

Klimaschutz-Teilkonzept „klimafreundliche Abwasserreinigung“ für die Kläranlage Ober-Erlenbach

Kurzfassung



aquadrat ingenieure

gesellschaft für wasserwirtschaft und informationssysteme mbH

Raiffeisenstraße 15, 64347 Griesheim



Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangssituation und Zielsetzung	1
2.	Beschreibung der Kläranlage	1
3.	Datenbasis	3
4.	Vorgehensweise	3
5.	Ergebnisse	4
5.1.	Möglichkeiten für Energieeinsparungen	4
5.2.	Zukünftiger Energieverbrauch, CO₂-Emissionen und Energiekosten	5
5.3.	Veränderung der energetischen Beurteilungskriterien	8

Die Erstellung des Klimaschutz-Teilkonzepts wurde mit 50 % der Kosten im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert.

Projekttitel: Erstellung eines Klimaschutz-Teilkonzepts „klimafreundliche Abwasserreinigung“

Projektlaufzeit: 01.09.2011 – 31.08.2012

BMU-Förderkennzeichen: 03KS2731



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



aquadrat ingenieure

gesellschaft für wasserwirtschaft
und informationssysteme mbH





1. Ausgangssituation und Zielsetzung

Kläranlagen sind häufig die größten kommunalen Energieverbraucher und bieten daher gute Ansatzpunkte für Energieeinsparungen und die Nutzung des Faulgases als erneuerbarer Energie. Beides führt unmittelbar zur Verminderung der Kohlendioxid-Emissionen und zur Verminderung der Kosten für den Strom- und Wärmebezug.

Die Kläranlage Ober-Erlenbach hat eine Ausbaugröße von 59.000 Einwohnerwerte (EW). Sie verfügt über zwei Faulbehälter und drei Blockheizkraftwerke (BHKW) zur Strom- und Wärmeerzeugung. Sie kann schon heute einen Großteil ihres Energiebedarfs durch eigene Produktion decken. Um weitere Einsparpotenziale zu ermitteln wurde das Ingenieurbüro **aquadrat ingenieure** beauftragt ein Klimaschutz-Teilkonzept „klimafreundliche Abwasserbehandlung“ für die Kläranlage zu erstellen.

2. Beschreibung der Kläranlage

Die Abwasserreinigung der Kläranlage Ober-Erlenbach besteht im Wesentlichen aus den folgenden Bauteilen:

- Zulaufhebewerk mit insgesamt 9 Schneckenpumpen unterteilt in Schneckenpumpwerk 1, Schneckenpumpwerk 2 und Regenwetterpumpwerk, maximaler Mischwasserzufluss $Q_M = 420$ l/s, maximaler Trockenwetterzufluss $Q_{T,h,max} = 150$ l/s
- einstraßige Rechenanlage mit Notumfahrungsgerinne
- belüfteter Sandfang (318 m³) mit Fettfangrinne
- zweistraßige Vorklärung (2 x 350 m³, 1 Becken in Betrieb)
- 3 Belebungsbecken als Umlaufbecken mit intermittierender Druckluftbelüftung und Rührwerken (1 x 4.200 m³; 2 x 1.100 m³)
- Gebläsestation mit 7 Drehkolbengebläsen 18,5 – 75 kW
- Nachklärung 2 x 4.580 m³
- Rücklaufschlammwerk 2 x 2 Pumpen mit 18 und 22,5 kW
- Fällmittelanlage



Kurzfassung

Hinzu kommen die Anlagenteile für die Schlammbehandlung und die Gasverwertung:

- Siebbandeindicker
- Faulbehälter 2 x 1.400 m³
- Vor- und Nacheindicker 3 x 180 m³
- 2 x Schlammentwässerungszentrifugen
- Containeranlage
- 3 Blockheizkraftwerke 2 x 80 kW_{el} 1 x 53 kW_{el}
- (Gas-)Heizkessel 350 kW_{th}
- Gasbehälter 500 m³

Außerdem befinden sich auf dem Gelände neben den Betriebsgebäuden noch Regenüberlaufbecken (RÜB) sowie derzeit nicht mehr betriebene BioP- und Pufferbecken (s. Abbildung 1).

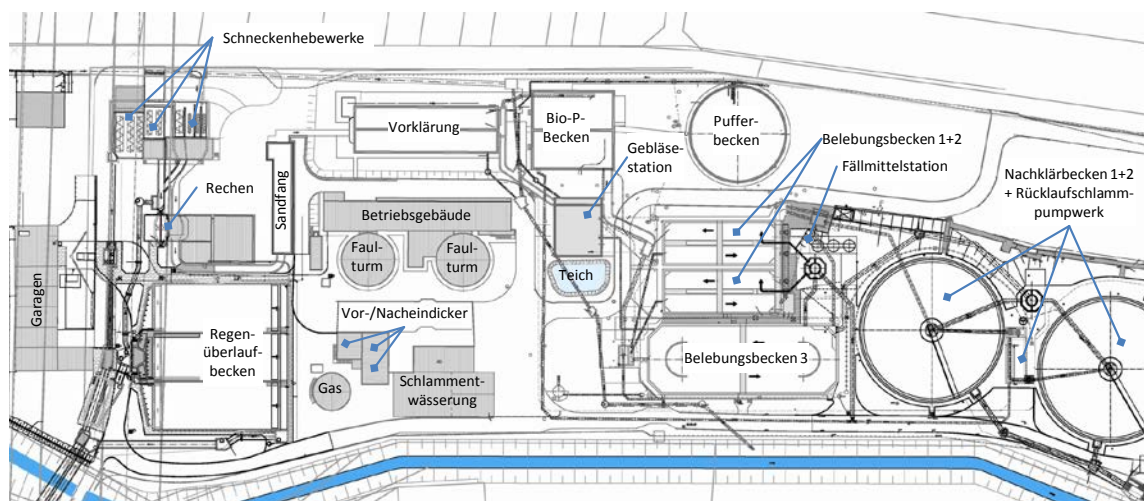


Abbildung 1: Kläranlage Ober-Erlenbach



3. Datenbasis

Die folgenden Daten haben für die vertiefte Auswertung des Kläranlagenbetriebs zur Verfügung gestanden:

- Jahresberichte 2009/2010
- Monatsberichte 09/2009 bis 9/2011
- Datenaufzeichnungen des Prozessleitsystem (PLS) 01.01.2011 bis 30.09.2011

Im Juni 2011 wurden auf der Kläranlage zusätzliche Strom-Zwischenzähler an den relevanten Unterverteilungen installiert, deren Messdaten ins Prozessleitsystem eingespeist werden. Für die Energieanalyse wurde außerdem zusammen mit dem Betriebspersonal eine Geräteliste erstellt, in der 119 Stromverbraucher mit Leistungskennwerten und Jahresbetriebsstunden erfasst sind. Diese 119 Verbraucher bewirken zusammen über 90 % des Stromverbrauchs der Kläranlage. Während der Konzepterstellung sind außerdem mehrfach Anlagenbegehungen durchgeführt worden um relevante Details vor Ort abzuklären.

4. Vorgehensweise

Zunächst wurden die verfügbaren Betriebsdaten hinsichtlich der vorliegenden Schmutzfrachten und der Abwassermengen ausgewertet. Die Energieeffizienz der Gesamtanlage und der einzelnen Verfahrensstufen wurden durch den Vergleich der betrieblichen Daten mit bekannten Ziel- und Toleranzwerten bewertet. Die nicht ausreichend effizient arbeitenden Anlagenteile wurden anschließend hinsichtlich ihres Stromverbrauchs, der Betriebsweise und der Anlagentechnik detailliert betrachtet, um geeignete Energiesparmaßnahmen ableiten zu können. Die Energiesparmaßnahmen wurden so weit im Detail geplant, dass ausreichend belastbare Kostenansätze für eine erste Bewertung der Wirtschaftlichkeit vorliegen. Abschließend wurden für alle vorgeschlagenen Maßnahmen Kosten-Nutzen-Berechnungen durchgeführt. Anhand der Wirtschaftlichkeit und des erforderlichen Planungsumfanges werden die folgenden Maßnahmenkategorien unterschieden:

- Sofortmaßnahmen (Umsetzung empfohlen innerhalb 2 Jahre)
- Kurzfristige Maßnahmen
(Umsetzung empfohlen innerhalb 2 bis 5 Jahre, vertiefte Planung erforderlich)
- Abhängige Maßnahme
(Umsetzung erst nach Ausnutzung der Restnutzungsdauer vorhandener Bauteile sinnvoll)



5. Ergebnisse

5.1. Möglichkeiten für Energieeinsparungen

Nachfolgend sind die wesentlichen Einsparungsmöglichkeiten an den verschiedenen Verfahrensstufen aufgeführt. Insgesamt wurden 8 Einzelmaßnahmen ausgearbeitet.

- **Einlaufhebewerk (Schneckenhebewerk)**
Die Schneckenpumpen des Zulaufpumpwerks arbeiten bereits sehr effizient. Geringe Verbesserungen sind noch durch den Austausch der vorhandenen Antriebsmotoren durch moderne, besonders energieeffiziente Motoren (IE 3) möglich.
- **Sandfang**
Der Stromverbrauch des Sandfangs resultiert vorwiegend aus der Sandfangbelüftung. Die Belüftungsintensität kann deutlich reduziert werden, wodurch neben den Stromeinsparungen auch eine verbesserte Sandabscheidung erreicht wird.
- **Belüftung (Belebung)**
Die Belüftung der Belebungsbecken ist fast immer der größte Stromverbraucher auf Kläranlagen. Meist beträgt der Anteil am Gesamtstromverbrauch rund 60 %. Die Belüftung der Kläranlage Ober-Erlenbach arbeitet bereits heute sehr effizient. Durch die Modernisierung der Gebläse kann die Effizienz zukünftig noch weiter verbessert werden.
- **Rührwerke (Belebung)**
Der vergleichsweise hohe Verbrauch der Rührwerke ist teilweise der Beckenkonzeption geschuldet (sogenannte Umlaufbecken). Gleichzeitig wird hierdurch aber erst die sehr gute Effizienz der Belüftung ermöglicht. Durch die Modernisierung der Rührwerke kann die gleiche, für die Belüftung vorteilhafte Durchmischung zukünftig mit einem deutlich geringeren Stromverbrauch erzielt werden.
- **Rücklaufschlammförderung**
Der Stromverbrauch der Rücklaufschlamm Pumpen ist vergleichsweise hoch. Dies liegt daran, dass die sehr großen Pumpen dauerhaft im wenig effizienten Unterlastbetrieb betrieben werden müssen. Für die energetische Optimierung ist es daher erforderlich wesentlich kleinere Pumpen zu wählen und die auch Größenabstufung zu verbessern.
- **Optimierung des Heizbetriebs / Rohschlamm Speicher**
Der Schwerpunkt der Energieeffizienzverbesserung liegt im Bereich der Eigenversorgung mit Strom und Wärme durch den Betrieb der drei Blockheizkraftwerke (BHKWs). Durch den Umbau des vorhandenen Voreindickers zum Schlamm Speicher (als Pufferbehälter) könnte zukünftig sowohl der Wärmebedarf (Hauptwärmeverbraucher ist der Faulbehälter) als auch die Faulgasproduktion vergleichmäßigt werden. Zudem sollte auch die Wärmebereitstel-



Kurzfassung

lung zukünftig möglichst vollständig durch die BHKWs erfolgen (Kraft-Wärme-Kopplung). In Zeiten geringer Faulgasproduktion ist auch der Erdgasbetrieb der BHKWs sinnvoll.

- **Photovoltaik-Anlage**

Für April 2012 ist die Installation einer 80 kW_{Peak} Photovoltaikanlage auf den Dächern der Betriebsgebäude geplant.

- **BHKWs**

Durch die Modernisierung der BHKW-Anlage kann der elektrische BHKW-Wirkungsgrad gesteigert werden.

5.2. Zukünftiger Energieverbrauch, CO₂-Emissionen und Energiekosten

Abbildung 2 zeigt die mit den einzelnen Maßnahmenpaketen verbundenen Einsparungen bei CO₂ und externem Energiebezug (Strom und Erdgas) sowie die Kosten der Maßnahmen. Die Sofortmaßnahmen und drei der vier kurzfristigen Maßnahmen ergeben ausschließlich Einsparungen beim Stromverbrauch. Allein die Optimierung des Heizbetriebs mit der Nutzung eines Rohschlamm-speichers bewirkt auch Wärmeeinsparungen.

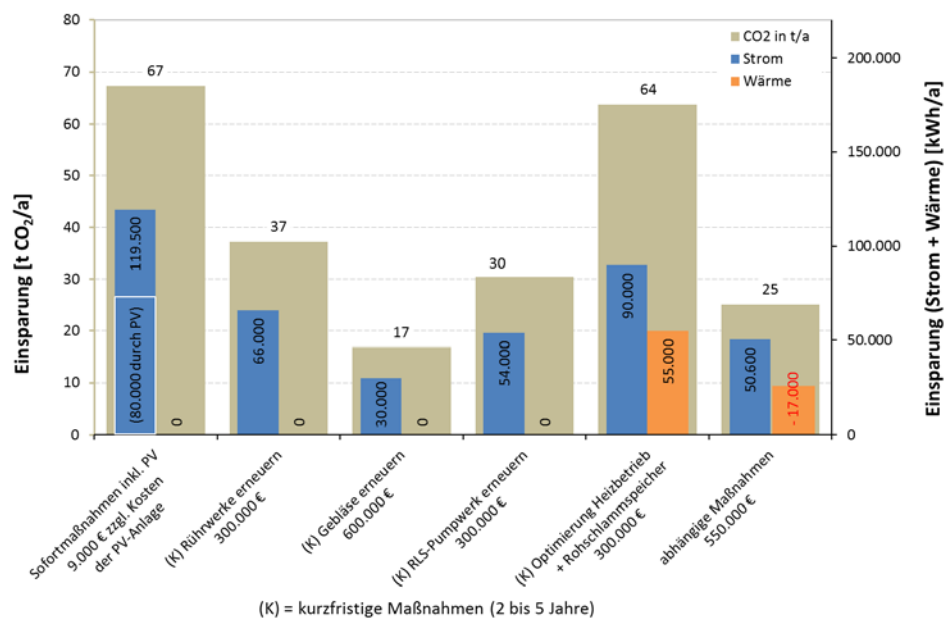


Abbildung 2: Kosten, Energie- und CO₂-Bilanz der einzelnen Maßnahmen



Kurzfassung

Da mit zunehmendem elektrischem Wirkungsgrad von BHKWs der thermische Wirkungsgrad abnimmt, nimmt bei der Erneuerung der BHKWs (abhängige Maßnahme) der Wärmebedarf theoretisch zu. Inwieweit dieser neue Wärmebedarf durch Erdgas abgedeckt werden muss, ist unsicher. Durch die Kraft-Wärme-Kopplung würde sich aber selbst bei steigendem Erdgasbezug eine deutliche CO₂-Einsparung ergeben.

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung des Stromverbrauchs und der Strom-Eigenerzeugung, wie sie sich infolge der Umsetzung der verschiedenen Maßnahmenpakete ergibt. Da der Stromverbrauch der Kläranlage auch heute schon niedrig ist, kann er lediglich um 12 % gesenkt werden. Die Eigenerzeugung kann durch kläranlagenspezifische Maßnahmen um rund 140.000 kWh/a erhöht werden. Durch die Photovoltaikanlage werden zusätzlich ca. 80.000 kWh/a erzeugt. Insgesamt wird der externe Strombezug der Kläranlage um 59 % (auf 287.000 kWh/a) reduziert. Bereits nach Umsetzung der kurzfristigen Maßnahmen wird eine Reduzierung um über 50 % erreicht (auf 338.000 kWh/a).

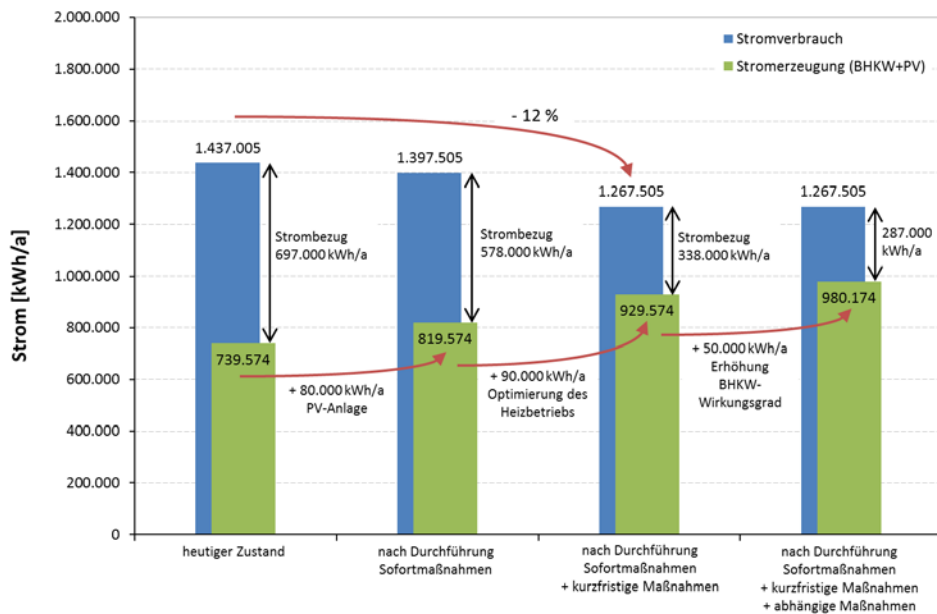


Abbildung 3: Strombilanz nach der Maßnahmenumsetzung

Durch die Umsetzung der Sofortmaßnahmen und der kurzfristigen Maßnahmen wird der energiebedingte CO₂-Ausstoß praktisch halbiert (Abbildung 4).

Abbildung 5 zeigt eine erste Abschätzung der Energiekosteneinsparungen. Da der genaue Zeitpunkt der Maßnahmenumsetzung offen ist, wurden hier die Energiepreise ohne zukünftige Preiserhöhungen angesetzt. Preiserhöhungen führen zu höheren Kosten aber auch zu höheren Einsparungen. Insgesamt ist eine Halbierung der Energiekosten möglich.



Kurzfassung

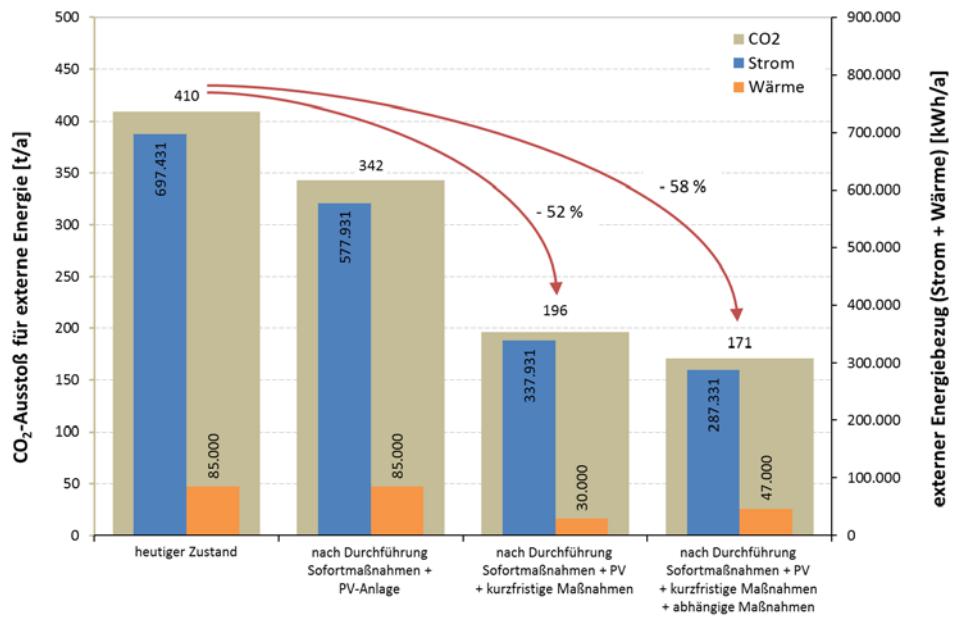


Abbildung 4: Entwicklung des CO₂-Ausstoßes und des Energiebezugs

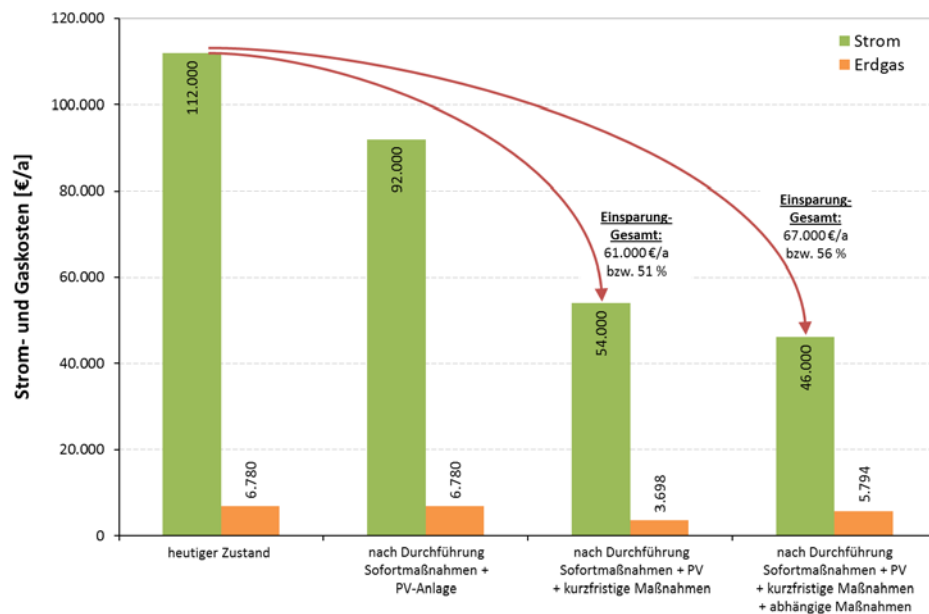


Abbildung 5: Entwicklung der Energiekosten (Preisstand 2011)



5.3. Veränderung der energetischen Beurteilungskriterien

Durch die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen wird sich die Energieeffizienz der Kläranlage Ober-Erlenbach wesentlich erhöhen. Abbildung 6 zeigt die Veränderung der wichtigsten energetischen Beurteilungskriterien und den Vergleich mit den Ziel- und Toleranzwerten. Die Werte der energetischen Beurteilungskriterien verschieben sich deutlich in den sehr günstigen Bereich.

Der überwiegende Teil der Verbesserung wird durch die Erhöhung der Eigenversorgung mit Strom und Wärme aus den drei BHKWs erzielt. Zusätzlich trägt ab dem Frühjahr 2012 auch die geplante Photovoltaikanlage zur Erhöhung der Eigenversorgung bei (ca. 5 %).

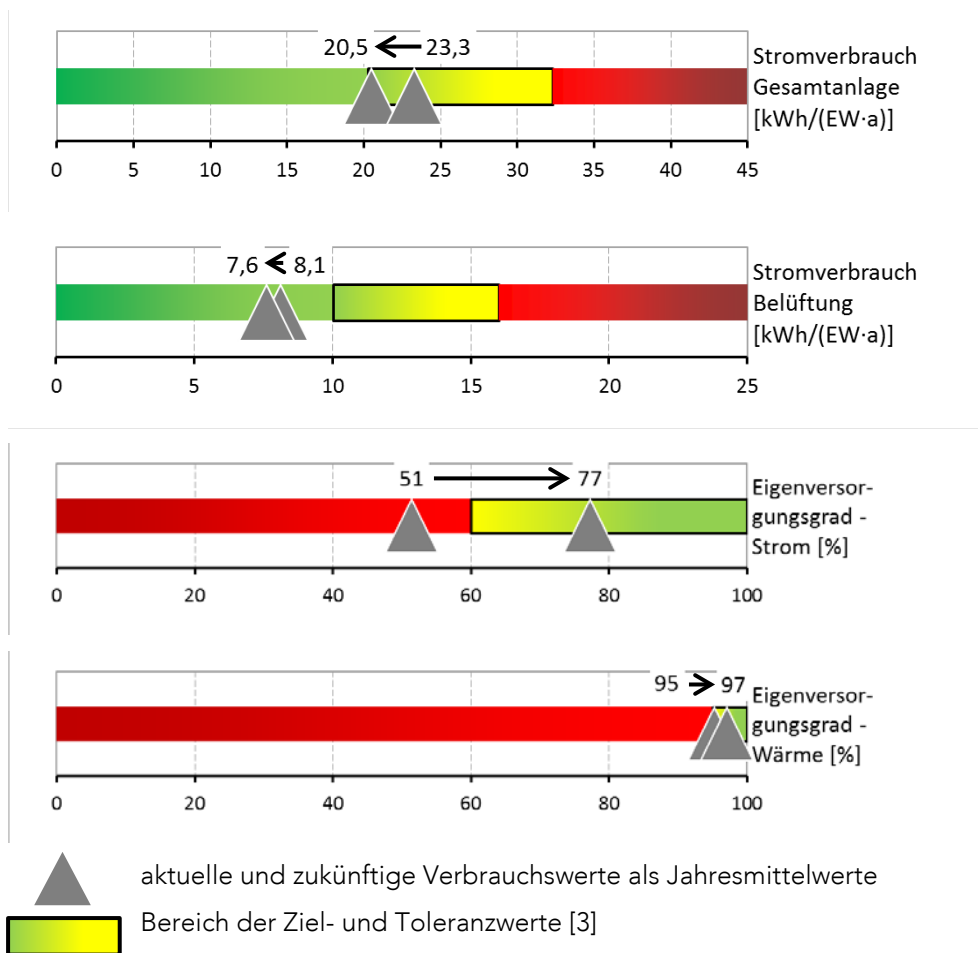


Abbildung 6: Beurteilungskriterien heute und nach Umsetzung aller Maßnahmen



Kurzfassung

In den vorgeschlagenen Maßnahmen sind Sanierungen und Ersatzbeschaffungen enthalten, die auch ohne energetische Optimierung allein aufgrund des Alters und der üblichen Abnutzung der Anlagenteile in den nächsten Jahren sukzessive erforderlich werden. Sie haben einen Anteil von über 80 % an den Kosten der kurzfristigen Maßnahmen. Die abhängigen Maßnahmen bestehen definitionsgemäß fast ausschließlich aus solchen Baumaßnahmen.

Griesheim, den 16. März 2012

aquadrat ingenieure