



**SCHULZENTRUM LAMMERBERG
ALBSTADT - TAILFINGEN
TECHNISCHER AUSSCHUSS
10. MÄRZ 2020**

AGENDA

- 1) Systemgrundlagen - Bedarf
- 2) Technische Beschreibung der Systeme
- 3) erforderliche Maßnahmen für die Systeme / Anpassung an das Projekt
- 4) Kosten
 - Invest
 - Betrieb
 - Unterhalt
 - Förderung
- 5) CO2 - Ausstoß
- 6) Fazit

1) SYSTEMGRUNDLAGEN

ÜBERSICHT ZUKÜNFTIGER ENERGIEBEDARF - HEIZUNG

	PGT	Mensa	Fach- klassenbau	Realschule	Sporthalle	Summe
Schulfläche / Nutzfläche neu	4.401 qm	2.190 qm	1.497 qm	3.976 qm	2.471 qm	14.535 qm
spezifischer Ansatz bezogen auf vorgesehene Maßnahmen	60 kWh/qma	50 kWh/qma	60 kWh/qma	45 kWh/qma	80 kWh/qma	
Heizwärmebedarf pro Jahr	242.460 kWh	109.500 kWh	89.820 kWh	178.920 kWh	197.680 kWh	818.380 kWh
Durchschnitt pro Jahr	56,30 kWh/qm a					

1) SYSTEMGRUNDLAGEN

ÜBERSICHT ZUKÜNFTIGER ENERGIEBEDARF - STROM

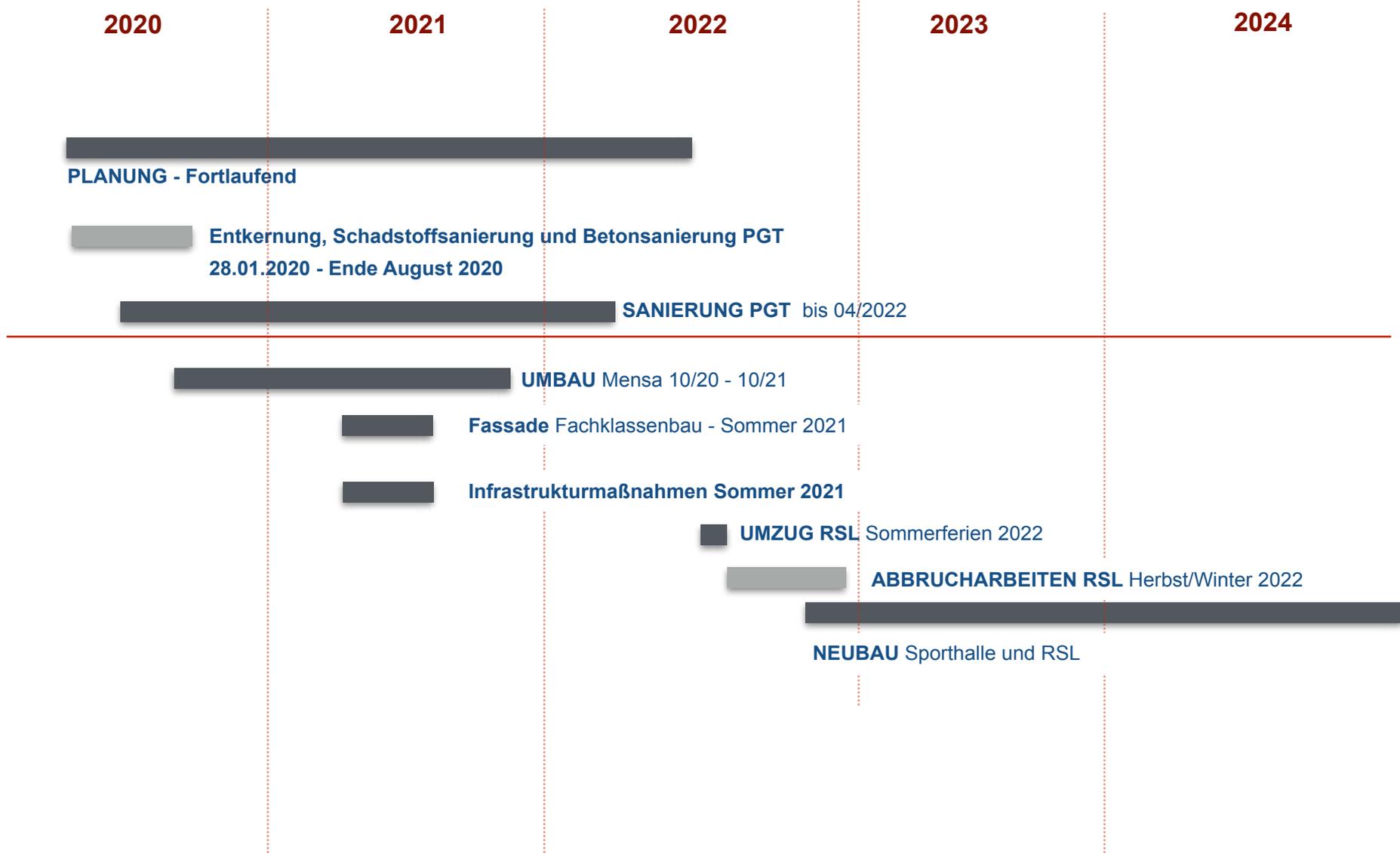
	PGT	Mensa	Fach- klassenbau	Realschule	Sporthalle	Summe
Schulfläche / Nutzfläche neu	4.401 qm	2.190 qm	1.497 qm	3.976 qm	2.471 qm	14.535 qm
Strom allgemein pro Jahr	66.015 kWh	32.850 kWh	22.455 kWh	59.640 kWh	37.065 kWh	218.025 kWh
Strom Lüftung pro Jahr	44.010 kWh	21.900 kWh		39.760 kWh	24.710 kWh	130.380 kWh
Summe Strom pro Jahr						348.405 kWh
Durchschnittswert	23,97 kWh/qma					

1) SYSTEMGRUNDLAGEN

ÜBERSICHT BEDARF HEIZUNG UND STROM

Bedarf	SZL
Heizung heute	1.460.000 kWh
Heizung zukünftig (incl. 3 Sporthallen)	818.155 kWh
Strom heute tatsächlicher Verbrauch	159.700 kWh
Strom heute rechnerisch nach AGES 2005 (14 kWh / qmm BGF) (10.502qm Nutzfläche x 16 kWh / qma NGF)	168.000 kWh
Strom zukünftig (incl. 3 Sporthallen) rechnerisch ermittelt nach AGES 2005*	217.950 kWh
+ Lüftung	130.334 kWh
Summe Strom heute (rechnerischer Ansatz)	348.284 kWh

*Hinweis: $16 \text{ kWh} / \text{qma} \times 14.535 \text{ m}^2 = 232.480 \text{ kWh}$ - im Ansatz niedrigere Zahl, da zukünftig LED-Beleuchtung
aktueller Verbrauch bereits niedriger als der rechnerische Durchschnittswert



WO IST DAS PROBLEM?

Wärmebedarf wird halbiert

Strombedarf erhöht sich voraussichtlich deutlich

Strombedarf Küche noch offen

Eigenstromproduktion und -Verbrauch beim Heizsystem zu berücksichtigen

Schulbetrieb: Ferien und Wochenenden mit geringem Wärmebedarf, dadurch flexibles System erforderlich

Zeitliche Abhängigkeit bauliche Maßnahmen (Baustelle PGT läuft bereits)

Standortfaktoren: Brennstofflogistik, Betriebsanforderungen

Klimawandel - Sommerlicher Wärmeschutz - hohe innere Wärmelasten

WAS IST DAS ZIEL?

1. Möglichst regenerativ / ökologisch

Erneuerbare Energiequelle

Wenig CO₂-Ausstoß

2. Einfache Handhabung / Möglichst einfache, wartungsarme und störungsresistente Technik

3. Möglichst geringer baulicher Aufwand

4. Möglichst Ökonomisch

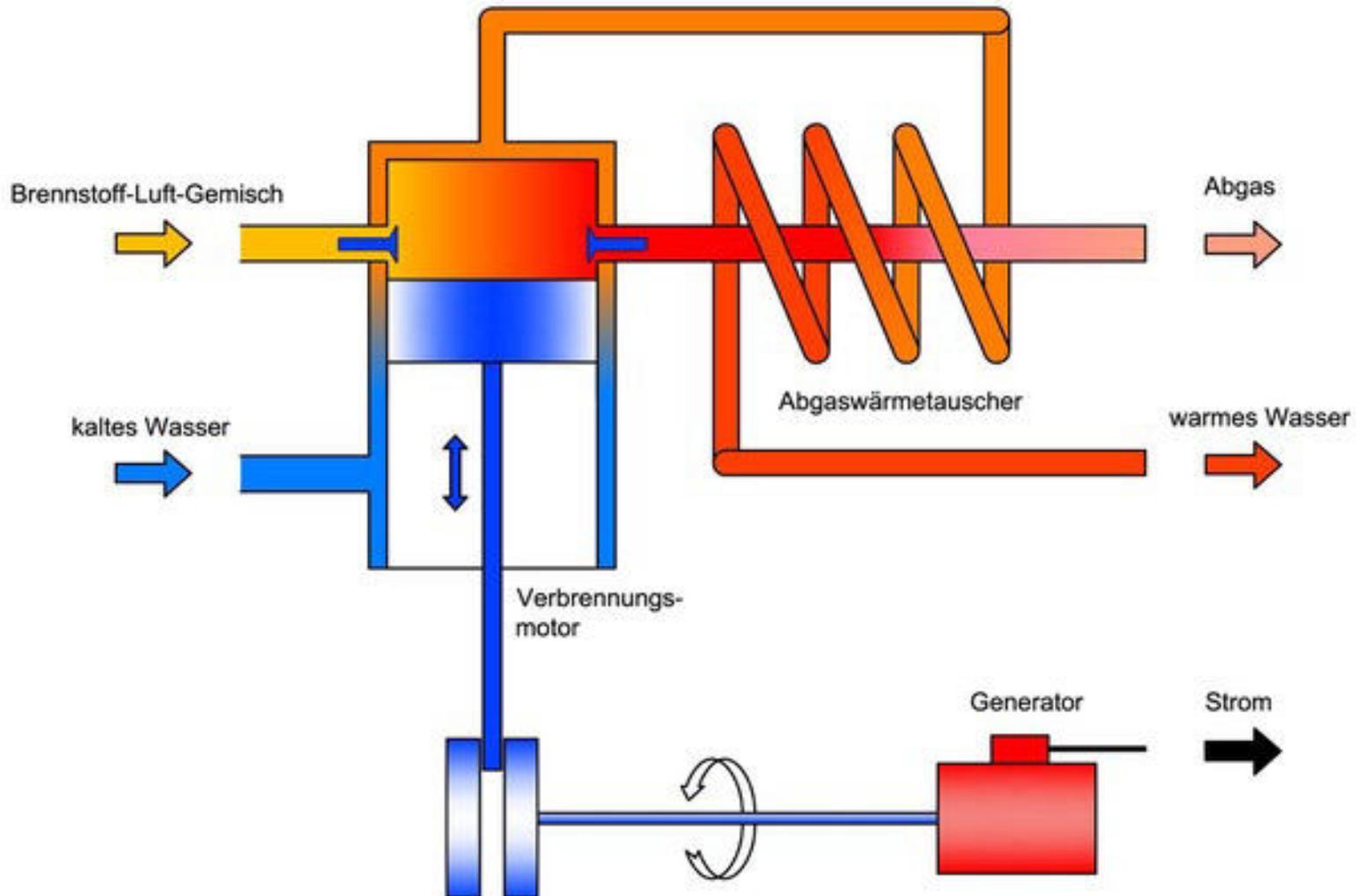
Im Invest

Im Betrieb

5. Zukunftssicherheit / geringe langfristige Risikofaktoren

6. Möglichkeit zur Temperierung / Kühlung

2) TECHNISCHE BESCHREIBUNG DER SYSTEME SYSTEMSKIZZE BHKW

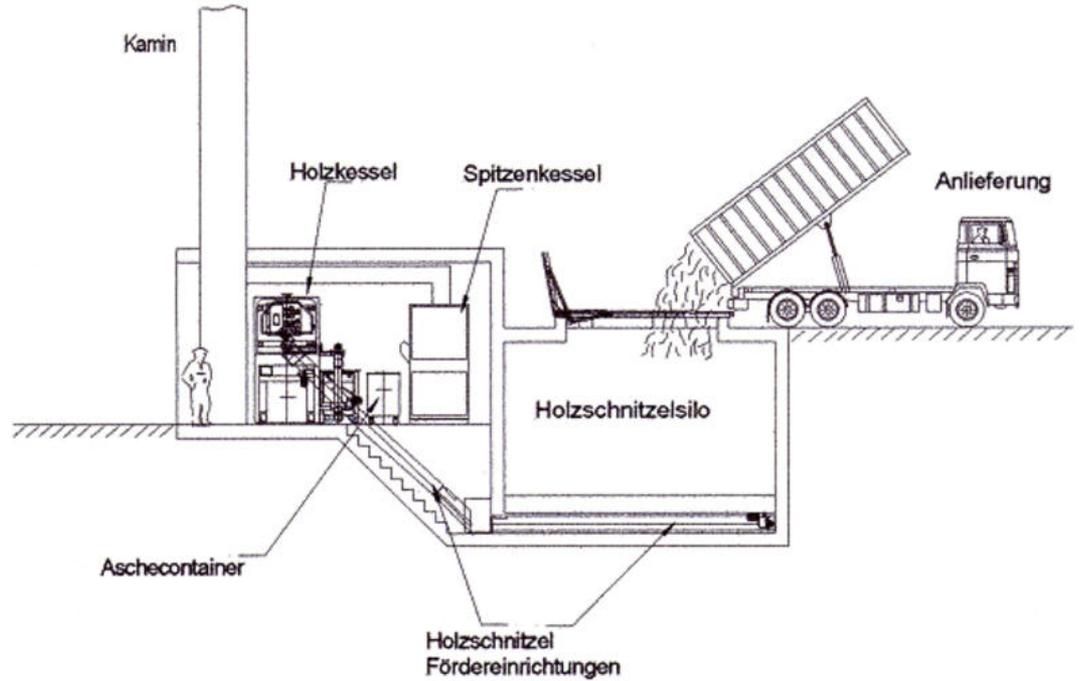


2) TECHNISCHE BESCHREIBUNG DER SYSTEME SYSTEMSKIZZE HACKGUTHEIZUNG

ANLIEFERUNG



FÖRDEREINRICHTUNG/ SCHUBBODEN

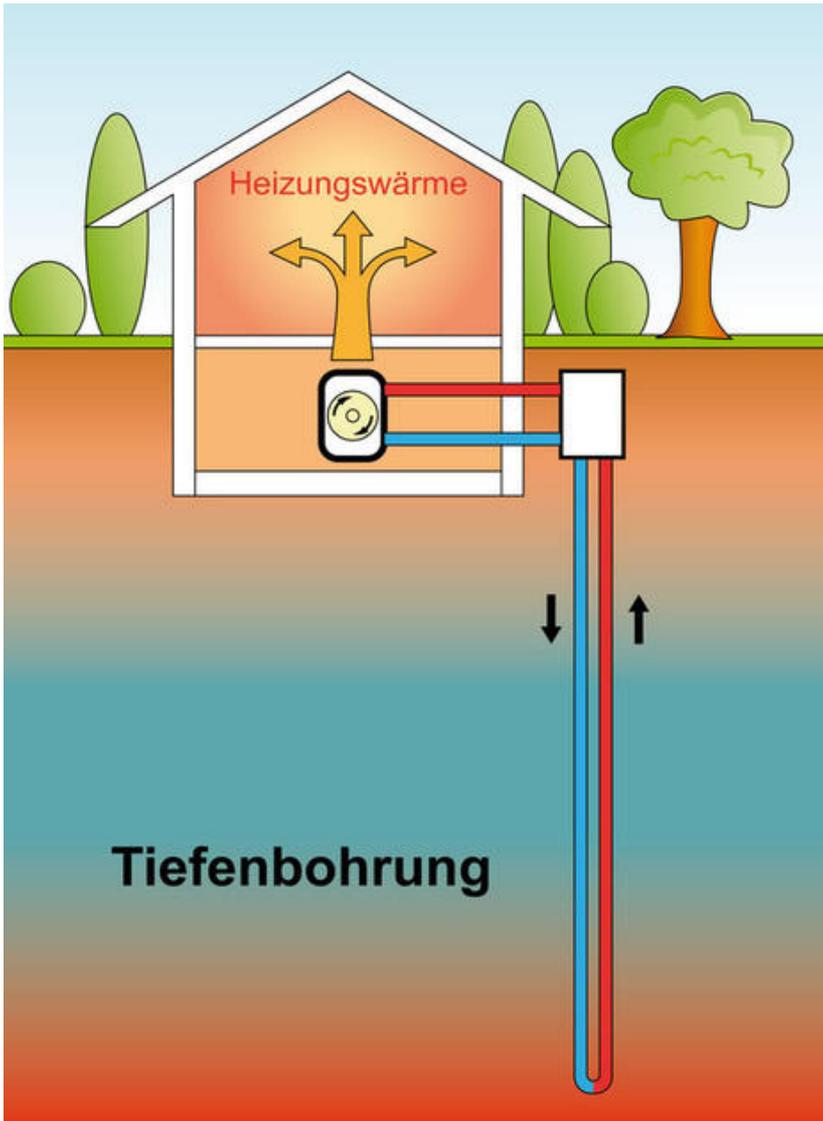


ASCHECONTAINER

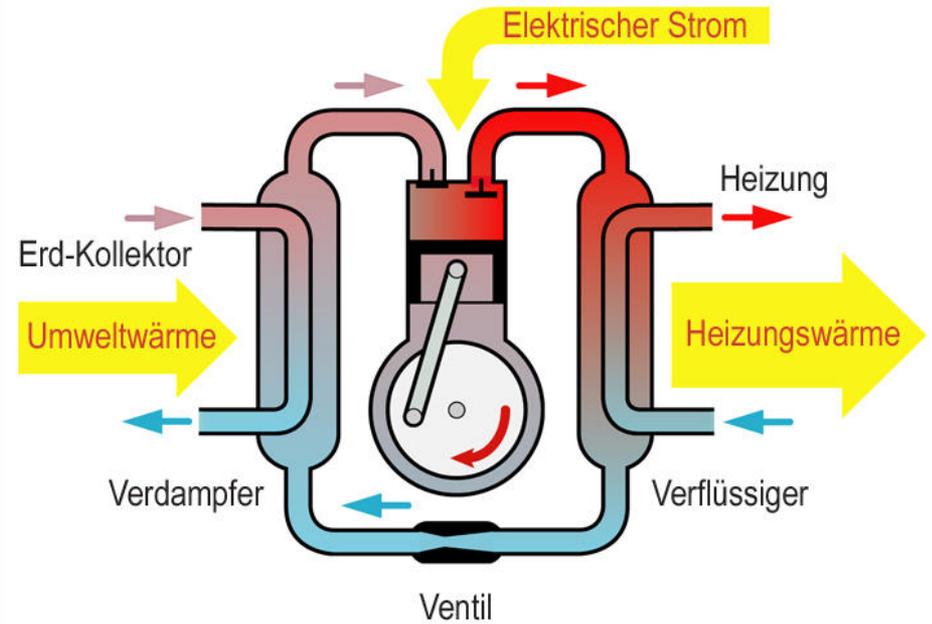


ZWISCHENLAGER





Funktionsweise Wärmepumpe



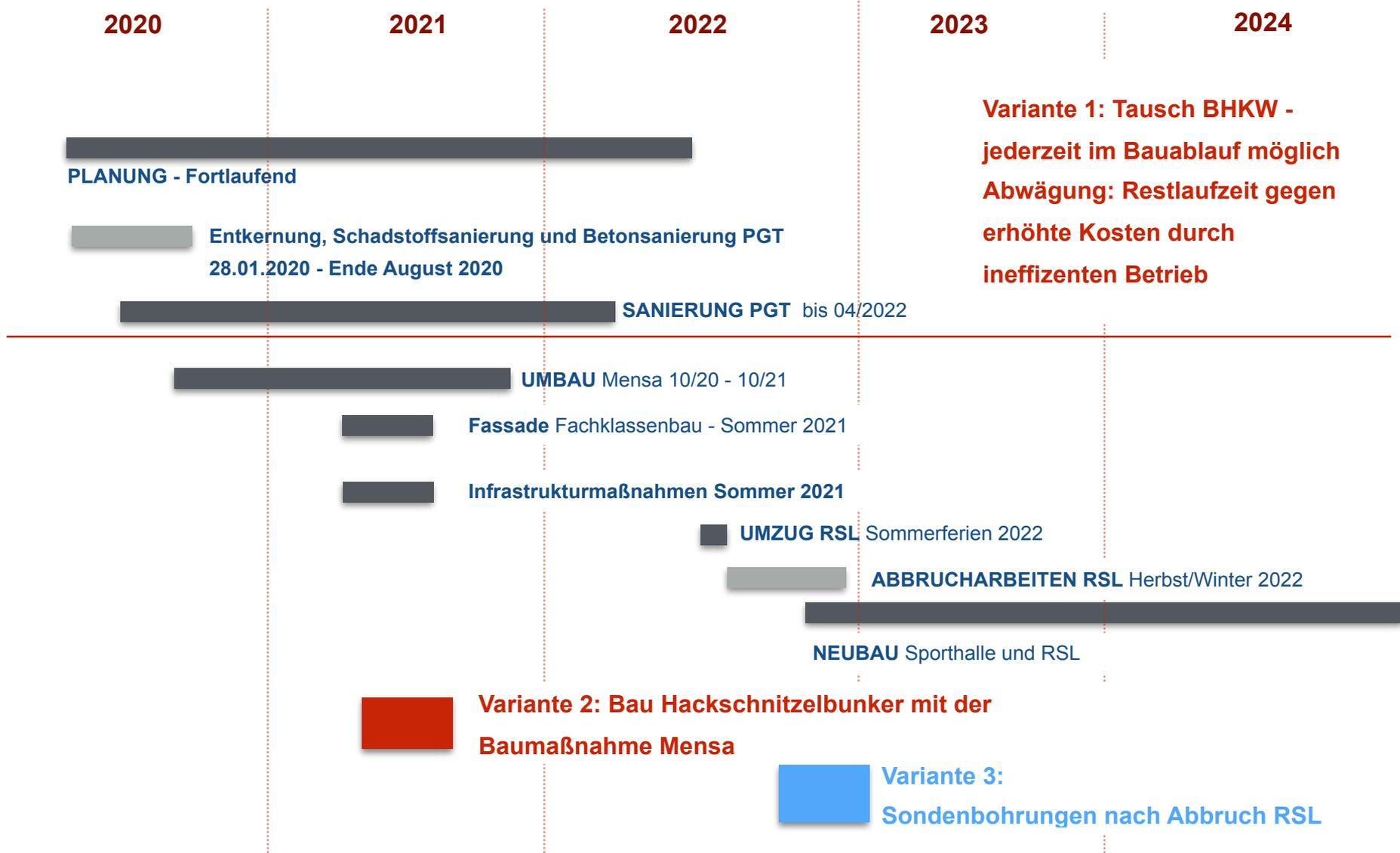
SONDENBOHRER

2) ERFORDERLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE SYSTEME ÜBERSICHT ÜBER DIE VARIANTEN



	BHKW ersetzen	Holzhackgutanlage	Geothermie
bauliche Anlagenkomponenten	BHKW mit 80-110kW Leistung Spitzenlastkessel mit 400kW Leistung, Schornsteinanlage, Pufferspeicher min 5cbm, PV Anlage mit 170 kWp keine sonstigen baulichen Maßnahmen, da Standort bleibt	Holzackschnitzelanlage mit 300 kW Leistung, Spitzenlastkessel mit 200 kW, Lagerbunker mit max 600 cbm, Schornsteinanlage, Aschecontainer 240l PV Anlage mit 170 kWp	Sondenfeld mit ca. 3.750 lfm Bohrungslänge auf ca. 3.200 qm Fläche, ca. 300 MWh/a Entzugsleistung, Wärmepumpe mit 150 kW Leistung, Strombedarf 100 kWh/a, Spitzenlastkessel mit 350 kW, PV Anlage mit 170 kWp
betriebliche Anforderungen	Regelmäßige Wartung der Anlage	Anlieferung der Hackschnitzel 3 mal 40 Kubikmeter in der Woche Zwischenlager erforderlich für die Winterzeit, Ascheentsorgung 240l/Woche, Wartung der beweglichen Teile	Wartung Wärmepumpe,

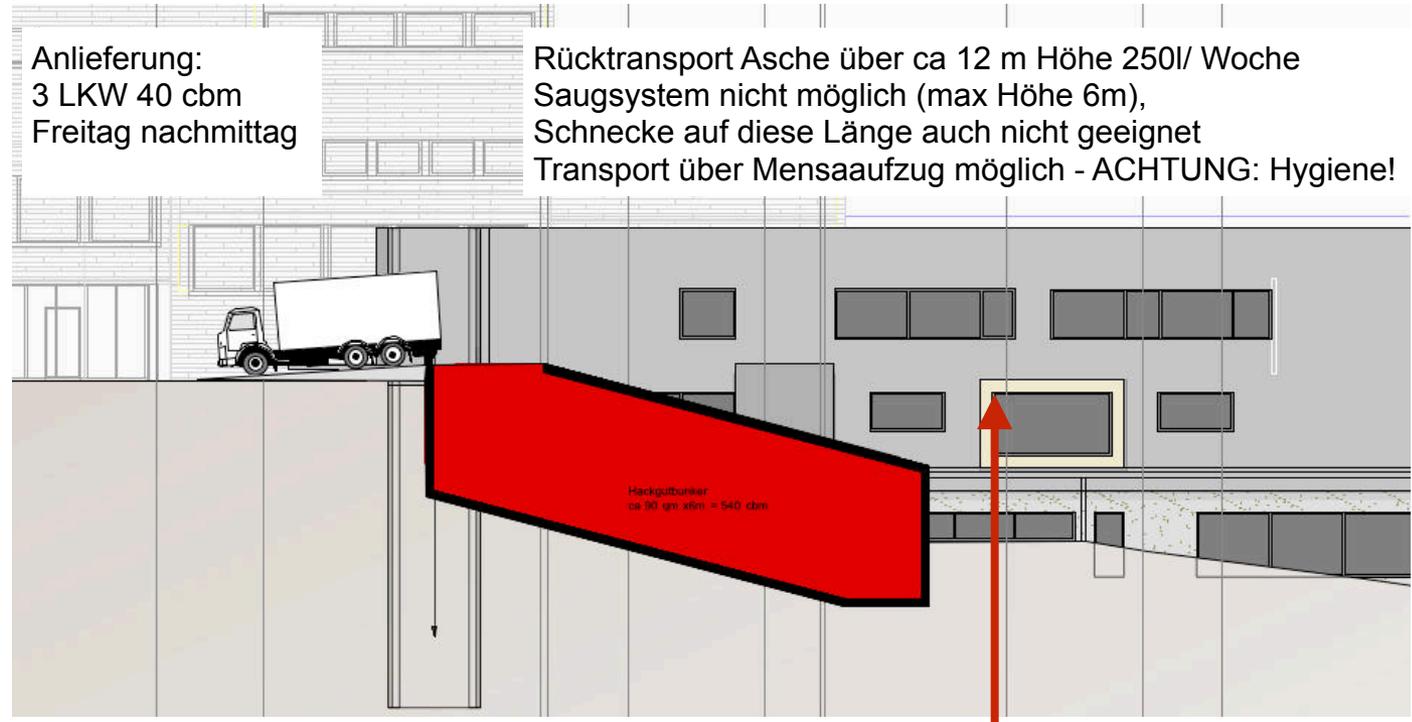
2) ERFORDERLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE SYSTEME ÜBERSICHT ÜBER DIE TERMINE



3) ERFORDERLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE SYSTEME HOLZHACKGUT

ADAPTION AUF DAS BAUGRUNDSTÜCK

Zwischenhandel:
Herstellung
Hackschnitzel,
Trocknung,
Zwischen-
Lagerung und
Logistik



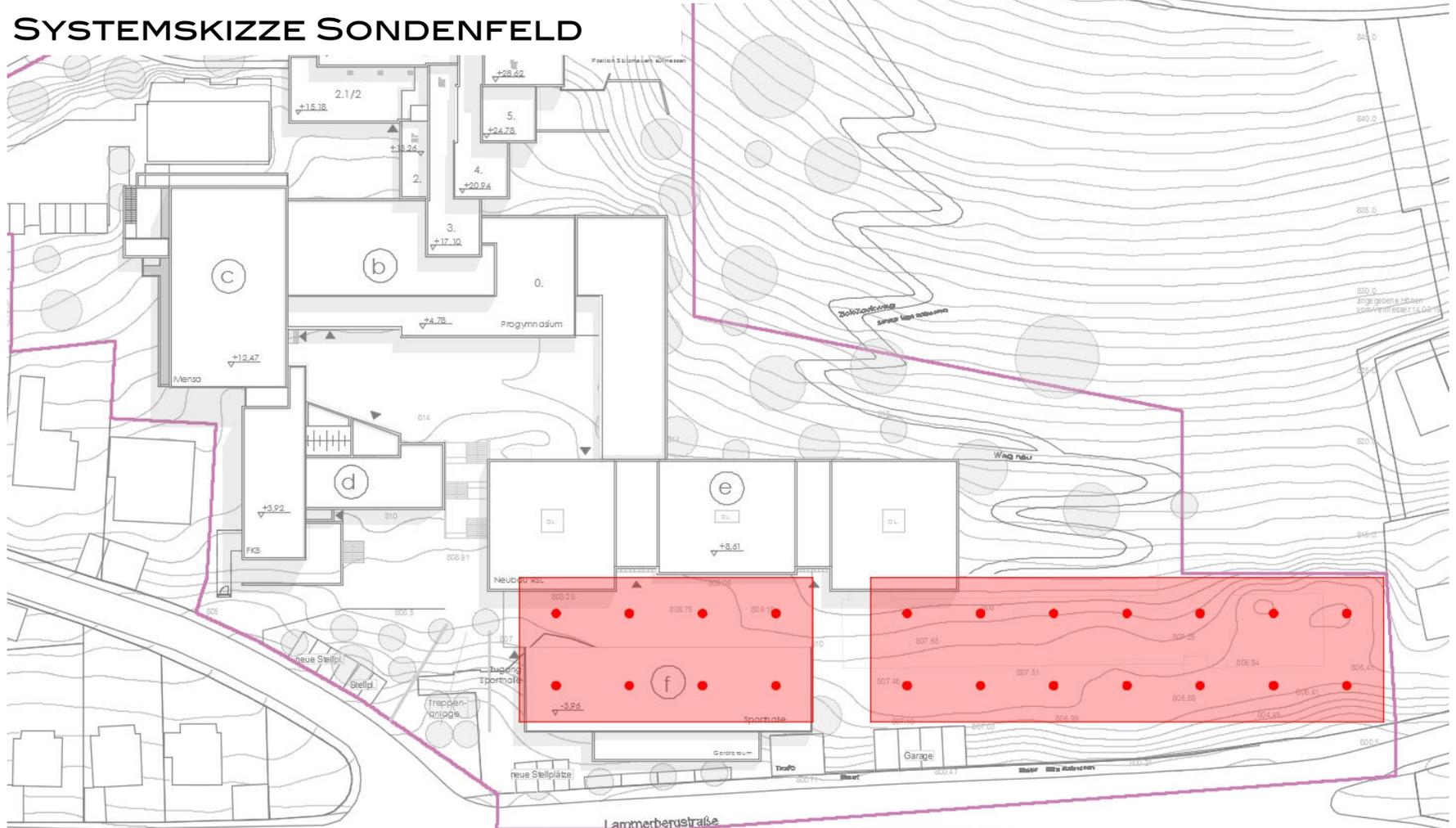
- Anlage muss mit konstanter Last durchlaufen, Hochfahren Zeitaufwändig und schädlich für die Anlage
- Alternative: großer Anteil Spitzenlastkessel mit großem Anteil an fossilen Brennstoffen oder Heizung auch am Wochenende „durchlaufen“ lassen
- Ansatz: günstiger Brennstoffpreis - Störungsanfällig!

- **Holzhackgut an diesem Standort sehr aufwändig**
- **hoher baulicher Aufwand durch Bunkerbau und viele wartungs- und störungsanfällige Teile**
- **Aschetransport im Gebäude bisher nicht geklärt**

*Holzpellettheizung als Alternative: siehe Kosten

3) ERFORDERLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE SYSTEME GEOTHERMIE

ADAPTION AUF DAS BAUGRUNDSTÜCK SYSTEMSKIZZE SONDENFELD

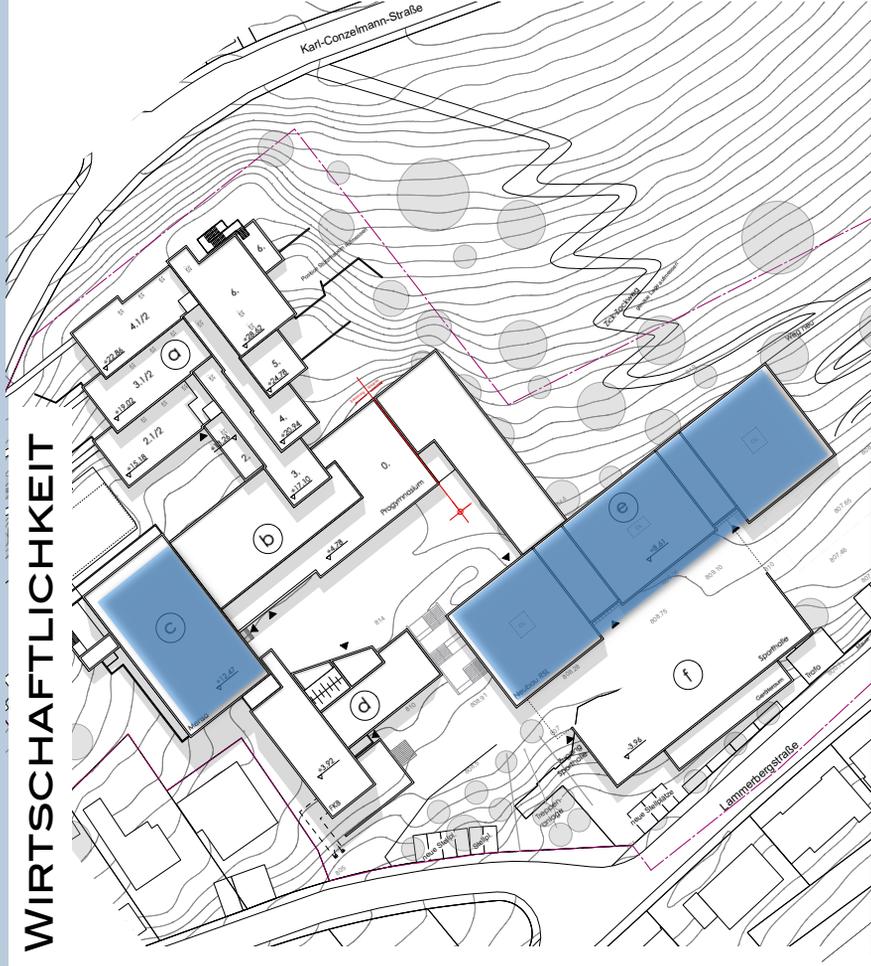


Exakte Dimensionierung des Sondenfeldes erst nach Thermal-Response-Test

3) ERFORDERLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE SYSTEME PHOTOVOLTAIK-ANLAGE

K+H

WIRTSCHAFTLICHKEIT



Jahresertrag ca. 169.916 kWh

PV-Generatorenleistung: 199,8 kWp

PV-Generatorfläche: 1.090 qm

Anzahl PV-Module: 666

Anzahl Wechselrichter: 8

auf dem Dach der Mensa und der Realschule

andere Dachflächen weniger geeignet:
Kleinteilig, Verschattung durch Attiken /
andere Gebäudeteile, anderweitig genutzte
Fläche

Ihr Gewinn

Gesamte Investitionskosten 309.690,00 €

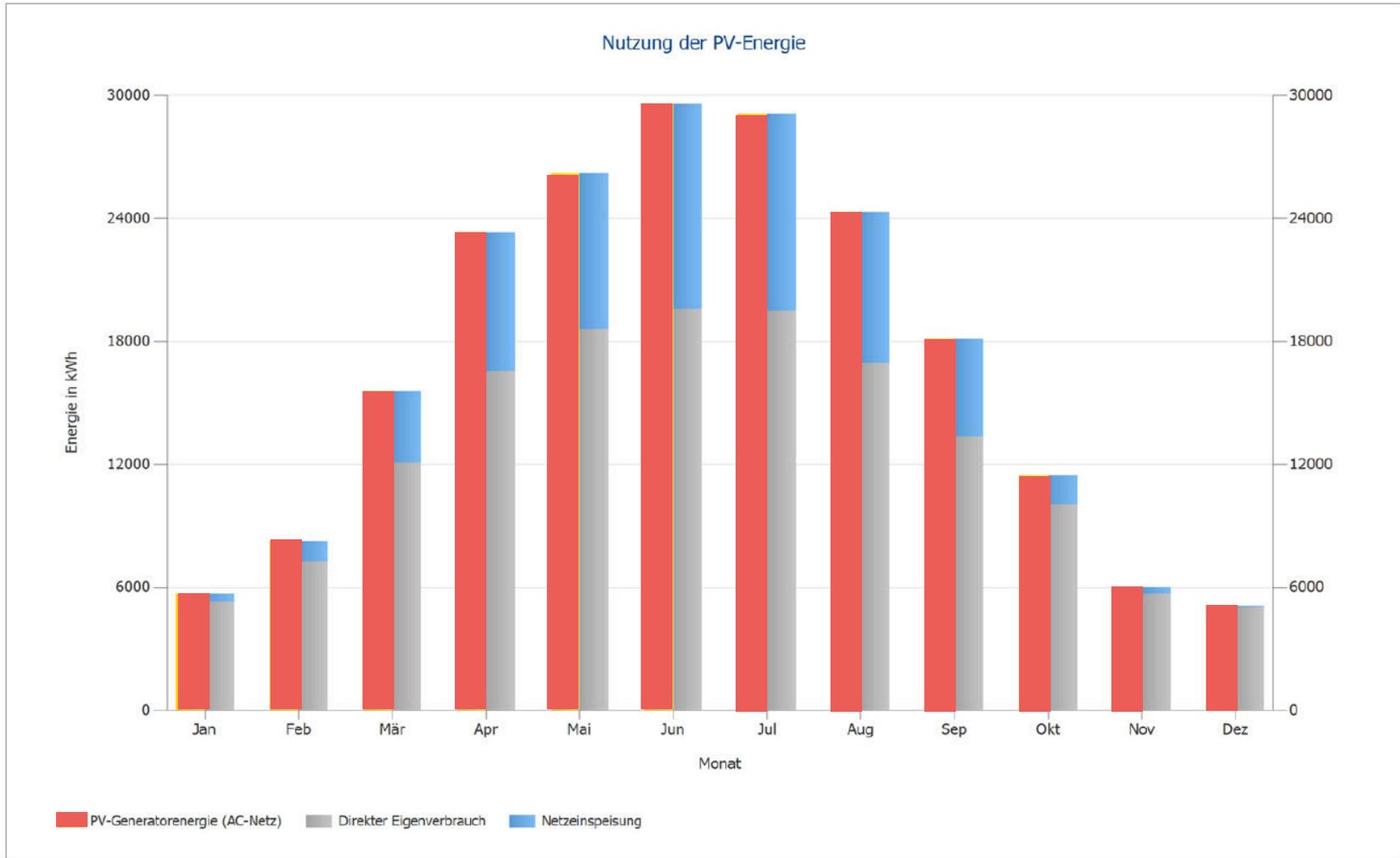
Gesamtkapitalrendite 10,53 %

Amortisationsdauer 9,2 Jahre

Stromgestehungskosten 0,08 €/kWh

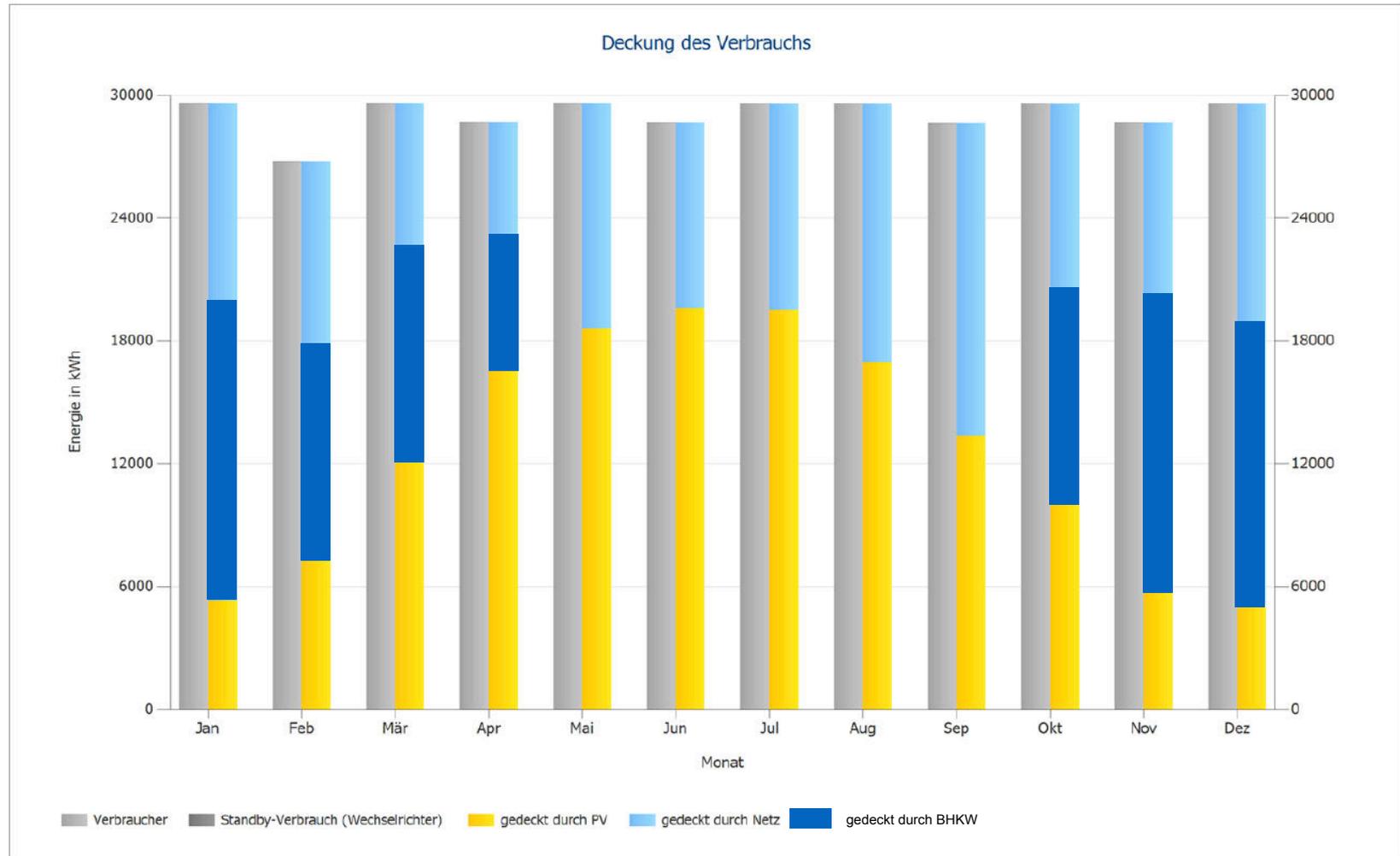
Bilanzierung / Einspeisekonzept Überschusseinspeisung

ERTRAG



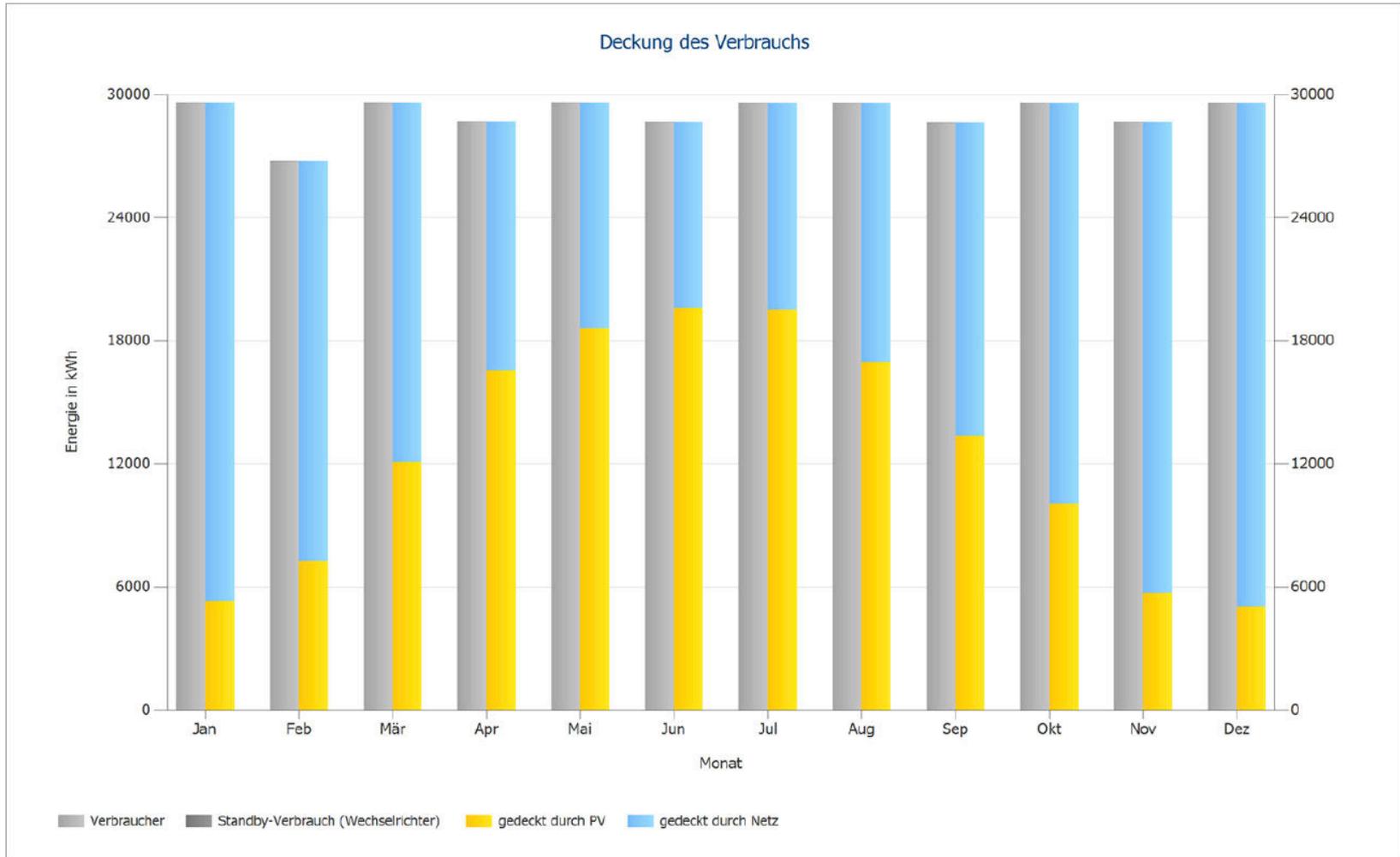
Stromerzeugung der PV-Anlage im Jahresverlauf und DIREKTER Eigenverbrauch

DECKUNG DES VERBRAUCHS BEI V1 BHKW



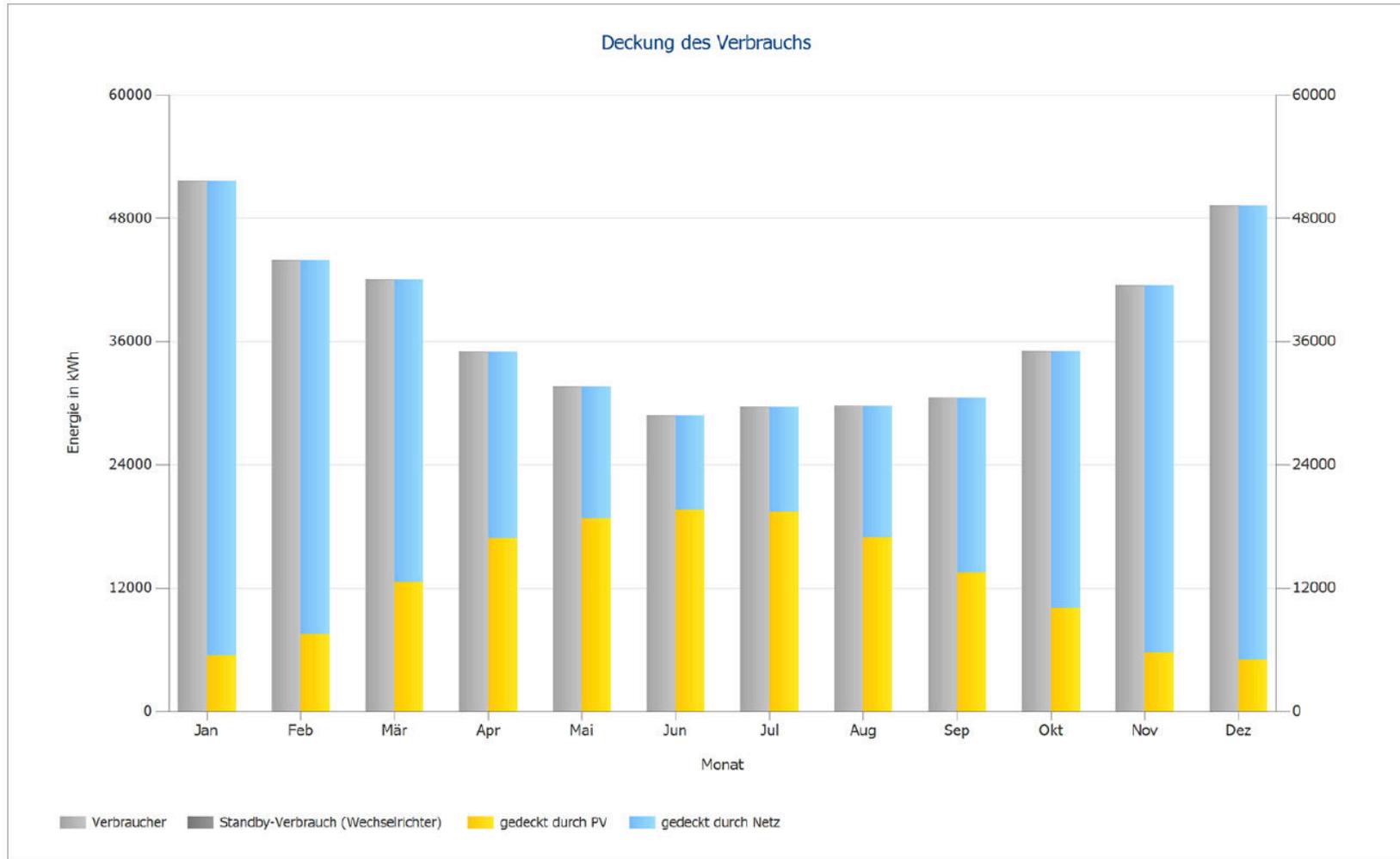
Stromverbrauch: Darstellung der Lastkurve Stromverbrauch (hinterlegt ist ein Standard-Modell für Schulen)
Differenz ergibt sich aus Nutzungszeitraum (Tag / Nacht), Bereitstellung von PV-Strom und Durchschnittlichem Verbrauch

DECKUNG DES VERBRAUCHS BEI V2 HOLZHACKGUT



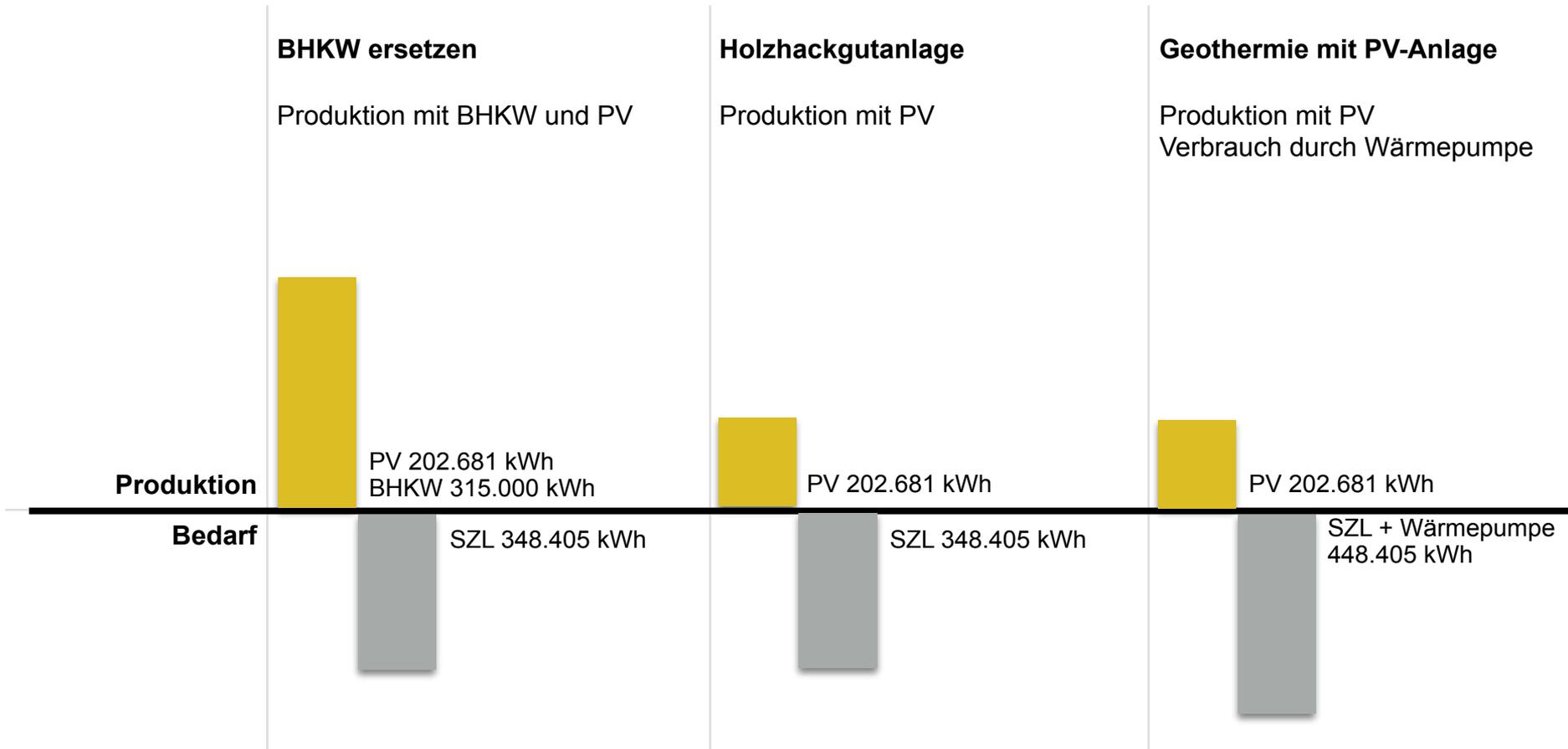
Stromverbrauch: Darstellung der Lastkurve Stromverbrauch (hinterlegt ist ein Standard-Modell für Schulen)
Differenz ergibt sich aus Nutzungszeitraum (Tag / Nacht), Bereitstellung von PV-Strom und Durchschnittlichem Verbrauch

DECKUNG DES VERBRAUCHS BEI V3 GEOTHERMIE



Stromverbrauch: Darstellung der Lastkurve Stromverbrauch (hinterlegt ist ein Standard-Modell für Schulen)
Differenz ergibt sich aus Nutzungszeitraum (Tag / Nacht), Bereitstellung von PV-Strom und Durchschnittlichem Verbrauch

VERGLEICH STROMBEDARF UND EIGENSTROMPRODUKTION



3) KOSTEN



	BHKW ersetzen	Holzhackgutanlage	Geothermie
Anschaffungskosten*	BHKW 160.000€ Spitzenlastkessel 70.000€ Schornsteinanlage 12.500 € PV- Anlage 310.000 €	Kesselanlage 100.000€ Spitzenlastkessel 65.000€ Schornsteinanlage 15.000 € Bunkeranlage 490.000 € PV- Anlage 310.000 €	Sondenfeld 280.000€ Wärmepumpe 150kW 105.000€ Spitzenlastkessel 65.000 € Schornstein 7.500€ PV-Anlage 310.000 €
Ablöse BHKW Restbuchwert	32.000 €	65.000 €	54.000 €
Summe Invest*	584.500 €	1.045.000 €	821.500 €
Ansatz Energiepreis*	Gas: 4,35 ct/kWh	Holzhackgut 93,5€/to	Strom 22,97 ct /kWh
Betriebskosten Energie im 1.Jahr*	55.409 €	25.134 €	38.138 €
Betriebskosten Unterhalt im 1.Jahr*	24.925 €	34.675 €	19.050 €
Erlös Stromeinspeisung* (Einspeisevergütung 10,97 ct/kWh)	31.593 €	5.760 €	5.565 €
Einsparung durch Eigennutzung Strom*	52.234 €	34.417 €	34.829 €
Gesamtkosten auf 30 Jahre* - nach VDI2067	1.432.735 €	3.259.652 €	2.630.022 €
Gesamtkosten auf 50 Jahre* - nach VDI2067	3.259.496 €	7.048.159 €	5.666.742 €

*netto-Zahlen,

Energiepreise entsprechen den aktuell für das Schulzentrum Lammerberg gültigen Preisen, Bundesweit durchschnittlich höher!

Mischsysteme sind theoretisch möglich - die Anlagentechnik wird dann immer komplexer

3) KOSTEN ALTERNATIVE: HOLZPELLETHEIZUNG

	Holzhackgutanlage	Holzpellettheizung
Summe Invest*	1.045.000 €	800.000 €
Ansatz Energiepreis*	Holzhackgut 93,5€/to	Holzpellets 5,5 ct/kWh€
Gesamtkosten auf 30 Jahre* - nach VDI2067	3.259.652 €	3.532.564 €
Gesamtkosten auf 50 Jahre* - nach VDI2067	7.048.159 €	7.926.818 €

Alternative Holzpellets
 technisch einfacher, weniger Asche, Anlage Modulationsfähig
 Auf Grund der hohen Energiekosten nicht weiter verfolgt

3) KOSTEN PROJEKTKOSTEN



	BHKW ersetzen	Holzhackgutanlage	Geothermie
200 Erschließung	80.000 €	80.000 €	80.000 €
300 bauliche Anlagen für Heizsystem		490.000 €	
300 Infrastruktur	64.000 €	64.000 €	64.000 €
400 Heizungssystem	584.500 €	555.000 €	821.500 €
400 Infrastruktur	94.200 €	94.200 €	94.200 €
500 Freianlagen	62.000 €	62.000 €	62.000 €
Summe Baukosten	884.700 €	1.345.200 €	1.121.700 €
Restbuchwert BHKW	gering	hoch	mittel
25% Baunebenkosten	221.175 €	336.300 €	280.425 €
19% Mwst	210.116 €	319.485 €	266.404 €
Gesamtkosten	1.315.991 €	2.000.985 €	1.668.529 €

3) KOSTEN KOSTENSTAND PROJEKT

KOSTENSCHÄTZUNG INKLUSIVE 3XEINFELDHALLE

		PGT	Umbau Turnhalle MENSA	Fassade FKB	RSL	Neubau Sport	SUMMEN
200	vorbereitende Maßnahmen				416.150 €		416.150 €
300+400	Baukonst.+ Techn. Anlagen	10.687.729 €	4.157.685 €	491.401 €	9.689.022 €	5.336.201 €	30.362.037 €
davon 300	Baukonstruktion	7.088.972 €	2.817.885 €	491.401 €	6.230.447 €	4.014.831 €	20.643.536 €
davon 400	HLS+Elektro	3.598.757 €	1.339.800 €		3.458.575 €	1.321.370 €	9.718.502 €
500	Freianlagen	530.985 €	1.500 €		1.129.081 €	48.200 €	1.709.766 €
600	Ausstattung	875.420 €	558.570 €		1.011.680 €	38.200 €	2.483.870 €
700	Bau-NK 300-700	2.893.513 €	1.123.462 €	73.710 €	2.378.390 €	1.134.526 €	7.603.601 €
300-700	Gesamtsumme Netto	14.987.646 €	5.841.217 €	565.111 €	14.624.323 €	6.557.127 €	42.575.424 €
MwSt.	19 %	2.847.653 €	1.109.831 €	107.371 €	2.778.621 €	1.245.854 €	8.089.330 €
300-700	Gesamtsumme Brutto	17.835.299 €	6.951.048 €	672.482 €	17.402.944 €	7.802.981 €	50.664.754 €
alle Bauteile							50.664.754 €

3) KOSTEN ABSCHÄTZUNG DER ZUSCHÜSSE

Zusage Sanierung:	3.051.00 € - Anteil PGT ca 50%	Prognose: 1.500.000 €
Zuschuss Neubau RSL Neubau Bedarf 2.523 qm PFL x	2.990 € / qm x 33%	Prognose: 2.500.000 €
Zuschuss Mensa und Ganztags Neubau zusätzlicher Bedarf 494 qm PFL x	1.860 € / qm x 33%	Prognose: 300.000 €
Zwischensumme		4.300.000 €
Zuschuss Sporthalle		200.000 €
PTJ Beleuchtung für Mensa + PGT		80.000 €
PTJ Lüftung		200.000 €
Zuschüsse Energie		
PGT und Fachklassenbau KfW 100	Tilgungszuschuss erhöht sich von 10% auf 20%	1.058.800 €
Umbau Mensa KfW 70	Tilgungszuschuss 27,5 %	465.575 €
Neubau Realschule und Sporthalle KfW 55	Tilgungszuschuss 5%	306.200 €
Gesamtsumme		6.610.575 €
letzter Stand	Gemeinderat 13.02.2020	5.880.000 €



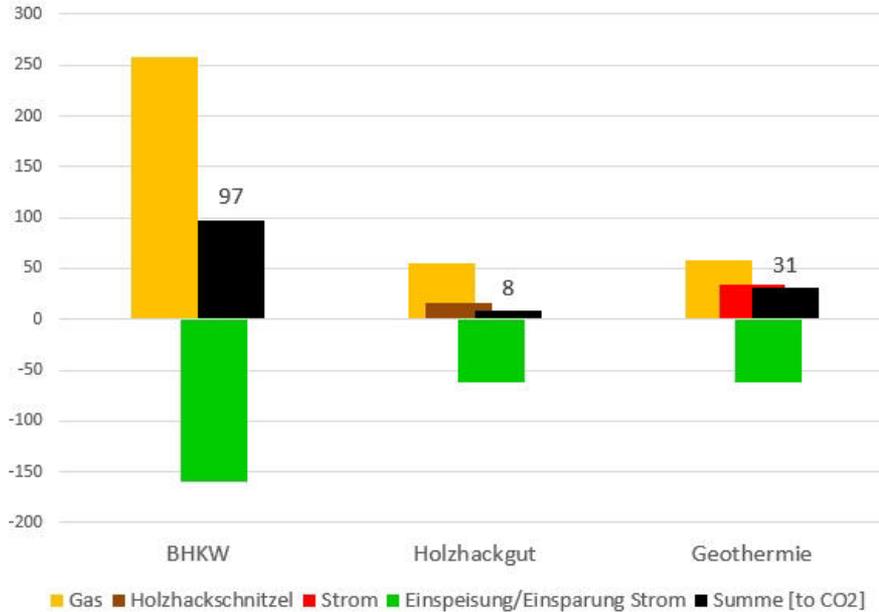
	BHKW ersetzen	Holzhackgutanlage Kessel mit 300 kW	Geothermie mit PV-Anlage effiziente Wärmepumpe > 100kW
KfW 271		<p>20 € / kW Heizleistung = 6.000 €</p> <p>20 € / kW für niedrige Staubemission = 6.000 €</p> <p>10 € / kW für Pufferspeicher Ansatz 30l / kW = 9cbm = 3.000 €</p>	<p>Tilgungszuschuss 80 € / kW 150 kW = 12.000 €</p> <p>eine förderfähige Erdsonde 4 € /m Tiefe 250m = 1.000 €</p>
BAFA erneuerbare Energien		<p>anrechenbare Kosten 670.000 €</p> <p>30% der anrechenbaren Kosten 210.000 €</p>	<p>anrechenbare Kosten 457.500 €</p> <p>30% der anrechenbaren Kosten 137.250 €</p>
Fördersumme konkret	0 €	216.000 €	150.250 €

3) KOSTEN PROJEKTKOSTEN GESAMT



	BHKW ersetzen	Holzhackgutanlage	Geothermie
bisher beschlossener Projektumfang Kostenschätzung	50.664.754 €	50.664.754 €	50.664.754 €
zuzüglich Investitionssumme Heizsystem	1.315.991 €	2.000.985 €	1.668.529 €
Summe Projektkosten	51.980.745 €	52.665.739 €	52.333.283 €
Abzüglich Förderung Schulbau und KfW	6.610.575 €	6.610.575 €	6.610.575 €
Abzüglich Heizsystem- bezogenen Förderung	0 €	216.000 €	150.250 €
Haushaltsbelastung	45.370.170 €	45.839.164 €	45.572.458 €

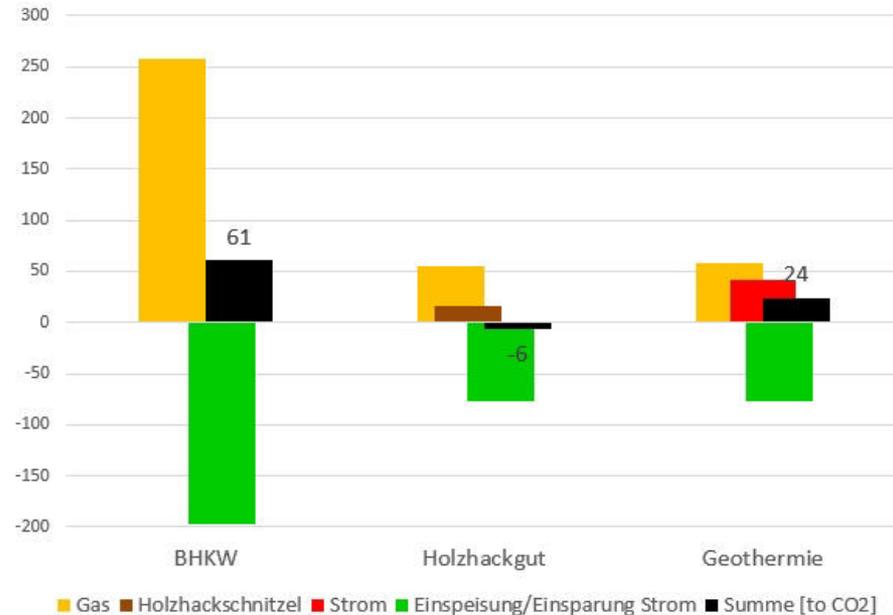
STROMMIX ALBSTADTWERKE



Nach Angabe Albstadtwerke für den Tarif Albstrom classic
 Einsparung Braunkohlestrom durch
 Eigenstromproduktion bereits berücksichtigt
 CO2-Bepreisung: Entwicklung langfristig unklar

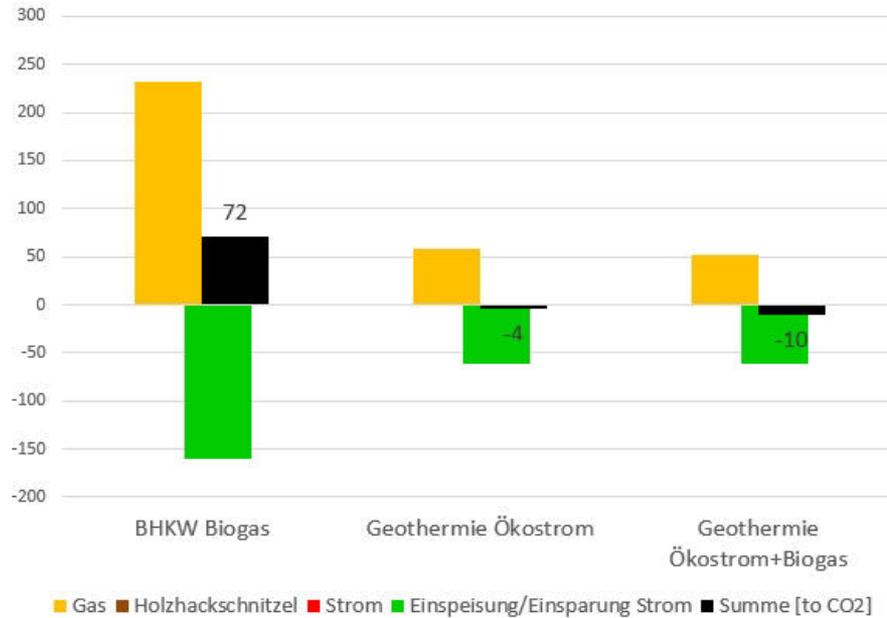
STROMMIX DEUTSCHLANDWEIT

CO2-Bilanz Strommix Deutschlandweit

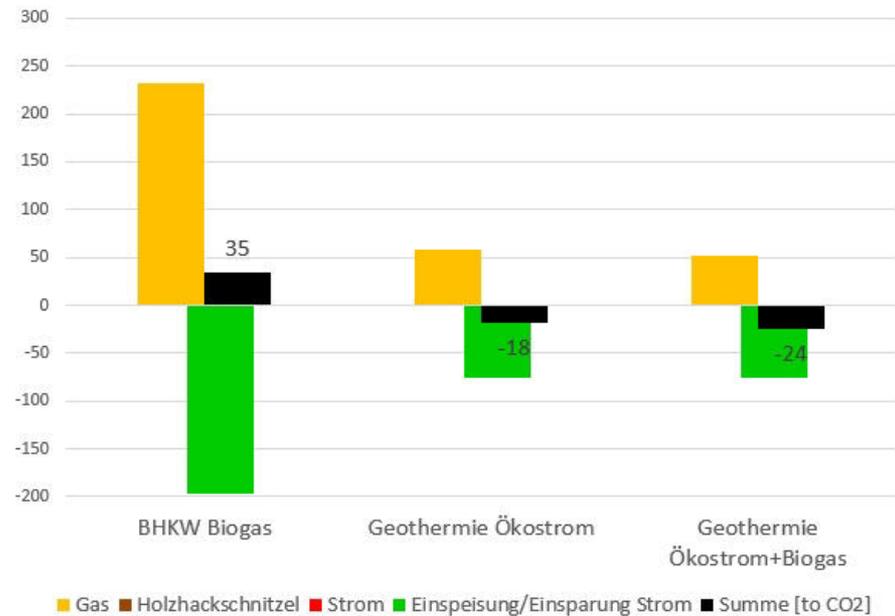


5) CO₂-AUSSTOSS MIT REGENERATIVEN ENERGIEN

STROMMIX ALBSTADTWERKE



STROMMIX DEUTSCHLANDWEIT



6) ZUSAMMENFASSUNG DER VARIANTEN MATRIX



	BHKW ersetzen	Holz hackschnitzelanlage	Geothermie
1. regenerativ / ökologisch	100% fossile Brennstoffe, ABER hohe Eigenstromproduktion	regionaler, nachhaltiger Brennstoff	unabhängiges, regeneratives System, hoher Strombedarf
2. Komplexität des Systems	einfache, bewährte Technik	viele mechanische Teile, wartungsintensiv, komplexe Brennstofflogistik	Sondenfeld wartungsfrei, Wärmepumpe entspricht dem aktuellen Stand der Technik
3. geringer baulicher Aufwand	bauliche Anlagen bereits vorhanden	Hackgutbunker und Transportanlage müssen erstellt und das „Ascheproblem“ gelöst werden	Anlagentechnik ohne besonderen Aufwand
4.1 ökonomisch im Invest	in der Anschaffung günstigste Variante	teuerste Variante durch große bauliche Maßnahmen	Sondenfeld Kostenintensiv
4.1 ökonomisch im Betrieb (bezogen auf 30 Jahre)	abhängig vom Brennstoffpreis,	Brennstoff günstig, Wartung und Logistik teuer	Hoher Anteil von Umweltenergie, teilweise gedeckt durch Eigenstromproduktion,
5. Zukunftssicherheit / langfristige Risikofaktoren	Risiko: Preisentwicklung im Bereich Fossile Brennstoffe (CO2-Bepreisung etc)	Preisentwicklung auf dem Holzmarkt weniger spekulativ als bei fossilen Brennstoffen, schlechte Betriebssicherheit durch Störungen und Standzeiten	von Marktentwicklungen unabhängigstes System, Sondenfeld stabil
6. Möglichkeit zur Temperieren / Kühlung	ohne Zusatzaufwand nicht möglich	ohne Zusatzaufwand nicht möglich	mit der geplanten Anlage möglich



mit Albstadtwerke möglich



	BHKW ersetzen	BHKW mit Contracting Albstadtwerke
Anschaffungskosten*	BHKW 160.000€ Spitzenlastkessel 70.000€ Schornsteinanlage 12.500 € PV- Anlage 310.000 €	sonstige bauliche Anlagen sind Aufgabe der Albstadtwerke PV- Anlage 310.000 €
Restbuchwerte BHKW*	32.000 €	0 €
Summe Invest*	584.500 €	310.000 €
Ansatz Energiepreis*	Gas: 4,35 ct/kWh	Wärme: 8,99 ct/kWh
Betriebskosten Energie im 1.Jahr*	55.409 €	71.201 €
Betriebskosten Unterhalt im 1.Jahr*	24.925 €	4.850 €
Erlös Stromeinspeisung* (Einspeisevergütung 10,97 ct/kWh)	31.593 €	5.760 €
Einsparung durch Eigennutzung Strom*	52.234 €	34.417 €
Gesamtkosten auf 30 Jahre* - nach VDI2067	1.432.735 €	2.682.120 €
Gesamtkosten auf 50 Jahre *- nach VDI2067	3.259.496 €	6.219.703 €

*netto-Zahlen,
Energiepreise entsprechen den aktuell für das Schulzentrum Lammerberg gültigen Preisen, Bundesweit durchschnittlich höher!

