktion</b> .....	<b>13 - 14</b>
2.2.1 Gründung und Tragwerk.....	13
2.2.2 Raumbildende, nicht-tragende Innenwände.....	13-14
2.2.3 Abhangdecken.....	14
2.2.4 Bedachung.....	14
<b>2.3 Brandschutz</b> .....	<b>15 - 17</b>
2.3.1 Allgemeines.....	15
2.3.2 Obergeschoss.....	15
2.3.3 Erdgeschoss.....	16
2.3.4 Untergeschoss.....	17
<b>2.4 Fassade</b> .....	<b>17 - 18</b>
2.4.1 Fensterfassade.....	17
2.4.2 Sonnenschutz.....	18
2.4.3 Laubengang.....	18
2.4.3 Innenhof.....	18
<b>2.5 Barrierefreiheit</b> .....	<b>19</b>
<b>2.6 Technische Gebäudeausrüstung</b> .....	<b>20 - 21</b>
2.6.1 Lüftung.....	20 - 21
2.6.2 Heizung.....	21
<b>3.0 Sporthalle</b> .....	<b>22 - 28</b>
<b>3.1 Entwurf und Grundrissorganisation</b> .....	<b>22 - 24</b>
3.1.1 Erschließung.....	22
3.1.2 Entwurfsüberarbeitung.....	22
3.1.3 Entwurfsvarianten Gebäudekubatur.....	23

3.1.4 Überarbeitung Grundrisse .....	22-23
3.1.5 Struktur.....	23
3.1.6 Räumliche Organisation.....	23
3.1.7 Materialisierung.....	23
3.1.8 Abstimmung Unfallverhütung.....	24
3.1.9 Flächeneinsparung Umplanung.....	24
<b>3.2 Konstruktion.....</b>	<b>24</b>
3.2.1 Tragwerk.....	24
3.2.2 Gründung.....	24
<b>3.3 Brandschutz.....</b>	<b>25</b>
3.3.1 Brandschutzkonzept.....	25
3.3.2 Fluchtwege.....	25
3.3.2 Brandwand.....	25
<b>3.4 Fassade.....</b>	<b>25 - 26</b>
3.4.1 Entwurfsidee.....	25 - 26
3.4.1 Materialität.....	26
3.4.2 Sonnenschutz.....	26
<b>3.5 Barrierefreiheit .....</b>	<b>26 - 27</b>
3.5.1 Räumliche Anforderungen.....	26
3.5.2 Akustische Anforderungen.....	27
<b>3.6 Technische Gebäudeausrüstung.....</b>	<b>27 - 28</b>
3.6.1 Lüftung.....	27
3.6.2 Heizung.....	27-28
3.6.3 Elektroinstallation.....	28
3.6.4 Abhangdecken/technische Installationen.....	28
<b>4. Kosten.....</b>	<b>29 - 36</b>
<b>4.1 Allgemeines.....</b>	<b>29 - 30</b>
4.1.1 Baupreisentwicklung und Kostenstruktur.....	29
4.1.2 Entfall Hortgebäude.....	29
4.1.3 Kostenstand Kostenberechnung (Leistungsphase 3, Entwurf).....	29-30
<b>4.2 Grundschule und Schülerrestaurant.....</b>	<b>30 - 33</b>
4.2.1 Umplanung Grundschule.....	30-31
4.2.2 Kostenkennwerte Grundschule.....	31
4.2.3 Sonderkosten Baugrund.....	31-32
4.2.4 Sonderkosten Sonnenschutzverglasung.....	32
4.2.5 Sonderkosten Retentionsdach und extensive Begrünung.....	32-33
<b>4.3 Kosten Sporthalle.....</b>	<b>34 - 36</b>
4.3.1 Kostenvergleich Vorentwurf.....	34
4.3.2 Kostenkennwerte Sporthalle .....	34
4.3.3 Sonderkosten Baugrube.....	34
4.3.4 Sonderkosten Außenwände.....	35
4.3.5 Sonderkosten Dach.....	35-36
4.3.6 Kostenkennwerte Sporthalle abzüglich Sonderkosten.....	36

<b>5. Nachhaltigkeit und Ökologie</b> .....	<b>37 - 41</b>
<b>5.1 Konzept</b> .....	<b>37</b>
<b>5.2 Wärmeerzeugung</b> .....	<b>37 - 38</b>
5.2.1 Wärmeerzeugung Grundschule und Mensa.....	37
5.2.2 Wärmeerzeugung Sporthalle.....	37-38
<b>5.3 Sommerlicher Wärmeschutz</b> .....	<b>38 - 39</b>
5.3.1 Grundschule.....	38
5.3.2 Schülerrestaurant.....	39
5.3.2 Sporthalle.....	39
<b>5.4 EnEV</b> .....	<b>39 - 40</b>
5.4.1 Grundschule.....	40
5.4.2 Schülerrestaurant.....	40
5.4.3 Sporthalle.....	40
5.4.4 Einordnung der energetischen Kennwerte.....	40
<b>5.5 Extensive Dachbegrünung</b> .....	<b>41</b>
<b>Anlagen</b> .....	<b>42 - 44</b>

## 1.0 Allgemein

### 1.1 Rückblick Vorentwurfsstand

Am 27.09.2019 präsentierte das Büro Studio Leuschner Architekten GmbH dem Bausenat der Stadt Landshut den Vorentwurfsstand zur Planung der 4- bis 5-zügigen Grundschule Nordwest am Standort der Oberndorfer- bzw. Parkstraße unweit des Landshuter Hauptbahnhofs. Der Entwurf umfasste dabei drei Gebäudekörper, zu denen neben dem eigentlichen Schulhaus auch ein Hort und eine Turnhalle zählten, letztere wurde als Anbau an die bestehende Sporthalle der Wirtschaftsschule konzipiert. Bestandteil der Planung war außerdem eine weitreichende Umgestaltung der Außenanlagen des Planungsareals, welche unter anderem Sportanlagen, Stellplätze und Spiel- bzw. Bewegungsflächen umfasste.

Charakteristisch für den Gebäudeentwurf der Grundschule war das kompakte Bauvolumen. Es nutzte dabei die gegebene Topographie des Baugrundstücks zur Ausbildung eines sogenannten Souterraingeschosses, bei welchem die Kellerräume gegenüber dem umliegenden Terrain angehoben und mit einem großzügigen Außenraumbezug konzipiert wurden. Das Souterrain beherbergte dabei die gemeinschaftlichen Fachateliers zu denen die Werkräume, die Bibliothek und der Fachraum für Natur und Technik zählten.

Das Zentrum des Erdgeschosses bildete die Pausenhalle, die von den radial angeordneten Räumen der Schülerrestaurants und der Verwaltung sowie dem Musiksaal umgeben wurde. Wegen der Gestaltung des Untergeschosses ergab sich zwischen Erdgeschoss und Pausenhof ein Geländeversatz, der über große Freitreppen im Norden des Gebäudes und dem östlichen Treppenhaus überwunden werden konnte.

### 1.2 Kooperative Ganztagsbetreuung im «Bildungshaus»

Aufgrund der angespannten Haushaltssituation der Stadt Landshut, wurde in Folge der Haushaltberatungen am 25.10.2019 die planerische Bearbeitung des Hortgebäudes gestoppt und die Umsetzung eines separaten Hortgebäudes schließlich aufgegeben. Stattdessen erarbeiteten die Verantwortlichen des Amt für Gebäudewirtschaft zusammen mit den Fachberater\*innen des Schulamts, des Schul- und Jugendamt ein Betreuungskonzept, das Komplet auf den Flächen der Grundschule realisiert werden konnte.

Das neue Konzept des «Bildungshauses» vereint die Funktionen der Grundschule und des Hortes in integrativer Weise und ermöglicht so eine kooperative Ganztagsbetreuung, die durch synergetische Effekte neue Möglichkeiten erschließt. So können Nutzflächen, die in getrennten Einrichtungen zuvor jeweils nur halbtags in Verwendung gewesen sind, vortan ganztägig belegt werden. Neben der Vermeidung der Bautätigkeit für zwei Gebäudevolumen, ergibt sich hierdurch auch ein günstigere Situation in Bezug auf den Gebäudeunterhalt.

Daneben deuten die Erfahrungen aus vergleichbaren Referenzprojekte, wie etwa das Schulhaus am Bauhausplatz in München-Freimann, darauf hin, dass die kooperative Ganztagsbetreuung auch hinsichtlich der Weiterentwicklung der pädagogischen Konzepte große Chancen bietet.

### 1.3 Baugrundbedingte Umplanung

Die Konzeption der Vorentwurfsplanung fußte maßgeblich auf den Annahmen der Wettbewerbsauslobung, wobei genaue Erkenntnisse zur Beschaffenheit des Bodens zunächst nicht vorlagen. Am 25.09.2019 übergab das Büro mplan eG eine erste Fassung des Baugrundgutachtens an das Amt für Gebäudewirtschaft, ein zweites, erweitertes Gutachten mit ergänzenden Informationen wurde am 18.12.2019 übermittelt.

Das Baugrundgutachten attestiert den betreffenden Flurstücken (Flur-Nr. 1218, 1218/2 und 1219/61) erschwerte Bedingungen hinsichtlich des Grundwasserstands, der Gründungsverhältnisse und der chemischen Belastung. So wird der bauzeitliche Bemessungswasserstand mit  $HGW_{\text{Bau}} = 389,4 \text{ mNN}$  angegeben, die Distanz zum gewachsenen Gelände beträgt damit in Teilen weniger als zwei Meter (Geländeoberkante = GOK = ca. 391,2 bis 391,6 mNN). Außerdem haben die Ergebnisse der Baugrunderkundung ergeben, dass tragfähige Bodenschichten mitunter erst ab einer Tiefe von 5,00 m anzutreffen sind. Die Gründungstiefen stellen sich für die zwei verbliebenen Bauteile wie folgt dar:

- Grundschule: teilweise 5,0 m unter GOK
- Sporthalle: 5,0 m unter GOK

Eine geogene Arsenbelastung erschwert das Wiedereinbringen und Entsorgen des Bodenaushubs, was sich insbesondere auf die prognostizierten Baukosten (KG300 Baukonstruktionen) auswirkt.

Aus den Verhältnisse von Gründungstiefe und Grundwasserstand leitet bereits der Erläuterungsbericht zur Vorentwurfsphase die Notwendigkeit einer Wasserhaltung ab. Im weiteren Planungsverlauf galt es deshalb die Umsetzung der Wasserhaltung (offen / geschlossen) abzuschätzen. Nach Rücksprache mit dem Wasserwirtschaftsamt, der mplan eG und den Fachplanungen HLS (Ingenieurbüro M.Vogt GmbH) und Tragwerk (PG Dittrich mbH) wurden folgende Eckdaten ermittelt:

- Wasserhaltung mit einer Fördermenge von ca. 50 bis 100 l/s
- Baugrubenverbau mit Spundwänden, um das Nachströmen des Grundwasser in die Baugrube zu unterbinden
- Wasseraufbereitung des abgeführten Grundwassers (chemische Belastung)
- Versickerung des Grundwassers über eine ausreichende Anzahl von Sickerschächten oder durch (Teil-)Kanalisation

Insbesondere das Abführen der Wassermengen gestaltet sich schwierig. Der Boden weist mit den vorliegenden Bodenschichten aus Auelehmen und dem hohen Grundwasserstand schlechte Bedingungen zur Versickerung auf, eine Abführung über ein Oberflächengewässer ist wegen des großen Abstands zum Flußlauf der Pfettrach nicht plausibel. Dementsprechend wäre eine hohe Anzahl von Sickerschächten erforderlich, die zudem einen großen Abstand zueinander und zur Baugrube aufweisen sollten. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass im Baustellenbetrieb Teilmengen des abgeführten Grundwassers über das Kanalnetz abzuleiten wären.

Um die Risikofaktoren hinsichtlich Bauablauf und Kostenentwicklung zu minimieren, regten die Architekten deshalb eine Umplanung des Vorentwurfs an, deren Ziel es war, den Umfang der Wasserhaltung durch eine Verkleinerung der Kellergeschossfläche und des damit verbundenen Baugrubenaushubs auf ein möglichst geringes Maß zu reduzieren.

**Die Ergebnisse der Leistungsphase 3 bekräftigen das gewählte Vorgehen. So ergaben die weiteren Untersuchungen der Fa. mplan eG, dass der Kostenanteil für die Wasserhaltung, selbst bei der nun vorliegenden Entwurfsvariante - welche den Umfang des Aushubs gegenüber dem Vorentwurfsstand deutlich reduzierte - abhängig von der Methode der Wasserhaltung (offen / geschlossen), zwischen 179.988 € (offene Wasserhaltung) und 346.885 € (geschlossene Wasserhaltung) liegt. Übertragen auf die Vorentwurfsvariante ergäben sich damit alleine für die Wasserhaltung Kosten in Höhe von ca. 360.000 € bis 700.000 €.**

**Aus der notwendigen Umstellung der Gründung von einer Flachgründung mit Bodenaustausch, auf eine Bohrpfehlgründung ergaben sich keine Kostennachteile. Dies ist auf die Schadstoffbelastung des Boden zurückzuführen, welche den Kostenvorteil der bautechnisch weniger anspruchsvollen Flachgründung negativ beeinflusst. Insgesamt wird die Kostenplanung und der Bauablauf durch die Umplanung berechenbarer und weniger risikobehaftet.**

## 1.4 Gebäudeentwurf Umplanung

Im Zentrum der Anpassung des Gebäudeentwurfs stand die Absicht, den Umfang der Kellergeschossflächen auf ein möglichst geringes Maß zu reduzieren. Dabei wurden zwei Varianten mit dem Amt für Gebäudewirtschaft diskutiert, von der eine Lösung die Verlagerung der Kellerflächen auf das Dach (Aufstockung) und eine weitere Variante die Auslagerung des Schülerrestaurants in einen angegliederten Pavillon vorsahen.

Zwar bot die Variante «Aufstockung» Vorteile in Bezug auf die Gründungsarbeiten, jedoch ergaben sich im Bereich der Erschließung, der Verkehrswege, der Fassadengestaltung, der bauphysikalischen Eigenschaften und Funktionalität der räumlichen Anordnung kein überzeugendes Gesamtbild. So mussten die Fachateliers in diesem Fall im 3. Obergeschoss platziert werden, was insbesondere die Anlieferung der Werkräume deutlich erschwert hätte. Um sämtliche Lernhäuser an die Fachräume anzubinden, wäre es zudem nötig gewesen, die drei Haupttreppenhäuser bis in das 3. Obergeschoss fortlaufen zu lassen, was wiederum die Flächeneffizienz ungünstig beeinflusst hätte.

Problematisch bewertet wurde auch die räumliche Nähe der Lüftungsgeräte zu den Fachateliers, insbesondere vor dem Hintergrund einer möglichen schalltechnischen Beeinträchtigung sensibler Lernbereiche. Die aus der Aufstockung abgeleitete 4-Geschossigkeit der Fassade hätte aus gestalterischer Sicht einen sehr dominanten, monumentalen Ausdruck zur Folge gehabt, die in Anbetracht der Bauaufgabe nicht angemessen schien.

Aus den genannten Gründen wurde im Kontext der Umplanungsarbeit eine Auslagerung des Schülerrestaurants in einen angegliederten Pavillon bearbeitet. Dieser Pavillon wurde so konzipiert, dass bei Bedarf auch kleinere interne oder externe Veranstaltungen (bis 200 Personen) durchgeführt werden können. Dies trifft sowohl auf die äußere Erschließung, die über einen nicht-temperierten Windfang unabhängig vom Schulhaus erfolgen kann, als auch auf die Dimensionierung des Hauptspeiseraums (Schülerrestaurant 1) zu. Für die Schüler der Wirtschaftsschule steht ein Separee mit eigenem Windfang und Garderobe zur Verfügung. Durch die neue, ebenerdige Lage der Anlieferung im Nordwesten, wird die Bewirtschaftung der Küche wesentlich vereinfacht. Gleichzeitig klärt die überarbeitete Anlieferung den Verlauf der Schulhofeinfriedung, da diese nun nicht mehr über den nördlichen Zugang, sondern über den Parkplatz im Nordwesten des Schulhofs erfolgt.

Mit der Ausgliederung des Schülerrestaurants konnten die zuvor im Untergeschoss positionierten Fachateliers nun im Erdgeschoss verschoben werden. Selbige sind ringförmig um die Pausenhalle angeordnet, wodurch sich die gemeinschaftlichen Funktionen nun im Erdgeschoss konzentrieren und jeweils über eine direkte Außenraumbeziehung verfügen. Gleichzeitig verbessert sich die Erschließungssituation durch den Entfall des Souterraingeschosses, das eine Höhendifferenz zwischen dem Erdgeschoss und dem Pausenhof nach sich zog. Aufgrund der genannten Maßnahme ist das Schulgebäude nun vollständig barrierefrei. Die Klassen- und Gruppenräume im ersten und zweiten Obergeschoss bleiben von der Überarbeitung weitestgehend unberührt. In diesen Geschossen wurden lediglich untergeordnete Anpassungen durchgeführt, die vor allem aus der Integration des Horts.

Vorteile Umplanung:

- Vollständige Barrierefreiheit durch Entfall des Höhenversatzes zum Pausenhof
- Konzentration gemeinschaftlicher Funktionen und Diensträume im Erdgeschoss, dadurch verbesserter Funktionsablauf und Außenraumbezug
- Zugewinn hochwertiger Aufenthalts- und Versammlungsflächen im Erdgeschoss
- Funktionale Optimierung des Schülerrestaurants (Speisenausgabe, Geschirrrückgabe, Entflechtung der Erschließung)
- Eindeutiger Verlauf der Umfriedung des Schulhofs, Anlieferung außerhalb des Schulhofs
- Reduzierung des Kellergeschosses bzw. des Baugrubenaushubs und der damit verbundenen Wasserhaltung auf ein notwendiges Maß
- Minimierung der Kosten bzw. des Kostenrisikos aus Wasserhaltung und Baugrubenverbaus
- Vereinfachter und beschleunigter Bauablauf

## 1.5 Baugrund und Wasserhaltung

Die Flurstücke 1218, 1218/2 und 1219/61 liegen des Landshuter Bahnhofes. Luftaufnahmen zeigen, dass das Gebiet während des zweiten Weltkriegs Ziel von Bombeneinschlägen wurde. Beim Bau der Grundschule Nordwest muss deshalb von einer Belastung durch Kampfmittel ausgegangen werden und im Vorfeld der Bauarbeiten eine entsprechende Untersuchung erfolgen.

Die Ergebnisse der Baugrunderkundung haben ergeben, dass die tragfähigen Schichten mitunter erst ab einer Tiefe von 5,00 m anzutreffen sind. Die Gründungstiefen stellen sich für die drei Bauteile wie folgt dar:

- Grundschule: teilweise 5,0 m unter GOK
- Sporthalle: 5,0 m unter GOK

Hinsichtlich der Grundwasserverhältnisse stellt sich die Situation wie folgt dar:

- Grundwasser(druck)spiegel = ca. 2,70 m unter GOK (388,5 mNN)
- Mittlere Grundwasserstand (MGW) = ca. 388,2 mNN.
- Höchstwasserstand (HGW) = ca. 390,2 mNN.

Aus dem Verhältnis von Gründungstiefe und mittlerem Grundwasserstand leitet sich die Notwendigkeit einer Wasserhaltung ab. Das Büro mplan eG hat zu diesem Zweck zwei Varianten für Wasserhaltung ausgearbeitet, die im Folgenden näher betrachtet werden. Das Wasserwirtschaftsamt wird in die Entscheidungsfindung zur Umsetzung der Wasserhaltung eingebunden:

- Variante geschlossene Wasserhaltung: Wasserdichte Spundwand, ca. 120 lfm, 4 Brunnen, 2 Sickerschächte, 60 Tage Pumpenbetrieb; Gesamtkosten 291.750 € (netto) entspr. 346.885 € (brutto)
- Variante offene Wasserhaltung: 6 Brunnen, 6 Sickerschächte, 3 Absetzbecken, 60 Tage Pumpenbetrieb; Gesamtkosten ca. 151.250 € (netto) entspr. 179.988 € (brutto)

Aus der Schadstoffanalytik geht eine - vermutlich geogene - Arsenbelastung hervor, was sich auf die abfallrechtliche Bewertung des Aushubs (Klassifizierung Z1.1 bis Z1.2) auswirkt. Vor Wiedereinbringung ist die Eignung nach Bundes-Bodenschutzgesetz für den Wirkungspfad Boden-Mensch als Kinderspielfläche zu überprüfen.

## 2.0 Grundschule

### 2.1 Entwurf und Grundrissorganisation

#### 2.1.1 Erschließung

Im Zuge der Umplanung wurde durch den Entfall des Höhenversprungs zwischen Schulhaus und Pausenhof die Barrierefreiheit geklärt und verbessert. Das gesamte Gebäude ist vollständig barrierefrei. Die äußere Erschließung der Grundschule erfolgt über zwei Hauptzugängen, namentlich jenen an der Parkstraße im Südwesten - im weiteren Verlauf Haupteingang 1 genannt - und dem nordwestlichen Eingang an der Oberndorferstraße - im weiteren Verlauf Haupteingang 2 genannt. Während Haupteingang 1 aufgrund seiner Ausrichtung vor allem Schülern dient, die den Schulweg über den Schulbus oder per Fahrrad bewältigen, ist der Haupteingang 2 jene Kinder vorgesehen, die sich dem Schulhaus zu Fuß oder mit dem elterlichen PKW nähern (Kiss-And-Ride). Für Schüler und Schülerinnen die schon vor dem Schulbetrieb eine Betreuung in Anspruch nehmen, ist bei Haupteingang 2 eine Klingelanlage vorgesehen, die in direktem Kontakt mit den Lernclustern steht. Beide Haupteingänge besitzen eine Klingel für das Sekretariat bzw. den Hausmeister.

Von den Haupteingängen aus begeben Sie sich zu einer der drei Garderobenanlagen. Sie sind über Treppenhäuser direkt mit den darüber liegenden Lernhäusern verbunden und selbigen direkt zugewiesen. Dadurch wird eine starke Identifikation der Schüler mit dem jeweiligen Lerncluster ermöglicht.

Untergeordnete Nebeneingänge finden sich im Norden des Schülerrestaurant und auf der dem Pausenhof zugewandten Gebäudeseite (Treppenhaus 2). Letzterer ermöglicht einen unkomplizierten Zugang zum umfriedeten Pausenhof. Das Zugangstor zum Pausenhof im Regelfall verschlossen, wodurch ein geschützter Außenbereich ausgebildet wird, was im Kontext der angestrebten Ganztagsbetreuung von großer Wichtigkeit ist. Der nördliche Nebeneingang wiederum dient den Wirtschaftschülern als vom Grundschulbetrieb unabhängiger Zugang zum Schülerrestaurant. Auch die Anlieferung der Küche erfolgt nördlich Schülerrestaurants, damit wird eine verkehrstechnische Überlagerungen mit dem Grundschulbetrieb bestmöglich vermieden.

#### 2.1.2 Förderfähige Flächen

Da sich die räumliche Programmatik von Grundschule (Lernhauskonzept) und Bildungshaus unterscheidet, haben sich gegenüber dem Vorentwurfsstand Änderungen bei der Bilanzierung der förderfähigen Flächen ergeben. Die räumliche Verflächtung von Hort und Grundschule hat zur Folge, dass viele Nutzungsbereiche nicht mehr eindeutig zugeordnet werden können. So werden zum Beispiel Teamräume und Lernzentren sowohl durch den Hort als auch durch die Grundschule in Anspruch genommen.

Zusammen mit dem Schulverwaltungsamt erarbeitete das Amt für Gebäudewirtschaft ein aktualisiertes Raumprogramm, das die Beschaffenheit des Bildungshauses abbildet und eine Gewichtung zwischen Grundschule und Hort vornimmt. Die im Entwurf vorgesehene Flächen der förderfähigen Nutzungsbereiche belaufen sich auf insgesamt 3.939,5 m<sup>2</sup> und unterschreiten damit die Vorgaben des genannten Raumprogramms (3.962 m<sup>2</sup>) um 23,5 m<sup>2</sup>.

Mit dem Bildungshaus einhergehend erfolgte seitens der Bauherrschaft die Anweisung, dass im weiteren Planungsverlauf von einer 4-Zügigkeit der Grundschule auszugehen sei. Da die Flächen der Erweiterungsoption zum Vollzug des offenen Ganztags bzw. der Mittagsbetreuung benötigt werden, ist eine 5-zügige Erweiterung im Rahmen des geplanten Schulhauses nicht mehr möglich. Damit errechnete sich bei eine Gesamtschülerzahl von 400 Schülern, was insbesondere auch für die Auslegung des Schulrestaurants relevant war.

### 2.1.3 Räumliche Organisation

Das Schulhaus ist in Bezug auf seine Funktionen geschossweise gegliedert. Im Erdgeschoss sind die gemeinschaftlichen Funktionen wie die Pausenhalle, das Schülerrestaurant, die Fachateliers sowie der Verwaltungsbereich angeordnet, in den Obergeschossen befinden sich die Unterrichts- und die Betreuungsräume. Das Untergeschoss beherbergt Technik- und Lagerflächen.

Die räumliche Organisation der Obergeschosse des Vorentwurfsstands wurde durch die Bauherrschaft weitestgehend begrüßt und in seiner Grundform beibehalten. Aus diesem Grund konzentrierte sich die Anpassung der Grundrissorganisation in der Entwurfsphase auf die bereits erwähnte Umplanung zur Minimierung des Kellergeschosses und die Integration der Vorgaben des Bildungshauskonzepts. Letztere macht sich durch die Vergrößerung der Teamräume und die Ergänzung von Gruppenräumen für die Betreuungstätigkeit bemerkbar. Im Rahmen verschiedener Abstimmungsgespräche wurde außerdem eine exemplarische Erstausrüstung (KG 600) sämtlicher Nutzungsbereiche erarbeitet.

### 2.1.4 Verwaltungsbereich

Bei der Umgestaltung des Verwaltungsbereichs war insbesondere die Lage der Schulleitung und des Sekretariats von Bedeutung. Auch hier erwirkte die bereits angesprochene Umplanung eine Verbesserung. Das Sekretariat als zentrale Anlaufstelle liegt nun - wie vom Schulamt angestrebt - in unmittelbarer Nähe zum südwestlichen Haupteingang (Haupteingang 1). Es weist eine direkte Beziehung zum Büro des Schulleiters auf und verfügt im Übergang zur Pausenhalle über einen Wartebereich für Eltern und Schüler. Außerdem bietet es Raum für eine sichtgeschützte Liege, welche einen separaten Erste-Hilfe-Raum ersetzt und die Überwachung von verletzten oder erkrankten Schülern vereinfacht.

Anstelle eines Besprechungsraum und eines Elternsprechzimmers, gibt es nun zwei Elternsprechzimmer von unterschiedlicher Raumgröße. Dabei fungiert das neben dem Haupteingang angeordnete, große Elternsprechzimmer auch als Mehrzweckraum für eventuelle Besprechungen des pädagogischen Personals.

Die Räumlichkeiten von Schul- und Hortleitung sind in Ihrer Größe und Ausstattung von identischer Qualität, alle übrigen Büros (Schulsozialarbeit, Schulpsychologe, Beratungslehrer) blieben in ihrer Beschaffenheit weitestgehend unverändert.

Das Lehrerzimmer sollte gemäß Schulamt wie folgende Merkmale aufweisen:

- Nachweis einer Konferenzmöblierung mit 40 Lehrern, 60 cm Arbeitsflächenbreite
- 40 Ablagefächer für Lehrer mit 1x DIN A4 / A3 - Fach (liegende), 1x DIN A4 - Fach (stehend)
- Garderobenschrank
- Teeküche
- Beamer mit Präsentationsfläche

### 2.1.5 Sanitärräume

Bei der Auslegung der Sanitärräume wurden die VDI-Richtlinie 6000 Blatt 6 (Kindergärten, Kindertagesstätten, Schulen) und die Arbeitsstättenrichtlinie herangezogen. Dabei wurden aufgrund der deutlichen Übererfüllung im Bereich der Stundentoiletten beide Bereiche - gemeint sind Stunden- und Pausentoiletten - gemeinschaftlich Betrachtet. In jedem Geschoss gibt es, wie in den VDI-Richtlinien vorgesehen, ein Behinderten-WC. Auch das Schülerrestaurant verfügt zur Minderung der Wegstrecken über eigene Toilettenanlagen samt Behinderten WC. Es wird darauf hingewiesen, dass die Pausentoiletten entgegen der Annahme der VDI-6000 Blatt 6 als innenliegende, fensterlose Toilettenanlagen, konzipiert sind.

Bei einer maximalen Belegungsdichte von ca. 40 Lehrerinnen und Lehrern sind gemäß Arbeitsstättenrichtlinie drei WC-Anlagen je Geschlecht zu planen. Pro Geschoss sieht der Entwurf jeweils ein Lehrerinnen-WC und ein Lehrer-WC vor, die Bedingungen der Arbeitsstättenrichtlinie sind damit erfüllt. Die Planung eines Divers-WCs ist nach einem Stadtratsbeschluss (siehe Protokoll 006 vom 18.06.2019, TOP1) nicht vorgesehen.

### 2.1.6 Schülerrestaurant / Küche

Im Schülerrestaurant werden sämtliche Schüler in zwei Schichten versorgt. Gleiches gilt für die 75 Wirtschaftsschüler, welche ebenfalls im Schülerrestaurant verpflegt werden und für die ein eigener Sitzplatzbereich mit separatem Zugang vorgesehen ist. Insgesamt ist je Schicht mit 280 Personen zu rechnen.

Der vorliegende Gebäudeentwurf berücksichtigt die von der Fachplanung für Küche und Gastronomie erarbeiteten Vorlagen (Fa. Rottissimore) und gruppiert diese in einem innenliegenden Kernbereich im Zentrum des Schülerrestaurants, welcher zu Zwecken der Anlieferung und Belichtung punktuell an die Fassade stößt. Lager- und Kühlräume sind auf die Bedürfnisse der Küchentypologie ausgerichtet, ein zentraler Flur trennt saubere und unsaubere Bereiche. Anders als im Vorentwurfsstand sind sämtliche Lagerräume im direkten Umfeld der eigentlichen Küche zu finden. Durch die symmetrische Aufteilung des Gastraums ist eine gleichmäßige Verteilung der Schüler und eine Entzerrung bei Aus- und Rückgabe gegeben.

Um den organisatorischen Ablauf der Essensausgabe, Essenrückgabe und Bezahlungsvorgang zu klären, wurde von der Fa. Soda GmbH ein Betreiberkonzept erstellt, das eine Essensausgabe über zwei fest installierte Theken im Bereich der Ausgabe und eine mobile Theke im Schülerrestaurant 2 (Raum ME003) vorsieht. Darüber hinaus fußt das Konzept folgenden Entscheidungen:

- Frühstück und Nachmittagsversorgung in den Lernclustern, Organisation und Beschaffung der Speisen durch pädagogisches Personal, Lagerung in Kühlschränken innerhalb der Cluster (Kleiner Gruppenraum)
- Getränke: Nur Wasserspender und ggfs. Teekannen, keine Flaschenware; zwei bis drei Trinkwasserspender im Schülerrestaurant (je einer links und rechts der Ausgabentheke)
- Verzehr mitgebrachter Speisen und Getränke soll im Schülerrestaurant möglich sein
- Ausgabesystem als Mischform über mobile Counter und Tischgemeinschaft : 50% Selbstbedienung durch Schüler\*innen mit Speisen-Ausgabe durch Servicepersonal, 50% Verpflegung über Schlüsselversorgung in Tischgemeinschaften
- Besteck, Servietten, Gläser und Wasserkaraffen sind auf den Tischen eingedeckt
- Schüler\*innen räumen Geschirr selbst ab, zu diesem Zweck sind Rückgabestationen gleichmäßig im Gasträum verteilt
- Pausenverpflegung wird am Counter durch Servicepersonal ausgegeben
- Bezahlung erfolgt Bargeldlos, es ist entsprechend Netzwerkschnittstellen und Stromanschlüsse im Bereich der Ausgabe und nahe des Eingangs vorgesehen

Bei der Gestaltung des Schülerrestaurants wurde darauf geachtet, dass sich die Nutzungsmöglichkeiten nicht allein auf die Verköstigung der Schüler beschränken muss. So ist die Raumtiefe im Süden des Schülerrestaurants so gewählt, dass auch kleinere Veranstaltung - etwa Bürgerversammlungen oder Elternabende - für bis zu 200 Personen stattfinden können. Sämtliche Einrichtungsgegenstände sind mobil in den Raum eingestellt, wodurch verschiedene Möglichkeiten der Bestuhlung umsetzbar sind. Die Positionierung des zweiten Haupteingangs gewährleistet einen vom Schulbetrieb unabhängigen Zugang.

### *2.1.7 Cluster der kooperativen Ganztagsbetreuung*

Die für den Unterrichtsbereich bestimmten Obergeschosse setzen sich jeweils aus drei Clustern und den zugehörigen Sanitärbereichen zusammen. Sie sind Abbild des neuen pädagogischen Konzeptes zur kooperativen Ganztagsbetreuung, welches den Schulunterricht und die Hortbetreuung räumlich zusammenführt.

Der klassische Frontalunterricht nimmt im modernen Schulalltag einen Anteil von nur etwa 30% ein, die übrigen Unterrichtseinheiten erfolgen interaktiv in Einzel- oder Gruppenarbeit. Dabei bearbeiten die Schüler die Arbeiten nicht ausschließlich in den Klassenräumen, sie können sich vielmehr frei im Cluster bewegen und sich eine geeignete Lernsituation wählen. Aus diesem Grund sind die Cluster als Lernlandschaften gestaltet, bei denen sich eine Vielzahl von Klassen- und Gruppenräumen um ein gemeinsames Zentrum legen.

Am 30.07.2019 fand ein durch Frau Schulze (Amt für Gebäudewirtschaft) organisierter Workshop mit Frau Doberer (Büro LernLandSchaft) statt, die auf eine langjährige Erfahrung bei der Umsetzung moderner Lernkonzepte zurückgreifen kann. Im Zuge des Workshops wurde der vorliegende Entwurf analysiert und potenzielle Verbesserungsmöglichkeiten erarbeitet. Die Erkenntnisse sollten in der Entwurfsphase als Orientierungshilfe für die kindergerechte Gestaltung der Grundschule dienen. Weitere Beratungstermine erfolgten am 27.05.2020 und am 13.05.2020 elektronisch per Videokonferenz, in diesem Zuge wurden sämtliche Funktionsbereiche des Schulbetriebs eingehend besprochen. Die Erkenntnisse sind in die Gestaltung des Schulhauses und den Vorschlag zur Erstausrüstung eingeflossen.

## 2.2 Konstruktion

### 2.2.1 Gründung und Tragwerk

Wie einleitend erwähnt, wurde die Umplanung im Vorfeld der Leistungsphase 3 vor allem durch die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung ausgelöst. Ein ausreichend tragfähiger Boden war gemäß den Untersuchungen erst ab einer Tiefe von 5,00 m zu erwarten. Da der Vorentwurfsstand eine Gründungstiefe von lediglich 2,835 m bis 3,95 m aufwies, war ein großflächiger Bodenaustausch erforderlich, der sich aufgrund des hohen Grundwasserstandes und der geogenen Arsenbelastung des Baugrunds problematisch gestaltete. Im Zuge der Umplanung wurde das Gründungssystem von einer Flachgründung mit Bodenaustausch, auf eine Bohrpfahlgründung umgestellt.

Die Grundschule ist als Massivbau in Stahlbetonskelettbauweise geplant, dabei soll das Kellergeschoss als sogenannte «weiße Wanne» nach DIN 18195, 18531, 18535 ausgeführt werden. Die vertikale Lastabtragung erfolgt über Stahlbetonfertigteilstützen und Ortbetonwände in der Sichtbetonqualität SB3. In der Pausenhalle kommen Stahlbetonverbundstützen zum Einsatz, diese können aufgrund der höheren Tragfähigkeit mit einem geringeren Querschnitt als reguläre Stahlbetonstützen ausgeführt werden, was die Nutzbarkeit und Durchlässigkeit des Raums verbessert. Der Aufzugsschacht, die Treppenhauswände und die Wandscheiben im Umfeld des Lichthofs bzw. der Pausenhalle leisten die horizontale Aussteifung des Gebäudes.

Zwischendecken und Dächer werden - anders als im Vorentwurfsstand - nicht mehr als Hohldecken, sondern als reguläre Stahlbetonflachdecken mit einer Stärke von 420 mm ausgeführt. Die Ortbeton-Bodenplatte des Untergeschosses besitzt eine konstruktive Stärke von 650 mm.

Bei den Geschosstreppen handelt es sich um eine Mischkonstruktion aus Ort- und Fertigbeton. Die an die Fassade stoßenden Podeste und Treppenläufe sind in Ortbetonbauweise gefertigt und kraftschlüssig mit den umgebenen Treppenhauswänden verbunden, die übrigen Treppenläufe sind als Fertigbauteile konzipiert.

Ein charakteristisches Element der Grundschule ist der umlaufende Laubengang. Dieser ist aus brandschutztechnischen Gründen (Brandüberschlag) als Stahlbetonkonstruktion zu errichten. Hierbei sind die Deckenplatten und die zugehörigen Unterzüge in Ortbetonbauweise in der Sichtbetonklasse SB3 geplant. Wärmedämmelemente zur thermischen und schalltechnischen Entkoppelung verbinden die Deckenplatten mit den Geschossdecken, ohne hierdurch Wärmebrücken zu erzeugen.

Um den Erfordernissen des Brandschutzes gerecht zu werden, sind Elemente zur thermischen Entkoppelung mit Brandschutzmanschetten ausgestattet. Die außenliegenden Stahlbetonstützen sind als Fertigbetonbauteile angedacht, ihre Tragwirkung ist auf den Laubengang beschränkt. Um den Gründungsaufwand zu reduzieren, ist die Frottschürze des Gebäudes als Balken ausgebildet, welcher die Lasten der Laubengangstützen aufnimmt und an die Bodenplatte bzw. die Bohrpfähle weitergibt.

Das statische System der Grundschule ist auf das Schülerrestaurant übertragbar. Auch hierbei handelt es sich um einen Skelettbau, mit vereinzelt Stahlbetonwänden zur vertikalen und horizontalen Lastableitung. Außenliegende Stützen übernehmen die vertikale Lastabtragung am Deckenrand. Um Wärmebrücken zu vermeiden, ist auf der Deckeninnenseite eine Verzugsdämmung vorgesehen, eine Wärmebrückenuntersuchung durch das Büro Hoock & Partner Sachverständige PartG mbB bescheinigte die Unbenklichkeit der Konstruktion.

### 2.2.2 Raumbildende, nicht-tragende Innenwände

Die raumbildende Ausfachung der Stahlbetonskelettkonstruktion ist in Form von Gipskartontrockenbauwänden konzipiert. Die Vorteile dieser Bauweise liegen in der schnellen und kostengünstigen Umsetzung, zudem ermöglicht Sie bei Bedarf

eine unkomplizierte Anpassung der räumlichen Disposition und wirkt sich damit positiv auf den Lebenszyklus des Bauwerks aus. Sie deckt dabei ein breites Funktionsspektrum ab und dient als Installationswand, Brandwand und als Trennwand mit Schallschutzanforderungen.

Auf die großen Raumhöhen der Schule wird mit ausreichend dimensionierten Metallständern (min. CW75) reagiert, sichtbare Oberflächen werden zweifach beplankt und in der Qualitätsstufe Q3 ausgeführt. Brandwände sind zusätzlich mit einer Metallblecheinlage und einer Beplankung aus Massivbauplatten versehen.

In den Unterrichts- und Hortclustern sind zwischen den Klassen-, Gruppen- und Therapieräumen und den Lernzentren aufgrund des pädagogischen Konzepts vielfältige räumliche und visuelle Beziehungen erforderlich. Um diese Verbindungen zu ermöglichen, wird der Einsatz von Element- bzw. Systemtrennwänden vorgeschlagen. Diese können situationspezifisch mit Oberlichtern, Glasflächen oder Verbindungstüren versehen werden. Insbesondere im Kontext der konzeptionellen Umstellung von einer reinen Grundschule hin zu einem Bildungshaus, gewannen die visuellen Sichtbeziehungen (Aufsichtspflicht) an Bedeutung. Da der großflächige Einsatz von Glastrennwänden sich negativ auf den Schallschutz auswirken drohte, wurden durch das Büro Hooek & Partner Sachverständige PartG mbB weitergehende Untersuchungen durchgeführt. Diese kamen zu dem Schluss, dass die Trennwände zwischen den Klassen- und Gruppenräumen zum Schutz der Schüler und Lehrer ein besonders gut bewertetes Schalldämm-Maß  $R_{w,P} = 51$  dB aufweisen müssen.

Sowohl die beschriebenen Trockenbau-, als auch die Elementtrennwände können etwaigen Verformungen der Geschossdecken durch die Möglichkeit der allseitigen Ausbildung gleitender Anschlüsse problemlos begegnen.

### 2.2.3 Abhangdecken

Weite Teile der Grundschule sind mit einer Abhangdecke versehen, wobei die Abhanghöhe situationsabhängig zwischen 300 und 720 mm liegt. Akustisch sensible Bereiche werden dabei mit einer Akustikdecke, bei Bedarf mit Dämmauflage, geplant. In Feuchträumen kommen imprägnierte Bauplatten zum Einsatz, alle übrigen Bereiche besitzen eine zweifache Beplankung aus regulären Gipskartonbauplatten. Die Installation von Elektro-, Lüftungs- und Sanitärtechnik erfolgt primär verdeckt im Zwischenraum der Abhangdecken. In Kombination mit den fixierten Mediensäulen ist eine Nachinstallation jederzeit möglich.

Ausnahmen bilden die Fachateliers WTG 1, WTG 2 und NuT, die aufgrund des angestrebten Werkstattcharakters eine Akustikdecke aus Holzwolle-Akustikplatten besitzen. Diese reduziert auch den Bedarf an Wandabsorberelemente.

### 2.2.4 Bedachung

Wegen der schlechten Sickerfähigkeit des Baugrunds sind die Grundschule und das Schülerrestaurant mit extensiv begrünten Retentionsflachdächern ohne Gefälle geplant. Durch ihr Rückhaltevermögen entlasten sie Versickerungsanlagen, die in Form von Rigolen und Mulden ausgeführt werden.

Die Dächer sind grundsätzlich nur zu Wartungszwecken begehbar, der Ausstieg zum Hauptdach über dem zweiten Obergeschoss ist über Dachausstiegsfenster in den Lernzentren möglich. Es beherbergt u.a. die von einem Schall- und Sichtschutz umgebenen Lüftungsgeräte der Cluster. Für Wartungszwecke ist das Flachdach mit einem Seilsicherungssystem ausgestattet.

Das extensiv begrünte Dach des Innenhofs ist mit Oberlichtern zu Belichtung der Pausenhalle bestückt. Diese sind aus brandschutztechnischen Gründen nicht zu öffnen und weisen eine Feuerwiderstandsklasse von F90 (DIN 4102-13) bzw. EI90 (EN 13501-2) auf.

## 2.3 Brandschutz

### 2.3.1 Allgemeines

Die Grundschule wird als Sonderbau der Gebäudeklasse 5 betrachtet. Als zentrales Element des Brandschutzkonzeptes fungiert der umlaufende Laubengang, der in den Erd- und Obergeschossen jeweils zwei bauliche Rettungswege sicherstellt und den Brandüberschlag unterbindet. Die notwendigen Treppenhäuser können in den Obergeschossen jeweils von zwei Seiten, d.h. aus dem Gebäudeinneren als auch über den Laubengang, betreten werden.

Das Brandschutzkonzept gliedert die Brandabschnitte der Grundschule geschossweise. In einem Abstimmungsgespräch zwischen Herr Künzl (Fachplanung Brandschutz) und dem Ingenieurbüro Klaus Franke (Prüfsachverständiger für Brandschutz) am 01.07.2019 wurde geklärt, dass bei der Auslegung der Brandabschnitte die Musterschulbaurichtlinie (MSchulBauR) zu Anwendung kommen kann. Hierdurch vergrößert sich die Ausdehnung der Brandabschnitte von 1.600 m<sup>2</sup> (BayBO) auf 3.600 m<sup>2</sup> (MSchulBauR), weshalb die Ausbildung von internen Brandwänden, mit Ausnahme der Treppenhäuser, entfällt. Die Anwendung der Musterschulbaurichtlinie stellt eine Abweichung dar, derer bei Unterteilung der Geschosse durch feuerbeständige Wände jedoch stattgegeben wird.

Baurechtlich werden die Grundschule und das Schülerrestaurant als ein Bauteil betrachtet. Aus diesem Grund ist auch auf das Schülerrestaurant die Gebäudeklasse 5 (Sonderbau) anzuwenden, was u.a. den Einsatz einer Brandmeldeanlage mit Vollschatz nach sich zieht. Um einen Brandüberschlag zwischen den Bauteilen zu vermeiden, ist die Decke des Windfangs feuerbeständig auszuführen.

Im Zuge der Abstimmung zwischen Herr Künzl und Herr Nemela (Stadtbrandrat) vom 02.06.2020 wurde die Notwendigkeit einer trockenen Steigleitung in den Treppenhäusern des Schulhauses erkannt, um so Stolperfallen im Verlaufe des Fluchtwegs zu vermeiden. Zu diesem Zwecke sieht der Entwurf in den Obergeschossen jeweils eine Entnahme je Treppenhaus vor, im Erdgeschoss (Fassade Garderobenraum) liegt die Einspeisearmatur. Die Beschaffenheit der Entnahmemarmatur ist mit der Brandschutzdienststelle der FFW-LA Rücksprache im weiteren Planungsverlauf genauer zu bestimmen.

### 2.3.2 Obergeschosse

In den Obergeschossen definieren feuerbeständige Wände jeweils drei Teilnutzungseinheiten. Diese Teilnutzungseinheiten bestehen aus je einem Cluster, zuzüglich der daran angrenzenden Sanitärzone. Da die Teilnutzungseinheiten eine Brutto-Grundfläche von mehr als 200 m<sup>2</sup> besitzen, wäre gemäß BayBO Art. 34 ein notwendiger Flur erforderlich. Ein solcher notwendiger Flur würde das pädagogische Konzept der Lerncluster massiv beeinträchtigen. Die mit dem Prüfsachverständigen abgestimmte Brandschutzplanung sieht deshalb eine Abweichung vor, die den Entfall der notwendigen Flure durch eine Brandmeldeanlage (Vollschatz) in den Lernzentren kompensiert.

In den Lernclustern wird der erste bauliche Rettungsweg jeweils über die an die Lernzentren angegliederten Treppenhäuser bewerkstelligt. Der zweite Rettungsweg führt über den Laubengang zu einem der benachbarten Treppenhäuser. In den Klassenräumen und den Gruppenräumen kann der Laubengang direkt über Fenstertüren betreten werden. Die kleinen Gruppenräume wiederum fungieren als Bypass für die innenliegenden Raumzonen. Die Tür zum kleinen Gruppenraum muss zu diesem Zweck stets unverschlossen bleiben. Eine Sondersituation stellen die mittig am Innenhof liegenden Teamräume dar. Sie müssen gemäß Brandschutzplanung über einen Blickkontakt zu den Lernzentren verfügen, gleiches gilt für die Therapie- und Differenzierungsräume.

### 2.3.3 Erdgeschoss

Die zentrale Frage bei der brandschutztechnischen Planung des Erdgeschosses war, ob im Falle des Schülerrestaurants oder der Pausenhalle die Versammlungsstättenverordnung in Anwendung zu bringen ist. Da sich aus der Versammlungsstättenverordnung nicht unerhebliche technische Anforderungen, räumliche Einschränkungen und Mehrkosten abgeleitet hätten deren Berücksichtigung im vorliegenden Fall unverhältnismäßig schien, bestand seitens der Bauherrschaft und der Planer das Bestreben, deren Einsatz zu vermeiden.

Hierbei konnten sich die Planungsbeteiligten auf eine Stellungnahme des Ingenieurbüros Kessler 23.07.2013 beziehen, dass sich bei seiner Beurteilung auf zwei Schreiben des Staatsministeriums des Inneren, Oberste Baubehörde vom 28.03.2011 und 17.02.2012 bezog. Demnach wurden schulische Veranstaltungen wie der Pausenaufenthalt, Einführungsveranstaltungen oder Schulfasching trotz Personendichte von mehr als 200 Personen nicht als Veranstaltungen im Sinne der Versammlungsstättenverordnung betrachtet.

Eine Begründung hierfür findet sich u.a. in §1 der Versammlungsstättenverordnung, welcher die Anwendung bei mehr als **200 Besuchern** vorsieht. Da es sich bei der Grundschule Nordwest jedoch nicht um ein Stadtteilzentrum handelt, ist davon auszugehen, dass das Gebäude nur in seltenen Fällen von einer größeren Menge externer Personen besucht wird. Bei den ständig anwesenden Lehrern und Schülern handelt es sich um ortskundige Benutzer des Gebäudes und in diesem Sinne nicht um Besucher. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, bis zu fünf schulfremde Veranstaltungen pro Jahr mittels Einzelgenehmigung nach §47 der Versammlungsstättenverordnung durchzuführen.

Im Hinblick auf das Schülerrestaurant ist mit einer Belegungsdichte von ca. 280 Personen zu rechnen. Da für das Schülerrestaurant, anders als im Falle der Pausenhalle, keine anderslautende Stellungnahme vorlag, musste zunächst von der Notwendigkeit zur Umsetzung der Versammlungsstättenrichtlinie ausgegangen werden. In der Besprechung zwischen dem Amt für Gebäudewirtschaft, Herr Künzl und Studio Leuschner Architekten GmbH vom 08.05.2019 (siehe Protokoll 005a) wurde die Idee eine Unterteilung des Schülerrestaurants in zwei Teileinheiten aufgegriffen. Nach Rücksprache mit dem Prüfsachverständigen erfolgte am 09.07.2019 ein Besprechungstermin mit der Bauaufsichtsbehörde, in dem bestätigt wurde, dass die Anwendung der Versammlungsstättenverordnung unter den gegebenen Voraussetzungen entfallen kann. Das Konzept wurde auf die Umplanung übertragen, auch hier ist der Gastraum in zwei Teilbereiche (Schülerrestaurant 1 und 2) gegliedert, die mit 196 Personen und 52 Personen die zulässige Zahl von 200 Personen jeweils unterschreiten.

Das Brandschutzkonzept stellte sich demnach wie folgt dar:

- Unterteilung des Erdgeschosses in die vier (Teil-)Nutzungseinheiten (davon drei Teilnutzungseinheiten in der Grundschule; In der Mensa gibt es keine Trennwände mit FWD, diese stellt eine in sich geschlossene Nutzungseinheit dar)
- Verwaltungsbereich: Rettungswege über Fenstertüren sowie Haupteingänge
- Küchenbereich: 1. Rettungsweg über Hauseingangstür Anlieferung, 2. Rettungsweg über Gastraum
- Schülerrestaurant 1: 1. Rettungsweg über den Haupteingang im Süden und 2. Rettungsweg über Fenstertüren
- Schülerrestaurant 2: 1. Rettungsweg über Nebeneingang im Norden, 2. Rettungsweg über Fenstertür
- Musiksaal: Rettungswege über Fenstertüren sowie Haupteingänge
- Pausenhalle: Rettungswege über Haupteingänge 1 und 2

Da die Teilnutzungseinheiten der Pausenhalle eine Brutto-Grundfläche von mehr als 200 m<sup>2</sup> aufweist, wäre gemäß BayBO Art. 34 ein notwendiger Flur erforderlich, dieser wird durch eine Brandmeldeanlage mit Vollschutz kompensiert.

Aus dem Wettbewerbsverfahren ging die Belichtung der Pausenhalle über ein weitläufiges Glasdach hervor. Da ein solches Dach mit der identischen Feuerwiderstandsklasse wie die angrenzende Geschossdecke auszuführen wäre, hätten sich aus dieser Position unverhältnismäßige Kosten ergeben. Um die Aufenthaltsqualität der Pausenhalle nicht zu schmälern wurde mit dem Amt für Gebäudewirtschaft besprochen, das Glasdach durch neun kleinere Oberlichter zu ersetzen. Diese Oberlichter sind als Standardelement mit ausreichender Feuerwiderstandsklasse und bauaufsichtlicher Zulassung verfügbar und besitzen ein Flächenmaß von jeweils 1,20 m x 1,20 m.

### 2.3.4 Untergeschoss

Das Untergeschoss entspricht aufgrund seiner Grundrissgestaltung den Vorgaben der Bayerischen Bauordnung. Da selbiges nach dem Umplanungsprozess keine Aufenthaltsräume mehr beinhaltet, genügt ein einziger Fluchtweg. Dieser wird durch einen notwendigen Flur und das daran anschließende Treppenhaus gebildet. Drei Kellerfenster ermöglichen die Entrauchung im Brandfall.

Um einen Verlust von wichtigen Unterlagen im Brandfall zu vermeiden, ist neben den Technikräumen auch das Schularchiv mit feuerbeständigen Wänden und Brandschutztüren ausgestattet.

## 2.4 Fassade

### 2.4.1 Fensterfassade

Die klimatische Hülle der Grundschule wird nach Außen hin durch eine elementierte Fensterfassade gebildet, dabei wurde der aus dem Wettbewerbsbeitrag stammende Fassadenentwurf hinsichtlich verschiedener Aspekte kritisch betrachtet:

- Bodentiefe Fenster werden von Benutzern häufig als unangenehm empfunden
- Die Möblierbarkeit wird durch das Fehlen einer Brüstung eingeschränkt
- Die ursprünglich geplanten, großen Fensterformate sind von Grundschulern nicht oder nur schwer zu bedienen
- Bodentiefe Fenster erhöhen die Gefahr vor Überhitzung ohne die Belichtung entscheidend zu verbessern
- Die thermische Qualität (Wärmedämmung) von Fensterrahmen und Fensterglas fällt gegenüber opaken Bauteilen ab

Auf die vorgebrachten Bedenken wurde während Vorentwurfsphase durch eine neue Gliederung der Fensterelemente eingegangen. So erhalten sämtliche Fassaden einen farblich abgesetzten, opaken Brüstungsbereich, dessen Höhe von 50 cm etwa mit den Oberkanten der Tischplatten der Schüler übereinstimmt und somit ein optimales Verhältnis von Wärmeeintrag und Belichtung ermöglicht.

In den Obergeschossen wird eine kostengünstige Festverglasung jeweils durch Dreh- / Kippflügel von moderater Größe (1,10 m x 1,565 m) ergänzt. Die Fenstertüren, die für die Ausbildung des zweiten Rettungswegs notwendig sind, weisen ein Gesamtmaß von 1,10 m x 2,05 m auf und sind dadurch auch für Grundschüler problemlos bedienbar. Der untere Rahmen der Fenstertür nimmt die Höhe der Brüstung auf und integriert sich damit nahezu unsichtbar in das Gesamtbild der Fassade. Über dem Kämpfer sind längliche Kippflügel zur Unterstützung der erhöhten Nachtlüftung angeordnet, zu diesem Zweck sind jeweils zwei Oberlichter in den Klassen- und Gruppenräumen mit einem zentral gesteuerten Fenstermotor ausgestattet.

Der Rhythmus der Fassadenknicke gibt in Erd- und Untergeschoss die Dimension von Fensterelementen und Fensterflügeln vor. Die grundsätzliche Gliederung mit geschlossenem Brüstungsbereich, Öffnungsflügel, Kämpfer, Oberlicht und opakem Sturz ist identisch mit jener der Obergeschosse, wobei die größere Raumhöhe des Erdgeschosses zu höheren Fensterformaten und einer Verschiebung des Kämpfers um ca. 20 cm führt.

Der Laubengang bietet den Fensterelementen eine witterungsgeschützte Einbausituation, aus ökonomischen und ökologischen Gründen wird deshalb der Einbau von lackierten Fichtenholzfenstern empfohlen. Die Vorteile der Holzfenster gegenüber Holz-Aluminium-Fenstern liegen im niedrigeren Primärenergiebedarf und den wesentlich geringeren Investitionskosten. Kunststofffenster wiederum sind in Bezug auf den Stoffkreislauf (Entsorgung) kritisch zu betrachten, auch Reparaturarbeiten sind kaum oder nur in einzelnen Bereichen durchführbar. Fichtenholzfenster dagegen sind vollständig ökologisch abbaubar und gewährleisten durch die Reparaturfähigkeit einen langen Lebenszyklus. Die Lackierung der Holzfenster erfolgt mehrschichtig. Dabei kommt unter anderem die Flutungstechnik zum Einsatz, welche eine lückenfreie und dauerhafte Beschichtung sicherstellt. Hauseingangstüren sind aufgrund der erhöhten Beanspruchung in Aluminium geplant.

Aus bautechnischen Gründen werden Sturz- und Brüstungsbereich nicht als separate Wandflächen, sondern als hochwärmedämmte Rahmverbreiterungen oder Fensterpaneele ( $U_f \geq 0,23 - 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) konzipiert. Diese können von Fensterschreibern als kostengünstiges Halbzeug erworben und in der Werkstatt wetterunabhängig zu größeren Fensterelementen gefügt werden. Durch die Vereinheitlichung der Fensterelemente, die Minimierung der beteiligten Gewerke und die werksseitige Vorfabrikation ist eine zeit- und kosteneffektive Umsetzung der Fassade möglich.

Der Aufbau der Fassade des Schülerrestaurants ist vergleichbar mit jenem des Schulhauses. Jedoch sind hier aus bauphysikalischen Gründen die transparenten Fensterflächen reduziert. So bestehen die Oberlichter aus Öffnungselementen ohne Fensterglas, wodurch sich der Wärmeeintrag verringert und der Einsatz einer erhöhten Nachlüftung vermieden werden kann. Sämtliche Öffnungflügel im oberen Fensterband (insgesamt 6 Stück) sind mit einem elektrischen Stellmotor ausgerüstet. Das untere Fensterband besteht aus einer alternierenden Anordnung einer großflächigen Festerverglasung, Öffnungflügeln und gedämmten Holzpaneelen. Letztere sind auf der Wandinnenseite mit Glaswollewandabsorbieren bestückt. Durch die Integration der Absorber in die Außenwände ist die akustische Konzeption unabhängiger Bestuhlungsvariante gegeben, was eine flexiblere Nutzung ermöglicht.

Im Sockelbereich kommt eine hinterlüftete Fassadenkonstruktion mit einer durch Mineralwolle gedämmten Kalksandsteinwand zum Einsatz. Diese bietet den Vorteil, dass sich innenseitig auf Nutzerhöhe eine widerstandsfähige Oberfläche befinden würde, die der Beanspruchung durch Nutzer weitestgehend unbeschadet standhält.

#### 2.4.2 Sonnenschutz

Als beweglicher Sonnenschutz sind seilgeführte, vertikale Fenstermarkisen mit zentralem Windwächter vorgesehen. Diese sind direkt mit dem Sturz- oder Kämpferbereich verschraubt und in eingefahrenem Zustand durch bauseitige Verblendungen vor Witterungseinflüssen geschützt. Bedient werden können die Fenstermarkisen raumweise per Taster. Der Minderungsfaktor der Fenstermarkise beträgt  $f_c = 0,35$ .

#### 2.4.3 Laubengang

Gestalterisch wird der Laubengang durch die prägnanten Fachwerkträger aus Fertigbeton bestimmt. Diese ruhen auf den Konsolen der ebenfalls als Fertigteil gefertigten Stützen. Gegenüber dem Vorentwurf wurde die Absturzsicherung von einem V-förmigen Metallgelenker mit Pulverbeschichtung zu punktuell befestigten Metallrahmen mit Wellengitterfüllung vereinfacht.

#### 2.4.3 Innenhof

Die Umsetzung der Fassade des Innenhofes im 1. und 2. Obergeschoss ist als Kombination aus Fichtenholzfenstern mit Dickbeschichtung und einer verputzten Wärmedämmverbundkonstruktion vorgesehen. Bei der Gliederung der Fenster wurde auf eine kindergerechte Unterteilung geachtet. So besitzen die Dreh- / Kipfenster eine maximale Größe von  $0,95 \text{ m} \times 1,60 \text{ m}$ . Die Fenster verfügen über ein Oberlicht im liegenden Format, zur Unterstützung der Nachlüftung ist je ein Oberlicht pro Raumeinheit mit einem elektrischen Stellmotor versehen. Das Wärmedämmverbundsystem basiert auf einer Mineralwolle-Wärmedämmung mit armiertem Unterputz. Zur Verbesserung der Akustik und der Stoßfestigkeit sowie zur Prävention von Algenbildung ist die Vergütung der Oberfläche im sogenannten «Spar Dash»-Verfahren vorgesehen. Hierbei wird ein farbiges Natursteingranulat auf eine zuvor aufgetragene Trägerschicht geschleudert.

## 2.5 Barrierefreiheit

Die Grundschule entsprechend DIN 18040 vollständig barrierefrei erschlossen. Höhendifferenzen werden entweder über eine Rampenanlage mit einer Neigung von weniger als 6% (Pausenhalle) oder über den Aufzug überwunden. Der Aufzug entspricht nach DIN EN 81-20 dem Aufzugstyp 2 und bietet ausreichend Platz für einen Rollstuhlfahrer samt Begleitperson. In jedem Geschoss steht jeweils ein barrierefreier Sanitärraum zur Verfügung, was die zurückzulegenden Wegstrecken für betreffende Personen verkürzt.

Bereits im Rahmen der ersten Projektbesprechungen wies Frau Schulze als Vertreterin der Bauherrschaft darauf hin, dass die Stadt Landshut Barrierefreiheit und Inklusion als gelebte, allumfassende Themen versteht, die nicht auf die rollstuhlgerechte Erschließung zu reduzieren sind. In der Entwurfsphase wurde diesem Anspruch unter anderem im Bereich der Wegeführung im Außenraum und der akustischen Auslegung der Innenräume nachgegangen. Sämtliche Nutzungsbereiche wurden akustisch so ausgelegt, dass Sie den Inklusionsanspruch einlösen können. Abhängig von der jeweiligen Nutzungsart, wurde durch das Ingenieurbüro Hooek Partner Sachverständige PartG mbB das ideale Verhältnis von Nachhallzeit und Schalldämpfung ermittelt. Weitere Themen sind aufgrund der nötigen Detailschärfe in den folgenden Leistungsphasen zu vertiefen.

Nutzungsbereich	Nutzungsart (DIN 18041)	Belegungsdichte	Raumakustische Maßnahmen
Klassenräume	A4 - Unterricht / Kommunikation inklusiv	25 Schüler + 1 Lehrer	Akustikdecke mit Dämmauflage Wandabsorber Filz, 6 m <sup>2</sup>
Lernzentren	A4 - Unterricht / Kommunikation inklusiv	40 Personen (im Regelfall)	Akustikdecke mit Dämmauflage Flexible Schallschirme, H >= 1,60 m
Pausenhalle	A3 - Sprache / Vortrag inklusiv	350 Personen	Akustikdecke mit Dämmauflage
Schülerrestaurant	B5 - Räume mit besonderem Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	196 Personen	Akustikdecke mit Dämmauflage Wandabsorber ca. 16% der Raumgrundfläche
Lehrerzimmer	B4 - Räume mit Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	20 - 40 Lehrer (Notenkonferenz)	Akustikdecke mit Dämmauflage
Musiksaal	A3 - Unterricht / Kommunikation A4 / A1	26 Schüler + 1 Lehrer	Akustikdecke ohne Dämmauflage (ca. 50% der Raumgrundfläche) Schallabsorbierender Vorhang zur variablen Anpassung der Nachhallzeit
Sekretariat	B4 - Räume mit Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	Nach DIN keine Berücksichtigung	Akustikdecke ohne Dämmauflage
Werkraum WTG 2 (übertragbar auf andere Fachateliers)	A4 - Unterricht / Kommunikation inklusiv	25 Personen	Holzwohle-Akustikdecke Wandabsorber 15% Raumgrundfläche

Abb. 1: Akustische Auslegung der verschiedenen Nutzungsbereiche

## 2.6 Technische Gebäudeausrüstung

Nachstehend soll nur kurz auf das Konzept zur technischen Gebäudeausrüstung eingegangen werden, um so auf die architekturenspezifischen Zusammenhänge einzugehen. Für eine ausführliche Erläuterung verweisen wir auf die Erläuterungsberichte der Fachplanungen Elektrotechnik (IB Brundobler GmbH) und HLS (M. Vogt GmbH).

### 2.6.1 Lüftung

Das Grundkonzept geht von einer hybriden Fensterlüftung aus, d.h. einer Kombination aus maschineller Grundlüftung und einer manuellen Lüftung über die Fensterfassade. In Bezug auf die Komfortansprüche ist eine Klassifizierung nach Kategorie 2 und 3 (20% - 30% Unzufriedene) zu Grunde gelegt. Rotations- oder Plattenwärmetauscher mit einem Wärmerückgewinnungsgrad von ca. 80 - 85% vermindern Wärmeverluste in Folge des Luftwechsels.

#### Klassenräume:

Die Klassenräume werden mittels eines hybriden Lüftungssystems mit Frischluft versorgt. Dabei gewährleisten drei auf dem Dach positionierte Lüftungsgeräte die maschinelle Grundlüftung. Erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentrationen werden über eine regelmäßige Fensterlüftung, z.B. in den Unterrichtspausen, abgeführt. Diese Fensterlüftung erfolgt manuell in Eigenverantwortung durch Schüler und Lehrer.

Die Anordnung der Lüftungsgeräte entspricht der Aufteilung des darunter liegenden Unterrichtsbereichs, d.h. jedes Lüftungsgerät ist eindeutig einem Lerncluster zugeordnet und direkt über diesem positioniert. Hierdurch reduzieren sich die horizontalen Wegstrecken der Lüftungsrohre auf ein notwendiges Minimum. Neben den Klassenräumen werden deckungsgleich die darunterliegende Raumzonen im Erdgeschoss (Musiksaal, WTG 1+2, etc.) maschinell belüftet. Vertikale Steigstränge im Bereich der Tafelsysteme und der WC-Kerne verteilen die Luft zwischen den Geschossen. Innerhalb der Geschosse erfolgt die Installation der Lüftungsrohre in der Abhangdecke, wobei die Luft im Fassadenbereich eingebracht und nahe den Innenwänden abgesaugt wird.

#### WC-Anlagen, innenliegende Räume, Lernzentren:

WC-Anlagen und innenliegende Räume werden vollständig über eine maschinelle Lüftung versorgt. Analog zu den Klassenräumen existieren auch hier drei Lüftungsgeräte, die jeweils einem der darunter liegenden WC-Kerne zugewiesen sind. Auch die vertikale und horizontale Verteilung erfolgt auf identische Weise in vertikalen Steigzonen bzw. Abhangdecken. Die Lernzentren sind ebenfalls an die Lüftungsgeräte der WC-Anlagen angeschlossen, wobei alle an dem Lichthof angrenzenden Räume (Lernzentrum, Teamräume, Förderlehrerräume, Differenzierungsräume) über die Fenster zusätzlich auch frei - also hybrid - gelüftet werden können. Dadurch dass die WC-Anlagen bzw. die innenliegenden Räume über eigene Lüftungsgeräte verfügen, ist ein von den Klassenräumen unabhängiger Betrieb möglich.

#### Pausenhalle:

Die Pausenhalle wird über eine maschinelle Grundlüftung mit Frischluft versorgt. Dieses Lüftungsgeräte befindet sich nach dem Umplanungsprozess nunmehr auf dem Dach des Schulhauses, wodurch sich Höhe des Kellergeschosses reduziert werden konnte. Konkrete Festlegung zur Belegungsdichte und der erforderlichen Luftqualität wurden im Verlaufe des Besprechungstermin vom 18.05.2020 (Protokoll Nr. 015) getroffen. Im Regelfall soll die Kategorie IDA 2 erreicht werden, bei höherer Belegung (bspw. Weihnachtsfeier) sind Einbußen bei der Luftqualität hinnehmbar. Die Lüftung ist auf folgende Belegungsszenarien auszurichten:

- 400 Kinder wöchentliche Schulversammlung max. 1 Stunde,
- Morgens ca. 200 Kinder im regulären, reduzierten Pausenbetrieb (Pause verteilt auf Lernzentrum Schulhof und Pausenhalle) max. 0,5 h, täglich
- Gesamtelternabende: Max. 400 Eltern, max. 2 Stunden, halbjährlich
- Schulfeste und Feiern mit Eltern: ca. 600 Personen, ca. 1-1,5h, halbjährlich

Küche:

Hygienebedingt und aufgrund der olfaktorischen Belastung der fetthaltigen Luft, wird für die Küche ein separates Lüftungsgerät zur maschinellen Lüftung benötigt. Dieses befindet sich auf dem Dach des Schülerrestaurants hinter einer Einfassung aus Zementfaserplatten, welche zu Wartungszwecken mit großflächigen Toren ausgestattet ist.

Schülerrestaurant:

Die Gasträume des Schülerrestaurants erhalten ein separates Lüftungsgerät, das in Kombination mit den Öffnungflügeln der Fassade ebenfalls eine hybride Fensterlüftung ermöglicht. Die Leitungsstränge sind ringförmig um die Außenfassade angeordnet.

### 2.6.2 Heizsystem

Als Wärmeerzeuger ist eine Kombination aus Luft-/Wasser-Wärmepumpen und Gaskessel vorgesehen. Hierbei handelt es sich um ein Heizsystem, welches für einen effizienten Betrieb einen geringen Temperaturhub und damit niedrige Vorlauftemperaturen benötigt. Die Wärmeverteilung erfolgt deshalb großflächig über eine Fußbodenheizung. Sie weist im Vergleich zu Flächenheizkörpern eine bessere Hygiene und eine gleichmäßigere Wärmeverteilung auf. Die Kostendifferenz zwischen herkömmlichen Heizkörpern und Fußbodenheizung fallen nach Angaben der Fachplanung HLS gering aus.

## 3.0 Sporthalle

### 3.1 Entwurf und Grundrissorganisation

#### 3.1.1 Erschließung

Die Sporthalle wird über die Südfassade erschlossen, die Eingangstüre befindet sich auf dem Niveau des Rasenspielfelds und liegt drei Stufen unterhalb des Eingangsniveaus der Wirtschaftsschule. Im Zuge der Entwurfsplanung wurde der Geländeversprung zwischen dem künstlich erstellten Eingangsniveau der Wirtschaftsschule und dem tieferliegenden Rasenspielfeld in die Außenraumgestaltung aufgenommen und harmonisch über eine Mauer, welche auch als Bank fungiert, integriert.

#### 3.1.2 Entwurfsüberarbeitung

Im Zuge der Überarbeitung des Vorentwurfs sollten vor allem Optionen zur Kosteneinsparung gefunden werden. Zudem sollte das Thema der Fassade weiter untersucht werden. Die aktuelle Planung sieht eine Weiterentwicklung und Vereinfachung der Vorentwurfsplanung vor. Vor allem die Erschließung der Umkleideräume im Obergeschoss im Vorentwurfsstand erschien als ungünstig. Eine ebenerdige Anordnung dieser Räume spart deutlich Erschließungsfläche ein und ermöglicht es das Gebäudevolumen zu reduzieren. Um die Umkleiden im Erdgeschoss anzuordnen musste die Sporthalle in ihrer Grundfläche um ca. 2,08 m länger werden, die Technikräume welche zuvor im Erdgeschoss lagen wurden kompakt im Obergeschoss angesiedelt. Die Raumgrößen wurden bereits im Zuge des Vorentwurfs auf die förderfähigen Flächen zugeschnitten, sodass hier kein Einsparungspotential mehr vorhanden war. Lediglich auf den Regieraum, welcher in den förderfähigen Flächen nicht aufgelistet ist, wurde verzichtet.

Seitens der Fachplaner wurde die neue Grundrissorganisation begrüßt und von diesen auch ohne Umplanungskosten in die Leistungsphase III übernommen.

#### 3.1.3 Entwurfsvarianten Gebädekubatur

Im Zuge der Umplanung wurde neben der Grundrissorganisation auch nochmals die Erscheinung und Kubatur der Gebäudes geprüft. So wurden von den Architekten diverse Vorschläge erarbeitet und der Bauherrschaft mittels Visualisierung zur Beurteilung präsentiert.

Erste Vorschläge, die beiden eingeschossigen Anbauten mit geneigten Dächern auszuformulieren wurden von der Bauherrschaft abgelehnt, mit dem Verweis darauf, dass sich die Sporthalle in Ihrer Erscheinung der bestehenden Wirtschaftsschule anpassen und sich zurückhaltend in das Gebäudeensemble und dessen Formensprachen integrieren soll. Varianten mit einer außenliegenden Tragstruktur, welche an Elemente der Arkade des ursprünglichen Wettbewerbsentwurfs erinnerten, wurden geprüft, jedoch aus wirtschaftlichen und bautechnischen Gründen verworfen.

Ein überarbeiteter Entwurf wurde der Bauherrschaft präsentiert.

Die beiden eingeschossigen Gebäudeteile sind im Entwurfsstand mit einem Flachdach geplant, sodass der ruhige, zurückhaltende, Baukörper als Teil des Ensembles der Wirtschaftsschule gelesen wird.

Mit dem eingeschossigen Eingangsbereich, welcher auf Niveau des Rasenspielfelds erschlossen wird, wird der bestehenden Eingangssituation der Wirtschaftsschule genügend Raum gegeben.

#### 3.1.4 Überarbeitung Grundrisse

In den Grundrissen ergaben sich seitens der Bauherrschaft folgende Anforderungen und Überarbeitungs-Massnahmen, welche im Zuge der Umplanung noch in den Grundriss eingeflossen sind:

-Anstelle von 2 Besucher WCs wurde nur ein Männer-WC zusätzlich zu den WCs in den Umkleiden integriert. Zusammen mit dem WC-Barrierfrei stehen den Nutzern 2 WCs geschlechterspezifisch getrennt in unmittelbarer Nähe zur

Sporthalle außerhalb der Umkleiden zur Verfügung.

- Die Lehrerumkleide wurde in Ihrer Größe angepasst, sodass auch 1. Hilfe hier möglich ist. Ein Fenster im Turnschuhgang, sowie ein Blickfenster in der Türe ermöglichen es dem Lehrer die Schüler auch von der Lehrerumkleide aus im Blick zu behalten um die Aufsichtspflicht zu wahren.
- Da auf den Regieraum als solchen im überarbeiteten Entwurfsstand verzichtet wurde, wurde die Hallentechnik in den Geräteraum verlegt. Der Betrieb der Musikanlage von der Sporthalle aus ist über eine Öffnung in der Prallwand möglich.
- Das Barrierefreie WC wurde so angeordnet, dass es vom Turnschuhgang aus erschlossen werden kann.
- Im Obergeschoss wurde eine Türe zum Flachdach hin geplant, um im Wartungsfall Ersatzteile einbringen zu können.
- Zwischen Treppenhaus Technikgeschoss und Sportschuhgang wurde eine Türe eingeplant.

### 3.1.5 Struktur

Der Entwurf kennzeichnet sich durch die klare Struktur, in der die verschiedenen Funktionsbereiche simpel aneinandergereiht sind und die Struktur den jeweiligen Bedürfnissen der Funktion folgt.

Der eingeschobig organisierte Funktionstrakt mit Eingangsbereich im Süden erschließt die Sporthalle vom Vorplatz der Wirtschaftsschule her. Eine Schottenstruktur untergliedert diesen Bereich in die einzelnen Räume. Ebenerdig gelegen, schließt an den eingeschossigen Funktionstrakt die Sporthalle an. Im Norden ist stirnseitig an die Halle der Geräteraum in einem ebenfalls eingeschobigen Anbau angelagert. Das Technikgeschoss wird formal als Teil der Sporthalle gelesen indem es über die gleiche Dachkonstruktion verfügt.

Durch die Höhenstaffelung zur Grundstücksgrenze hin kann der bebaubare Bereich, bis auf 3m Abstand zur Grundstücksgrenze hin optimal ausgenutzt werden. Durch die schmale Gebäudekubatur, welche auf die Breite der Sporthallenfläche ausgelegt ist, werden die Flächen der Außenanlagen im Bereich des Rasenspielfeld großzügig gehalten

### 3.1.6 Räumliche Organisation

Der zum Vorplatz der Wirtschaftsschule offen gestalteten Eingangsraum erschließt die Sporthalle zum einen indirekt über die Umkleiden, zum anderen führt ein parallel zu den Umkleiden liegender Gang über den Sportschuhgang direkt zum Hallenraum. Die Grundrissorganisation ist so an die funktionalen Abläufe angepasst, dass die Umkleiden zwischen Sportschuhgang und Turnschuhgang liegen. Die barrierefreie Umkleide und die Lehrerumkleide sind nur über den Sportschuhgang erschlossen, sodass die Nutzer den Gang, der Eingangsbereich und Sporthalle verbindet, nutzen müssen. Der Zugang zum Technikgeschoß ist über den Außenraum möglich, zu Wartungszwecken kann auch das Treppenhaus im Bereich des Sportschuhgangs genutzt werden.

Der Zugang zum Geräteraum erfolgt nur über die Sporthalle selbst, hier ist auch die Technik der Musikanlage mit hallenseitiger Steuerung untergebracht. Im Zuge der Entwurfsplanung wurden anhand von Raumabwicklungen und Grundrissen im Maßstab 1:33 die Ausstattung, und Möblierung der einzelnen Räume genauer untersucht.

### 3.1.7 Materialisierung

Das Materialkonzept der Sporthalle nimmt sowohl auf die Bestandsturnhalle der Wirtschaftsschule, sowie die Farbgestaltung der Grundschule Bezug. So bilden frische Farbakzente in der Ausstattung und den Oberflächen, in Anlehnung an die Farbgestaltung der Grundschule, einen Kontrast zu den roh belassenen Materialien der baulichen Substanz. Die schottenartigen Wände in den Umkleiden sind aus Kalksandstein gemauert und nur geschlemmt, sodass die lebendige Struktur des Mauerwerks sichtbar bleibt. Ebenso sollen die Elemente aus Stahlbeton roh belassen werden. Dadurch bleibt auch in gewisser Weise die Tragstruktur des Gebäudes ablesbar.

Zwischen Sportschuhgang und Umkleiden, sowie Umkleiden und Eingangsbereich sind Wände aus Glasbausteinen geplant, die je nach dahinterliegender Nutzung opak oder transluzent ausgeführt sind, dadurch kann das über die Südfassade großzügig eindringende Tageslicht auch in die Umkleiden eingetragen werden.

Die Oberflächen der Einbauten hingegen sind wohnlich und warm. So erinnert die Haptik der punktelastischen Prallwand aus Polyester-Paneelen an eine Filzverkleidung. Im Bereich der Umkleiden entsteht durch eine akustisch wirksame, perforierte Holz-Rückwand Behaglichkeit und ein dem Raum Ruhe gebender Horizont.

### 3.1.8 Abstimmung zur Unfallverhütung

Mittels telefonischer Abklärungen wurde die Genehmigungsfähigkeit hinsichtlich der Arbeitsstättenrichtlinien / Unfallverhütung abgestimmt. Die Sporthalle gemäß Planungsstand vom 17.07.2020 ist wie vorgelegt genehmigungsfähig. Im Vorfeld wurden noch einige Türen, wie bspw. die Türe zwischen Turnschuhgang und Sporthalle so gedreht, dass diese 180° in Fluchtrichtung offenbar sind. Die Aspekte zur Unfallverhütung / Arbeitssicherheit wurden mit folgenden Personen/ Behörden abgestimmt:

Gewerbeaufsichtsamt  
Kommunale Unfallversicherung Bayern  
Fachkraft für Arbeitssicherheit der Stadt Landshut

### 3.1.9 Flächeneinsparungen gegenüber Vorentwurfsstand

Die Bruttogeschoßfläche konnte im Zuge der Überarbeitung in der Entwurfsplanung um 15,5 m<sup>2</sup> von 895,5 m<sup>2</sup> auf 880,0 m<sup>2</sup> reduziert werden.

## 3.2 Konstruktion

### 3.2.1 Tragwerk

Das Dachtragwerk der ebenerdigen Halle bilden Stahlbetonfertig-Binder, welche über die Querseite der Turnhalle über eine Länge von ca. 16 m spannen. Auf diesen Bindern liegt ein 10 cm hohes perforiertes Trapezblech, welches das Dach der Sporthalle bildet.

Diese Konstruktion spannt sowohl über die Halle, als auch über das Technikgeschoss, und fasst diese räumlichen Abschnitte in dem 2-geschossigen Bereich des Gebäudevolumens zusammen.

Die Binder liegen auf Stahlbetonstützen auf, welche im unteren erdgeschoßigen Bereich auf den Außenwänden aus Stahlbeton aufgestellt sind. Die restlichen tragenden und nichttragende Wände bzw. Wandausfachungen zwischen Stützen sind in Kalksandstein – Sichtmauerwerk geplant. Die Decken über den beiden eingeschößigen Gebäudebereichen werden als Stahlbetondecken geplant mit einer Stärke von 25 cm im Bereich der Umkleiden und einer Stärke von 20 cm im Bereich des Geräteraums. Auf der Südseite wird die Glasfassade der Sporthalle durch tragende Stützen b/d=20/20cm und einen darüber laufenden Unterzug gebildet.

### 3.2.2 Gründung

Die Bodenplatten der Sporthalle wird aufgrund des nichttragfähigen Bodens auf Bohrpfählen gelagert. Unter einer umlaufenden Frostschräge, welche auch als Trägerbalken fungiert sind Rand-Bohrpfähle mit Durchmesser 60cm und einer Länge von 6m entlang der Außenwände angeordnet. Im Bereich der Bestandssporthalle werden die Bohrpfähle unmittelbar vor die bestehende Außenwand gesetzt. Dabei kommt der Pfahl immer mittig zwischen den Bestandsstützen zu liegen, um nicht mit der dort vorhandenen Gründung zu kollidieren, ggf. kann bzw. muss die Frostschräge im Bereich der Bestandfundamente ausgespart werden. Unter der Bodenplatte der Sporthalle werden ebenfalls Bohrpfähle zur Gründung verwendet. Diese Innen-Bohrpfähle haben einen Durchmesser von 60 cm und eine Länge von 7 m.

### 3.3 Brandschutz

#### 3.3.1 Brandschutzkonzept

Das Brandschutzkonzept wurde mit dem Sachverständigen Brandschutzplaner abgestimmt und im Zuge der Umplanung überarbeitet. Für den Planstand relevante Anpassungen sind nachfolgend zusammengefasst:

Im Gegensatz zum Vorentwurfsstand sieht das aktualisierte Brandschutzkonzept keine feuerhemmenden Wände innerhalb der Sporthalle vor. Die gesamte Sporthalle, mit Umkleiden und Geräteraum wird als eine Nutzungseinheit betrachtet. Lediglich das Treppenhaus zum Technikgeschoss ist von den restlichen Räumen durch eine feuerhemmende Wand und die feuerhemmende Ausführung der Treppe getrennt. Dadurch kann die Brandschottung von Deckendurchdringung umgangen werden, außerdem entfallen nahezu alle Anforderungen an die Türen.

Für die Ausführung des Brandschutzes nach oben beschriebenem Konzept sind folgende Abweichungen notwendig:

1. Verzicht auf interne Brandwand (Die Gebäudelänge ist größer als 40m)
2. Verzicht auf einen notwendigen Flur
3. Verzicht auf feuerhemmende Geschossdecke zwischen Umkleiden und Technikgeschoss

Die Abweichungen wurden vom Brandschutzplaner mit dem zuständigen Prüfsachverständigen abgeklärt und unter Einplanung von 4 Druckknopfmeldern an folgenden Stellen zugesichert:

- am Haupteingang
- Sporthallenausgang
- Sporthalle und Turnschuhgang
- Ausgang Turnschuhgang

#### 3.3.2 Fluchtwege

Die Fluchtwege aus der Sporthalle führen entweder direkt ins Freie oder über den Turnschuhgang nach draußen.

Der Fluchtweg aus Technik-OG führt über ein eigenes Treppenhaus direkt ins Freie. Durch die Abtrennung zur Sporthalle durch feuerhemmende Wände kann die notwendige Treppe ohne notwendigen Treppenraum geplant werden. Eine RWA ist also nicht notwendig.

Aus den Umkleideräumen (welche nicht als Aufenthaltsraum gelten) führt der Fluchtweg über den Eingangsbereich direkt ins Freie.

#### 3.3.3 Brandwand

Die Gebäudeabschlusswand zur Bestandsturnhalle muss als Brandwand ausgeführt werden. Diese Brandwand muss im Süden 5 m über die Außenkante der Bestandshalle fortgeführt werden. Im Norden muss das Dach des Geräteraums innerhalb eines Abstands von 5 Metern zum Bestandgebäude als horizontale Brandwand ausgebildet werden.

Im Zuge der Entwurfsplanung wurden folgende Anpassungen und Abklärungen gemacht:

Untersuchungen zur Lage der Erschließung des Technik-Obergeschosses, sodass dieses als direkter Ausgang ins Freie genutzt werden kann und die Treppe als notwendige Treppe ohne notwendiges Treppenhaus mit direktem Ausgang ins Freie ohne NRA ausgeführt werden kann.

### 3.4 Fassade

#### 3.4.1 Entwurfsidee

Der Neubau der Sporthalle nimmt sich bewusst gegenüber der Schule zurück und bezieht sich in seiner Erscheinung und Flächenhaftigkeit auf den Kontext der Wirtschaftsschule. Die Fassade gliedert sich in einen circa zwei Meter hohen Sockelbereich mit den eingeschossigen Anbauten und der darüberliegende Halle, die sich in der Fassade abzeichnet. Im

unteren Bereich ist eine flächige Verkleidung mit Zementfaserwellplatten vorgesehen. Eine Bank zum Rasenspielfeld nimmt in einfacher Form die Geste der Arkade aus dem Wettbewerbsbeitrag wieder auf. Die Fenstergliederung wurde so überarbeitet, dass es je Fenster 4 gleichgroße Flügel gibt. Die oberen Fensterflügel sind als Kippflügel konzipiert, während die unteren Flügel als Klappflügel nach außen öffnen, um die natürliche Zirkulation zu optimieren. Etwa 50% der Fensterelemente sind dabei als Öffnungsflügel geplant, bei den übrigen 50% handelt es sich um eine Festverglasung. Über den Fenstern der Sporthalle sind die Fassadenplatten leicht ausgestellt um darunter den Sonnenschutz positionieren. Die Orientierung der Sporthalle zum Rasenspielfeld und zum Eingangsbereich der Wirtschaftsschule wird subtil durch diese leicht ausgestellten Elemente betont, ein sanftes Schattenspiel verleiht der strengen Fassaden Leichtigkeit.

### 3.4.2 Materialität

Im Süden, Norden und Westen ist die Sporthalle in großen Teilen geschlossen und flächig mit Zementfaserplatten verkleidet. Die Tragstruktur wird im Westen der Sporthalle subtil über vertikale Blechelemente sichtbar gemacht. Die vertikalen Fassadenelemente variieren in ihrer Stärke, so zeichnet sich jedes 2. Feld mit einem breiteren vertikalen Element ab, welches auch die Entwässerung beinhaltet. Abwechselnd dazu gliedern feinere Vertikale Elemente die Fassade in einer 2. Ordnung. Der Sockel wird mit robusten vorgefertigten Stahlbeton-Fertigelementen bekleidet, im Bereich der Sporthallenwand im Westen nimmt die Tiefe dieser Elemente zu, sodass diese als Zuschauer-Bank zum Sportfeld hin genutzt werden können.

Die Materialität der Faserzementplatten nimmt einerseits Bezug zu der mineralischen Materialität der Beton-Element-Fassade der Bestandsturnhalle, gleichzeitig wird durch ihre Feinheit und Filigranität eine Verbindung zur pavillonartigen Erscheinung der Grundschule gesucht. Die Robustheit, sowie Feuerbeständigkeit und Ballwurfsicherheit des Materials erfüllt die unterschiedlichen Ansprüche der Fassade.

### 3.4.3 Sonnenschutz

Seilgeführte, Vertikale Fenstermarkisen mit zentralem Windwächter sind als beweglicher Sonnenschutz im Bereich der Sporthalle vorgesehen. Diese sind direkt mit dem Sturz- oder Kämpferbereich verschraubt und in eingefahrenem Zustand durch die ausgestellten Fassadenelemente vor Witterungseinflüssen geschützt. Gesteuert werden die Fenstermarkisen in der Sporthalle neben der Türe per Taster. Der Minderungsfaktor der Fenstermarkise beträgt  $f_c = 0,35$ .

Im Eingangsbereich ist kein Sonnenschutz vorgesehen. Das kleine Vordach, das durch die leichte Ausstellung der Fassadenelemente im Bereich der erdgeschossigen Südfassade entsteht, kann als geringfügig als baulicher Sonnenschutz dienen.

## 3.5 Barrierefreiheit

### 3.5.1 räumliche Anforderungen

Die barrierefreie Nutzung der Sporthalle ist durch die Anordnung von Umkleide und barrierefreiem WC auf Hallenebene uneingeschränkt möglich. Für den Gang zwischen Eingangsbereich und Turnschuhgang welcher über eine Länge von 8,55m eine Breite von 1,30 aufweist, wurde telefonisch die Möglichkeit einer Abweichung mit Herrn Linsmeier, sowie mit dem Beauftragten Barrierefreiheit der BYAK abgeklärt. Da für die barrierefreie Erschließung mehrere Optionen vorhanden sind, wie bspw. auch die Erschließung des Barrierefreien WCs über die Umkleiden, und auch die Mitnutzung der Schülerumkleiden und Benutzung des separaten WC, kann die Länge des Flurs zwischen Eingangsbereich und Sportschuhgang mit einer Breite von 1,30 m und ohne Wendemöglichkeit innerhalb des Flurs ausgeführt werden.

### 3.5.2 akustische Anforderungen

Die Sporthalle wurde hinsichtlich der Raumakustik durch die Bauphysiker untersucht.

Die Anforderung gemäß DIN 18041 für eine Sportnutzung wird durch folgende angesetzte Maßnahmen erreicht:

- 4-seitig umlaufende akustisch wirksame Prallwand auf Sperholzunterkonstruktion mit 6 cm Mineralwolldämmung im Zwischenraum mit einer Höhe von 2,30 m
- Decke aus gelochtem Trapezblech
- Tiefenabsorber an Wand

Im Vorentwurfsstand wurden zusätzlich die Deckenstrahlplatten akustisch wirksam ausgebildet. Die Akustisch wirksamen Deckenstrahlplatten (gelocht, mit Dämmauflage) weisen eine relativ gute Schallabsorption in den mittleren und hohen Frequenzen auf, in den tiefen Frequenzen jedoch nicht. Dadurch wird der Unterschied zwischen den Nachhallzeiten in den tiefen und hohen Frequenzen größer, was einen negativen Einfluss auf die Sprachverständlichkeit hat.

Daher wurde von seitens Bauphysik empfohlen die Deckenstrahlplatten ohne Lochung und Dämmauflage auszuführen und stattdessen an den Wänden (über der Prallwand) Tiefenabsorber vorzusehen (Fläche ca. 30 m<sup>2</sup>, Beispielprodukt: Verbund-Platten-Resonatoren der Fa. Renz), sodass die Kurve der Nachhallzeit gleichmäßiger wird.

## 3.6 Technische Gebäudeausrüstung

### 3.6.1 Lüftung

Für die Turnhalle ist ein «hybrides» Lüftungskonzept, d.h. eine Kombination aus maschineller Lüftung und Fensterlüftung, vorgesehen. Die Luftmenge in der Turnhalle ist auf eine Anzahl von 30 Sportlern nach DIN 18032-1 ausgelegt.

Im Winterfall wird die Zuluft in der Sporthalle eingebracht und durch Überströmen kanalgeführt in die Umkleide- und Sanitärräume geführt, wo die Absaugung der Abluft im Bereich der Sanitärgegenstände erfolgt. Hierzu ist eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung im Obergeschoss vorgesehen, mit direkter Zuluft einbringung in der Turnhalle und Abluftabsaugung auf Binderebene. Von dort wird Luft über Zuluftöffnungen in die Umkleide- und Nebenräume eingebracht. Anschließend wird die verbrauchte Luft über Abluftöffnungen abgesaugt und an das Lüftungsgerät weitergegeben, von diesem führt die Fortluftöffnung ins Freie.

Erfasst die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR) der Lüftungsanlage an drei aufeinanderfolgenden Tagen eine Außentemperatur von mehr als 25 - 26°C, so schaltet das Gerät in den Sommerbetrieb. Eine Bypassregelung führt dazu, dass die Turnhalle nun nicht mehr maschinell belüftet wird, um so den Temperaturanstieg zu begrenzen. Die Öffnungsflügel der Fensterfassade sorgen in diesem Fall für einen ausreichenden Luftwechsel. Sollte die Raumluftqualität in unzulässigem Maße abnehmen (z.B. bei stärker besuchten Abendveranstaltungen), so kann der Bypass über einen Präsenztaster (Boost-Schalter) kurzzeitig deaktiviert und die Turnhalle an die Lüftungsanlage angebunden werden. Umkleide- und Nebenräume werden - anders als die Turnhalle - auch im Sommerfall vollständig mechanisch belüftet.

### 3.6.2 Heizung

Die Wärmeerzeugung für die Turnhalle erfolgt aus der Wirtschaftsschule. Die dort installierte Gasheizung, wird durch ein Blockheizkraftwerk ergänzt. Die Verbindung zur Wirtschaftsschule erfolgt indirekt, mit Trennwärmetauscher, der Anschluss an die Bestandsheizung ist an der Westfassade im Bereich des HLS-Raums auf Höhe der Binder der Bestandssporthalle verortet.

Für den Hallenbereich selbst sind Deckenstrahlplatten zur Beheizung vorgesehen. Im Zuge der Entwurfsplanung wurde die Heizlast berechnet um so eine genaue Angabe für die benötigte Fläche Deckenstrahlplatten zu ermitteln. Die Deckenstrahlplatten werden so in der Binderebene angeordnet, dass sich eine Art Schachbrettmuster an der Decke abzeichnet, dadurch wird dem industriellen Produkt eine gestalterische Funktion zugewiesen, und es somit aufgewertet.

Die Sanitär- und Umkleieräume, sowie der Regieraum werden über die Fußbodenheizung beheizt. Nicht beheizt werden HLS-Putzraum und der Elektroraum im Erdgeschoss, sowie das gesamte Technikgeschoss. Für die Geräteräume auf der Nordseite der Sporthalle sind Heizkörper zur Beheizung vorgesehen.

### 3.6.3 Elektroinstallation

Im Zuge der Entwurfsplanung wurde die Planung der Elektroinstallationen mit den Fachplanern abgestimmt und eingearbeitet. Besonderes Augenmerk lag dabei auf der Koordination der sichtbar laufenden Installationen in Trägerebene der Sporthalle. Die Aufputz-Installationen vor dem Kalksandsteinmauerwerk wurden so abgestimmt, dass Sie wenn möglich umgangen werden konnten, indem die vertikale Installation an der Rückseite der Mauerwerkswand (bspw. in einer Installationswand) geführt wird. An vereinzelt Stellen, wo eine Aufputzinstallation nicht zu umgehen war, erfolgt diese über ein Alurohr. Eine detaillierte Beschreibung der Elektroplanung Sporthalle findet sich im Erläuterungsbericht der Fachplaner. Für den Planstand relevante Anpassungen sind nachfolgend zusammengefasst:

- Abstimmung Platzbedarf Technikräume EG / OG
- Abstimmungen Steigzonen Schächte ELT
- lichte Höhe Abhangdecken
- Überarbeitung der Lichttechnischen Untersuchung, mit den gewünschten Leuchten (Modell, Anzahl und Platzierung)
- Lage der Steckdosen, sodass möglichst wenig Installationen über Alu-Rohr benötigt werden.

### 3.6.4 Abhangdecken / technische Installation

Im Erdgeschoss werden die Installationen in allen Räumen, außer im Elektroraum und im HLS-/Putzraum in Abhangdecken geführt. In der Sporthalle und im Technikgeschoss hingegen, verlaufen die Installationen sichtbar in der Ebene der Träger. Im Bereich der Umkleiden erfüllt die Abhangdecke durch eine Perforation zudem akustische Anforderungen.

## 4. Kosten

### 4.1 Allgemeines

#### 4.1.1 Baupreisentwicklung und Kostenstruktur

Die nachstehenden Kosten basieren auf dem Kostenstand aus dem 3. Quartal 2020. Gegenüber dem Vergleichszeitraum der Kostenschätzung (Vorentwurf, 3. Quartal 2019) wurde mit einer Baupreissteigerung von 4% kalkuliert, um so den Entwicklungen in der Bauwirtschaft Rechnung zu tragen (vgl. Destatis). Um eine Vergleichbarkeit zwischen Kostenschätzung und Kostenberechnung herzustellen, wurden die Kostenpositionen des Vorentwurfsstandes ebenfalls an die Baupreisentwicklung angepasst.

Um den formalen Vorgaben des Förderantrages nach FAG gerecht zu werden, wurde die Kostenberechnung an die Kostenstruktur der DIN276-2018 angepasst. Eine größere Verschiebung von der Kostengruppe 600 hin zur Kostengruppe 300 resultierte aus der Präzisierung der Gebäudeausstattung. So konnte im Kontext des Planungsprozesses geklärt werden, welche Ausstattungsgegenstände als ortgebundene Einbauten (= baukonstruktive Einbauten, KG 380) zu planen sind.

#### 4.1.2 Entfall Hortgebäude

Einer der zentralen Änderungen zwischen dem Vorentwurfs- und dem Entwurfsstand ist der Entfall des Hortgebäudes, welcher aufgrund der angespannten Haushaltssituation der Stadt Landshut nicht als eigenständiges Gebäude, sondern als integrierter Bestandteil der Grundschule verwirklicht werden soll. Näher Informationen zu diesem sogenannten «Lernhaus» können Abschnitt 1.2 entnommen werden.

Dies hat zur Folge, dass die baukonstruktiven Maßnahmen (KG300), die zugehörigen haustechnischen Anlagen und die resultierenden Nebenkosten des Hortgebäudes nicht zur Ausführung kommen. Anders verhält es sich bei den dem Hort zugeordneten Außenanlagen. Diese können nach dem Entfall des Hortgebäudes zwar in ihrer Ausdehnung reduziert, aber nicht vollständig vermieden werden (Grundstückerschließung, etc.). Die zuvor auf Hort und Schule umgelegten Flächen sind nun vollständig der Schule zuzuordnen sind.

Da sich zwischenzeitlich eine Vielzahl von Parametern der Planung geändert haben - so liegen z.B. neue Informationen zur Wasserhaltung vor und auch der Umfang der Außenanlagen wurde überarbeitet - kann eine genaue Kosteneinsparung durch den Entfall des Horts nicht beziffert werden. Abhängig von den zugrundeliegenden Annahmen schwankt die Kosteneinsparung zwischen 4.900.000 € und 5.350.000 €.

#### 4.1.3 Kostenstand Kostenberechnung (Leistungsphase 3, Entwurf)

Die am 27.09.2019 präsentierte Vorentwurfsplanung wies einen Kostenstand von 37.665.134 € (brutto) auf, er umfasste u.a. auch Kosten für Maßnahmen, die nicht unmittelbar in Zusammenhang mit der Bauaufgabe standen, so etwa die Sanierung des Schnabelbrunnens der Wirtschaftsschule oder bauliche Maßnahmen im Bereich der Parkstraße.

Von den Gesamtkosten entfielen 24.758.682 € auf die Grundschule, 5.824.959 € auf den Hort, 4.051.940 € auf die Sporthalle und 2.843.524 € auf die Außenanlagen der Wirtschaftsschule entfielen. Nach dem Beschluss zum Entfall eines separaten Hortgebäudes verringerte sich das Gesamtbauvolumen um 5.239.924 €, die ursprünglichen dem Hort zugeordneten Kosten der Kostengruppe 500 in Höhe von 585.034 € (inkl. 23% Nebenkosten) wurden auf die Grundschule übertragen.

Bezeichnung	
<b>Kostenstand Vorentwurf vom 02.09.2019</b>	<b>37.665.134 €</b>
- Hortgebäude	-5.239.924 €
<b>Kostenstand Vorentwurf ohne Hortgebäude vom 25.10.2019</b>	<b>32.425.210 €</b>
<i>Kostenanpassung durch Erkenntnisse der Baugrunderkundung</i>	
+ Baugrubenverbau	285.600 €
+ Wasserhaltung (inkl. Wasseraufbereitung)	258.087 €
+ Kanalgebühren (90 Tage á 2.820 €)	253.800 €
+ Nebenkosten (23%)	188.327 €
<b>Kostenstand Vorentwurfsplanung vom 25.02.2020</b>	<b>33.411.024 €</b>
<i>Kostenanpassung durch Umplanung (Verkleinerung Kellergeschoss)</i>	
- Kostenreduktion Umplanung	-794.760 €
<b>Kostenstand Umplanung vom 25.02.2020</b>	<b>32.616.264 €</b>
<i>Präzisierung und Anpassung im Zuge der Entwurfsplanung</i>	
+ Anpassung Kostenstand (+4%)	1.304.651 €
- Anpassung und Präzisierung Entwurfsplanung	-1.561.058 €
<b>Kostenstand Entwurf vom 31.08.2020</b>	<b>32.359.857 €</b>

Abb. 2: Aufstellung Sonderkosten Grundschule + Schülerrestaurant

Wie unter Abschnitt 1.2 und 1.4 angeführt, kam es aus organisatorischen und bautechnischen Gründen in der Leistungsphase 3 zu einer Umplanung der Gebäudeentwürfe, die neben einer funktionalen Optimierung auch zur Verringerung der Gesamtkosten führte. Gleichzeitig wurden die Baupreise an die Marktentwicklung (+4%) angepasst und die Annahmen zur Wasserhaltung und zur Gebäudeausstattung präzisiert, so dass sich die Gesamtkosten gegenwärtig auf 32.359.857 € belaufen. Davon entfallen 24.972.546 € auf das Schulhaus, 4.295.608 € auf die Turnhalle und 2.823.569 €. Der Restbetrag in Höhe von 268.135 € lässt sich auf Maßnahmen außerhalb des Grundstücks (Parkstraße, Oberndorferstraße) und die Sanierung des Brunnens der Wirtschaftsschule zurückführen (siehe Anlage 1).

Um den Einfluss der Umplanung auf die Entwicklung der Gesamtkosten greifbar zu machen, weist die beigefügte Kostenaufstellung (Anlage 1) den Kostenstand der Vorentwurfsplanung unter Berücksichtigung des Entfalls des Hortgebäudes, der Baupreissteigerung und den neuen Erkenntnissen zur Gründung und Wasserhaltung auf. Die Kostenminderung der Entwurfsplanung bzw. Umplanung liegt demnach bei 1.859.480 € (Vorentwurf: 34.219.337 €, Entwurf: 32.359.857 €).

## 4.2 Grundschule und Schülerrestaurant

### 4.2.1 Umplanung Grundschule

Bereits im Zuge der Vorentwurfsphase wurde von Seiten der Planer auf die Kostenrisiken hingewiesen, welche sich aus den Ergebnissen der Baugrunderkundung der mplan EG ableiteten. Als Kostenrisiken wurden insbesondere der hohe Grundwasserstand, die geogene Arsenbelastung des Baugrundstücks und der nicht ausreichend tragfähige Baugrund identifiziert. Das anstehende Grundwasser macht eine Wasserhaltung in offener oder geschlossener Form notwendig, gleichzeitig weißt das vorliegende Erdreich schlechte Bedingungen zur Versickerung auf, was u.a. einen Baugrubenverbau und die Einleitung von Grundwasser in die Kanalisation (Kanalgebühren) erforderlich macht.

Da die vollständigen Ergebnisse der Baugrunderkundung erst zum 25.09.2019 vorlagen, reagierte die aus dem Wettbewerbsentwurf abgeleitete Vorentwurfsplanung ungünstig auf die vorliegenden Bedingungen. So bildete das Schulgebäude ein weitläufiges Kellergeschoss mit zugehörigem Souterrain aus, welches große Bewegungen des arsenbelasteten Baugrunds erforderlich gemacht hätte. Einhergehend mit der mit der großflächigen Baugrube war auch mit umfangreichen Maßnahmen zur Wasserhaltung zu rechnen, was nicht zuletzt durch die Empfehlungen der mplan EG zur Gestaltung der Wasserhaltung des vorliegenden Entwurfsstandes bestätigt wurde. Zur Minimierung der Kostenrisiken und zu Zwecken der funktionalen Optimierung empfahlen die Architekten deshalb, den Gebäudeentwurf in Bezug auf die Gestaltung des Erd- und Untergeschosses zu überarbeiten.

Das Ziel der Umplanung war es, die Dimension des Kellergeschosses und damit den Eingriff in den Baugrund zu minimieren. Hierzu wurden Fachateliers, Sanitäranlagen, sowie Technik- und Lagerflächen nach Möglichkeit in das Erd- bzw. Dachgeschoss (Lüftungsanlage) verlegt. Die Gründung des Schulgebäudes war im Kontext des Vorentwurfs als Flachgründung mit großflächigem Bodenaustausch angedacht, was sich in Anbetracht der Bodenverhältnisse problematisch gestaltete. Stattdessen wurde im weiteren Verlauf mit einer Pfahlgründung geplant, die einen berechenbaren Baufortschritt ermöglicht und geringere Gesamtkosten aufweist. Aus der Reduzierung der Baumassen des Kellergeschosses errechnete sich in der Kostengruppe 300 (Bauwerk) eine Kosteneinsparung in Höhe von 1.781.845 € (brutto), zuzüglich 205.936 € (brutto) die nach neuesten Erkenntnissen der Baugrunduntersuchung zusätzlich für die Wasserhaltung aufzubringen wären.

Um den räumlichen Anforderungen des Schülerrestaurants gerecht zu werden, an dessen Stelle nun die Fachateliers platziert wurden, planten die Architekten eine Art Pavillon. Aufgrund seiner unabhängigen Erschließung, der exponierten Lage und der räumlichen Disposition, kann das Gebäude multifunktional, etwa für Elternabende oder Bürgerveranstaltungen, genutzt werden. Die Mehrkosten für den genannten Anbau betragen in der Kostengruppe 300 (Bauwerk) 1.535.785 € (brutto).

#### 4.2.2 Kostenkennwerte Grundschule

Maßgeblich werden die Kosten durch die Kostengruppe 300 (Bauwerk - Baukonstruktionen) bestimmt, die sich ihrerseits vorwiegend aus den Bedingungen der architektonischen Planung ableiten. Dabei ist festzustellen, dass sich die Gesamtkosten der KG 300 mit 12.021.581 € (Grundschule) in einen Kostenkennwert übersetzen, die eine Mehrung gegenüber den mittleren Vergleichswerten nach BKI bedeuten:

- Grundschule: 1.615,6 € / m<sup>2</sup> BGF; Vergleichswert BKI: 1.581,5 € / m<sup>2</sup> BGF; Abweichung: + 2,2%

Die Kostenmehrungen wurden in einem Analyseprozess hinterfragt und plausibilisiert. Dabei wurden verschiedene Parameter erarbeitet, welche die vorliegende Kostensteigerung begründen. Auf diese Parameter wird nachstehend näher eingegangen. Vorab soll jedoch darauf verwiesen werden, dass unter Abzug der betreffenden Sonderpositionen in der Kostengruppe 300 gegenüber den Vergleichswerten nach BKI sogar Kostenunterschreitungen (Grundschule) vorliegen:

- Grundschule: 1.509,6 € / m<sup>2</sup> BGF; Vergleichswert BKI: 1581,5 € / m<sup>2</sup> BGF; Abweichung: - 4,5%

#### 4.2.3 Sonderkosten Baugrund

Ein Großteil der Kostendifferenz zwischen dem BKI-Vergleichswert und dem errechneten Kostenkennwert resultiert aus den ungünstigen Bedingungen des Baugrundstückes. So zeigen Luftaufnahmen vom 12.04.1945, dass das Projektgebiet im Verlaufe des zweiten Weltkriegs, aufgrund seiner Lage in Verlängerung des Landshuter Bahnhofs, Ziel von zahlreichen Bombeneinschlägen wurde. Im Vorfeld der Baumaßnahmen muss deshalb eine umfangreiche Kampfmitteluntersuchung und ggfs. -beseitigung durchgeführt werden. Die Kosten für eine entsprechende Untersuchung und Räumung sind in der vorliegende Kostenberechnung mit 53.727 € bzw. 6.027 € beziffert, sie sind allerdings der Kostengruppe 200 zugeordnet und beeinflussen den Kostenkennwert deshalb nicht.

Wie bereits erläutert, bietet der Baugrund sowohl in Bezug auf seine Kontamination (geogene Arsenbelastung), seinen hohen Grundwasserstand und seine schlechte Tragfähigkeit ungünstige Voraussetzungen. Die Höhe der hieraus resultierenden Sonderkosten ist maßgeblich vom gewählten Gründungssystem abhängig.

Wegen seiner Arsenbelastung ist der Aushub nach LVGBT bzw. LAGA abfallrechtlich voraussichtlich mit Z1.1 bis Z1.2 zu klassifizieren. Die Kontamination führt zu zusätzlichen Kosten bei der Deponierung, außerdem können zusätzliche Kosten durch die Trennung des Aushubs und der damit verbundenen Haufwerksbildung entstehen. Sollten Böden als

Oberboden wieder vor Ort verwendet werden oder verbleiben, so ist eine Eignung nach Bundes-Bodenschutzgesetz für den Wirkungspfad Boden-Mensch als Kinderspielfläche zu überprüfen.

Um die Erd-, Gründungs- und Rohbauarbeiten der Untergeschosse durchführen zu können, muss der hohe Grundwasserstand abgesenkt werden. Die vorliegende Kostenschätzung geht von einer offenen Wasserhaltung über einen Zeitraum von 2 Monaten aus. Im Fortgang des Planungsprozesses ist zu prüfen, ob eine offene Wasserhaltung möglich ist oder ob auf eine geschlossene Wasserhaltung ausgewichen werden muss. Die Art und Dauer der Wasserhaltung hat für die Kostenentwicklung große Relevanz.

Es bleibt festzuhalten, dass der Löwenanteil der entstehenden Sonderkosten der Kostengruppe 300 auf die Bedingungen des Baugrunds zurückzuführen ist. Sie beziffern sich auf insgesamt 832.751 € und umfassen Maßnahmen zur Wasserhaltung, Pfahlgründungen, Bodenaustausch und die umweltgerechte Beseitigung des belasteten Aushubs.

#### 4.2.4 Sonderkosten Sonnenschutzverglasung

Einhergehend mit dem fortschreitenden Klimawandel ist eine zunehmende Anzahl von Warmphasen mit stärker ausgeprägten Temperaturamplituden absehbar. Dem sommerlichen Wärmeschutz kommt hierbei eine wichtige Rolle zu, da er die Nutzbarkeit der Gebäude entscheidend beeinflusst. Dabei sollte die thermische Regulierung aus Gründen der ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit stets passiv erfolgen, eine aktive Kühlung ist abzulehnen. Eine vorausschauende Planung muss deshalb eine sich veränderte klimatische Situation berücksichtigen.

Zwar ist entsprechend den vorliegenden Berechnungen zum sommerlichen Wärmeschutz nur in kleineren Raumeinheiten der Teamräume der Schule eine Sonnenschutzverglasung erforderlich. Die Architekten empfehlen dennoch den Einsatz einer solchen Verglasung über größere Teilflächen, da hierdurch Reserven für unvorhergesehene Klimaereignisse geschaffen werden. Mit der Bauherrschaft wurde ein vorläufiger Anteil von 50% an Sonnenschutzverglasung vereinbart, die sich auf die besonders exponierten Lagen im Südosten, Süden und Südwesten konzentrieren.

Durch die zusätzlichen Wärmereserven kann unter anderem auch die Tageslichtversorgung verbessert werden, da der Sonnenschutz seltener zum Einsatz kommen muss. Um die Tageslichtversorgung nicht zu beeinträchtigen, soll dabei ein möglichst farbneutrales Glas mit hohem Lichttransmissionswert eingesetzt werden. So ist es möglich den Wärmeeintrag von 50% auf 37% bzw. 25% zu reduzieren, ohne die Tageslichtversorgung einzuschränken. Die Mehrkosten der Sonnenschutzverglasung belaufen sich auf 34.553 €.

#### 4.2.5 Sonderkosten Retentionsdach und extensive Begrünung

Zur Entlastung der Versickerungsanlagen, die Niederschlag wegen des wenig sickerfähigen Baugrunds nur schlecht aufnehmen können, sind die Dachflächen als sogenannte Retentionsdächer (0% Dachneigung) ausgeführt. Das extensive begrünte Flachdach wiederum verringert den Abflussbeiwert und verzögert so die Weitergabe des Niederschlags, was sich ebenfalls positiv auf die Dimensionierung der Versickerungsanlagen auswirkt. Begrünte Flachdächer wirken sich zudem positiv auf das Stadtklima und die Artenvielfalt aus und gehen damit auf die Ansprüche der Stadt Landshut zum nachhaltigen Umbau des Gebäudeparks ein. Die verbundenen Sonderkosten in Höhe von 37.976 € sind überschaubar.

Grundschule						
Kostengruppe	Position	Bezeichnung	EP (Brutto)		Mengen	GP (Brutto) KS2020
210	1.1.1	Kampfmittelsondierung	0,37	€ / m2	7.418	2.754,30
	1.1.2	Gutachter	654,50	€ / Tag	5	3.272,50
	1.1.3	Bombenräumung	47.600,00	€ / Psch.	1	47.600,00
	1.1.5	Kanalisation Abwasser	1.410,00	€ / Tag	60	84.600,00
310	2.1.1	Baugrubenaushub für Bodenaustausch (Keller)	18,56	€ / m3	197	3.656,45
	2.1.3	Zulage Z1 bis Z2 (80% angenommen)	30,94	€ / m3	4.289	132.703,00
	2.1.5	Wasserhaltung (offen)	179.987,50	€ / Psch.	1	179.987,50
320	2.2.1	Grobkies unter Sauberkeitsschicht	30,94	€ / m3	197	6.095,40
	2.2.13	Bohrpfähle D = 75 cm	358,90	€ / lfm	848	304.350,59
	2.2.16	Zulage Bodenplatte-Verstärkung bei den Pfählen	247,52	€ / m3	6	1.411,46
	2.2.17	Zulage Bodenplatte-Verstärkung bei den Pfählen (Bewehrung)	1.361,36	€ / to	1	1.067,42
330	2.3.37	Sonnenschutzverglasung (zusätz. Anteil)	61,88	€ / m2	558	34.552,55
360	2.6.14	Extensive Begrünung	17,85	€ / m2	1.502	26.810,70
						<b>828.861,89</b>

Schülerrestaurant						
Kostengruppe	Position	Bezeichnung	EP (Brutto)		Mengen	GP (Brutto)
210	1.1.1	Kampfmittelsondierung	0,37	€ / m2	7.418	2.754,30
	1.1.2	Gutachter	654,50	€ / Tag	5	3.272,50
310	2.1.3	Zulage Z1 bis Z2 (80% angenommen)	30,94	€ / m3	884	27.346,60
320	2.2.9	Bohrpfähle D = 50 cm	309,40	€ / lfm	188	58.167,20
	2.2.10	Pfahlköpfe	222,77	€ / m3	3	625,53
	2.2.11	Pfahlköpfe (Bewehrung)	1.361,36	€ / to	0,5	630,75
360	2.6.14	Extensive Begrünung	17,85	€ / m2	626	11.165,18
						<b>103.962,06</b>

Abb. 3: Aufstellung Sonderkosten Grundschule + Schülerrestaurant

## 4.3 Kosten Sporthalle

### 4.3.1 Kostenvergleich Vorentwurf

Die Kostenberechnung für die Entwurfsplanung der Sporthalle weist einen Kostenstand von 4.295.607 € auf, dabei entfallen 1.731.546 € auf die Kostengruppe 300 (Bauwerk), 874.486 € auf die Kostengruppe 400 (Technische Anlagen) und 1.608.837 € auf die Kostengruppen 500 bis 700. Durch die Vereinfachung der Gebäudeentwurfs konnten die Bauwerkskosten demnach von 1.785.538 € (Vorentwurf) auf 1.731.546 € (Entwurf) reduziert und damit 53.992 € eingespart werden.

### 4.3.2 Kostenkennwerte Sporthalle

Der mittlere Kostenkennwert für die Kosten der Kostengruppe 300 und 400 einer Einfeldsporthalle liegt nach Baukostenindex bei 1966,00 € im Bundesdurchschnitt, mit Einbezug des Regionalfaktors für Landshut Stadt von 1,107, ist für den Neubau der Sporthalle der Grundschule Nordwest als Vergleichswert ein mittlerer Kostenkennwert von 2176,36 € heranzuziehen. 78% davon entfallen auf die Kostengruppe 300, sodass hier ein mittlerer Vergleichswert aus dem BKI von 1697,6 € anzusetzen ist. Mit dem aktuellen Kostenkennwert der Entwurfsplanung der Sporthalle von 1.967 € wird dieser Wert um ca. 15,9 % überschritten. Einen großen Anteil an diesem Kostenkennwert für eine Einfeldsporthalle belegen die Kostengruppen 320 Gründung mit einem Anteil von 17,4% und 330 Außenwände mit einem prozentualen Anteil von 28,5%, sowie der Kostengruppe 360 Dächer, welche in der Regel etwa 27,7 % ausmachen. Gerade auf diese Kostengruppen fallen einige Investitionen und Ausgaben, die auf entwurfsspezifischen Entscheidungen oder den speziellen Anforderungen aus dem Baugrund gründen und daher nicht mit den Werten des BKIs vergleichbar sind. Um einen tragbaren Vergleich ziehen zu können, müssen diese Faktoren aufgezeigt werden und aus dem Kostenkennwert ausgenommen werden.

### 4.3.3 Sonderkosten Baugrube

Die Sporthalle ist ohne Untergeschoss konzipiert, was die Kosten für die Baugrube eigentlich gering hält. Der anfallende Aushub ist jedoch aufgrund seiner Arsenbelastung nach LVGBT bzw. LAGA abfallrechtlich voraussichtlich mit Z1.1 bis Z1.2 zu klassifizieren. Die zusätzlichen Kosten durch die Kontamination belaufen sich auf 30.970 € und tragen damit 63 % der Kosten für die Baugrube bei. Aufgrund der schlechten Tragfähigkeit des Baugrunds muss die Gründung des Bauwerks über Bohrpfähle erfolgen. Da der Boden im Bereich der Sporthalle erst in einer Höhe von ca. 5 m unterhalb des Terrains tragfähig ist, weisen die Bohrpfähle eine Länge von 6,0 - 7,0 m auf um ausreichend in die tragfähige Schicht einzubinden. Die Kosten für die Bohrpfähle und die Bohrpfahlköpfe tragen mit 85.740 € deutlich zur Kostensteigerung bei. Ein Anteil von 22% der Gründungskosten fällt auf diese Position, der Kostenkennwert für die Gründung wird dabei um 47% überschritten und liegt mit 436,5 € / m<sup>2</sup> deutlich über dem im Baukostenindex vorgesehenen Kostenkennwert von 295,4 €.

Sporthalle						BGF:		880
KGR	Bezeichnung	% Anteil an KG 300	GP (Brutto)	€ / m <sup>2</sup> BGF	Anteil KG 300	Kostenkennwert BKI	Abweichung in €	Abweichung in %
<b>310</b>	<b>Baugrube</b>	<b>2,8%</b>	<b>48.656,63 €</b>	<b>55,29</b>	<b>100,0%</b>	<b>56,02</b>	<b>-0,7</b>	<b>98,7%</b>
Sonderkosten	Kontamination: Zulage Z1 bis Z2		30.969,67 €	35,19	63,6%	3,3%		
<b>Summe ohne Sonderkosten</b>			<b>17.686,96 €</b>	<b>20,10</b>	<b>36,4%</b>		<b>-35,9</b>	<b>35,9%</b>
<b>320</b>	<b>Gründung</b>	<b>22,2%</b>	<b>384.173,96 €</b>	<b>436,54</b>	<b>100,0%</b>	<b>295,38</b>	<b>141,2</b>	<b>147,8%</b>
Sonderkosten	Bohrpfähle Innenpfähle		24.133,20 €	27,42	6,3%	17,4%		
	Bohrpfähle Außenpfähle		54.145,00 €	61,52	14,1%			
	Pfahlköpfe 1,50 x 1,50 x 50		3.428,40 €	3,90	0,9%			
	Pfahlköpfe Bewehrung		4.033,13 €	4,58	1,0%			
<b>Summe ohne Sonderkosten</b>			<b>298.434,23 €</b>	<b>339,11</b>	<b>77,7%</b>		<b>43,7</b>	<b>114,8%</b>

Abb. 4: Sonderkosten im Bereich der Baugrube (KG 310) und der Gründung (KG 320) der Sporthalle

4.3.4 Sonderkosten Außenwände

Die Sporthalle ist als Anbau zur Zweifach-Sporthalle der Wirtschaftsschule konzipiert, wodurch die bestehenden Fluchtwege beeinträchtigt werden. Es müssen zwei neue Fluchttüren geschaffen und die derzeitigen Öffnungen mit Fluchttreppen rückgebaut werden. Die Kosten für die Maßnahmen am Gebäudebestand sind mit 18.564,00 € veranschlagt. Im Bereich der Außenwände sind aus ökologischen und gestalterischen Aspekten, wie auch bei der Grundschule, Holz-Fenster geplant. Im Vergleich zu einer Ausführung mit PVC-Fenstern ist für die geplanten Fassadenelemente etwa 20% höhere Bauteilkosten vorzusehen. Die aktuellen Kosten für Holzfenster von 135.614 € könnten um 39.570 € gesenkt werden. Die Fenster stellen mit 135.614 € 28 % der Kosten der Kostengruppe 330, betrachtet auf das gesamte Bauwerk und Kostengruppe 300 tragen diese Kosten jedoch nur einen Anteil von 7,8% bei. Sodass durch Einsparung der Qualitäten von Holzfenstern die Gesamtkosten nur geringfügig gemindert werden.

Im Zuge der Entwurfsplanung wurde mit der Bauherrschaft die Anzahl der Stellmotoren für die Fensterflügel in der Sporthalle aus Kostengründen reduziert. Das Lüftungskonzept sieht es vor im Sommerfall das Lüftungsgerät abzuschalten um einem Hitzeintrag durch die warme Außenluft entgegenzuwirken. Aus Gründen der Nutzerfreundlichkeit sollen im Bedarfsfall die Fenster geöffnet werden können. Die zentral gesteuerten Öffnungsflügel können außerdem für eine Nachtauskühlung genutzt werden. Diese ist für den sommerlichen Wärmeschutz nicht notwendig, kann aber dazu beitragen die Wärmeeinträge über die Außenluft im Sommer durch die Trägheit der mittleren Bauweise der Sporthalle im Tagesverlauf zu verzögern und dadurch zu mindern.

Betrachtet man den Kostenkennwert der Außenwände ohne die Sonderkosten durch die Maßnahmen am Bestand, kann durch deren Abzug die Überschreitung um 10,5 % des vorgesehenen Kostenkennwerts von 481,42 € auf eine Überschreitung von 6,2 % reduziert werden. Dies entspricht einer Überschreitung des Kennwerts um 29 €/m<sup>2</sup>.

Sporthalle						BGF:		880
KGR	Bezeichnung	% Anteil an KG 300	GP (Brutto)	€/ m2 BGF	Anteil KG 300	Kostenkennwert BKI	Abweichung in €	Abweichung in %
<b>330</b>	<b>Außenwände</b>	<b>27,2%</b>	<b>470.662,33 €</b>	<b>534,81</b>	<b>100,0%</b>	<b>483,81</b>	<b>51,0</b>	<b>110,5%</b>
Sonderkosten	Maßnahmen am Bestandsgebäude		18.564,00 €	21,09	3,9%	28,5%		
	Einsparpotential Fenster in PVC EG		12.429,00 €	14,12	2,6%			
	Einsparpotential Fenster in PVC OG		27.141,00 €	30,84	5,8%			
	<b>Summe ohne Sonderkosten (inkl. Holzfenster)</b>	<b>26,1%</b>	<b>452.098,33 €</b>	<b>513,72</b>	<b>96,1%</b>		<b>29,9</b>	<b>106,2%</b>

Abb. 5: Sonderkosten im Bereich der Außenwände (KG 320) der Sporthalle

4.3.5 Sonderkosten Dach

Die Sporthalle bietet aufgrund ihrer Geometrie günstige Bedingungen für die Installation einer Photovoltaik-Anlage, welche den Vorgaben der Stadt Landshut zur angestrebten Dekarbonisierung des Gebäudebestands entspringt und mit Gesamtkosten von 143.130,30 € (inkl. Solarstromspeicher) in der Kostenschätzung der Fachplanung ELT berücksichtigt ist. In der vorgelegten Kostenberechnung der Leistungsphase 3 ist aus diesem Grund eine Zulageposition für eine PV-Unterkonstruktion enthalten, die mit dem System des Retentionsdachs kompatibel ist, und ohne Durchdringungen, mit Retentionsbox ein gesamtheitliches Dachsystem bildet. Die Kosten der Unterkonstruktion belaufen sich auf 50.162,53 €. Wie auch für Schule und Mensa soll bei der Sporthalle zur Entlastung der Versickerungsanlagen die Dachfläche als Retentionsdach (0% Dachneigung) ausgeführt werden. Durch die extensive Flachdach-Begrünung kann der Abflussbeiwert und damit auch die Dimensionierung der Versickerungsanlagen entsprechend verringert werden. Auch hinsichtlich ökologischer Aspekte wirkt sich das begrünte Flachdach positiv auf Stadtklima und Artenvielfalt aus, sodass die damit verbundenen Mehrkosten in Höhe von 13.495 € eine sinnvolle und nachhaltige Investition darstellen.

Bringt man die Kosten für die Unterkonstruktion der PV-Anlage und die Dachbegrünung in Abzug, so ergibt sich für die Kostengruppe 360 (Dächer) der Sporthalle ein Kostenkennwert von ca. 491,85 € je m<sup>2</sup> BGF. Die Abweichung zum Vergleichswert nach BKI (27,7% des Kostenkennwert 1. Ebene = 467,91€/m<sup>2</sup>) beträgt damit etwa -16,7%.

Sporthalle						BGF:		880
KGR	Bezeichnung	% Anteil an KG 300	GP (Brutto)	€ / m2 BGF	Anteil KG 300	Kostenkennwert BKI	Abweichung in €	Abweichung in %
360	Dächer	23,6%	408.505,73 €	464,18	100,0%	470,22	-6,0	98,7%
	Unterkonstruktion PV-Anlage		50162,53	57,00	12,3%	27,7%		
	Extensive Begrünung		13495,85					
	<b>Summe ohne Sonderkosten und Sicherheit / Preissteigerung</b>		<b>344.847,35 €</b>	<b>391,85</b>	<b>84,4%</b>		<b>-78,4</b>	<b>83,3%</b>

Abb. 6: Sonderkosten im Bereich der Dächer (KG 360) der Sporthalle

#### 4.3.6 Kostenkennwerte Sporthalle abzüglich Sonderkosten

Abzüglich der aufgelisteten Sonderkosten, welche von der Betrachtung ausgenommen werden müssen um einen tragbaren Vergleich zum mittleren Kostenkennwert des Baukostenindex zu schaffen, kann der Kostenkennwert auf 1.741,51 € reduziert werden. Der mittlere Kostenkennwert aus dem Baukostenindex von 1.697,56 € wird dabei lediglich noch um 2,6% überschritten.

## 5. Nachhaltigkeit und Ökologie

### 5.1 Konzept

Nachhaltigkeit umfasst ein breites Themenspektrum und erstreckt sich über alle Lebensphasen eines Gebäudes: Von der Erstellung, über den Betrieb bis zum Abbruch bzw. der Entsorgung einzelner Bauteile.

Die Stadt Landshut strebt bei ihren Gebäuden neben der ökologischen Nachhaltigkeit auch eine Nachhaltigkeit im Unterhalt an. Das Ziel der Dekarbonisierung soll durch einfache und effektive Lösungen erreicht werden und der Betrieb im Regelfall durch das bestehende Personal (Hausmeister) möglich sein.

Ökonomisch und ökologisch sinnvoll ist dabei stets ein möglichst ausgedehnter Lebenszyklus. Der Entwurf zur Grundschule Nordwest geht diesem Bestreben durch die Berücksichtigung folgender Grundsätze nach:

- Vermeidung von grauer Energie durch Einsatz einer Skelettbauweise mit reduziertem Stahlbetonanteil für Schule und Mensa
- Reduzierter Stahlbetonanteil durch Ausführung in Mauerwerk, wo möglich bei der Sporthalle
- Kompakte Bauweise, günstiges Verhältnis von Hüllfläche zu Volumen
- Luftdichte und wärmebrückenfreie Konstruktion
- Sinnvoller Einsatz von transparenten Hüllflächen
- Additive Bauweise und Vermeidung von Verbundkonstruktionen, dadurch bessere Anpassungsfähigkeit und Entsorgung
- Raum und Möglichkeit zur Nachinstallation (u.a. Abhängedecken)
- Einsatz von biologisch und ökologisch unbedenklichen Baustoffen (Vertiefung in folgenden Leistungsphasen durch fachplanerische Begleitung eines Baubiologen)
- soziale Nachhaltigkeit durch eine Architektur von hoher Aufenthaltsqualität und städtebaulich angemessener Nutzung und Aufwertung des Grundstücks

### 5.2 Wärmeerzeugung

#### 5.2.1 Wärmeerzeugung Grundschule und Mensa

Das Konzept der Wärmeerzeugung stützt sich auf die folgenden Eckdaten:

- Großflächige Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung auf dem Dach der Sporthalle
- Wärmeerzeugung (Grundlast) über Luft-/ Wasser-Wärmepumpe
- Wärmeerzeugung (Spitzenlast) über Gas-Doppelkesselanlage
- zentrale Warmwasserbereitung über Gaskessel (aufgrund der hohen Hygienischen Anforderungen)

Der durch die Photovoltaikanlage erzeugte Strom wird in das Netz der Grundschule eingespeist und soll in möglichst großen Umfang vor Ort genutzt werden. Als erster Abnehmer fungieren die Wärmepumpen, die den notwendigen Wärmepumpenstrom nicht aus dem öffentlichen Netz entnehmen müssen. Die Wärmeversorgung erfolgt über die Heizzentrale in der Grundschule. Im Nahwärmeverbund wird die Mensa mitversorgt. Überschüssiger Strom aus der PV-Anlage könnte in Form von Wärmeenergie in den Pufferspeicher der Heizungsanlage oder in einen speziellen Solarstromspeicher eingebracht werden, eine Vorhaltefläche für diesen Speicher ist in den Technikflächen der Turnhalle berücksichtigt.

Die Wärmepumpen sind so ausgelegt, dass Sie etwa die Hälfte der notwendigen Heizleistung decken können, Spitzenlasten werden unter Zuhilfenahme von Gas-Kesseln abgedeckt. Dies bedeutet, dass ca. 80% der benötigten Heizenergie über einen regenerativen Wärmeerzeuger bereitgestellt werden. Gleichzeitig macht eine solche Konzeption eine ökonomisch sinnvolle und effiziente Dimensionierung der Wärmepumpen mit einer hohen Jahresarbeitszahl möglich.

#### 5.2.2 Wärmeerzeugung Sporthalle

Die Wärmeerzeugung für die Turnhalle erfolgt aus der Wirtschaftsschule. Der überschlägige Wärmebedarf der neuen Turnhalle übersteigt die installierte Leistung der Gas-Heizung im Bestand. Um diese Leistungsdifferenz zu minimieren und gleichzeitig aber auch mit regenerativen Energien heizen zu können, werden die beiden Wärmeerzeuger durch ein Blockheizkraftwerk ergänzt. Über die Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt das Blockheizkraftwerk gleichzeitig Strom und

Wärme, wobei die im Bestand vorhandene Erdgas-Infrastruktur ohne größere Umbauten genutzt werden kann. Der dabei erzeugte Strom, soll als Eigenverbrauch der Wirtschaftsschule zu Gute kommen, bzw. etwaige Überschüsse ins öffentliche Netz eingespeist werden. Die Entscheidung für Deckenstrahlplatten als Heizsystem der Sporthalle begründete sich vor allem aus deren Nutzungsmöglichkeit im Niedertemperatursystem. So kann die Sporthalle auch bei einer späteren Umstellung des Heizsystems der Wirtschaftsschule auf regenerative Energien weiterhin effizient und geheizt werden.

### 5.3 Sommerlicher Wärmeschutz

Einhergehend mit dem fortschreitenden Klimawandel ist eine zunehmende Anzahl von Warmphasen mit stärker ausgeprägten Temperaturamplituden absehbar. Dem sommerlichen Wärmeschutz kommt dabei eine wichtige Rolle zu, da er die Nutzbarkeit der Gebäude entscheidend beeinflusst. Dabei sollte die thermische Regulierung aus Gründen der ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit stets passiv erfolgen, eine aktive Kühlung ist abzulehnen. Eine vorausschauende Planung muss deshalb eine sich veränderte klimatische Situation berücksichtigen. Bei der Auslegung des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 wurde im Fall der Grundschule Nordwest in Absprache mit dem Amt für Gebäudewirtschaft anstelle der derzeit gültigen Klimazone B («gemäßigt»), bereits die Klimazone C («sommerheiß») herangezogen.

#### 5.3.1 Grundschule

Konzeptionell wird der sommerliche Wärmeschutz über verschiedene organisatorische und technische Maßnahmen bewältigt. Eine Reduzierung des solaren Eintrags erfolgt passiv über ein ausgeglichenes Verhältnis von transparenten und opaken Fassadenflächen, welches durch die Einführung eines geschlossenen Brüstungsbereichs erzielt wurde. Auch der Laubengang trägt über die Eigenverschattung des Gebäudes zur Minderung des solaren Eintrags bei.

Die geplanten Fenstermarkisen fungieren als beweglicher Sonnenschutz und weisen mit einem Wert von  $f_c = 0,25$  den nach DIN 4108-2 höchst möglichen Faktor zur Reduzierung des solaren Eintrags auf.

Aus der geplanten konstruktiven Umsetzung der Schule als Stahlbetonskelettbau mit einer Ausfachung aus zweifach belanktem Gipskartontrockenbau, leitet sich nach DIN 4108-2 eine mittelschwere Bauweise ab.

Die vom Ingenieurbüro Hooek Partner Sachverständige PartG mbB erarbeiteten Ergebnisse zeigen, dass der sommerliche Wärmeschutz auch unter Berücksichtigung der Klimazone C «sommerheiß» gegeben ist. Es muss hierzu jedoch von der Notwendigkeit einer erhöhten Nachtlüftung (zweifacher Luftwechsel je Stunde) ausgegangen werden. Lediglich in den Teamräumen zum Innenhof hin, ist der sommerliche Wärmeschutz mit einer normalen Verglasung mit einem Energiedurchlassgrad von 50% nicht einzuhalten. Hier muss zusätzlich zu der Nachtauskühlung eine Verglasung mit gemindertem Energiedurchlassgrad von 25% angesetzt werden.

In Erd- und Untergeschoss besteht eine erhöhte Einbruchgefahr, weshalb dort eine erhöhte Nachtlüftung ausschließlich maschinell über die Lüftungsanlage erfolgt. In den Obergeschossen wird ein hybrides Konzept zur Anwendung gebracht, bei dem zur Nachtauskühlung lediglich die Abluftventilatoren der Lüftungsanlagen zum Einsatz kommen. Die Zuluftnachströmung wird über die zentral gesteuerten, motorisierten Oberlichter gewährleistet.

Die Architekten empfehlen grundsätzlich den Einsatz einer farbneutralen Sonnenschutzverglasung, die neben einem niedrigen Wärmeeintrag von 37% (Regelfall 50%) auch eine gute Tageslichttransmission von 69% aufweist. Der geringere Wärmeeintrag macht eine längere und effektivere Tageslichtnutzung möglich und bietet bauliche Reserven für unvorhergesehene Klimaereignisse. Da es sich hierbei um eine passive Sonnenschutzmaßnahme handelt, ist kein zusätzlicher Wartungsaufwand zu erwarten. Um einen sinnvollen Kompromiss aus Investitionsaufwand und betriebstechnischer Nachhaltigkeit zu finden, wurde mit dem Amt für Gebäudewirtschaft ein vorläufiger Anteil an Sonnenschutzglas in Höhe von 50% vereinbart, dieser ist aktuell in der Kostenberechnung enthalten.

### 5.3.2 Schülerrestaurant

Die Fassade des Schülerrestaurants wurde im Zuge der Entwurfsplanung ausgiebig untersucht und unter dem Aspekt der Minimierung der transparenten Fassadenanteile weiterentwickelt. Durch geschlossenen Brüstungsbereiche, sowie opake Oberlichter und geschlossene Fassadenpaneele konnte ein ausgeglichenes Verhältnis von transparenten und opaken Fassadenflächen geschaffen werden, um die solaren Einträge zu mindern. Die Fenstermarkisen als beweglicher Sonnenschutz weisen mit einem Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtung ( $F_c$ -Wert) von 0,25 den nach DIN 4108-2 höchst möglichen Faktor zur Reduzierung des solaren Eintrags auf.

Aus der geplanten konstruktiven Umsetzung der Mensa als Stahlbetonskelettbau leitet sich nach DIN 4108-2 eine mittelschwere Bauweise ab. Diese reagiert langsamer auf Temperaturschwankungen und wirkt damit glättend auf den Temperaturverlauf im Tagesgang.

Die vom Ingenieurbüro Hooek Partner Sachverständige PartGmbH erarbeiteten Ergebnisse zeigen, dass der sommerliche Wärmeschutz auch unter Berücksichtigung der Klimazone C «sommerheiß», mit der oben genannten Gebäudeausführung gegeben ist.

### 5.3.3 Sporthalle

Während der geringe Anteil an transparenten Fassadenflächen bei der Turnhalle die solaren Einträge reduziert, gleicht die mittelschwere Bauweise Temperaturschwankungen durch ihre bauphysikalische Trägheit aus und trägt damit zum sommerlichen Wärmeschutz bei. Die Fenstermarkisen als beweglicher Sonnenschutz weisen mit einem Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtung ( $F_c$ -Wert) von 0,25 den nach DIN 4108-2 höchst möglichen Faktor zur Reduzierung des solaren Eintrags auf. Im Zuge des Vorentwurfs wurden außerdem die Fensterflächen nochmals etwas reduziert, sodass auf den Einsatz einer erhöhten Nachauskühlung verzichtet werden kann.

Die vom Ingenieurbüro Hooek Partner Sachverständige PartG mbB erarbeiteten Ergebnisse zeigen, dass der sommerliche Wärmeschutz bei Annahme einer mittleren Bauart mit Stalbeton-Binder und Stahlbetonwände im Fassadenbereich der Sporthalle und Kalksandsteinwände gegeben ist. Der Gesamtenergiedurchlassgrad ( $g$ -Wert) der Fenster ist mit einem Standard-Wert von 0,5 ausreichend, eine Nachlüftung ist nicht notwendig. Die für die hybride Lüftung zentral elektrisch angesteuerten Öffnungsflügel könnten jedoch, wenn gewünscht für eine Nachtauskühlung genutzt werden.

## 5.4 EnEV

Hauptaufgabe des winterlichen Wärmeschutz in unseren Breiten ist es die Wärmeverluste in einem Gebäude zu reduzieren und den dauerhaften Schutz der Baukonstruktion gegen klimabedingte Feuchteeinwirkungen zu gewährleisten.

Zudem ist dem Benutzer ein hygienisch einwandfreier Aufenthalt und Benutzung des Gebäudes zu ermöglichen.

Diese Punkte sind unter der Voraussetzung, dass die Räume entsprechend ihrer Nutzung ausreichend beheizt und belüftet werden, zu betrachten.

Der bauliche Mindestwärmeschutz ist in der DIN 4108 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden geregelt.

Diese DIN wird ergänzt durch die Energieeinsparverordnung (EnEV), in der die Anforderungen an den energetischen Mindestwärmeschutz und Grenzwerte formuliert sind, die durch den Wärmedurchgangskoeffizienten, den sogenannten U-Wert in  $W/m^2K$  die Qualität der Bauteile beschreiben.

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des Jahres-Primärenergiebedarfs pro  $m^2$  Nettofläche sowie der Wärmedurchgangskoeffizienten und damit der Qualität der Bauteile hinsichtlich des Wärmeschutzes. Der Primärenergiebedarf umfasst Heizung, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung und Warmwasserbereitung.

Um den Primärenergiebedarf möglichst gering und damit einen ökologischen, nachhaltigen Neubau zu planen wurden folgende Aspekte für den Entwurf berücksichtigt:

- geringer Heizbedarf durch Kompaktheit der Baukörper
- geringe Wärmeverluste durch hohe Qualität der Bauteile
- Reduktion von Wärmeverlusten durch Lüftung mittels bedarfsgesteuerter Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- geringer Energiebedarf für Beleuchtung, durch gute Tageslichtnutzung

#### 5.4.1 Grundschule

Nach Vordimensionierung des winterlichen Wärmeschutzes ergibt sich ein Primärenergiebedarf von 36,48 kWh/m<sup>2</sup>a für die Grundschule, die Vorgaben des EnEV-Referenzgebäudes werden damit um 51% unterschritten. Diese Werte erfüllen zudem die Werte eines KfW-Effizienzgebäude 55 (KfW 55), bei welchem der Jahresprimärenergiebedarf bei 55,06 kWh/m<sup>2</sup>a

Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte)

- für opake Außenbauteile 0,12  
die Vorgaben für mittlere U-Werte des EnEV-Referenzgebäude werden damit um 57 % unterschritten
- für transparente Außenbauteile 0,83  
die Vorgaben für mittlere U-Werte des EnEV-Referenzgebäude werden damit um 45 % unterschritten
- für Glasdächer, Lichtkuppeln 0,88  
die Vorgaben für mittlere U-Werte des EnEV-Referenzgebäude werden damit um 65 % unterschritten

#### 5.4.2 Schülerrestaurant

Für den Hort ergibt sich nach Vordimensionierung des winterlichen Wärmeschutzes ein Primärenergiebedarf von 109,91 kWh/m<sup>2</sup>a. Damit werden die Vorgaben des EnEV-Referenzgebäudes um 27 % unterschritten. Diese Werte erfüllen zudem die Anforderungen an ein KfW-Effizienzgebäude 55 (KfW 55).

Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte)

- für opake Außenbauteile 0,12  
die Vorgaben für mittlere U-Werte des EnEV-Referenzgebäude werden damit um 57 % unterschritten
- für transparente Außenbauteile 1,0  
die Vorgaben für mittlere U-Werte des EnEV-Referenzgebäude werden damit um 33 % unterschritten

#### 5.4.3 Sporthalle

Durch den Anbau der Sporthalle an das Bestandsgebäude kann die Sporthalle die geringere Kompaktheit ihres länglichen Baukörpers, und damit das Verhältnis von Volumen zu Hüllfläche ausgleichen. Nach Vordimensionierung des winterlichen Wärmeschutzes ergibt sich ein Primärenergiebedarf von 183,99 kWh/m<sup>2</sup>a, die Vorgaben des EnEV-Referenzgebäudes werden damit um 16 % unterschritten.

Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte)

- für opake Außenbauteile 0,13  
die Vorgaben für mittlere U-Werte des EnEV-Referenzgebäude werden damit um 53 % unterschritten
- für transparente Außenbauteile 0,900  
die Vorgaben für mittlere U-Werte des EnEV-Referenzgebäude werden damit um 40 % unterschritten

#### 5.4.4 Einordnung der energetischen Kennwerte

Wie die vorausgegangenen Aufstellungen zeigen, ergeben sich bei den Gebäuden bzw. Gebäudeteilen - ungeachtet der vergleichbaren Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) - unterschiedliche Ergebnisse beim jährlichen Primärenergiebedarf. Diese Abweichungen sind zum einen auf die größere Kompaktheit des Schulgebäudes zurückzuführen, zum anderen sind sie das Resultat des Konzepts zur Wärmeerzeugung. So führen die bei der Grundschule eingesetzten Wärmepumpen zusammen mit der Photovoltaikanlage - welche sich auf dem Dach der Sporthalle befindet, aus energetischer Sicht aber der Schule zugeordnet ist - zu einer besonders günstigen Situation bei Primärenergieerzeugung.

## 5.5 Extensive Dachbegrünung

Die Dächer von Schule, Hort und Sporthalle werden extensiv begrünt mit einem Retentionsdach geplant. Diese extensive Dachbegrünung wirkt sich durch folgende Aspekte positiv auf Nachhaltigkeit und Ökologie der Gebäude aus:

- Verbesserung des Umgebungsclimas, durch die Verdunstung des gespeicherten Wassers und dadurch entstehender Kühlung und Luftbefeuchtung
- Ökologische Ausgleichsflächen, Lebensräume für Insekten und Tiere
- Filterung von Luftschadstoffen und Feinstaub durch die Vegetation

Neben den positiven ökologischen Auswirkung der extensiven Dachbegrünung ergeben sich durch die begrünter Dächer auch betriebswirtschaftlich positive Effekte bezüglich der Unterhaltungs- und Wartungskosten:

- Schutz der Dachabdichtung vor Wind- und Witterungseinflüssen wie Sturm, Hagel, UV-Strahlung
- Wärmedämmleistungen im Winter und Hitzeschild im Sommer und damit ein Beitrag zur Energieeinsparung.
- Erhöhung des Wirkungsgrad von Photovoltaikanlagen bei der Kombination Photovoltaik und Dachbegrünung.
- Wasserrückhaltung des Niederschlags

## Anlage 1 - Aufstellung Gesamtkosten (Stand 31.08.2020)

KGR	Bezeichnung	Vorentwurfsplanung			Entwurfsplanung		
		Grundschule	Sporthalle	Wirtschaftsschule	Grundschule	Sporthalle	Wirtschaftsschule
200	Herrichten und Erschließen	306.249 €	57.202 €	429.753 €	261.220 €	74.729 €	461.547 €
	Sonderkosten Kampfmittelräumung und Wasserhaltung						
+	Sonderkosten Kampfmittelräumung	17.326 €	17.326 €	17.326 €	59.754 €	6.027 €	-
+	Sonderkosten Kanalgebühren (90 bzw. 60 Tage á 1.410 €)	126.900 €	0 €	0 €	84.600 €	-	-
200	Herrichten und Erschließen	450.475 €	74.528 €	447.079 €	405.574 €	80.756 €	461.547 €
300	Bauwerk - Baukonstruktionen Kostenstand 2019 *	11.148.403 €	1.450.165 €	-	-	-	-
+	Preis Anpassung auf Kostenstand 2020 (4%)	445.936 €	58.007 €	-	-	-	-
	<b>Bauwerk - Kostenstand 2020</b>	<b>11.594.339 €</b>	<b>1.599.222 €</b>	<b>-</b>	<b>11.267.563 €</b>	<b>1.532.614 €</b>	<b>-</b>
	Sonderkosten Ausstattung und Gebäudebestand						
+	Sonderkosten PV-Unterkonstruktion	-	54.665 €	-	-	50.163 €	-
+	Sonderkosten Anpassungen an Gebäudebestand	-	18.564 €	-	-	18.564 €	-
+	Sonderkosten Dachbegrünung	22.366 €	-	-	37.976 €	13.496 €	-
	<b>Bauwerk - Baukonstruktionen mit Sonderkosten</b>	<b>11.616.705 €</b>	<b>1.672.451 €</b>	<b>-</b>	<b>11.305.539 €</b>	<b>1.614.837 €</b>	<b>-</b>
	Erhöhter Gründungsaufwand durch Baugrund						
+	Sonderkosten Bodenaustausch	113.141 €	-	-	9.752 €	-	-
+	Sonderkosten Pfahlgründung ***	-	85.740 €	-	366.253 €	85.740 €	-
+	Sonderkosten Arsenbelastung	425.476 €	27.348 €	-	160.050 €	30.970 €	-
	<b>Bauwerk - Baukonstruktion mit erhöhtem Gründungsaufwand</b>	<b>12.155.322 €</b>	<b>1.785.538 €</b>	<b>-</b>	<b>11.841.594 €</b>	<b>1.731.546 €</b>	<b>-</b>
	Kostensisiko Wasserhaltung nach Bodengutachten Entwurfsplanung						
+	Sonderkosten Wasserhaltung inkl. Wasseraufbereitung	413.250 €	-	-	179.988 €	-	-
	<b>Bauwerk - Baukonstruktion inkl. Wasserhaltung</b>	<b>12.568.572 €</b>	<b>1.785.538 €</b>	<b>-</b>	<b>12.021.581 €</b>	<b>1.731.546 €</b>	<b>-</b>
400	Bauwerk - Technische Anlagen ohne Sonderkosten	4.360.125 €	569.497 €	-	4.782.207 €	680.554 €	15.692 €
+	Sonderkosten PV-Anlage, BHKW, Nahwärmeleitung	-	212.435 €	-	-	193.914 €	-
+	Sonderausstattung EDV	620.121 €	-	-	556.977 €	-	-
	<b>Bauwerk - Technische Anlagen mit Sonderkosten</b>	<b>4.980.246 €</b>	<b>781.931 €</b>	<b>-</b>	<b>5.339.184 €</b>	<b>874.468 €</b>	<b>15.692 €</b>
500	Außenanlagen	2.064.668 €	593.235 €	1.957.201 €	1.705.166 €	748.793 €	1.818.345 €
600	Ausstattung **	1.869.379 €	115.840 €	-	831.378 €	56.800 €	-
	<b>Summe KG 200 - 600 _ EINZELGEBÄUDE</b>	<b>21.933.341 €</b>	<b>3.351.073 €</b>	<b>2.404.280 €</b>	<b>20.302.883 €</b>	<b>3.492.364 €</b>	<b>2.295.584 €</b>
700	Nebenkosten (23% von KG200 - 600)	5.044.668 €	770.747 €	552.984 €	4.669.663 €	803.244 €	527.984 €
	<b>Summe KG 200 - 700 _ Einzelgebäude</b>	<b>26.978.009 €</b>	<b>4.121.820 €</b>	<b>2.957.265 €</b>	<b>24.972.546 €</b>	<b>4.295.608 €</b>	<b>2.823.569 €</b>
	<b>Summe KG 200 - 700 _ Grundschule / Wirtschaftsschule</b>	<b>31.099.829 €</b>	<b>31.099.829 €</b>	<b>2.957.265 €</b>	<b>29.268.153 €</b>	<b>2.823.569 €</b>	<b>-</b>
	<b>Summe KG 200 - 700 _ Massnahmen Gesamtgrundstück</b>	<b>34.057.094 €</b>	<b>34.057.094 €</b>	<b>-</b>	<b>32.091.722 €</b>	<b>32.091.722 €</b>	<b>-</b>
	Maßnahmen außerhalb Grundstück, Oberrdorferstraße		54.591 €			57.776 €	
	Maßnahmen außerhalb Grundstück, Parkstraße		64.336 €			129.067 €	
	Brunnensanierung		43.316 €			81.291 €	
	<b>Summe KG 200 - 700 _ Gesamtkosten</b>	<b>34.214.331 €</b>	<b>34.214.331 €</b>	<b>-</b>	<b>32.359.857 €</b>	<b>32.359.857 €</b>	<b>-</b>

**ACHTUNG:** Aufstellung nach Kostenstand Juli 2020, keine zukünftige Baupreissteigerung berücksichtigt!

**ACHTUNG:** Baupreissteigerung von Vorentwurf (Sommer 2019) zu Entwurf (Sommer 2020) beträgt +4%.

**ACHTUNG:** Keine Sicherheiten vorgesehen, Kosten basieren auf den Erkenntnissen von Leistungsphase 3!

\* Vorentwurf: Kostenstand Grundschule September 2019 = 11.142.082 €, abzüglich Sonderkosten (Dachbegrünung = 21.506 €, Bodenaustausch = 108.789 €, Arsenbelastung = 409.112 €, Wasserhaltung = 34.272 €), zuzüglich Baukonstruktive Einbauten = 580.000 € (Umschichtung aus KG600) = 11.148.403 €

\*\* Vorentwurf: Kostenstand Sporthalle September 2019 = 1.736.938 €, abzüglich Sonderkosten (PV-Unterkonstruktion = 52.852 €, Anpassung Gebäudebestand = 17.880 €, Bodenaustausch = 29.006 €, Arsenbelastung = 26.296 €, Pfahlgründung = 197.540 €), zuzüglich Baukonstruktive Einbauten = 52.000 € (Umschichtung aus KG600) = 1.450.165 €

\*\*\* Vorentwurf Durch partielle Umschichtung von KG610 auf KG380 (bzw. KG370, DIN276-2008) hat sich eine Verringerung der KG600 in Höhe von 603.200 € (Grundschule) bzw. 54.089 € (Sporthalle) ergeben, KG300 hat sich im gleichen Maße erhöht

\*\*\*\* Vorentwurf: Die im Vorentwurf geschätzten Kosten für die Pfahlgründung der Sporthalle von 205.441 € wurden durch die deutlich niedrigeren Kosten aus der aktuellen Kostenberechnung ersetzt, da diese auf dem aktuelleren Kenntnisstand beruhen.

## Anlage 2 - Kostenanalyse Grundschule (Stand: 18.08.2020)

Grundschule + Schülerrestaurant							BGF	7441
Gesamtkostenübersicht KG300								
KGR	Bezeichnung	GP (Brutto)	€/m2 BGF	€/m2 nach BKI	Unter- / Überschreitung	Anteil 1. Ebene	Anteil 1. Ebene nach BKI	
310	Baugrube	515.428,62 €	69,27	42,7	26,6	4,3%	2,7%	
	<i>abzüglich Bodenaustausch, Wasserhaltung, Arsenbelastung</i>	171.736,07 €	23,08	42,7	-19,6	1,4%	2,7%	
320	Gründung	1.720.113,17 €	231,17	245,1	-14,0	14,3%	15,5%	
	<i>abzüglich Pfahlgründung, Bodenaustausch (Kiesverfüllung)</i>	1.347.764,82 €	181,13	245,1	-64,0	11,2%	15,5%	
330	Außenwände	3.381.814,79 €	454,48	504,5	-50,0	28,1%	31,9%	
	<i>abzüglich Sonnenschutzverglasung</i>	3.347.262,24 €	449,84	504,5	-54,7	27,8%	31,9%	
340	Innenwände	1.470.067,52 €	197,56	230,9	-33,3	12,2%	14,6%	
350	Decken	2.159.236,92 €	290,18	183,5	106,7	18,0%	11,6%	
360	Dächer	1.159.496,76 €	155,83	284,7	-128,8	9,6%	18,0%	
	<i>abzüglich Dachbegründung</i>	1.121.520,89 €	150,72	284,7	-133,9	9,3%	18,0%	
380	Konstruktive Einbauten	541.338,20 €	72,75	14,2	58,5	4,5%	0,9%	
390	Sonstige Maßnahmen	1.074.084,73 €	144,35	79,1	65,3	8,9%	5,0%	
	<b>Summe inkl. Sonderkosten</b>	<b>12.021.579,71 €</b>	<b>1615,59</b>			<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	
	<b>Vergleichswert BKI</b>	<b>2061,64</b>	<b>76,7%</b>	<b>1581,50</b>				
	<b>Unter- / Überschreitung</b>		<b>34,09</b>			<b>2,2%</b>		
	<b>Summe abschließlich Sonderkosten</b>	<b>11.233.011,37 €</b>	<b>1509,61</b>			<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	
	<b>Vergleichswert BKI ohne Sonderkosten</b>	<b>2061,64</b>	<b>76,7%</b>	<b>1581,50</b>				
	<b>Unter- / Überschreitung</b>		<b>-71,89</b>			<b>-4,5%</b>		
<b>Sonderkosten KG300</b>								
KGR	Bezeichnung	GP (Brutto)	€/m2 BGF			Anteil 1. Ebene		
	Bodenaustausch (Aushub)	3.656,45 €	0,49			0,0%		
	Bodenaustausch (Kies)	6.095,40 €	0,82			0,1%		
	Pfahlgründung	366.252,95 €	49,22			3,0%		
	Arsenbelastung	160.049,60 €	21,51			1,3%		
	Wasserhaltung	179.987,50 €	24,19			1,5%		
	Sonnenschutzverglasung (optional, Anteil)	34.552,55 €	4,64			0,3%		
	Dachbegründung	37.975,88 €	5,10			0,3%		
	<b>Summe Sonderkosten</b>	<b>788.570,34 €</b>	<b>105,98</b>			<b>6,6%</b>		

Berechnung Kostenkennwert GSNW	
BKI Allgem. Schulen (BGF)	1800,00
Flächenanteil Schule (BGF)	6727,00
BKI Mensen (BGF)	2450,00
Flächenanteil Mensa (BGF)	714,00
<b>BKI Schule + Mensa (gewichtet nach Fläche)</b>	<b>1862,37</b>
Regionalfaktor Landshut (Stadt)	1,107
<b>BKI GSNW Grundschule</b>	<b>2061,64</b>

Berechnung Kostenanteil KG300 GSNW	
BKI Kostenanteil KG300 Allgem. Schulen (BGF)	77,20%
Flächenanteil Schule (BGF)	6727,00
BKI Kostenanteil KG300 Mensen (BGF)	72,10%
Flächenanteil Mensa (BGF)	714,00
<b>BKI Kostenanteil KG300 (gewichtet nach Fläche)</b>	<b>76,71%</b>

## Anlage 2 - Kostenanalyse Sporthalle (Stand: 18.08.2020)

Sporthalle							BGF	880
KGR	Bezeichnung	GP (Brutto)	€/m2 BGF	€/m2 nach BKI	Unter- / Überschreitung €	Anteil 1. Ebene	Anteil 1. Ebene nach BKI	
310	Baugrube	48.656,63 €	55,29	56,0	-0,7	2,8%	3,3%	
	<i>abzgl. Arsenbelastung</i>	<i>17.686,96 €</i>	<i>20,10</i>	<i>56,0</i>	<i>-35,9</i>	<i>1,0%</i>		
320	Gründung	384.173,96 €	436,54	295,4	141,2	22,2%	17,4%	
	<i>abzgl. Pfahlgründung</i>	<i>298.434,29 €</i>	<i>339,11</i>	<i>295,4</i>	<i>43,7</i>	<i>17,2%</i>		
330	Außenwände	470.662,33 €	534,81	483,8	51,0	27,2%	28,5%	
	<i>abzgl. Maßnahmen am Bestand</i>	<i>452.098,33 €</i>	<i>513,72</i>	<i>483,8</i>	<i>29,9</i>	<i>26,1%</i>		
340	Innenwände	193.715,70 €	220,12	210,5	9,6	11,2%	12,4%	
350	Decken	56.865,82 €	64,62	73,0	-8,4	3,3%	4,3%	
360	Dächer	408.505,73 €	464,18	470,2	-6,0	23,6%	27,7%	
	<i>abzgl. Extensive Begrünung</i>	<i>395.009,88 €</i>	<i>448,85</i>	<i>470,2</i>	<i>-21,4</i>	<i>22,8%</i>		
	<i>abzgl. Unterkonstruktion PV-Anlage</i>	<i>344.847,35 €</i>	<i>391,85</i>	<i>470,2</i>	<i>-78,4</i>	<i>19,9%</i>		
380	Konstruktive Einbauten	22.417,50 €	25,47	34,0	-8,5	1,3%	2,0%	
390	Sonstige Maßnahmen	146.548,57 €	166,52	74,7	91,8	8,5%	4,4%	
	<b>Summe</b>	<b>1.731.546,24 €</b>	<b>1967,55</b>			<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	
	<b>Vergleichswert BKI</b>	<b>2176,36</b>	<b>1697,56</b>					
	<b>Unter- / Überschreitung</b>		<b>269,99</b>			<b>15,9%</b>		
	<b>Summe abzüglich Sonderkosten</b>	<b>1.532.614,46 €</b>	<b>1741,51</b>			<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	
	<b>Vergleichswert BKI</b>	<b>2176,36</b>	<b>1697,56</b>					
	<b>Unter- / Überschreitung</b>		<b>43,95</b>			<b>2,6%</b>		

Sonderkosten KG300							Anteil 1. Ebene
KGR	Bezeichnung	GP (Brutto)	€/m2 BGF				Anteil 1. Ebene
	Arsenbelastung	30.969,67 €	35,19				1,8%
	Pfahlgründung	85.739,73 €	97,43				5,0%
	Maßnahmen am Bestand	18.564,00 €	21,09				1,1%
	Unterkonstruktion PV-Anlage	50.162,53 €	57,00				2,9%
	Extensive Begrünung	13.495,85 €	15,34				0,8%
	<b>Summe Sonderkosten</b>	<b>185.435,93 €</b>	<b>210,71</b>				<b>10,7%</b>

Berechnung Kostenkennwert GSNW - Einfeldsporthallen	
BKI Einfeldsporthallen (BGF)	1966,00
Regionalfaktor Landshut (Stadt)	1,107
<b>BKI GSNW Sporthalle</b>	<b>2176,36</b>