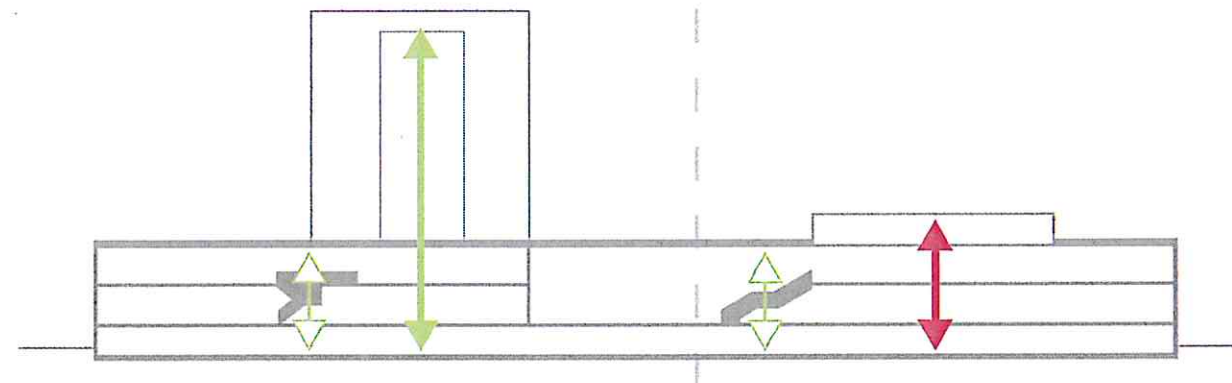


# ERSCHLIESSUNG

## 1 Vertikale Erschließung

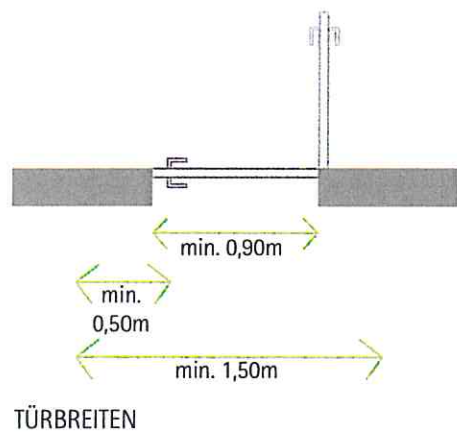
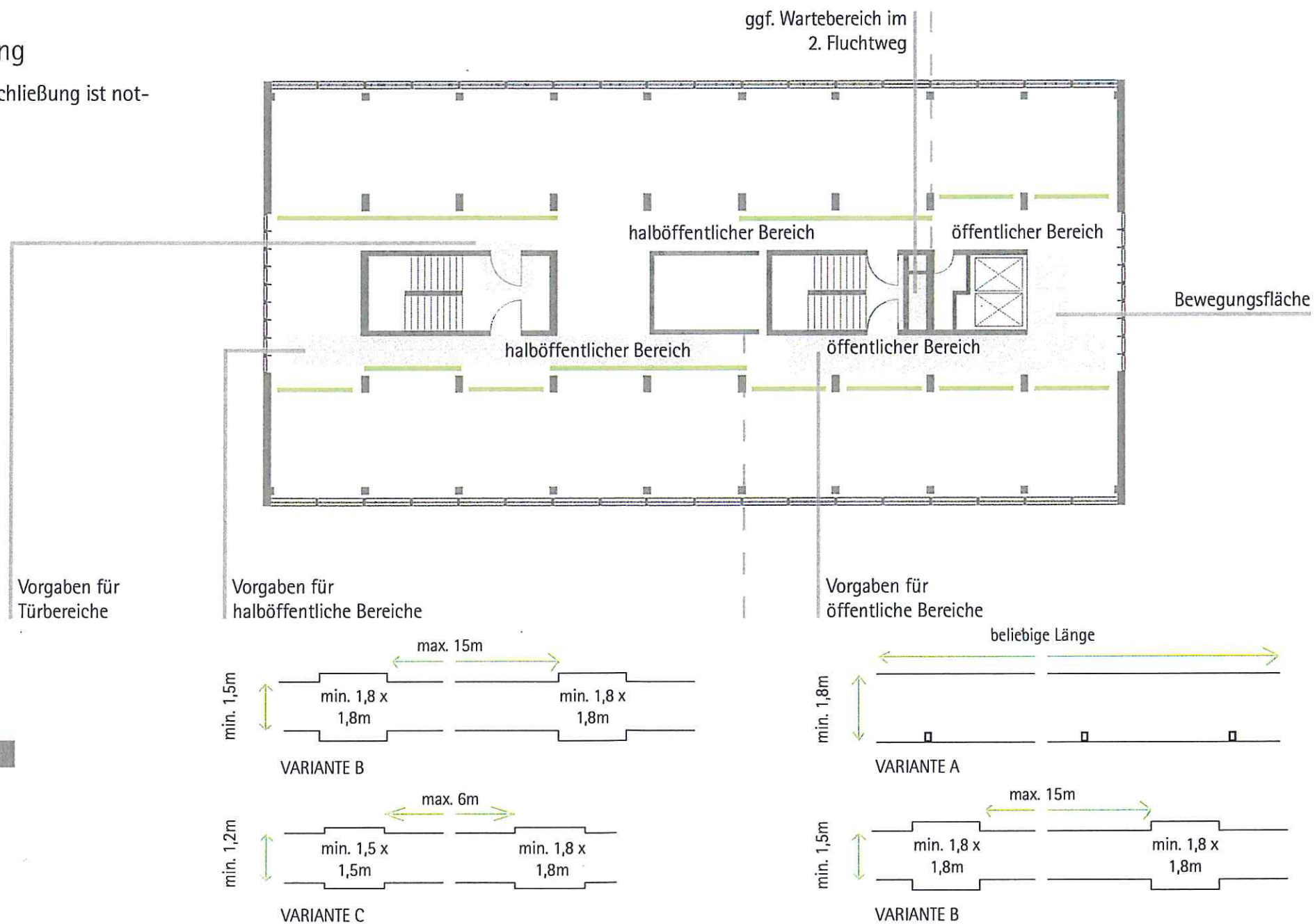
Die vertikale Erschließung des Gebäudes ist zum aktuellen Zeitpunkt weitgehend barrierefrei.

Um eine umfassende externe Nutzung zu ermöglichen, ist eine Ergänzung einer zusätzlichen Erschließung im westlichen Bereich des Flachtraktes empfehlenswert.



## 2 Horizontale Erschließung

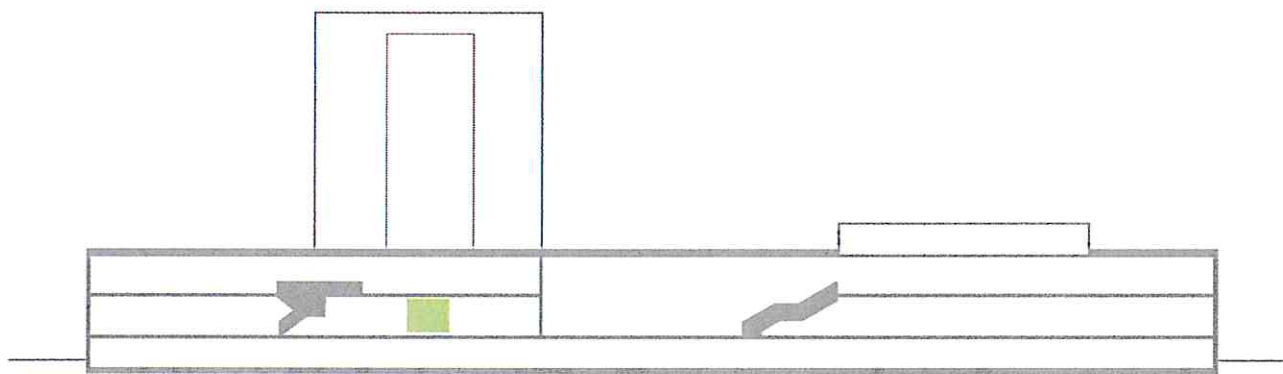
Die Optimierung der horizontalen Erschließung ist notwendig.



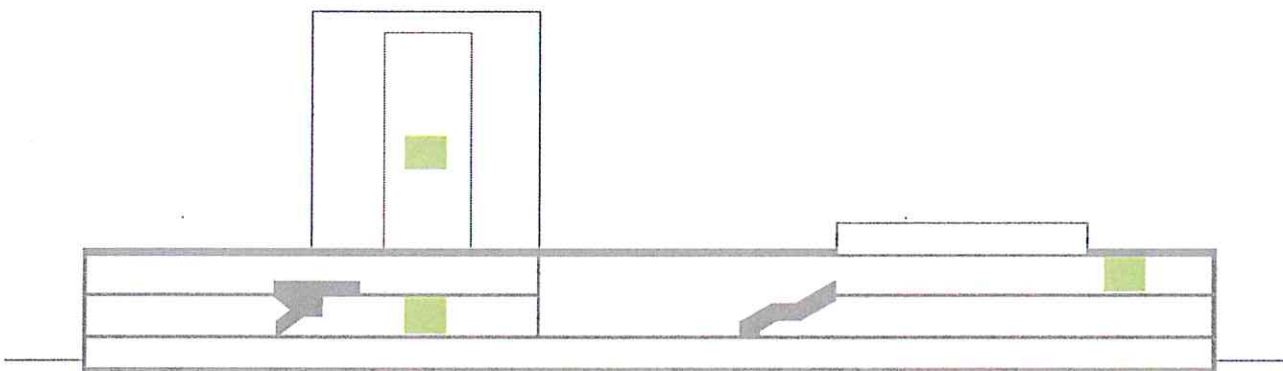
# SANITÄRBEREICH

Die erforderliche Anzahl barrierefreier Sanitäreinrichtungen nach Landesbauordnung und Sondervorschriften auf ein WC beschränkt. Zielvorgaben nach BNB/DGNB sehen jedoch deutlich erhöhte Anzahlen vor. Dabei sollte auf eine möglichst gleichwertige Verteilung solcher Anlagen im Gebäude geachtet werden.

## BARRIEREFREIES WC



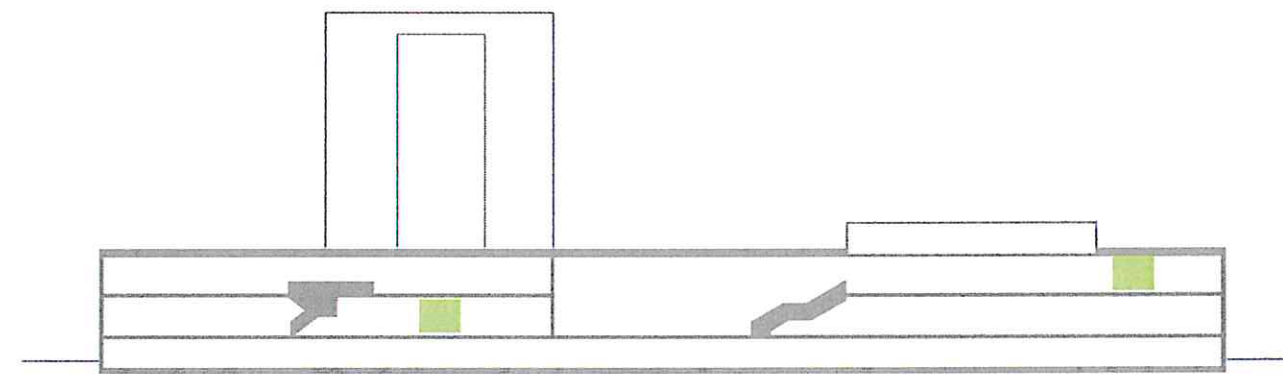
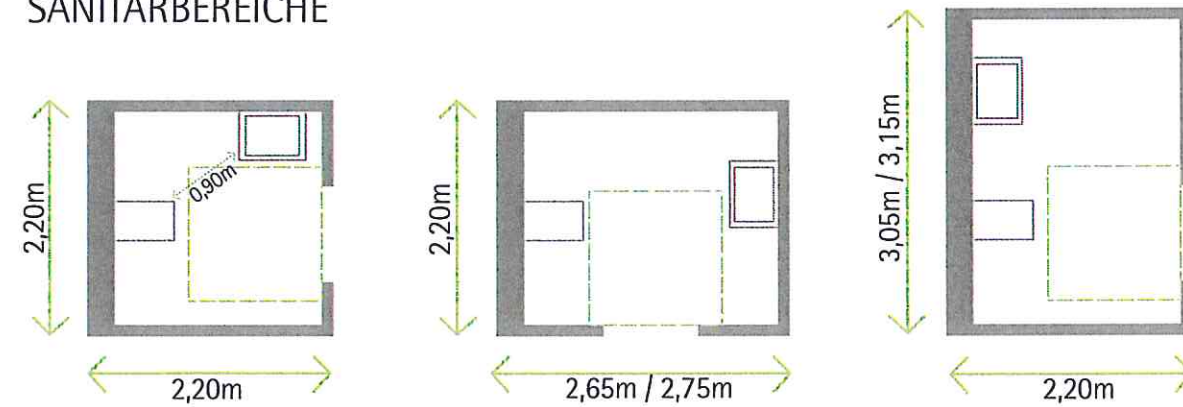
Variante Mindestanforderung



Variante Besucherzahl ab 1000 Personen / Tag

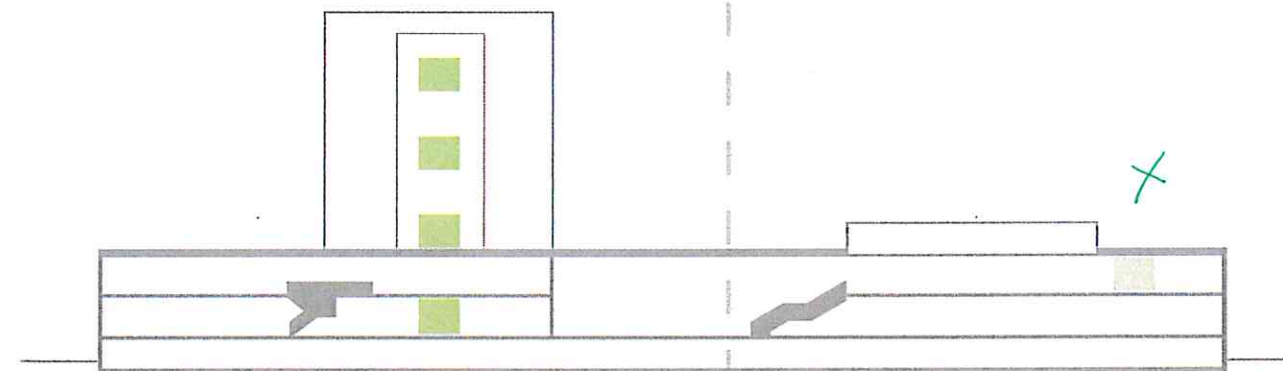
- + Barrierefreie WCs an Versammlungsstätten vorhanden
- Trennbarkeit des Flachtraktes
- Trennbarkeit des Hochhaustraktes

## EXEMPLARISCHER GRUNDRISS BARRIEREFREIER SANITÄRBEREICHE



Variante Besucherzahl ab 500 Personen / Tag

- + Barrierefreie WCs an Versammlungsstätten vorhanden
- Trennbarkeit des Flachtraktes



Variante DGNB höchste

- + Barrierefreie WCs an Versammlungsstätten vorhanden
- Trennbarkeit des Flachtraktes
- Trennbarkeit des Hochhaustraktes
- Gleichwertige Behandlung von Behinderten und Nicht-Behinderten



# AUSSTATTUNG

Ein weiterer Schwerpunkt ist der Aufbau von Orientierungs- und Leitsystemen sowie die Vermeidung von Gefahren und Hindernissen. Bei einer Sehbehinderung ist der Einsatz von Kontrast und Licht wesentlich, bei Blindheit spielt die haptische Erkennbarkeit eine entscheidende Rolle. Von besonderer Bedeutung ist die Vermittlung der Informationen über das Zwei-Sinne-Prinzip. Nach diesem Prinzip müssen mindestens zwei der drei Sinne „Hören, Sehen und Tasten“ angesprochen werden.

## 1 TAKTILE UNTERSTÜTZUNG

Im Gebäudeinnenraum sind Orientierungs- und Leitsysteme für Menschen mit Einschränkungen der visuellen Wahrnehmung in allen öffentlichen Bereichen einzuplanen:

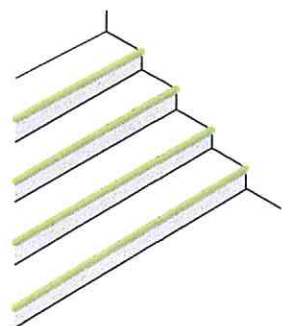
	Orientierungs- und Leitsysteme
Außenbereich	X
Bereich zwischen Eingangsbereich und Empfang	X
Bereich zwischen Empfang und vertikaler Erschließung	X
Wegeführung zu den barrierefreien WCs	X
Wegeführung zu den Räumen mit Publikumsverkehr in Flachtrakt und Hochhausseibe	X

## 2 AUDITIVE UNTERSTÜTZUNG

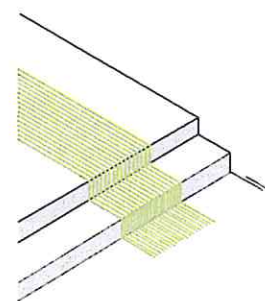
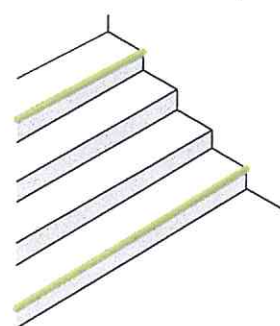
Gemäß Leitfaden barrierefreies Bauen sind Nachhallzeiten zur besseren Verständlichkeit sowie bei mittelgroßen Räumen und kleinen Hallen mit Volumina von etwa 250 bis 5.000 m<sup>3</sup> ein auditives Unterstützungssystem vorzusehen:

	auditives Unterstützungssystem	Optimierung der Nachhallzeiten
Ratssaal	X	X
Kurt-Schumacher-Saal		X
Schnellenbergsaal		X
Konrad-Adenauer-Saal		X
Kantine		X
Empfangsbereich		X

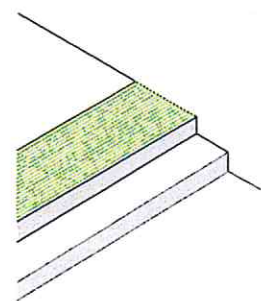
## 3 ANREGUNGSBEISPIELE ZUR GESTALTUNG



Markierung aller Stufen bzw. der ersten und letzten Stufe



Blindenleitsysteme mit Bodenindikatoren bzw. Aufmerksamkeitsfeldern





# BESTANDSERFASSUNG

AUSLASTUNG  
85%

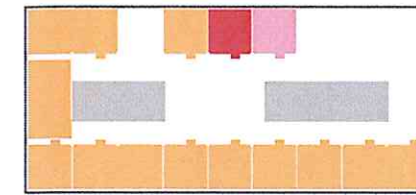
NUTZFLÄCHE (gesamt) 4.294 m<sup>2</sup>

ARBEITSPLÄTZE (gesamt) 295 Stk.

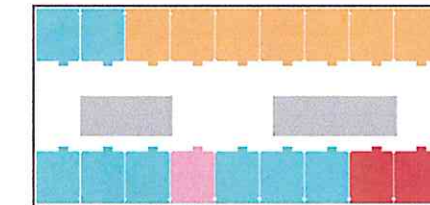
	EINZEL ARBEITPLÄTZE	1.749 m <sup>2</sup>	106 Stk.
	DOPPEL ARBEITPLÄTZE	1.527 m <sup>2</sup>	151 Stk.
	TEAM ARBEITPLÄTZE	344 m <sup>2</sup>	38 Stk.
	NEBENNUTZ- FLÄCHEN	674 m <sup>2</sup>	44 Stk.

## LEGENDE BESTAND

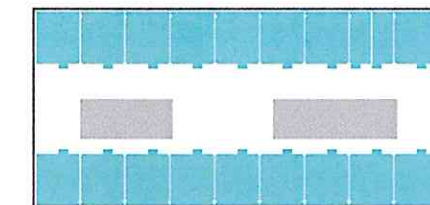
	Sondernutzungen		3 - Schule, Jugend, Familie
	0 - Bürgermeister, Personalrat, Rechnungsprüfung		4 - Planen, Bauen, Umwelt
	1- Allgemeine und soziale Bürgerdienste		7.1 - Interner Service
			7.2 - Finanzdienste



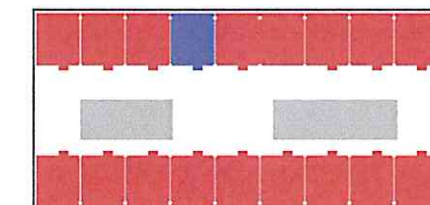
Grundriss UG



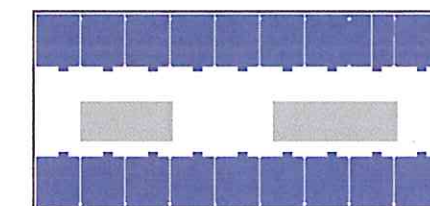
Grundriss 2.OG



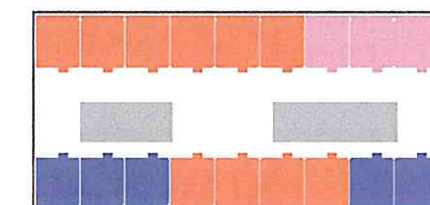
Grundriss 3.OG



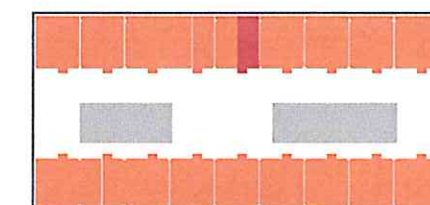
Grundriss 4.OG



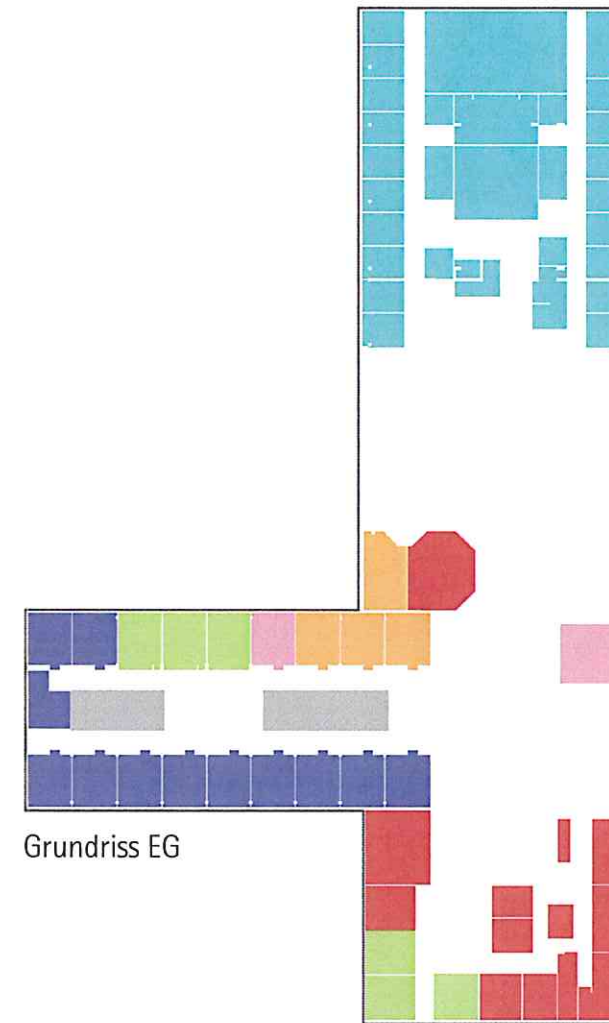
Grundriss 5.OG



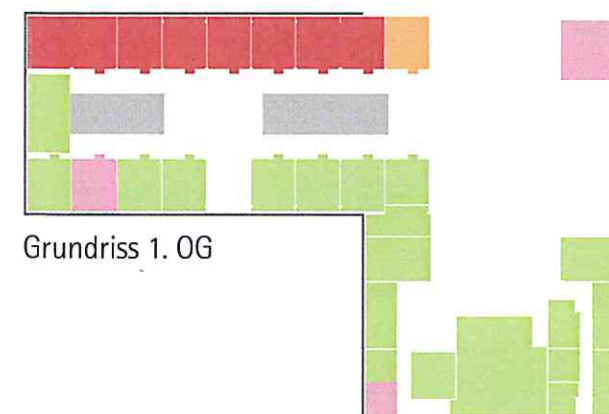
Grundriss 6.OG



Grundriss 7.OG



Grundriss EG



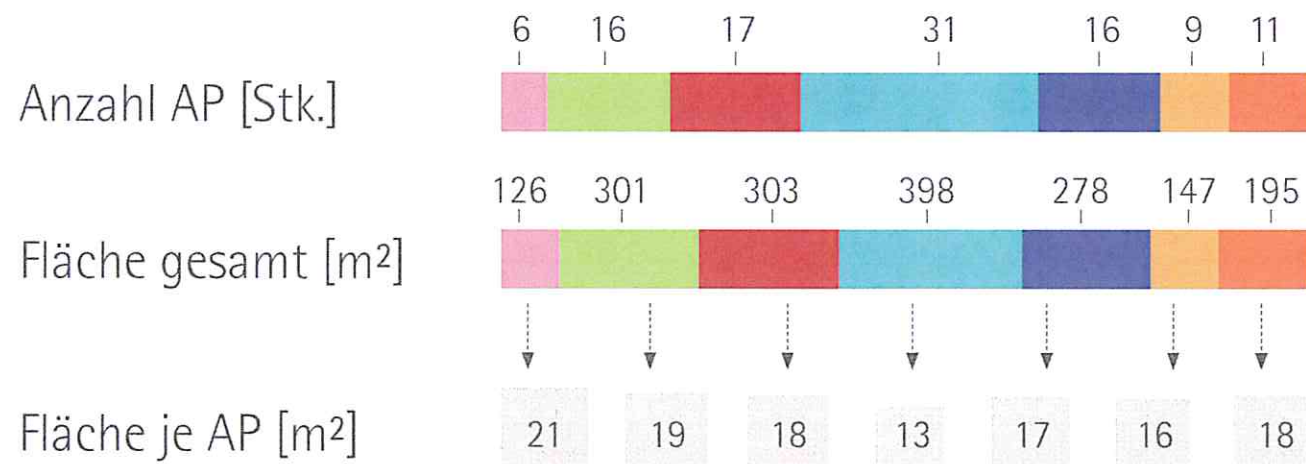
Grundriss 1. OG



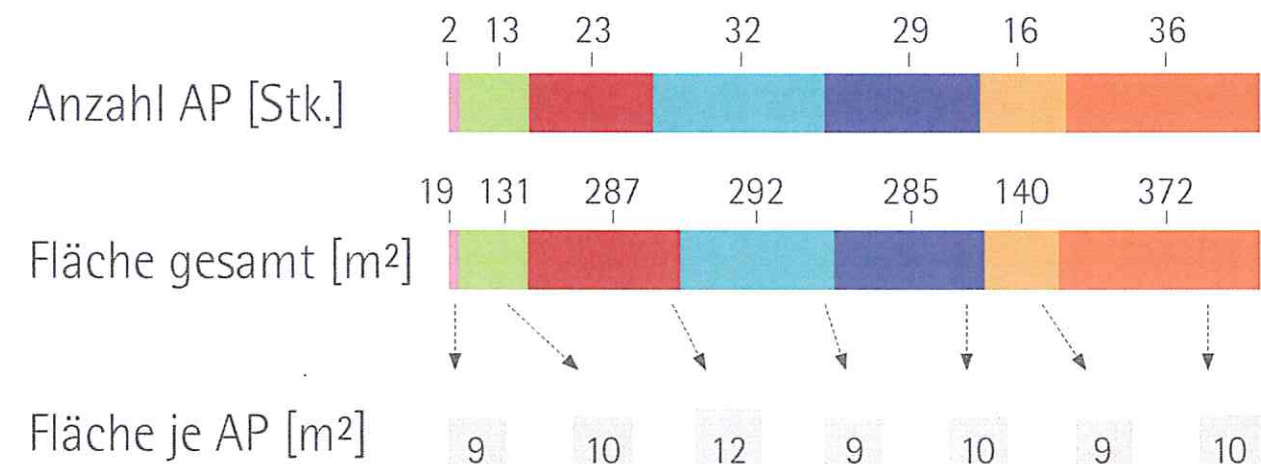
# BESTANDSERFASSUNG



NUTZFLÄCHE 1.749 m<sup>2</sup>  
ARBEITSPLÄTZE 106 Stk.



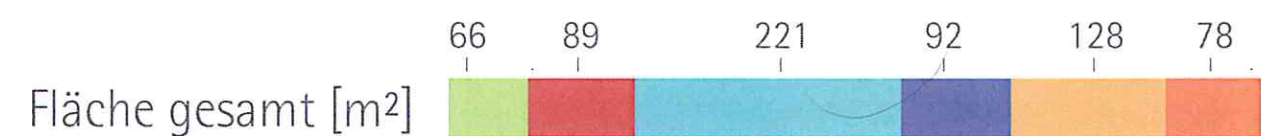
NUTZFLÄCHE 1.527 m<sup>2</sup>  
ARBEITSPLÄTZE 151 Stk.







NUTZFLÄCHE 344 m<sup>2</sup>  
ARBEITSPLÄTZE 38 Stk.



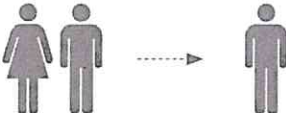

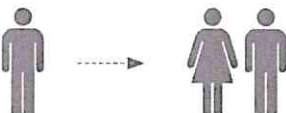
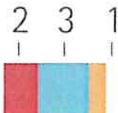
NUTZFLÄCHE 674 m<sup>2</sup>



# ENTWICKLUNGEN | WÜNSCHE

ENTWICKLUNG	NEU	UMZUG	FLÄCHE
 EINZEL ARBEITSPLÄTZE	+4 Stk.	-3 Stk.	+16 m <sup>2</sup>
 DOPPEL ARBEITSPLÄTZE	+11 Stk.	-2 Stk.	+91 m <sup>2</sup>
 TEAM ARBEITSPLÄTZE	+8 Stk.	-4 Stk.	+36 m <sup>2</sup>
 NEBENNUTZ-FLÄCHEN			+238 m <sup>2</sup>
<b>ZUSÄTZLICHE FLÄCHE</b>			<b>+382 m<sup>2</sup></b>



MITARBEITERWÜNSCHE BÜROWECHSEL	
	
	 Personen
<b>ZUSÄTZLICHE FLÄCHE</b>	
<b>+275 m<sup>2</sup></b>	

Personen

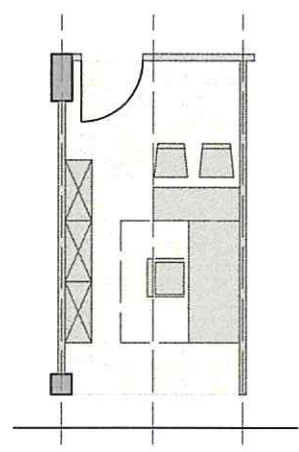




# KOMPENSATIONEN

## 1 NEUES RASTER (1,33m)

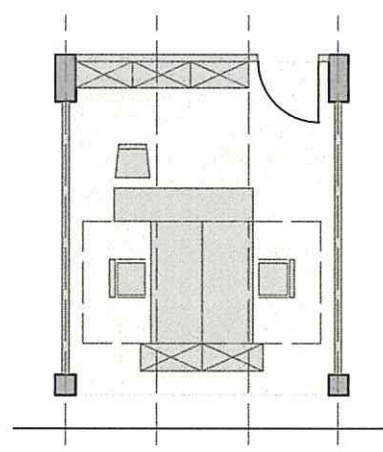
 EINZEL  
ARBEITSPLÄTZE



FLÄCHE  
p.p.  
12,5m<sup>2</sup>

ANZAHL AP: 149 Stk.  
FLÄCHE ges: 1.868 m<sup>2</sup>

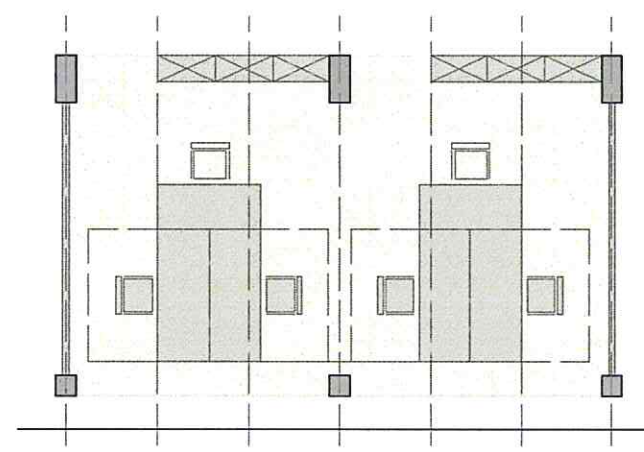
 DOPPEL  
ARBEITSPLÄTZE



FLÄCHE  
p.p.  
9,5m<sup>2</sup>

ANZAHL AP: 118 Stk.  
FLÄCHE ges: 1.121 m<sup>2</sup>

 TEAM  
ARBEITSPLÄTZE



FLÄCHE  
p.p.  
7,8m<sup>2</sup>

ANZAHL AP: 42 Stk.  
FLÄCHE ges: 329 m<sup>2</sup>

 NEBENNUTZ-  
FLÄCHEN

FLÄCHE ges: 912 m<sup>2</sup>

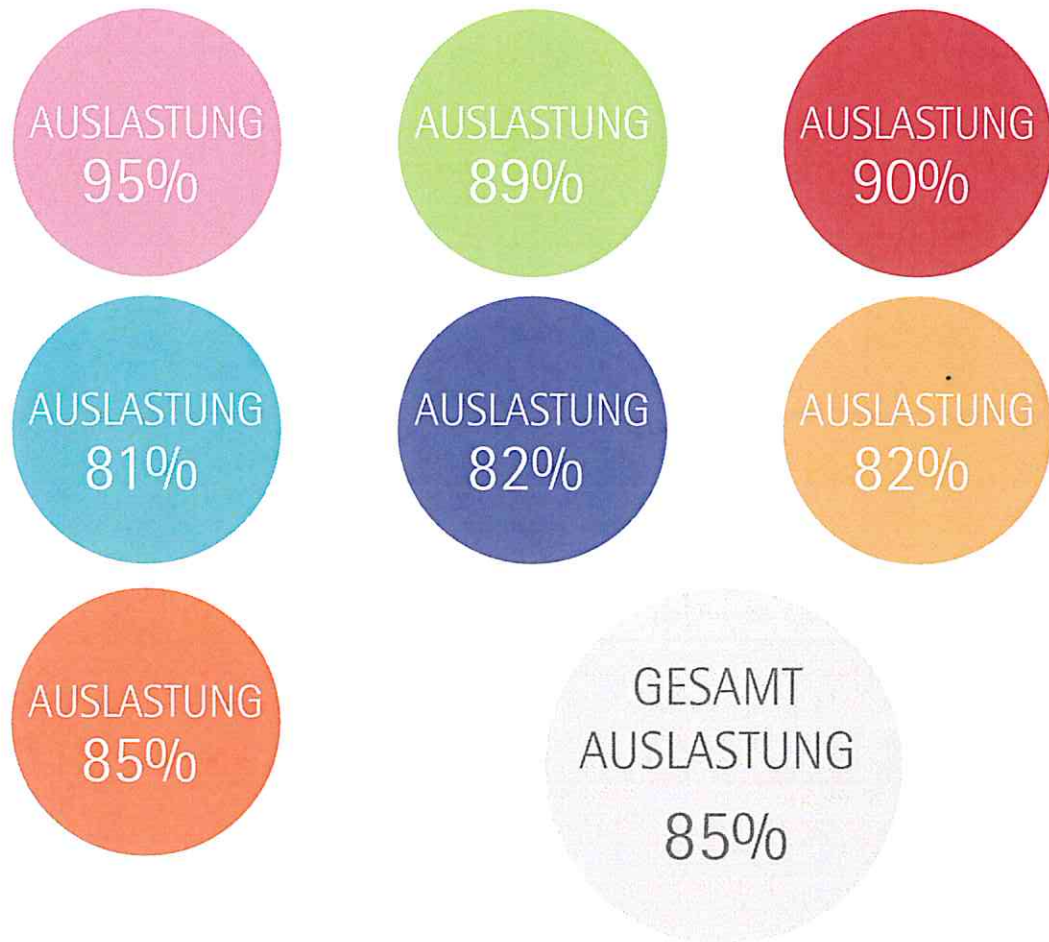
NUTZFLÄCHEN GESAMT 4.230 m<sup>2</sup>

NUTZFLÄCHEN BESTAND 4.294 m<sup>2</sup>

DIFFERENZ + 64 m<sup>2</sup>

# KOMPENSATIONEN

## 2 AUSLASTUNG



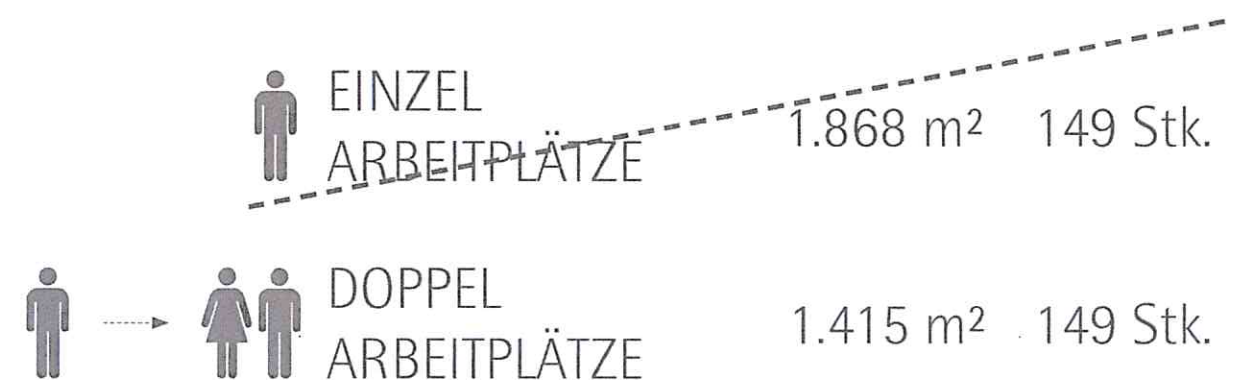
Auslastung von 85% bei 295 Arbeitsplätzen  
 bei Auslastung von 100%: + 43 Arbeitsplätze  
 bei Unterbringung im Doppelbüro: + 439 m<sup>2</sup>

FLÄCHENPOTENTIAL AUSLASTUNG 439 m<sup>2</sup>

BEDARF ZUSÄTZLICHE FLÄCHE 657 m<sup>2</sup>

DIFFERENZ - 218 m<sup>2</sup>

## 3 OHNE EINZELBÜROS - NEUES RASTER



NUTZFLÄCHEN GESAMT 3.777 m<sup>2</sup>

BEDARF ZUSÄTZLICHE FLÄCHE 4.294 m<sup>2</sup>

DIFFERENZ + 517 m<sup>2</sup>



# ENERGIEPOTENZIALE

Die Heiztechnik und die dabei verwendeten Energiequelle haben maßgeblichen Einfluss auf die Umweltwirkungen und die Wirtschaftlichkeit des Gebäudes.

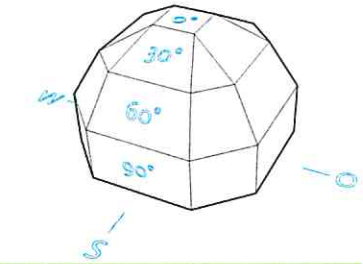
Unterschieden wird dabei zwischen Primär- und Endenergie. Dabei entspricht Primärenergie der in der Energiequelle enthaltenen fossilen Energie. Endenergie wird durch Umwandlung der Primärenergie erzeugt und steht am Gebäude zur Verfügung.

Verfügbare Energiequellen		Technologie	Nutzen	Bemerkungen
netzgebunden	Netzstrom	Netzanschluss	Strom	Primärenergiefaktor 1,8 / 2,4
	<b>1</b> Fernwärme	KWK mit Holzhackschnitzeln	Wärme	Primärenergiefaktor ca. 0,34
dezentral	Solarstrahlung	passive Solarenergienutzung	Wärme	über Sorptions-technik auch Kälte
		Solarkamin	thermischer Auftrieb (Lüftung)	
		Solarthermie	Wärme	
		Photovoltaik	Strom	
	Erdreich	Erdsonden	Wärme / Kälte	
	Grundwasser	Brunnenanlage	Wärme / Kälte	
	<b>2</b> Oberflächenwasser		Strom / Wärme / Kälte	
	Windenergie	Gebäudeform	Druck / Sog (Lüftung)	
	Außenluft	Nachluftkühlung	Kälte	
		Luftwärmetauscher	Wärme / Kälte	
Anlieferung	Holzhackschnitzel	Heizkessel	Wärme	über Sorptions-technik auch Kälte
		Heizkessel mit KWK	Wärme / Strom	
	<b>3</b> Pflanzenöl	BHKW	Wärme / Strom	über Sorptions-technik a. Kälte
	<b>4</b> Gas / Biogas	Heizkessel	Wärme	über Sorptions-technik a. Kälte
		BHKW	Wärme / Strom	

## SOLARSTRAHLUNG

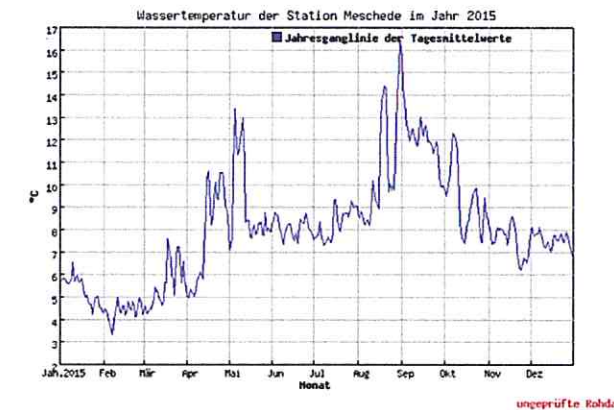
Solarstrahlung kann entweder für die Strom- oder die Wärmeerzeugung genutzt werden. Zur Stromerzeugung wird Photovoltaik eingesetzt, dabei sind Wirkungsgrade über 20% möglich.

Die Umwandlung in Wärme wird Solarthermie genannt und kann zur Heizungsunterstützung sowie zur Warmwasserbereitung genutzt werden. Dabei sind deutlich höhere Wirkungsgrade von bis zu 85 % erreichbar.



	W	S/W	S	S/O	O
0°			939		
30°	885	1018	1072	1023	896
60°	766	940	1002	946	780
90°	593	723	755	725	601

Einstrahlung nach Ausrichtung [kWh/m²a]



Wassertemperatur der Ruhr in Meschede

## OBERFLÄCHENWASSER

Ein großes Potenzial stellt die direkt am Rathaus vorbeifließende Ruhr dar.

Mit Hilfe einer Wärmepumpe kann dem Wasser Wärmeenergie entzogen und nutzbar gemacht werden.

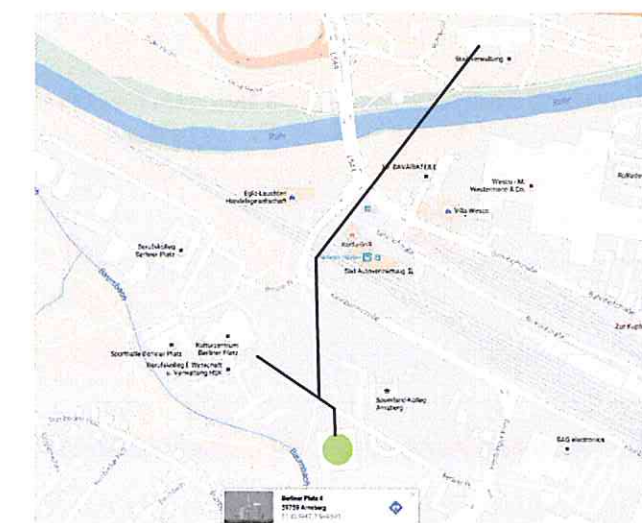
Flussauf- und -abwärts von Arnsberg befinden sich die zwei Gewässermessstellen in Meschede und Bachum.

Auffällig ist die erhebliche Abkühlung der Ruhr in Meschede in den Sommermonaten. Grund dafür ist die Abgabe von Tiefenwasser aus der Hennealtalsperre.

## BIOGENE ENERGIETRÄGER

Als weitere regional verfügbare Energiequelle besteht die Möglichkeit Holzhackschnitzel von lokalen Anbietern für die Wärmeversorgung zu nutzen.

Ein Beispiel für die Verwendung der regionalen Holzhackschnitzel stellt dabei das Heizwerk am Berliner Platz in Arnsberg dar. Ein Anschluss an das Nahwärmenetz des Heizwerks wäre eine weitere Möglichkeit, da zum aktuellen Zeitpunkt noch Kapazitäten vorhanden sind.



Lage Holzheizwerk am Berliner Platz



# HÜLLQUALITÄT

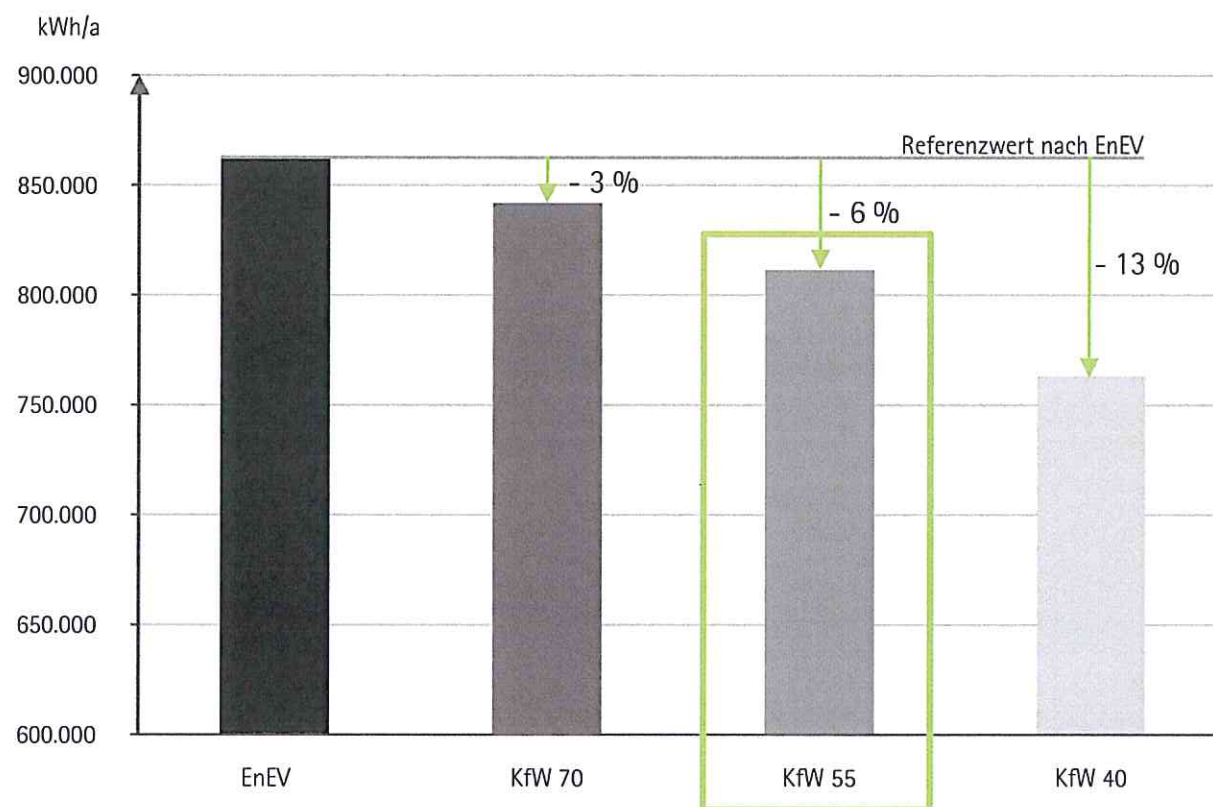
Der thermische Komfort hängt neben der Raumlufttemperatur, -geschwindigkeit und -feuchte maßgeblich von der Raumumschließungstemperatur, also der Oberflächentemperatur der umgebenden Bauteile, ab. Eine energetische Sanierung führt also nicht nur zu steigender Energieeffizienz, sondern sorgt auch für einen erhöhten Komfort.

Bei der Sanierung entstehen durch die Auswahl der Hüllqualität keine größeren Zwänge. Untersucht wurden die Varianten:

- EnEV-Standard (Referenzgebäude)
- Verbesserte energetische Hülle (gem. ehem. KfW70, HT' EnEV -15%)
- Hochwertige energetische Hülle (gem. KfW55, HT' EnEV -30%)
- Passivhaus-Standard (gem. KfW40, HT' EnEV -45%)

Dabei wurden folgende Werte für die verschiedenen Varianten angenommen:

Bauteil	Referenzgebäude	KfW 70-Variante	KfW 55-Variante	KfW 40-Variante
Fenster	$U_w = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,65$	$U_w = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,50$	$U_w = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,50$	$U_w = 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,50$
Außenwände	$U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dach	$U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
Boden	$U = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$



Endenergiebedarf nach Hüllqualität

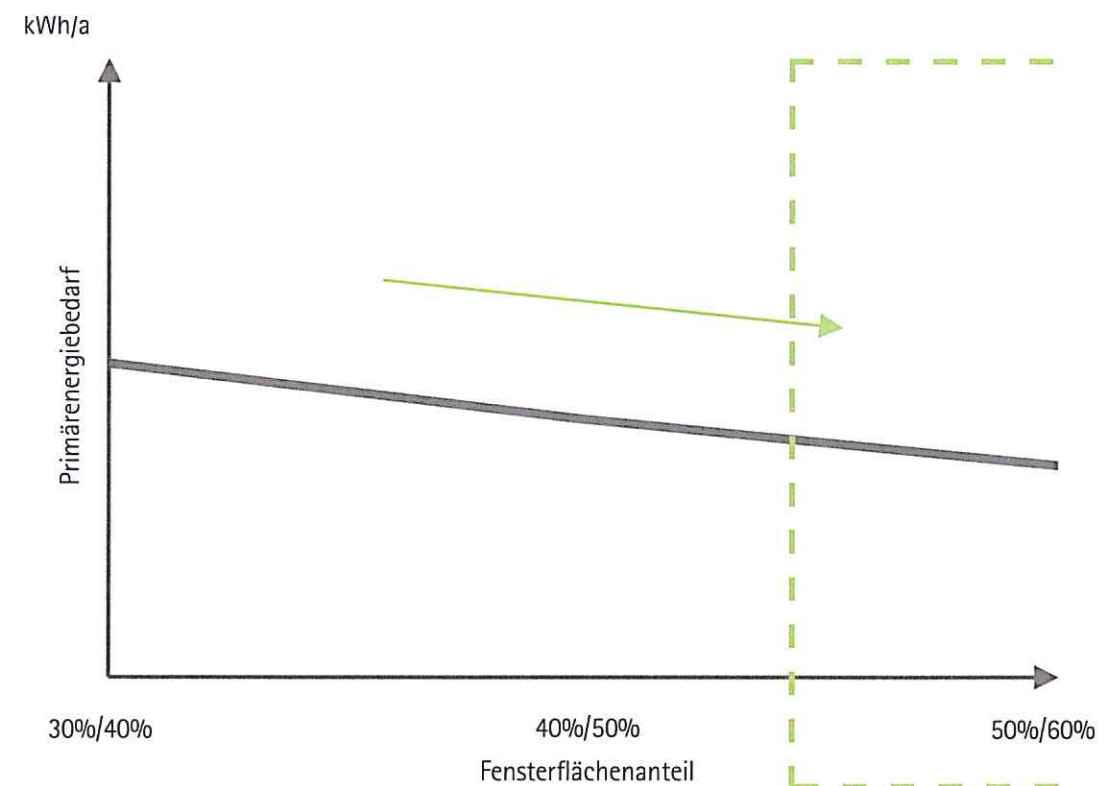
# FASSADENSTUDIE

Der Fensterflächenanteil hat entscheidende Auswirkungen auf die sommerliche Überhitzung und die gestalterische Ausprägung des Gebäudes. Er dient zur Schärfung der Vorgaben im Wettbewerb. Untersucht wurden die Varianten:

- Hochhaus 40% Fensterflächenanteil, Westflügel 30% Fensterflächenanteil
- Hochhaus 50% Fensterflächenanteil, Westflügel 40% Fensterflächenanteil
- Hochhaus 60% Fensterflächenanteil, Westflügel 50% Fensterflächenanteil

Dabei wurden folgende Fensterflächen angenommen:

Fensterflächenanteil	Fensterausrichtung			
	Norden	Osten	Süden	Westen
Hochhaus 40%	-	565 m <sup>2</sup>	-	565 m <sup>2</sup>
Westflügel 30%	260 m <sup>2</sup>	85 m <sup>2</sup>	210 m <sup>2</sup>	85 m <sup>2</sup>
Hochhaus 50%	-	705 m <sup>2</sup>	-	705 m <sup>2</sup>
Westflügel 40%	345 m <sup>2</sup>	115 m <sup>2</sup>	280 m <sup>2</sup>	115 m <sup>2</sup>
Hochhaus 60%	-	850 m <sup>2</sup>	-	850 m <sup>2</sup>
Westflügel 50%	435 m <sup>2</sup>	140 m <sup>2</sup>	350 m <sup>2</sup>	140 m <sup>2</sup>



Entwicklung des Energiebedarfs mit steigendem Fensterflächenanteil

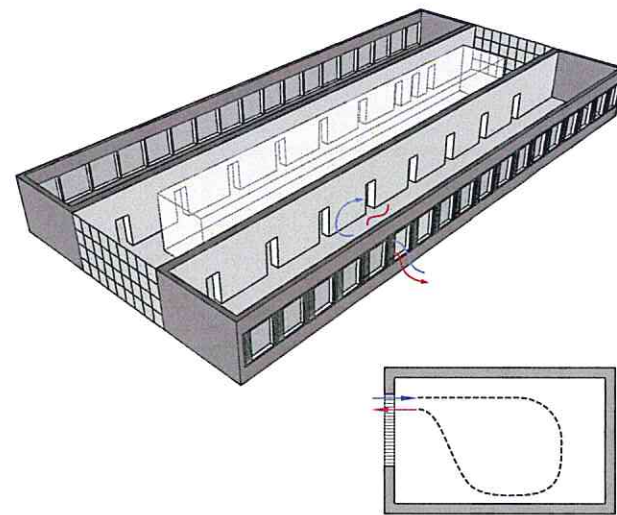


# LÜFTUNG

Die Umsetzung der Lüftungstechnik wird maßgeblichen Einfluss auf die zukünftige Grundrissgestaltung nehmen. Betrachtet wurden die Varianten:

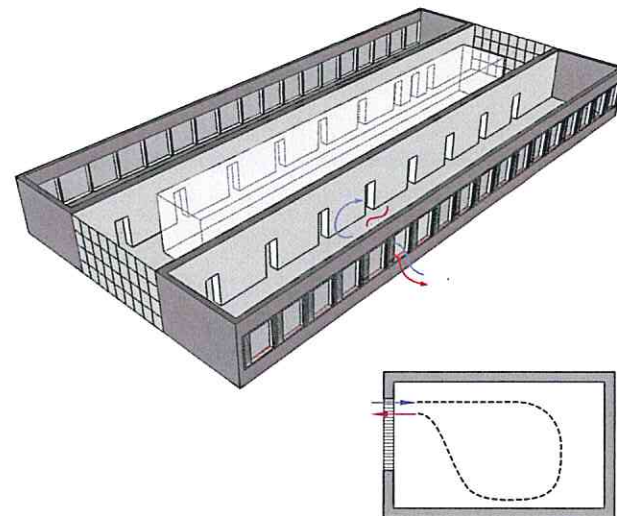
**A** Dezentrale Lüftung über Fassadensystem, Systeme mit und ohne Wärmerückgewinnung möglich.

- + • raumweise Regelung
- + • einfacher Nutzungswechsel
- + • einfache individuelle Bedienbarkeit
- • hohe Lüftungsverluste bei Systemen ohne Wärmerückgewinnung
- • geringe Kontrolle über notwendigen Luftwechsel
- • Schadstoffe ggf. durch Autobahn erhöht, System mit entsprechender Filterung nötig



**B** Dezentrale Lüftung über Fassadensystem mit zentral gesteuerter Vorkonditionierung der Zuluft, Systeme mit und ohne WRG möglich

- + • raumweise Regelung
- + • einfacher Nutzungswechsel
- + • einfache individuelle Bedienbarkeit
- + • zu 1 erhöhte Luftqualität
- • hohe Lüftungsverluste bei Systemen ohne Wärmerückgewinnung
- • geringe Kontrolle über notwendigen Luftwechsel
- • Schadstoffe ggf. durch Autobahn erhöht, System mit entsprechender Filterung nötig

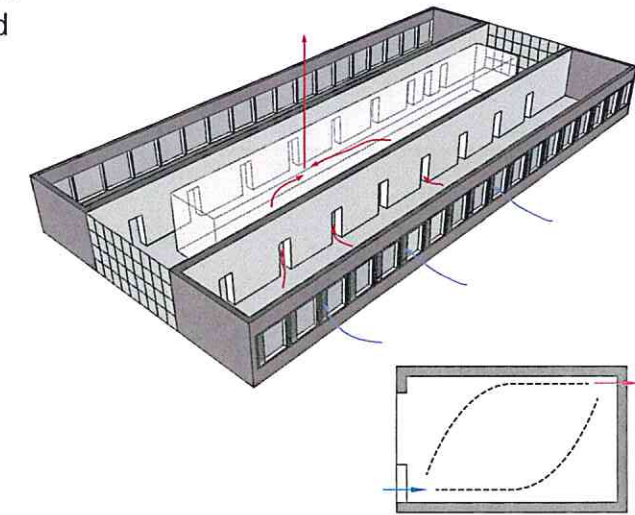


## EMPFEHLUNG

Wir raten zum Einsatz eines in die Fassade integrierten Lüftungssystems (Varianten A-C). Damit wird bei maximaler Flexibilität ein hohes Maß an Luftqualität erreicht. Nur bei entsprechend hoher Schadstoffbelastung raten wir zu einer zentralen Lüftung (Variante D).

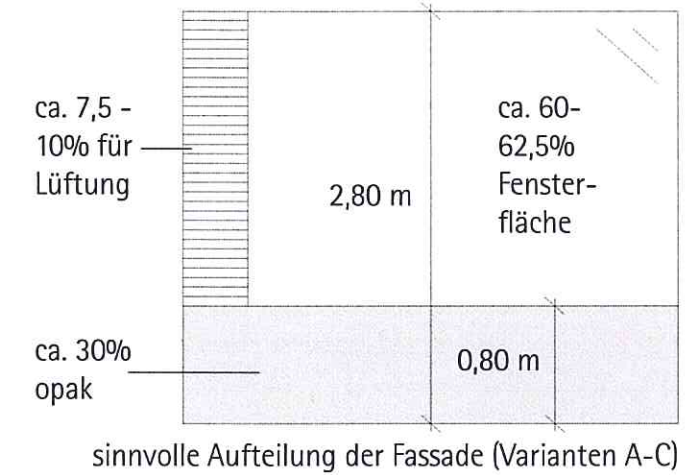
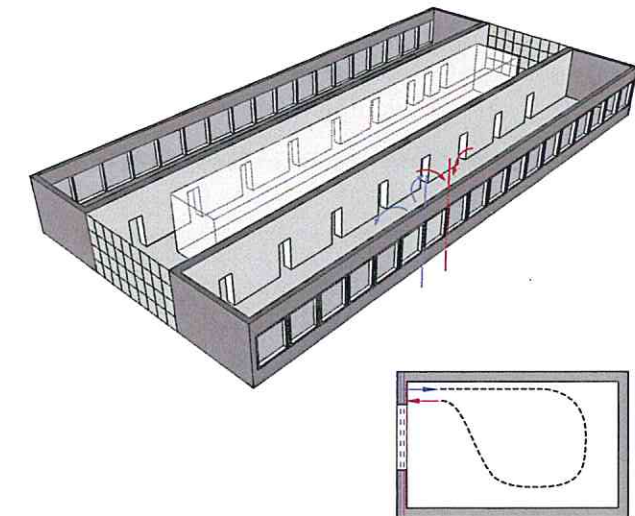
**C** Dezentrale Zuluft über Fassade, zentrale Abluft im Kern, Nachströmen über Unterschnitte und Fassade

- + • zu 1 und 2 erhöhte Luftqualität
- + • kostengünstige teilzentrale Lüftung
- + • Nutzer „steuert“ mit
- + • einfacher Nutzungswechsel
- + • Abluftwärmepumpe als Energiepotential
- • schlechter interner Schallschutz aufgrund der Unterschnitte
- • keine Wärmerückgewinnung möglich
- • ggf. Brandschutzwänge
- • Flächenbedarf vauf dem Dach schränkt Nutzbarkeit für PV ein
- • Schadstoffe ggf. durch Autobahn erhöht, System mit entsprechender Filterung nötig



**D** Zentrale Lüftung, vertikale Verteilung über Schächte in der Fassadenebene

- + • im Vergleich höchste Luftqualität
- + • einfacher Nutzungswechsel
- + • zentrale Zu- und Abluftanlage gewährleistet hohen Schallschutz
- + • raumweise Steuerung möglich
- + • Raumhöhe und Speichermasse nutzbar
- + • Wärmerückgewinnung möglich
- + • Schadstoffarmut durch geschützte Ansaugung
- • Mögliche Einschränkungen bei der Fassadengestaltung durch notwendige Leitungsführung in der Fassadenebene
- • Flächenbedarf auf dem Dach und im Keller





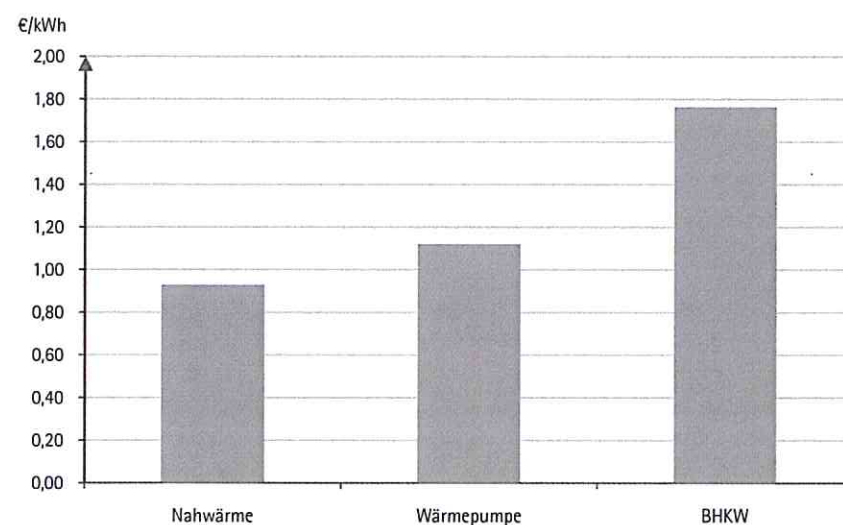
# NAHWÄRME

Das Arnsberger Holzheizwerk versorgt seit 2012 13 Schul- und Sportgebäude am Campus Berliner Platz mit Wärme und wird in erster Linie mit Holzhackschnitzeln aus heimischen Wäldern und der Landschaftspflege befeuert.

Das zentrale Heizwerk besteht aus drei Heizmodulen. Rund 80% der Wärme werden durch einen Holzkessel bereitgestellt, zur Abdeckung von Spitzenlasten und als Sicherheit bei möglichen Störungen gibt es noch einen zusätzlichen Gaskessel. Das dritte Heizmodul ist ein Mini-BHKW, das in erster Linie für die sommerliche Versorgung mit Warmwasser vorgesehen ist. Bereits im ersten Betriebsjahr konnte die Gesamtanlage weitestgehend optimiert werden.

## BEWERTUNG

Primärenergiefaktor	gering (ang. Leitungskosten 250.000€)
Investitionskosten	mittel
Betriebskosten	hoch
Platzbedarf	gering
Eigenstromnutzung	mittel
Versorgungssicherheit	mittel
Wartungsaufwand	gering



## 1 NAHWÄRME - HACKSCHNITZELHEIZWERK

- + lokaler Rohstoff
- + geringer Primärenergiebedarf
- + geringer Platzbedarf des Fernwärmeanschlusses
- noch kein Anschluss an das Heizwerk vorhanden
- hoher Endenergiebedarf

## FLÄCHENBEDARF

Ein Anschluss an ein Wärmenetz benötigt nur sehr wenig Platz, so dass er auf jeden Fall im Tiefkeller untergebracht werden kann.



Holzheizwerk am Berliner Platz



# OBERFLÄCHENWASSER-WÄRMEPUMPE

Eine Wärmepumpe ermöglicht über einen thermodynamischen Kreisprozess eine Erhöhung der Temperatur der Wärmequelle (hier: das Wasser der Ruhr), so dass das vorliegende Energiepotenzial für die Gebäudeheizung genutzt werden kann.

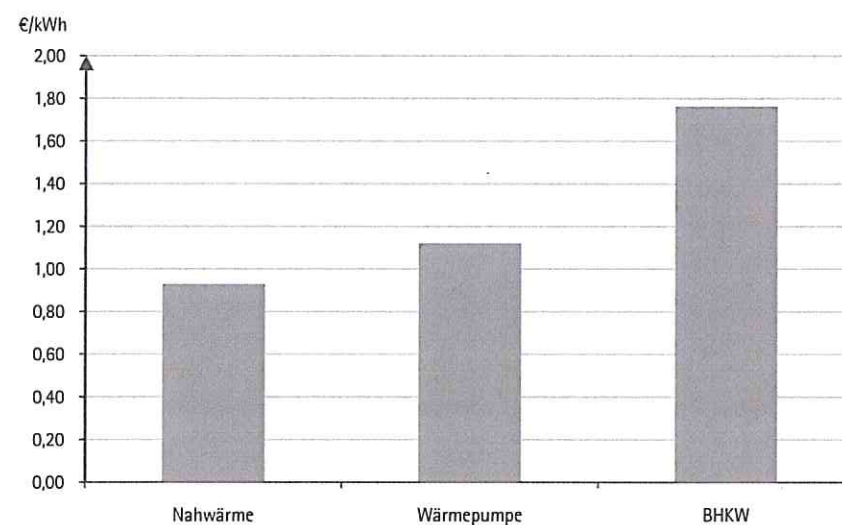
Neben der Wärmeversorgung im Winter kann das System im Sommer auch für eine eventuelle Kühlung eingesetzt werden.

Die Nutzung von Oberflächenwasser für die Wärmeversorgung ist in jedem Fall genehmigungspflichtig. Zulässig ist dabei eine Abkühlung des Wassers von maximal 2 Grad, wobei eine Abkühlung auf unter 2 °C nicht erlaubt ist. Außerdem muss das kurzzeitig entnommene Wasser ohne Verluste so nah wie möglich am Ort der Entnahme wieder eingeleitet werden.

Nach ersten Abschätzungen ist die damit mögliche Wärmeleistung um ein vielfaches höher als der Bedarf, eine endgültige Bemessung muss aber in jedem Fall durch einen entsprechenden Sachverständigen vorgenommen werden.

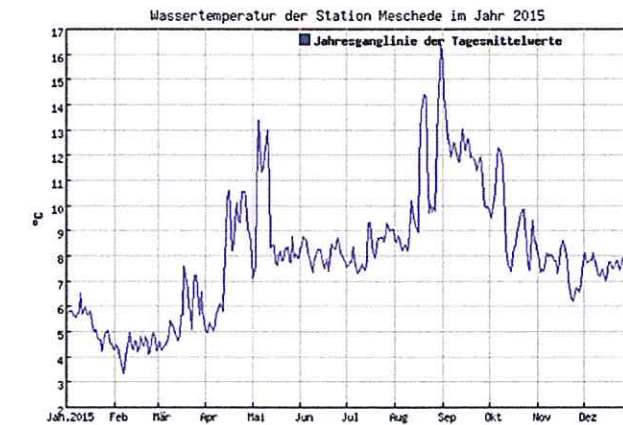
## BEWERTUNG

Primärenergiefaktor	mittel
Investitionskosten	hoch
Betriebskosten	gering
Platzbedarf	hoch
Eigenstromnutzung	hoch
Versorgungssicherheit	hoch
Wartungsaufwand	gering



## 2 OBERFLÄCHENWASSER-WÄRMEPUMPE

- + • Pilotprojekt mit großer Strahlkraft
- + • effektiv mit PV kombinierbar
- + • geringer Endenergiebedarf
- • Eingriff in das Ökosystem
- • hohe Vorlauftemperaturen schwierig



Wassertemperatur der Ruhr in Meschede

## FLÄCHENBEDARF

Die notwendigen Wärmepumpen benötigen im Vergleich zu den anderen betrachteten Systemen zwar am meisten Fläche, aufgrund der Größe des Tiefkellers kann aber davon ausgegangen werden, dass dies kein Problem darstellt.



Entnahmestelle aus dem Mühlgraben der Lauter



# BLOCKHEIZKRAFTWERK

Blockheizkraftwerke (BHKW) machen sich das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) zu Nutze.

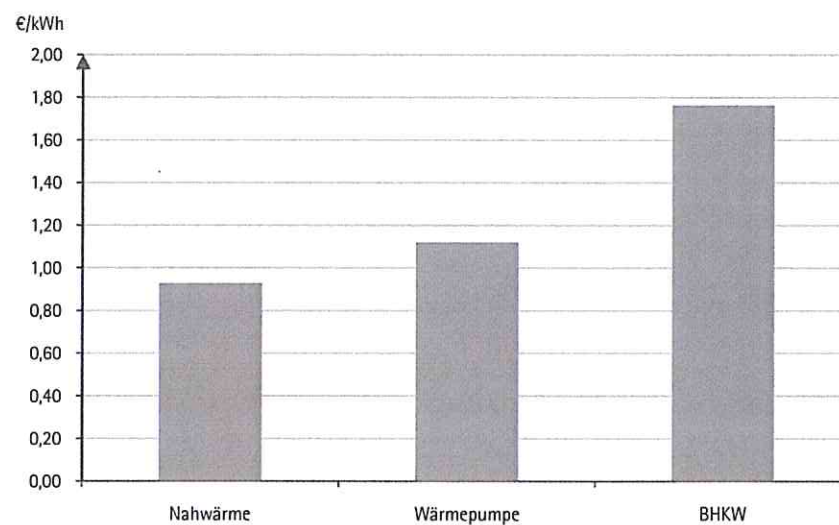
Bei der Erzeugung von Strom werden zwangsläufig auch große Mengen an Abwärme frei, die bei Anwendung von KWK-Technologien genutzt werden, anstatt, wie bei großen Kraftwerken, auch noch Kühlbedarf zu erzeugen.

BHKWs können entweder strom- oder wärmegeführt eingebunden werden, wobei eine am Wärmebedarf orientierte Regelung den Gesamtwirkungsgrad erhöht.

Aufgrund der hohen Investitionen sollten lange jährliche Laufzeiten angestrebt werden, so dass BHKWs meist als Grundlasterzeuger mit einem zusätzlichen Spitzenlast-Wärmeerzeuger eingesetzt werden.

## BEWERTUNG

Primärenergiefaktor	mittel
Investitionskosten	hoch
Betriebskosten	hoch
Platzbedarf	mittel
Eigenstromnutzung	gering
Versorgungssicherheit	hoch
Wartungsaufwand	hoch



### 3 ERDGAS-BLOCKHEIZKRAFTWERK

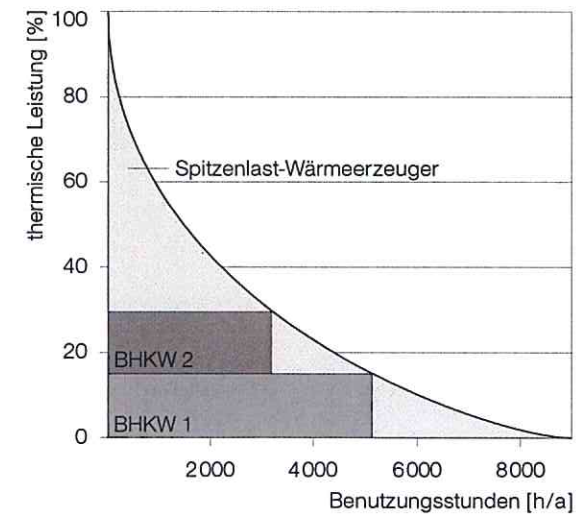
- + • geringer Primärenergiebedarf
- + • geringe CO<sub>2</sub>-Emissionen
- + • hoher Wirkungsgrad von über 90%
- + • Versorgungssicherheit
- • Kombination mit PV schwierig, kein Strombedarf im Winter
- • hoher Endenergiebedarf
- • sinnvoll nur als Grundlast-Erzeuger, weiterer Wärmeerzeuger für Spitzenlasten erforderlich
- • Abhängigkeit von Ölpreis

### 4 PFLANZENÖL-BLOCKHEIZKRAFTWERK

- + • geringer Primärenergiebedarf
- + • Geringe CO<sub>2</sub>-Emissionen
- + • hoher Wirkungsgrad von über 90%
- + • biologischer Rohstoff
- • Kombination mit PV schwierig, kein Strombedarf im Winter
- • hoher Endenergiebedarf
- • sinnvoll nur als Grundlast-Erzeuger, weiterer Wärmeerzeuger für Spitzenlasten erforderlich
- • begrenzte Haltbarkeit
- • anfällige Technik

## FLÄCHENBEDARF

Ein BHKW mit entsprechender Leistung hat einen Flächenbedarf von ca. 25 m<sup>2</sup>. Gemessen an der Größe des Tiefkellers stellt dies kein Problem dar.



beispielhafte Einbindung dezentraler KWK zur Deckung der Grundlast



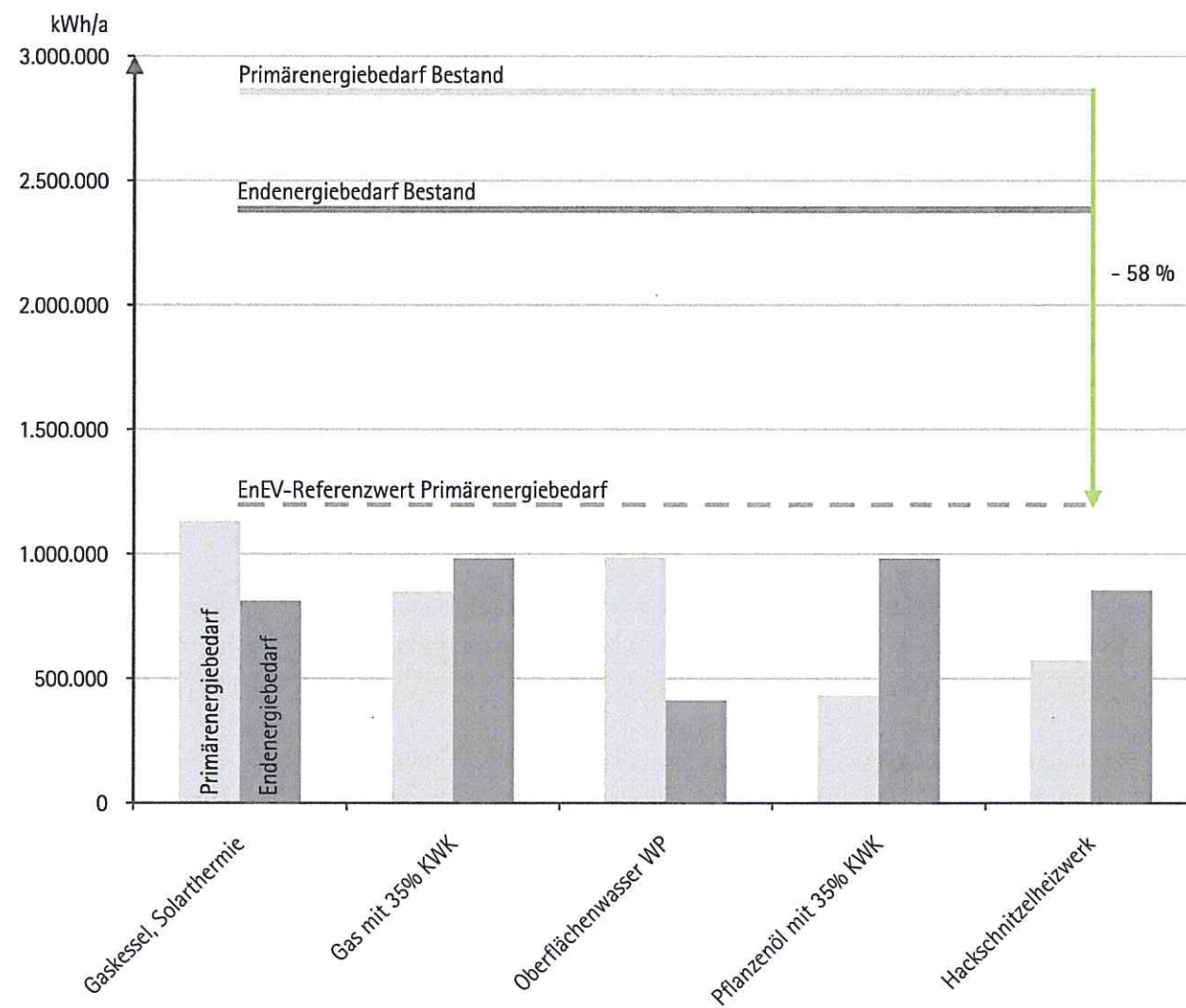
Erdgas-BHKW mit 500 kW Leistung



# ERGEBNISSE

Die Heiztechnik hat maßgeblichen Einfluss auf die Umweltwirkungen und die Wirtschaftlichkeit des Gebäudes. Betrachtet wurden deshalb besonders leistungsfähige Wärmeversorgungen zur Senkung der Primärenergie (Pflanzenöl-BHKW, Fernwärme - Hackschnitzelheizwerk) und zur Senkung der Endenergie (Wärmepumpe):

- Gas-Brennwertkessel, Solarthermie (Referenzanlage gemäß EnEV)
- Gas-BHKW (35% BHKW-Leistung; 65% Spitzenleistung über Gas-Brennwertkessel)
- Oberflächenwasser-Wärmepumpen
- Pflanzenöl-BHKW (35% BHKW-Leistung; 65% Spitzenleistung über Pflanzenöl-Brennwertkessel)
- Hackschnitzelheizwerk (Fernwärme)



Energiebedarf nach Wärmeerzeugern

## PRIMÄRENERGIE

Primärenergie bezeichnet die theoretisch nutzbare Energie verfügbarer Energieformen. Verluste, die durch die Umwandlung in Sekundärenergieträger, wie zum Beispiel Benzin, entstehen sind dabei noch nicht berücksichtigt.

Primärenergie ist also im Rahmen der Bewertung von Energiekonzepten die ökologische Komponente und ein Indikator für Systemeffizienz.

## ENDENERGIE

Endenergie ist die tatsächlich vom Verbraucher bezogene Energie, wie zum Beispiel Strom aus der Steckdose. Er dient damit der ökonomischen Bewertung von Energiekonzepten.

## EMPFEHLUNG

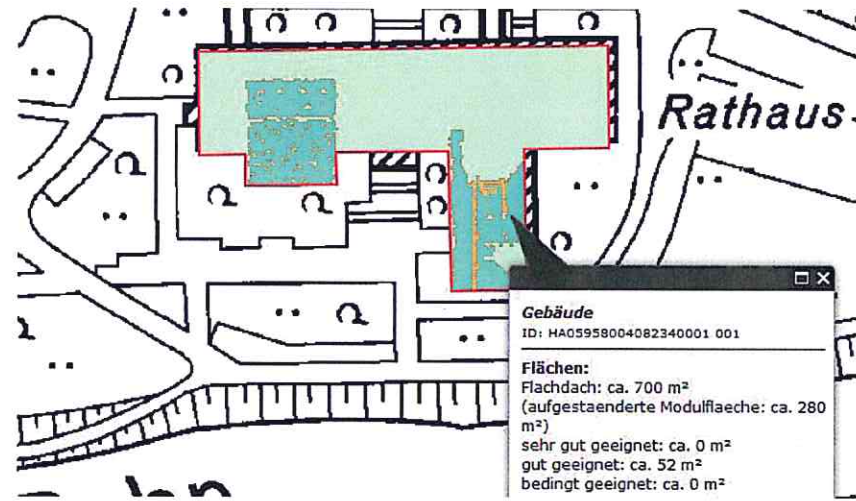
Es wurde sowohl der Primär- als auch der Endenergiebedarf verglichen, wobei einzeln betrachtet verschiedene Varianten am besten abschneiden. In Summe und vor allem auf die Endenergie bezogen ist die Oberflächenwasser-Wärmepumpe eine hervorragende Lösung.

Langfristig betrachtet wird außerdem der Primärenergiebedarf noch weiter abnehmen, da über den zunehmenden Anteil regenerativer Energien im Strommix dessen Primärenergiefaktor weiter sinken wird. Zudem ist bei dieser strombasierten Wärmeversorgung der Einsatz von Photovoltaik besonders effizient.

Bei Wahl der Variante mit Wärmepumpe und Bezug von Ökostrom kann für das Rathaus CO<sub>2</sub>-Neutralität erreicht werden.



# PV-STUDIE

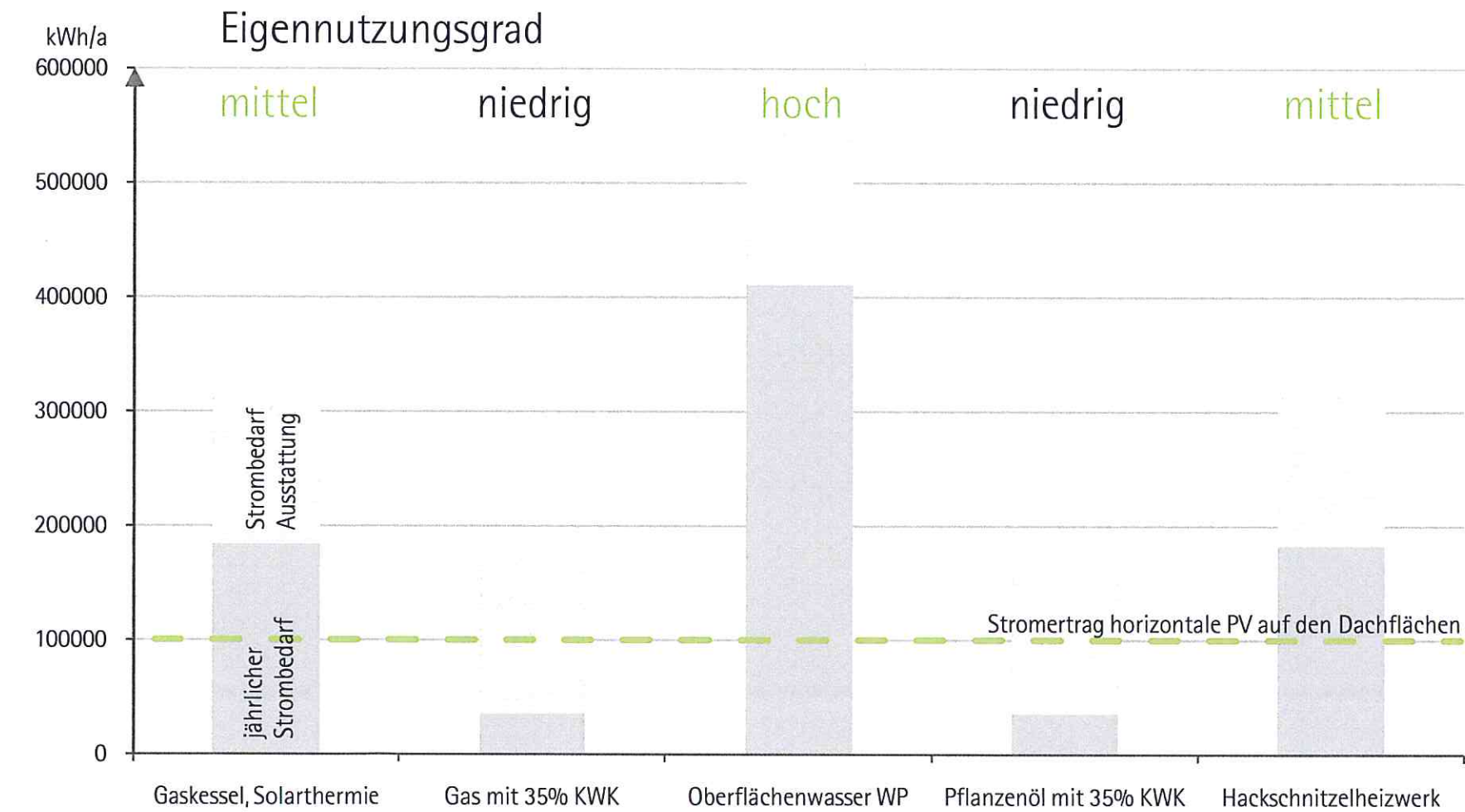
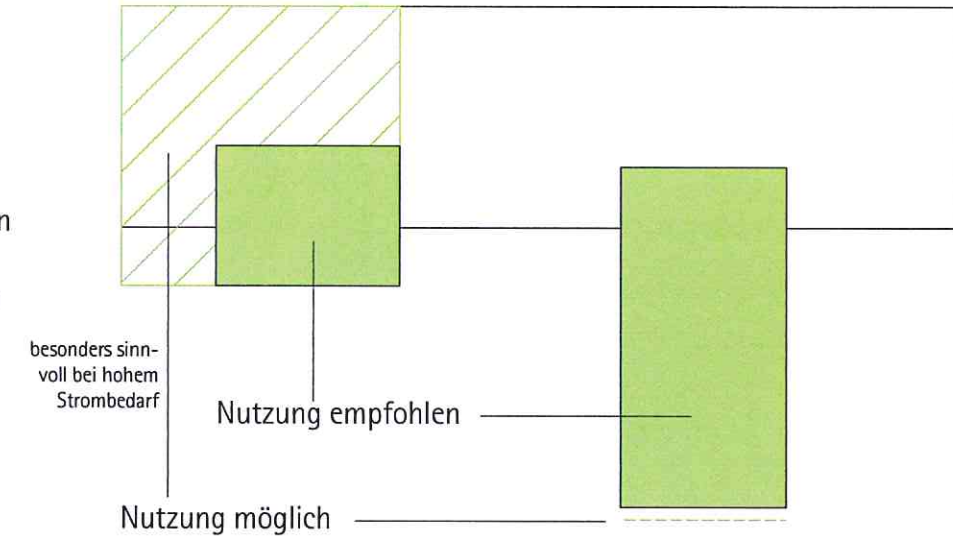


Eine solare Aktivierung der Gebäudehülle kann weitgehend unabhängig von der Heiztechnik erfolgen. Eine erhöhte Eigennutzung verbessert die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme. Es wurden verschiedene Varianten betrachtet:

- 1) · Dachfläche Ratssaal und Hochhaus, PV-Module 10° geneigt
- 2) · Dachfläche Ratssaal und Hochhaus, PV-Module horizontal
- 3) · Südfassade Hochhaus, PV-Module vertikal (Teilverschattung durch zentralen Baumbestand ist zu prüfen)
- 4) + 5) · Süd-, West- und Ostfassade, PV-Module auf geneigten Sonnenschutzelementen (Teilverschattung durch zentralen Baumbestand ist zu prüfen)

## EMPFEHLUNG

Vor allem die Dachflächen des Ratssaals und des Hochhaus stellen ein großes Potenzial dar, das genutzt werden sollte. In Kombination mit einer Wärmeversorgung über Wärmepumpen kann der Strom zu großen Teilen selbst genutzt werden, was die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme deutlich steigert.



	nutzbare Fläche	elektrische Leistung	Einstrahlungsfaktor	überschlägiger Ertrag
1) Dachflächen, 10° geneigt	525 m <sup>2</sup>	75 kWp	1,06	79.500 kWh/a
2) Dachflächen, horizontal	700 m <sup>2</sup>	100 kWp	1,00	100.000 kWh/a
3) Südfassade, vertikal	500 m <sup>2</sup>	71 kWp	0,85	60.700 kWh/a (Teilverschattung)
4) Südfassade, 35° geneigt	125 m <sup>2</sup>	18 kWp	1,20	21.400 kWh/a (Teilverschattung)
5) Ost-/Westfassade, 35° geneigt	je 225 m <sup>2</sup>	32 kWp	0,90	28.900 kWh/a (Teilverschattung)