

**Energetische Betrachtung des Gesamtgeländes unter
Einbeziehung der Max Schmeling Halle im Rahmen der Machbarkeits-
studie zur Erstellung einer Bedarfsplanung für die Sanierung und Mo-
dernisierung des Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportparks**

Aktualisierung 12 2017

- Bericht an die -

Senatsverwaltung für Inneres und Sport
Olympiapark
Gretel-Bergmann-Weg 2
14053 Berlin

Rüdersdorf, 18. Dezember 2017

Inhalt	Seite
1. Ausgangssituation und Zielsetzungen für die Aktualisierung	2
2. Aktualisierung des Energie- und Wasserbedarfs JSP entsprechend dem Bedarfsprogramm für das Große Stadion 2017	2
2.1 Abweichungen Raumprogramm (2014/ 2017) bzgl. Energiebezugsfläche, resultierendem Energiebedarf und -Heizlast	2
2.2 Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgungsvarianten	4
2.3 Abweichungen Raumprogramm (2014/ 2017) bzgl. nutzbarer Dachfläche für die Regenwassererfassung/ -nutzung	8
3. Überprüfung weiterer Maßnahmen der energetischen Betrachtung JSP (2014) im aktuellen Umfeld (2017)	12
3.1 Maßnahmen zur regenerativen Eigenstromversorgung im JSP	12
4. Fazit und Zusammenfassung	14

1. Ausgangssituation und Zielsetzungen für die Aktualisierung

Für den Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportpark (JSP) wurde 2014 unter Einbeziehung der Nutzer/Vereine ein Nutzungs- und Entwicklungskonzept (Machbarkeitsstudie) erarbeitet. Diese sieht nicht nur die Erhaltung, sondern auch den Ausbau des Nutzungsprofils und den Umbau der Großsportanlage zur zentralen Berliner Inklusions-Sportstätte vor. RM Consult hatte hierfür eine energetische Betrachtung erstellt, die ausgehend von Bedarfsermittlungen für den Sollzustand verschiedene Energie- und Wasserversorgungsvarianten entwickelte und bewertete.

Für den ersten Bauabschnitt, den Neubau des Großen Stadions, wurden in 2017 durch die Planungsgesellschaft Phase 10 für das Bedarfsprogramm das

- Raumprogramm
- Funktionsprogramm
- und Ausstattungsprogramm

erstellt.

Diese Programme gehen von einer Kapazität von 30.000 Sitzplätzen aus. Das Große Stadion soll wie 2014 von Sportconcept vorgeschlagen komplett überdacht werden. Die Dachfläche wird mit dem aktuellen Vorschlag vergrößert. Ebenso ist mit dem aktuellen Bedarfsprogramm für das Große Stadion von einem etwas erhöhten Bedarf für Sanitäranlagen mit zusätzlichem Wasser- und Energiebedarf auszugehen. Mit der vorliegenden Ergänzung wird untersucht, welche Auswirkungen sich hieraus auf die 2014 erstellte energetische Betrachtung ergeben. Weiterhin werden die in 2014 durch RM Consult vorgeschlagenen Maßnahmen im aktuellen Umfeld von 2017 (umweltseitige-, gesellschaftliche-, wirtschaftliche- und technische Rahmenbedingungen) geprüft.

2. Aktualisierung des Energie- und Wasserbedarfs JSP entsprechend dem Bedarfsprogramm für das Große Stadion 2017

2.1 Abweichungen Raumprogramm (2014/ 2017) bzgl. Energiebezugsfläche, resultierendem Energiebedarf und -Heizlast

Entsprechend dem aktuellen Bedarfsprogramm (2017, Planungsgesellschaft Phase 10) wurden die Nutzflächen auf der Basis der Nettoflächen (NGF) der Aufstellung von Sportconcept aus 2014 zur Ermittlung der Energiebezugsfläche gegenübergestellt. Die Ermittlung aus 2014 für ein Funktionsgebäude des Großen Stadions ergab eine Energiebezugs-/beheizte Fläche von 4.361 m^2 (NGF). Durch die Erweiterungen der Sanitärflächen, der VIP - Fläche, Flächen für Kassenträume und anteilig beheizte Flächen für Lager/Werkstätten (Annahme beheizbar 581 m^2 von 1.410 m^2) erhöht sich die beheizbare Energiebezugsfläche auf rund 6.000 m^2 (NGF). Diese Zahl bildet die Grundlage für die Anpassung aller weiteren Berechnungen. Die geänderten Werte werden in den nachfolgenden Tabellen rot markiert (■).

Die mit der Machbarkeitsstudie in 2014 entwickelten Ansätze für Energiekennzahlen in Niedrigstenergiebauweise werden nicht geändert und beibehalten. Mit der Erhöhung der Energiebezugsfläche ergibt sich folgende Anpassung für den gesamten JSP.

Ermittlung der Energiebezugsfläche als beheizte Gebäudefläche und Jahresenergiebedarf JSP 2019	NGF beheizt / Energiebezugsfläche geplant in m ²	Endenergie Heizung und Warmwasser [kWh/(m ² NGF •a)]	Strom [kWh/(m ² NGF •a)]	Endenergiebedarf Heizung/ WW in kWh/a	Elektroenergiebedarf in kWh/a	Bemerkung RM Consult
Verwaltungsgebäude mit höherer techn. Ausstattung (höhere technische Ausstattung: Anteil der Kosten für technische Anlagen gegenüber Baukonstruktion (Kostengruppe 300 der DIN 276 – Kosten im Hochbau) > 25%)	1.970	40	30	78.812	59.109	sehr geringer WW-Bedarf für Heizenergie, kein Kühlbedarf
Kindertagesstätte	814	50	15	40.700	12.210	geringer WW-Bedarf für Heizenergie, kein Kühlbedarf
Tribünengebäude Großes Stadion (Gebäude für Sportplatz- und Freibadeanlagen (Umkleidegebäude, Tribünengebäude, Sporthalle, Platzwartgebäude, Sportbetriebsgebäude))	6.000	75	25	450.000	150.000	hoher WW-Bedarf für Heizenergie, zzgl. Kühlbedarf, ohne Bedarf Strom für Flutlicht
2*3 Feld Sporthalle, Gymnastik, Lager, Mehrzweckräume	5.669	75	25	425.175	141.725	hoher WW-Bedarf für Heizenergie, kein Kühlbedarf
Klubhaus Tennis	120	75	25	9.000	3.000	hoher WW-Bedarf für Heizenergie, kein Kühlbedarf
Speisegaststätte/Restaurant	664	90	40	59.760	26.560	hoher WW-Bedarf für Heizenergie, kein Kühlbedarf
Kassen- und Pfortnergebäude	227	40	30	9.080	6.810	kein WW-Bedarf für Heizenergie, kein Kühlbedarf
KII Funktionsgebäude Kleines Stadion (Bestand)	2.211	140	35	309.540	77.385	hoher WW-Bedarf für Heizenergie, kein Kühlbedarf
Energiebezugsgebäudefläche JSP 2019 in m ²	17.675		Summe Gebäude 2019	1.382.067	476.799	zzgl. Elektroenergie bei möglicher Grundwasser-WP mit etwa 180.000 kWh/a für Rasenheizung Großes Stadion
			Energiebedarf Gebäude 2019 in kWh/m ² •a	78	27	Niedrigstenergie Nichtwohngebäude

Die Energiebezugsfläche (NGF) der Gebäude erhöht sich von 16.036 m² auf 17.675 m², entsprechend der Heizenergiebedarf auf 1.382 MWh/a und Elektroenergiebedarf auf 477 MWh/a.

Aufgrund des leicht erhöhten Elektroenergiebedarfs erhöht sich der Leistungsbedarf ebenfalls leicht wie folgt:

Ermittlung des elektrischen Leistungsbedarf in kW	Elektroenergiebedarf Gebäude 2019 in kWh/a	Ansatz typische Vollbenutzungsstunden pro Jahr	Elektrische Wirkleistung in kW
Gebäude mit verdoppelter NGF gegenüber Ist 2013	477.000	2.200	217
Installierte Nennleistung Flutlichtbeleuchtung Großes Stadion			750
Installierte Nennleistung Flutlichtbeleuchtung Kleines Stadion und sonstige Sportstätten			250
		Summe	1.217

Ermittlung der Energiebezugsfläche als beheizte Gebäudefläche und Jahresenergiebedarf JSP 2019	NGF beheizt geplant in m ²	Endenergie Heizung und Warmwasser [kWh/(m ² NG F • a)]	Strom [kWh/(m ² NGF • a)]	Endenergiebedarf Heizung/ WW in kWh/a	Leistungsbedarf Wärmeübergabe statische Heizung in kW	Leistungsbedarf Wärmeübergabe dynamische Heizung in kW	Leistungsbedarf Wärmeübergabe Warmwasserbereitung in kW	Bemerkung RM Consult
Verwaltungsgebäude mit höherer techn. Ausstattung (höhere technische Ausstattung: Anteil der Kosten für technische Anlagen gegenüber Baukonstruktion (Kostengruppe 300 der DIN 276 – Kosten im Hochbau) > 25%)	1.970	40	30	78.812	73	0	0	stat. Heizung: Ansatz 1300 Vollbenutzungsstunden (Vbh), 20 % Leistungsreserve (Lr)
Kindertagesstätte	814	50	15	40.700	30	0	12	stat. Heizung: Ansatz 1300 Vbh, 20 % Lr; WW 2000 Vbh 200 % Lr; Verbrauchsaufteilung (stat. Hz/WW - 80%/20%)
Tribünegebäude Großes Stadion (Gebäude für Sportplatz- und Freibadeanlagen (Umkleidegebäude, Tribünegebäude, Sporthelme, Platzwartgebäude, Sportbetriebsgebäude))	6.000	75	25	450.000	208	83	101	stat. / dynam. Heizung: Ansatz 1300 Vbh, 20 % Lr; WW 2000 Vbh 50 % Lr; Verbrauchsaufteilung (stat. Hz/dynam. Hz/WW - 50%/20%/30%)
2*3 Feld Sporthalle, Gymnastik, Lager, Mehrzweckräume	5.669	75	25	425.175	78	196	96	stat. / dynam. Heizung: Ansatz 1300 Vbh, 20 % Lr; WW 2000 Vbh 50 % Lr; Verbrauchsaufteilung (stat. Hz/dynam. Hz/WW - 20%/50%/30%)
Klubhaus Tennis	120	75	25	9.000	7	0	3	stat. Heizung: Ansatz 1300 Vbh, 20 % Lr; WW 2000 Vbh 200 % Lr; Verbrauchsaufteilung (stat. Hz/WW - 80%/20%)
Speisegaststätte/Restaurant	664	90	40	59.760	28	11	13	hoher WW-Bedarf für Heizenergie, kein Kühlbedarf
Kassen- und Pfortnergebäude	227	40	30	9.080	8	0	0	kein WW-Bedarf für Heizenergie, kein Kühlbedarf
KII Funktionsgebäude Kleines Stadion (Bestand)	2.211	140	35	309.540	124	57	70	stat. / dynam. Heizung: Ansatz 1500 Vbh, 20 % Lr; WW 2000 Vbh 50 % Lr; Verbrauchsaufteilung (stat. Hz/dynam. Hz/WW - 20%/50%/30%)
Energiebezugsgebäudefläche JSP 2019 in m ²	17.675		Summe Gebäude 2019	1.382.067	555	347	295	
				davon Kita, Tennis, Pfortner dezentral versorgt in kW	45	0	15	Versorgung z.B. über Luft/Wasser WP für Heizung und WW
				zentral versorgt verbleibend in kW	510	347	280	Versorgung z.B. über NW-Trasse 70/35 °C Vorlauf-/Rücklauftemperatur ganzjährig Zweileitersystem von MSH
				zzgl.2% Verteil- und Bereitstellungs-verlust bei NW - Versorgung in kW	10	7	6	künftig ganzjährig 23 kW statt derzeit ca. 50 kW mit Trassen Bestand bei nur 50 % der künftigen beheizten Fläche
				Anschlusswert-Nahwärme Gebäude kW	521	354	286	1.161
				Rasenheizung Heizlast in kW	1.000	Summe Anschlusswert JSP 2019 in kW	2.161	Anschlusswert Nahwärme (überschlägig ermittelt, ersetzt künftig nicht genaue Planung und Heizlastberechnung)

Die voraussichtliche Heizlast erhöht sich damit von 2.051 kW_{therm.} auf 2.161 kW_{therm.} aufgrund der erhöhten Energiebezugsfläche für das Große Stadion.

2.2 Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgungsvarianten

2014 wurden im Kern fünf Varianten für die Wärmeversorgung des künftigen JSP abgeleitet. Die Varianten wurden mit einer Kostenvergleichsrechnung der jährlichen Gesamtkosten sowie der Wärmegestehungskosten verglichen. Die Berechnungen werden hiermit aktualisiert wie folgt:

Bzgl. Berechnungen der Wirtschaftlichkeit wurde der Wärmebedarf für die Gebäude auf 1.382 MWh/a und die Heizlast einschl. Rasenheizung auf gerundet 2.200 kW erhöht, die Energiepreise den aktuellen Preisen angepasst und eine 2 % Preissteigerung über 20 a Nutzungsdauer beibehalten.

Der für 2017 in die Berechnung eingehende Mischpreis Erdgas wurde von brutto (einschl. 19% MWSt.) 52 €/MWh auf 45 €/MWh, der Arbeitspreis für Fernwärme von 65 €/MWh auf 50 €/MWh reduziert. Einschließlich einer mittleren Preissteigerung von 2 % über 20 a gehen in die Berechnungen ein

mittlerer Erdgaspreis von 55 €/MWh und ein mittlerer Fernwärmearbeitspreis von 61 €/MWh ein. Die 2014 angesetzten Preise für Elektroenergie und Bioerdgas/-methan wurden beibehalten.

Die baulichen Erstellungskosten haben sich in Berlin seit 2014 um etwa 10 % erhöht, was entsprechend bei den Investitionskosten berücksichtigt wurde¹.

Vergleichbar zur Ausgangsstudie von Seite 29 bis 31 werden nachfolgend die einzelnen Varianten der Wärmeversorgung aktualisiert dargestellt.

Nachfolgend wird dargestellt, dass sich an der Rangfolge der Varianten bzgl. der Wirtschaftlichkeit über den Vergleich der Wärmegestehungskosten seit 2014 nichts geändert hat. Gegenüber 2014 haben sich sowohl die Preise für die erdgasbasierende Nahwärmeversorgung als auch für die Fernwärmeversorgung aufgrund der aktuell deutlich günstigeren Arbeitsbasispreise für Erdgas und für Fernwärme reduziert. Es wurde weiterhin mit einer Preissteigerung von 2 % über eine Nutzungsdauer von 20 a gerechnet. Sollte künftig neben einer Verknappung und Verteuerung eine stärkere Besteuerung der fossilen Energieträger Erdgas und - für die Erzeugung von Fernwärme eintreten (derzeit nicht absehbar, erneute Überprüfung während der künftigen TGA – Planung erforderlich), ist u.U. hier mit deutlich höheren Wärmegestehungskosten zu rechnen. Auf der Basis aktueller Preise hat sich jedoch seit 2014 die Wirtschaftlichkeit der fossil basierenden Wärmeversorgung gegenüber der erneuerbaren Versorgung verbessert. Das ist als nicht nachhaltig und nicht im Sinne des Klimaschutzes zu bewerten. Künftig könnte sich der Abstand zu den nachfolgend dargestellten, regenerativ basierenden Varianten (Strom, Biomethan/-erdgas) jedoch wieder deutlich reduzieren. Die Kostenansätze für den Energieträger (Biomethan, Strom erneuerbar) wurden gegenüber 2014 beibehalten, nur die Investitionskosten an die laufende Entwicklung angepasst. Die Biomethanvariante hat den Vorteil, dass in der Anlagentechnik eigentlich Erdgas eingesetzt wird - nur nicht aus fossiler sondern regenerativer Herkunft/Erzeugung, was eine hohe Flexibilität entsprechend der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für den künftigen Betreiber erlaubt (Umstellung auf konventionelles Erdgas jederzeit technisch möglich). Auch die Entwicklung im Bereich Power to Gas ist eine Zukunftsoption für die regenerative Wärmeversorgung, wenn ausreichend Effizienzpotentiale bei den zu versorgenden Gebäuden erschlossen wurden.

¹ Der Baupreisindex in Berlin hat sich seit 2014 bereits um etwa 10 % erhöht, bis 2019 sind weitere Erhöhungen bei anhaltender Niedrigzinsphase und - Bauaktivität zu erwarten.

Stand 30.11.2017		Ermittlung der jährlichen Gesamtkosten zur künftigen Wärmeversorgung im JSP unter Einbeziehung der MSH - Variantenvergleich (nur überschlägige Darstellung auf der Basis aktueller Preise; für genaue Ermittlung der Wirtschaftlichkeit ist HOAI Planung erforderlich! Ohne Einbeziehung der Investitionskosten ab Wärmeverteiler mit haussseitigen Heiz- und Regelkreisen; 2050 kW Heizlast Endenergie einschl. Rasenheizung)			
Variante 1 Vorzugsvariante (hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Erdgas wie Stadtvertrag) - Installation Nahwärmemasse von MSH zu den Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2200 kW/therm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Reservekapazität für Rasenheizung mit 1000 kW		Variante 2 Alternativvariante (hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Erdgas wie Stadtvertrag) - Installation Einzelkesselversorgungen in Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2051 kW/therm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Kapazität für Rasenheizung mit 1000 kW		Variante 3 Alternativvariante (hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Fernwärme wie Stadtvertrag) - Installation Fernwärmeanschluss für Gebäude Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2051 kW/therm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Kapazität für Rasenheizung mit 1000 kW	
Investitionen	Kosten in € brutto einschl. 19% MWSt.	Investitionen	Kosten in € brutto einschl. 19% MWSt.	Investitionen	Kosten in € brutto einschl. 19% MWSt.
Installation 513 m erdverlegte Wärmetrassen von MSH zu den einzelnen Gebäuden des JSP einschl. zentrale Heizungswasseraufbereitung und zentrale Vorregelung	243.100,00	Installationskosten Wärmeerzeuger für Brennwertkessel, Erdgaszuführung, Abgas, Heizung, Kesselsteuerung, separate Heizungswasseraufbereitung jeweils separat in den einzelnen Häusern in € brutto JSP	248.050,00	Von Vattenfall geforderter Anschlussbeitrag an Fernwärmenetz für 350 m Fernwärmemasse von Gleimstr. zum Großen Stadion einschl. Übergabestation	500.000,00
Hauseinführung und Wärmeübergabe bis Wärmeverteiler	33.902,00	Zusätzliche Stellfläche Kessel und Einbindung einschl. Erstellungskosten 1000 €/m2 in den Gebäuden	68.860,00	Installation 313 m erdverlegte Wärmetrassen vom Großen Stadion zu den einzelnen Gebäuden des JSP einschl. zentrale Heizungswasseraufbereitung und zentrale Vorregelung, Fernwärmeübergabe erfolgt durch Vattenfall am Großen Stadion mit einer Übergabe, hier weitere Verteilung und Installationen angesetzt	132.000,00
zusätzliche Wärmeleistung über Brennwertkessel und BHKW in MSH mit 2200 kW niedrig bewertet mit 80€/kW, da Systemeinführung vorhanden	176.000,00	Brennwertkessel 1000 kW für Rasenheizung einschl. Erdgaszuführung, Abgas, Heizung, Kesselsteuerung, separate Heizungswasseraufbereitung Gebäude Großes Stadion	132.000,00		
		300 m Erdgasstrasse zu den einzelnen Gebäuden einschl. Hauseinführung	55.000,00	Hauseinführung und Wärmeübergabe bis Wärmeverteiler	27.500,00
Planung 25 %	113.250,50	Planung 25 %	125.977,50	Planung 25 %	23.760,00
Summe Investition brutto einschl. Planung	566.252,50	Summe Investition brutto einschl. Planung	629.887,50	Summe Investition brutto einschl. Planung	683.260,00
Summe Investition brutto einschl. Planung einschl. 10 % UV	622.877,75	Summe Investition brutto einschl. Planung einschl. 10 % UV	692.876,25	Summe Investition brutto einschl. Planung einschl. 5 % UV	717.423,00
kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%	45.832,59	kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%	50.983,22	kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%	52.789,42
kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%, Annahme Investitionskosten-zuschuss 30%	32.082,81	kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%, Annahme Investitionskosten-zuschuss 30%	35.688,25	kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%, Annahme Investitionskosten-zuschuss 30%	36.952,59
Betriebsgebundene Kosten Summe in €/a brutto	14.758,80	Betriebsgebundene Kosten Summe in €/a brutto	20.393,24	Betriebsgebundene Kosten Summe in €/a brutto	5.567,12
Wartung und Instandhaltung (1,0% der Anlagenkosten, BHKW anteilig 4 % von 100.000)	8.530,02	Wartung und Instandhaltung und Reinigung (1,0%/3% der Anlagenkosten)	10.000,10	Wartung und Instandhaltung (1,5% der Anlagenkosten)	1.980,00
sonstiges wie Betrieb, Verwaltung, Steuern, Versicherung, 1 % der Investition	6.228,78	sonstiges wie Betrieb, Verwaltung, Steuern, Versicherung, 1,5 % der Investition	10.393,14	sonstiges wie Verwaltung, Steuern, Versicherung, 0,5 % der Investition	3.587,12
Verbrauchsgebundene Kosten Summe in €/a brutto (Erdgas fossil, aktuelle Preise zzgl. 2 % Preissteigerung pro Jahr für 20 a)	117.260,00	Verbrauchsgebundene Kosten Summe in €/a brutto (Erdgas fossil, aktuelle Preise zzgl. 2 % Preissteigerung für 20 a)	117.260,00	Verbrauchsgebundene Kosten Summe in €/a brutto (Fernwärme Vattenfall, aktuelle Preise zzgl. 2 % Preissteigerung pro a für 20 a)	186.187,87
1382 MWh Erdgaseinsatz WW, RLT und statische Heizung im Mittel für die Gebäudewärmeversorgung	76.010,00	1382 MWh Erdgaseinsatz WW, RLT und statische Heizung im Mittel für die Gebäudewärmeversorgung	76.010,00	Fernwärmekosten Arbeit bei 2.132 MWh/a bei Arbeitspreis von 61 €/MWh (brutto)	130.052,00
Rasenheizung Großes Stadion 1000 kW, 750 Vbh	41.250,00	Rasenheizung Großes Stadion 1000 kW, 750 Vbh	41.250,00	Leistungskosten Fernwärmeanschluss mit 27 €/kW brutto	56.135,87
Erdgasbedarf pro Jahr gesamt in MWh/a bezogen auf HI und 100 % Jahresnutzungsgrad Wärmeerzeugung mit Brennwertnutzung	2.132,00	Erdgasbedarf pro Jahr gesamt in MWh/a bezogen auf HI und 100 % Jahresnutzungsgrad Wärmeerzeugung mit Brennwertnutzung	2.132,00	Erdgasbedarf pro Jahr gesamt in MWh/a bezogen auf HI und 100 % Jahresnutzungsgrad Wärmeerzeugung mit Brennwertnutzung	2.132,00
Wärmeerzeugung in MWh/a	2.132,00	Wärmeerzeugung in MWh/a	2.132,00	Wärmeerzeugung in MWh/a	2.132,00
Variante 1		Variante 2		Variante 3	
Summe Jährliche Gesamtkosten ohne Investitionskostenzuschuss	177.851,39	Summe Jährliche Gesamtkosten ohne Investitionskostenzuschuss	188.636,46	Summe Jährliche Gesamtkosten ohne Investitionskostenzuschuss	244.544,40
Summe Jährliche Gesamtkosten bei Investitionskostenzuschuss 30%	164.101,61	Summe Jährliche Gesamtkosten bei Investitionskostenzuschuss 40%	173.341,50	Summe Jährliche Gesamtkosten bei Investitionskostenzuschuss 30%	228.707,58
Wärmegestehungskosten auf der Basis aktueller Preise einschl. 2 % Preissteigerung Erdgas pro Jahr für 20 a in €/MWh ohne Investitionskostenzuschuss	83,42	Wärmegestehungskosten auf der Basis aktueller Preise einschl. 2 % Preissteigerung Erdgas pro Jahr für 20 a in €/MWh ohne Investitionskostenzuschuss	88,48	Wärmegestehungskosten auf der Basis aktueller Preise einschl. 2 % Preissteigerung Fernwärme pro Jahr für 20 a in €/MWh ohne Investitionskostenzuschuss	114,70
Wärmegestehungskosten auf der Basis aktueller Preise einschl. 2 % Preissteigerung Erdgas pro Jahr für 20 a in €/MWh mit 30 % Investitionskostenzuschuss	76,97	Wärmegestehungskosten auf der Basis aktueller Preise einschl. 2 % Preissteigerung Erdgas pro Jahr für 20 a in €/MWh mit 30 % Investitionskostenzuschuss	81,30	Wärmegestehungskosten auf der Basis aktueller Preise einschl. 2 % Preissteigerung Fernwärme pro Jahr für 20 a in €/MWh mit 30 % Investitionskostenzuschuss	107,27
Primärenergieeinsatz (PE Faktor Erdgas = 1,0 da 8% Biomethananteil, Fernwärme PE Faktor = 0,56; 50 % Wärmeabdeckung durch BHKW mit PE Faktor 0,5 und 50 % mittels Brennwertkessel) in MWh/a	1.537,50	Primärenergieeinsatz (PE Faktor Erdgas = 1,0 da 8% Biomethananteil) in MWh/a	2.050,00	Primärenergieeinsatz (Fernwärme PE Faktor = 0,56) in MWh/a	1.167,60
Nahwärmevariante von der MSH unter Optimierung des dortigen BHKW und der Wärmeerzeugung eindeutig die wirtschaftlichste Variante und gleichzeitig ökologisch sinnvolle Variante, da künftig Brennwertnutzung an BHKW und Kesseln möglich und sehr hoher Jahresnettonutzungsgrad BHKW > 90 % möglich (besser als KWK Anlagen von Vattenfall)		Relativ hohe Investitionskosten und betriebs- sowie verbrauchsgebundene Kosten, da einzelne Wärmeerzeugungsanlagen		hoher Investitionsaufwand im Vergleich aller Varianten, da Vattenfall für neuen Fernwärmeanschluss bis Übergabe Großes Stadion hohe Anschlusskosten fordert und zusätzlich hohe Leistungskosten bezahlt werden müssen	
Aufwand für Nahwärmemasse vertretbar gegenüber Fernwärme und Erdgas dezentral in Kesseln		zusätzlicher Flächenbedarf		primärenergetisch günstig wg. PE Faktor Vattenfall/ Primärenergiezurechnung erfolgt hauptsächlich dem Strom, Jahresnutzungsgrad der KWK Anlagen bei Vattenfall nicht bekannt	
hauptsächlich fossile Energieträger werden eingesetzt, jedoch auch 100 % Biomethan mit Bioerdgas möglich - vgl. Variante 5 - hohe Flexibilität bei entsprechender Vertragsgestaltung		hauptsächlich fossile Energieträger werden eingesetzt		hauptsächlich fossile Energieträger werden eingesetzt	
Erschließung von erheblichen Effizienzvorteilen bei Zusammenlegung Energiebedarf MSH und JSP möglich		Gaspreis schwankungsanfällig, da nur eine Preiskomponente		geringe Flexibilität wg. Vertragsbindung	
Gaspreis schwankungsanfällig, da nur eine Preiskomponente		Gaspreis ist innerhalb der letzten 10 a nur relativ gering gestiegen		Fernwärmepreis hat sich innerhalb der letzten 10 a verdoppelt	
Verringerung der verbrauchsgebundenen Kosten trotz Nutzungsintensivierung um ca. 37.000 €/a gegenüber dem Istzustand möglich auf Basis aktueller Preise		Verringerung der verbrauchsgebundenen Kosten trotz Nutzungsintensivierung gegenüber dem Istzustand um ca. 35.000 €/a möglich auf Basis aktueller Preise		sehr hohe Wärmeversorgungskosten und hohe Mehrkosten gegenüber dem Istzustand	

Variante 1 Vorzugsvariante (hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Erdgas wie Stadtvertrag) - Installation Nahwärmetrasse von MSH zu den Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2200 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Reservekapazität für Rasenheizung mit 1000 kW		Variante 4 Alternativvariante (hinsichtlich Ökologie, nur Biomethan in Kessel & BHKW, GWP mit PV/Windstrom) - Installation Nahwärmetrasse von MSH zu den Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2051 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Reservekapazität für Rasenheizung mit 1000 kW		Variante 5 Vorzugsvariante (hinsichtlich Ökologie, nur Biomethan in Kessel & BHKW) - Installation Nahwärmetrasse von MSH zu den Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2200 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Reservekapazität für Rasenheizung mit 1000 kW	
Investitionen	Kosten in € brutto einschl. 19% MWSt.	Investitionen	Kosten in € brutto einschl. 19% MWSt.	Investitionen	Kosten in € brutto einschl. 19% MWSt.
Installation 513 m erdverlegte Wärmetrassen von MSH zu den einzelnen Gebäuden des JSP einschl. zentrale Heizungswasseraufbereitung und zentrale Vorregelung	243.100,00	Installation 513 m erdverlegte Wärmetrassen von MSH zu den einzelnen Gebäuden des JSP einschl. zentrale Heizungswasseraufbereitung und zentrale Vorregelung	243.100,00	Installation 513 m erdverlegte Wärmetrassen von MSH zu den einzelnen Gebäuden des JSP einschl. zentrale Heizungswasseraufbereitung und zentrale Vorregelung	243.100,00
Hauseinführung und Wärmeübergabe bis Wärmeverteiler	33.902,00	Hauseinführung und Wärmeübergabe bis Wärmeverteiler	33.902,00	Hauseinführung und Wärmeübergabe bis Wärmeverteiler	33.902,00
		GW-WP mit 1000 kW Wärmeleistung und 100 kW Kälteleistung	1.320.000,00		
zusätzliche Wärmeleistung über Brennwärtskessel und BHKW in MSH mit 2200 kW niedrig bewertet mit 80€/kW, da Systemeinbindung vorhanden	176.000,00	zusätzliche Wärmeleistung über Brennwärtskessel und BHKW in MSH mit 2200 kW niedrig bewertet mit 80€/kW, da Systemeinbindung vorhanden	176.000,00	zusätzliche Wärmeleistung über Brennwärtskessel und BHKW in MSH mit 2200 kW niedrig bewertet mit 80€/kW, da Systemeinbindung vorhanden	176.000,00
Planung 25 %	113.250,50	Planung 20 %	354.600,40	Planung 25 %	113.250,50
Summe Investition brutto einschl. Planung	566.252,50	Summe Investition brutto einschl. Planung	2.127.602,40	Summe Investition brutto einschl. Planung	566.252,50
Summe Investition brutto einschl. Planung einschl. 10 % UV	622.877,75	Summe Investition brutto einschl. Planung einschl. 10 % UV	2.340.362,64	Summe Investition brutto einschl. Planung einschl. 10 % UV	622.877,75
kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%	45.832,59	kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%	172.208,56	kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%	45.832,59
kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%, Annahme Investitionskosten-zuschuss 30%	32.082,81	kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%, Annahme Investitionskosten-zuschuss 50%	86.104,28	kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%, Annahme Investitionskosten-zuschuss 50%	22.916,30
Betriebsgebundene Kosten Summe in €/a brutto	14.758,80	Betriebsgebundene Kosten Summe in €/a brutto	23.566,82	Betriebsgebundene Kosten Summe in €/a brutto	11.644,41
Wartung und Instandhaltung (1,0% der Anlagenkosten, BHKW anteilig 4 % von 100.000)	8.530,02	Wartung und Instandhaltung (0,5 % der Anlagenkosten, BHKW anteilig 3 % von 100.000)	11.865,01	Wartung und Instandhaltung (1,0% der Anlagenkosten, BHKW anteilig 4 % von 100.000)	8.530,02
sonstiges wie Betrieb, Verwaltung, Steuern, Versicherung, 1 % der Investition	6.228,78	sonstiges wie Verwaltung, Steuern, Versicherung, 0,5 % der Investition	11.701,81	sonstiges wie Verwaltung, Steuern, Versicherung, 0,5 % der Investition	3.114,39
Verbrauchsgebundene Kosten Summe in €/a brutto (Erdgas fossil, aktuelle Preise zzgl. 2 % Preissteigerung pro Jahr für 20 a)	117.260,00	Verbrauchsgebundene Kosten Summe in €/a brutto (Biomethan, -erdgas, aktuelle Preise zzgl. 2 % Preissteigerung pro a für 20 a)	172.570,14	Verbrauchsgebundene Kosten Summe in €/a brutto	223.675,00
1382 MWh Erdgasinsatz WW, RLT und statische Heizung im Mittel für die Gebäudewärmeversorgung	76.010,00	1382 MWh Bioerdgasinsatz WW, RLT und statische Heizung im Mittel für die Gebäudewärmeversorgung	150.638,00	1382 MWh Bioerdgasinsatz WW, RLT und statische Heizung im Mittel für die Gebäudewärmeversorgung	141.700,00
Rasenheizung Großes Stadion 1000 kW, 750 Vbh	41.250,00	Rasenheizung Großes Stadion 1000 kW, 750 Vbh über Strom mit Arbeitszahl GW WP = 7 (optimal) und Strombezug 255 €/MWh	27.332,14	Rasenheizung Großes Stadion 1000 kW, 750 Vbh	81.975,00
Erdgasbedarf pro Jahr gesamt in MWh/a bezogen auf Hi und 100 % Jahresnutzungsgrad Wärmeerzeugung mit Brennwertnutzung	2.132,00	Bioerdgasbedarf pro Jahr gesamt in MWh/a bezogen auf Hi und 100 % Jahresnutzungsgrad Wärmeerzeugung mit Brennwertnutzung	1.382,00	Bioerdgasbedarf pro Jahr gesamt in MWh/a bezogen auf Hi und 100 % Jahresnutzungsgrad Wärmeerzeugung mit Brennwertnutzung	2.132,00
Wärmeerzeugung in MWh/a	2.132,00	Wärmeerzeugung in MWh/a	2.132,00	Wärmeerzeugung in MWh/a	2.132,00
		Gutschrift aus Abdeckung Kühltast mit 100 kW Kälteleistung mit 1000 Vbh und COP 3,5	-5.400,00		
Variante 1		Variante 4		Variante 5	
Summe Jährliche Gesamtkosten ohne Investitionskosten-zuschuss	177.851,39	Summe Jährliche Gesamtkosten ohne Investitionskosten-zuschuss	368.345,53	Summe Jährliche Gesamtkosten ohne Investitionskosten-zuschuss	281.152,00
Summe Jährliche Gesamtkosten bei Investitionskosten-zuschuss 30%	164.101,61	Summe Jährliche Gesamtkosten bei Investitionskosten-zuschuss 50%	282.241,25	Summe Jährliche Gesamtkosten bei Investitionskosten-zuschuss 50%	258.235,70
Wärmegestehungskosten auf der Basis aktueller Preise einschl. 2 % Preissteigerung Erdgas pro Jahr für 20 a in €/MWh ohne Investkostenzuschuss	83,42	Wärmegestehungskosten auf der Basis aktueller Preise einschl. 2 % Preissteigerung Biomethan pro Jahr für 20 a in €/MWh ohne Investkostenzuschuss	172,77	Wärmegestehungskosten auf der Basis aktueller Preise einschl. 2 % Preissteigerung Biomethan pro Jahr für 20 a in €/MWh ohne Investkostenzuschuss	131,87
Wärmegestehungskosten auf der Basis aktueller Preise einschl. 2 % Preissteigerung Erdgas pro Jahr für 20 a in €/MWh mit 30 % Investkostenzuschuss	76,97	Wärmegestehungskosten auf der Basis aktueller Preise einschl. 2 % Preissteigerung Biomethan pro Jahr für 20 a in €/MWh mit 50 % Investkostenzuschuss	132,38	Wärmegestehungskosten auf der Basis aktueller Preise einschl. 2 % Preissteigerung Biomethan pro Jahr für 20 a in €/MWh mit 50 % Investkostenzuschuss	121,12
Primärenergieeinsatz (PE Faktor Erdgas = 1,0 da 8% Biomethananteil, Fernwärme PE Faktor = 0,56; 50 % Wärmeabdeckung durch BHKW mit PE Faktor 0,5 und 50 % mittels Brennwertkessel) in MWh/a	1.537,50	Primärenergieeinsatz (100 % erneuerbarer Strom für WP und Bioerdgas im Kessel für Gebäude)	410,00	Primärenergieeinsatz (PE Faktor Erdgas = 1,0 da 8% Biomethananteil, Fernwärme PE Faktor = 0,56; Bioerdgas = 0,3)	615,00
Nahwärmevariante von der MSH unter Optimierung des dortigen BHKW und der Wärmeerzeugung eindeutig die wirtschaftlichste Variante und gleichzeitig ökologisch sinnvolle Variante, da künftig Brennwertnutzung an BHKW und Kessel möglich und sehr hoher Jahresnettonutzungsgrad BHKW > 90 % möglich (besser als KWK Anlagen von Vattenfall)		Weitere Untersuchungen für Einsatz der GW-WP erforderlich, jedoch sehr hoher Investitionsaufwand bei geringen Vollbenutzungsstunden einer Rasenheizung, sommerlicher Kühlbedarf ist gering und sollte zuerst baulich minimiert werden		relativ geringer Investitionsaufwand wie Variante 1, aber hohe Bioerdgasbeschaffungskosten (8,0 cent/kWh gegenüber 5,2 cent/kWh)	
Aufwand für Nahwärmetrasse vertretbar gegenüber Fernwärme und Erdgas dezentral in Kesseln		Investitionskostenzuschuss von 50 % erforderlich		Bioerdgas kann auch anteilig mit Erdgas kombiniert werden wie im Stadtvertrag (8 %) schon üblich	
hauptsächlich fossile Energieträger werden eingesetzt, jedoch auch 100 % Biomethan mit Bioerdgas möglich - vgl. Variante 5 - hohe Flexibilität bei entsprechender Vertragsgestaltung		100 % erneuerbare Wärmeerzeugung		100 % erneuerbare Wärmeerzeugung	
Erschließung von erheblichen Effizienzvorteilen bei Zusammenlegung Energiebedarf MSH und JSP möglich		Preisstabilität bei weiterem Anstieg fossiler Energieträger		Preisstabilität bei weiterem Anstieg fossiler Energieträger	
Gaspreis schwankungsanfällig, da nur eine Preiskomponente Verringerung der verbrauchsgebundenen Kosten trotz Nutzungsintensivierung um ca. 37.000 €/a gegenüber dem Istzustand möglich auf Basis aktueller Preise		hoher Einfluss Investitionskostenzuschuss auf die Wirtschaftlichkeit		relativ geringer Einfluss Investitionskostenzuschuss auf die Wirtschaftlichkeit	
		Verbrauchsgebundene Kosten trotz Nutzungsintensivierung in etwa wie im Istzustand möglich, aber sehr hohe Investitionskosten		Erhöhung der verbrauchsgebundenen Kosten um ca. 20.000 €/a wg. Biomethaneinsatz, aber geringer als Nutzungsintensivierung	

1. Maßnahmenzusammenfassung der energetischen Betrachtung im Rahmen der Machbarkeitsstudie FLJSP

1.1 Maßnahmen zur Minimierung des Gebäudeenergiebedarfs und zur Umsetzung von Energieeffizienz in den Gebäuden

Mit höchster Priorität sollte im Zuge von Modernisierungen und Neubauten der Sportstätten im JSP angestrebt werden, den Energiebedarf der Gebäude durch eine integrierte- und Gewerke übergreifende Planung und Maßnahmenumsetzung kostenoptimiert zu minimieren. **Dies ist erforderlich, um die dem Energiekonzept zugrundeliegenden Energiebedarfswerte im Niedrigstenergiestandard überhaupt zu erreichen.** In der Regel ist es günstiger mit entsprechenden Maßnahmen zusätzlichen Energieverbrauch erst gar nicht entstehen zu lassen/ zu minimieren, als hohe Betriebskosten langfristig zu tragen oder zeitversetzt Einsparmaßnahmen umzusetzen sowie erhöhte Bedarfe über entsprechende Versorgungsmaßnahmen auf der Basis erneuerbarer Energien sicherzustellen. Dies gilt insbesondere für den Bereich der Wärmeversorgung von Gebäuden.

Energieeffizienzmaßnahmen im Hinblick auf Baukörper/ bauliche Hülle der beheizten Gebäude:

- Umsetzung eines hohen Dämmstandards für Fassadenflächen und Einsatz hochqualitativer, bauphysikalisch optimierter Dämmsysteme sowie energetisch hochqualitativer Verglasungen zur Erreichung der in Anlage 1 aufgeführten Bauteilkennwerte und zur Minimierung von Transmissionsverlusten,
- Minimierung von Wärme- und Kältebrücken durch entsprechende Planung und bauliche Umsetzung,
- Erreichung einer hohen Gebäudedichtheit der beheizten Baukörper und Umsetzung definierter Luftwechselraten zur Erreichung geringer Lüftungswärmeverluste und einer hohen Raumluftqualität entsprechend der Nutzungsanforderungen,
- Gezielte Nutzung von Tageslicht (v.a. Sporthalle und Verwaltungsgebäude) durch entsprechende Planung der Fensterflächen bei gleichzeitiger Optimierung solarer Einträge (Sommer-, Übergangs- und Winterfall),
- Fassaden- und Dachintegration von Fotovoltaik zur Eigenstromversorgung.

Energieeffiziente Anlagentechnik in den Gebäuden:

- Einsatz von raumlufthechnischen Anlagen mit hohen Wärmerückgewinnungsraten (80 %) bei Außenluftbetrieb und Vorwärmung der Außenluft mittels Erdwärmetauscher (Sporthalle, Verwaltung, Sanitär) zur Sicherstellung der geforderten Raumluftqualität entsprechend der Nutzungen/ v.a. Veranstaltungstätten und bei hoher Gebäudedichtheit,
- Erschließung von Synergien bei der Errichtung von Erdwärmetauschern in Kombination mit Baugruben (Gebäude, Regenwasserzisternen) und Auslegung RLT-Anlagen,
- Raumlufthechnische- und Warmwasserbereitungsanlagen müssen in der Regel als Hochtemperaturwärmeversorgungsanlagen geplant und betrieben werden (mindestens max. 70 °C Vorlauftemperatur) erforderlich. Diese lassen sich jedoch vergleichsweise günstig versorgen, wenn hierzu adäquat passende Niedertemperaturheizsystem in den gleichen Gebäuden betrieben werden (thermische Bauteilaktivierung, Flächenheizungen, auch Rasenheizung). Die Umsetzung erfordert eine gebäudeweise fundierte und integrierte Planung der Wärmeversorgungsanlagen. Hier kann dann eine hohe thermische Systemgesamtspreizung über die einzelnen Gebäude und das Nahwärmesystem mit Rücklauftemperaturen von 30°C erreicht werden, was eine hocheffiziente Wärmeerzeugung im Kessel oder BHKW und geringe Bereitstellungs-/Verteilverluste erst ermöglicht. **Eine zentrale Anforderung sollte deshalb sein, dass jede Wärmezentrale eines Gebäudes im JSP Rücklauftemperaturen zur Nahwärme von 30 bis max. 40 °C über den zentralen Heizwasserrücklauf für alle Betriebssituationen/ -fälle eines Jahres liefert. Das setzt auch eine bedarfsgerechte Heizflächenauslegung, einen hydraulischen Abgleich aller Systeme und eine optimierte Mess-, Steuer- und Regelungstechnik voraus.**
- Elektrisch betriebene Komponenten wie z.B. Umwälzpumpen und Antriebe für Ventilatoren sollten hohen Effizienzanforderungen unterliegen (IE 3), welche in der Norm "IEC 60034-30:2008" seit 2008 mit Effizienzklassen für Elektromotoren mit IE1, IE2, IE3, IE4 bezeichnet und definiert sind.
- Nutzungsspezifische Geräte sollten sofern klassifiziert mindestens der Energieeffizienzklasse A ++/+++ angehören oder hocheffizient sein. Das schließt Empfehlungen und Vorgaben in Verträgen/ Vereinbarungen mit den künftigen Nutzern ein (z.B. Gastronomie, Vereine).

- Technische- und baukonstruktionsbedingte Kühllasten sind zu minimieren, so dass auch der Kühlbedarf auf ein Minimum reduziert werden kann.
- Im Bereich der Gebäude ist LED-Beleuchtung teilweise schon Stand der Technik und sollte entsprechend eingesetzt werden, um Beleuchtungsstromverbräuche zu minimieren und die Nutzungsdauer der Leuchtmittel wesentlich zu verlängern und so die Betriebskosten zu reduzieren. Die Beleuchtungstechnik sollte mit tageslicht-, präsenzabhängiger und intelligenter Regelung kombiniert werden.
- Alle Energie-/Wasserverbräuche sollten zunächst nach Energie-/Wasserarten und nach Nutzungs-/Regelzonen gemessen werden und gebäudeweise über ein Energie-/Wassercontrolling, was mit der Energieabrechnung gekoppelt ist, laufend verfolgt werden.

Bei konsequenter Umsetzung obiger Maßnahmen in den zu errichtenden/zu modernisierenden Gebäuden im Niedrigstenergiestandard wird auf der Basis einer gegenüber dem Istzustand in etwa von 8.000 m² auf 16.000 m² verdoppelten beheizten Gebäudenutzfläche (Nettogeschossfläche – NGF) im JSP eine Heizlast von 1.051 kW zzgl. 1.000 kW für eine Rasenheizung im Großen Stadion prognostiziert. Gegenüber dem Erdgasverbrauch im Istzustand des JSP mit 2.877 MWh/a in 2013 lässt sich trotz Verdopplung der beheizten Gebäudenutzflächen im künftigen JSP eine Reduzierung um mehr als 50 % auf unter 1.300 MWh/a Erdgaseinsatz erreichen. Diese enorme Reduzierung ist möglich, weil die bestehende Versorgung der Bestandsgebäude insbesondere dem Gebäude des Großen Stadions einen sehr hohen Einsatz an Heizenergie u.a. aufgrund der schlechten energetischen Qualität der Baukörper (außer KII - Gebäude) aber auch Verteil- (schlecht gedämmte und groß dimensionierte Wärmetrassen) und Bereitstellungsverluste (im Bereich der Wärmeerzeugung, hohe Betriebstemperaturen aller Wärmetrassen wegen Warmwasserversorgungen) erfordert. Im besten Fall durch Neuerrichtung der Gebäude einschl. energetischer Versorgung in Niedrigstenergiestandard wird der spezifische Energiebedarf (pro Flächeneinheit) für Heizenergie somit um bis zu 90 % reduziert.

Einen nicht unerheblichen zusätzlichen Energiebedarf verursacht die Neuinstallation einer Rasenheizung im Großen Stadion. Der Heizleistungsbedarf ist dabei mit etwa 1.000 kW in etwa so hoch wie der aller künftig geplanten und genutzten Gebäude. Gleichwohl ist die Benutzungsdauer einer Rasenheizung mit etwa 750 Vollbenutzungsstunden pro Jahr in etwa nur halb so hoch wie die einer Gebäudeheizung. Daraus ergibt sich ein weiterer, zusätzlicher Heizenergiebedarf von etwa 750 MWh/a. Dennoch bliebe der gesamte künftige Heizenergiebedarf (Erdgaseinsatz) in Höhe von 2.050 MWh/a immer noch um fast 30 % unter dem Istzustand.

1.2 Maßnahmen zur künftigen Wärmeversorgung des JSP

Die Alternativen und Möglichkeiten den künftigen, nach Optimierung verbleibenden Heizenergiebedarf am Standort mit erneuerbaren Energien zu decken, sind begrenzt. Die Deckung der noch relativ hohen Heizlast von 2.051 kW mittels geothermischer - oder Umweltwärmegewinnung erfordert ein außerordentlich hohes Investitionsvolumen (für alle Wärmepumpenanwendungen zutreffend) bei ungeeigneten Anwendungsbedingungen (Grundwasser-WP). Als besonders negativ wirksam im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit einer geothermischen Wärmeerzeugung ist jedoch auch die geringe jährliche Auslastung/ Benutzungsdauer einer Rasenheizung und von Gebäuden im Niedrigstenergiestandard (ebenfalls niedrige Heizgrenztemperatur/ geringere Benutzungsdauer als Wärmeversorgung im Gebäudebestand) zu erwähnen, weil sich diese nachteilig auf die Amortisation der hohen Investitionskosten auswirken. Eine Fernwärmeversorgung ist aus Gründen der Wirtschaftlichkeit ebenfalls nicht zu empfehlen.

Im Ergebnis der energetischen Betrachtung ist deshalb festzustellen, dass die Realisierung einer Nahwärmeversorgungsvariante unter Einbeziehung der bestehenden Wärmeversorgung der Max-Schmeling-Halle (MSH) die wirtschaftlichste-, flexibelste- und zugleich eine sehr ökologische Variante ist. Ursächlich hierfür ist, dass in der MSH eine energetische Infrastruktur einschl. Wärmetrassenabgang zum JSP bereits vorhanden ist und hier unter Umsetzung eines ohnehin instandhaltungs- und optimierungsbedingt-wirtschaftlich erforderlichen Investitionspakets erhebliche Synergien für beide dicht beieinander liegenden Liegenschaften erschlossen werden können. Schon vorhandene Pufferspeicher, Bestandteile der Anlagentechnik, Aufstellräume u.a. können mit hoher Wahrscheinlichkeit noch weitergenutzt werden. Im JSP muss keine Infrastruktur für die Gasversorgung und Wärmeerzeugung vorgehalten werden, es ist nur ein Nahwärmesystem mit Heizwarmwasser (75/35 °C) und Wärmetauschern zu errichten und zu betreiben.

Die Synergien sind wirtschaftlicher und ökologischer Natur, da eine deutlich kleiner dimensionierte Kraft-Wärme-Kopplungsanlage in der MSH wärmegeführt bei Integration des Wärmebedarfs des JSP sehr gut und besser ausgelastet werden kann, womit die Wirtschaftlichkeit unter den

gegenwärtigen Rahmenbedingungen erst ermöglicht würde. Gleichwohl besteht weiterhin die Möglichkeit unter Ausnutzung wirtschaftlicher Prämissen flexibel mit konventionellem Erdgas oder mit Biomethan in Erdgasqualität ein BHKW und die Heizkessel bis zu 100 % erneuerbar betreiben zu können. Durch die Integration der Liegenschaften JSP und MSH wird die notwendige kritische Wärmeabnahmemenge für eine ausreichende Benutzungsdauer für ein BHKW erst erreicht. Hierfür ist insbesondere auch der dann relativ hohe, kumulierte Warmwasserbedarf in den beiden Liegenschaften, typisch für Sportstätten mit intensiver Nutzung (vgl. der Auswertung zum KII – Gebäude im Istzustand), ursächlich, der auch ein relativ hohes Temperaturniveau (Vorlauftemperaturen von ca. 75°C) der Wärmeversorgung erfordert.

Die Rasenheizung kann dann energetisch besonders vorteilhaft in ein solches Nahwärmesystem integriert werden, da diese nur niedrige Vorlauf- und Betriebstemperaturen erfordert und hiermit der Rücklauf aus den Gebäudeheizsystemen und den Warmwasserbereitungen sehr gut zur weiteren Auskühlung genutzt werden kann (und das sogar und gerade im Fall der Höchstlast des Wärmebedarfs unter Auslegungsbedingungen bei -14 °C). Durch die Lage der Rasenheizung im Großen Stadion in unmittelbarer Nähe zur MSH ist diese Integration am zentralen Rücklauf strukturell sehr gut zu realisieren. Das wiederum hat zur Folge, dass auf dem Nahwärmesystem eine hohe Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf von etwa 75/35 °C realisierbar ist (normal 80/ 55°C). Die niedrigen Rücklauftemperaturen des Nahwärmeheizwassers ermöglichen wiederum beim Betrieb des BHKW und der Kessel im Bereich der Wärmeerzeugung in der MSH ganzjährig eine Abgaskondensation/ Brennwertnutzung und somit sehr hohe Jahresnettonutzungsgrade von deutlich höher als 95 % bezogen auf den unter Heizwert (Hi) von Erdgas. Aus diesen Zusammenhängen und der systemischen Betrachtung ergeben sich hohe energetische-, ökologische- und wirtschaftliche Vorteile.

Wir empfehlen deshalb die Variante 1 (Nahwärmesystem von MSH mit BHKW/ Kessel vorwiegend erdgasbasierend) bzw. 5 (wie Variante 1 nur bis zu 100 % erneuerbar durch Einsatz von Biomethan in Erdgasqualität) der Wärmeversorgung zur Umsetzung.

Bei Umsetzung der Variante 5 ließen sich weiterhin 476 t/a an CO₂-Emissionen gegenüber den Emissionen aus der Wärmeerzeugung im Istzustand (Erdgas fossil mit 578,4 t/a) um 88 % einsparen. Variante 5 als eine 100% erneuerbare Wärmeversorgung ist bzgl. der Wärmeversorgungskosten in etwa vergleichbar zur Errichtung einer Fernwärmeversorgung von Vattenfall, die hohe Anschlusskosten von 500.000 € (einschl. MWSt.) bei einem aktuell gegenüber Erdgas höheren Preisniveau erfordern würde.

1.3 Maßnahmen zur künftigen Stromversorgung des JSP

Die Flutlichtbeleuchtung im Großen Stadion erfordert zunächst eine leistungsstärkere Auslegung und Installation für spezielle Veranstaltungen mit hohen Beleuchtungsstärkeanforderungen (UEFA CL, IAAF), welche auch mit Flutlichtbeleuchtung im Bestand nicht erfüllt werden können. Hierdurch können zusätzliche Veranstaltungsarten für das Große Stadion und eine bessere Auslastung erst erschlossen werden. Mit einer geplanten Verdopplung der Veranstaltungszahl sind deutlich höhere Elektroenergieverbräuche und -kosten zu erwarten. Gleichwohl können Einsparpotenziale durch eine bedarfsgerechte/n Planung, - Steuerung und - Betriebsführung erschlossen werden. Separate Verbrauchsmessungen/-erfassungen der Flutlichtbeleuchtung und die Einbindung in ein Energiecontrolling sollten umgesetzt werden. Insbesondere auch bei den neu geplanten Sportstätten (Kunstrasenplatz, Tennis) und den übrigen Bestandssportstätten ist energetisch optimierte Beleuchtungstechnik anzuwenden, um das gegenwärtige Verbrauchsniveau bei diesen Verbrauchsgruppen zu halten. Die LED – Technik kann hier in 5 Jahren u.U. die Schwächen einer noch zu geringen Lichtausbeute überwinden, wirtschaftlicher werden und dann zur Anwendung im JSP kommen.

Einsparpotentiale lassen sich weiterhin im Bereich der Innenbeleuchtung von Gebäuden realisieren – v.a. hier sollte künftig mit LED – Leuchten geplant werden. Gegenwärtig werden im Gebäude Großes Stadion noch teilweise Glühlampen eingesetzt. Mit Modernisierung der Heizungstechnik werden künftig hocheffiziente Heizungspumpen eingesetzt, die auf die Heizleistungen und geringeren Massenströme bei hohen Temperaturspreizungen bedarfsgerecht abzustimmen sind und hohe Stromeinsparungen ermöglichen.

Die mittelspannungsseitige Versorgung des JSP sollte wie bisher über die Cantianstr. erfolgen, jedoch ist diese einschl. der Mittelspannungs-/Niederspannungsübergabestation zu erneuern. Hierfür sind geeignete Räume auf dem Grundstück neu zu schaffen. Es sind die künftigen Anforderungen entsprechend des Lastbedarfs der Sportanlagen und zur Einspeisung von geplanten Eigenstromerzeugungsanlagen (Fotovoltaik) im Netzparallelbetrieb im JSP zu berücksichtigen. Eine Netzkopplung vom JSP zur MSH würden wir auch unter dem Aspekt der dort betriebenen KWK – Anlage derzeit nicht empfehlen, da die vorhandenen Starkstromanlagen auf

den Betrieb der MSH ausgelegt sind. Auch eine zu modernisierende Kraft-Wärme-Kopplungsanlage in der MSH wird wärmegeführt (Wärmelast Summe aus JSP und MSH) aber vorwiegend nur für den Eigenstrombedarf der MSH im Netzparallelbetrieb gefahren. Ausgehend von einer neuen Niederspannungshauptverteilung (NSHV) im JSP sind die einzelnen Gebäude neu anzuschließen. Bei einer Umsetzung in Bauabschnitten sind die vorhandenen Versorgungsanlagen sowohl wärme- als auch stromseitig mit den neuen Anlagen teilweise parallel weiter zu betreiben, woraus für diese Zeiträume Zusatzkosten resultieren können.

Die Elektrizitätsversorgung im JSP erfolgt schon gegenwärtig zu 100 % mit erneuerbar erzeugtem Strom entsprechend Stadtvertrag (für das Jahr 2012 gilt: 71,8% des gelieferten Stroms stammen aus Wasserkraftanlagen aus Skandinavien; 28,2% des gelieferten Stroms stammen aus EEG-Anlagen). Mit Modernisierung des JSP sollten auch insbesondere die neu zu schaffenden Dach- und Fassadenflächen für die Eigenstromerzeugung mit Fotovoltaik (PV) genutzt werden. Es ist davon auszugehen, dass nicht im JSP selbst verbrauchter Fotovoltaikstrom innerstädtisch gut in das öffentliche Stromnetz integrierbar ist, da ausreichend Abnehmer zeitgleich zur Erzeugung hier lokal vorhanden sind. Jedoch ist unter den derzeitigen Rahmenbedingungen mit Novellierung des EEG 2014 die Netzeinspeisung einer Fotovoltaikanlage kaum mehr wirtschaftlich umsetzbar und somit nur für geringe Überschussmengen geeignet. Deshalb ist davon auszugehen, dass eine zu errichtende PV-Anlage im JSP vorrangig der Eigenstromerzeugung (Reduzierung-/ Ersatz von Netzstrombezug) und –versorgung dienen muss. Wenn eine Eigenstromversorgung realisiert werden soll, ist aber zu beachten, dass ohne Stromspeicher die Gleichzeitigkeit von Erzeugung und Verbrauch gegeben sein muss. Die Erzeugung einer PV – Anlage hat das Maximum in den Mittagsstunden im Sommer und kann im Winter sehr stark um bis zu 90 % abfallen. In den Mittagsstunden beträgt aber die elektrische Grundlast im JSP nur 50 bis 120 kW (Pumpen, RLT, nutzungsspezifische Technik), daran wird sich auch künftig eher wenig ändern. Der Hauptbedarf im JSP besteht für die Flutlichtbeleuchtung in den Abendstunden und jahreszeitlich betrachtet gerade dann, wenn kein Fotovoltaikstrom erzeugt wird.

Daraus ergeben sich für eine PV-Anlage im JSP zwei Varianten – einmal entspr. Maßnahme 4 nachfolgender Tabelle – eine Anlage ohne Stromspeicher, die auf den Eigenbedarf des JSP tagsüber ausgelegt ist (Bedarf von 1.500 bis 2.000 m² Dach-/Fassadenfläche bei ca. 180 kW_{peak} Leistung) und ggf. auch mit zwei Modulfeldern in Ost/ Westausrichtung oder kombiniert als Fassaden-/ Dachanlage geplant werden sollte.

Die alternative Maßnahme 5 mit einer PV-Anlage inkl. Stromspeicher kann wesentlich größer geplant werden (Bedarf von 6.000 bis 7.000 m² Dach-/ Fassadenfläche bei ca. 580 kW_{peak} Leistung), wenn der Stromspeicher eine ausreichende Kapazität hat, um den abendlichen Beleuchtungsbedarf für den JSP aus PV-Erzeugung am Tag zwischenspeichern. Ein Stromspeicher mit einer nutzbaren Kapazität von 2.500 kWh würde jedoch derzeit Investitionskosten von etwa 2.500.000 € verursachen und ist keine am Markt verfügbare Standardtechnologie. Erst in den nächsten Jahren sind hier weitere technische Entwicklungen zu erwarten, die auch massiven Einfluss auf die Investitionskosten haben sollten. Für die Anwendung eines Stromspeichers im JSP ist jedoch bis zum Errichtungszeitpunkt mehr als eine Halbierung der Investitionskosten vom gegenwärtigen Stand aus erforderlich. Weiterhin sollte ein derart großer Stromspeicher Zusatzfunktionen übernehmen können wie u.a. die Zwischenspeicherung von Wind-/Überschussstrom im Winter aus dem öffentlichen Versorgungsnetz (Nutzung als negative Last und Stromspeicher im Rahmen von Systemdienstleistungen im Stromnetz) oder die Unterstützung der Sicherheitsstromversorgung im JSP.

Wir empfehlen die Erneuerung der kompletten Elektroversorgungen einschl. Mittelspannungsübergabe, Niederspannungshauptverteilung und die Erschließung der einzelnen Gebäude (außer KII – Gebäude). Weiterhin empfehlen wir die oben beschriebenen Optimierungsmaßnahmen für die Flutlichtanlagen, um einen bedarfsgerechten und effizienten Betrieb abzusichern und hohe Betriebskostensteigerungen zu vermeiden.

Zur Reduzierung der künftigen Stromkosten und zu Eigenstromerzeugung empfehlen wir die Umsetzung dach-/fassadenintegrierter Fotovoltaikanlagen. Im Rahmen der späteren Planungen empfehlen mit fortschreitender Weiterentwicklung der Technik die technische Eignung und die Wirtschaftlichkeit eines Stromspeichers erneut zu prüfen und bei Eignung in das Konzept der Eigenstromversorgung im JSP aufzunehmen.

1.1 Maßnahmenempfehlungen zur künftigen Wasserversorgung im JSP

Im JSP fallen gegenwärtig jährlich derzeit ca. 48.000 € an Wasserkosten an. Davon sind allein 19.000 €/a auf die Sprengwassernutzung zurückzuführen (v.a. Naturrasen- und Kunstrasenbewässerung). Des Weiteren fallen im JSP derzeit 7.500 €/a an Niederschlagsentgelt für die Ableitung von Regenwasser von Dachflächen in das Berliner Abwassernetz an. Die mit der geplanten Neuerrichtung von Sportstätten entstehenden neuen Hartdachflächen sollen vor allem zur Regenwassernutzung für die Bewässerung von Natur- und Kunstrasen sowie die Sanitärnutzung (WCs) erschlossen werden. Die dann wesentlich höheren Niederschlagsentgelte sollen vermieden

- bzw. die Kosten für die Sprengwassernutzung reduziert werden. Die Umsetzung von Maßnahmen zur Regenwassererfassung und –nutzung sind positiv im Hinblick auf die in Berlin begrenzt zur Verfügung stehenden Trinkwasserressourcen zu bewerten. Hierfür sind erhebliche Investitionen und auch Betriebskosten für die Wartung von Regenwassernutzungsanlagen erforderlich, die sich jedoch bei bedarfsgerechter Planung und Betrieb innerhalb der Nutzungsdauer amortisieren lassen. Regenwasser soll künftig im JSP auch zur Löschwassernutzung dauerhaft gespeichert werden, womit die Dimensionierung der Trinkwasser-Versorgungsleitung um etwa zwei Nennweiten und der Grundpreis für den Messpunkt (Topstr.) reduziert werden können. Es sollte die erforderliche und künftig erhöhte Löschwasserkapazität mit ca. 50 % über Regenwasser abgedeckt werden können. Die Sprengwassernutzung sollte bis zu 90 % auf Regenwassernutzung umgestellt werden. Da die Regenwassernutzungsanlagen im Überlauf mit Versickerungsanlagen ausgestattet werden, ist ein positiver Beitrag zur Schonung des Trinkwasserhaushalts in Berlin zu erwarten und Kosten für die Installation von Abwasseranlagen können reduziert werden.

Für das Große Stadion sind zwei parallel zu installierende Regenwassererfassungs- und –nutzungsanlagen bestehend aus Stapelbehältern aus Beton unter Geländeoberkante für die Rückhaltung, die Regenwasser- und Löschwasserspeicherung einschl. vorgeschalteter Filterung und nachgeschalteter Versickerung konzipiert. Versorgt werden im Großen Stadion alle Rasen- und Außenbewässerungsanlagen sowie die WC-Anlagen im Großen Stadion, dem Bürogebäude und der Sporthalle.

Eine weitere Anlage ist zur Regenwassererfassung vom KII- und Gastronomie – Gebäude sowie der Tennishalle geplant. Die Nutzung des erfassten Regenwassers erfolgt zur Bewässerung des Naturrasens im Kleinen Stadion, der Außenanlagen und der Sportstätten (Kunstrasen, Tennisplätze) sowie zur Versorgung der WC-Anlagen im Gastronomiegebäude und dem Clubgebäude Tennis.

Wir empfehlen die Umsetzung von zwei Regenwassererfassungs- und –nutzungsanlagen (Regenwassererfassung von Dachflächen für Sprengwasser-, Löschwasser-, WC-Nutzung) zur Reduzierung der Trinkwasserkosten und zur Vermeidung von Niederschlagsentgelt am Großen Stadion. Wir empfehlen die Umsetzung einer weiteren kleineren Regenwassererfassungs- und –nutzungsanlagen (Regenwassererfassung von Dachflächen für Sprengwasser-, WC-Nutzung) im Bereich Kleines Stadion, KII-, Gastronomie-, Tennisgebäude zur Reduzierung der Trinkwasserkosten und zur Vermeidung von Niederschlagsentgelt.

1.2 Zusammenfassung der Maßnahmenempfehlungen und Ableitung von Maßnahmenpaketen

Nachfolgend werden tabellarisch die einzelnen Maßnahmen mit Investitionskosten und den Auswirkungen auf die energie- und wasserverbrauchsgebundenen Betriebskosten dargestellt. Umsetzungsorientiert werden drei Maßnahmenpakete gebildet. Darin ist der Sollzustand des JSP entsprechend den von Sportconcept in der Vorzugsvariante geplanten Gebäuden und Sportstätten einschl. Rasenheizung die Grundlage.

Maßnahmenpaket 1 wird bei höchster Gewichtung der Wirtschaftlichkeit empfohlen, wenn nur die Stromerzeugung zu 100 % erneuerbar (Eigenstromerzeugung PV ohne Speicher und Netzbezug) erfolgen soll und die Wärmeversorgung vorwiegend mit konventionellem Erdgas erfolgt. Dadurch lassen sich die künftigen Wasser- und Energiekosten im JSP gegenüber der Fortschreibung des Istzustands trotz der geplanten Nutzflächenverdopplung und –intensivierung sowie zusätzlichen Rasenheizung von etwa 354.000 €/a auf 298.000 €/a sogar um etwa 56.000 €/a im Mittel der nächsten 20 Jahre bei Berücksichtigung von 2 % Preissteigerung für Energie/ Wasser reduzieren.

Maßnahmenpaket 2 wird empfohlen, wenn auch die Wärmeversorgung mit Variante 5 zu 100 % erneuerbar mit Biomethan erfolgen soll, was ca. 95.000 €/a höhere Betriebskosten gegenüber Variante 1 bedingen würde. Dadurch würden sich die künftigen Wasser- und Energiekosten im JSP gegenüber der Fortschreibung des Istzustands trotz der geplanten Nutzflächenverdopplung und –intensivierung sowie der zusätzlichen Rasenheizung von etwa 354.000 €/a auf 393.000 €/a um etwa 39.000 €/a im Mittel der nächsten 20 Jahre bei Berücksichtigung von 2 % Preissteigerung für Energie/ Wasser leicht erhöhen.

Maßnahmenpaket 3 wird empfohlen, wenn zusätzlich eine regenerative Stromerzeugung zu 100 % erneuerbar und vorwiegend bis zu 80 % des künftigen Eigenbedarfs vom JSP lokal vorort im Berliner Stadtgebiet erfolgen soll, um den Strombezug aus dem öffentlichen Versorgungsnetz zu reduzieren. Hier würde auch der Landschaftsverbrauch reduziert, da ohnehin zu schaffende Dach- und Fassadenflächen effektiv und Zusatzfunktionen des Stromspeichers genutzt werden könnten. Die Umsetzung von Maßnahmenpaket 3 kann u.U. künftig wesentlich kostengünstiger und wirtschaftlich erfolgen, wenn sich die Installationskosten und Stromgestehungskosten für/mit großen Stromspeichern am Markt im weiteren Zeitverlauf bis zur Maßnahmenplanung und -umsetzung deutlich reduzieren.

	Stand 15.11.2014	Zusammenfassung der Maßnahmen Energetische Betrachtung JSP						
Maß-nahme Nr.	Wärmeversorgung JSP	Investitions-kosten in € brutto inkl. Planung	Endenergie Erdgas für Wärmeversorgung JSP in 2013 Istzustand in MWh/a	Endenergie Erdgas für Verdopplung der Gebäude NGF und neu Einsatz einer Rasenheizung in MWh/a	Erdgaskosten Fortschreibung Istzustand bei 2 % Preissteigerung im Mittel von 20 a	Erdgas/ Biomethankosten im Sollzustand bei 2 % Preissteigerung im Mittel von 20 a	Jährliche Energie-kostenentwicklung trotz Verdopplung der Gebäude-nutzfläche, Rasenheizung und Nutzungs-intensivierung	Bemerkungen
0	Installation bisher nicht vorhandene Rasenheizung Großes Stadion	500.000	0	750	0	47.380	die zusätzlichen Wärmekosten sind in Maßnahme 1 und 2 in den nächsten beiden Zeilen enthalten	Für die Rasenheizung sind bei Umsetzung der Nahwärmevariante vorwiegend variable Brennstoffkosten zu veranschlagen, da überwiegend eine Rücklaufauskühlung der Nahwärme umgesetzt werden kann. Jedoch betragen die Energiekosten für den Betrieb einer Stadionbeheizung für Bestandsanlagen zwischen 1000 bis 2000 €/d. Bei sehr kalter Witterung muss die Rasenheizung mehrere Tage vor einer Veranstaltung in Betrieb gesetzt werden, um eine entsprechende Rasenbespielbarkeit zu erreichen.
1	Variante 1 Vorzugsvariante (hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Erdgas mit 8 % Biomethananteil wie Stadtvertrag) - Installation Nahwärmetrasse von MSH zu den Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2051 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Kapazität für Rasenheizung mit 1000 kW	544.000	2.878	2.050	181.812	129.505	-52.307	Investkosten: 463 m Wärmetrasse erdverlegt (VL/RL enthalten) einschl. Hauseinführung und Wärmeübergabe bis Wärmeverteiler, einschl. 2051 kW installierte Wärmeleistung zu 50 €/kW niedrig bewertet, da Infrastruktur und Systemeinbindung bei Modernisierung Wärmeerzeugung in MSH bereits vorhanden, einschl. Planung 25 %; weiterhin unterstellt - Umsetzung Niedrigstenergiestandard bei Neubauten einschl. Großes Stadion, Bestand nur KII Gebäude
2	Variante 5 Vorzugsvariante alternativ zu Maßnahme 1 mit 100 % regenerativen Energieeinsatz (hinsichtlich Ökologie, nur Biomethan in Kessel & BHKW) - Installation Nahwärmetrasse von MSH zu den Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2051 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Reservekapazität für Rasenheizung mit 1000 kW	544.000	2.878	2.050	181.812	224.143	42.331	Investkosten: 463 m Wärmetrasse erdverlegt (VL/RL enthalten) einschl. Hauseinführung und Wärmeübergabe bis Wärmeverteiler, einschl. 2051 kW installierte Wärmeleistung zu 50 €/kW niedrig bewertet, da Infrastruktur und Systemeinbindung bei Modernisierung Wärmeerzeugung in MSH bereits vorhanden, einschl. Planung 25 %; weiterhin unterstellt - Umsetzung Niedrigstenergiestandard bei Neubauten einschl. Großes Stadion, Bestand nur KII Gebäude/ leichte Kostenerhöhung der Brennstoffkosten gegenüber dem Istzustand wg. 100 % erneuerbarem Brennstoff (Biomethan)
Maß-nahme Nr.	Stromversorgung JSP	Investitions-kosten in € brutto inkl. Planung	Elektroenergie-verbrauch im Istzustand 2013 JSP in MWh/a	Elektroenergie-verbrauch bei Verdopplung der Gebäude NGF und Verdopplung der Nutzung Großes Stadion einschl. Maßnahme 1 oder 2 Wärmeversorgung in MWh/a	Elektroenergie-kosten im Istzustand bei 2 % Preissteigerung im Mittel von 20 a	Elektroenergie-kosten im Sollzustand bei 2 % Preissteigerung im Mittel von 20 a	Jährliche Energie-kostenentwicklung trotz Verdopplung der Gebäude-nutzfläche, Rasenheizung und Nutzungs-intensivierung	Bemerkungen
3	Neuerschließung Stromversorgung JSP	875.000	447	676	114.040	172.563	58.523	komplette Neuerschließungs- und Installationskosten für Elektroenergie einschl. Notstromversorgung Großes Stadion bis Gebäudeübergabe enthalten/ ca. 50 % Mehrbedarf an Elektroenergie ergeben sich v.a. aus einer Nutzungsintensivierung um 100 %, Verdopplung der Gebäudenutzflächen; Einsparungen v.a. im Bereich der Stadionbeleuchtung erschießbar
Maß-nahme Nr.	Stromeigenversorgung JSP	Investitions-kosten in € brutto inkl. Planung	Netzbezug ohne künftige Eigenerzeugung Elektroenergie mit PV JSP in MWh/a	Eigenerzeugung Elektroenergie JSP mit PV ohne/mit Stromspeicher im Sollzustand in MWh/a	Elektroenergie-kosten ohne Eigenstrom-erzeugung bei Netzbezug inkl. 2 % Preissteigerung im Mittel von 10 a	Elektroenergie-kosten für erzeugten Eigenstrom mittels PV bei 12 cent (ohne Speicher) 28 cent (mit Speicher)/kWh Stromgestehungs-kosten	Energiekosten-entwicklung durch Eigenstrom-erzeugung in €/a	Bemerkungen
4	Eigenstromerzeugung über Fotovoltaik bei optimierter Wirtschaftlichkeit ohne Stromspeicher	320.000	186	186	47.453	22.320	-25.133	PV-Anlage mit 186 kWpeak mit Dachflächenbedarf von 1.651 m2 ausgelegt am Lastbedarf des JSP im Sollzustand tagsüber im jahreszeitlichen Übergangsbereich
5	Eigenstromerzeugung über Fotovoltaik bei optimierter Wirtschaftlichkeit mit Stromspeicher	3.000.000	600	600	153.073	168.000	14.927	PV-Anlage mit 620 kWpeak mit Dachflächenbedarf von 6400 m2 ausgelegt am Tagesbedarf gesamt im Übergangsbereich einschl. Nacht- und Veranstaltungsbetrieb, Stromspeicher noch nicht wirtschaftlich und ausgereift, deshalb hohe Stromgestehungskosten von 28 cent/kWh bzw. 2,25 Mio. € Invest für Stromspeicher angesetzt (kann 2018 deutlich niedriger sein); Randbedingung: Stromeinspeisung des erzeugten PV - Stroms ohne Bedarfsanpassung in das öffentliche Versorgungsnetz wird nicht mehr wirtschaftlich sein

Maß-nahme Nr.	Wasserversorgung JSP	Investitions- kosten in € brutto inkl. Planung	Trinkwasser- verbrauch für Gebäude- und Sprengwasser- nutzung im JSP 2013 Istzustand	Trinkwasserbedarf JSP in m3/a für Gebäude- /Sanitärnutzung, Sprengwasser und Löschwasser im Sollzustand	Wasserkosten im Istzustand Basis Preise 2013	Wasserkosten im Sollzustand Basis Preise 2013 bei 20.000 m2 zusätzliche Dachfläche einschl. Niederschlagsentgelt	Jährliche Wasser- kostenentwicklung trotz Verdopplung der Gebäude-nutzfläche und Nutzungs- intensivierung	Bemerkungen
6	Neuinstallation der Trinkwasser, Löschwasserver- und Abwasserentsorgung JSP	380.000	13.379	15.000	58.400	105.955	47.555	Mehrkosten der Wasserversorgung im Sollzustand ergeben sich zunächst aus 20.000 m2 zusätzlicher Dachfläche und dem entsprechenden Niederschlagsentgelt, trotz Nutzungsintensivierung sollte über Effizienzmaßnahmen der Trinkwasserverbrauch im Sanitärbereich nicht ansteigen.
7	Regenwassererfassung für 2 Anlagen mit Filterung, Rückhaltung, Regenwasserspeicher, Löschwasserspeicher und Versickerung für Großes Stadion/ neue Sporthalle	1.030.000					-67.365	"2 Stück Stapelbehälter mit je 1 Zisterne mit 400 m³ Löschwasser + je 1 * 400 m³ Regenspeicher/Regenrückhaltung übereinander gestapelt Baumaße LxBxH = 27x6x6,9 m" Vorschacht, Filterung, Rückhaltung Verrohrung für Erfassung und Regenwassertransport zu den beiden Speichern Tiefbau Speicher Versickerung Überlauf Regenwasserfilterung und -förderung zum und im Gebäude durch entsprechende Verrohrung und Pumpen für sanitäre Zwecke für zwei Anlagen (ohne Verrohrung sanitär im Gebäude) Regenwasserfilterung und -förderung im Aussenbereich durch entsprechende Verrohrung und Pumpen für Bewässerungszwecke für zwei Anlagen
8	Regenwassererfassung für 1 Anlage mit Filterung, Rückhaltung, Regenwasserspeicher und Versickerung für Kleines Stadion/ Tennis/ Gastronomie	201.000					-17.109	1 Stück 200 m³ Regenspeicher Vorschacht, Filterung, Rückhaltung Verrohrung für Erfassung und Regenwassertransport zu den beiden Speichern Tiefbau Speicher Versickerung Überlauf Regenwasserfilterung und -förderung zum und im Gebäude durch entsprechende Verrohrung und Pumpen für sanitäre Zwecke für zwei Anlagen (ohne Verrohrung sanitär im Gebäude) Regenwasserfilterung und -förderung im Aussenbereich durch entsprechende Verrohrung und Pumpen für Bewässerungszwecke
Maß-nahme Nr.	mögliche Maßnahmenpakete 1-3	Investitions- kosten in € brutto inkl. Planung			Istzustand Fortschreibung Istzustand mit Erdgas, Strom und wasserkosten bei 2% Preissteigerung im Mittel von 20 a	Sollzustand mit Erdgas, Strom und Wasserkosten bei 2% Preissteigerung im Mittel von 20 a	Entwicklung der verbrauchs- gebundenen Kosten (Erdgas, Strom, Wasser) in €/a Istzustand/ Sollzustand bei Umsetzung der Investitionen	entscheidungsrelevante Aspekte / Vorteile / Nachteile / Auswirkungen des jeweiligen Maßnahmenpaketes
0+1+3 +4+6+ 7+8	Paketsumme <u>Erneuerung der Wärme-, Strom- und Wasserver-/entsorgung einschl. Maßnahme 1 zur Wärmeversorgung</u> (Wärmeversorgung nur gering- anteilig erneuerbar, Stromerversorgung 100% erneuerbar)	3.850.000			354.252	298.316	-55.936	die aufgeführten Investitionen sind vorwiegend nutzungsintensivierungs- und modernisierungsbedingt, erneuerungs- und instandsetzungsbedingt sowie zur Optimierung des Ressourceneinsatzes erforderlich, trotz nahezu Verdopplung der NGF, Verdopplung der Nutzungsintensität und einschl. zusätzlicher Rasenheizung ist gegenüber dem Istzustand insgesamt sogar eine Reduzierung der verbrauchsgebundenen Kosten für Wärme, Strom und Wasser möglich
0+2+3 +4+6+ 7+8	Paketsumme <u>Erneuerung der Wärme-, Strom- und Wasserver-/entsorgung einschl. Maßnahme 2 zur Wärmeversorgung</u> (Wärme- und Stromversorgung 100 % erneuerbar)	3.850.000			354.252	392.954	38.702	die aufgeführten Investitionen sind vorwiegend nutzungsintensivierungs- und modernisierungsbedingt, erneuerungs- und instandsetzungsbedingt sowie zur Optimierung des Ressourceneinsatzes erforderlich, trotz 100 % erneuerbare Wärme- und Stromversorgung, eine nahezu Verdopplung der NGF, einer Verdopplung der Nutzungsintensität und einschl. zusätzlicher Rasenheizung ist gegenüber dem Istzustand insgesamt eine neutrale Entwicklung der verbrauchsgebundenen Kosten für Wärme, Strom und Wasser möglich
0+2+3 +5+6+ 7+8	Paketsumme <u>Erneuerung der Wärme-, Strom- und Wasserver-/entsorgung einschl. Maßnahme 2 zur Wärmeversorgung</u> (Wärme- und Stromversorgung 100 % erneuerbar und Stromerzeugung mit hohem Anteil lokal vorort)	6.530.000			354.252	433.014	78.762	die aufgeführten Investitionen sind vorwiegend nutzungsintensivierungs- und modernisierungsbedingt, erneuerungs- und instandsetzungsbedingt sowie zur Optimierung des Ressourceneinsatzes erforderlich, bei 100 % erneuerbarer Wärme- und Stromversorgung (dabei Stromerzeugung zu 80 % vorort mit Stromspeicher), eine nahezu Verdopplung der NGF, einer Verdopplung der Nutzungsintensität und einschl. zusätzlicher Rasenheizung ist gegenüber dem Istzustand insgesamt erhöhte Entwicklung der verbrauchsgebundenen Kosten für Wärme, Strom und Wasser zu verzeichnen (Stromspeicher noch nicht wettbewerbsfähig, positive Entwicklung innerhalb der nächsten 5 Jahre möglich)

	Stand 18.11.2014 / 2017 bzgl. Wärmevers.	Kostengruppe 400 Bauwerk Technische Anlagen, Angaben in € einschl. 19 % MWSt. mit Planung					Zuordnung Bauabschnitte						
Maßnahme Nr.	Maßnahmen	410 Abwasser, Wasser-, Gasanlagen	420 Wärmeversorgungs- anlagen	440 Starkstromanlagen	700 Planung/ Nebenkosten	Summe	1	2	3	4	5	6	
0	Installation bisher nicht vorhandene Rasenheizung Großes Stadion		400.000,00		100.000,00	500.000	500.000,00						
1 oder 2	Wärmeversorgung; Variante 1 Vorzugsvariante (hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Erdgas mit 8 % Biomethananteil wie Stadtvertrag) - Installation Nahwärmetrasse von MSH zu den Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2051 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Reservekapazität für Rasenheizung mit 1000 kW oder Variante mit Biomethan		395.390,00		98.847,50	494.238	261.945,88	34.596,63	163.098,38	34.596,63			
3	Neuerschließung Stromversorgung JSP			700.000,00	175.000,00	875.000	612.500,00	65.625,00	131.250,00	65.625,00			
4	Eigenstromerzeugung über Fotovoltaik bei optimierter Wirtschaftlichkeit ohne Stromspeicher			266.666,67	53.333,33	320.000	320.000,00						
5	Eigenstromerzeugung über Fotovoltaik bei optimierter Wirtschaftlichkeit mit Stromspeicher			2.500.000,00	500.000,00	3.000.000	3.000.000,00						
6	Neuinstallation der Trinkwasser, Löschwasserver- und Abwasserentsorgung JSP	304.000,00			76.000,00	380.000	228.000,00	30.400,00	76.000,00	30.400,00	7.600,00	7.600,00	
7	Regenwassererfassung für 2 Anlagen mit Filterung, Rückhaltung, Regenwasserspeicher, Löschwasserspeicher und Versickerung für Großes Stadion/ neue Sporthalle	966.840,00			193.368,00	1.160.208	1.160.208,00						
8	Regenwassererfassung für 1 Anlage mit Filterung, Rückhaltung, Regenwasserspeicher und Versickerung für Kleines Stadion/ Tennis/ Gastronomie	167.500,00			33.500,00	201.000		160.800,00		40.200,00			
0+1+3+4+6 +7+8	Maßnahmenpaket 1 mit Erneuerung der Wärme-, Strom- und Wasserver-/entsorgung einschl. Maßnahme 1 mit Variante 1 zur Wärmeversorgung (Wärmeversorgung nur gering-anteilig erneuerbar), Stromerversorgung 100% erneuerbar mit PV Eigenstromerzeugung ohne Speicher, Regenwassernutzung	1.438.340	795.390	966.667	730.049	3.930.446	2.320.708	291.422	370.348	170.822	7.600	7.600	3.168.500
0+2+3+4+6 +7+8	Maßnahmenpaket 2 mit Erneuerung der Wärme-, Strom- und Wasserver-/entsorgung einschl. Maßnahme 2 mit Variante 5 zur Wärmeversorgung (Wärmeversorgung zu 100 % erneuerbar), Stromversorgung 100 % erneuerbar mit PV Eigenstromerzeugung (Anteil ca. 20% JSP Strombedarf) ohne Speicher, Regenwassernutzung	1.438.340	795.390	966.667	730.049	3.930.446	2.320.708	291.422	370.348	170.822	7.600	7.600	3.168.500
0+2+3+5+6 +7+8	Maßnahmenpaket 3 mit Erneuerung der Wärme-, Strom- und Wasserver-/entsorgung einschl. Maßnahme 2 mit Variante 5 zur Wärmeversorgung (Wärmeversorgung zu 100 % erneuerbar), Stromversorgung 100 % erneuerbar mit PV Eigenstromerzeugung (Anteil bis zu 80% des JSP - Strombedarfs) mit Stromspeicher, Regenwassernutzung	1.438.340	795.390	3.200.000	1.176.716	6.610.446	5.762.654	291.422	370.348	170.822	7.600	7.600	6.610.446

notwendige
Entscheidung
en

Zustimmung
zu dieser
vorgeschlagen
en Variante?

ohne oder mit
Stromspeicher
?

notwendige
Entscheidung
en

Zustimmung
zu dieser
vorgeschlagen
en Variante?

ohne oder mit
Stromspeicher
?

Abschätzung des Nutzungspotentials der Fotovoltaik (PV) im JSP	Dach-/Fassadenflächen für PV - Nutzung einbezogen überschlägig in m ²	Mögliche installierte P _v peak - Leistung in kW	Vollbenutzungsstunden pro Jahr	Mögliche Stromerzeugung in kWh/a	Quelle
Dachfläche des Großen Stadions mit Südausrichtung gesamt	4.000	450	1.000	450.000	Dachfläche Sportconcept; 150 Wpeak/m ² ; 75 % der Fläche nutzbar
Dachfläche des Großen Stadions mit Ostausrichtung gesamt	5.000	469	850	398.438	Dachfläche Sportconcept; 125 Wpeak/m ² ; 75 % der Fläche nutzbar
Dachfläche des Großen Stadions mit Westausrichtung gesamt	5.000	469	850	398.438	Dachfläche Sportconcept; 125 Wpeak/m ² ; 75 % der Fläche nutzbar
Dachfläche Büroturm/Sporthalle (ohne Innenhof) mit Südausrichtung Kollektoren	1.400	158	1.000	157.500	Dachfläche Sportconcept; 150 Wpeak/m ² ; 75 % der Fläche nutzbar
Fassadenfläche Sporthalle und Verwaltung	2.000	150	750	112.500	Fassadenfläche Sportconcept; 100 Wpeak/m ² ; 75 % der Fläche nutzbar
Summe	17.400	1.695		1.516.875	

Variante 1 PV - Anlage vorrangig zur Eigenstromversorgung <u>ohne</u> Stromspeicher					
Randbedingung: nach EEG 2014: Netzeinspeisung PV Strom für Neuanlagen ist nicht mehr wirtschaftlich mit den Einspeisevergütungen; Wirtschaftlichkeit nur noch bei Anlagen zur Eigenstromerzeugung erreichbar, trotz Belastung des eigenerzeugten Strom mit 40% der EEG - Umlage ab 2016					
weitere Bedingung für PV - Eigenstromerzeugungsanlagen ohne Stromspeicher: Gleichzeitigkeit von Eigenstromerzeugung und Eigenstrombedarf muss gesichert sein					
Überschlägige Ermittlung Wirkleistungsbedarf im künftigen JSP bei Vorliegen von Gleichzeitigkeit hoher Einstrahlung (tagsüber von April bis September eines Jahres) und Bedarf	Wirkleistungsbedarf in kW	Bemerkung			
Last JSP tagsüber MS-seitig entsprechend Lastgang Stromnetz Berlin GmbH 2013 (beinhaltet den Bestand an Gebäuden und KII Gebäude)	35 bis 50 kW				
Zuschlag für zusätzliche Nutzungen JSP					
2 * 3 Feldsporthalle	15 kW				
Großes Stadion mit RLT und komplexer Haustechnik außerhalb des Veranstaltungsbetriebs	30 kW				
Gastronomie	10 kW				
Büro und sonstige Nutzungen	15 kW				
Summe künftiger Wirkleistungsbedarf unter obiger Bedingung (Gleichzeitigkeit)	105 bis 130 kW				
Dimensionierung PV-Anlage ohne Stromspeicher zur Abdeckung Lastbedarf zur Eigenstromabdeckung Grundlast tagsüber in kWpeak (Bedarf 70 % der Nennlast)	186				
Dachflächenbedarf überschlägig bei Südausrichtung in m ²	1.651				
Jährliche Stromerzeugung PV bei 1000 kWh Ertrag/kWpeak installierte Leistung	185.714	kWh/a vorrangig als Eigenstrom nutzbar			
Investitionskosten PV Anlage bei 1200 €/kWpeak netto einschl. 20 % Planung in € brutto	318.730 €				
Amortisationszeitraum unter gegenwärtigen Rahmenbedingungen	10 bis 15 a				
Schlussfolgerung					
Belegung einer Dachfläche mit Südausrichtung des Großen Stadions oder u.U. der Dachfläche der Sporthalle wäre für einer PV - Anlage ohne Stromspeicher zur Eigenstromversorgung ausreichend dimensioniert, u.U. höherer Eigenstromanteil mit je einem PV - Modul - Feld in Ost- und Westausrichtung zu realisieren bei ausreichend verfügbarer Dachfläche zu realisieren					

Variante 2 PV - Anlage vorrangig zur Eigenstromversorgung mit Stromspeicher					
Überschlägige Ermittlung Wirkleistungsbedarf im künftigen JSP bei Veranstaltungs- und Spielstättenbetrieb im Zeitraum hoher Einstrahlung (tagsüber von April bis September eines Jahres) zur Speicherdimensionierung Kapazität 1 Tag	Wirkleistungsbedarf in kW				
Summe künftiger Wirkleistungsbedarf tagsüber Last bei entsprechender Einstrahlung	105 bis 130 kW				
Dimensionierung PV-Anlage ohne Stromspeicher zur Abdeckung Lastbedarf zur Eigenstromabdeckung Grundlast tagsüber in kWpeak (Bedarf 70 % der Nennlast)	186	Zeitraum	Bemerkung		
Derzeitiger Spitzenlastbedarf bei Veranstaltungsbetrieb im Großen Stadion, Beleuchtung sonstiger Sportstätten einschl. sonstigen Bedarfs	400 bis 900 kW	3 bis 5 h			
Künftiger optimierter Spitzenlastbedarf bei Veranstaltungsbetrieb im Großen Stadion, Beleuchtung sonstiger Sportstätten einschl. sonstigen Bedarfs	400 bis 600 kW	4 bis 5 h	ohne Betrieb Großwärmepumpen für die Rasenheizung		
verbleibender nächtlicher Bedarf	105 bis 130 kW	7 bis 8 h	Beleuchtung, Pumpen etc.		
Überschlag erforderliche nutzbare Speicherkapazität in kWh/d basierend auf Untergrenze Lastbedarf bei Veranstaltungsbetrieb	2.440	nächtlicher Bedarf bei Veranstaltungsbetrieb			
Zusätzliche PV-Anlagenkapazität zur Speicherbeladung in kWpeak	532	Systemwirkungs-grad PV-/ Speichersystem 85 %	Ansatz 5,4 kWh/kWpeak installiert Tagesertrag		
Zusätzlicher Dachflächenbedarf bei Einsatz eines Stromspeichers überschlägig bei Südausrichtung in m2	4.725				
PV-Anlagenkapazität einschl. Speicherbeladung gesamt in kWpeak	588				
Dachflächenbedarf PV gesamt bei Einsatz eines Stromspeichers überschlägig bei Südausrichtung in m2	6.376				
Jährliche Stromerzeugung PV bei 1000 kWh Ertrag/kWpeak installierte Leistung	588.190	kWh/a vorrangig als Eigenstrom nutzbar			
Investitionskosten PV Anlage ohne Stromspeicher bei 1100 €/kWpeak netto einschl. 20 % Planung in € brutto	980.179	€			
nutzbare Stromgroßspeicherkapazität	1000 bis 2000	kWh	Stromspeicher u.U. auch zum Lastmanagement und zur Zwischenspeicherung reg. Strom im Winterhalbjahr durch ein EVU nutzbar		
Amortisationszeitraum unter gegenwärtigen Rahmenbedingungen	derzeit nicht möglich				
Investitionskosten Stromgroßspeicher bei 1200 €/kWh nutzbar netto einschl. 20 % Planung in € brutto	1,5 bis 3 Mio. €				
Schlussfolgerung					
Belegung der Dachfläche mit Südausrichtung des Großen Stadions und zusätzlich u.U. der Dachfläche der Sporthalle wäre für eine oder 2 PV - Anlagen einschl. eines Stromgroßspeichers zur Eigenstromversorgung, überschlägig ausreichend dimensioniert, Eigenstromanteil kann mit der Nutzung von Dachflächen in Ost/Westausrichtung u.U. erhöht werden, künftige technische- und Preisentwicklung bei Stromgroßspeichern bleibt abzuwarten					

2014: Die verfügbaren künftigen Dachflächen von etwa 19.400 m² (Dachfläche gr. Stadion ca. 18.000 m² + Dachfläche Büroturm ca. 1.400 m²) (ggf. Reserve bei MSH mit 8.000 m²) sind geeignet, den gesamten Sprengwasserbedarf für das Große Stadion und die Kunstrasenplätze in Höhe von 7.500 bis 10.000 m³/a zu decken.

Überschlägige Ermittlung der Investitionskosten	Kosten in € (brutto)	
2 Stück Stapelbehälter mit je 1 Zisterne mit 400 m ³ Löschwasser + je 1 * 400 m ³ Regenspeicher/Regenrückhaltung übereinander gestapelt Baumaße LxBxH = 27x6x6,9 m	499.800	
Vorschacht, Filterung, Rückhaltung	53.800	
Verrohrung für Erfassung und Regenwassertransport zu den beiden Speichern	47.600	
Tiefbau Speicher	114.240	
Versickerung Überlauf	120.000	
Regenwasserfilterung und -förderung zum und im Gebäude durch entsprechende Verrohrung und Pumpen für sanitäre Zwecke für zwei Anlagen (ohne Verrohrung sanitär im Gebäude)	47.600	
Regenwasserfilterung und -förderung im Aussenbereich durch entsprechende Verrohrung und Pumpen für Bewässerungszwecke für zwei Anlagen	23.800	
UV 5 %	60.000	
Summe Investitionskosten in € (brutto)	966.840	
Planungskosten in € (brutto) 20 %	193.368	
Summe gesamt	1.160.208	
eingesparte Investitionskosten für Verrohrung Regenwasser zur Erfassung und Ableitung in Mischwasserkanal	100.000	
eingesparte Investitionskosten für 4 Hydranten einschl. Verrohrung	30.000	
Summe einschl. Investitionskosteneinsparungen	1.030.208	
kapitalgebundene Kosten (Annuität 4 % Kalkulationszins, 30 Jahre mittlere Nutzungsdauer)	56.769	
Jährliche Betriebskosten für die Regenwassernutzung für Wartung und Reinigung 0,5 % der Investitionskosten pro Jahr	4.834	
der Investition zurechenbare Einsparung an Niederschlagsentgelt für erfasste Dachflächen bei Zisterne + 100 % Versickerung aus Überlauf in €/a	43.068	(Preis Niederschlagsentgelt = 1,825 €/m ² 2013) einschl. 2 % Preissteigerung mit 2,22 €/m ² im Mittel von 20 a
Vermiedene Kosten Trinkwasserbezug einschl. Grundpreis anteilig zur Sprengwassernutzung in €/m ³ brutto	21.131	(Preis TW-Bezug = 1,695 €/m ³ zzgl. 7% MwSt. + Grundpreis anteilig 2013) einschl. 2 % Preissteigerung im Mittel von 20 a mit 2,20 €/m ³ und Grundpreis von 3416 €/a anteilig zwei Drittel
Vermiedene Kosten Grundpreis Trinkwasserbezug durch Kleinerdimensionierung Hauptwasserzähler um zwei Nennweiten aufgrund von Löschwassernutzung in €/a brutto	8.000	
Kosteneinsparpotential gesamt einschl. Betriebskosten, ohne Kapitalgebundene Kosten in €/a	67.365	
Amortisationszeitraum	14 bis 18 a	

erdgasbasierende Nahwärmeversorgung als auch für die Fernwärmeversorgung aufgrund der aktuell deutlich günstigeren Arbeitsbasispreise für Erdgas und für Fernwärme reduziert. Es wurde weiterhin mit einer Preissteigerung von 2 % über eine Nutzungsdauer von 20 a gerechnet. Sollte künftig neben einer Verknappung und Verteuerung eine stärkere Besteuerung der fossilen Energieträger Erdgas und - für die Erzeugung von Fernwärme eintreten (derzeit nicht absehbar, erneute Überprüfung während der künftigen TGA – Planung erforderlich), ist u.U. hier mit deutlich höheren Wärmegestehungskosten zu rechnen. Auf der Basis aktueller Preise hat sich jedoch seit 2014 die Wirtschaftlichkeit der fossil basierenden Wärmeversorgung gegenüber der erneuerbaren Versorgung verbessert. Das ist als nicht nachhaltig und nicht im Sinne des Klimaschutzes zu bewerten. Künftig könnte sich der Abstand zu den nachfolgend dargestellten, regenerativ basierenden Varianten (Strom, Biomethan/-erdgas) jedoch wieder deutlich reduzieren.

Die Kostenansätze für den Energieträger (Biomethan, Strom erneuerbar) wurden gegenüber 2014 beibehalten, nur die Investitionskosten an die laufende Entwicklung angepasst. Die Biomethanvariante hat den Vorteil, dass in der Anlagentechnik eigentlich Erdgas eingesetzt wird - nur nicht aus fossiler sondern regenerativer Herkunft/Erzeugung, was eine hohe Flexibilität entsprechend der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für den künftigen Betreiber erlaubt (Umstellung auf konventionelles Erdgas jederzeit technisch möglich). Auch die Entwicklung im Bereich Power to Gas ist eine Zukunftsoption für die regenative Wärmeversorgung, wenn ausreichend Effizienzpotentiale bei den zu versorgenden Gebäuden erschlossen wurden.

angenommene Energiebezugsfläche Tribünengebäude, beheizte NGF: 6.000 m²

Ermittlung der jährlichen Investitionskosten zur künftigen Wärmeversorgung im JSP unter Einbeziehung der MSH; Variantenvergleich (nur überschlägige Darstellung auf der Basis aktueller Preise; für genaue Ermittlung der Wirtschaftlichkeit ist HOAI Planung erforderlich! Ohne Einbeziehung der Investitionskosten ab Wärmeverteiler mit hausseitigen Heiz- und Regelkreisen; **2200 kW Heizlast Endenergie** einschl. Rasenheizung) Stand: 30.11.2017

Variante 1 Vorzugsvariante (hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Erdgas wie Stadtvertrag) - Installation Nahwärmetrasse von MSH zu den Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2200 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Reservekapazität für Rasenheizung mit 1000 kW			Variante 2 Alternativvariante (hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Erdgas wie Stadtvertrag) - Installation Einzelkesselversorgungen in Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2200 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW -Wärmeerzeugung) einschl. Kapazität für Rasenheizung mit 1000 kW			Variante 3 Alternativvariante (hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Fernwärme wie Stadtvertrag) - Installation Fernwärmeanschluss für Gebäude Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2200 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Kapazität für Rasenheizung mit 1000 kW			Variante 4 Alternativvariante (hinsichtlich Ökologie, nur Biomethan in Kessel & BHKW, GWP mit PV /Windstrom) - Installation Nahwärmetrasse von MSH zu den Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2200 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Reservekapazität für Rasenheizung			Variante 5 Vorzugsvariante (hinsichtlich Ökologie, nur Biomethan in Kessel & BHKW) - Installation Nahwärmetrasse von MSH zu den Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2200 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW -Wärmeerzeugung) einschl. Reservekapazität für Rasenheizung mit 1000 kW		
Investitionskosten	Investitionen	Kosten in € brutto einschl. 19% MwSt	Investitionen	Kosten in € brutto einschl. 19% MwSt	Investitionen	Kosten in € brutto einschl. 19% MwSt	Investitionen	Kosten in €	Investitionen	Kosten in € brutto einschl. 19% MwSt				
	Installation 513 m erdverlegte Wärmetrassen von MSH zu den einzelnen Gebäuden des JSP einschl. zentrale Heizungswasseraufbereitung und zentrale Vorregelung	243.100,00	Installationskosten Wärmeerzeuger für Brennwertkessel, Erdgaszuführung, Abgas, Heizung, Kesselsteuerung, separate Heizungswasser-aufbereitung jeweils separat in den einzelnen Häusern in € brutto JSP	248.050,00	Von Vattenfall geforderter Anschlussbeitrag an Fernwärmenetz für 350 m Fernwärmetrasse von Gleimstr. zum Großen Stadion einschl. Übergabestation	500.000,00	Installation 513 m erdverlegte Wärmetrassen von MSH zu den einzelnen Gebäuden des JSP einschl. zentrale Heizungswasseraufbereitung und zentrale Vorregelung	243.100,00	Installation 513 m erdverlegte Wärmetrassen von MSH zu den einzelnen Gebäuden des JSP einschl. zentrale Heizungswasseraufbereitung und zentrale Vorregelung	243.100,00				
	Hauseinführung und Wärmeübergabe bis Wärmeverteiler	33.902,00	Zusätzliche Stellfläche Kessel und Einbindung einschl. Erstellungskosten 1000 €/m2 in den Gebäuden	68.860,00	Installation 313 m erdverlegte Wärmetrassen vom Großen Stadion zu den einzelnen Gebäuden des JSP einschl. zentrale Heizungswasseraufbereitung und zentrale Vorregelung, Fernwärmeübergabe erfolgt durch Vattenfall am Großen Stadion mit einer Übergabe, hier weitere Verteilung und Installationen angesetzt	132.000,00	Hauseinführung und Wärmeübergabe bis Wärmeverteiler	33.902,00	Hauseinführung und Wärmeübergabe bis Wärmeverteiler	33.902,00				
			Brennwertkessel 1000 kW für Rasenheizung einschl. Erdgaszuführung, Abgas, Heizung, Kesselsteuerung, separate Heizungswasseraufbereitung Gebäude Großes Stadion	132.000,00			GW-WP mit 1000 kW Wärmeleistung und 100 kW Kälteleistung	1.320.000,00						
	zusätzliche Wärmeleistung über Brennwertkessel und BHKW in MSH mit 2200 kW niedrig bewertet mit 80€/kW, da Systemeinbindung vorhanden	176.000,00	300 m Erdgastrasse zu den einzelnen Gebäuden einschl. Hauseinführung	55.000,00	Hauseinführung und Wärmeübergabe bis Wärmeverteiler	27.500,00	zusätzliche Wärmeleistung über Brennwertkessel und BHKW in MSH mit 2200 kW niedrig bewertet mit 80€/kW, da Systemeinbindung vorhanden	176.000,00	zusätzliche Wärmeleistung über Brennwertkessel und BHKW in MSH mit 2200 kW niedrig bewertet mit 80€/kW, da Systemeinbindung vorhanden	176.000,00				
	Summe Investition brutto	453.002,00	Summe Investition brutto	503.910,00	Summe Investition brutto	659.500,00	Summe Investition brutto	1.773.002,00	Summe Investition brutto	453.002,00				
	Planung 25 %	113.250,50	Planung 25 %	125.977,50	Planung 25 %	23.760,00	Planung 20 %	354.600,40	Planung 25 %	113.250,50				
	Summe Investition brutto einschl. Planung	566.252,50	Summe Investition brutto einschl. Planung	629.887,50	Summe Investition brutto einschl. Planung	683.260,00	Summe Investition brutto einschl. Planung	2.127.602,40	Summe Investition brutto einschl. Planung	566.252,50				
Summe Investition brutto einschl. Planung einschl. 10 % UV	622.877,75	Summe Investition brutto einschl. Planung einschl. 10 % UV	692.876,25	Summe Investition brutto einschl. Planung einschl. 5 % UV	717.423,00	Summe Investition brutto einschl. Planung einschl. 10 % UV	2.340.362,64	Summe Investition brutto einschl. Planung einschl. 10 % UV	622.877,75					

Variante 1 Vorzugsvariante (hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Erdgas wie Stadtvertrag) - Installation Nahwärmetrasse von MSH zu den Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2200 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Reservekapazität für Rasenheizung mit 1000 kW		Variante 2 Alternativvariante (hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Erdgas wie Stadtvertrag) - Installation Einzelkesselversorgungen in Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2200 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW -Wärmeerzeugung) einschl. Kapazität für Rasenheizung mit 1000 kW		Variante 3 Alternativvariante (hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Fernwärme wie Stadtvertrag) - Installation Fernwärmeanschluss für Gebäude Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2200 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Kapazität für Rasenheizung mit 1000 kW		Variante 4 Alternativvariante (hinsichtlich Ökologie, nur Biomethan in Kessel & BHKW, GWP mit PV/Windstrom) - Installation Nahwärmetrasse von MSH zu den Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2200 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW - Wärmeerzeugung) einschl. Reservekapazität für Rasenheizung		Variante 5 Vorzugsvariante (hinsichtlich Ökologie, nur Biomethan in Kessel & BHKW) - Installation Nahwärmetrasse von MSH zu den Gebäuden Großes Stadion, Sporthalle/Verwaltung, KII Gebäude mit insgesamt 2200 kWtherm. Kapazität (Kessel- und BHKW -Wärmeerzeugung) einschl. Reservekapazität für Rasenheizung mit 1000 kW		
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%	45.832,59	kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%	50.983,22	kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%	52.789,42	kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%	172.208,56	kapitalgebundene Kosten bei einer Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%	45.832,59
	kapitalgebundene Kosten bei eine Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%, Annahme Investitionskosten-zuschuss 30%	32.082,81	kapitalgebundene Kosten bei eine Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%, Annahme Investitionskosten-zuschuss 30%	35.688,25	kapitalgebundene Kosten bei eine Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%, Annahme Investitionskosten-zuschuss 30%	36.952,59	kapitalgebundene Kosten bei eine Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%, Annahme Investitionskostenzuschuss 50%	86.104,28	kapitalgebundene Kosten bei eine Nutzungsdauer von 20 a annuitätisch, Verzinsung 4%, Annahme Investitionskostenzuschuss 50%	22.916,30
	Betriebsgebundene Kosten Summe in €/a brutto	14.758,80	Betriebsgebundene Kosten Summe in €/a brutto	20.393,24	Betriebsgebundene Kosten Summe in €/a brutto	5.567,12	Betriebsgebundene Kosten Summe in €/a brutto	23.566,82	Betriebsgebundene Kosten Summe in €/a brutto	11.644,41
	Verbrauchsgebundene Kosten Summe in €/a brutto (Erdgas fossil, aktuelle Preise zzgl. 2 % Preissteigerung für 20 a)	117.260,00	Verbrauchsgebundene Kosten Summe in €/a brutto (Erdgas fossil, aktuelle Preise zzgl. 2 % Preissteigerung für 20 a)	117.260,00	Verbrauchsgebundene Kosten Summe in €/a brutto (Fernwärme Vattenfall, aktuelle Preise zzgl. 2 % Preissteigerung pro a für 20 a)	186.187,87	Verbrauchsgebundene Kosten Summe in €/a brutto (Biomethan,-erdgas, aktuelle Preise zzgl. 2 % Preissteigerung pro a für 20 a)	172.570,14	Verbrauchsgebundene Kosten Summe in €/a brutto	223.675,00
	Summe jährliche Gesamtkosten ohne Investitionskostenzuschuss	177.851,39	Summe jährliche Gesamtkosten ohne Investitionskostenzuschuss	188.636,46	Summe jährliche Gesamtkosten ohne Investitionskostenzuschuss	244.544,41	Summe jährliche Gesamtkosten ohne Investitionskostenzuschuss	368.345,52	Summe jährliche Gesamtkosten ohne Investitionskostenzuschuss	281.152,00
	Summe Jährliche Gesamtkosten bei Investitionskostenzuschuss 40%	164.101,61	Summe Jährliche Gesamtkosten bei Investitionskostenzuschuss 40%	173.341,49	Summe Jährliche Gesamtkosten bei Investitionskostenzuschuss 40%	228.707,58	Summe Jährliche Gesamtkosten bei Investitionskostenzuschuss 40%	282.241,24	Summe Jährliche Gesamtkosten bei Investitionskostenzuschuss 40%	258.235,71

Vorteile/Nachteile	Nahwärmevariante von der MSH unter Optimierung des dortigen BHKW und der Wärmeerzeugung eindeutig die wirtschaftlichste Variante und gleichzeitig ökologisch sinnvolle Variante, da künftig Brennwertnutzung an BHKW und Kesseln möglich und sehr hoher Jahresnettonutzungsgrad BHKW > 90 % möglich (besser als KWK Anlagen von Vattenfall)	Relativ hohe Investitionskosten und betriebs- sowie verbrauchsgebundene Kosten, da einzelne Wärmeerzeugungsanlagen	hoher Investitionsaufwand im Vergleich aller Varianten, da Vattenfall für neuen Fernwärmeanschluss bis Übergabe Großes Stadion hohe Anschlusskosten fordert und zusätzlich hohe Leistungskosten bezahlt werden müssen	Weitere Untersuchungen für Einsatz der GW-WP erforderlich, jedoch sehr hoher Investitionsaufwand bei geringen Vollbenutzungstunden einer Rasenheizung, sommerlicher Kühlbedarf ist gering und sollte zuerst baulich minimiert werden	relativ geringer Investitionsaufwand wie Variante 1, aber hohe Bioerdgasbeschaffungskosten (8,0 cent/kWh gegenüber 5,2 cent/kWh)
	Aufwand für Nahwärmetrasse vertretbar gegenüber Fernwärme und Erdgas dezentral in Kesseln	zusätzlicher Flächenbedarf	primärenergetisch günstig wg. PE Faktor Vattenfall/ Primärenergiezurechnung erfolgt hauptsächlich dem Strom, Jahresnutzungsgrad der KWK Anlagen bei Vattenfall nicht bekannt	Investitionskostenzuschuss von 50 % erforderlich	Bioerdgas kann auch anteilig mit Erdgas kombiniert werden wie im Stadtvertrag (8 %) schon üblich
	hauptsächlich fossile Energieträger werden eingesetzt, jedoch auch 100 % Biomethan mit Bioerdgas möglich - vgl. Variante 5 - hohe Flexibilität bei entsprechender Vertragsgestaltung	hauptsächlich fossile Energieträger werden eingesetzt	hauptsächlich fossile Energieträger werden eingesetzt	100 % erneuerbare Wärmeerzeugung	100 % erneuerbare Wärmeerzeugung
	Erschließung von erheblichen Effizienzvorteilen bei Zusammenlegung Energiebedarf MSH und JSP möglich	Gaspreis schwankungsanfällig, da nur eine Preiskomponente	geringe Flexibilität wg. Vertragsbindung	Preisstabilität bei weiterem Anstieg fossiler Energieträger	Preisstabilität bei weiterem Anstieg fossiler Energieträger
	Gaspreis schwankungsanfällig, da nur eine Preiskomponente	Gaspreis ist innerhalb der letzten 10 a nur relativ gering gestiegen	Fernwärmepreis hat sich innerhalb der letzten 10 a verdoppelt	hoher Einfluss Investitionskostenzuschuss auf die Wirtschaftlichkeit	relativ geringer Einfluss Investitionskostenzuschuss auf die Wirtschaftlichkeit
	Verringerung der verbrauchsgebundenen Kosten trotz Nutzungsintensivierung um ca. 37.000 €/a gegenüber dem Istzustand möglich auf Basis aktueller Preise	Verringerung der verbrauchsgebundenen Kosten trotz Nutzungsintensivierung gegenüber dem Istzustand um ca. 35.000 €/a möglich auf Basis aktueller Preise	sehr hohe Wärmeversorgungskosten und hohe Mehrkosten gegenüber dem Istzustand	Verbrauchsgebundene Kosten trotz Nutzungsintensivierung in etwa wie im Istzustand möglich, aber sehr hohe Investitionskosten	Erhöhung der verbrauchsgebundenen Kosten um ca. 20.000 €/a wg. Biomethaneinsatz, aber geringer als Nutzungsintensivierung