

Berufsschule Aarau, bsa

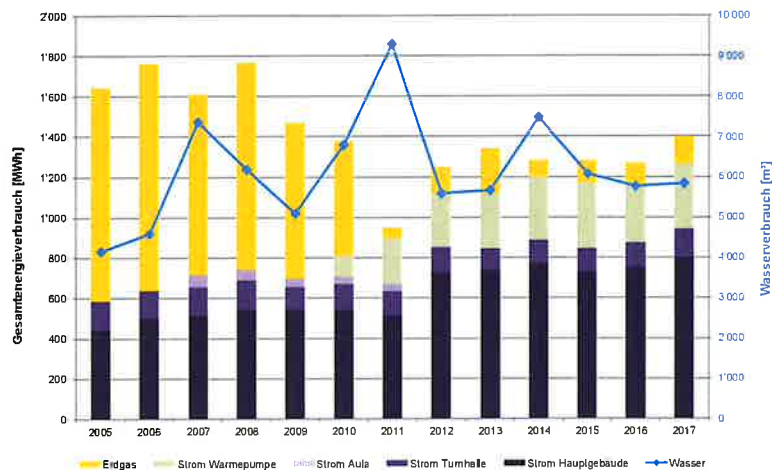
Jahresbericht Energie 2017

Versions-Nr.	Datum	Verfasser	hauptsächliche Änderungen
0.0	9.4.2018	Patrik Küttel	Erstellung Entwurf
1.0	24.4.2018	Patrik Küttel	Fertigstellung

1 Energieverbrauch 2017

1.1 Gesamtenergieverbrauch

Gesamtenergieverbrauch Berufsschule Aarau



Energieverbrauch 2017

Elektrizität Total	1'246 MWh
⇒ Anteil WP	325 MWh
⇒ Übrige	921 MWh
⇒ PV-Ertrag	19 MWh
Erdgas	134 MWh _u
Heizgradtage	3'212 HGT
	-2 %
Wasser	5'824 m ³

Veränderung gegenüber Vorjahr

Elektrizität Total	+ 9%
⇒ Anteil WP	+ 11%
⇒ Übrige	+ 8%
Erdgas	+ 30%
Wasser	+ 1%

Klimatisch ist das Jahr 2017 bezüglich der Heizgradtage mit dem Vorjahr vergleichbar. Die durchschnittlichen Aussentemperaturen lagen leicht über 2016, was zu 2% weniger Heizgradtagen führt. Im langjährigen Vergleich entsprechen die Heizgradtage der Jahre 2016 und 2017 in etwa den Durchschnittswerten. Der Gesamtwärmebedarf der Berufsschule Aarau stieg gegenüber dem Vorjahr um 12%. Durch den Bau der Laufsporthalle mit Fitnessbereich vergrösserte sich auch die Energiebezugsfläche um etwa 5%, was den Mehrverbrauch teilweise erklärt. Der Anteil der mit der Wärmepumpe produzierten Nutzwärme betrug dennoch 88%, was sehr hoch ist und über den Erwartungen liegt. Der Gesamtstromverbrauch stieg aufgrund des Ausbaus ebenfalls, wobei der Allgemeinstrom um 8% zunahm und die Wärmepumpe durch den erhöhten Wärmebedarf 11% mehr Strom benötigte als 2016.

Die PV-Anlage produzierte 19 MWh Öko-Strom, welcher ins Netz eingespeist wurde.

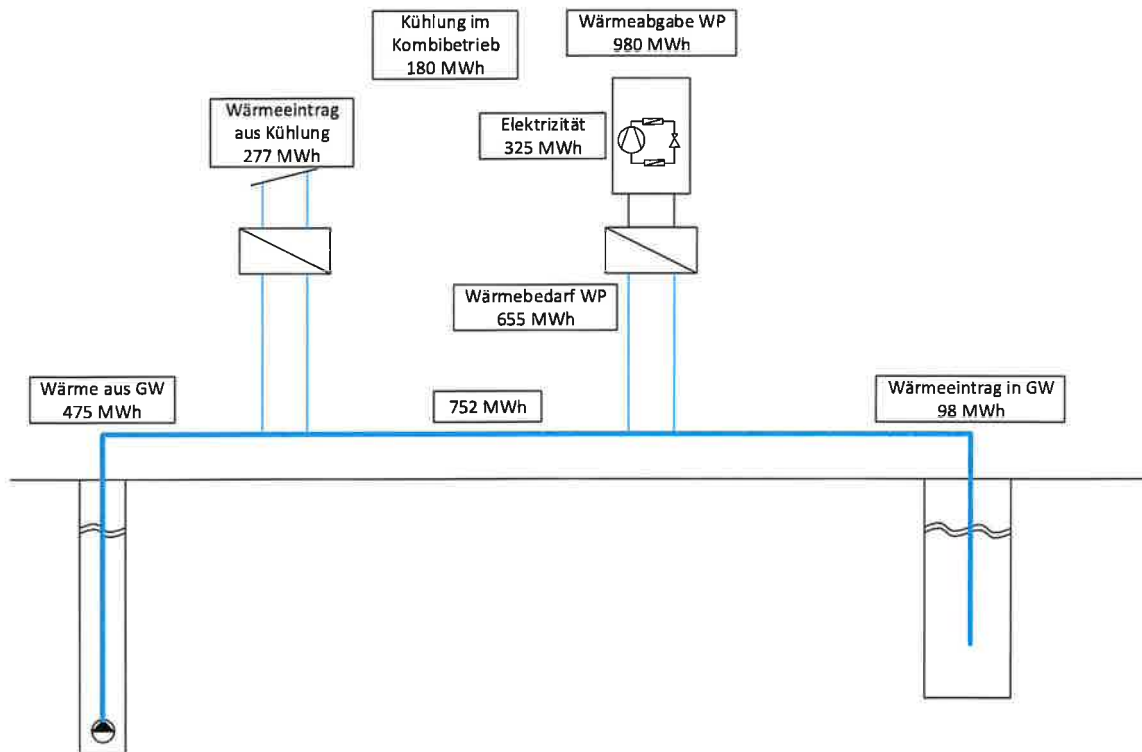


Abbildung 1: Grundwasser-Wärmebilanz 2017

Mit der Wärmepumpe konnte 2017 eine Nutzwärmemenge von 980 MWh (+10%) erzeugt werden. Dies entspricht einem Erdgasverbrauch von 1'146 MWh_o und einer **CO₂-Einsparung von 204 Tonnen**.

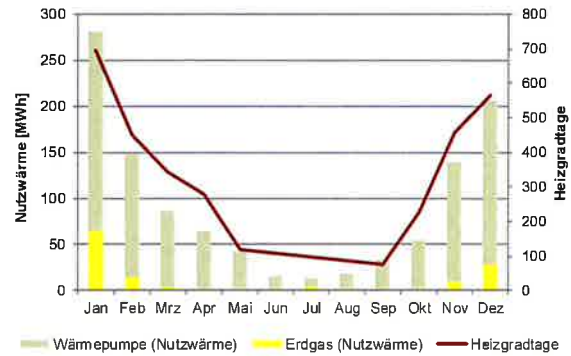
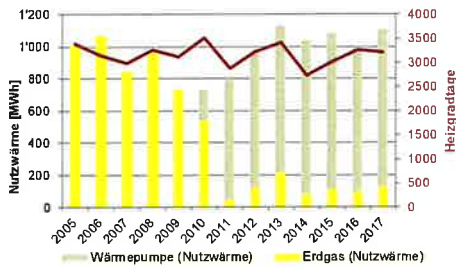
Die Grundwasserentnahme zu Kühlzwecken ist gebührenpflichtig. Im Jahre 2017 wurde dem Grundwasser 475 MWh Wärme für den kombinierten Betrieb Heizen/Kühlen entnommen. Der Bedarf für die Wärmepumpe betrug 655 MWh. Die Regeltechnik strebt einen möglichst langen Parallelbetrieb von Kältebedarf und Wärmepumpe an. Wenn im Sommer die Warmwasserspeicher geladen sind und keine Wärme mehr benötigt wird, wird dem Grundwasser Kälte für die Klimatisierung und die Rückkühlung der gewerblichen Kälte entnommen. 180 MWh (+59%) Kälte wurden dem Grundwasser im kombinierten Betrieb entnommen und 98 MWh (-16%) Kälte im reinen Kühlbetrieb. Diese 98 MWh entsprechen einer gebührenpflichtigen Grundwassermenge von 28'019 m³, was eine Nutzungsgebühr von 1'961 Franken¹ plus Grundpauschale ergibt.

Der gesamte Kältebedarf nahm gegenüber dem Vorjahr um 21% zu.

¹ Grundwassernutzungsgebühr: 7 Rp/m³

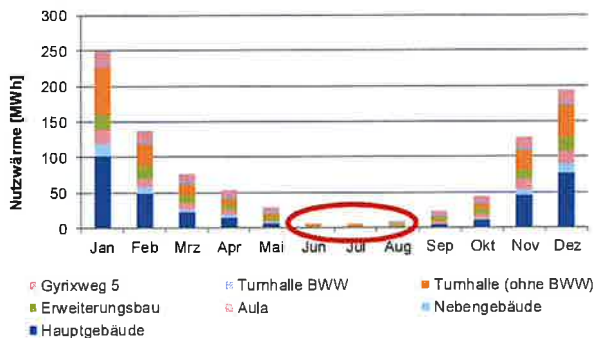
1.2 Wärme

Wärmeerzeugung



Im Jahre 2017 wurden 1'107 MWh Wärme produziert. 88% der benötigten Wärme konnte mit der Wärmepumpe bereitgestellt werden. Der spezifische Verbrauch pro Heizgradtag und Quadratmeter beheizte Fläche nahm gegenüber 2016 um 10% zu, liegt aber immer noch unter dem Wert von 2015.

Wärmeverteilung

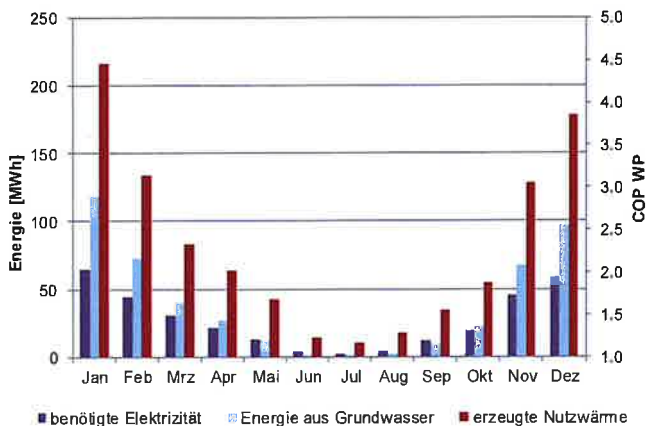


In der nebenstehenden Grafik ist die Aufteilung der Nutzwärme auf die Gebäude der BSA und die Liegenschaft Girixweg aufgezeigt.

Im Turnhallengebäude wird der Verbrauch auf die Warmwasserbereitung und die Raumwärme aufgeteilt. Die neu erstellte Laufsporthalle wird ab der Turnhalle mit Wärme versorgt.

Auffallend ist, dass es in diversen Gebäuden ohne eigene Warmwasserversorgung im Sommer Heizwärme verbraucht wird.

Wärmepumpe



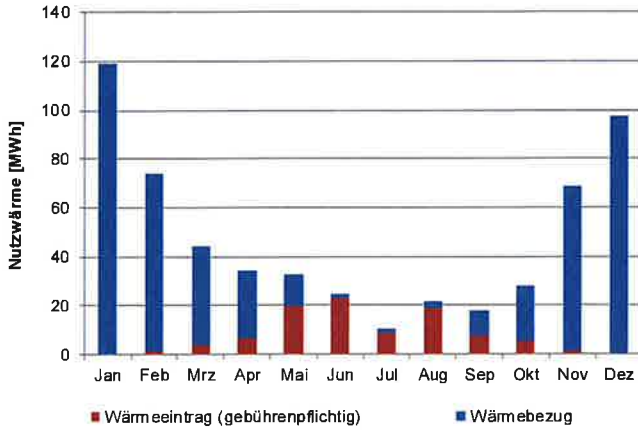
benötigte Elektrizität 325 MWh
erzeugte Nutzwärme 980 MWh

COP 3.0
Deckungsgrad 88 %

Emissionsreduktion 204 t CO₂

Trotz des erhöhten Wärmebedarfes durch die Laufsporthalle, konnte das COP und der Deckungsgrad stabil gehalten werden.

Grundwasser

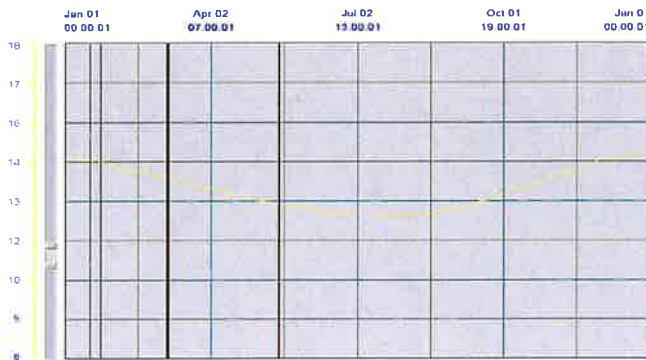


Wärmeentnahme	475 MWh
Wärmebedarf WP	655 MWh
Kältebedarf	277 MWh
Kälteentnahme (ohne WP-Betrieb)	98 MWh
GW-Bezug (gebührenpflichtig)	28'019 m ³

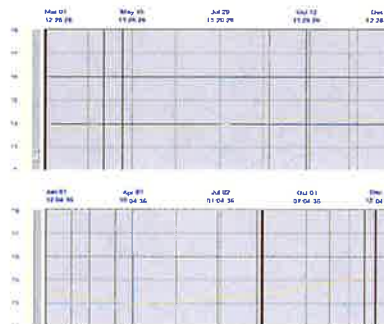
Der kombinierte Betrieb (Kühlen und WP-Betrieb gleichzeitig) konnte verbessert werden, so dass der gebührenpflichtige GW-Bezug um 16% abnahm.

Grundwasser-Temperatur

2017

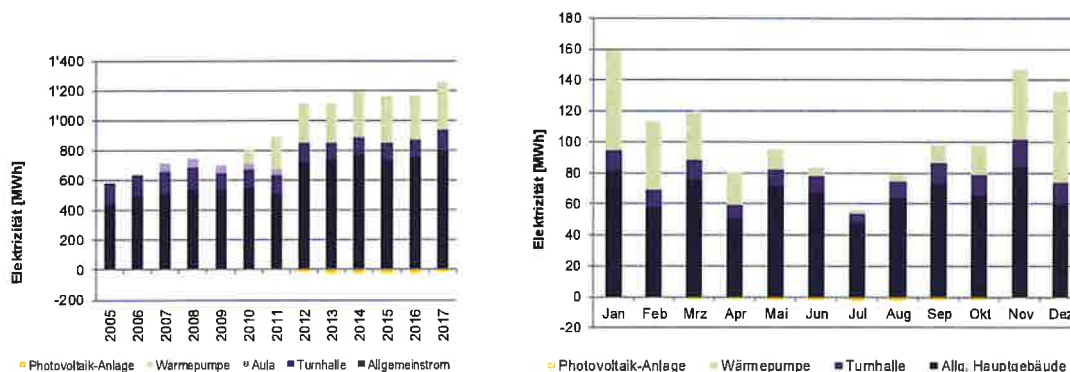


2015/16



Die grafische Auswertung der Grundwasser-Entnahmetemperatur von Januar bis Dezember 2017 zeigt, dass sich die Temperatur zwischen etwa 12.5 und 14.5°C schwankt. Im Vergleich zu den Vorjahren nahm die mittlere Grundwassertemperatur etwas ab und schwankt stärker (± 1 K).

1.3 Elektrizität



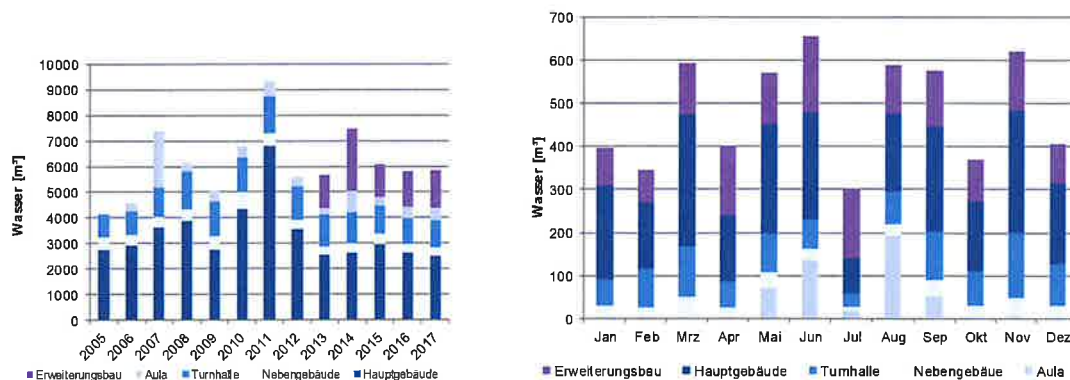
Der Gesamtstromverbrauch stieg 2017 gegenüber 2016 um 9% an. Der Allgemeinstrom (ohne Wärmepumpe) stieg um 8% an. Die Stromproduktion der PV-Anlage ging mit 19 MWh um rund 5% zurück und lag 2017 15% unter dem Bestwert von 2015.

Bei einer Vergütung von 20 Rp/kWh betragen die Schwankungen zwischen 2015 und 2017 rund CHF 600 pro Jahr (3MWh à CHF 200 = CHF 600/a)

Massnahmenvorschläge:

- SSES Solaranlagen-Check (Kosten für PV-Anlagen > 10 kW: CHF 950)
«Geprüft wird die Solaranlage auf Funktionalität und Plausibilität. Sie erhalten eine detailliert ausgefüllte Checkliste mit Hinweisen auf Mängel und Tipps zu Wartung und Betrieb.»
<http://www.sses.ch/de/dienstleistungen/fuer-prosumenten/solaranlagechecks/>
- Reinigung der PV-Anlage

1.4 Wasser



Der Wasserverbrauch blieb 2017 gegenüber 2016 stabil.

2 Massnahmen

2.1 Status Massnahmen KMU-Modell per 30.9.2017

Folgende Massnahmen aus der Liste des Energiecheckups im EnAW-KMU-Modell wurden bis 2017 umgesetzt oder mit der Realisierung begonnen:

• <i>Massnahme 8: LED in den Verkehrsflächen (Nebengebäude)</i>	100%	2014
• <i>Massnahme 6: LED in WC-Anlagen</i>	100%	Juni 15
• <i>Massnahme 7: LED in Garderoben</i>	100%	Juli 15
• <i>Massnahme 9: Lüftungsanalyse und Betriebsoptimierung</i>	75%	Sept 16
Ziel: Abschluss: September 18 mit Ersatz der Lüftungsanlagen in den Turnhallen		
• <i>Massnahme 10: Betriebsoptimierung Wärmeverteilung</i>	100%	Juni 16
• <i>Massnahme 11: Zusatzmassnahme Ersatz Lüftung Aula</i>	100%	Juli 16
• <i>Massnahme 12: Zusatzmassnahme Fensterersatz Turnhalle</i>	75%	Aug 17
Ziel: Abschluss: September 18 (TH 3+4)		
• <i>Massnahmen 13+14: Zusatzmassnahmen Turnhallendach dämmen</i>	100%	Sept. 17
• <i>Massnahme 15: Zusatzmassnahme Leuchtenreduktion im UG HG</i>	100%	Aug 17
• <i>Massnahme 16: Zusatzmassnahme Nutzerinformationssystem Lift 1+2</i>	100%	Aug 17
• <i>Massnahme 17: Zusatzmassnahme Ersatz Spiegelleuchten (Turnhallengeb.)</i>	100%	Aug 17
• <i>Massnahmen 18+19: Zusatzmassnahmen Beleuchtungersatz TH</i>	100%	Aug 17

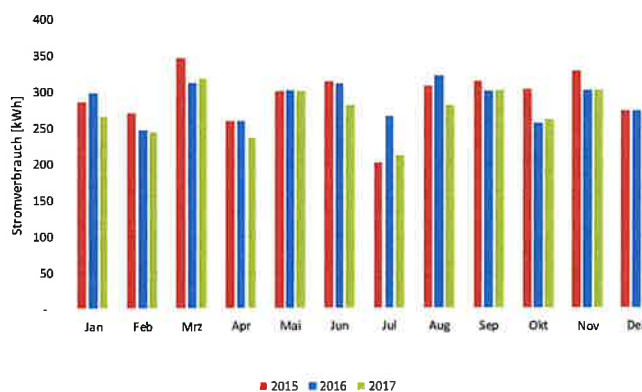
Aufgrund der Auswertung des Energieverbrauches wurden die erwarteten Einsparungen übertroffen.

2.2 neue Massnahmen 2017 (Zusatzmassnahmen)

Folgende Massnahmen wurden 2017 zusätzlich realisiert:

- Sanierung Turnhallendach: Die Massnahme wurde ins Checkup-Tool übertragen (Massnahme 13 + 14)
- Leuchtmittelreduktion im UG des Hauptgebäudes: Jede zweite FL-Röhre wurde demontiert. Die Lichtausbeute für die Kellerräume ist noch ausreichend. Die Massnahme wurde ins Checkup-Tool übertragen (Massnahme 15).
- Einbau eines Nutzerinformationssystems bei den Liftanlagen 1 + 2 im Hauptgebäude Nord. Durch das Informationssystem sieht der Nutzer welche Liftkabine näher an seinem Standort ist und kann den schnelleren Lift mit dem kürzeren Weg bestellen.

Stromverbrauch Lift 1+2 (Hauptgebäude Nord)



Der Stromverbrauch der beiden Lifte wird durch Unterzähler separat gemessen, so dass die Massnahmenwirkung durch die Auswertung der Messdaten belegt werden kann.





Da die Massnahme erstmals 2017 ganzjährig in Betrieb ist, erfolgt die Auswertung und Berechnung der Massnahmenwirkung aufgrund der gemessene Einsparung 2017 im Vergleich zu 2015. Die gemessene Einsparung beträgt 241 kWh/a was 7% des Energiebedarfes dieser beiden Liftanlagen entspricht. Da der Strombedarf der Aufzugsanlage (Lift 1+2) nur 0.3% des Gesamtstrombedarfes ausmacht, ist die Einsparung in der Gesamtauswertung nicht sichtbar. Die Einsparung wurde als Zusatzmassnahme ins Checkup-Tool übertragen (Massnahme 16).

- Ersatz der Spiegel-Beleuchtung in den Garderoben im Turnhallentrakt
Im Sommer 2017 wurden 39 Leuchten mit je 3 Stk. ESL (3 x 11W) durch LED-Leuchten (15W) ersetzt. Zudem wurden Bewegungsmelder installiert.
Die Massnahme wird ab 2017 als Zusatzmassnahme im Checkup-Tool erfasst (Massnahme 17)
- Ersatz Beleuchtung durch LED und Einbau von Bewegungsmeldern und Tageslichtsensoren in den Verkehrsflächen im Turnhallentrakt.
Im Sommer 2017 wurden die Leuchtkörper (je 2 x 13W) in den Verkehrsflächen und im Aussenbereich durch LED-Leuchten (22W) ersetzt. Zudem wurden Bewegungsmelder und Tageslichtsensoren eingebaut.
Die Massnahme wird ab 2017 als Zusatzmassnahme im Checkup-Tool erfasst (Massnahme 18)
- Ersatz Beleuchtung durch LED und Einbau von Bewegungsmeldern in den Garderoben/Duschen im Turnhallentrakt.
Im Sommer 2017 wurden die Leuchtkörper (je 2 x 13W) in den Garderoben und Duschen durch LED-Leuchten (22W) ersetzt. Zudem wurden Bewegungsmelder eingebaut.
Die Massnahme wird ab 2017 als Zusatzmassnahme im Checkup-Tool erfasst (Massnahme 19)
- Ersatz Beleuchtung durch LED im Turnlehrerzimmer.
Im Sommer 2017 wurde im Rahmen der Sanierung des Turnlehrerzimmers, auch die Beleuchtung ersetzt. Aufgrund der sparsamen Beleuchtung vor der Sanierung, kann hier keine Einsparung berechnet werden. Die neue Beleuchtung benötigt mehr Strom als die vorher eingebaute.

2.3 Zielerreichung EnAW

Gemäss dem Monitoring der EnAW hat die Berufsschule Aarau das Ziel 2016 mit den umgesetzten Massnahmen erreicht. Die BSA ist auf Zielkurs.

Energieeinsparung durch Massnahmen

Jahr	Zielpfad [kWh]	Realisiert [kWh]	Status
2014	0	0	
2015	9'541	17'587	
2016	19'081	44'869	
2017	28'622	78'057	
2018	37'467		
2019	46'311		
2020	55'156		
2021	60'494		
2022	65'833		
2023	71'172		

2.4 Weitere Tätigkeiten 2017

- Inbetriebnahme Neubau „Laufhalle“ → zusätzliche EBF von 900 m², welche ins Monitoring (Indikator EBF) übertragen wurde.

3 Geplante Tätigkeiten

3.1 Massnahmen 2018

- Zusatzmassnahme: Ersatz der Lüftungsanlagen im Turnhallentrakt → die zusätzliche Einsparung, welche nicht bereits in Massnahme 9 enthalten ist, kann nach der Inbetriebnahme als Zusatzmassnahme ins Checkup-Tool übertragen werden.
- Abschluss der Fenstersanierung im Turnhallentrakt (Massnahme 12)
- Einbau Entfeuchtungsanlage im Erweiterungsbau (Negativmassnahme, führt zu mehr Stromverbrauch)

3.2 Ideenkatalog

- Einbau von Tageslichtsensoren in den Turnhallen für die Steuerung der Hallenbeleuchtung und der Storenanlagen.