

Bericht der Verwaltung	Drucksache-Nr.:
der Kreisverwaltung Segeberg	DrS/2019/198- 3
öffentlich	

Fachdienst Technisches Gebäudemanagement

Datum: 04.05.2021

Beratungsfolge:

Status	Sitzungstermin	Gremium
Ö	26.05.2021	Bauausschuss

Erweiterung des Förderzentrums "Trave-Schule" in Bad Segeberg

Zusammenfassung:

Mit dieser Vorlage wird der derzeitige Planungsstand mit Kurzerläuterung zur HU-Bau, Flächenzusammenstellung, Kostenentwicklung bis zur Kostenberechnung, Stellungnahme des Energieberaters und die aktualisierte Terminplanung vorgestellt.

Sachverhalt:

Mit Beschluss des Kreistages vom 03.12.2020 wurde der Fachdienst 11.60 mit der Umsetzung der Maßnahme beauftragt. Die Beauftragung der weiteren Stufen ist an die Einhaltung der Kosten aus der Kostenschätzung gebunden und die Vorlage der Kostenberechnung ist nachzuholen.

Die fortgeführte Planung ergab, dass aus Kostengründen auf den in Leistungsphase 2 angedachten Vollkeller, zu Gunsten einer zentralen Lüftungsanlage und einer Photovoltaikanlage, verzichtet wird.

Die Stellungnahme des mit Beschluss des Kreistages vom 12.03.2020 (DrS/2020/055) geforderten Energiegutachtens bestätigt das Energiekonzept der beauftragten Fachplaner.

Die aktualisierte Kostenberechnung zur HU-Bau schöpft den gesteckten Kostenrahmen voll aus. Die Kostenberechnung erfolgte mit den derzeitigen marktüblichen Preisen, die Corona-bedingt etwas erhöht sind. Die Preisentwicklung kann aktuell nicht verlässlich vorhergesagt werden.

Die Beauftragung der Leistungsphasen 4-8 der Fachplaner erfolgt Ende Mai 2021 nach Prüfung der jetzt vorliegenden HU-Bau.

Die Beauftragung der Bauleistung erfolgt erst im Frühjahr 2022, wenn ca. 70% - 80 % der Bauleistungen ausgeschrieben sind und damit der Kostenvoranschlag bzw. Kostenanschlag vorliegt, so dass auf evtl. zu hohe Baupreise durch Verschieben der Maßnahme reagiert werden kann.

Kosten / Termine:

Die Kostenentwicklung und der aktualisierte Terminplan sind beigefügt

Anlage/n:

Anlage_1_Kostenentwicklung
Anlage_2_Terminplan
Anlage_3_Erläuterungsbericht
Anlage_4_Flächenzusammenstellung
Anlage_5_Lageplan

Anlage_6_Kellergeschoss
Anlage_7_Erdgeschoss
Anlage_8_Obergeschoss
Anlage_9_Schnitte
Anlage_10_Ansichten
Anlage_11_Energiegutachten

Kostenentwicklung

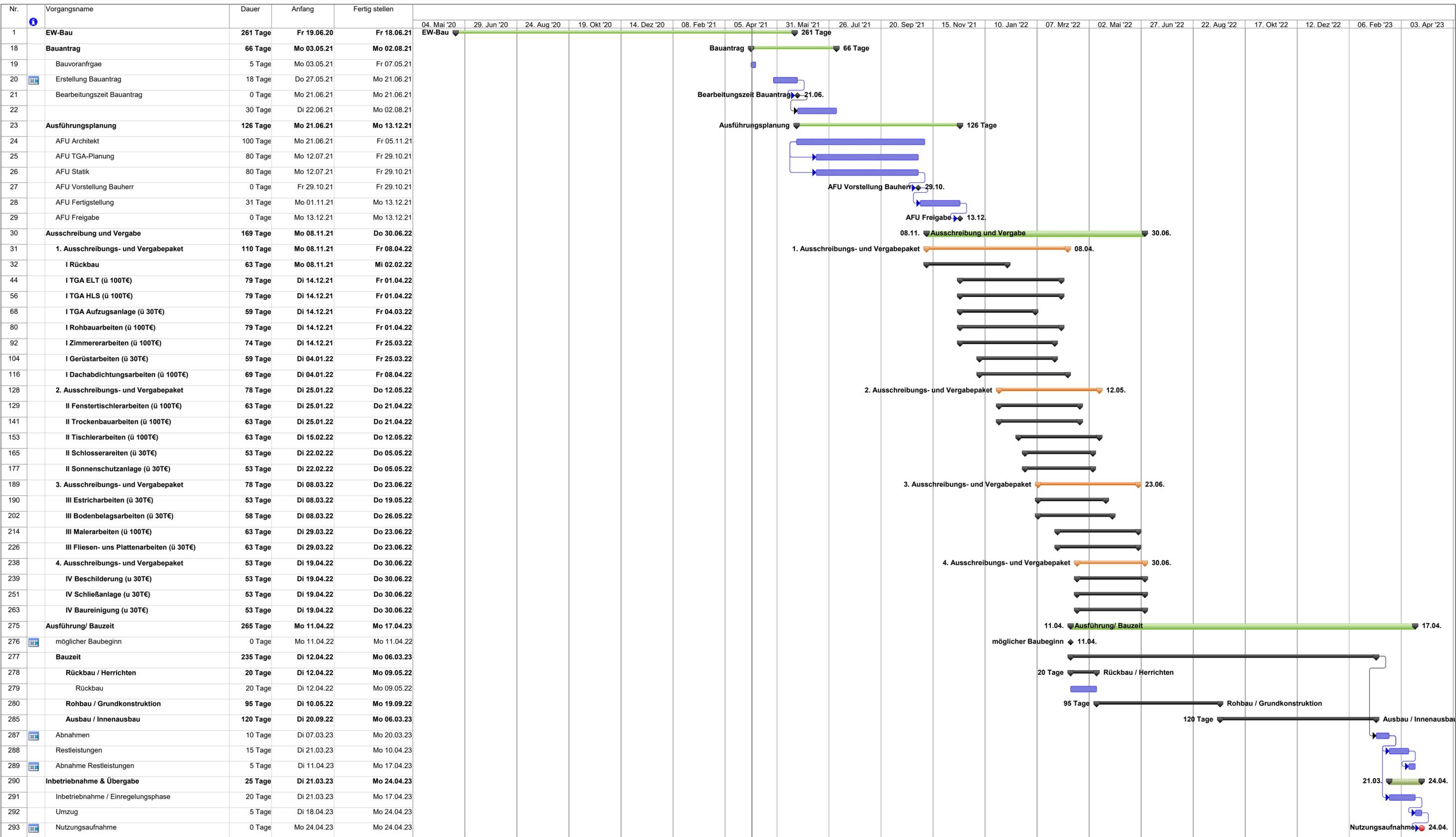
Erweiterung Förderzentrum

Trave-Schule
Burgfeldstraße 104
23795 Bad Segeberg

Stand: Mai 2021

	Kostenrahmen	Kostenschätzung	Kostenberechnung
Bruttogeschoßfläche	ca. 2.200 m ²	ca. 2.980 m ²	ca. 2.545 m ²
Kostengruppe 100			
Kostengruppe 200	230.000,00 €	255.742,90 €	140.110,60 €
Herrichten		235.750,90 €	124.640,60 €
öffentliche Erschließung		19.992,00 €	15.470,00 €
Kostengruppe 300	3.223.000,00 €	4.316.176,85 €	4.545.861,09 €
Baugrube		332.006,43 €	276.555,32 €
Gründung		642.777,91 €	489.109,44 €
Außenwände		1.168.896,99 €	1.392.790,34 €
Innenwände		664.018,91 €	829.836,35 €
Decken		709.263,80 €	679.826,59 €
Dächer		692.410,31 €	614.640,48 €
Baukonstruktive Einbauten			
Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen		106.802,50 €	263.102,57 €
Kostengruppe 400	1.144.000,00 €	1.086.949,57 €	1.438.267,39 €
Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen		200.033,05 €	194.547,75 €
Wärmeversorgungsanlagen		234.558,52 €	221.112,12 €
Lufttechnische Anlagen		100.198,00 €	231.157,50 €
Starkstromanlagen		231.336,00 €	489.689,82 €
Fernmelde- und informationstechnische Anlagen		97.877,50 €	99.644,65 €
Förderanlagen		47.600,00 €	65.450,00 €
Nutzungsspezifische Anlagen		0,00 €	0,00 €
Gebäudeautomation		175.346,50 €	136.665,55 €
Kostengruppe 500	203.000,00 €	241.570,00 €	265.497,93 €
Geländeflächen			
befestigte Flächen		83.300,00 €	136.481,10 €
Baukonstruktionen in Außenanlagen		35.700,00 €	0,00 €
Technische Anlagen in Außenanlagen		98.770,00 €	104.026,83 €
Einbauten in Außenanlagen			
Wasserflächen			
Pflanz- und Saatflächen		23.800,00 €	24.990,00 €

Kostengruppe 600	187.000,00 €	187.000,00 €	75.000,00 €
Kostengruppe 700	2.722.300,00 €	1.622.500,00 €	1.245.207,51 €
Bauherrenaufgaben	99.700,00 €	50.000,00 €	30.000,00 €
Architekt	516.200,00 €	500.000,00 €	536.904,80 €
TGA-Planung	401.800,00 €	290.000,00 €	320.097,09 €
Tragwerksplanung	308.300,00 €	145.000,00 €	164.463,50 €
Gutachten u. Beratung	99.700,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €
Allgem. Nebenkosten	149.600,00 €	60.000,00 €	40.000,00 €
Sonstiges / Preissteigerung	1.147.000,00 €	537.500,00 €	113.742,12 €
Summe, brutto:	7.709.300,00 €	7.709.939,32 €	7.709.944,52 €
gerundet, brutto:	7.710.000,00 €	7.710.000,00 €	7.710.000,00 €



Projekt: 2035_200729_Projektplan Datum: Di 04.05.21	Vorgang Sammelvorgang Unterbrechung Projektsammelvorgang Meilenstein Externe Vorgänge	Externer Meilenstein Inaktiver Vorgang Inaktiver Meilenstein	Inaktiver Sammelvorgang Manueller Vorgang Nur Dauer	Manueller Sammelrolup Manueller Sammelvorgang Nur Anfang	Nur Ende In Arbeit Stichtag	
--	--	--	---	--	-----------------------------------	------

Erweiterung Förderzentrum Trave-Schule, Bad Segeberg Kurzerläuterung aus der HU-Bau



Architektur

Die Liegenschaft

Bei der Trave-Schule handelt es sich um ein sonderpädagogisches Förderzentrum für Kinder mit geistiger und körperlicher Beeinträchtigung, Schwerpunkt geistige Beeinträchtigungen. Die Trave-Schule ist in Trägerschaft des Kreises Segeberg. Die angebotene Förderung erstreckt sich über entwicklungs-, handlungs- und fachorientierte Unterrichtsangebote. Weiter werden Förderungen in den medizinisch-therapeutischen, pflegerischen, technisch-kommunikativen und heilpädagogischen Bereichen angeboten.

Umgebung im Bestand

Der Standort der Trave-Schule befindet sich im Süd-Westen der Stadt Bad Segeberg, unweit der süd-westlichen Stadtgrenze. Nördlich des Planungsgrundstückes befinden sich Kleingartenanlagen, Einfamilienhausgebiete und der Schulstandort der Franz-Claudius-Grundschule. Im Osten erstrecken sich Einfamilienhäuser und das Gewerbegebiet Burgfeld (B-Plan Nr. 79). Im Westen und Süden des Planungsgebietes erstrecken sich die Niederungen der Trave. Das Grundstück ist über eine Stichstraße von der Burgfeldstraße aus erschlossen. Zurzeit befindet sich auf dem Grundstück der Trave-Schule ein Bestandsschulgebäude aus den frühen 1980er Jahren. Dieses ist geprägt durch seine 1-Geschossigkeit, einem sehr großen Dach und der Klinkerfassade. Durch das ausladende Dach entsteht die Wirkung eines 1,5-geschossigen Baukörpers bzw. in Teilbereichen sogar einer 2-Geschossigkeit. Der Bestand wurde in den 2000er Jahren um einen weiteren Klassenraumtrakt sowie eine Turnhalle nach Norden hin erweitert. Die vorhandene Bebauung des Hausmeisterhauses wird im

Rahmen der Maßnahme zurückgebaut. Das Grundstück weist von Süd nach Nord einen Höhengsprung von ca. 3 m auf. Im Norden und Osten wird das Grundstück durch einen Knick gerahmt. Die Liegenschaft der Trave-Schule weist einen üppigen Baumbestand auf.

Entwurfsansatz

Städtebau:

Der bestehende Baukörper der Trave-Schule bildet auf der Westseite des Grundstücks eine Spange, die sich fast über die gesamte Nord-Süd-Länge erstreckt. Aus dem Zuschnitt des Grundstücks und der Positionierung der Bestandsgebäude heraus wurde sich entschieden, dass die aktuelle Erweiterung auf der Ostseite des Grundstückes errichtet wird. Diese komplettiert das bestehende Gebäudeensemble und schafft eine Rahmung des bestehenden Schulhofes, ohne dabei die kostbaren Hofflächen zu verringern.

Der Erweiterungsbau wird als zweigeschossiger Baukörper geplant, mit einem Kellergeschoss, einem Erdgeschoss und einem Obergeschoss. Erd- und Obergeschoss sind in ihrer Struktur davon geprägt, dass alle Klassen- und Gruppenräume sich nach Osten orientieren. Dieses ermöglicht eine sehr gute Belichtung mit Tageslicht. Im Süden der Erweiterung befindet sich auf beiden Etagen ein Multifunktionsraum für die flexible Nutzung in den Unterrichtszeiten sowie für die Arbeitsgruppen am Nachmittag. Therapieräume, WCs und Pflegeräume sind in abgesetzten Boxen auf der Westseite des Baukörpers untergebracht. Zwischen diesen Boxen ist die Fassade geöffnet, um die Aufenthaltszonen mit Tageslicht zu versorgen und eine Sichtbeziehung zum Schulhof aufzubauen. Der Erweiterungsbau ist geprägt durch seine klare Formensprache und seine Verbindungen zwischen Außen- und Innenraum. Bei den Baumaterialien wird sich an dem Bestand und der regionalen Bauweise orientiert und diese in eine zeitgemäße Struktur übersetzt.

Der Erweiterungsbau der Schule ist über einen Verbindungsgang und ein kleines Foyer mit dem Bestand verbunden. Dieser dient vor allem dazu, eine wetterunabhängige Verbindung der beiden Schulteile zu schaffen. Der Verbindungsgang und das Foyer sind eingeschossige Gebäudeteile. Diese sollen eine vermittelnde Position zwischen dem 1,5-geschossigen Bestand und der 2-geschossigen Erweiterung einnehmen.

Die Erweiterung der Turnhalle, die Umkleiden und Sanitärräume beherbergt, ist als eingeschossiger Baukörper ausgebildet. Der Anbau schneidet auf Grund der Topografie zum Teil in das anstehende Gelände, welches hier auf der Nordseite des Schulhofes einen deutlichen Höhengsprung aufweist.

Die Turnhalle ist ebenfalls mit einem eingeschossigen Verbindungsgang an den Bestand angebunden.



Funktionalität

Die Erweiterung der Schule und der Turnhalle gliedern sich in das bestehende Wegesystem der Trave-Schule ein und komplettieren es. Die Nord-Süd-Achse im Bestandsgebäude wird durch zwei Ost-West-Achsen ergänzt. Durch die klare Wegeföhrung wird die Orientierung im Gebäude erleichtert. Weiter ist auch eine Verortung der jeweiligen Klassenstufen möglich, was vor allem den jungen Nutzern eine Hilfestellung sein wird. Es werden Klassenraumgrößen von ca. 60m² ausgebildet, wobei diese teilweise einen Raum zum Separieren beinhalten. Alle Klassenräume werden mit Akustikflächen ausgestattet. Das zweite Obergeschoss des Erweiterungsgebäudes ist in seiner Aufteilung identisch zu dem Erdgeschoss. Die Teilunterkellerung bietet Platz zum Abstellen und für die Haustechnikzentrale der Liegenschaft

Konstruktion

Die Grundidee beschreibt einen 2-geschossigen Holzkörper auf massivem Sockel. Die Thermische Hölle des Neubaus ist als entscheidender Baustein optimiert, um Wärmeverluste zu minimieren und die Betriebskosten im Lebenszyklus gering zu halten. Die Fenster bspw. erreichen niedrige Uw-Werte $\leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ mit einer Dreischeibenverglasung.

Die Tragfähigkeit des lokalen Untergrunds lässt es zu, die Erweiterungen der Trave-Schule auf Fundamentplatten zu gründen. Die Teilunterkellerung des Schulerweiterungsbaus ist als weiße Wanne in WU-Beton gefertigt. Diese wasserundurchlässige Stahlbetonkonstruktion verhindert, dass Sicker- oder Grundwasser eintritt.

Der Baukörper der Schulerweiterung oberhalb der Geländeebene wurde vor allem aus Gründen der Nachhaltigkeit (CO₂-Bindung) und des behaglichen Innenraumcharakters als Holzkonstruktion in Erd- und Obergeschoss geplant. Der Einsatz von Holz zeigt sich in der Konstruktion zum einen bei den Innenraumwänden, die als CLT-Massivholzwände konstruiert sind und als Holz in seiner natürlichen Oberfläche sicht- und spürbar bleiben.

Die Außenwände werden als Holzrahmenbauelemente geplant und verbinden ressourcenschonend die statische und wärmedämmtechnische Ebene bei geringem Konstruktionsflächenbedarf.

Sie erhalten - je nach Einbauort - eine Fassade in Lärchenholz bzw. HPL-Platten. Diese Elemente, Holzmassivbauteile und Holzrahmenbau, haben den Vorteil einer verkürzten Bauzeit aufgrund des hohen Vorfertigungsgrades. Zudem ermöglicht die Holzkonstruktion ein hoher Grad an Wiederverwendung der Bauteile bzw. sortenreiner Trennung nach Abschluss der Nutzungsphase des Gebäudes und leistet so einen maßgeblichen Beitrag zum nachhaltigen, ressourcenschonenden Umgang.

Die Geschossdecken und Dachdecken der Erweiterung werden ebenfalls als CLT-Massivholzelement eingebaut. Das Foyer und die Verbinder zum neuen Schulgebäude sowie der Verbinder zur Turnhallenerweiterung erhalten eine Dachkonstruktion aus CLT-Elementen, die auf Brettschichtholz-Stützen gelagert ist. Die Außenwände des Foyers, welche nicht als Glasfassade ausgebildet sind, werden ebenfalls in Holzrahmenbauweise errichtet.

Die Turnhalle wird in konventioneller Bauweise geplant. Dieses ist notwendig, weil durch die Topografie auf der Nordseite des Baugrundstückes die Erweiterung zum Teil in das Gelände eingelassen ist. Aus diesem Grund werden die Bodenplatte und die Außenwände als weiße Wanne in Wu-Beton gebaut und mit einer Vorsatzschale aus Klinkern verkleidet. Die Klinkerfassade nimmt das Fassadenthema der Turnhalle (Bestand) auf und führt es weiter.

Im Zuge der Planung wurden ausgewählte Baustoffe unter Betrachtung der Lebenszykluskosten verglichen und bewertet. So wurden aufgrund der geringen Wartungs- und Instandhaltungskosten bei langer Lebensdauer neben Holz-Aluminiumfenstern auch Linoleumböden und Holzfassade ausgewählt, welche den nachhaltigen Lösungsansatz des Gebäudekonzeptes nach innen und außen erlebbar macht.

Technische Gebäudeausrüstung

Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen

Im Schulgebäude und im Anbau der Turnhalle werden die sanitären Einrichtungen mit Trinkwasser versorgt und an das Abwassernetz angeschlossen. Im Anbau Umkleiden-Sporthalle erfolgt die Warmwasserbereitung über eine Frischwasserstation. An den Endpunkten des Kalt-Trinkwassernetzes werden Hygiene-Spüleinrichtungen installiert. Die Heizkessel werden mit Gas versorgt

Wärmeversorgungsanlagen

Es wird eine Doppel-Brennwertkesselanlage im Kellergeschoss im Heizungsraum installiert. Die Abgasleitungen der Gasbrennwertkesselanlage werden zum Schornstein über Dach geführt. Das angrenzend bestehende Schulgebäude wird an die vorhandene Nahwärmeleitung wieder angeschlossen. Es gibt zur Verteilung der Wärme mehrere Heizkreise.

Die Nutzungsräume und Flure werden mit Fußbodenheizung abgedeckt. Das Treppenhaus erhält Heizkörper. Die Regulierung der Fußbodenheizung wird durch Raumthermostate gewährleistet. Die Übergabestationen der Fußbodenheizung (Heizkreisverteiler) werden in den WC-Bereichen integriert.

Raumlufttechnische Anlagen

Im Klassengebäude wird eine zentrale Lüftungsanlage eingebaut, die das gesamte Gebäude versorgt. Das Lüftungsgerät wird auf dem Dach des Gebäudes angeordnet. Das Lüftungsgerät ist ein Zu- und Abluftgerät mit den Funktionen filtern, Wärme rückgewinnen, Luft fördern und erhitzen. Die Zu- und Abluftführung erfolgt über ein Kanalsystem in die Raumbereiche der Etagen und wird über Tellerventile, Drallauslässe und Lüftungsgitter verteilt. Die Einregulierung wird über Volumenstromregler vorgenommen, die über CO² Sensoren gesteuert werden.

Das bestehende Lüftungsgerät für die Turnhalle wird durch ein gemeinsames Gerät für die Turnhalle und den Anbau ersetzt. Die Räume im Anbau und die Turnhalle werden durch ein Lüftungsgerät be- und entlüftet. Die Luftverteilung erfolgt über ein Luftleitungsnetz in jeden Raum. Die Regelung des Lüftungsgeräts erfolgt Zeitgesteuert, über eine Präsenzsteuerung, übersteuert durch eine Feuchteregelung belüftet. Für die unterschiedlichen Temperaturbereiche der Turnhalle und der Sanitärbereiche wird in der Zuluft zu den Sanitärbereichen ein Nachheizregister eingebaut.

Der Serverraum im Erdgeschoss des Klassengebäudes wird zur Kühlung der Server mit einem Split-Raumkühlgerät ausgestattet. Die Außen- und Inneneinheit werden auf dem Dach bzw. an der Innenwand installiert.

Elektrische Anlagen

Es wird eine Sicherheitsbeleuchtungsanlage mit abschnittsweisen Gruppenbatterieanlagen vorgesehen. Alle Sicherheitsleuchten werden als LED-Leuchten ausgeführt. Die Hauptversorgung erfolgt aus einer neuen NSHV. Die NSHV wird aus dem öffentlichen Netz versorgt. Von der NSHV aus werden die Unterverteiler (Etagenverteiler) der einzelnen Bereiche sowie der Bestand versorgt.

Es wird ein Überspannungsschutz vom Typ 1 Schutz für die Hauptverteilung vorgesehen sowie ein Typ 2 Schutz für die Unterverteilungen. Steckdosen erhalten gemäß Erfordernis Typ 3 Überspannungsschutz-Einrichtungen. Alle vorgesehenen Beleuchtungen werden mit aktueller LED- Technik ausgestattet. In den Klassenräumen erfolgt die Beleuchtung mittels direkt-/ indirekt-Leuchten gem. ASR A3.4. Die Therapie- und Pflegeräume erhalten eine reine dimmbare indirekte Beleuchtung mit der Möglichkeit des Zuschaltens eines direkten Lichtanteils. Die Sozialräume werden mit IP54-Leuchten in Form von Downlights ausgeleuchtet. In den Sozialräumen, Flur, Treppenraum, Klassenzimmern, Multifunktionsraum wird die Beleuchtung über Präsenzmelder und Taster gesteuert. In den Klassenräumen und im Foyer wird die Beleuchtung zusätzlich automatisch lichtstärkeabhängig geregelt. Die Blitzschutzeinrichtung des Gebäudes wird in Anlehnung an VdS 2010 für die Blitzschutzklasse III ausgelegt.

Kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen

In den behindertengerechten WC-Anlagen wird ein Behinderten-Ruf vorgesehen, der zu einer ständig besetzten Stelle im Schulgebäude weitergeleitet wird. Der Neubau wird an die im Bestandsgebäude vorhandene Hausalarm- bzw. Brandmeldeanlage (BMA), Sprachalarmierungsanlage (SAA) angeschlossen. Der Neubau wird nicht mit einer Einbruchmeldeanlage ausgestattet.

Der Neubau erhält eine moderne EDV-Anlage. Das Schulgebäude wird über eine interne Anbindung mittels LWL und CAT7 an das Bestandsgebäude angebunden. Es wird eine vollflächige Sprachalarmierungsanlage (SAA) vorgesehen. Es erfolgt eine flächendeckende Brandmelde-Überwachung des Neubaus einschl. der Decken-Hohlräume. Meldertypen entsprechend Erfordernis.

Förderanlagen

Eine Aufzugsanlage verbindet das Untergeschoss mit dem Erd- und Obergeschoss. Der Aufzug wird behindertengerecht ausgestattet und erhält eine Brandfallsteuerung.

Außenanlagen

In den Außenanlagen werden Schmutz und Regenwasserleitungen an das Siel angeschlossen. Die vorhandene Regenrückhaltung wird angepasst. Leitungen zur Versorgung der Gebäude mit Wasser , Heizung und Strom werden im Erdreich verlegt. Die Geländeoberfläche wird an den Neubau angearbeitet, neue Wege und Parkflächen werden in Pflaster hergestellt.

Trave-Schule Erweiterungsbau

Projektnummer: 2035

Stand: 29.04.2021

Berechnung BGF & BRI



BGF Bereich / Gebäudeteil	BGF (m ²)	Höhe (m)	BRI (m ³)	
KG	429,40 m ²	3,55 m	1.524,37 m ³	von UK Sohl­dämmung bis OKFFB EG
EG Verbindungsgang	50,19 m ²	3,35 m	168,14 m ³	von UK Sohl­dämmung bis OK Dachdämmung
EG Foyer	173,00 m ²	4,20 m	726,60 m ³	von UK Sohl­dämmung bis OK Dachdämmung
EG	824,00 m ²	4,10 m	3.378,40 m ³	von OKFF EG bis OKFF OG
OG	824,00 m ²	4,10 m	3.378,40 m ³	von OKFF OG bis OK Dachdämmung
Summe	2.300,59 m²		9.175,91 m³	

BGF Bereich / Gebäudeteil	BGF (m ²)	Höhe (m)	BRI (m ³)	
Verbindungsgang	44,18 m ²	3,30 m	145,79 m ³	von UK Sohl­dämmung bis OK Dachdämmung
Turnhallenanbau	200,02 m ²	4,02 m	804,08 m ³	von UK Sohl­dämmung bis OK Dachdämmung
Summe	244,20m²		0.949,87 m³	

Summe	2.544,79 m²		10.125,78 m³
--------------	-------------------------------	--	--------------------------------

Trave-Schule Erweiterungsgebäude

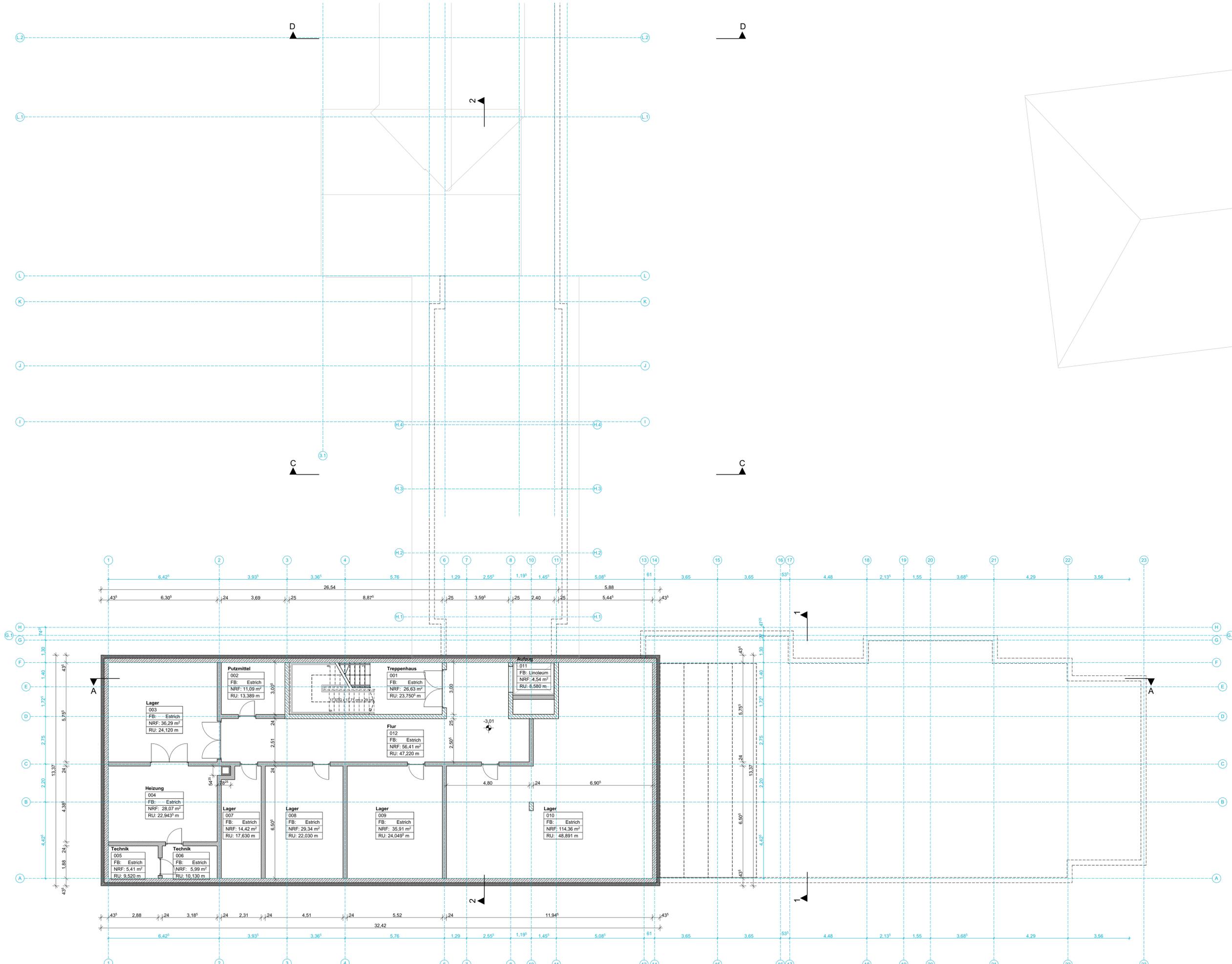
Projektnummer: 2035

Stand: 29.04.2021



Raumbezeichnung	Zuordnung								
	NF1 m² Wohnen Aufenthalt	NF2 m² Büro	NF3 m² Produktion	NF4 m² Lagern, Verteilen	NF5 m² Bildung, Unterricht, Kultur	NF6 m² Heilen, Pflegen	NF7 m² sonstige	TF m²	VF m²
Kellergeschoss									
nicht-öffentlicher Bereich									
001 Treppenhaus									26,63
002 Putzmittel				11,09					
003 Lager				36,29					
004 Heizung							28,07		
005 Technik							5,41		
006 Technik							5,99		
007 Lager				14,42					
008 Lager				29,34					
009 Lager				35,91					
010 Lager				114,36					
011 Aufzug									4,54
012 Flur									56,41
Zwischensumme KG	0,00	0,00	0,00	241,41	0,00	0,00	0,00	39,47	87,58
Erdgeschoss									
öffentlicher Bereich									
101 Treppenhaus									26,63
102 WC							10,41		
103 Multifunktionsraum					79,44				
105 Therapieraum						30,21			
106 Klassenraum					44,22				
107 Gruppenraum					15,37				
109 Klassenraum					44,87				
110 Gruppenraum					14,94				
112 Gruppenraum					14,98				
113 Klassenraum					44,94				
114 Klassenraum					60,70				
115 Therapieraum						14,53			
116 Pflgeraum						14,53			
117 Flur									68,20
118 WC Herren							11,11		
119 WC							6,94		
120 WC Damen							16,22		
121 Flur									77,98
122 Treppenhaus 2									44,25
123 Flur									32,16
125 Foyer									94,09
126 Büro		14,64							
127 Büro		15,62							
128 Flur									78,55
129 Flur									43,72
130 Flur									23,01
132 Umkleideraum							13,49		
133 Vorraum							9,47		
134 WC Herren							18,98		
135 Dusche Herren							19,48		
136 Umkleideraum							13,49		
137 Vorraum							9,47		
138 WC Damen							20,84		
139 Duschen Damen							19,72		
141 Sanitär							7,04		
nicht-öffentlicher Bereich									
104 Technik								16,11	
108 Abstellraum				8,12					
111.a Abstellraum				7,71					
111.b Abstellraum				7,71					
124 Abstellraum				5,09					
131 Lehrmittelraum				5,92					
140 Technik								5,92	
Hausmeisterunterstand	24,14								
Zwischensumme EG	24,14	30,26	0,00	34,55	319,46	59,27	176,66	22,03	488,59
Obergeschoss									
öffentlicher Bereich									
201 Treppenhaus									26,63
202 WC							10,41		
203 Multifunktionsraum					79,44				
204 Aufenthaltsraum	47,12								
205 Klassenraum					44,22				
206 Gruppenraum					15,37				
208 Klassenraum					44,87				
209 Gruppenraum					14,94				
211 Gruppenraum					14,94				
212 Klassenraum					44,87				
213 Klassenraum					60,70				
214 Therapieraum						14,52			
215 Pflgeraum						14,52			
216 Flur									68,20
217 WC Herren							11,11		
218 WC							6,94		
219 WC Damen							16,21		
220 Flur									77,26
221 treppenhaus 2									28,40
nicht-öffentlicher Bereich -									
207 Abstellraum				8,12					
210.a Abstellraum				7,71					
210.b Abstellraum				7,71					
Zwischensumme OG	47,12	0,00	0,00	23,54	319,35	29,04	44,67	0,00	200,49
Gesamtsumme	71,26	30,26	0,00	299,50	638,81	88,31	221,33	61,50	776,66

NGF in m² 2187,63



Gebäudeteile Übersicht

BESTAND
 VS Erweiterung Schule
 F Foyer
 ERT Erweiterung Turnhalle
 VT Verbinderturnhalle

Legende

Stahlbeton WU Vorgehängte hinterlüftete Fassade
 Stahlbeton Unterzüge mit Bezeichnung
 Kalksandstein Leichtbauwände/Vorwände
 Dämmung Leichte Trennwände

0,00 OK Fertigbau 0,00 OK Rohbau 4,07 Höhenangabe (OKFF)
 0,00 UK Fertigbau 0,00 UK Rohbau

IN	DAT	ÄNDERUNGEN	BEARB	GEPR

Zeichnungen sind nur mit Freigabevermerk der Architekten zur Ausführung freigegeben.
 Sämtliche Maße sind vom Baustellenernehmer vor der Ausführung eigenverantwortlich am Bau zu prüfen. Alle Werkpläne sind nur in Verbindung mit den gültigen Schal- und Bewehrungsplänen des Tragwerksbauers, sowie den Durchbruchplänen der Fachgenossenschaft gültig und/oder den ergänzenden Angaben. Abweichungen vom Dargestellten sind mit dem Architekten abzustimmen. Der Ausführende ist verpflichtet, den Auftraggeber auf etwaige Unstimmigkeiten der Ausführungsunterlagen hinzuweisen (VOB § 3.3).
 Alle Öffnungs- und Brüstungshöhen beziehen sich auf OKFFB des zugehörigen Geschosses.

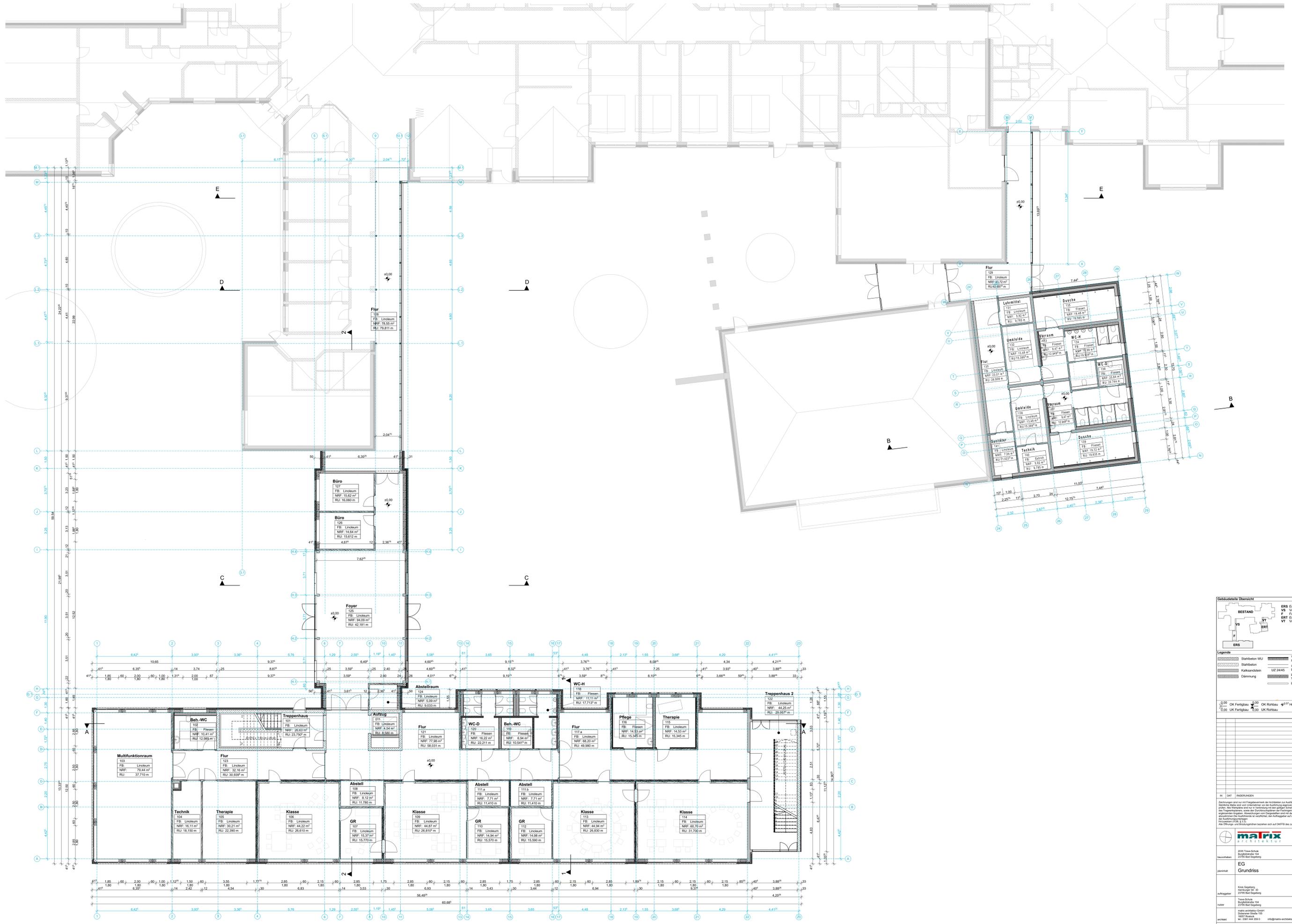
matrix
 architektur

bauherr	2035 Trave-Schule Burgstraße 104 23765 Bad Segeberg	EW-Bau
planinhalt	KG Grundriss	
auftraggeber	Kreis Segeberg Hansburger Str. 20 23765 Bad Segeberg	
nutzer	Trave-Schule Burgstraße 104 23765 Bad Segeberg	
architekt	matrix architektur GmbH Doberaner Straße 155 18037 Ralswiek Tel. 0381 444 359 0 info@matrix-architektur.de	

2035_E-231

± 0,00 = OK FFB EG = 40,71 NHN

LPH	plottatum	format	maßstab
3	28.04.2021	A1 841x594	1:100



Gebäudeübersicht

LEGENDE

- Stahlbeton WU
- Stahlbeton
- Kalksandstein
- Dämmung
- Vorgehängte hinterlüftete Fassade
- Unterzüge mit
- Bezeichnung
- Leuchte/Wand-/Vorwände
- Leuchte/Trennwand

Bestand: ERS Erweiterung Schule, VS Vertikaler Schacht, F Foyer, ERT Erweiterung Turnhalle, VT Vertikaler Turmbau, ERS

Legende: 0,00 OK Fertigbau, 0,00 OK Rohbau, 4,07 Höhenangabe (OKFF), 0,00 OK Fertigbau, 0,00 OK Rohbau

Architect: matrix architektur

Project: 2025 Thess Schule, Burgtheater 104, 20795 Bad Sprolling

Scale: EG Grundriss

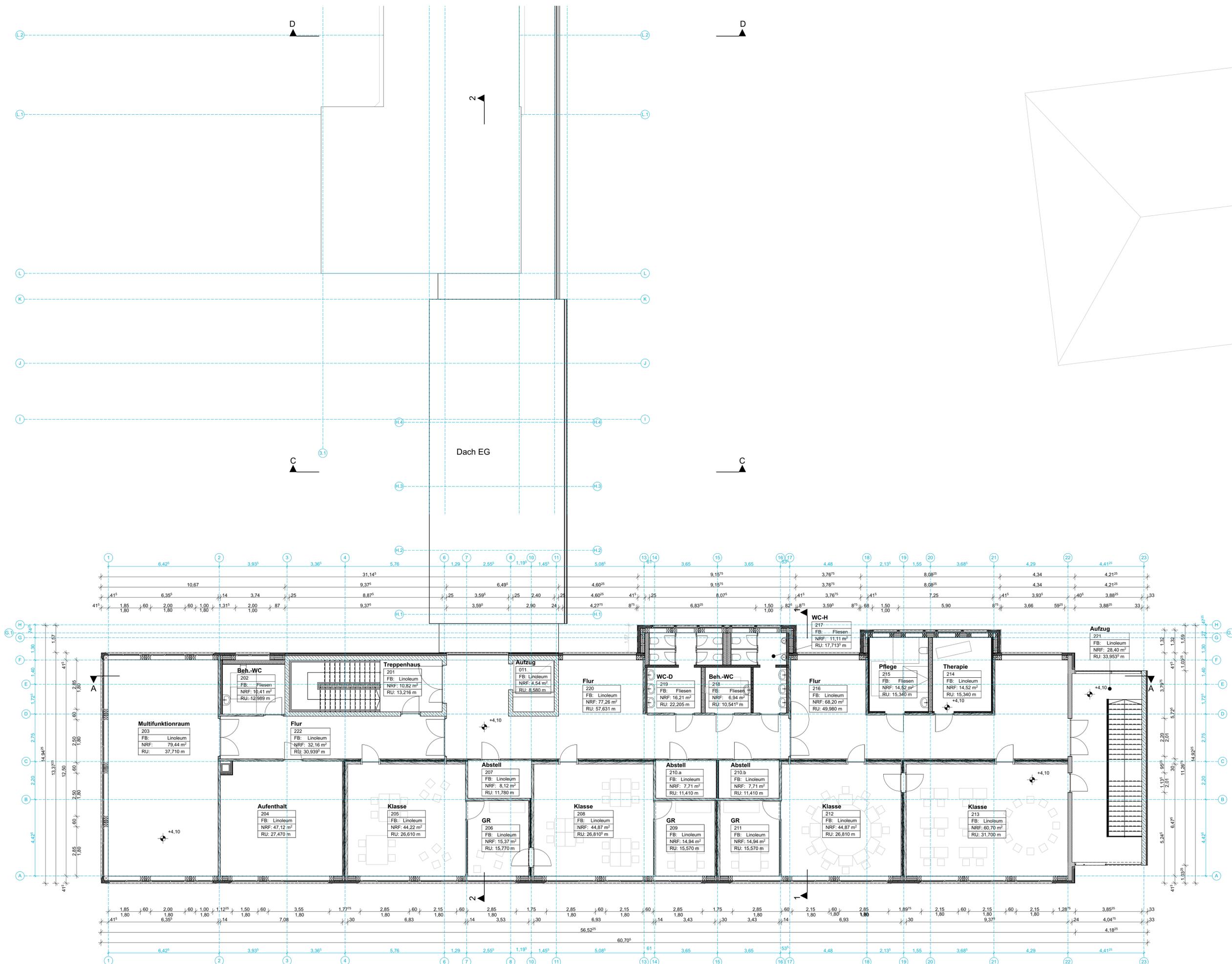
Date: 29.04.2021

Page: 3

Project ID: 2035_E-241

Scale: 1:8.00 = OK FF/B EG = 46,71 NHN

Scale: 1:100



Gebäudeteile Übersicht

BESTAND

- ERS Erweiterung Schule
- VS Verbind. Schule
- F Foyer
- ERT Erweiterung Turnhalle
- VT Verbind. Turnhalle

Legende

- Stahlbeton WU
- Stahlbeton
- Kalksandstein
- Dämmung
- Vorgehängte hinterlüftete Fassade
- Unterzüge mit Bezeichnung
- Leichtbauwände/Vorwände
- Leichte Trennwände

OK Fertigtbau **OK Rohbau** **OK Höhenangabe (OKFF)**

IN	DAT	ÄNDERUNGEN	BEARB	GEPR

Zeichnungen sind nur mit Freigabevermerk der Architekten zur Ausführung freigegeben. Sämtliche Maße sind vom Bauleiter vor der Ausführung eigenverantwortlich am Bau zu prüfen. Alle Werkpläne sind nur in Verbindung mit den gültigen Schul- und Bewehrungsplänen des Tragwerksbauers, sowie den Durchbruchplänen der Fachbereiche gültig und/oder den ergänzenden Angaben. Abweichungen vom Dargestellten sind mit dem Architekten abzustimmen. Der Ausführende ist verpflichtet, den Auftraggeber auf etwaige Unstimmigkeiten der Ausführungsunterlagen hinzuweisen (OKB § 3.3). Alle Öffnungs- und Brüstungshöhen beziehen sich auf OKFFB des zugehörigen Geschosses.

matrix
architektur

2035 Trave-Schule
Burgfeldestraße 104
23795 Bad Segeberg

bauherrn: **OG** Grundriss EIW-Bau

auftraggeber: Kreis Segeberg
Hamburger Str. 20
23795 Bad Segeberg

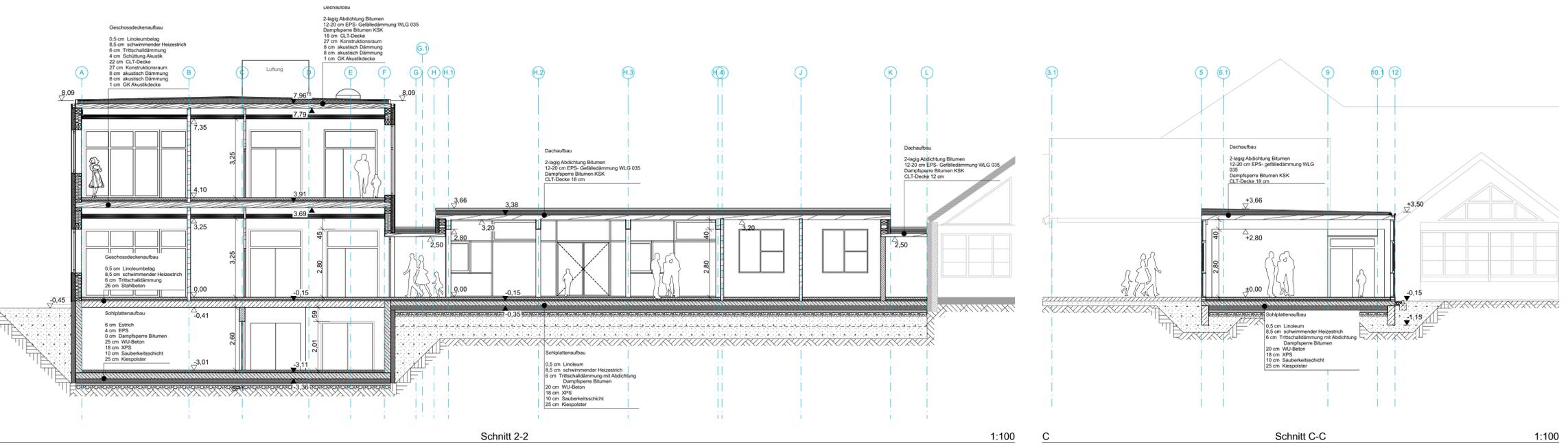
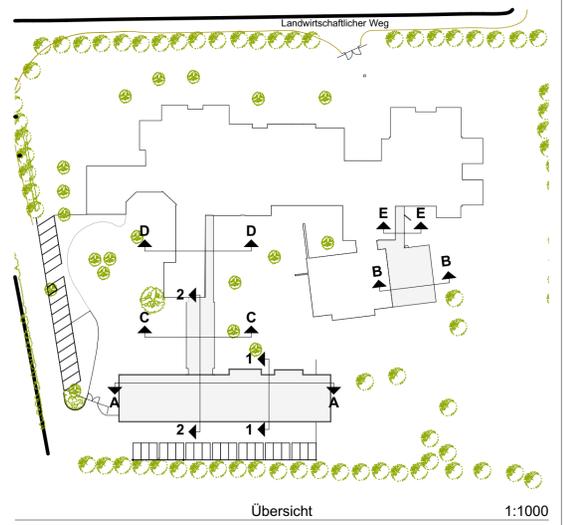
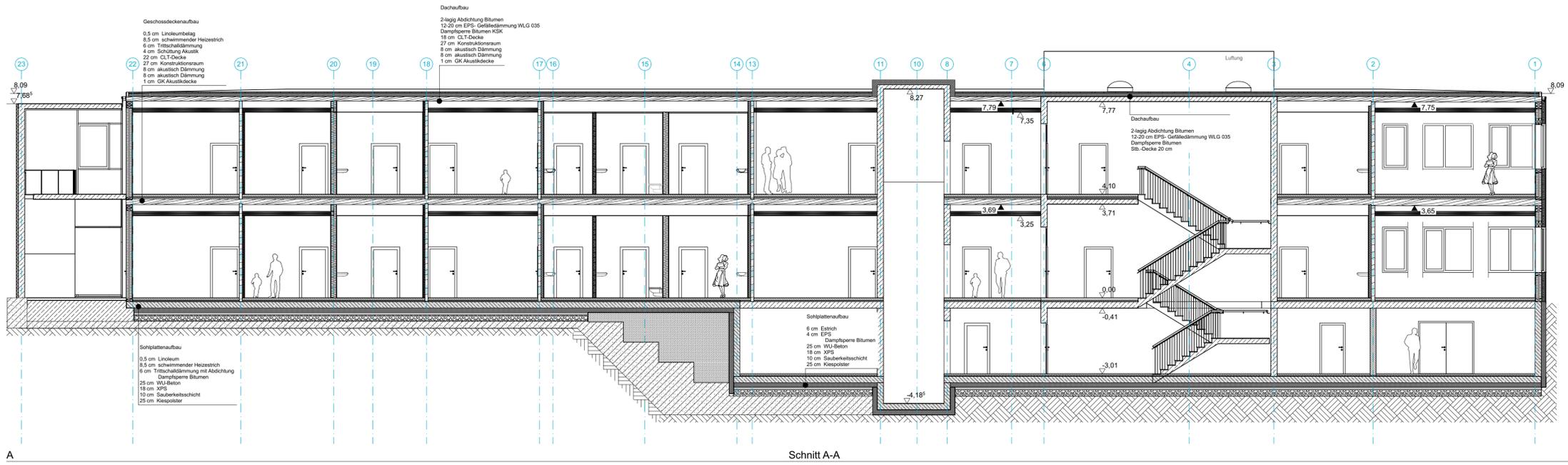
nutzer: Trave-Schule
Burgfeldestraße 104
23795 Bad Segeberg

architekt: matrix architektur GmbH
Doberaner Straße 155
18037 Ralswiek
Tel. 0381 444 359 0 info@matrix-architektur.de

2035_E-251

± 0,00 = OK FFB EG = 40,71 NHN

LPH 3 plotdatum 29.04.2021 format A1 | 841x594 malstab 1:100



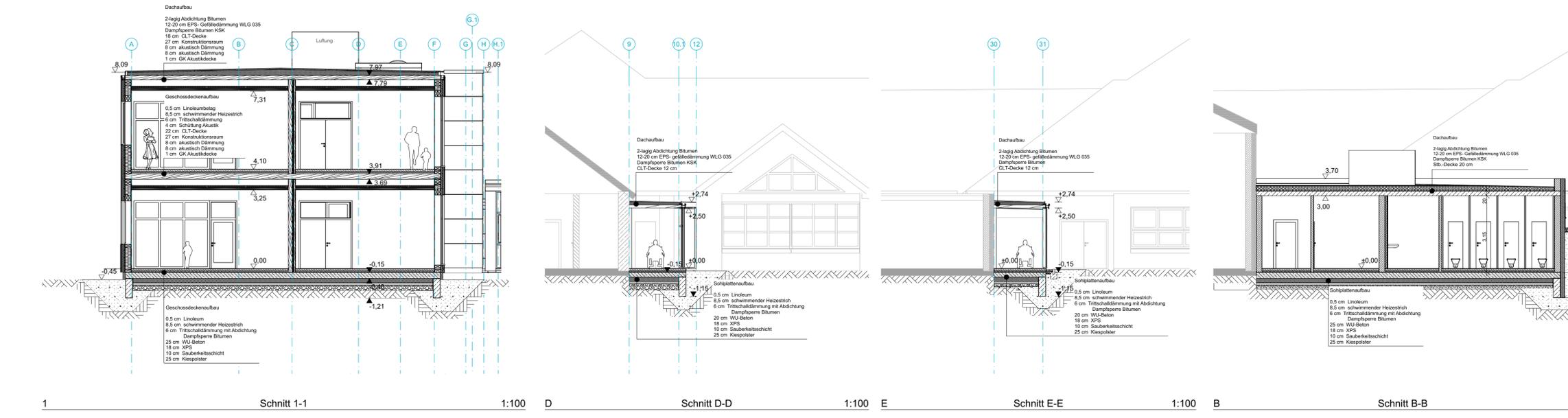
Gebäudeteile Übersicht

BESTAND
 VS Erweiterung Schule
 F Foyer
 ERT Erweiterung Turnhalle
 VT Verbinderturnhalle
 ERS

Legende

Stahlbeton WU Vorgehängte hinterlüftete Fassade
 Stahlbeton Unterzüge mit Bezeichnung
 Kalksandstein Leichtbauwände/Vorwände
 Dämmung Leichte Trennwände
 Bestand Gebäude
 Neue Gebäude
 Abbruch Bestandsgebäude
 Baumruddung

0,00 OK Fertigbau 0,00 OK Rohbau 0,07 Höhenangabe (OKFF)
 0,00 UK Fertigbau 0,00 UK Rohbau



matrix architektur

Systemschnitte EW-Bau

planinhalt

auftraggeber
 Kreis Siegenberg
 Heimbürger Str. 20
 23795 Bad Siegenberg

nutzer
 Trewe-Schule
 Burgfelderstraße 104
 23756 Bad Siegenberg

architekt
 matrix architektur GmbH
 Doberaner Straße 155
 18037 Rostock
 Tel. 0381 444 359 0
 info@matrix-architektur.de

2035_E-411

± 0,00 = OK FFB EG = 40,71 NHH

LPH 3 **plotdatum** 28.04.2021 **format** A1 | 841x594 **maßstab** 1:1000

Erweiterung Trave-Schule

Stellungnahme Energiekonzept

Objekt: Erweiterung Trave-Schule,
Burgfeldstr. 104, 23795 Bad Segeberg

Bauherr: Kreis Segeberg, Hamburger Straße 30, 23795 Bad Segeberg

System: -

Planungsstand: Vorentwurfsplanung

Erstellt durch:  MNP Ingenieure,
Maria-Goeppert-Str. 1, 23562 Lübeck

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Thorsten Pyschny



MNP Ingenieure
Maria-Goeppert-Str. 1
23562 Lübeck
www.mnp-ing.de

Version:	03.05.2021	Stellungnahme zum Energiekonzept Trave-Schule

Inhaltsverzeichnis:

1. Vorhabensbeschreibung	3
2. Aufgabenstellung und Vorgehensweise	3
3. Datengrundlagen	4
4. Anforderungen aus dem Gebäudeenergiegesetz (GEG).....	4
4.1. <i>Jahresprimärenergiebedarf.....</i>	4
4.2. <i>Wärmedurchgangskoeffizienten.....</i>	4
4.3. <i>Anforderungen an die Nutzung erneuerbarer Energien.....</i>	5
5. Energiekonzept	6
5.1. <i>Bauteilqualitäten</i>	6
5.2. <i>Nutzung Erneuerbarer Energien.....</i>	7
5.3. <i>Technikkonzept</i>	8
5.3.1. <i>Belüftung.....</i>	8
5.3.2. <i>Kälteerzeugung.....</i>	8
5.3.3. <i>Varianten Energieerzeugung.....</i>	9
5.3.4. <i>Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....</i>	9
5.4. <i>CO₂-Bilanz.....</i>	11
6. Fazit	13
7. Anhang.....	14

1. Vorhabensbeschreibung

Der Bauherr plant die Erweiterung des Förderzentrums „Trave-Schule“ in Bad Segeberg.

Das Schulgebäude soll um 8 Klassen, 6 Gruppen-, 2 Multifunktions-, 3 Therapie-, 2 Pflege- und einen Aufenthaltsraum sowie 2 Büros, Flure, WC's und Räume für Lager und Technik erweitert werden.

Die Sporthalle soll um Sanitärräume mit Duschen und Umkleiden erweitert werden.

Die Erweiterung des Schulgebäudes ist dreigeschossig geplant. Das Kellergeschoss soll in Massivbauweise aus WU-Beton erstellt werden. Erd- und Obergeschoss sollen in Holztafelbau realisiert werden.

Die eingeschossige Erweiterung der Sporthalle wird in Massivbauweise erstellt.

2. Aufgabenstellung und Vorgehensweise

MNP Ingenieure wurden beauftragt eine Stellungnahme zu dem von den Fachplanern erarbeiteten Energiekonzept zu erstellen.

Auf der Grundlage der Sichtung der Planungsunterlagen waren hierfür folgende Punkte zu bearbeiten:

- Prüfung der Einhaltung geltender Anforderungen
 - aus dem Gebäudeenergiegesetz (GEG)
 - an die Nutzung Erneuerbarer Energien gemäß GEG
- Bewertung der
 - energetischen Qualität der Gebäudehülle und
 - Energieeffizienz des Technikkonzeptes
 - Umweltwirkungen anhand des s.g. CO₂-Fußabdruckes für die Energienutzung
- Beschreibung von erkennbaren Optimierungen zur Verbesserung der Energieeffizienz
- Einschätzung der Zukunftsfähigkeit des gewählten Konzeptes

Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

3. Datengrundlagen

Die Stellungnahme wurde auf der Grundlage folgender Datengrundlagen erstellt:

Tabelle 1: Datengrundlagen

Grundrisse	matrix architektur gmbh Doberaner Straße 155 18057 Rostock	20.04.2021
TGA	IBJ Ingenieurbüro Joswig Halenreihe 44 22359 Hamburg	01.12.2020
Vorabzug GEG- Nachweis	Ingenieurteam Trebes GmbH & Co. KG Adolf-Steckel-Straße 17 24768 Rendsburg	08.04.2021

4. Anforderungen aus dem Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Seit dem 01.11.2020 ist das neue Gebäudeenergiegesetz (GEG) in Kraft.

Im GEG werden Energieeinsparverordnung EnEV, Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz EEWärmeG und Energieeinsparungsgesetz EnEG zusammengeführt. Die einzelnen Gesetze sind somit Außerkraft getreten.

Das GEG gilt für Gebäude, soweit sie unter Einsatz von Energie beheizt oder gekühlt werden. Für die Erweiterungen ist demnach das GEG anzuwenden.

Im Folgende sind die für das folgende Bauvorhaben relevanten Regelungen aufgeführt.

4.1. Jahresprimärenergiebedarf

Das GEG sieht – anders als die EnEV – keine Anforderung an den Jahresprimärenergiebedarf bei Erweiterung eines Gebäudes vor.

4.2. Wärmedurchgangskoeffizienten

Die Anforderungen bei Erweiterung eines bestehenden Nichtwohngebäudes sind in § 51 Abs. 1 Pkt. 2 GEG beschrieben:

Die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche der Außenbauteile der neu hinzukommenden beheizten oder gekühlten Räume dürfen das auf eine Nachkommastelle gerundete 1,25fache der Höchstwerte gemäß der Anlage 3 nicht überschreiten.

Tabelle 2: Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche nach Anlage 3 GEG

Nummer	Bauteile	Höchstwerte der Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten	
		Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall ≥ 19 °C	Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis < 19 °C
1	Opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$\bar{U} = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\bar{U} = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
2	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$\bar{U} = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\bar{U} = 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
3	Vorhangfassade	$\bar{U} = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\bar{U} = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
4	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	$\bar{U} = 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\bar{U} = 3,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Bei der Berechnung des Mittelwerts des jeweiligen Bauteils sind die Bauteile nach Maßgabe ihres Flächenanteils zu berücksichtigen. Die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen gegen unbeheizte Räume (außer Dachräumen) oder Erdreich sind zusätzlich mit dem Faktor 0,5 zu gewichten. Bei der Berechnung des Mittelwerts der an das Erdreich angrenzenden Bodenplatten bleiben die Flächen unberücksichtigt, die mehr als 5 Meter vom äußeren Rand des Gebäudes entfernt sind. Die Berechnung ist für Zonen mit unterschiedlichen Raum-Solltemperaturen im Heizfall getrennt durchzuführen.

Für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten der an Erdreich grenzenden Bauteile ist DIN V 18599-2: 2018-09 Abschnitt 6.1.4.3 und für opake Bauteile ist DIN 4108-4: 2017-03 in Verbindung mit DIN EN ISO 6946: 2008-04 anzuwenden. Für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten transparenter Bauteile sowie von Vorhangfassaden ist DIN 4108-4: 2017-03 anzuwenden.

4.3. Anforderungen an die Nutzung erneuerbarer Energien

Gebäude sind so zu errichten, dass der Wärme- und Kälteenergiebedarf zumindest anteilig durch die Nutzung erneuerbarer Energien nach Maßgabe der § 34 bis § 45 aus dem GEG gedeckt wird.

Anstelle der anteiligen Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfes durch die Nutzung erneuerbarer Energien kann die Anforderung auch dadurch erfüllt werden, dass die Anforderungen an den Höchstwert der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche um mindestens 15 Prozent unterschritten werden.

5. Energiekonzept

Das Energiekonzept ist zu differenzieren in einen hochbaulichen Teil, der die Bauteile der Thermischen Gebäudehülle umfasst, und einen technischen Teil, der die haustechnischen Komponenten und ihre Qualitäten umfasst.

Durch das Zusammenspiel beider Teile wird der End- und Primärenergiebedarf des Gebäudes festgelegt.

5.1. Bauteilqualitäten

Die Außenbauteile der hinzukommenden Gebäudeteile sind gemäß Planungsstand wie folgt dimensioniert:

Tabelle 3: Bemessung der Außenbauteile gemäß GEG-Nachweis

Bauteil	Aufbau	U-Wert [W/m ² K]	
		Planung	Referenzausführung nach GEG
Außenwand Erdreich	25cm Stahlbeton 18cm Dämmung WLG040	0,211	0,28
Außenwand Stahlbeton ¹	24cm Stahlbeton 12cm Dämmung WLG035	0,269	0,35
Außenwand Stahlbeton ²	24cm Stahlbeton 18cm Dämmung WLG035	0,211	0,35
Außenwand Holztafelbau	Holztafel mit 24cm Dämmung WLG035 4cm Holzfaserdämmplatte WLG040	0,163	0,28
Bodenplatte	10cm Zementstrich 25cm Beton 20cm Dämmung WLG040	0,187	0,35
Dach	18cm Brettschichtholz 18cm Dämmung i.M. WLG040	0,163	0,2
Fenster		1,0	1,3
Türen		1,3	1,8

¹ Niedrigbeheizte Bereiche (Verkehrsflächen), Berücksichtigung drückendes Wasser

² Erweiterung Sporthalle

Festzuhalten ist, dass die energetischen Qualitäten der Bauteile der thermischen Gebäudehülle deutlich besser geplant wurden als die Referenzausführung des sogenannten Referenzgebäudes nach GEG, welches den Bewertungsmaßstab für die GEG Anforderungen darstellt.

Dem GEG-Nachweis können die mittleren U-Werten für die Bauteiltypen entnommen werden. Zu beachten ist, dass die Werte nach Tabelle 2 mit dem Faktor 1,25 multipliziert werden müssen, um zu dem jeweiligen Anforderungswert zu gelangen.

Tabelle 4: Mittlere U-Werte Planungsstand

Bauteil	Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bezogen auf die Mittelwerte der jeweiligen Bauteile [W/m ² K]			
	Planung		Anforderung GEG	
	Zonen (T ≥ 19 °C)	Zonen (12°C ≤ T < 19 °C)	Zonen (T ≥ 19 °C)	Zonen (12°C ≤ T < 19 °C)
Opake Außenbauteile	0,182	0,101	0,35	0,625
Transparente Bauteile	1,000	-	1,875	3,5

Bewertung:

Die Qualität der geplanten thermischen Gebäudehülle ist im Vergleich zu den Anforderungen des GEG sehr gut. Sie bewegt sich im Bereich eines Effizienzgebäude 40 Standards für Nichtwohngebäude.³

Dieser sieht für die mittleren U-Werte der opaken Bauteile einen Wert von 0,18 W/m²K und für den mittleren U-Wert der transparenten Bauteile einen Wert von 1,0 W/m²K für Bereiche mit einer Temperatur ≥ 19°C vor. Für Bereiche mit einer Temperatur 12°C ≤ T < 19 °C sieht der EG40 einen Wert für die opaken Bauteile von 0,24 W/m²K vor.

5.2. Nutzung Erneuerbarer Energien

Die Pflicht zur Nutzung Erneuerbarer Energien nach Maßgabe der § 34 bis § 45 GEG ist formal dadurch erfüllt, dass die Bauteilqualitäten entsprechend § 45 GEG um 15 Prozent besser als die Anforderungswerte nach Anlage 3 GEG sind:

³ Dieser Effizienzgebäudestandard (EG40) wird von der KfW zum 01. Juli 2021 eingeführt.

Tabelle 5: Mittlere U-Werte Planungsstand und verschärfte Werte § 45 GEG (Zonen T \geq 19 °C)⁴

Bauteil	Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bezogen auf die Mittelwerte der jeweiligen Bauteile [W/m ² K]	
	Planung	Anforderung Anlage 3 GEG - 15%
Opake Außenbauteile	0,182	0,238
Transparente Bauteile	1,000	1,275

5.3. Technikkonzept

5.3.1. Belüftung

Das Lüftungskonzept sieht eine mechanische Belüftung der Klassenräume mit Zu- und Abluft sowie Wärmerückgewinnung (~83%) vor. Gleiches ist für den Sporthallenanbau geplant.

Die Sanitärbereiche in der Schulerweiterung werden ebenfalls mechanisch belüftet. Die Zuluft wird dafür über die Verkehrsflächen eingebracht, die überströmt werden. Die Sanitärbereiche stellen die Abluftbereiche dar.

Bewertung:

Die mechanische Belüftung von Klassenräumen ist generell im Hinblick auf die Raumluftqualität als sinnvoll zu erachten.

Der beabsichtigte Wärmerückgewinnungsgrad liegt deutlich über dem des Referenzgebäudes nach GEG, welcher bei 60 Prozent liegt.

Im Hinblick auf die Gesamtenergieeffizienz der mechanischen Belüftung von Räumen ist nicht nur die technische Realisierung der Wärmerückgewinnung zu beachten, sondern auch, dass Lüftungsanlagen und insbesondere die Ventilatorleistungen mit möglichst geringen sfp⁵-Werten geplant und realisiert werden, um die Strombedarfe der Lüftungsanlagen gering zu halten.

5.3.2. Kälteerzeugung

Die Serverräume sollen mit Split-Raumgeräten gekühlt werden.

Bewertung:

Diese Lösung ist im Hinblick auf die technische Machbarkeit und Energieeffizienz als sinnvoll zu beurteilen.

⁴ Anforderung auch erfüllt für niedrigbeheizte Zonen.

⁵ Specific Fan Power

5.3.3. Varianten Energieerzeugung

Das Ingenieurbüro Joswig (IBJ) hat sieben Varianten zur Energieerzeugung des gesamten Gebäudekomplexes – Bestand und Erweiterungen – untersucht. Die Ergebnisse sind im Dokument „Energiekonzept“ Stand 01.12.2020 zusammengefasst.

Ausgangspunkt für die Varianten ist die Deckung der Spitzenlast im Heizwärmebedarf in allen Varianten durch einen erdgasbefeuerten Gasbrennwertkessel. Die Grundlastdeckung des Heizenergiebedarfs bzw. die Erzeugung von Strom wurde in sieben verschiedenen Varianten abgebildet und untersucht:

1. Wärmeerzeugung über Gasbrennwertkessel
2. Wärmeerzeugung über BHKW mit 43 kW thermischer Leistung
3. Wärmeerzeugung über BHKW mit 100 kW thermischer Leistung
4. Solarthermie 100m²
5. Photovoltaik 500 m²
6. Solarthermie 100 m² und Photovoltaik 500 m²
7. Wärmepumpe 125 kW mit Hybridkollektoren zur Wärme- und Stromerzeugung

Die Technik und die Energieerzeugung in den Varianten sind im Energiekonzept nachvollziehbar dargestellt. Die Variantenbildung ist umfassend bezüglich der technischen Möglichkeiten.

5.3.4. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Investitionskosten sind in den Varianten 1 und 4 aufgrund der geringen Komplexität der Technik erwartungsgemäß am niedrigsten. Die Investitionskosten für die Wärmepumpenvariante sind die höchsten. Die Kostendaten sind auf der Grundlage von Erfahrungswerten nachvollziehbar und schlüssig.

Tabelle 6: Übersicht Investitionskosten brutto Varianten Energieerzeugung

Variante	1	2	3	4	5	6	7
Investitionskosten	35.000 €	72.500 €	112.500 €	53.000 €	160.000 €	178.000 €	275.000 €

Lösungen mit einem BHKW sind im Schulbereich im Allgemeinen schwierig umzusetzen. Grund hierfür ist, dass die zu erwartenden jährlichen Betriebsstunden unterhalb eines Wertes von 6.500 Bh liegen, der als Grenze für den wirtschaftlichen Betrieb eines BHKW's anzusetzen ist. Insbesondere das BHKW in Variante 3 erscheint vor diesem Aspekt wesentlich zu groß angesetzt.

Vorteilhaft für die Selbstnutzung des erzeugten Stromes in den Varianten 2, 3, 5, 6 und 7 sind die Lüftungsanlagen, die einen kontinuierlichen Strombedarf über die Nutzungszeit erzeugen.

Die Tabelle zu den Betriebs- und Wartungskosten im Abschnitt 4.2 des Energiekonzeptes ist unglücklich dargestellt, da hier die Erträge aus der Stromerzeugung bereits verrechnet sind. Eine getrennte Aufstellung wäre nachvollziehbarer.

Unter Berücksichtigung, dass die Energiekosten in der genannten Tabelle bereits berücksichtigt sind, sind die angegebenen Werte plausibel.

Die Ansätze für die Wirtschaftlichkeitsberechnung sind nachvollziehbar und plausibel. Die Kosten für Erdgas und Strom wurden vom technischen Gebäudemanagement des Kreis Segeberg zugearbeitet.

Das IBJ hat die Kosten der Varianten in einer Matrix (siehe Anhang) gegenübergestellt. Betrachtet wurden das Bestandsgebäude mit den zukünftigen Erweiterungen. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde für einen Zeitraum von 15 Jahren durchgeführt.

Bewertung Varianten:

Die in der Matrix dargestellten Werte, Endenergiebedarfe und Ergebnisse sind nachvollziehbar und schlüssig.

Die Varianten mit Energieerzeugung aus passiven Technikkomponenten (Solarthermie und Photovoltaik) generieren einen Vorteil aus der Reduzierung von Energiekosten im Zusammenspiel mit vergleichsweise niedrigen Instandhaltungs- und Wartungsaufwänden für diese Technikkomponenten. Deutlich wird, dass sich insbesondere die Photovoltaik positiv in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auswirkt.

Obwohl in den BHKW-Varianten 2 und 3 ebenfalls Strom erzeugt wird, generieren diese aufgrund der anzusetzenden, überdurchschnittlichen⁶ Instandhaltungs- und Wartungskosten für das jeweilige BHKW im Vergleich zu den Varianten 5, 6 und 7 höhere Kosten je erzeugter kWh Wärme (ohne Investitionskostenanteil).

Die Variante mit Wärmepumpentechnologie kann den Nachteil der höchsten Investitionskosten nicht vollständig durch geringere Energiebedarfe bzw. Energiekosten ausgleichen.

Tabelle 7: Kosten je erzeugter kWh Wärme [ct/kWh]

Variante	1	2	3	4	5	6	7
Gesamt ohne Investitionskosten	7,89	6,76	6,87	7,87	5,75	5,23	6,01
Gesamt mit Investitionskosten	8,24	7,77	8,59	8,37	6,09	5,57	8,47

⁶ Im Vergleich zu Gasbrennwertkessel, Solarthermie, PV und Wärmepumpe

Das Ergebnis in Bezug auf die höhere Wirtschaftlichkeit der Variante 6 deckt sich mit den Erfahrungen des Verfassers. Ursächlich sind die vorgenannten Gründe.

Der von IBJ dargestellte Kostenverlauf für die Varianten kann nachvollzogen werden und spiegelt die höhere Wirtschaftlichkeit der Variante 6 gegenüber den anderen Varianten grafisch wider.

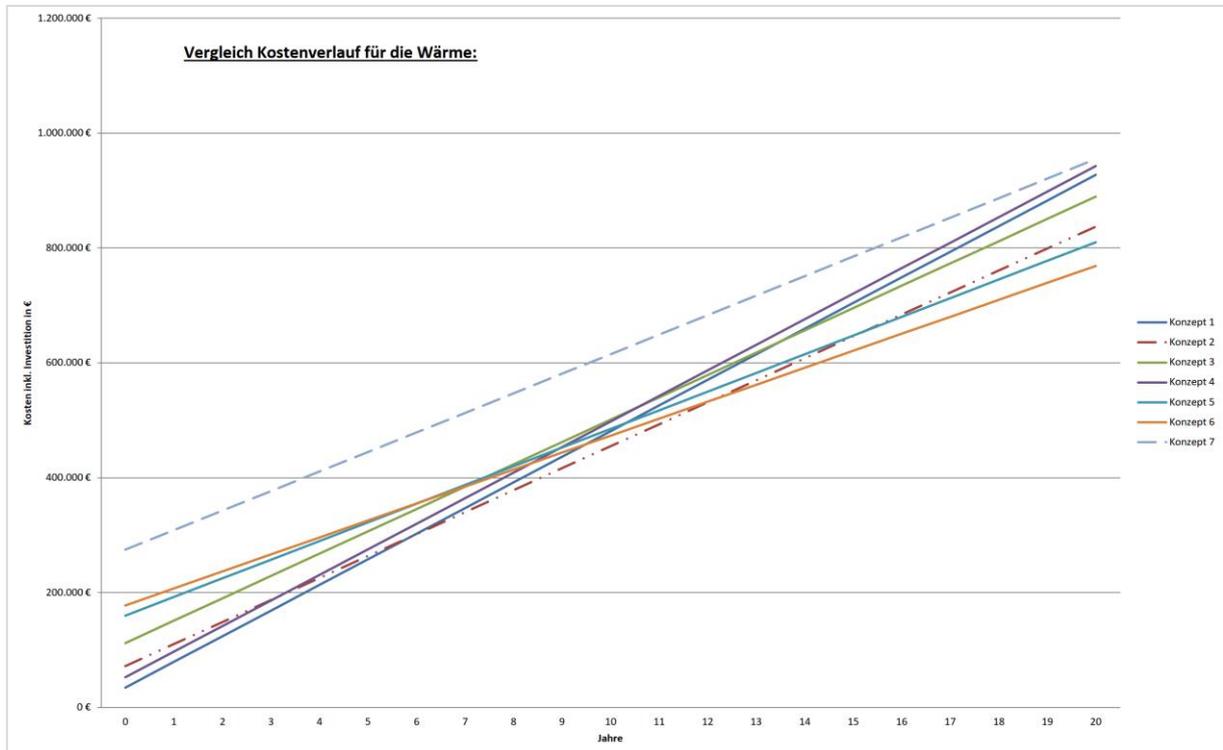


Abbildung 1: Kostenverlauf Varianten mit Investitionskosten für 20 Jahre (Quelle: IBJ)

5.4. CO₂-Bilanz

Aus der Aufstellung des IBJ können folgende Endenergiebedarfe abgeleitet werden:

Tabelle 8: Endenergiebedarfe Varianten

Variante	1	2	3	4	5	6	7
Erdgasbezug [kWh/a]	767.753	930.514	1.046.753	722.753	767.753	722.753	492.753
Netzbezug Strom Gebäudebeheizung [kWh/a]	0	0	0	0	0	0	55.000
Netzbezug Strom Gebäudebetrieb [kWh/a]	80.314	80.314	80.314	80.314	80.314	80.314	80.314
Selbstnutzung erzeugter Strom [kWh/a]	0	-60.000	-60.000	0	-60.000	-60.000	-60.000

Die Ansätze des IBJ für die CO₂-Emissionsfaktoren können übernommen werden. Im Hinblick auf den CO₂-Emissionsfaktor für Strom-Mix ist anzumerken, dass eine Reihe von Publikationen für diesen Wert existieren. Für den gewählten Wert aus der Publikation des Umweltbundesamtes mit Stand Februar 2020 spricht die Berücksichtigung aktueller, erzeugerseitiger Einflüsse auf den Strom-Mix und deren Abbildung im CO₂-Emissionsfaktor für den Strombezug.⁷

Dem CO₂-Emissionswert für Erdgas liegt die aktuelle GEMIS-Datenbank zugrunde. Diese stellt eine allgemein anerkannte Datenbank zur Lebensweg- und Ökobilanzierung und Stoffstromanalyse dar mithilfe derer auch CO₂-Fußabdruck für Energie-, Stoff- und Verkehrssysteme ermittelt werden.

Mit den Ansätzen ergibt sich für die CO₂-Bilanz:

Tabelle 9: CO₂-Bilanz für Varianten

Energieträger	CO ₂ -Emissionen [kg/a]						
	1	2	3	4	5	6	7
Erdgas	189.635	229.837	258.548	178.520	189.635	178520	121.710
Strom Gebäudebeheizung	0	0	0	0	0	0	22.055
Strom Gebäudebetrieb	32.206	32.206	32.206	32.206	32.206	32.206	32.206
Selbstnutzung erzeugter Strom	0	-24.060	-24.060	0	-24060	-24060	-24.060
CO ₂ -Emissionen gesamt [kg/a]	221.841	237.983	266.694	210.726	197.781	186.666	151.911

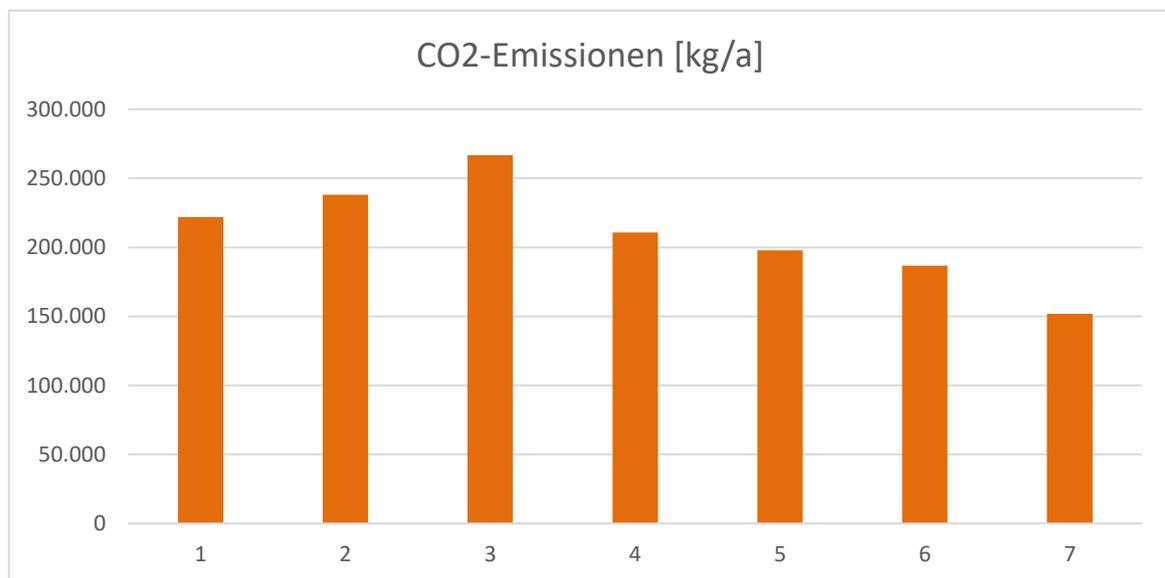


Abbildung 2: CO₂-Emissionen für Varianten grafisch

Die Variante 7 generiert den geringsten CO₂-Ausstoß, gefolgt von Variante 6.

⁷ Das Bundesamt für Ausfuhrkontrolle (BAFA) bspw. bezieht sich in den eigenen Förderrichtlinien auf die Werte des Umweltbundesamtes.

6. Fazit

Das Energiekonzept wurde auf Nachvollziehbarkeit, Plausibilität und energetische Qualität des Gebäudes geprüft. Grundlage hierfür waren die zur Verfügung gestellten Unterlagen und telefonischen Abstimmungen mit den Planungsbeteiligten.

Die Untersuchung der in Frage kommenden technischen Varianten für die Energieerzeugung wurde seitens IBJ umfangreich mit sieben Varianten vorgenommen. Die Bewertung der Varianten konnte nachvollzogen werden. Der technische Teil des Energiekonzeptes ist schlüssig.

Als Ergebnis kann aus der Prüfung des technischen Energiekonzeptes bestätigt werden:

- Die Variante 6 ist wirtschaftlich am vorteilhaftesten - vor Variante 5.
- Die Variante 7 generiert die niedrigsten jährlichen CO₂-Emissionen, die Variante 6 die zweitgeringsten.

Zwar wird das Gebäude in der favorisierten Variante 6 mit fossilem Erdgas beheizt, ist aber durch die Solarthermie und die PV-Anlage sinnvoll mit Erneuerbaren Energieträgern kombiniert. Zudem lässt das Konzept auch die (anteilige) Verbrennung von Biomethan oder synthetischem Erdgas im Gasbrennwertkessel zu, wodurch ein besserer CO₂-Fussabdruck generiert werden kann.

Im Hinblick auf die Zukunftssicherheit des Konzeptes kann festgestellt werden, dass es keine Reglementierung bzgl. der Beheizung von Gebäuden auf Grundlage des Energieträgers Erdgas gibt. Die Wirkung der CO₂-Steuer kann in diesem Zusammenhang noch nicht abgeschätzt werden, da sie über den Zeitraum 2026 nicht weiter in ihrer Höhe definiert ist. Es ist momentan davon auszugehen, dass die CO₂-Steuer aber sowohl den Erdgas- als auch den Strompreis erhöhen wird.

Die geplante zentrale Lüftungsanlage ist mit einem sehr guten Wert für die Wärmerückgewinnung geplant. Wichtig ist hier der Einsatz energieeffizienter Ventilatoren für die Förderung der Luftvolumenströme, um die Strombedarf für die Lüftung zu optimieren.

In Bezug auf das hochbauliche Energiekonzept mit den Bauteilen der thermischen Gebäudehülle der Erweiterungen ist festzuhalten, dass ein sehr guter energetischer Standard geplant ist, der annähernd den Effizienzgebäude 40 Standard erreicht. Im Zusammenspiel mit der mechanischen Belüftung können hierdurch die Verluste aus Lüftung und Transmission wesentlich im Vergleich zu einem Neubau im GEG-Standard reduziert werden, so dass ein deutlich geringer Heizenergiebedarf resultiert.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass das vorliegende Energiekonzept aus wirtschaftlicher, wie energetischer Sicht schlüssig ist. Die favorisierte Variante 6 ist auch aus Sicht MNP Ingenieure empfehlenswert.

7. Anhang

- Matrix Kostenüberstellung für die Wärmeversorgung zum Energiekonzept vom IBJ

Trave Schule

Stand: 12.11.2020

Kostengegenüberstellung für die Wärmeversorgung

Gebäudefläche	1.700	m²	Neubau
Gebäudefläche	3.350	m²	Bestandsgebäude
Heizlast	471	kW	Bestandsgebäude 105 W/m², Neubau 70 W/m²
Wärmebedarf	565.453	kWh/a	Bestands Energiebedarf von 169 kWh/m²a
geschätzter Wärmebedarf mit Anbau	767.753	kW	
Kältebedarf	-	kWh/a	
Warmwasserbedarf	11.104	kWh/a	Annahme: 1/3 der Wassermenge wird für WW benötigt -> 191 m³

Verbrauchsdaten	2017	2018	2019	Mittel
Wärme (kWh)	574.190	553.170	569.000	565.453
Strom (kWh)	83.440	81.510	75.996	80.315
Wasser (m3)	546	583	589	573

		Konzept 1	Konzept 2	Konzept 3	Konzept 4	Konzept 5	Konzept 6	Konzept 7
Wärmeerzeuger		Gasbrennwert 470 kW	Wärmepumpe 125 kW mit PVT-Modulen, Gaskessel 315 kW					
			BHKW 43 kW_th	BHKW 100 kW_th	Solarthermie 100 m²	Photovoltaik 500 m²	Solarthermie 100 m² + PV 500 m²	500 m² Kollektorfläche
Objekt/ Gerät	Einheit							
Ertrag PV	Bh				450 kWh_th/m²a	150 kWh_el/m²a	450 kWh_th/m²a+ 150 kWh_el/m²a	160 kWh_el/m²a
Betriebsstunden Volllast BHKW	Bh		6.500	4.500				
Investitionskosten Heizung								
Blockheizkraftwerk	€	- €	37.500 €	77.500 €	- €	- €	- €	- €
Gasbrennwertkessel	€	35.000 €	35.000 €	35.000 €	35.000 €	35.000 €	35.000 €	25.000 €
Wärmepumpe zum Heizen	€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	50.000 €
TWW- Bereitung	€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Erdsonden	€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Eisspeicher	€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Solarthermie Kollektoren 100 m² / Photovoltaik 500 m²	€	- €	- €	- €	18.000 €	125.000 €	143.000 €	200.000 €
Gesamt	€	35.000 €	72.500 €	112.500 €	53.000 €	160.000 €	178.000 €	275.000 €
Abschreibefähige Invest-Kosten								
Blockheizkraftwerk Lebensdauer 10 Jahre	€/a	- €	3.750 €	7.750 €	- €	- €	- €	- €
Gasbrennwertkessel Lebensdauer 18 Jahre	€/a	1.944 €	1.944 €	1.944 €	1.944 €	1.944 €	1.944 €	1.389 €
Wärmepumpe Lebensdauer 20Jahre	€/a	- €	- €	- €	- €	- €	- €	2.500 €
Solarthermie Kollektoren Lebensdauer 20Jahre	€/a	- €	- €	- €	900 €	6.250 €	7.150 €	10.000 €
Gesamt	€/a	1.944 €	5.694 €	9.694 €	2.844 €	1.944 €	1.944 €	13.889 €
Wartungskosten pro Jahr								
Blockheizkraftwerk	€	- €	4.875 €	6.300 €	- €	- €	- €	- €
Gasbrennwertkessel	€	800 €	800 €	800 €	800 €	800 €	800 €	800 €
Wärmepumpe	€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	1.000 €
Solar Kollektoren	€	- €	- €	- €	1.000 €	1.500 €	2.000 €	1.500 €
Gesamt	€	800 €	5.675 €	7.100 €	1.800 €	2.300 €	2.800 €	3.300 €
Energiebedarf								
Gas (Hs) Gaskessel	kWh/a	767.753	488.253	317.753	722.753	767.753	722.753	492.753
WW- Bereitung	kWh/a	11.993	11.993	11.993	11.993	11.993	11.993	11.993
Gas (Hs) für BHKW	kWh/a	-	442.260	729.000	-	-	-	-
Benötigter Strom für Wärmepumpen	kWh/a	-	-	-	-	-	-	55.000
Erzeugte Wärme durch Solar	kWh/a	-	-	-	45.000	-	45.000	-
Erzeugter Strom BHKW oder PV	kWh/a	-	130.000	225.000	-	75.000	75.000	80.000
Strom Eigennutzung 80 -95 %, max. 60.000 kWh	kWh/a	-	60.000	60.000	-	60.000	60.000	60.000
Strom Einspeisung 20 - 5 %	kWh/a	-	70.000	165.000	-	15.000	15.000	20.000
CO₂ Emissionen durch die Verbrennung von Erdgas	kg	189.635	229.837	258.548	178.520	189.635	178.520	121.710
CO₂ Emissionen für el. Strom für Gebäudeheizung	kg	-	-	-	-	-	-	22.055
CO₂ Emissionen für el. Strom, Gebäudebetrieb	kg	32.206	32.206	32.206	32.206	32.206	32.206	32.206
Vermiedene CO₂ Emissionen durch Eigennutzung	kg	-	24.060	24.060	-	24.060	24.060	24.060
Gesamt CO₂ Emissionen	kg	221.842	237.983	266.695	210.727	197.782	186.667	151.912
Energiekosten pro Jahr								
Gas	€	26.055 €	31.579 €	35.524 €	24.935 €	26.462 €	23.001 €	16.723 €
Strom allgemein	€	17.770 €	17.770 €	17.770 €	17.770 €	17.770 €	17.770 €	17.770 €
Strom für Wärmepumpe	€	- €	- €	- €	- €	- €	- €	11.069 €
Ersparnis durch Eigenverbrauch von Strom	€	- €	13.276 €	13.276 €	- €	13.276 €	13.276 €	13.276 €
Ertrag durch Einspeisung von erzeugtem Strom	€	- €	3.500 €	8.250 €	- €	750 €	750 €	1.580 €
Gesamt	€	43.826 €	32.574 €	31.769 €	42.706 €	30.207 €	26.746 €	30.707 €
Betriebskosten pro Jahr								
Wartungskosten	€	800 €	5.675 €	7.100 €	1.800 €	2.300 €	2.800 €	3.300 €
Energiekosten	€	43.826 €	32.574 €	31.769 €	42.706 €	30.207 €	26.746 €	30.707 €
Gesamt	€	44.626 €	38.249 €	38.869 €	44.506 €	32.507 €	29.546 €	34.007 €
Kosten je erzeugter kWh Wärme								
Gesamt ohne Invest-Kosten	ct/kWh	7,89	6,76	6,87	7,87	6,76	5,23	6,01
Gesamt mit Invest-Kosten	ct/kWh	8,24	7,77	8,59	8,37	6,09	5,57	8,47

Angenommene Werte:

Gaskosten:	3,39	ct/kWh	Angabe vom technischen Gebäudemanagement Kreis Segeberg
Biogas-Kosten:	5	ct/kWh	Großkundenpreis Richtwert
Fernwärmekosten:	-	ct/kWh	
Stromkosten:	22,13	ct/kWh	Angabe vom technischen Gebäudemanagement Kreis Segeberg
Vergütung für eingespeisten Strom:	5	ct/kWh	https://lhr-bhkw.de/bhkw-foerderung
Vergütung für eingespeisten Solar-Strom:	7,90	ct/kWh	https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/wirtschaftlichkeit/einspeiseverguetung
Heizlast für das Hotel:	471	kW	Heizlast IBJ auf Basis Schätzwerte
benötigte Nutzwärme pro Jahr:	565.453	kWh/a	Verbrauchsdaten
benötigter (Netzbezug) pro Jahr:	80.135	kWh/a	Verbrauchsdaten
Sonnenvollaststunden	900	h	https://www.rechnerphotovoltaik.de/photovoltaik/in/schleswig-holstein/
spezifischer CO ₂ -Emissionsfaktor el. Strom	0,4010	kg/kWh	https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-01_climate-change_13-2020_strommix_2020_fin.pdf
spezifischer CO ₂ -Emissionsfaktor Erdgas	0,2470	kg/kWh	GEMIS 5.0

