Öffentlicher Bericht

Benchmarking für Kläranlagen

Dezember 2010

Ingenieurbüro kaltesklareswasser
Dr. Stefan Lindtner | Umwelttechnik
Entwicklung und Beratung

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung....1
1.1. Ablauf des ÖWAV−Benchmarking....1
1.2. Organisatorische und fachliche Abwicklung....2
1.3. Prozessmodell....3

2. Zusammenfassung der Ergebnisse aller Kläranlagen....7
2.1. Erläuterung der Boxcharts....7
2.1.1. Beispielgrafik eines Boxcharts....8
2.2. Jahres−, Kapital− und Betriebskosten....9
2.2.1. Wertetabelle der Jahres−, Kapital− und Betriebskosten....9
2.3. Betriebskosten der Prozesse....10
2.3.1. Wertetabelle − Betriebskosten der Prozesse....10
2.4. Hauptkostenarten ARA....11
2.4.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Kläranlage....11
2.5. Spezifischer Energieverbrauch je Prozess....12
2.5.1. Wertetabelle − Spezifischer Energieverbrauch je Prozess....12

3. Vergleich über die Größengruppen....13
3.1. Vergleich Jahreskosten....13
3.1.1. Wertetabelle − Vergleich Jahreskosten....13
3.2. Vergleich Kapitalkosten....14
3.2.1. Wertetabelle − Vergleich Kapitalkosten....14
3.3. Vergleich Betriebskosten....15
3.3.1. Wertetabelle − Vergleich Betriebskosten....15
3.4. Vergleich Stromverbrauch....16
3.4.1. Wertetabelle − Stromverbrauch....16
3.5. Vergleich Auslastung....17
3.5.1. Wertetabelle − Auslastung....17
3.6. Vergleich Entsorgungskosten....18
3.6.1. Wertetabelle − Schlammentsorgungskosten....18

4. Gruppe 3 − Zusammenfassung der Gruppenergebnisse....19
4.1. Gruppe 3 − Boxchart − Betriebskosten der Prozesse....20
4.1.1. Wertetabelle − Betriebskosten der Prozesse....20
4.2. Kostenverteilung nach Hauptkostenarten....21
4.2.1. Gruppe 3 − Boxchart − Hauptkostenarten ARA....21
4.2.2. Gruppe 3 − Hauptkostenarten P1....22
4.2.3. Gruppe 3 − Hauptkostenarten P2....23
4.2.4. Gruppe 3 − Hauptkostenarten P23....24
4.2.5. Gruppe 3 − Hauptkostenarten P4....25
4.2.6. Gruppe 3 − Hauptkostenarten HPI....26
4.2.7. Gruppe 3 − Hauptkostenarten HPII....27
4.3. Gruppe 3 − Kostenverhältnis der Hauptkostenarten....28
4.4. Gruppe 3 − Spezifischer Energieverbrauch je Prozess....29
4.4.1. Wertetabelle − Spezifischer Energieverbrauch je Prozess....29

5. Gruppe 4 − Zusammenfassung der Gruppenergebnisse....30
5.1. Gruppe 4 − Boxchart − Betriebskosten der Prozesse....31
5.1.1. Wertetabelle − Betriebskosten der Prozesse....31
5.2. Kostenverteilung nach Hauptkostenarten....32
5.2.1. Gruppe 4 − Boxchart − Hauptkostenarten ARA....32
5.2.2. Gruppe 4 − Hauptkostenarten P1....33
5.2.3. Gruppe 4 − Hauptkostenarten P2....34
5.2.4. Gruppe 4 − Hauptkostenarten P3....35
5.2.5. Gruppe 4 − Hauptkostenarten P4....36
5.2.6. Gruppe 4 − Hauptkostenarten HPI....37
5.2.7. Gruppe 4 − Hauptkostenarten HPII....38
5.3. Gruppe 4 − Kostenverhältnis der Hauptkostenarten....39
5.4. Gruppe 4 − Entwicklung der Jahreskosten im Zeitverlauf....40
5.5. Gruppe 4 − Entwicklung der Kapitalkosten im Zeitverlauf....41

Inhaltsverzeichnis

5. Gruppe 4 − Zusammenfassung der Gruppenergebnisse
5.6. Gruppe 4 − Entwicklung der Betriebskosten im Zeitverlauf....42
5.7. Gruppe 4 − Spezifischer Energieverbrauch je Prozess....43
5.7.1. Wertetabelle − Spezifischer Energieverbrauch je Prozess....43

6. Gruppe 6 − Zusammenfassung der Gruppenergebnisse....44
6.1. Gruppe 6 − Betriebskosten der Prozesse....44
6.1.1. Wertetabelle − Betriebskosten der Prozesse....44
6.2. Gruppe 6 − Betriebskosten der Teilprozesse....45
6.2.1. Wertetabelle − Betriebskosten der Teilprozesse....45
6.3. Kostenverteilung nach Hauptkostenarten....46
6.3.1. Gruppe 6 − Hauptkostenarten ARA....46
6.3.2. Gruppe 6 − Hauptkostenarten P1....47
6.3.3. Gruppe 6 − Hauptkostenarten P2....48
6.3.4. Gruppe 6 − Hauptkostenarten P3....49
6.3.5. Gruppe 6 − Hauptkostenarten P4....50
6.3.6. Gruppe 6 − Hauptkostenarten HPI....51
6.3.7. Gruppe 6 − Hauptkostenarten HPII....52
6.4. Gruppe 6 − Kostenverhältnis der Hauptkostenarten....53
6.5. Gruppe 6 − Entwicklung der Jahreskosten im Zeitverlauf....54
6.6. Gruppe 6 − Entwicklung der Kapitalkosten im Zeitverlauf....55
6.7. Gruppe 6 − Entwicklung der Betriebskosten im Zeitverlauf....56
6.8. Gruppe 6 − Spezifischer Energieverbrauch je Prozess....57
6.8.1. Wertetabelle − Spezifischer Energieverbrauch je Prozess....57

1. Einleitung

Benchmarking bedeutet, die wesentlichen eigenen Prozesse (Verfahrensabläufe) zu verstehen und mit den Prozessen anderer Unternehmen zu vergleichen, daraus zu lernen, um letztlich die eigenen Prozesse verbessern zu können und Maßnahmen zur Kostensenkung umzusetzen und deren Wirkung zu überprüfen.

Beim ***ÖWAV−Abwasser−Benchmarking*** werden auf Basis der individuellen Kosten sowie technischer Leistungsdaten von Kanalisations− und/oder Kläranlagen individuelle Kennzahlen errechnet. Diese werden anonymisiert ausgewertet, um so genannte „Benchmarks“ (Bestwerte) zu gewinnen.

Durch die Gegenüberstellung der eigenen Kennzahlen mit den ermittelten Benchmarks werden Kostensenkungspotenziale aus ndig gemacht.

Um die Datensammlung und −auswertung sowie die Ausgabe der Ergebnisse kosten− und zeiteffzient abwickeln zu können, wurde eine ***Internetplattform*** eingerichtet.

1.1. Ablauf des ÖWAV−Benchmarking

Das ÖWAV−Benchmarking untergliedert sich jährlich in drei Phasen:

Phase I Dateneingabe

Die jährliche Erfassung der technischen Betriebsdaten und der kaufmännischen Daten des vorangegangenen Kalenderjahres ist in der ersten Jahreshälfte via Internet jederzeit möglich. Um auch Betreibern ohne Internetanbindung eine Teilnahme zu ermöglichen, können die Daten alternativ auch auf Datenträger übermittelt werden.

Phase II Evaluierung

Im Anschluss an die Phase der Dateneingabe werden in einer Evaluierungsphase von drei bis vier Monaten die restlichen Daten auf Plausibilität geprüft und die Benchmarks ermittelt. Nach Abschluss der Evaluierungsphase können alle Ergebnisse, die Benchmarks, diverse Kennzahlen und vieles mehr von den Betreibern via Internet abgerufen werden. Für Teilnehmer ohne Internetzugang bzw. auf Wunsch kann auch ein schriftlicher Individualbericht angefordert werden.

Phase III Erfahrungsaustausch

Die für die Betreiber wichtigste Phase wird zum Erfahrungsaustausch unter den Benchmarking−Teilnehmern genutzt. Der Erfahrungsaustausch wird in – nach Gruppen getrennten – Workshops organisiert.

1.2. Organisatorische und fachliche Abwicklung

Projektleitung / Koordination
ÖWAV – Österreichischer Wasser− und Abfallwirtschaftsverband
zuständig für: Projektleitung und Koordination.
Ansprechpartner: Mag. Franz Lehner,
Tel. 01/5355720−0
Koordination
Email: lehner@oewav.at

Abwasserreinigungsanlagen
IWAG – Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft,
Technische Universität Wien (o.Univ.−Prof. DI Dr. Helmut Kroiß)

k2W − Ingenieurbüro kaltesklareswasser,
Dr. Stefan Lindtner
zuständig für: Bearbeitung technischer Kennzahlen im
Bereich der Abwasserreinigungsanlagen.
Ansprechpartner: DI Dr. Stefan Lindtner,
Tel. 01/3339081
Email: lindtner@k2w.at

Kanalisationsanlagen
SIG – Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft
und Gewässerschutz,
Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt, Universität für Bodenkultur
Wien (Univ.−Prof. DI Dr. Raimund Haberl)
zuständig für: Bearbeitung technischer Kennzahlen im
Bereich der Abwasserableitungsanlagen
Ansprechpartner: DI Dr. Thomas Ertl, Tel. 01/36006/5800
Email: thomas.ertl@boku.ac.at

Betriebswirtschaft
Quantum Institut für betriebswirtschaftliche Beratung GmbH,
Klagenfurt zuständig für: betriebswirtschaftliche Belange
Ansprechpartner: Ing. Franz Murnig,
Tel. 0463/32612/41
Email: murnig@quantum−gmbh.at

1.3. Prozessmodell

Im Rahmen des Benchmarkings wurde die Abwasserreinigung in einzelne Prozesse untergliedert, wobei der Grad dieser Gliederung mit der Größe der untersuchten Abwasserreinigungsanlagen zunimmt.

Bei allen untersuchten Abwasserreinigungsanlagen wurden die vier Hauptprozesse "Zulaufpumpwerk und mechanische Vorreinigung", "mechanisch−biologische Abwasserreinigung", "Schlammeindickung und Stabilisierung" und "weitergehende Schlammbehandlung" sowohl in Hinblick auf deren Errichtung, als auch im Betrieb einer näheren Betrachtung unterzogen. Für eine vertiefende Prozessanalyse wurden die vier Hauptprozesse für die Anlagen der Größengruppe 6 (> 100.000 EW−Ausbau) in mehrere Detailprozesse untergliedert. Im Unterschied zum Benchmarking−Forschungsprojekt wurde beim Prozess 1 das Zulaufpumpwerk berücksichtigt und als eigener Teilprozess ausgewiesen.

Zusätzlich zu den Hauptprozessen werden zwei Hilfsprozesse untersucht. Hilfsprozess I umfasst die obligatorischen Hilfsprozesse der Kläranlage (*Labor, Verwaltung und Betriebsgelände/−gebäude und sonstige Infrastruktur)*, Hilfsprozess II die fakultativen Hilfsprozesse *Werkstätte* und *Fuhrpark*.

Für den Vergleich wurden folgende Prozesse definiert und voneinander abgegrenzt:

Prozess 1 – Zulaufpumpwerk und mechanische Vorreinigung

Prozess 1 untergliedert sich in das Zulaufpumpwerk und die mechanische Vorreinigung. Die separate Erfassung des Zulaufpumpwerkes wurde für den Vergleich mit anderen Großkläranlagen eingeführt.

Die mechanische Vorreinigung gliedert sich in Einrichtungen zur Abtrennung von Sand, Fett und Grobstoffen sowie Übernahmestationen für Fäkalien und Kanalräumgut. Der Prozess *mechanische Vorreinigung* umfasst daher die Einrichtungen Rechen und Sandfang, sowie Fäkalübernahmestation bzw. Kanalräumgutübernahmestation.

Prozess 2 – mechanisch−biologische Abwasserreinigung

Der Prozess der *mechanisch−biologischen Abwasserreinigung* umfasst Vorklärbecken, Belebungsbecken und Nachklärbecken sowie jene maschinellen und elektrischen Einrichtungen, die diesen Becken zurechenbar sind. Auch die Einrichtungen der Phosphorfällung sowie jene Anlagenteile des BHKWs (Blockheizkraftwerk) und der Gasmotoren (für den Direktantrieb von Verdichtern) werden dem Prozess der *mechanisch−biologischen Abwasserreinigung* zugeordnet.

Die Untergliederung in die Teilprozesse mechanische Abwasserreinigung (Prozess 2.1) und biologische Abwasserreinigung (Prozess 2.2) ist für den Vergleich von Anlagen mit und ohne Vorklärung erforderlich.

Der Zuordnung der Kosten des BHKWs bzw. der Gasmotoren zur biologischen Abwasserreinigung liegt die Überlegung zu Grunde, dass der Nutzen (=elektrische Energie) ebenfalls dem Prozess *mechanisch−biologische Abwasserreinigung* zugerechnet wird. Zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von BHKWs bzw. der Gasmotoren werden diese als eigener Teilprozess (=Teilprozess 2.3) erfasst.

Da mit einer Vergleichmäßigung bzw. Verringerung der Ammoniumfracht der Prozess der biologischen Abwasserreinigung begünstigt wird, werden Anlagenteile, die der Pufferung von Trübwasser bzw. Zulauf zum Zwecke des Frachtausgleiches dienen, dem Prozess 2.2 zugerechnet. Gleiches gilt für Anlagenteile, welche der Trübwasserbehandlung dienen.

Zu den Einrichtungen des Teilprozesses 2.1 gehört daher ausschließlich das

- Vorklärbecken

Typische zugehörige Anlagenteile des Teilprozesses 2.2 sind:

- Belebungsbecken
- Nachklärbecken
- Belüftung und Verdichter
- Regelungstechnik für die Belüftung
- Einrichtungen für die Phosphorfällung
- Pufferbecken (Trübwasser, Zulauf), Trübwasserbehandlung

Zu den Einrichtungen des Teilprozesses 2.3 gehört das

- BHKW bzw. direkt gekoppelte Gasmotoren

Prozess 3 – Schlammeindickung und Stabilisierung

Es zählen jene Einrichtungen zu diesem Prozess, die der Voreindickung und Stabilisierung des nicht stabilisierten Schlammes (Primärschlamm und Überschussschlamm) dienen.

Die Untergliederung in Überschussschlammeindickung (Prozess 3.1) und Schlammstabilisierung (Prozess 3.2) wurde auf Wunsch des Kläranlagenbetreibers vorgenommen. Dies vor allem deshalb, da großes Interesse besteht, eine genaue Kostenabgrenzung der maschinellen Überschussschlammeindickung vornehmen zu können.

Der Detailprozesses 3.1 *Überschussschlammentwässerung* umfasst daher ausschließlich die

- maschinelle Überschußschlammeindickung (MÜSE)

und alle damit zusammenhängenden Einrichtungen (Gebäude, Polymerstation, usw.).

Der Detailprozesses 3.2 *Schlammstabilisierung* umfasst alle übrigen Einrichtungen die zum Stabilisieren des Primär− und Überschussschlammes erforderlich sind:

- Voreindicker
- beheizte Schlammfaulung
- Gasbehälter
- Gasfakel, …

Der Teilprozess 3.3 *weitergehende Schlammstabilisierung/Desintegration* umfasst jene Anlagenteile, die über eine übliche Schlammstabilisierung/Desintegrierung (Teilprozess 3.2) hinausgehen. Dazu zählen beispielsweise eine aerobe Schlammstabilisierung, die einer mesophilen Schlammfaulung nachgeschalten ist, oder Einrichtungen, welche der Desintegration von Schlamm dienen.

Die Prozessgrenze zu Prozess 4 ist dort zu sehen, wo stabilisierter Schlamm vorliegt, der ohne weitere Behandlung einer Verwertung zugeführt werden könnte.

Prozess 4 – weitergehende Schlammbehandlung

Diesem Prozess sind Kläranlageneinrichtungen zuzuordnen, die der Eindickung bzw. Stapelung des stabilisierten Schlammes dienen, sowie jene Komponenten, die eine Entwässerung und/oder Trocknung ermöglichen.

Da sich gezeigt hat, dass der Prozess 4 ca. 45 Prozent der Gesamtkosten verursacht, wird Prozess 4 in weiterer Folge unterteilt in den Prozess 4.1 *Schlammentwässerung* und 4.2 *Schlammverwertung/−entsorgung.*

Zugehörige Anlagenteile des Detailprozesses 4.1:

- Eindicker bzw. Stapler nach dem Faulbehälter jedoch vor der Presse
- Einrichtung zur Entwässerung (Kammerfilterpresse)
- Einrichtungen zur Dosierung der Konditionierungsmittel

Die Grenze zwischen Detailprozess 4.1 und 4.2 ist dort anzusetzen, wo der Schlamm bereits entwässert ist und zur Verwertung bzw. Entsorgung bereit steht.

Dem Detailprozesses 4.2 können daher folgende Einrichtungen zugerechnet werden:

- Klärschlammmonodeponie
- Schlammteiche
- Erforderliche Einrichtungen und Fahrzeuge für den Betrieb der genannten Anlagen

Hilfsprozess I − obligatorische Hilfsprozesse

Für Teilhilfsprozess I.1 – *Labor* werden auf jeder Kläranlage Kosten entstehen, unabhängig davon, ob ein eigenes Labor vorhanden ist oder dies als Leistung von Dritten zugekauft wird. Der Teilhilfsprozess I.1 – *Labor* erfüllt einerseits die Aufgaben, die aufgrund der gesetzlichen Vorgaben im Rahmen der Eigenüberwachung zu erfüllen sind, und liefert andererseits mit Hilfe der Analyseergebnisse Hilfestellung bei der Betriebsführung. Zu diesem Prozess zählen alle Laborräumlichkeiten, Laboreinrichtungsgegenstände sowie alle Verbrauchsmaterialien, die für die Erfüllung der Labortätigkeiten erforderlich sind.

Der Teilhilfsprozess I.2 − *Verwaltung* setzt sich aus zwei Teilbereichen zusammen: Einerseits aus dem Verwaltungskostenanteil, der direkt auf der Kläranlage anfällt (Betriebsleitung, Sekretariat,…= ***direkte Verwaltung***). Die Vollkostenrechnung erfordert andererseits zusätzlich die Berücksichtigung der anteiligen Verwaltungskosten welche von der Gemeinde, dem Verband bzw. dem Konzern der Abwasserreinigung zugerechnet werden (=***externe Verwaltung***).

Der Teilhilfsprozess I.3 − *Betriebsgebäude/−gelände und sonstige Infrastruktur* soll nicht als „Sammelbecken" für schwierig zuzuordnende Kostenpositionen dienen, sondern ist für jene Infrastruktur− und Anlagenteile gedacht, die der gesamten Kläranlage zugute kommen. Als Beispiele können hier die Schaltwarte, Schulungs− und Umkleideräumlichkeiten sowie Außenanlagen (Beleuchtung, Straßen, Umzäunung) und dergleichen mehr angeführt werden.

Hilfsprozess II − fakultative Hilfsprozesse

Zum Teilhilfsprozess II.1 − *Werkstätte* zählen alle Werkstättengebäude und Werkzeuge, die keinem der Hauptprozesse direkt zugeordnet werden können, sondern für Reparatur− und Instandhaltungsmaßnahmen aller Kläranlagenteile Verwendung finden.

Für den Teilhilfsprozess II.2 − *Fuhrpark* gilt sinngemäß das Gleiche: Fahrzeuge, die nur einem Prozess zugeordnet werden können, wie dies beispielsweise für LKWs beim Prozess 4 – der *weitergehenden Schlammbehandlung* − der Fall sein kann, werden nicht dem Teilhilfsprozess *Fuhrpark* zugeordnet, sondern dem entsprechenden Hauptprozess der Kläranlage.

Zusammenfassung der verwendeten Prozesse:

Bei Kläranlagen zwischen 10.000 und 50.000 EW−Ausbau (= Größengruppe 4) wurden folgende Prozesse untersucht:

Prozess 1: Zulaufpumpwerk und mech. Vorreinigung
Prozess 2: mechanisch−biologische Abwasserreinigung
Prozess 3: Schlammeindickung und Stabilisierung
Prozess 4: weitergehende Schlammeindickung
Hilfsprozess I: obligatorische Hilfsprozesse
Hilfsprozess II: fakultative Hilfsprozesse

Bei Kläranlagen zwischen 50.000 und 100.000 EW−Ausbau (= Größengruppe 5) wurden folgende Prozesse untersucht:

Prozess 1: Zulaufpumpwerk und mech. Vorreinigung
Prozess 2: mechanisch−biologische Abwasserreinigung
Prozess 3: Schlammeindickung und Stabilisierung
Prozess 4: weitergehende Schlammeindickung
Hilfsprozess I: obligatorische Hilfsprozesse
  Hilfsprozess I.1: Labor
  Hilfsprozess I.2: Verwaltung
  Hilfsprozess I.3: Infrastruktur
Hilfsprozess II: fakultative Hilfsprozesse

Bei Kläranlagen zwischen größer 100.000 EW−Ausbau (= Größengruppe 6) wurden folgende Prozesse untersucht:

Prozess 1: Zulaufpumpwerk und mech. Vorreinigung

- Prozess 1.1: Zulaufpumpwerk
- Prozess 1.2: mech. Vorreinigung

Prozess 2: mechanisch−biologische Abwasserreinigung

- Prozess 2.1: mechanische Abwasserreinigung (Vorklärung)
- Prozess 2.2: biologische Abwasserreinigung
- Prozess 2.3: Blockheizkraftwerk BHKW

Prozess 3: Schlammeindickung und Stabilisierung

- Prozess 3.1: Überschussschlammentwässerung (MÜSE)
- Prozess 3.2: Schlammstabilisierung (Faulung)
- Prozess 3.3: Weitergehende Schlammstabilisierung/Desintegration

Prozess 4: weitergehende Schlammeindickung

- Prozess 4.1: Schlammentwässerung
- Prozess 4.2: Schlammverwertung/−entsorgung

Hilfsprozess I: obligatorische Hilfsprozesse

- Hilfsprozess I.1: Labor
- Hilfsprozess I.2: Verwaltung
  - Hilfsprozess I.2.1: direkte Verwaltung
  - Hilfsprozess I.2.1: externe Verwaltung
- Hilfsprozess I.3: Infrastruktur

Hilfsprozess II: fakultative Hilfsprozesse

- Hilfsprozess II.1: Werkstätte
- Hilfsprozess II.2: Fuhrpark

2. Zusammenfassung der Ergebnisse aller Kläranlagen

In diesem Kapitel werden die wesentlichsten Ergebnisse zusammengefaßt, wobei als Datenbasis alle 31 Kläranlagen des Geschäftsjahres 2008 herangezogen werden. Die Ergebnisse dieses Kapitels werden ausschließlich in aggregierter Form bzw. in Prozentzahlen dargestellt, sodass mit Ausnahme der Ergebnisse der Benchmarkanlagen, auf keine Kosten von Einzelanlagen rückgerechnet werden kann.

Für die Darstellung der Gruppenergebnisse auf Prozessebene und auf Ebene der Hauptkostenarten in verdichter Form wurden sogenannte Boxcharts verwendet. Da diese Darstellungsform auch in weiteren Kapiteln mehrfach Verwendung findet, folgt eine kurze Erläuterung zur Interpretation diese Boxcharts.

2.1. Erläuterung der Boxcharts

Boxcharts − eine ursprünglich aus der Statistik stammende Form der grafischen Darstellung − werden dazu verwendet, die Streuung einer Menge von Werten zu beschreiben. Die Ausgangslage bilden die Werte einer Kennzahl der Teilnehmer einer Gruppe. Das Boxchart gibt Auskunft über das Minimum, das Maximum, den Median, das 25−%−Perzentil und das 75−%−Perzentil dieser Werte. Darüber hinaus werden je nach Anwendung der Benchmark oder der Wert des Teilnehmers gesondert dargestellt. Dadurch kann die eigene Positionierung innerhalb der Gruppe bzw. die Positionierung des Benchmarks in der Gruppe rasch wahrgenommen werden.

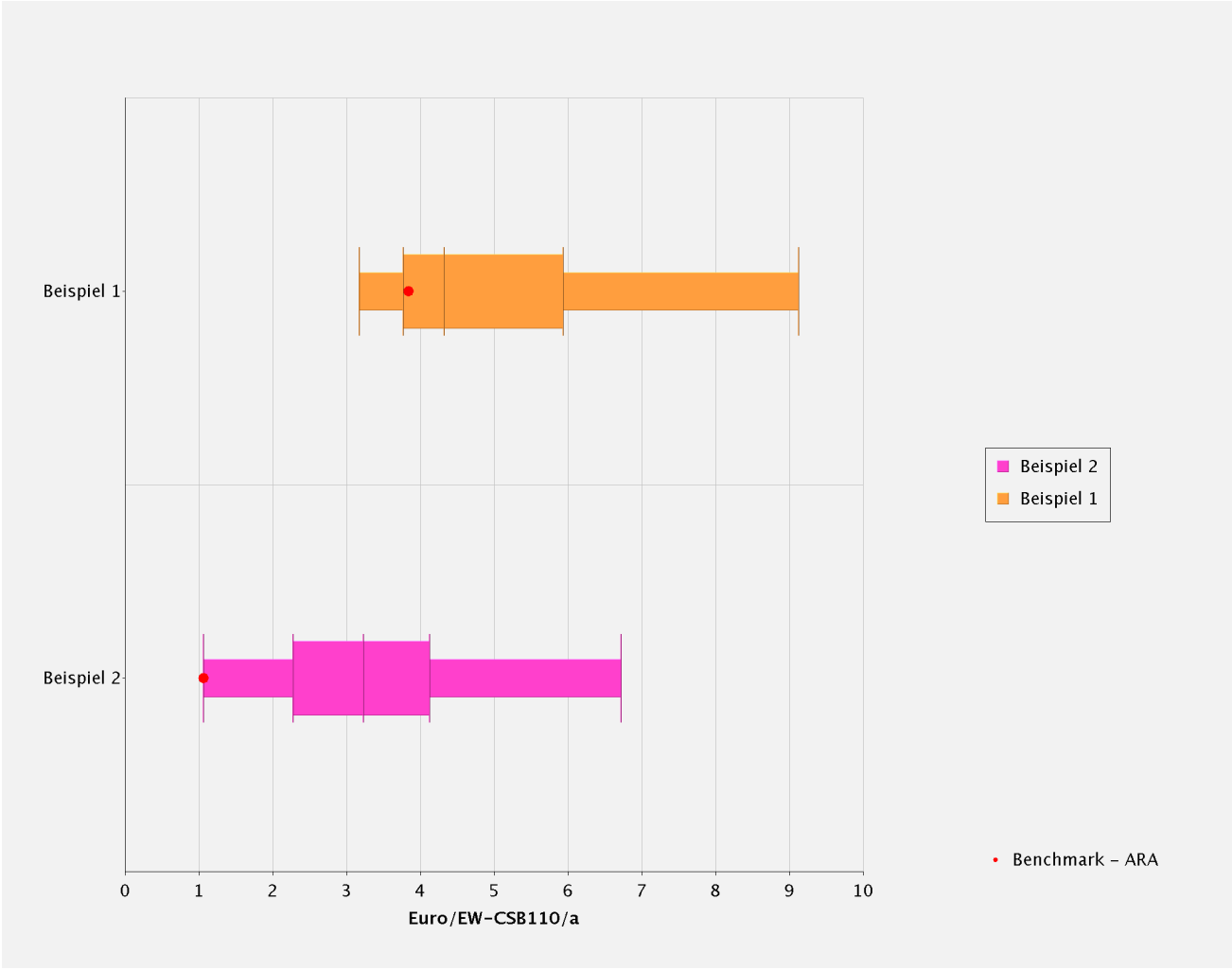
- 25−%−Perzentil: Derjenige Wert, unter dem 25% der nach der Größe geordneten Werte liegen.
- Median: Derjenige Wert, unter dem (bzw. ober dem) 50% der nach der Größe geordneten Werte liegen. Der Median kann auch als 50−%−Perzentil bezeichnet werden.
- 75−%−Perzentil: Derjenige Wert, unter dem 75% der nach der Größe geordneten Werte liegen.

2.1.1. Beispielgrafik eines Boxcharts

Mit Hilfe der folgenden Grafik soll die Interpretation von Boxcharts veranschaulicht werden:

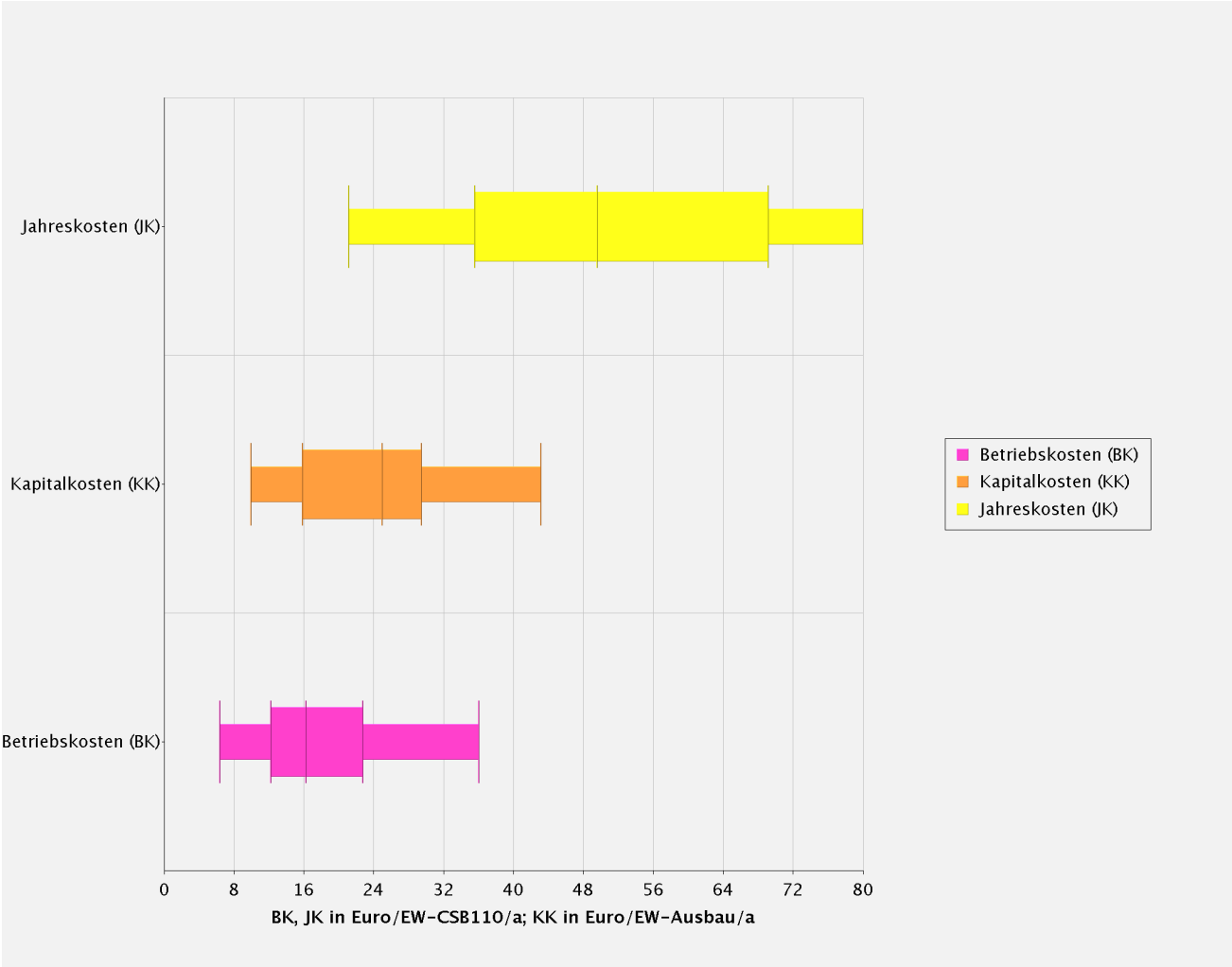
In Beispiel 1 (oranges Boxchart) liegt das Minimum der Gruppenwerte bei 3,1 Euro/EW−CSB110/a, das Maximum liegt bei 9,1 Euro/EW−CSB110/a. Das 25% Perzentil liegt bei 3,8 Euro/EW−CSB110/a, das 75% Perzentil bei 5,9 Euro/EW−CSB110/a. Der Median liegt bei 4,3 Euro/EW−CSB110/a. Der rote Punkt bei 3,9 Euro/EW−CSB110/a stellt den Benchmark dar.

In Beispiel 2 (pinkes Boxchart) liegt das Minimum der Gruppenwerte bei 1 Euro/EW−CSB110/a, das 25% Perzentil bei 2,2 Euro/EW−CSB110/a, der Median bei 3,2 Euro/EW−CSB110 und das 75% Perzentil bei 4,1 Euro/EW−CSB110/a. Das Maximum der Gruppe liegt bei 6,8 Euro/EW−CSB110/a, so wie der Benchmark, bei 1 Euro/EW−CSB11/a.



2.2. Jahres−, Kapital− und Betriebskosten

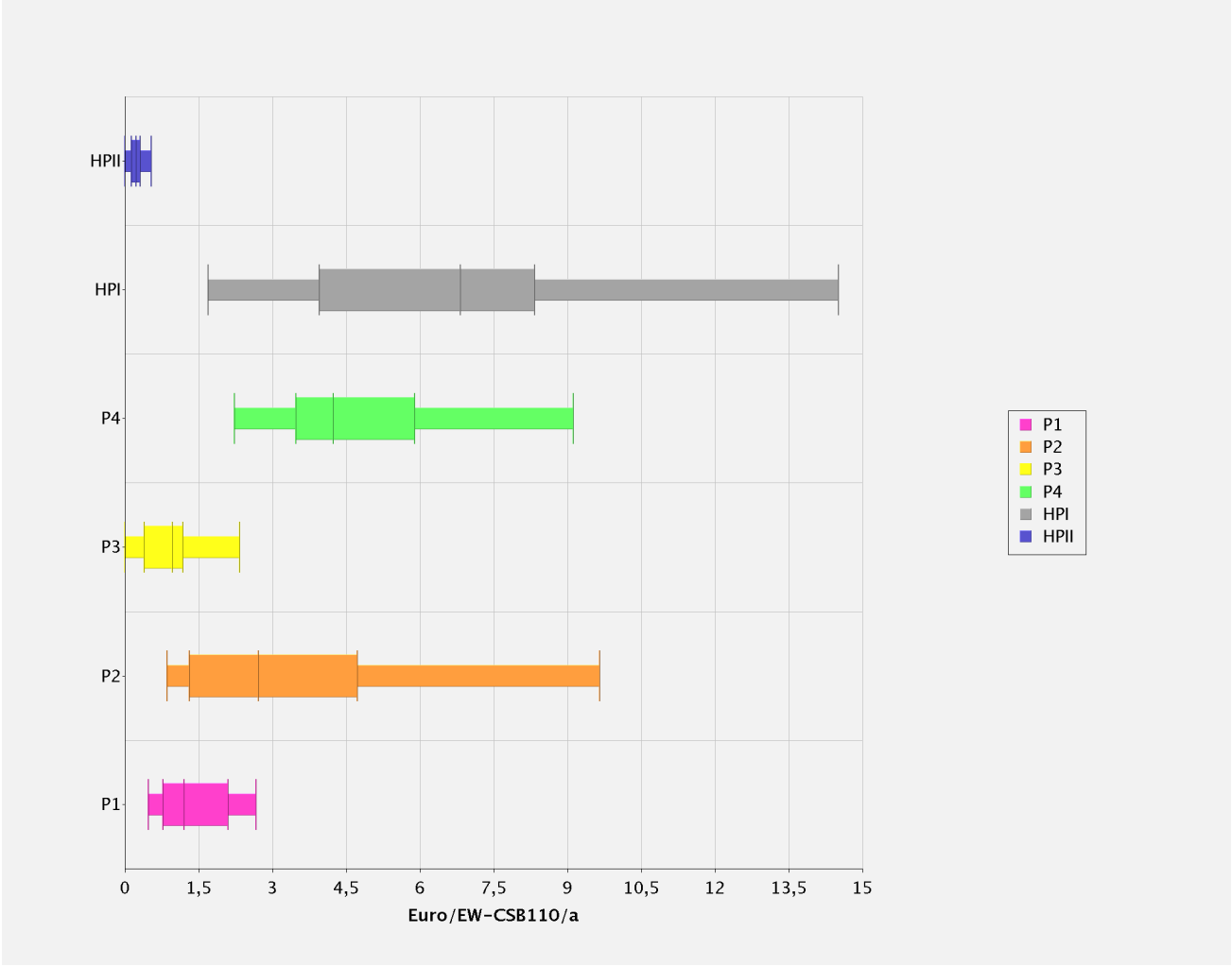
Für die Berechnung der in den folgenden Grafiken dargestellten spezifischen Kosten wurde für die Betriebs− und Jahreskosten EW−CSB110 als Bezugsgröße verwendet. EW−CSB110 ist jener Einwohnerwert, der sich aus der mittleren Jahresschmutzfracht errechnet, wenn man davon ausgeht, dass ein Einwohner 110 g CSB ja Tag verursacht. Für die Kapitalkosten wurde der EW−Ausbau als Bezugsgröße verwendet.



2.2.1. Wertetabelle der Jahres−, Kapital− und Betriebskosten

	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Jahreskosten [Euro/EW−CSB110/a]	35,55	49,62	69,19
Kapitalkosten [Euro/EW−Ausbau/a]	15,86	24,95	29,50
Betriebkosten [Euro/EW−CSB110/a]	12,23	16,23	22,77

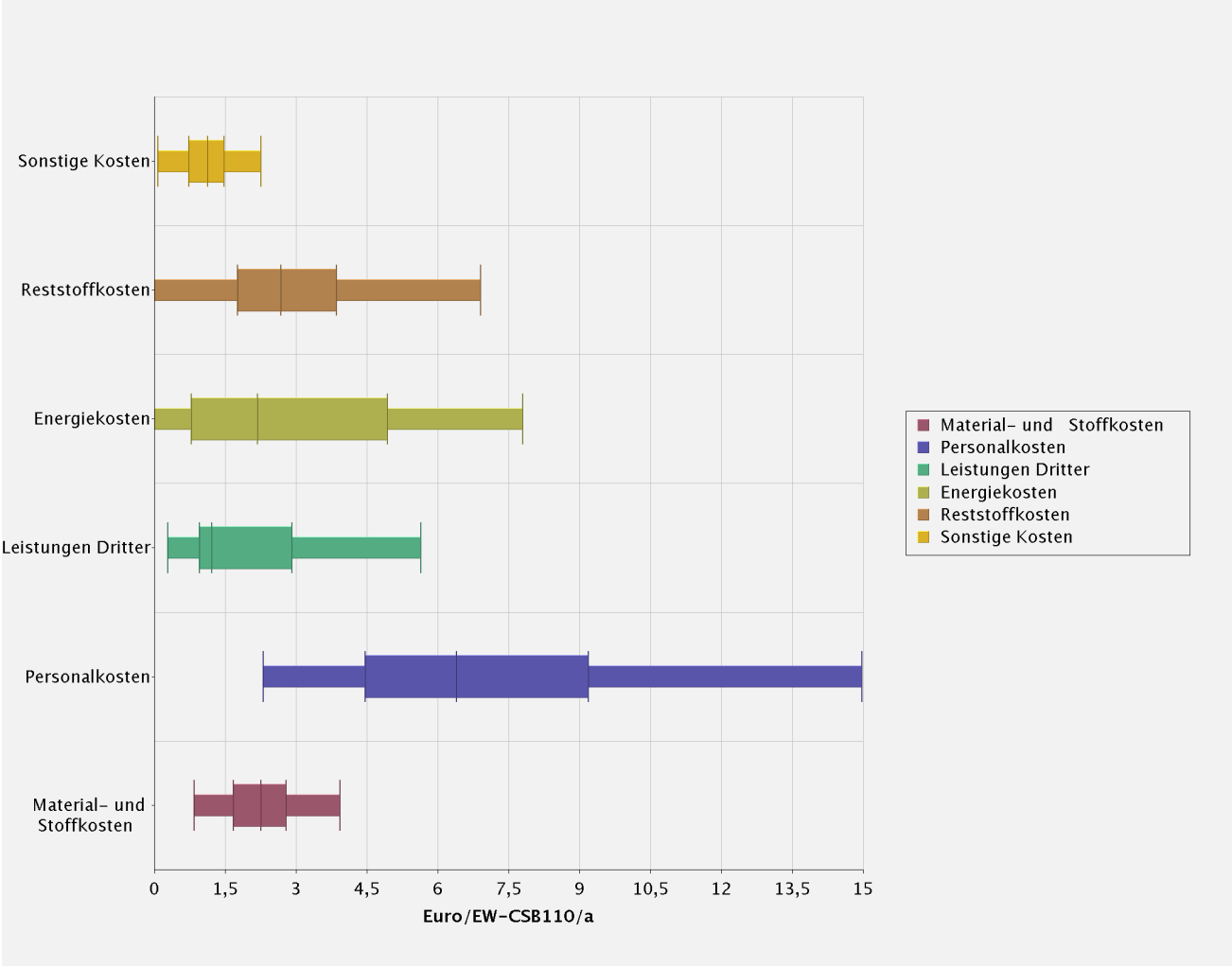
2.3. Betriebskosten der Prozesse



2.3.1. Wertetabelle − Betriebskosten der Prozesse

	Betriebskosten					
Prozesse	Zulaufpumpwerk u. mech. Vorreinigung P1	mechanisch biologische Abwasserreinigung P2	Eindickung und Stabilisierung P3	weitergehende Schlammbehandlung P4	obligatorische Hilfsprozesse HPI	fakultative Hilfsprozesse HPII
25% Perzentil	0,78	1,31	0,40	3,48	3,96	0,14
Median	1,21	2,72	0,97	4,25	6,83	0,23
75% Perzentil	2,11	4,74	1,19	5,90	8,34	0,32

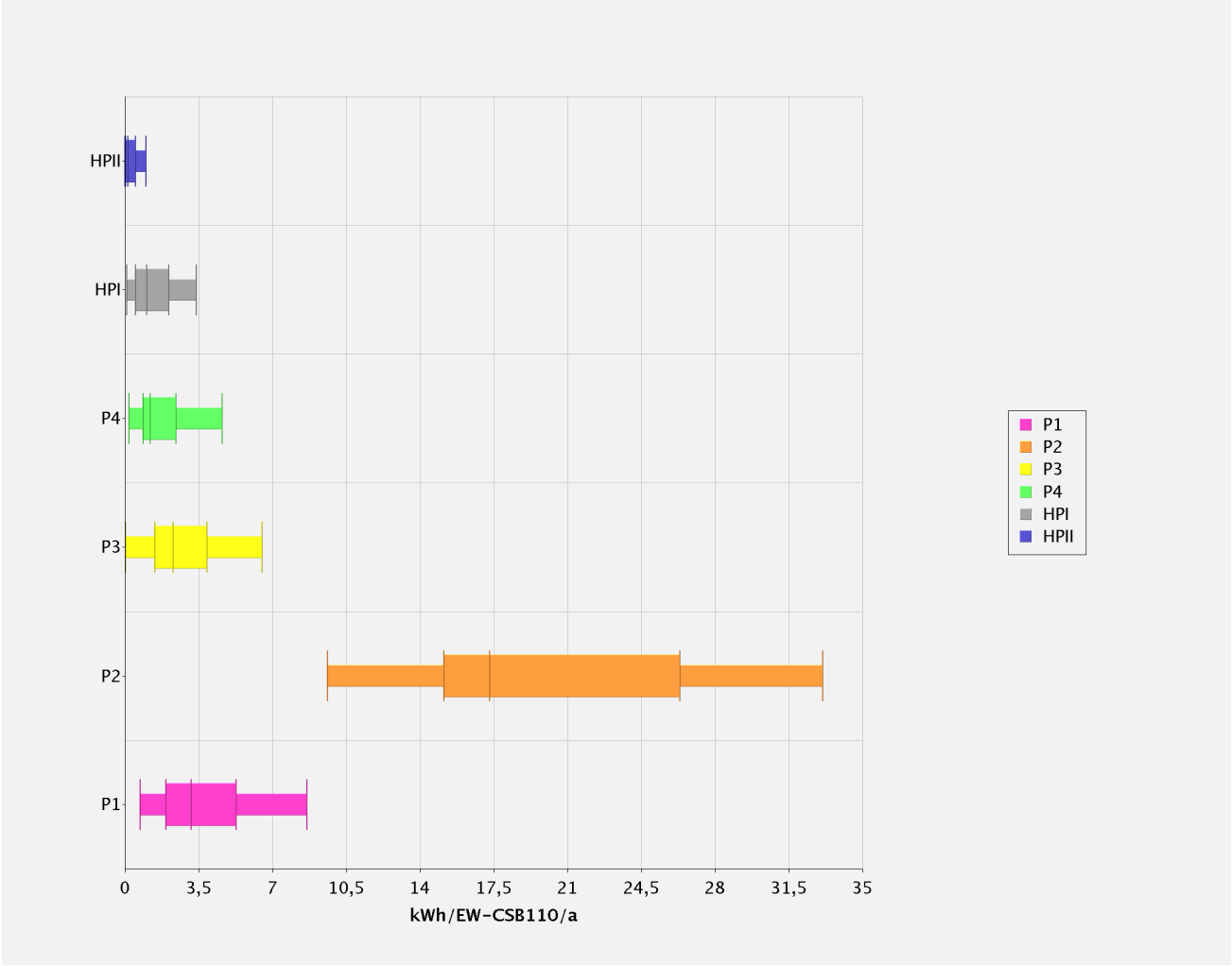
2.4. Hauptkostenarten ARA



2.4.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Kläranlage

	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,74	1,13	1,48
Reststoffkosten	1,76	2,68	3,86
Energiekosten	0,78	2,19	4,94
Leistungen durch Dritte	0,96	1,22	2,92
Personalkosten	4,48	6,40	9,19
Material− und Stoffkosten	1,68	2,26	2,80

2.5. Spezifischer Energieverbrauch je Prozess

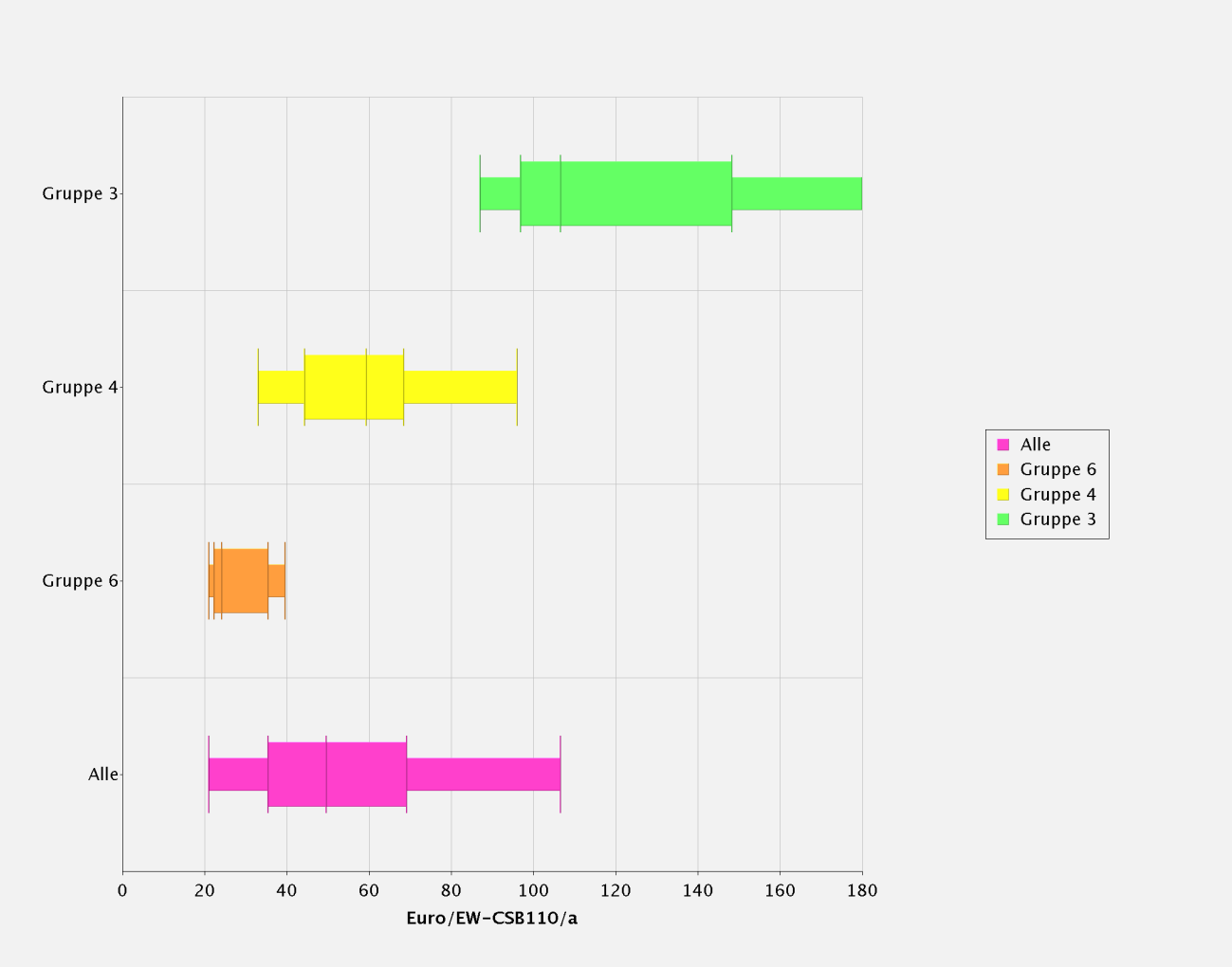


2.5.1. Wertetabelle − Spezifischer Energieverbrauch je Prozess

	Betriebskosten					
Prozesse	Zulaufpumpwerk u. mech. Vorreinigung P1	mechanisch biologische Abwasserreinigung P2	Eindickung und Stabilisierung P3	weitergehende Schlammbehandlung P4	obligatorische Hilfsprozesse HPI	fakultative Hilfsprozesse HPII
25% Perzentil	1,97	15,16	1,43	0,88	0,51	0,04
Median	2,95	17,32	2,28	1,22	1,03	0,16
75% Perzentil	5,28	26,36	3,90	2,44	2,09	0,52

3. Vergleich über die Größengruppen

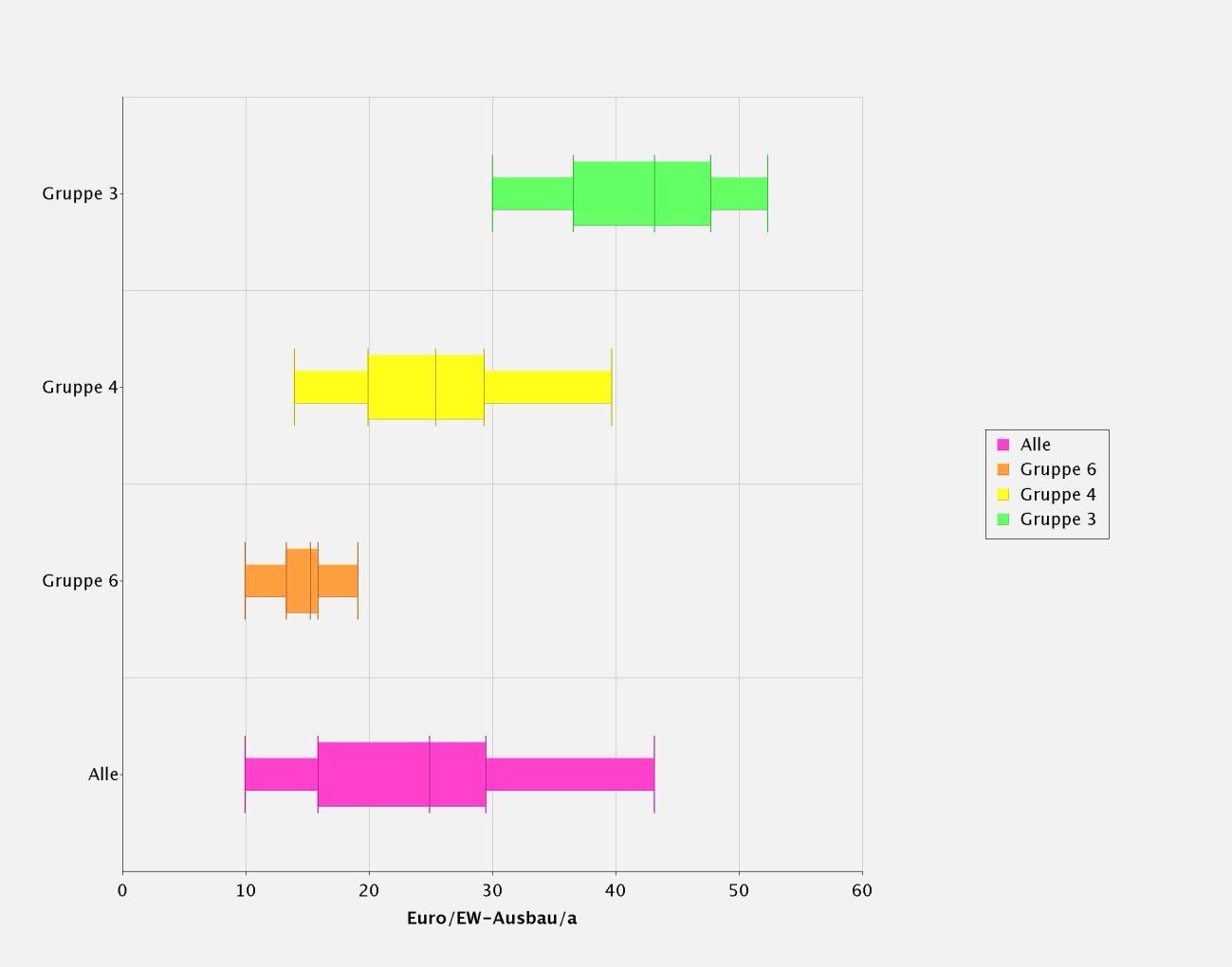
3.1. Vergleich Jahreskosten



3.1.1. Wertetabelle − Vergleich Jahreskosten

	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Alle Teilnehmer	35,55	49,62	69,19
Gruppe 6	22,42	24,28	35,55
Gruppe 4	44,29	59,38	68,52
Gruppe 3	96,86	106,63	148,35

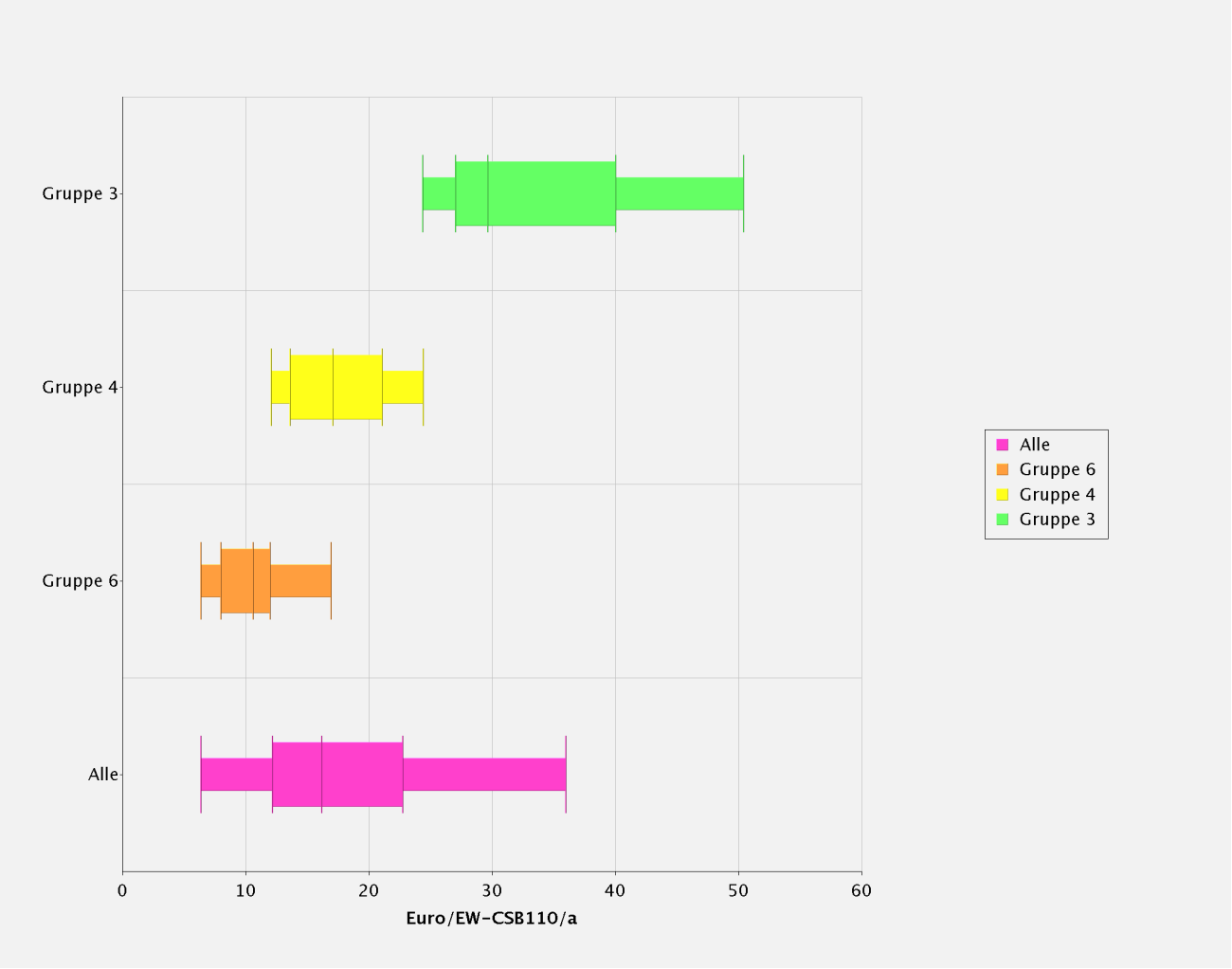
3.2. Vergleich Kapitalkosten



3.2.1. Wertetabelle − Vergleich Kapitalkosten

	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Alle Teilnehmer	15,86	24,95	29,50
Gruppe 6	13,33	15,27	15,86
Gruppe 4	19,92	25,43	29,36
Gruppe 3	36,59	43,16	47,76

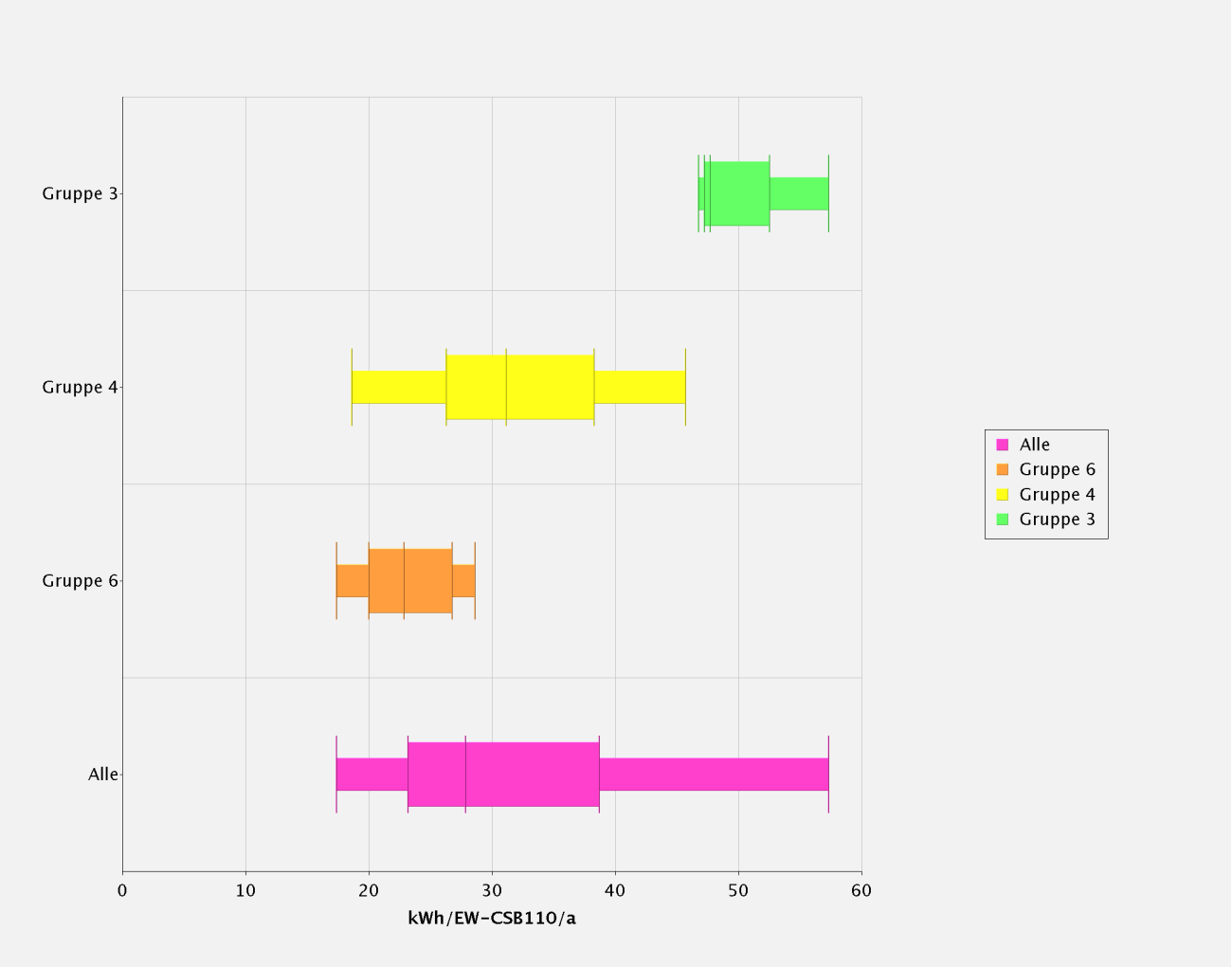
3.3. Vergleich Betriebskosten



3.3.1. Wertetabelle − Vergleich Betriebskosten

	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Alle Teilnehmer	12,23	16,23	22,77
Gruppe 6	8,01	10,65	12,00
Gruppe 4	13,65	17,13	21,12
Gruppe 3	27,07	29,71	40,07

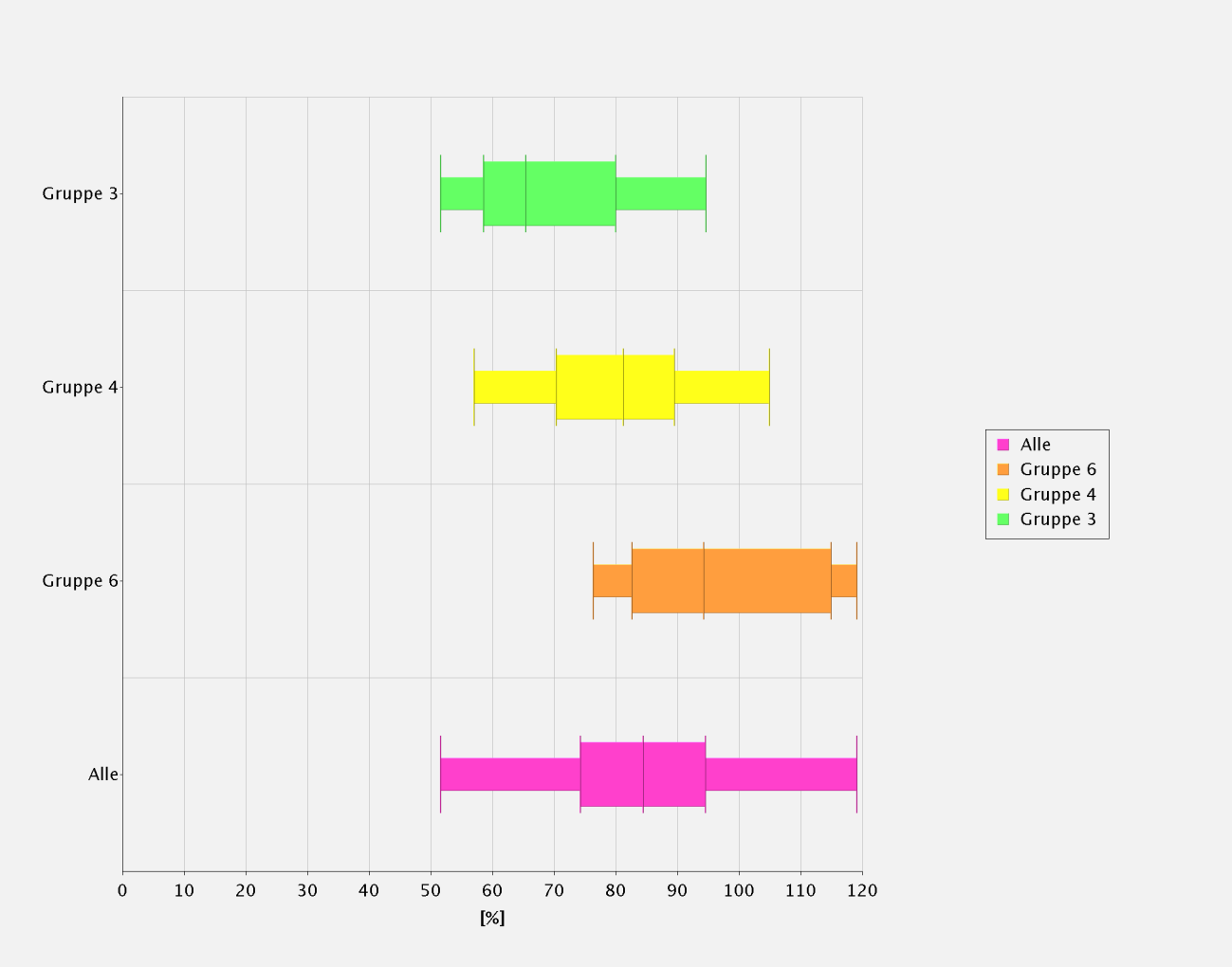
3.4. Vergleich Stromverbrauch



3.4.1. Wertetabelle − Stromverbrauch

	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Alle Teilnehmer	23,22	27,89	38,72
Gruppe 6	20,05	22,88	26,79
Gruppe 4	26,32	31,16	38,33
Gruppe 3	47,26	47,74	52,54

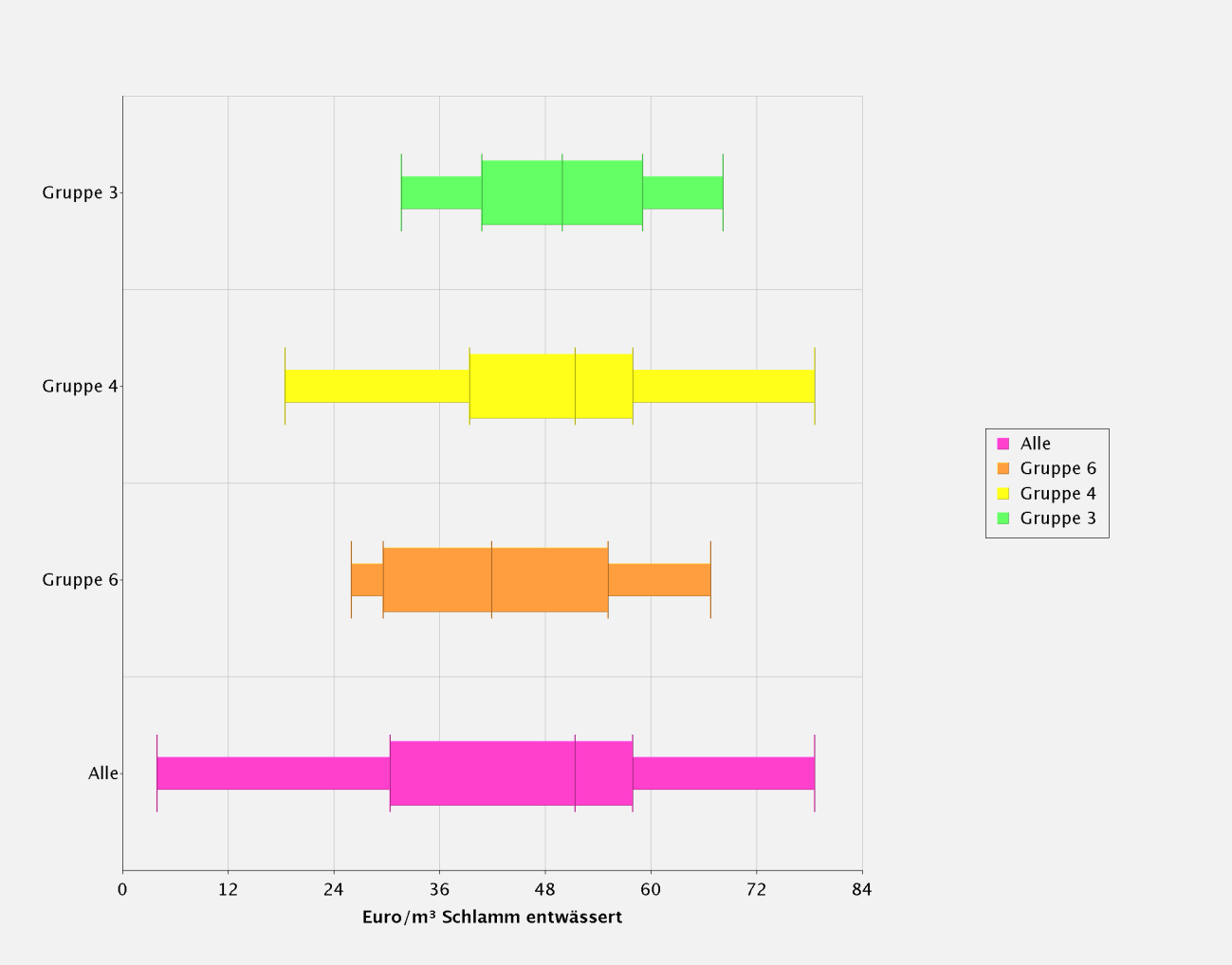
3.5. Vergleich Auslastung



3.5.1. Wertetabelle − Auslastung

	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Alle Teilnehmer	74,38	84,02	94,61
Gruppe 6	82,73	94,34	114,99
Gruppe 4	70,39	81,29	89,59
Gruppe 3	58,57	65,48	80,09

3.6. Vergleich Entsorgungskosten



3.6.1. Wertetabelle − Schlammentsorgungskosten

	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Alle Teilnehmer	30,46	51,40	57,97
Gruppe 6	29,62	41,95	55,15
Gruppe 4	39,43	51,40	57,97
Gruppe 3	40,84	49,97	59,10

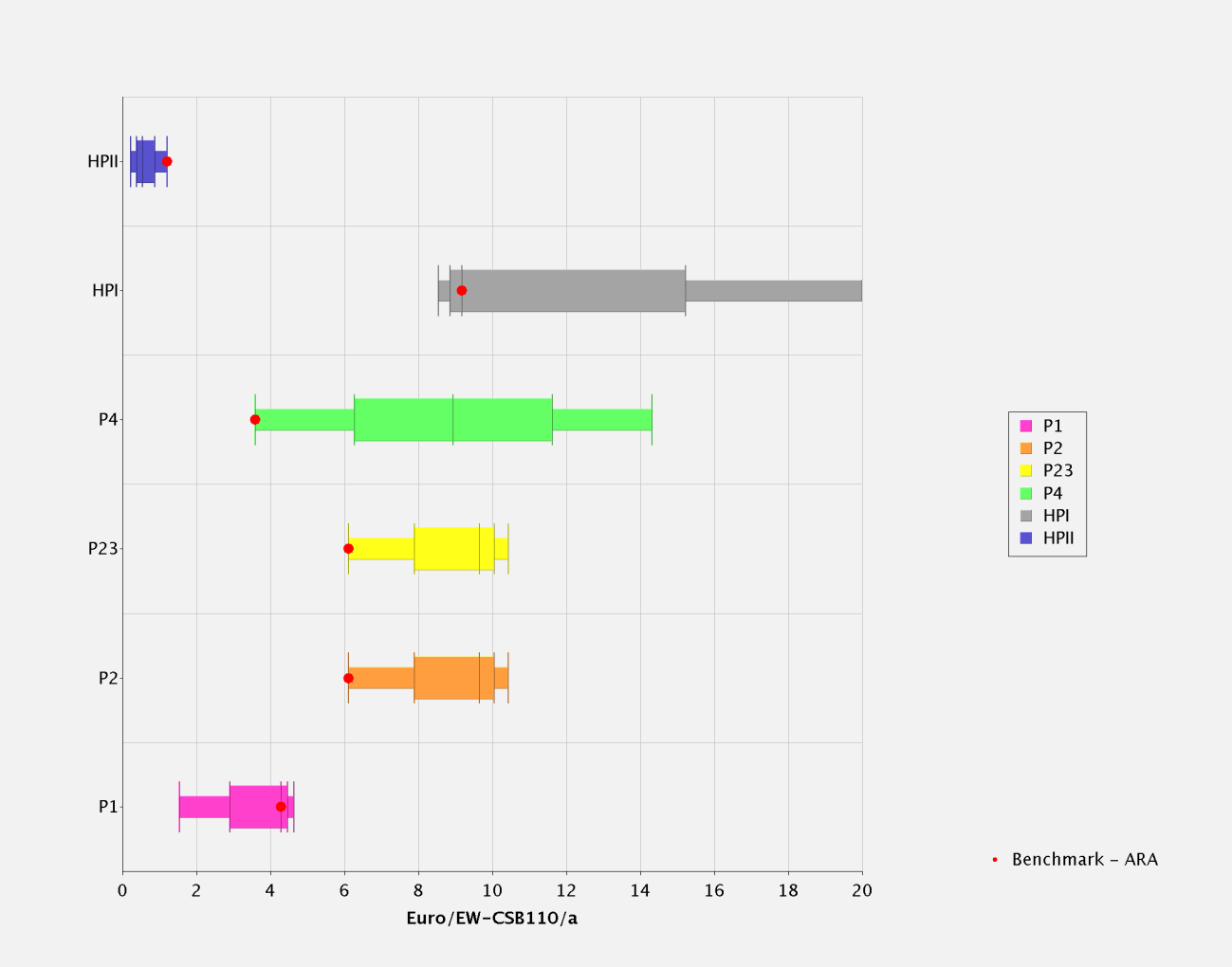
4. Gruppe 3 − Zusammenfassung der Gruppenergebnisse

In diesem Kapitel werden die wesentlichsten Ergebnisse der Gruppe 3 zusammengefaßt.
In ***Gruppe 3*** wurden Anlagen ***zwischen 10.000 und 20.000 EW−Ausbau*** miteinander verglichen, wobei im Untersuchungsjahr 8 Anlagen am Kläranlagenbenchmarking teilgenommen haben.

Die Ergebnisse dieses Kapitels werden ausschließlich in aggregierter Form bzw. in Prozentzahlen dargestellt, sodass mit Ausnahme der Ergebnisse der Benchmarkanlagen, auf keine Kosten von Einzelanlagen rückgerechnet werden kann.

Für die Darstellung der Gruppenergebnisse auf Prozessebene und auf Ebene der Hauptkostenarten in verdichter Form wurden verwendet. Da diese Darstellungsform auch in weiteren Kapiteln mehrfach Verwendung findet, folgt eine kurze Erläuterung zur Interpretation diese Boxcharts.

4.1. Gruppe 3 − Boxchart − Betriebskosten der Prozesse



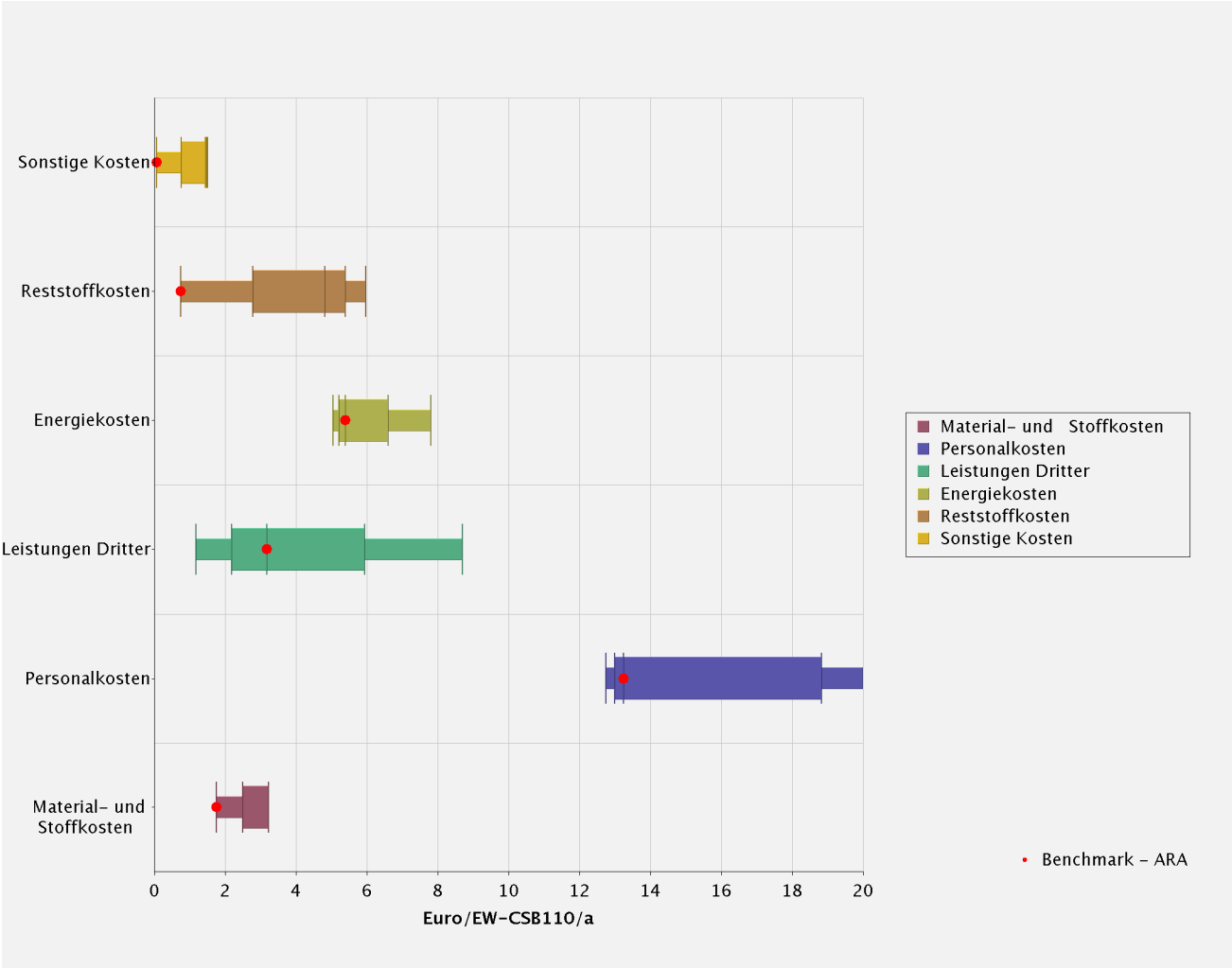
4.1.1. Wertetabelle − Betriebskosten der Prozesse

	Betriebskosten					
Prozesse	Zulaufpumpwerk u. mech. Vorreinigung P1	mechanisch biologische Abwasserreinigung P2	mechanisch biologische Abwasserreinigung und Stabilisierung P23 *	weitergehende Schlammbehandlung P4	obligatorische Hilfsprozesse HPI	fakultative Hilfsprozesse HPII
Benchmark−ARA	4,29	6,13	6,13	3,60	–	–
25% Perzentil	2,92	7,89	7,89	6,27	8,87	0,39
Median	4,29	9,66	9,66	8,94	9,19	0,54
75% Perzentil	4,47	10,05	10,05	11,63	15,23	0,88

*Aufgrund der geringen Anzahl der Anlagen mit Prozess 3 (Eindickung und Stabilisierung), wird in Gruppe 3 (10.000 − 20.000 EW) kein eigener Prozess 3 ausgewiesen. Prozess 2 und Prozess 3 werden daher im Prozess der mechanischen biologischen Abwasserreinigung und Stabilisierung (Prozess 23) zusammengefasst.

4.2. Kostenverteilung nach Hauptkostenarten

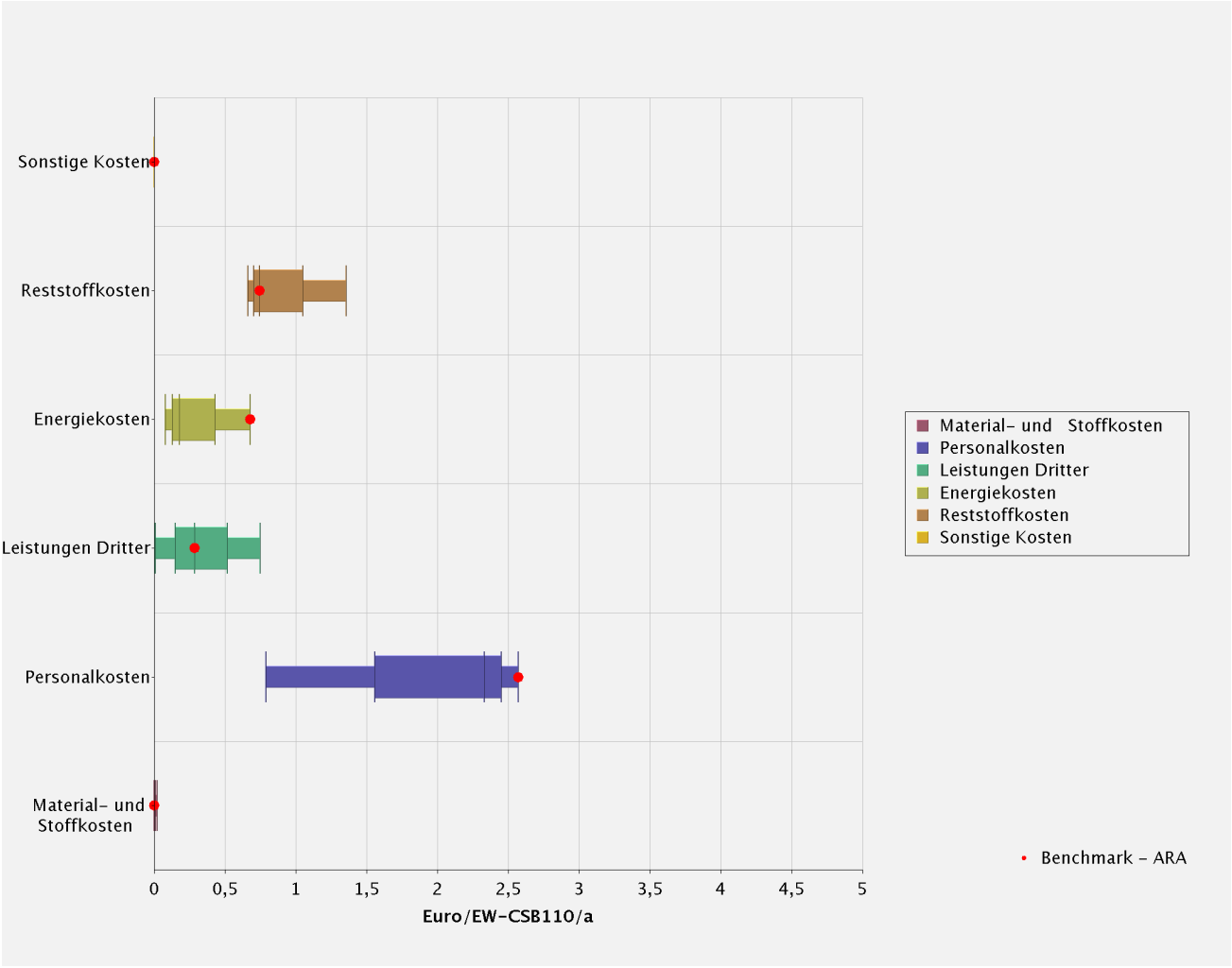
4.2.1. Gruppe 3 − Boxchart − Hauptkostenarten ARA



4.2.1.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Kläranlage

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,08	0,77	1,45	1,49
Reststoffkosten	0,75	2,78	4,81	5,39
Energiekosten	5,40	5,22	5,40	6,60
Leistungen durch Dritte	3,19	2,19	3,19	5,94
Personalkosten	13,25	13,00	13,25	18,84
Material− und Stoffkosten	1,76	2,50	3,23	3,23

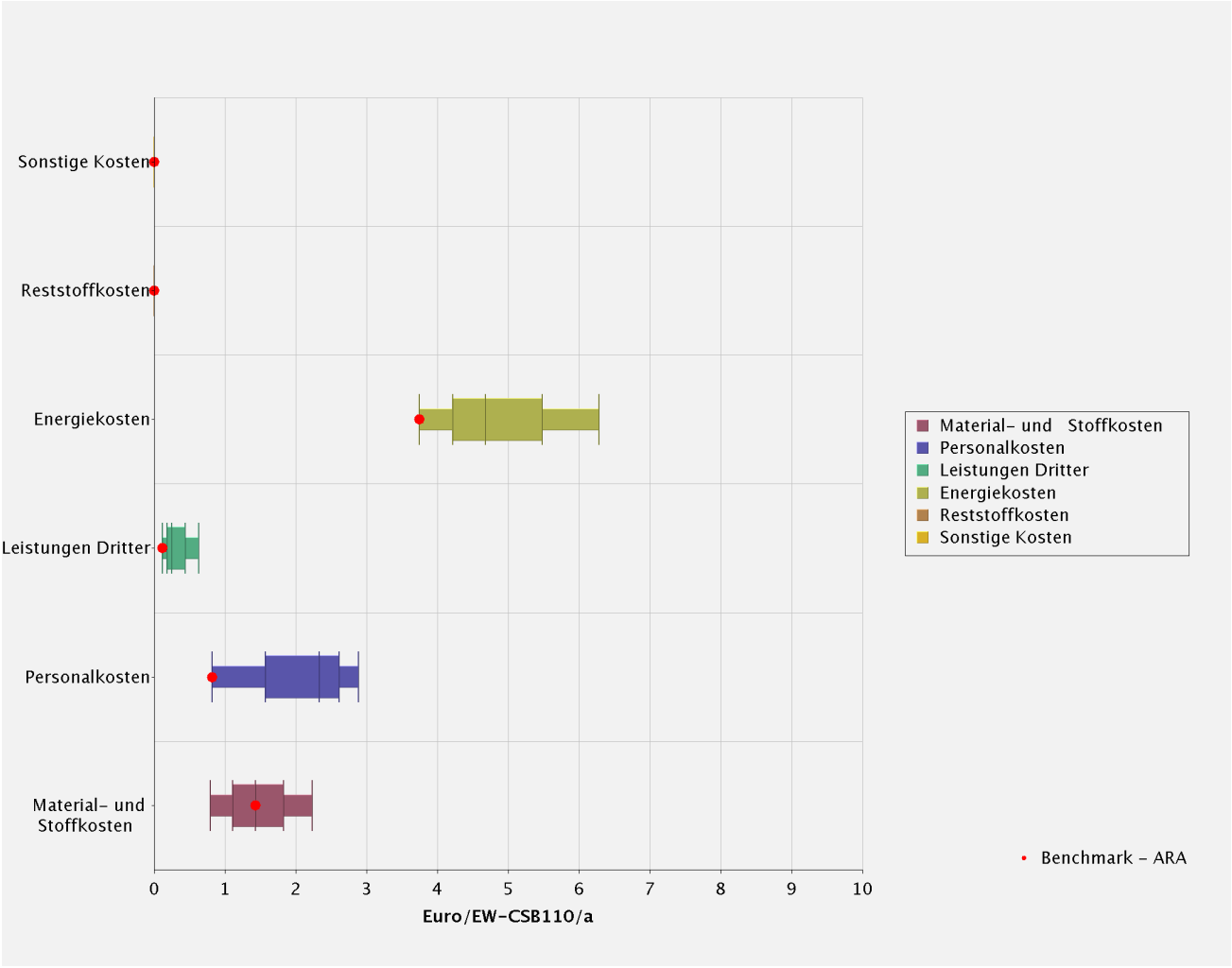
4.2.2. Gruppe 3 − Hauptkostenarten P1



4.2.2.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Prozess 1

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Reststoffkosten	0,75	0,71	0,75	1,05
Energiekosten	0,68	0,13	0,18	0,43
Leistungen durch Dritte	0,29	0,15	0,29	0,52
Personalkosten	2,57	1,56	2,33	2,45
Material− und Stoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,01

4.2.3. Gruppe 3 − Hauptkostenarten P2

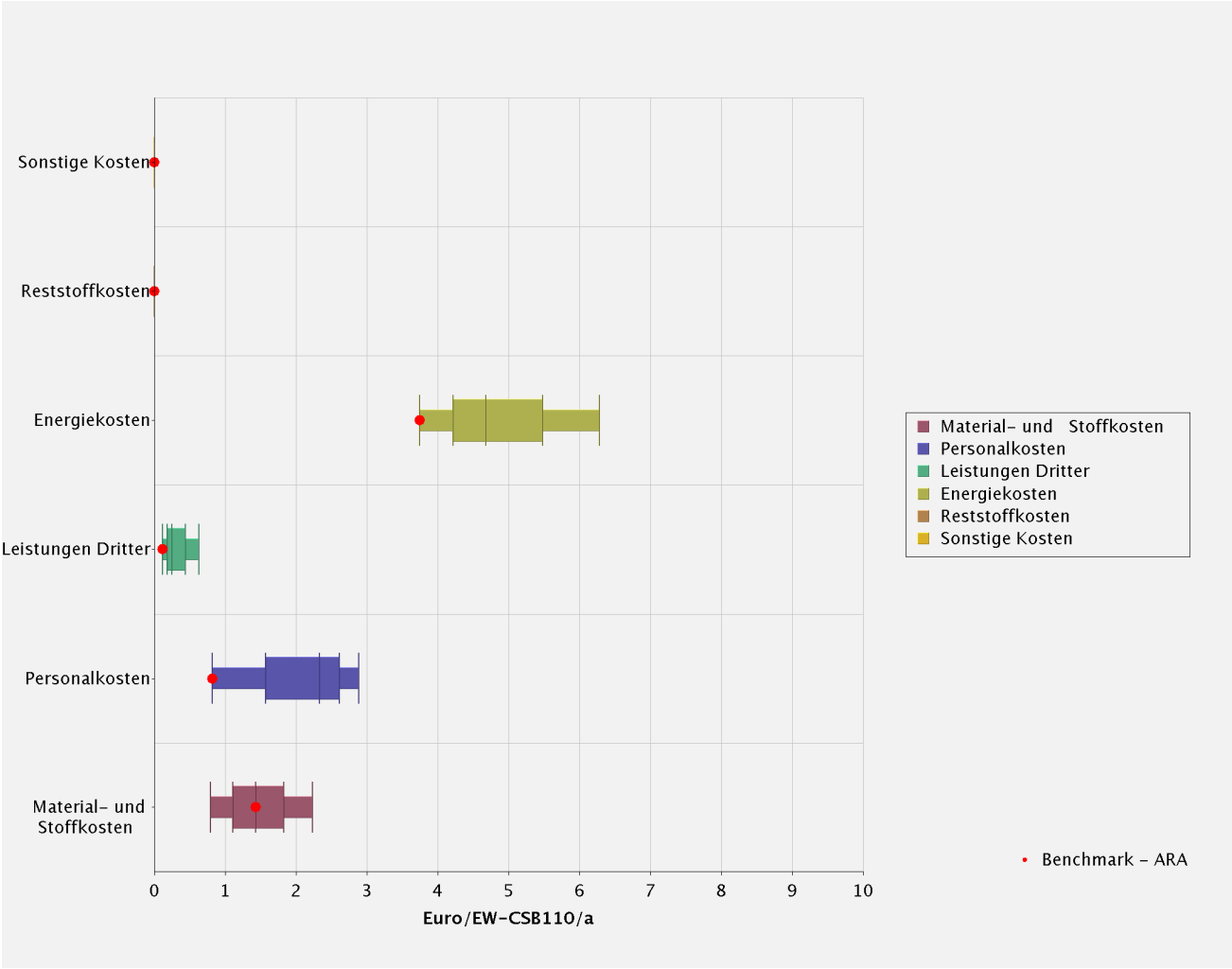


4.2.3.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Prozess 2

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Reststoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten	3,75	4,22	4,68	5,48
Leistungen durch Dritte	0,12	0,18	0,25	0,44
Personalkosten	0,82	1,58	2,33	2,61
Material− und Stoffkosten	1,43	1,11	1,43	1,83

4.2.4. Gruppe 3 − Hauptkostenarten P23

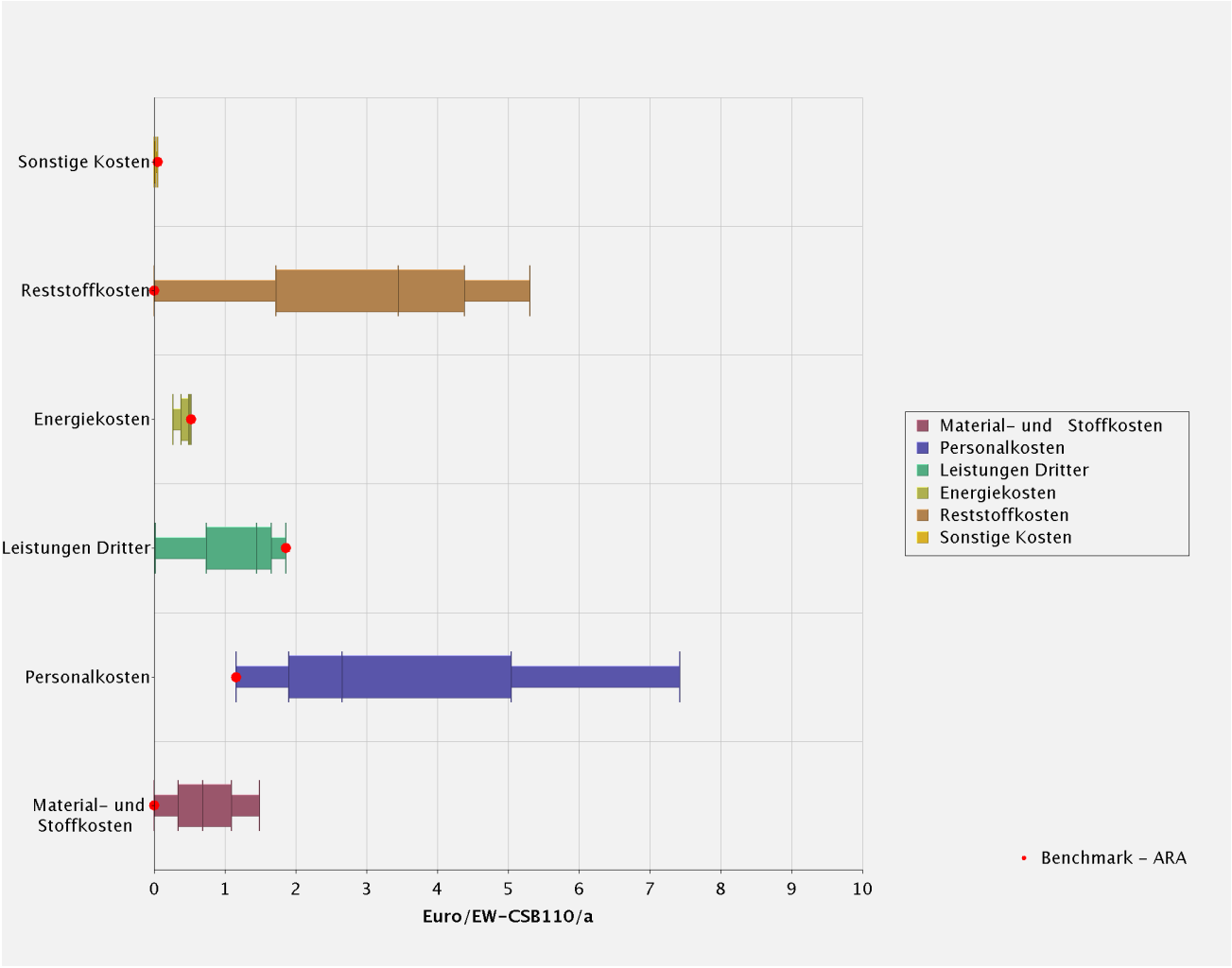
Aufgrund der geringen Anzahl der Anlagen mit Prozess 3 (Eindickung und Stabilisierung), wird in Gruppe 3 (10.000 − 20.000 EW) kein eigener Prozess 3 ausgewiesen. Prozess 2 und Prozess 3 werden daher im Prozess der mechanischen biologischen Abwasserreinigung und Stabilisierung (Prozess 23) zusammengefasst.



4.2.4.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Prozess 23

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Reststoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten	3,75	4,22	4,68	5,48
Leistungen durch Dritte	0,12	0,18	0,25	0,44
Personalkosten	0,82	1,58	2,33	2,61
Material− und Stoffkosten	1,43	1,11	1,43	1,83

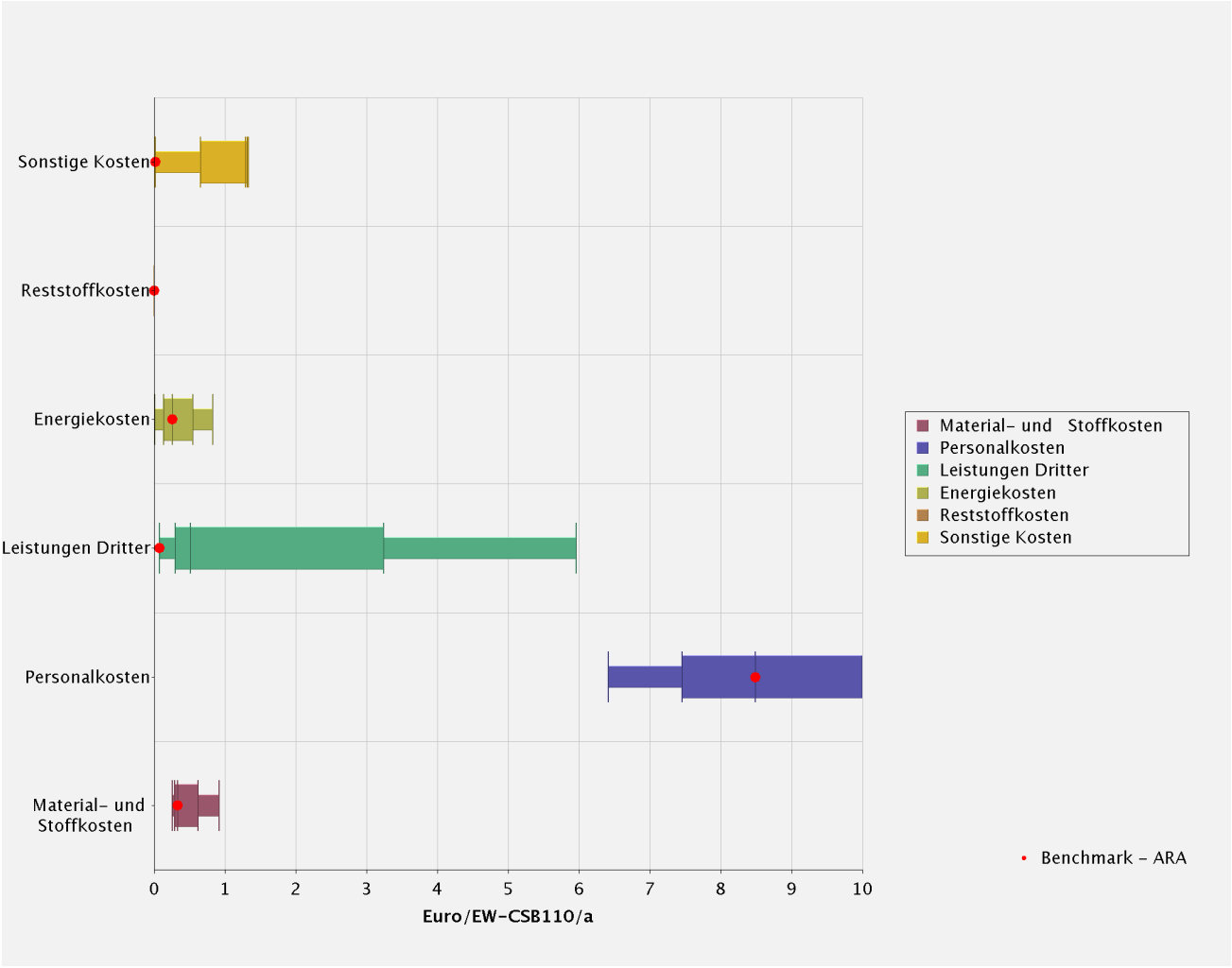
4.2.5. Gruppe 3 − Hauptkostenarten P4



4.2.5.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Prozess 4

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,06	0,00	0,00	0,03
Reststoffkosten	0,00	1,73	3,45	4,38
Energiekosten	0,52	0,38	0,49	0,51
Leistungen durch Dritte	1,86	0,74	1,45	1,66
Personalkosten	1,16	1,91	2,65	5,04
Material− und Stoffkosten	0,00	0,34	0,69	1,09

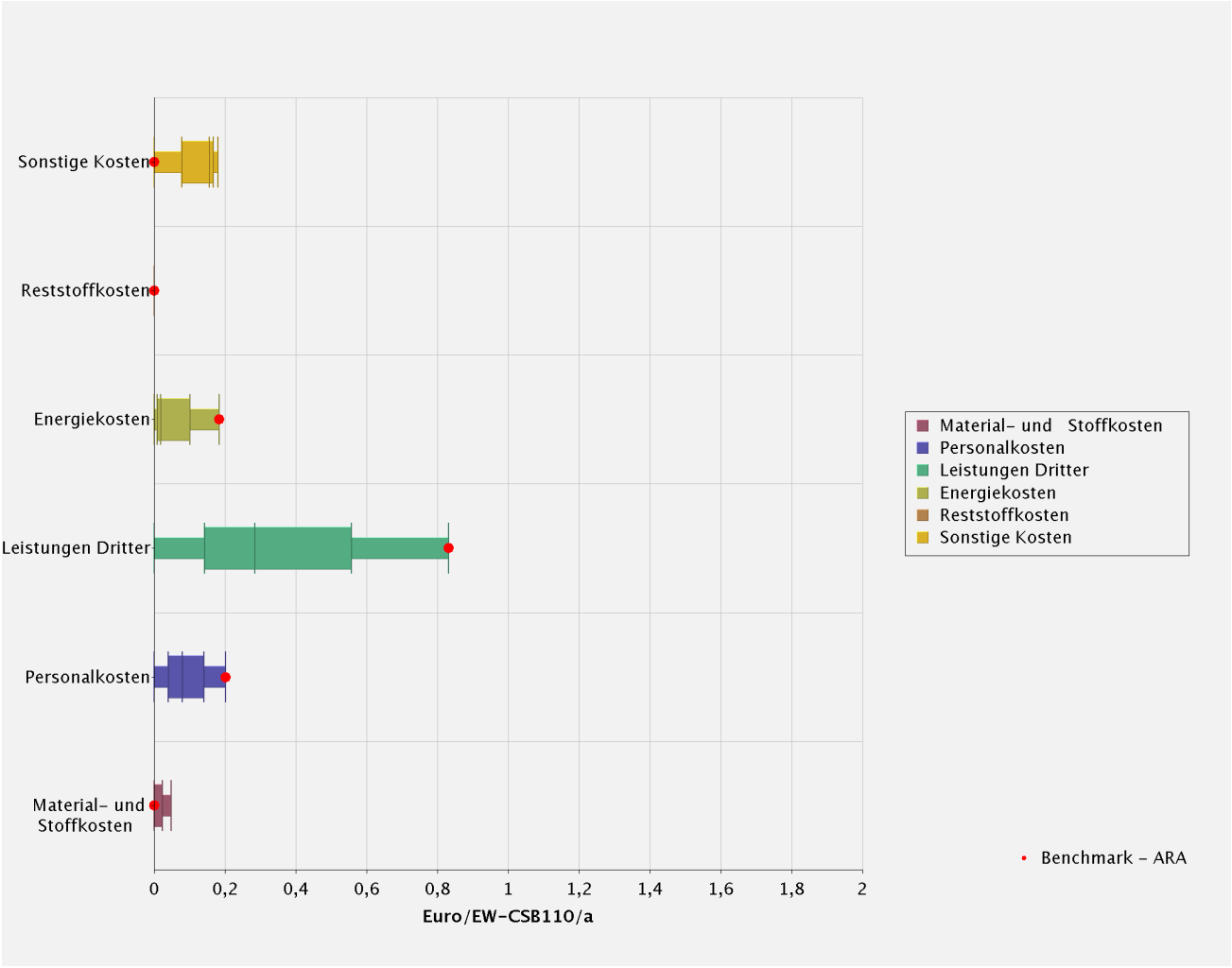
4.2.6. Gruppe 3 − Hauptkostenarten HPI



4.2.6.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Hilfsprozess I

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,02	0,66	1,30	1,32
Reststoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten	0,26	0,14	0,26	0,55
Leistungen durch Dritte	0,08	0,30	0,52	3,24
Personalkosten	8,50	7,46	8,50	10,38
Material− und Stoffkosten	0,33	0,30	0,33	0,63

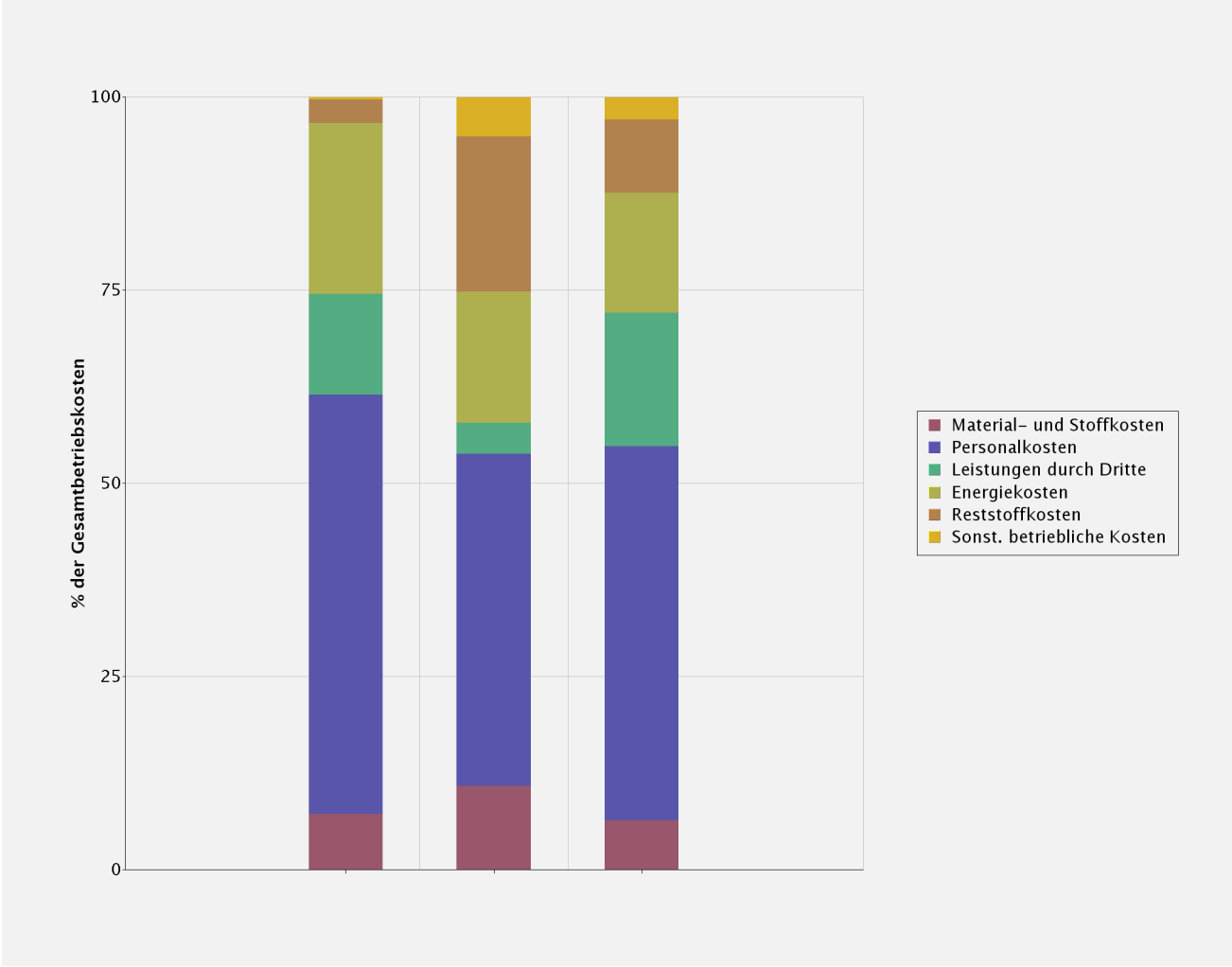
4.2.7. Gruppe 3 − Hauptkostenarten HPII



4.2.7.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Hilfsprozess II

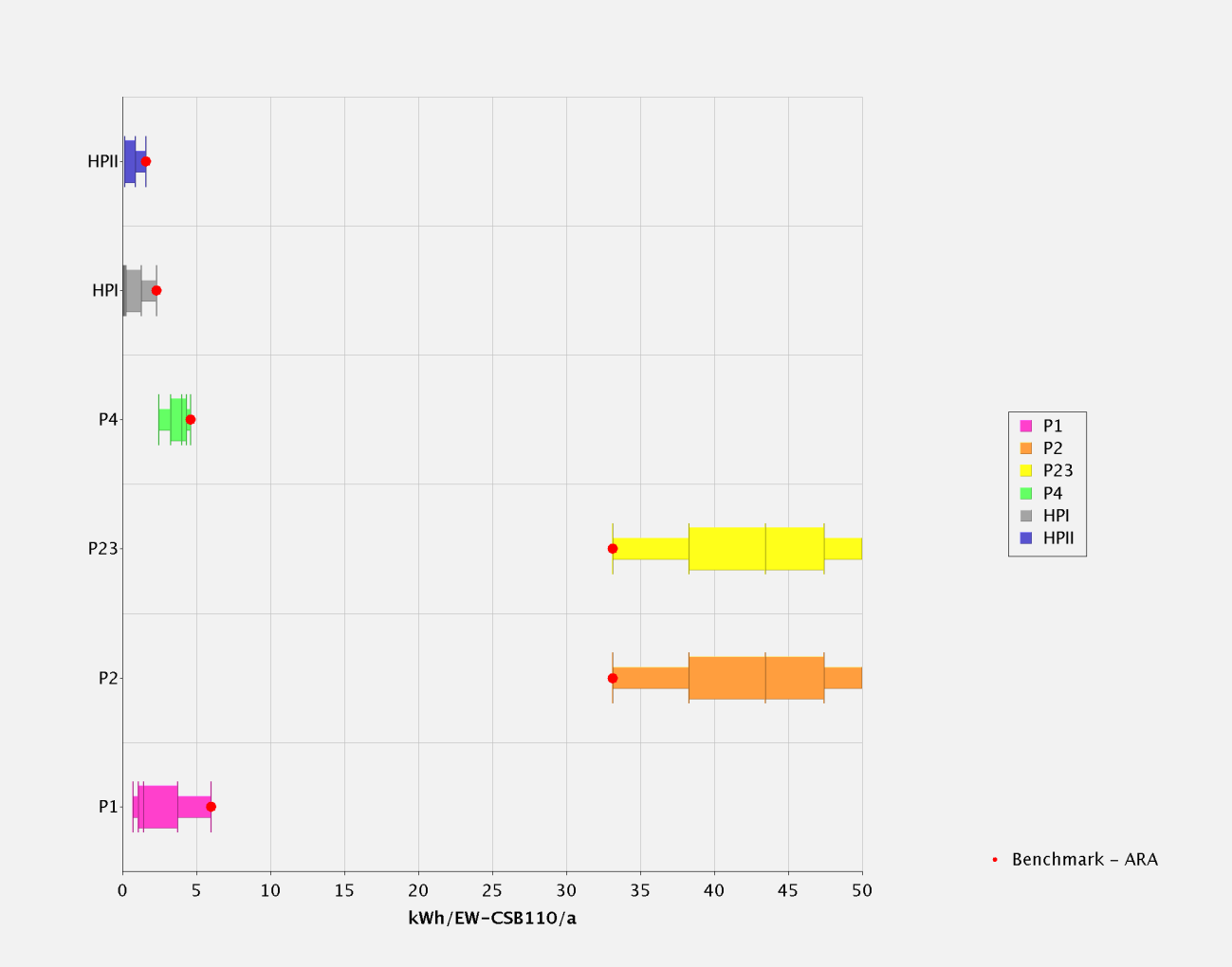
	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,00	0,08	0,16	0,17
Reststoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten	0,18	0,01	0,02	0,10
Leistungen durch Dritte	0,83	0,14	0,28	0,56
Personalkosten	0,20	0,04	0,08	0,14
Material− und Stoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,02

4.3. Gruppe 3 − Kostenverhältnis der Hauptkostenarten



	Material− und Stoffkosten	Personalkosten	Leistungen durch Dritte	Energiekosten	Reststoffkosten	Sonst. betriebliche Kosten
	7,22%	54,25%	13,04%	22,11%	3,06%	0,31%
	10,88%	42,94%	3,99%	16,98%	20,11%	5,11%
	6,41%	48,43%	17,26%	15,48%	9,54%	2,88%

4.4. Gruppe 3 − Spezifischer Energieverbrauch je Prozess



4.4.1. Wertetabelle − Spezifischer Energieverbrauch je Prozess

	Spezifischer Energieverbrauch					
Prozesse	Zulaufpumpwerk u. mech. Vorreinigung P1	mechanisch biologische Abwasserreinigung P2	mechanisch biologische Abwasserreinigung und Stabilisierung P23 *	weitergehende Schlammbehandlung P4	obligatorische Hilfsprozesse HPI	fakultative Hilfsprozesse HPII
Benchmark−ARA	6,02	33,14	33,14	4,63	–	–
25% Perzentil	1,10	38,30	38,30	3,27	0,17	0,53
Median	1,46	43,46	43,46	4,05	0,24	0,89
75% Perzentil	3,74	47,44	47,44	4,34	1,28	1,26

*Aufgrund der geringen Anzahl der Anlagen mit Prozess 3 (Eindickung und Stabilisierung), wird in Gruppe 3 (10.000 − 20.000 EW) kein eigener Prozess 3 ausgewiesen. Prozess 2 und Prozess 3 werden daher im Prozess der mechanischen biologischen Abwasserreinigung und Stabilisierung (Prozess 23) zusammengefasst.

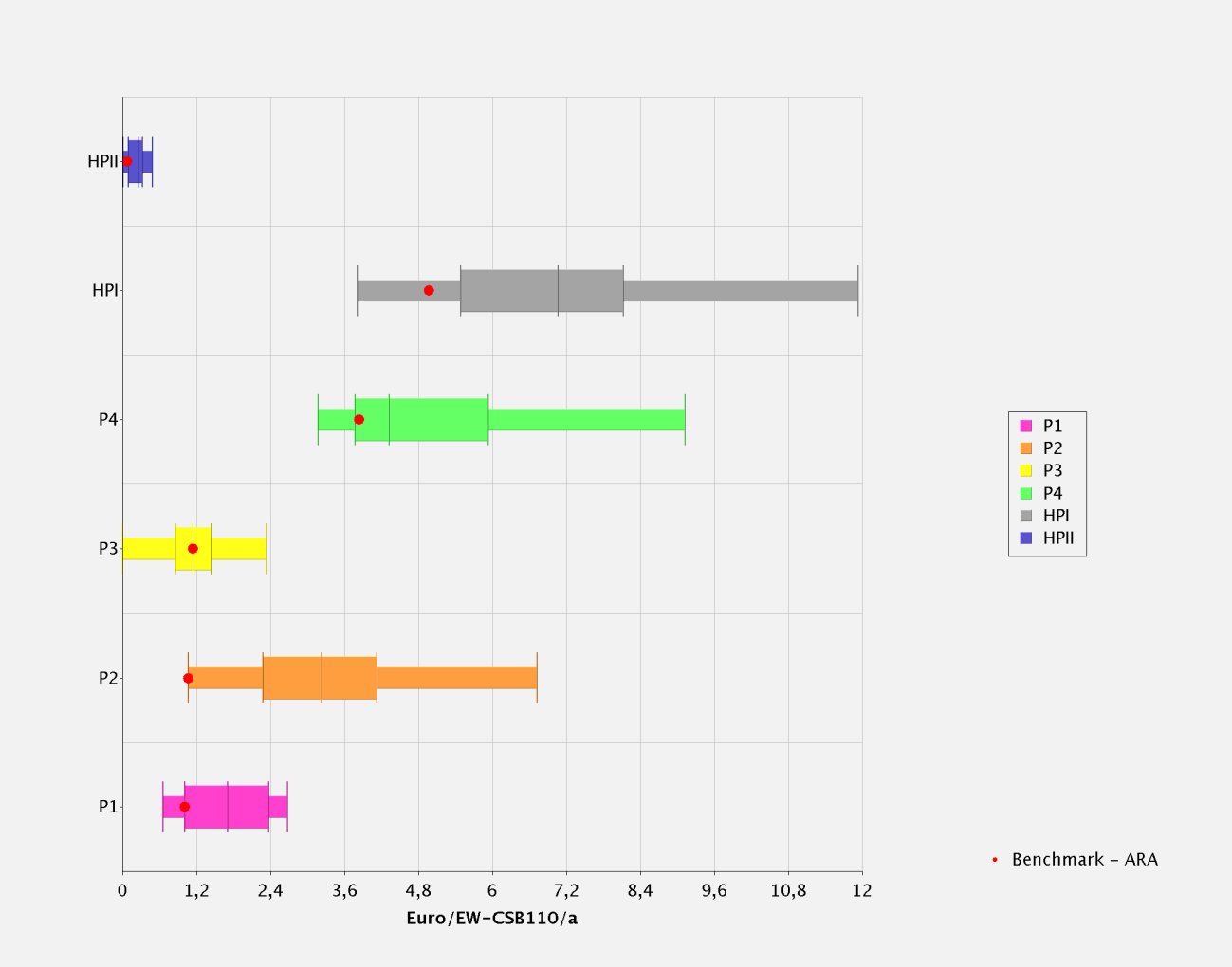
5. Gruppe 4 − Zusammenfassung der Gruppenergebnisse

In diesem Kapitel werden die wesentlichsten Ergebnisse der Gruppe 4 zusammengefaßt.
In ***Gruppe 4*** wurden Anlagen ***zwischen 20.000 und 50.000 EW−Ausbau*** miteinander verglichen, wobei im Untersuchungsjahr 15 Anlagen am Kläranlagenbenchmarking teilgenommen haben.

Die Ergebnisse dieses Kapitels werden ausschließlich in aggregierter Form bzw. in Prozentzahlen dargestellt, sodass mit Ausnahme der Ergebnisse der Benchmarkanlagen, auf keine Kosten von Einzelanlagen rückgerechnet werden kann.

Für die Darstellung der Gruppenergebnisse auf Prozessebene und auf Ebene der Hauptkostenarten in verdichter Form wurden verwendet. Da diese Darstellungsform auch in weiteren Kapiteln mehrfach Verwendung findet, folgt eine kurze Erläuterung zur Interpretation diese Boxcharts.

5.1. Gruppe 4 − Boxchart − Betriebskosten der Prozesse

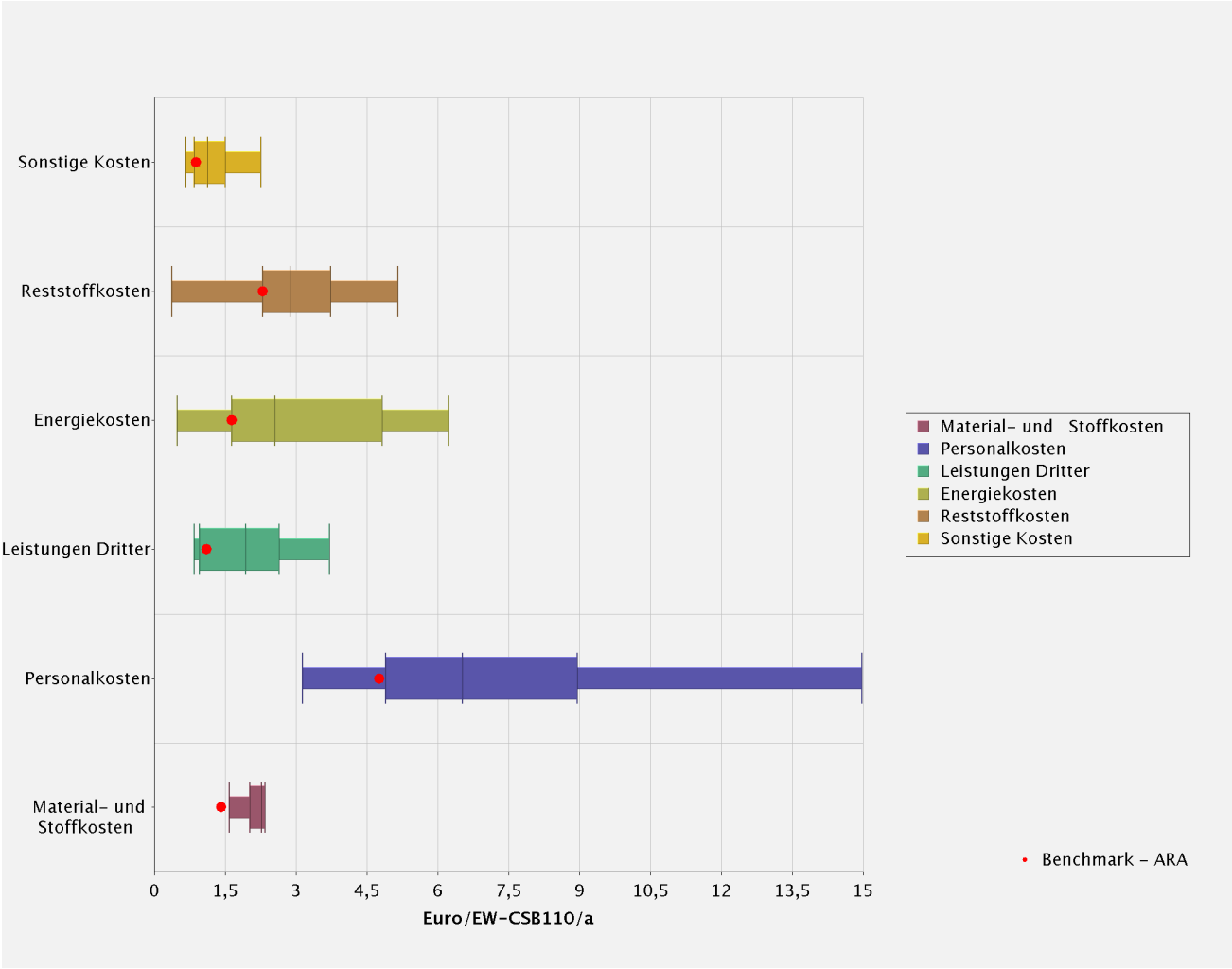


5.1.1. Wertetabelle − Betriebskosten der Prozesse

	Betriebskosten					
Prozesse	Zulaufpumpwerk u. mech. Vorreinigung P1	mechanisch biologische Abwasserreinigung P2	Eindickung und Stabilisierung P3	weitergehende Schlammbehandlung P4	obligatorische Hilfsprozesse HPI	fakultative Hilfsprozesse HPII
Benchmark−ARA	1,01	1,07	1,14	3,84	−	−
25% Perzentil	1,01	2,28	0,86	3,78	5,49	0,10
Median	1,71	3,24	1,15	4,33	7,07	0,26
75% Perzentil	2,38	4,13	1,46	5,94	8,13	0,33

5.2. Kostenverteilung nach Hauptkostenarten

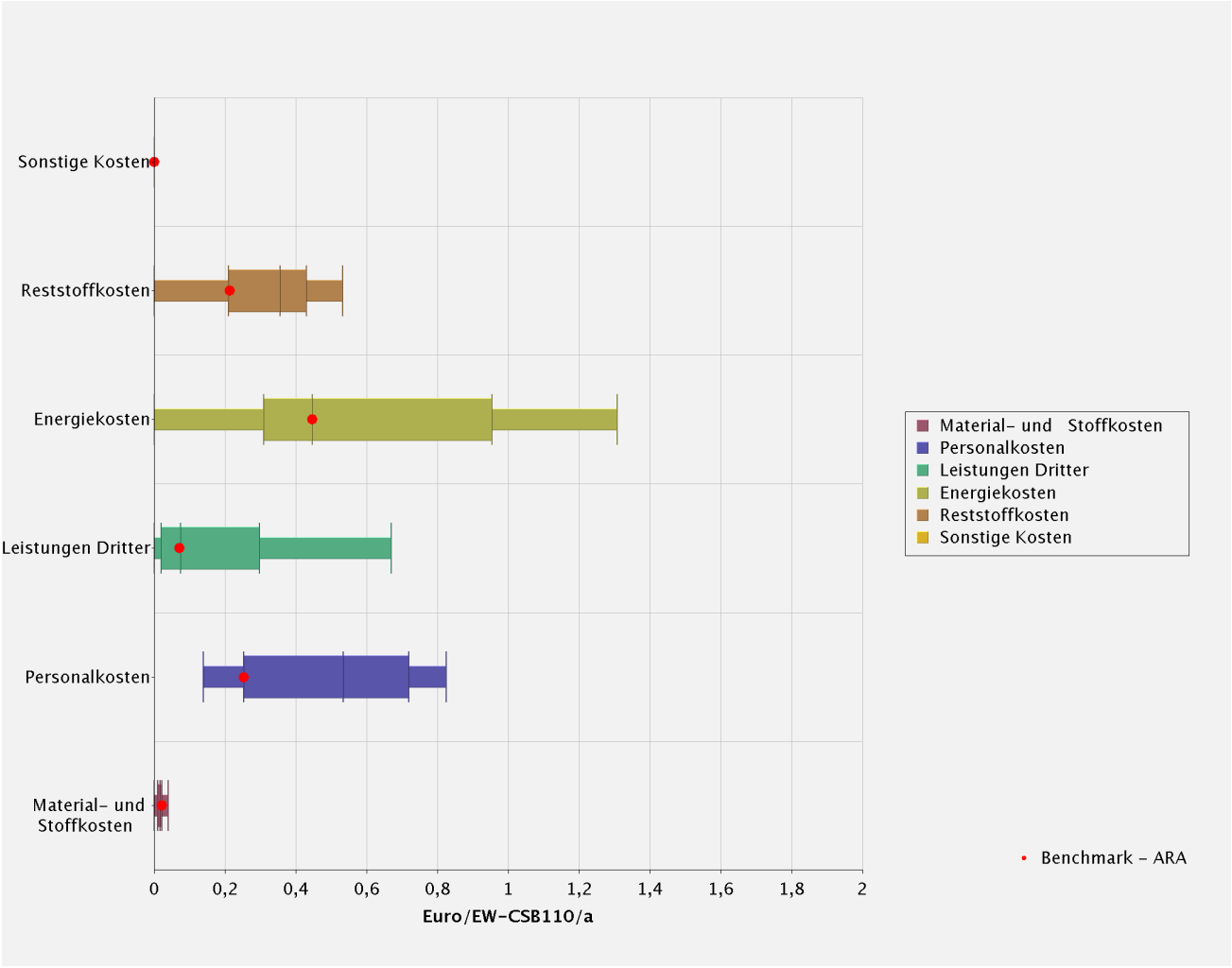
5.2.1. Gruppe 4 − Boxchart − Hauptkostenarten ARA



5.2.1.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Kläranlage

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,88	0,85	1,13	1,50
Reststoffkosten	2,30	2,30	2,88	3,74
Energiekosten	1,64	1,64	2,57	4,83
Leistungen durch Dritte	1,11	0,96	1,94	2,65
Personalkosten	4,76	4,91	6,53	8,96
Material− und Stoffkosten	1,42	2,03	2,27	2,35

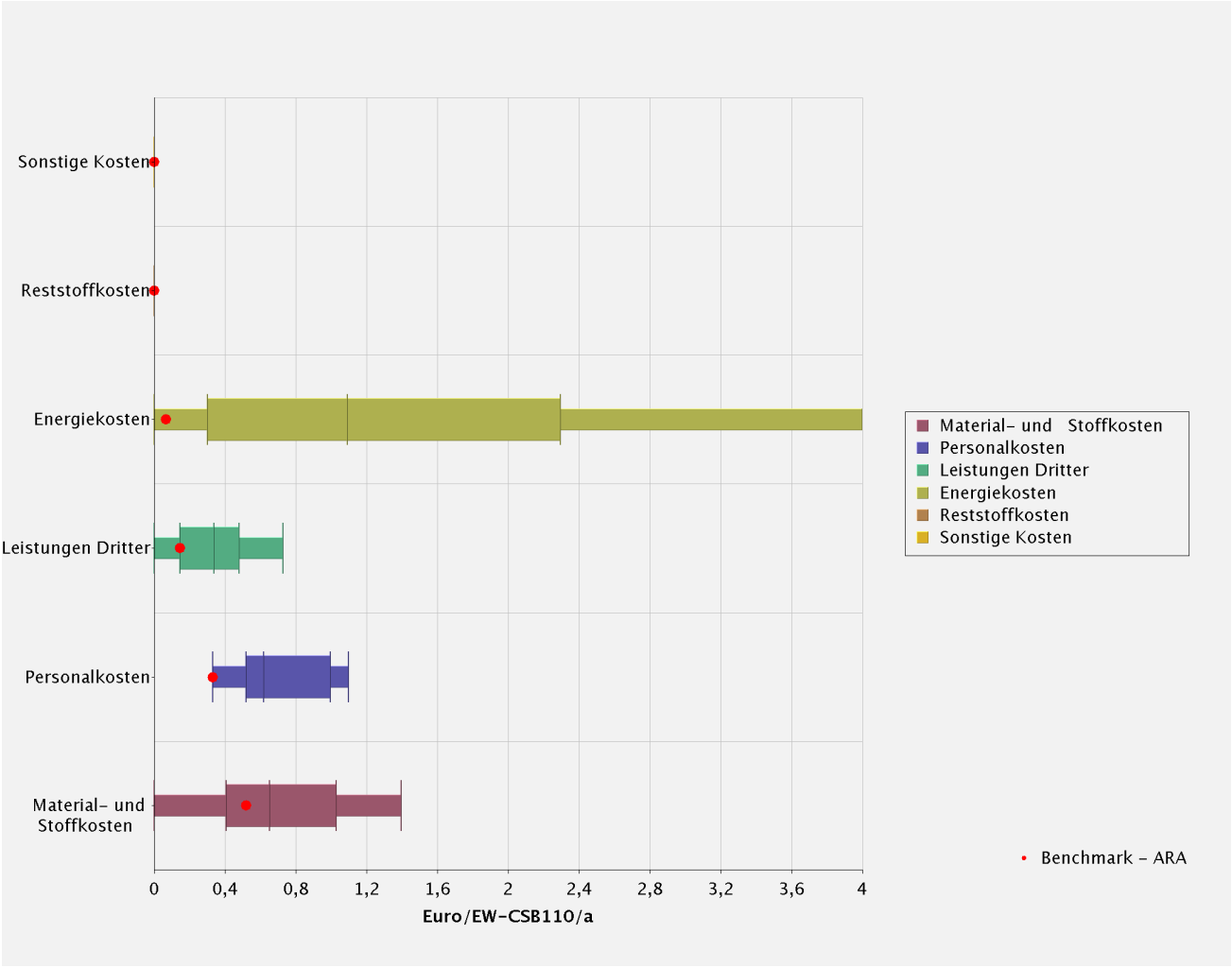
5.2.2. Gruppe 4 − Hauptkostenarten P1



5.2.2.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Prozess 1

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Reststoffkosten	0,21	0,21	0,36	0,43
Energiekosten	0,45	0,31	0,45	0,96
Leistungen durch Dritte	0,07	0,02	0,07	0,30
Personalkosten	0,25	0,25	0,53	0,72
Material− und Stoffkosten	0,02	0,01	0,02	0,02

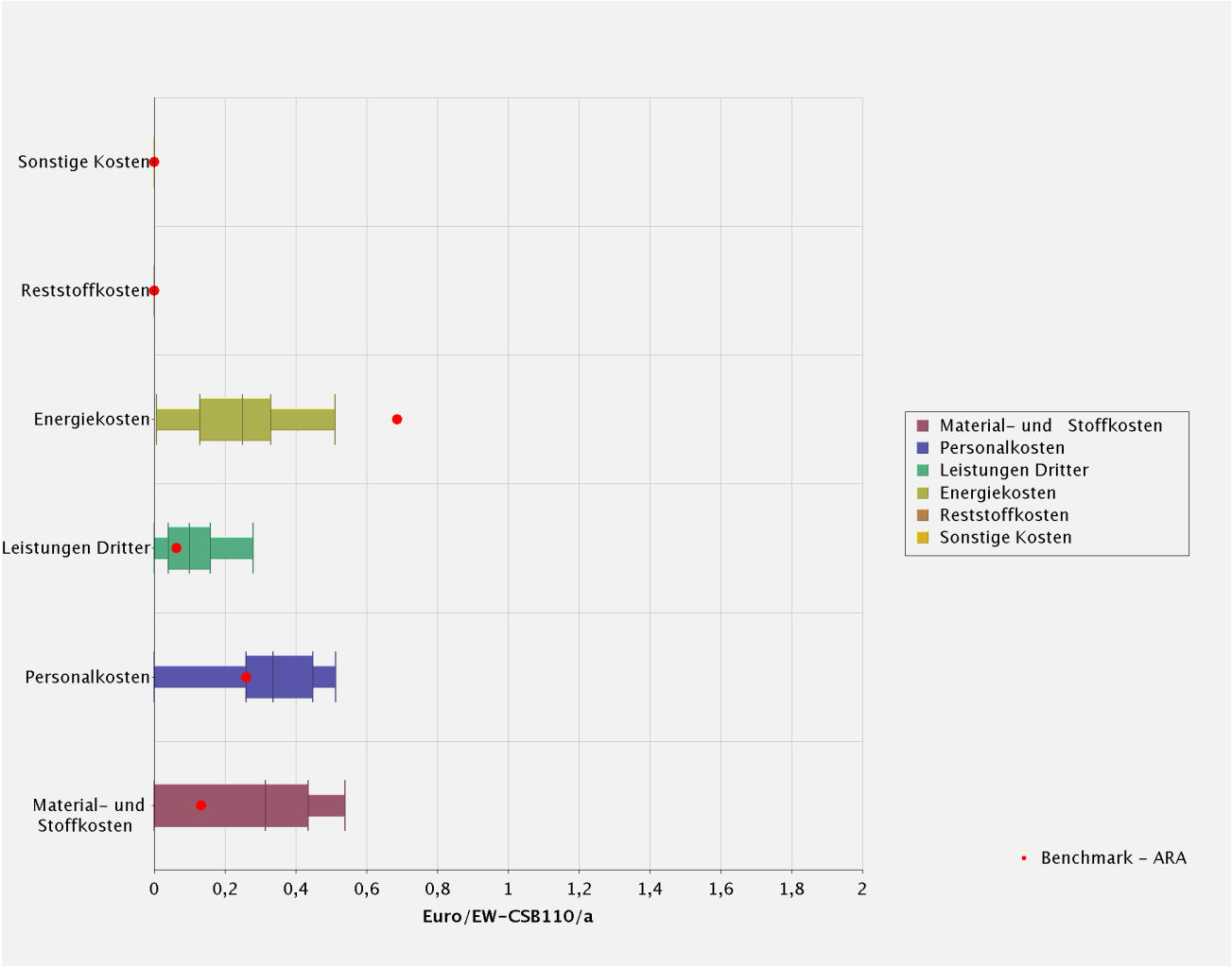
5.2.3. Gruppe 4 − Hauptkostenarten P2



5.2.3.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Prozess 2

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Reststoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten	0,07	0,30	1,09	2,30
Leistungen durch Dritte	0,15	0,15	0,34	0,48
Personalkosten	0,33	0,52	0,62	1,00
Material− und Stoffkosten	0,52	0,41	0,65	1,03

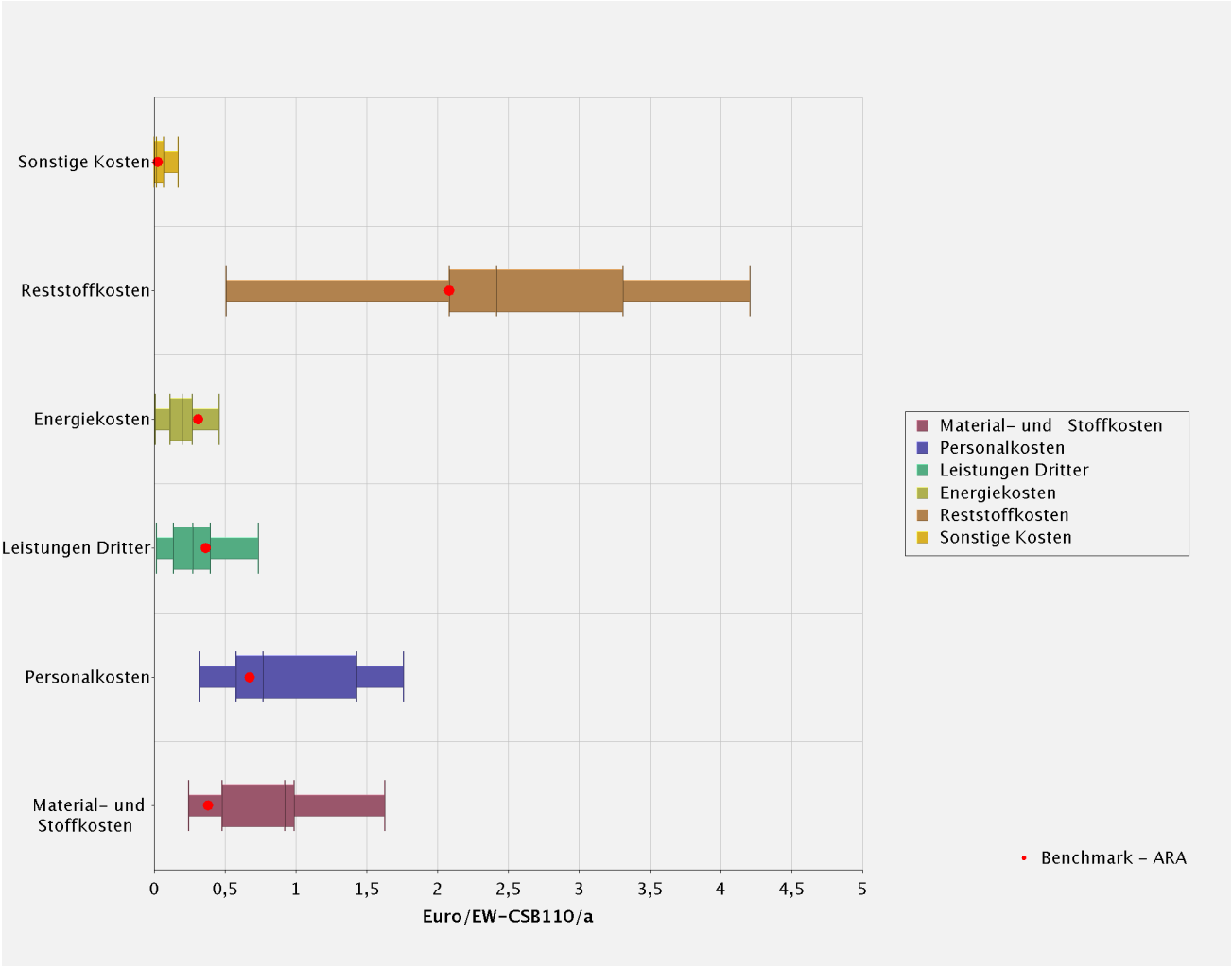
5.2.4. Gruppe 4 − Hauptkostenarten P3



5.2.4.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Prozess 3

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Reststoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten	0,69	0,13	0,25	0,33
Leistungen durch Dritte	0,06	0,04	0,10	0,16
Personalkosten	0,26	0,26	0,34	0,45
Material− und Stoffkosten	0,13	0,00	0,32	0,44

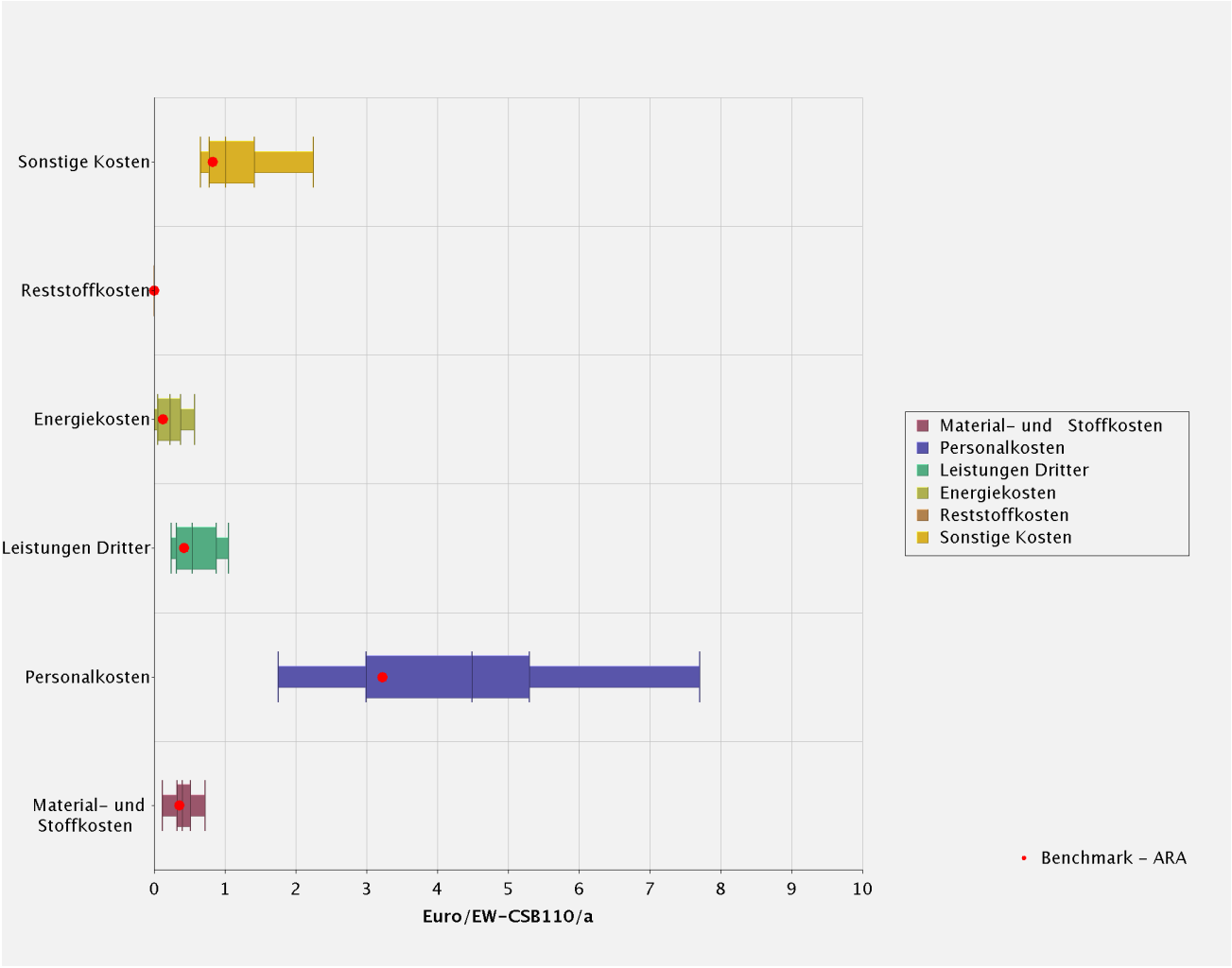
5.2.5. Gruppe 4 − Hauptkostenarten P4



5.2.5.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Prozess 4

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,03	0,00	0,02	0,07
Reststoffkosten	2,08	2,08	2,42	3,31
Energiekosten	0,31	0,11	0,20	0,27
Leistungen durch Dritte	0,36	0,14	0,27	0,40
Personalkosten	0,68	0,58	0,77	1,43
Material− und Stoffkosten	0,38	0,48	0,92	0,99

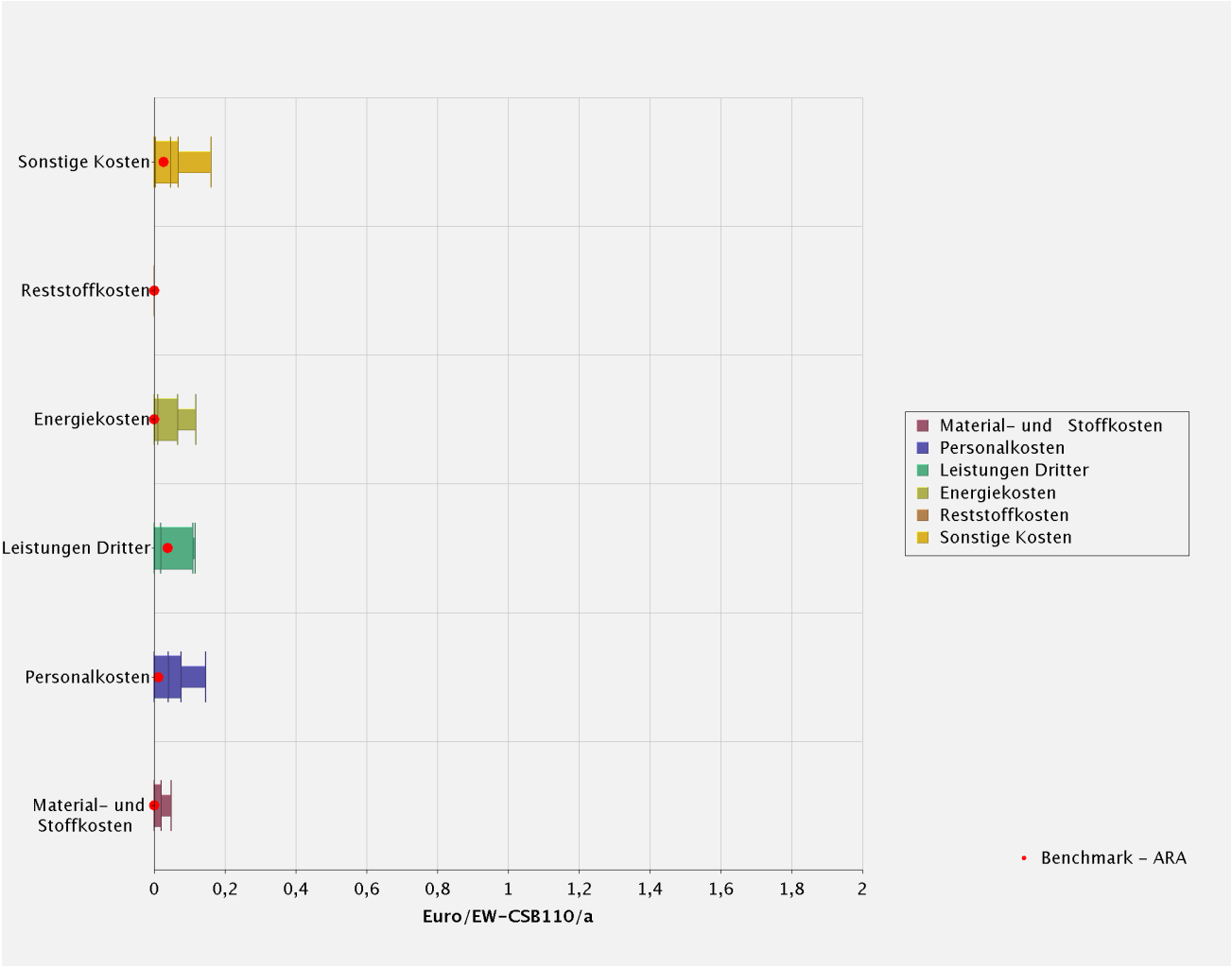
5.2.6. Gruppe 4 − Hauptkostenarten HPI



5.2.6.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Hilfsprozess I

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,83	0,78	1,01	1,42
Reststoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten	0,13	0,05	0,23	0,38
Leistungen durch Dritte	0,43	0,32	0,54	0,88
Personalkosten	3,23	3,00	4,49	5,30
Material− und Stoffkosten	0,36	0,32	0,40	0,52

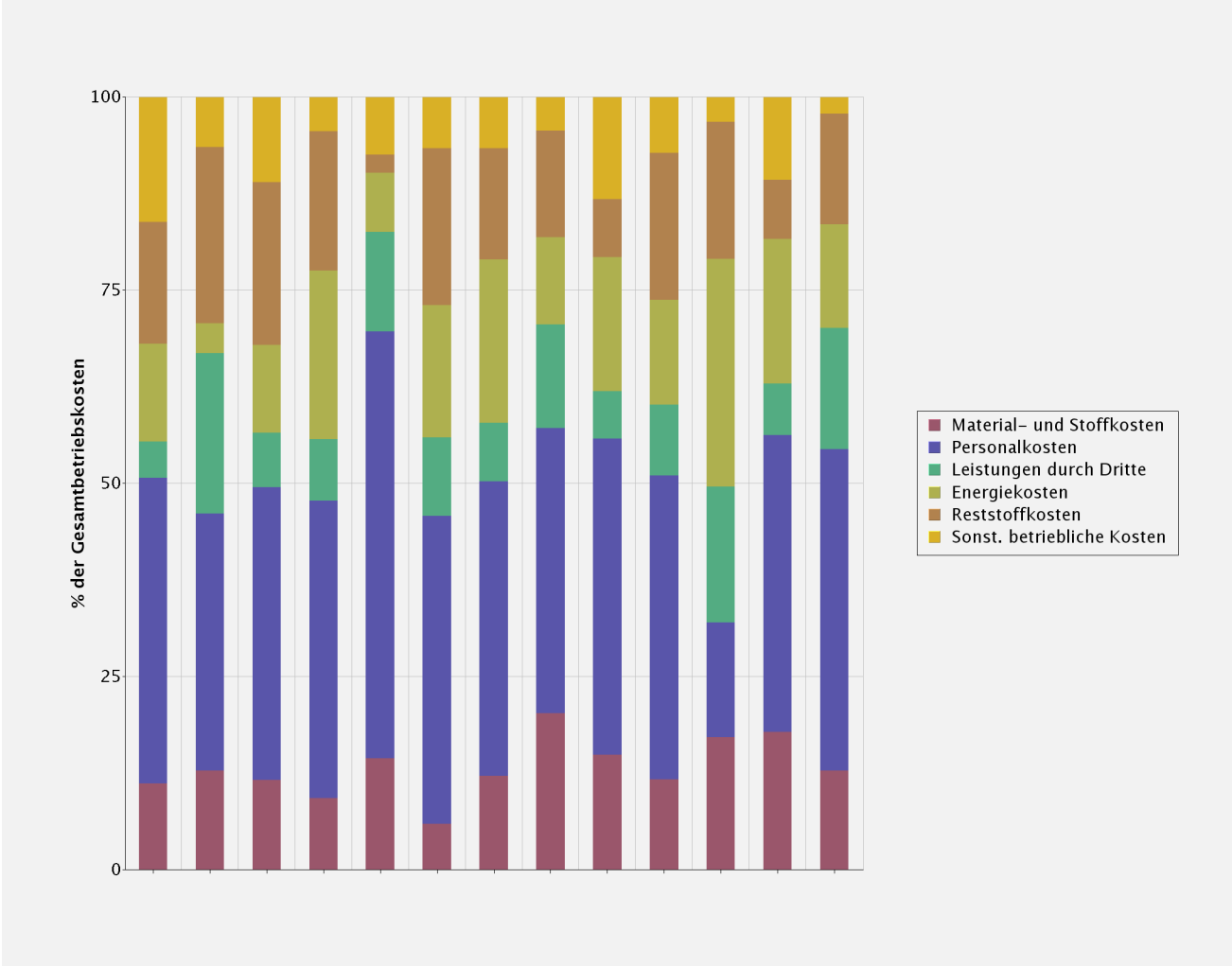
5.2.7. Gruppe 4 − Hauptkostenarten HPII



5.2.7.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Hilfsprozess II

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,03	0,00	0,05	0,07
Reststoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten	0,00	0,00	0,01	0,07
Leistungen durch Dritte	0,04	0,00	0,02	0,11
Personalkosten	0,01	0,00	0,04	0,08
Material− und Stoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,02

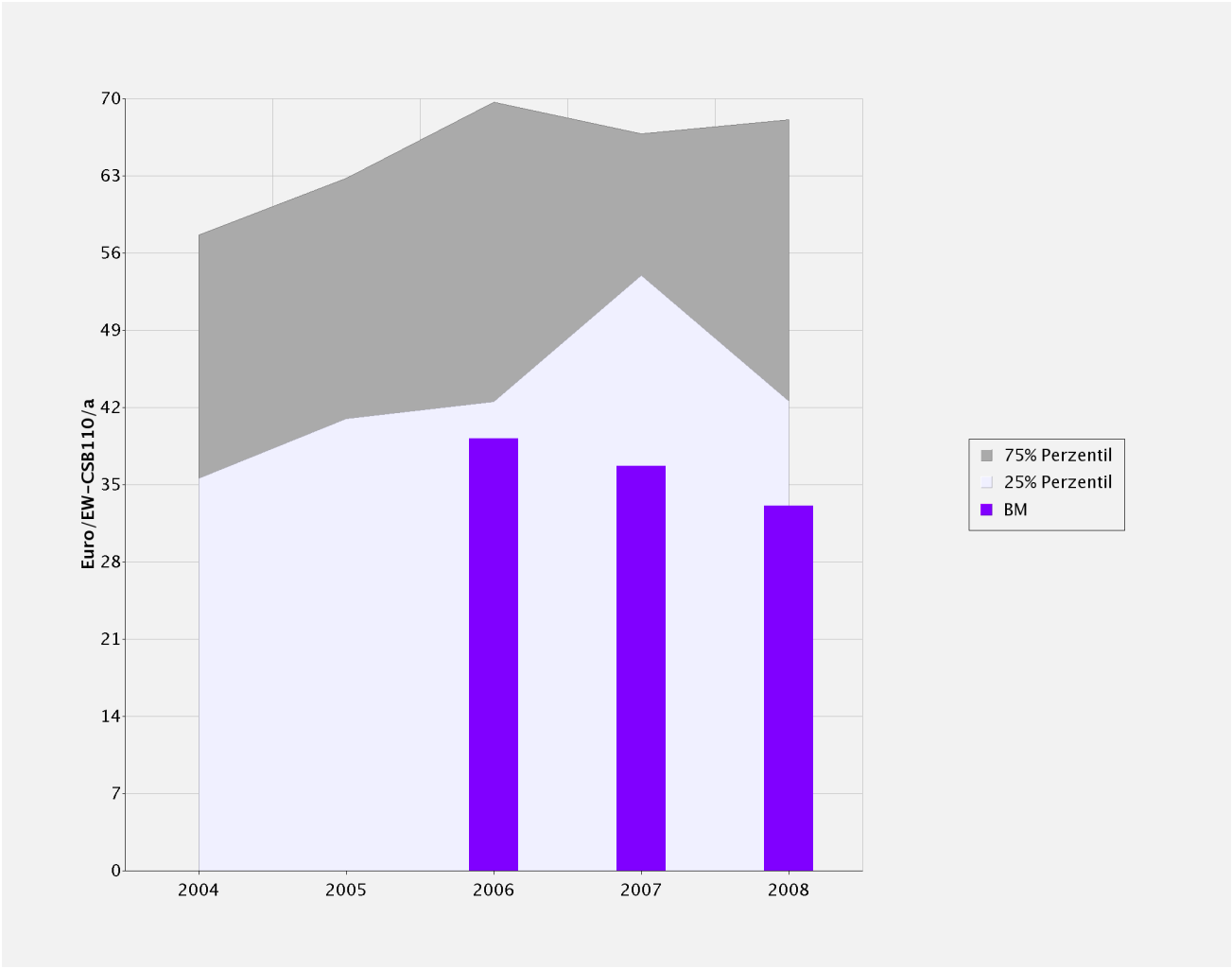
5.3. Gruppe 4 − Kostenverhältnis der Hauptkostenarten



	Material− und Stoffkosten	Personalkosten	Leistungen durch Dritte	Energiekosten	Reststoffkosten	Sonst. betriebliche Kosten
	11,14%	39,56%	4,72%	12,63%	15,76%	16,20%
	12,85%	33,23%	20,77%	3,84%	22,81%	6,50%
	11,63%	37,90%	7,05%	11,34%	21,08%	11,00%
	9,28%	38,50%	7,93%	21,82%	18,02%	4,45%
	14,46%	55,19%	12,92%	7,61%	2,33%	7,48%
	5,98%	39,84%	10,14%	17,08%	20,31%	6,65%
	12,18%	38,11%	7,54%	21,15%	14,41%	6,61%
	20,27%	36,90%	13,41%	11,29%	13,74%	4,39%
	14,90%	40,87%	6,13%	17,39%	7,50%	13,21%
	11,72%	39,30%	9,19%	13,53%	18,99%	7,27%
	17,14%	14,87%	17,57%	29,50%	17,71%	3,22%
	17,83%	38,40%	6,67%	18,72%	7,68%	10,70%
	12,82%	41,58%	15,68%	13,41%	14,32%	2,19%

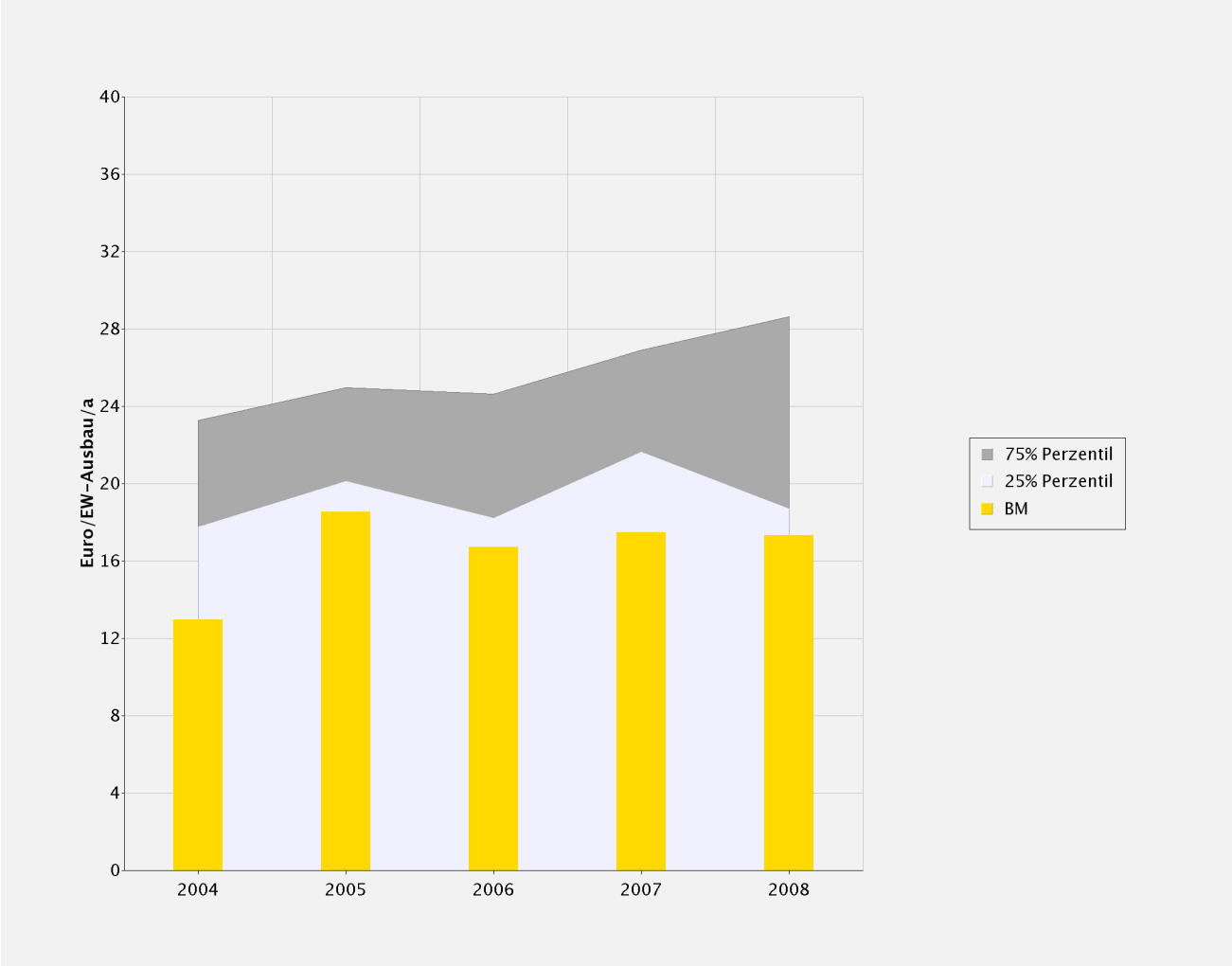
5.4. Gruppe 4 − Entwicklung der Jahreskosten im Zeitverlauf

Die folgenden drei Grafiken zeigen die Entwicklung der Betriebs−, Kapital− und Jahreskosten der Benchmarkanlage. Zusätzlich ist in diesen Grafiken das 25− und 75−%−Perzentil der Gruppe als grauer Bereich abgebildet.

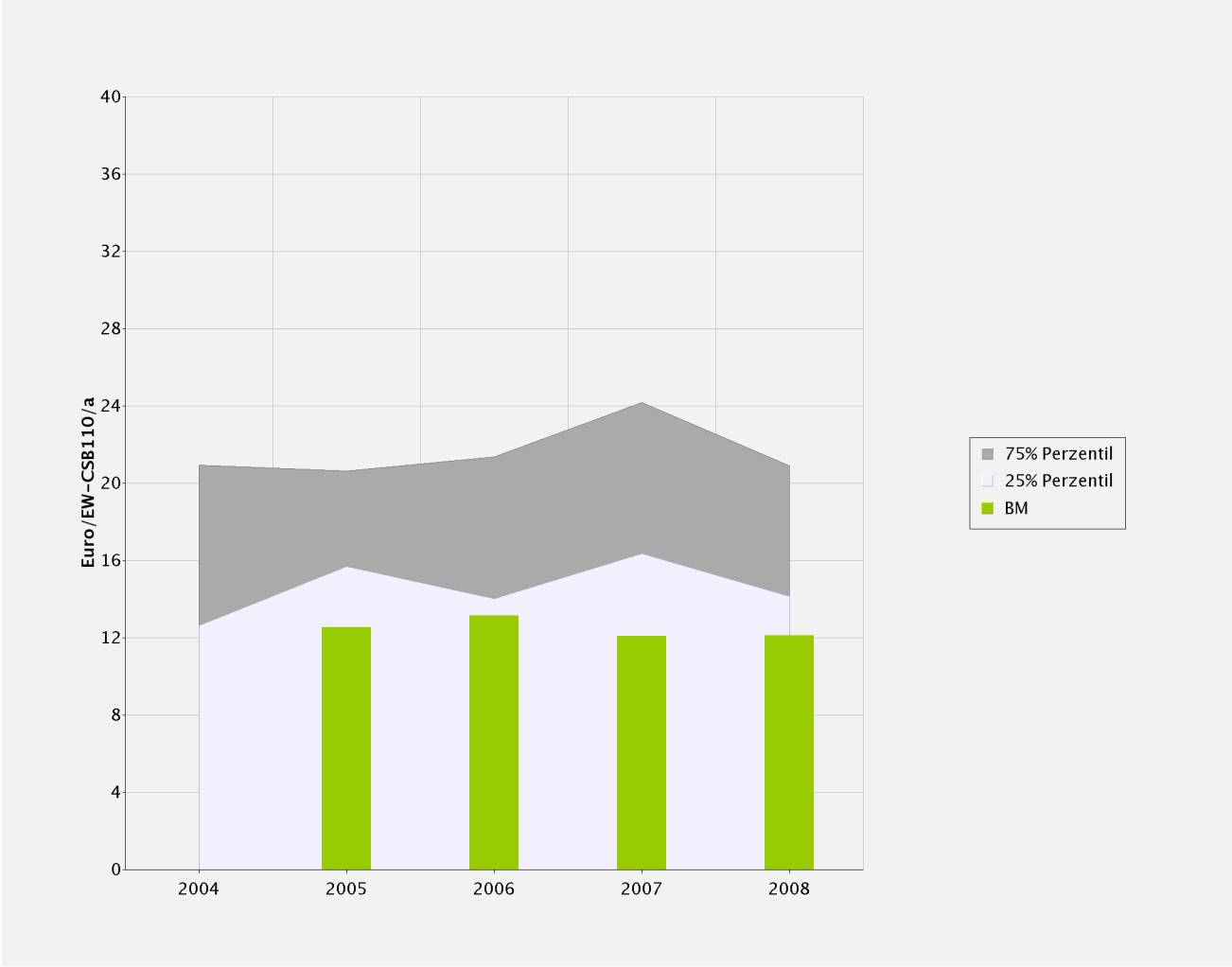


5.5. Gruppe 4 − Entwicklung der Kapitalkosten im Zeitverlauf

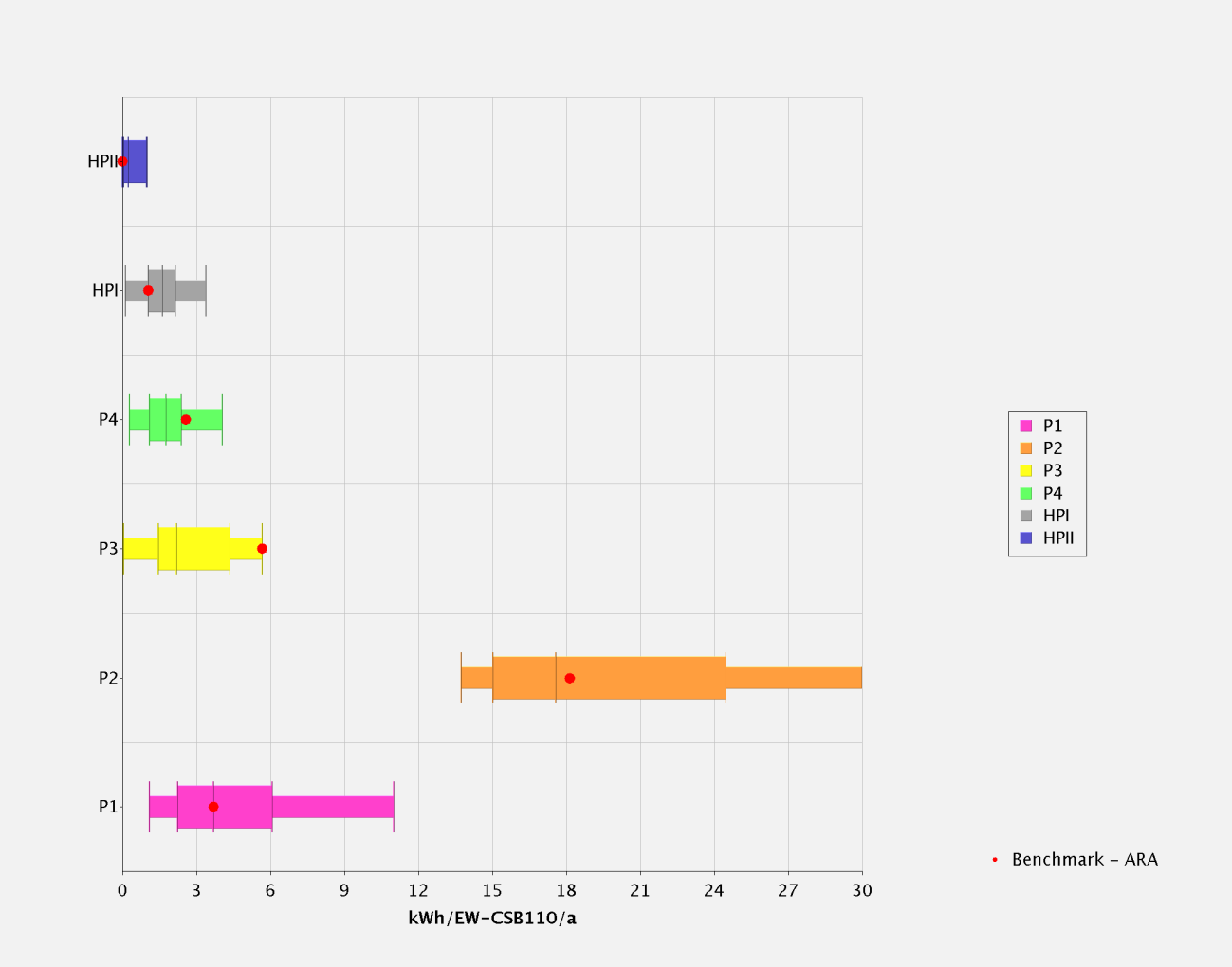
In den vergangenen Benchmarkjahren wurden die Kapitalkosten der Gesamt−ARA auf den EWnorm−Ausbau bezogen. Da bereits alle teilnehmenden Kläranlagen an den Stand der Technik angepasst sind, ist die Bezugsgröße EWnorm−Ausbau, deren Zielsetzung eine Gleichbewertung aller Kläranlagen unabhängig vom Reinigungsziel war, nicht weiter erforderlich. Im Auswertejahr 2006 wurden daher die Kapitalkosten aller Prozesse bei allen Kläranlagen auf EW−Ausbau bezogen. Da die Benchmarkanlage des Jahres 2004 auf Basis einer anderen Bezugsgröße festgelegt wurde wie jene im Geschäftsjahr 2005, wird in der folgenden Grafik nur die auf Basis der nun gültigen Bezugsgröße festgelegte Benchmarkanlage eingezeichnet.



5.6. Gruppe 4 − Entwicklung der Betriebskosten im Zeitverlauf



5.7. Gruppe 4 − Spezifischer Energieverbrauch je Prozess



5.7.1. Wertetabelle − Spezifischer Energieverbrauch je Prozess

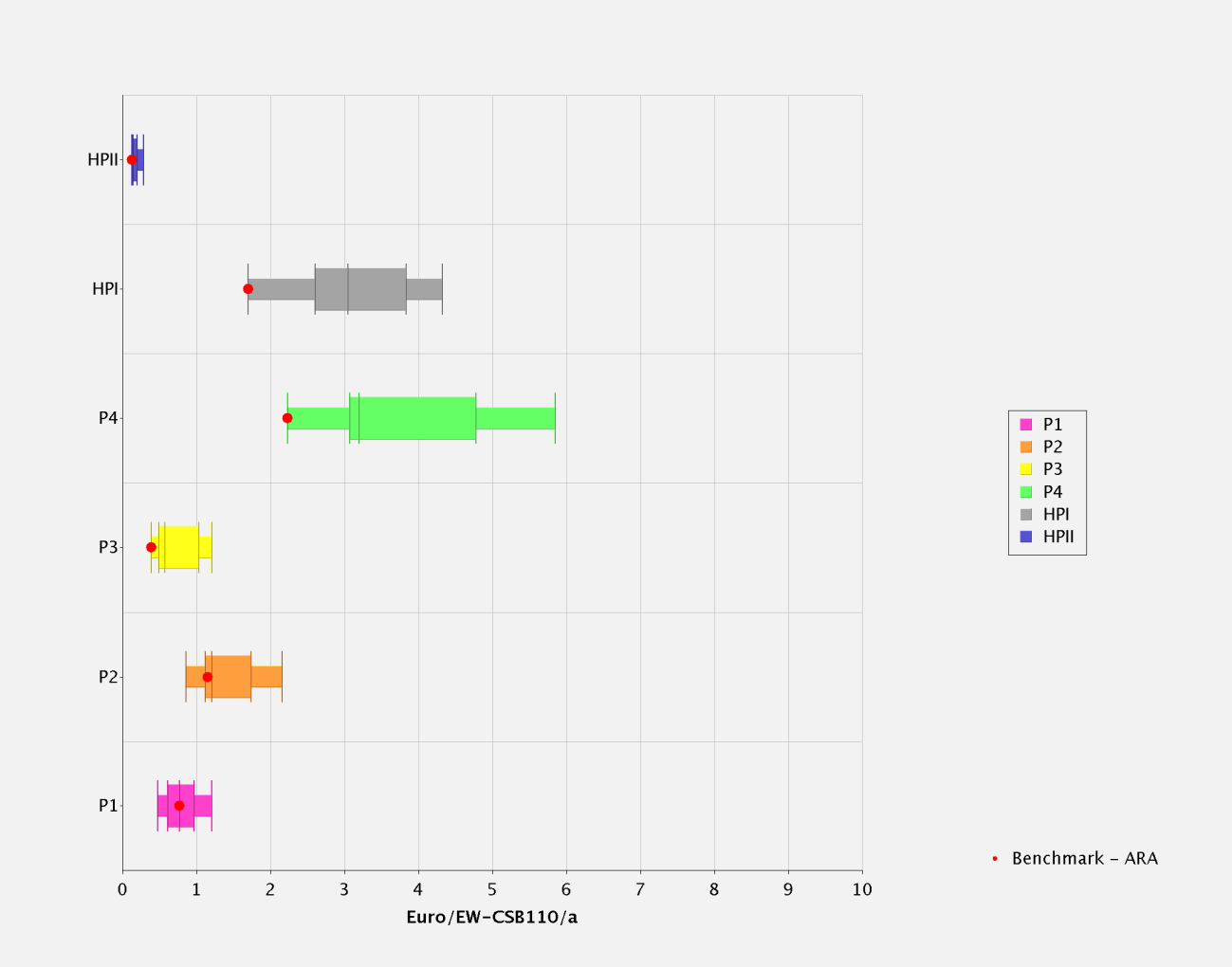
	Spezifischer Energieverbrauch					
Prozesse	Zulaufpumpwerk u. mech. Vorreinigung P1	mechanisch biologische Abwasserreinigung P2	Eindickung und Stabilisierung P3	weitergehende Schlammbehandlung P4	obligatorische Hilfsprozesse HPI	fakultative Hilfsprozesse HPII
Benchmark−ARA	3,70	18,16	5,68	2,58	−	−
25% Perzentil	2,77	15,03	1,46	1,11	1,05	0,06
Median	4,11	17,59	2,21	1,77	1,65	0,24
75% Perzentil	6,47	24,48	4,36	2,38	2,34	0,99

6. Gruppe 6 − Zusammenfassung der Gruppenergebnisse

In diesem Kapitel werden die wesentlichsten Ergebnisse der Gruppe 6 zusammengefaßt. In der Gruppe 6 wurden erstmals im Untersuchungsjahr Jahr 2009 (=Geschäftsjahr 2008) alle Kläranlagen > 50.000 EW−Ausbau zusammen gefasst, also auch jene Anlagen der Gruppe 5 (Kläranlagen zwischen 50.000 und 100.000 EW−Ausbau). Im Untersuchungsjahr nahcmen 8 Anlagen ***größer 50.000 EW−Ausbau*** am Kläranlagenbenchmarking teil.

Die Ergebnisse dieses Kapitels werden ausschließlich in aggregierter Form bzw. in Prozentzahlen dargestellt, sodass mit Ausnahme der Ergebnisse der Benchmarkanlagen, auf keine Kosten von Einzelanlagen rückgerechnet werden kann.

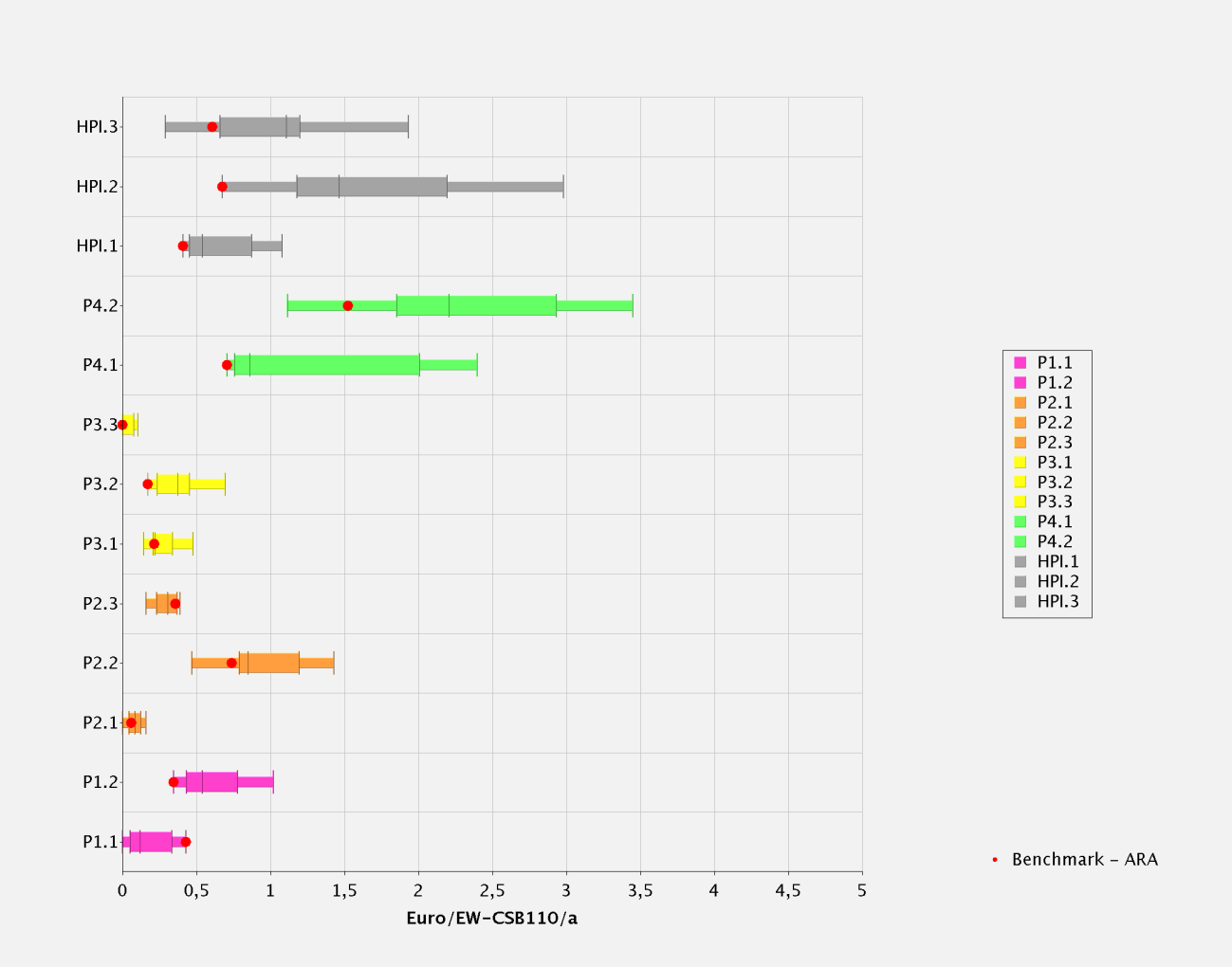
6.1. Gruppe 6 − Betriebskosten der Prozesse



6.1.1. Wertetabelle − Betriebskosten der Prozesse

	Betriebskosten					
Prozesse	Zulaufpumpwerk u. mech. Vorreinigung P1	mechanisch biologische Abwasserreinigung P2	Eindickung und Stabilisierung P3	weitergehende Schlammbehandlung P4	obligatorische Hilfsprozesse HPI	fakultative Hilfsprozesse HPII
Benchmark−ARA	0,77	1,16	0,39	2,23	−	−
25% Perzentil	0,62	1,12	0,50	3,07	2,61	0,14
Median	0,77	1,21	0,58	3,20	3,05	0,15
75% Perzentil	0,98	1,75	1,04	4,78	3,84	0,21

6.2. Gruppe 6 − Betriebskosten der Teilprozesse

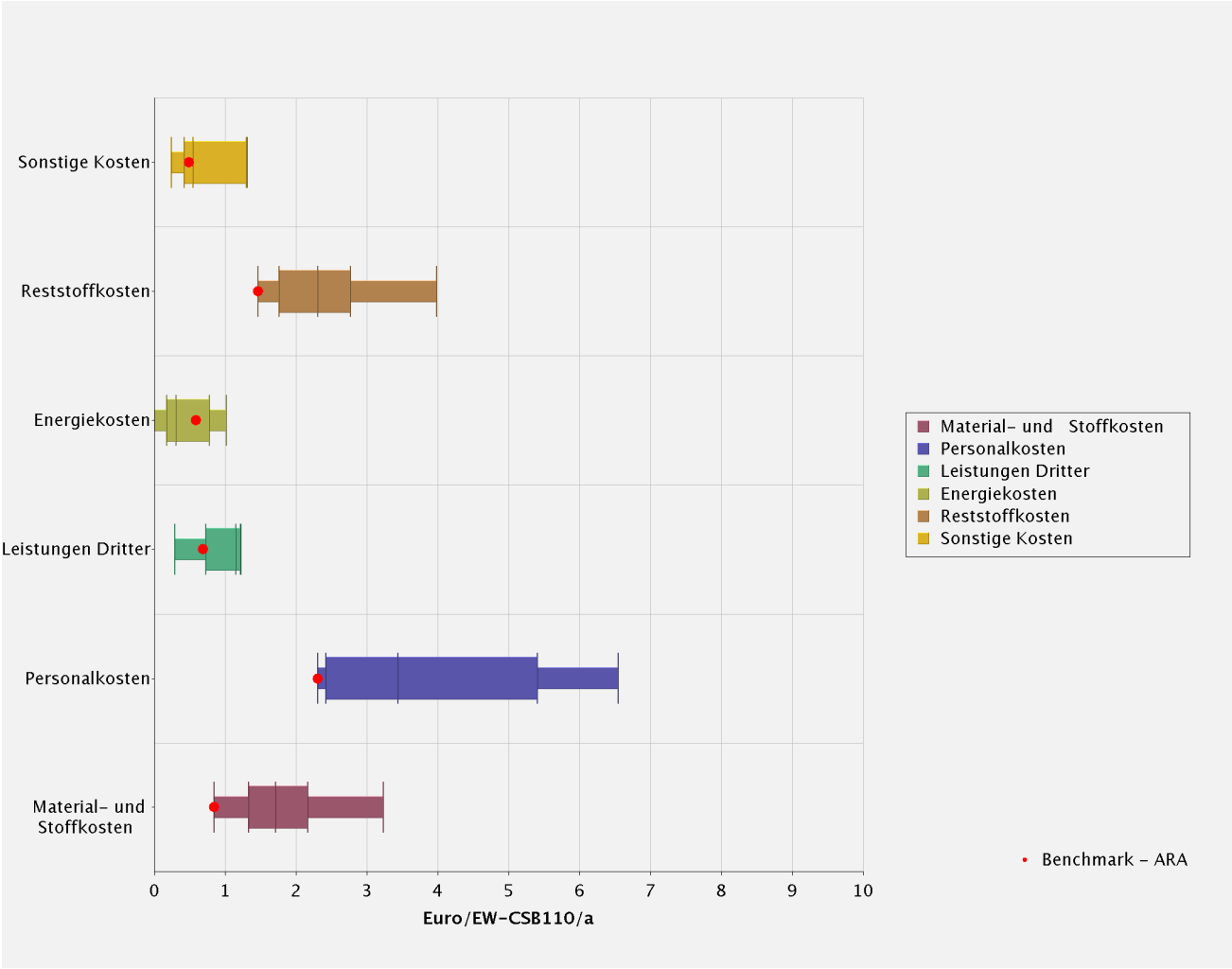


6.2.1. Wertetabelle − Betriebskosten der Teilprozesse

	Betriebskosten												
Teilprozesse	Zulauf−pumpwerk P1.1	mech. Vorreinigung P1.2	Vorklärung P2.1	Biologie P2.2	BHKW P2.3	Anaerobie P2.4	MÜSE P3.1	Faulung P3.2	Entwäss−erung P4.1	Ent−sorgung P4.2	Labor HPI.1	Verwaltung HPI.2	Infrastruktur HPI.3
Benchmark−ARA	0,43	0,35	0,06	0,74	0,36	0,00	0,22	0,17	0,71	1,53	–	–	–
25% Perzentil	0,05	0,44	0,05	0,79	0,23	0,00	0,21	0,23	0,76	1,85	0,46	1,18	0,66
Median	0,12	0,54	0,09	0,85	0,31	0,00	0,22	0,38	0,86	2,21	0,54	1,47	1,11
75% Perzentil	0,34	0,78	0,13	1,20	0,37	0,00	0,34	0,46	2,01	2,93	0,88	2,20	1,20

6.3. Kostenverteilung nach Hauptkostenarten

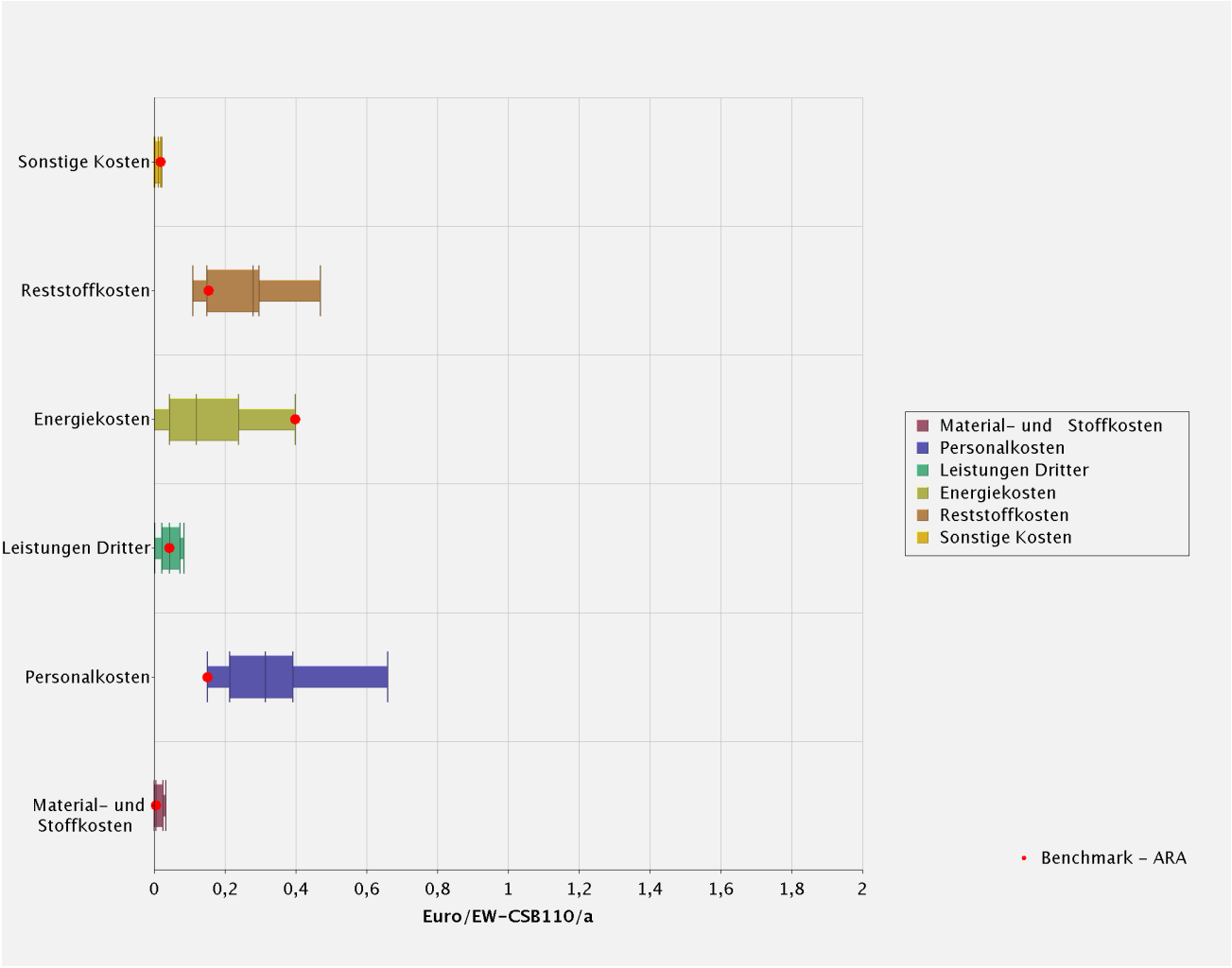
6.3.1. Gruppe 6 − Hauptkostenarten ARA



6.3.1.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Kläranlage

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,49	0,43	0,55	1,30
Reststoffkosten	1,47	1,76	2,31	2,78
Energiekosten	0,59	0,18	0,31	0,78
Leistungen durch Dritte	0,69	0,73	1,15	1,22
Personalkosten	2,31	2,42	3,44	5,41
Material− und Stoffkosten	0,84	1,33	1,71	2,17

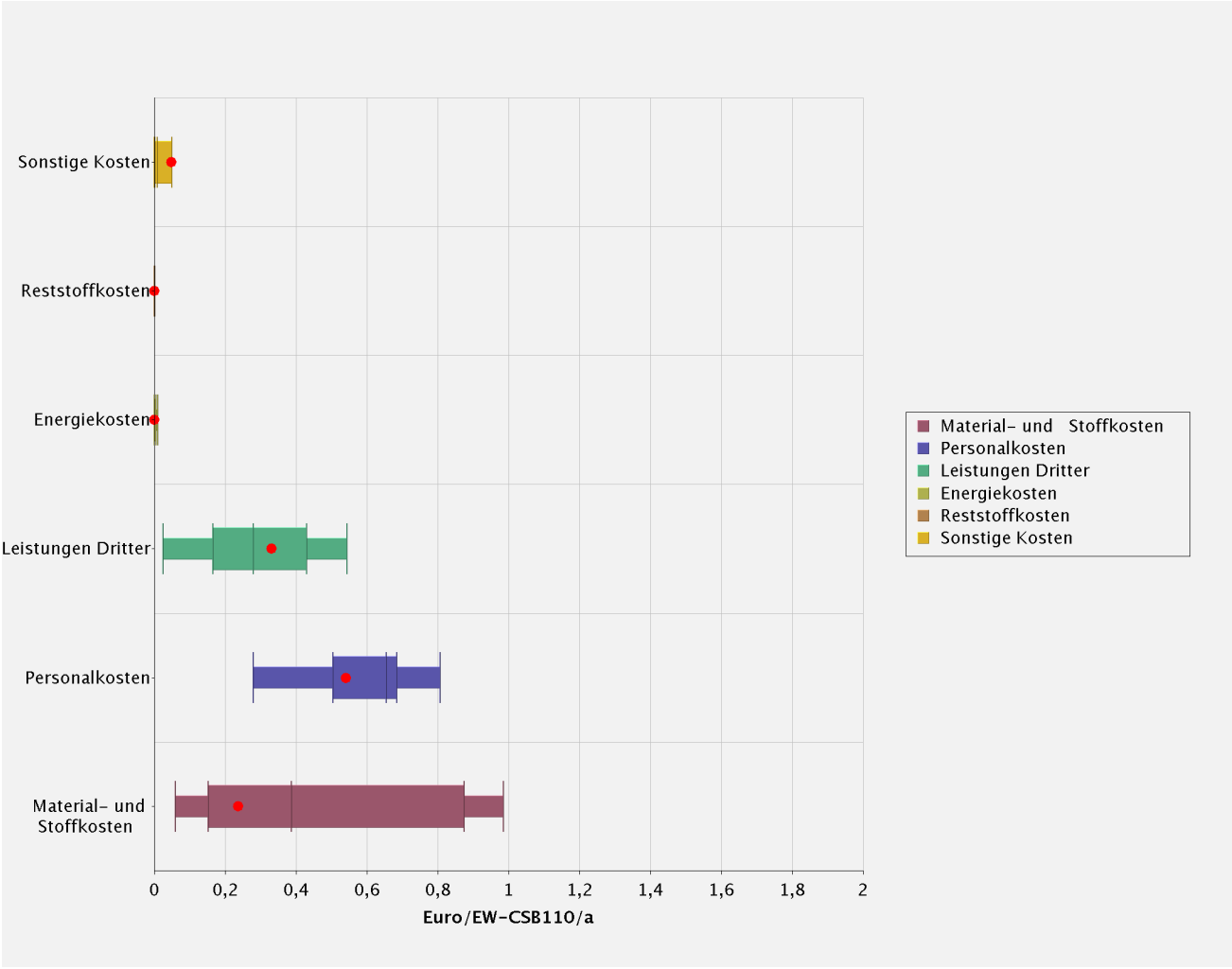
6.3.2. Gruppe 6 − Hauptkostenarten P1



6.3.2.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Prozess 1

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,02	0,00	0,01	0,02
Reststoffkosten	0,15	0,15	0,28	0,30
Energiekosten	0,40	0,04	0,12	0,24
Leistungen durch Dritte	0,04	0,02	0,04	0,07
Personalkosten	0,15	0,21	0,32	0,39
Material− und Stoffkosten	0,01	0,00	0,01	0,03

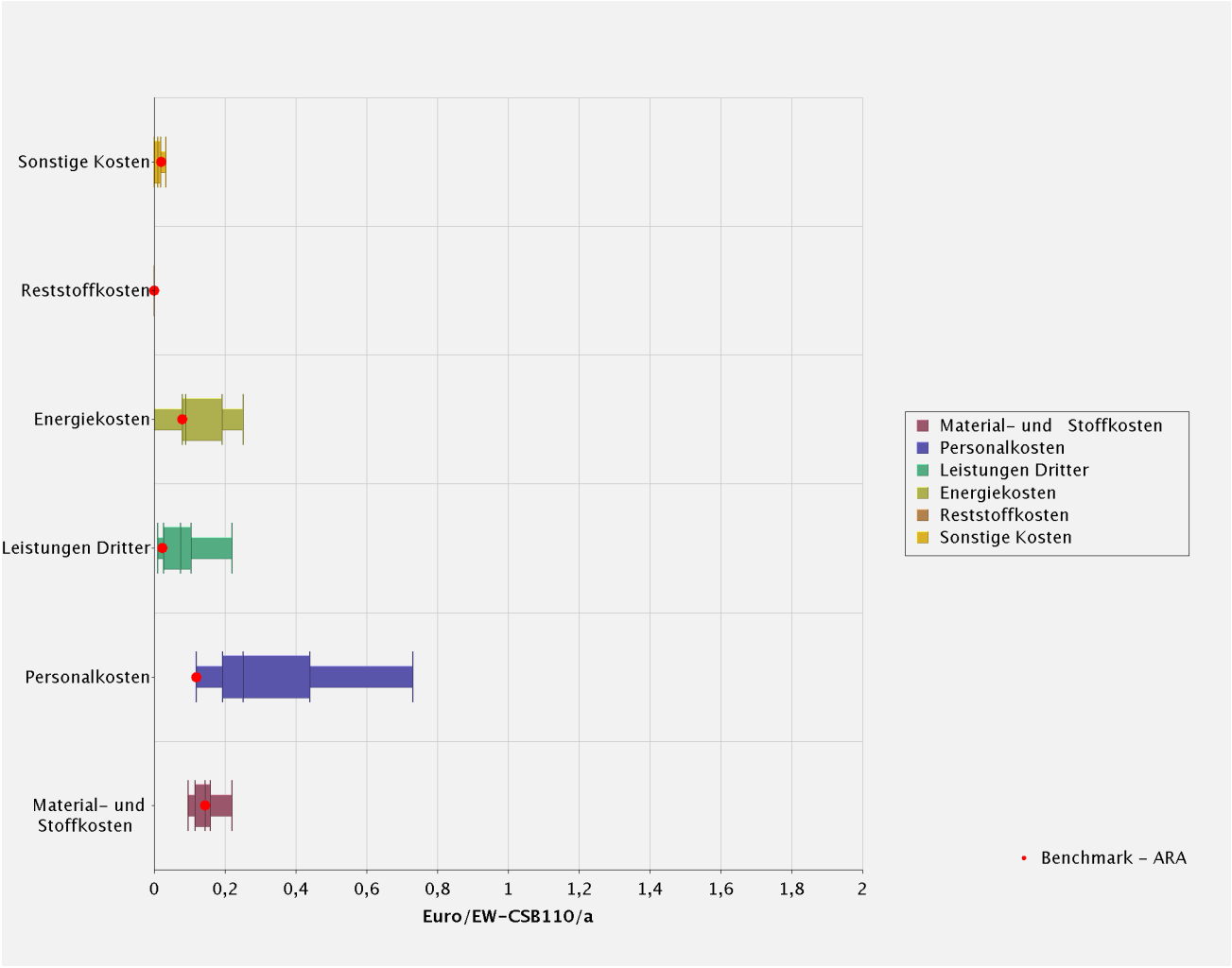
6.3.3. Gruppe 6 − Hauptkostenarten P2



6.3.3.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Prozess 2

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,05	0,00	0,01	0,05
Reststoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten	0,00	0,00	0,00	0,01
Leistungen durch Dritte	0,33	0,17	0,28	0,43
Personalkosten	0,54	0,51	0,65	0,69
Material− und Stoffkosten	0,24	0,15	0,39	0,88

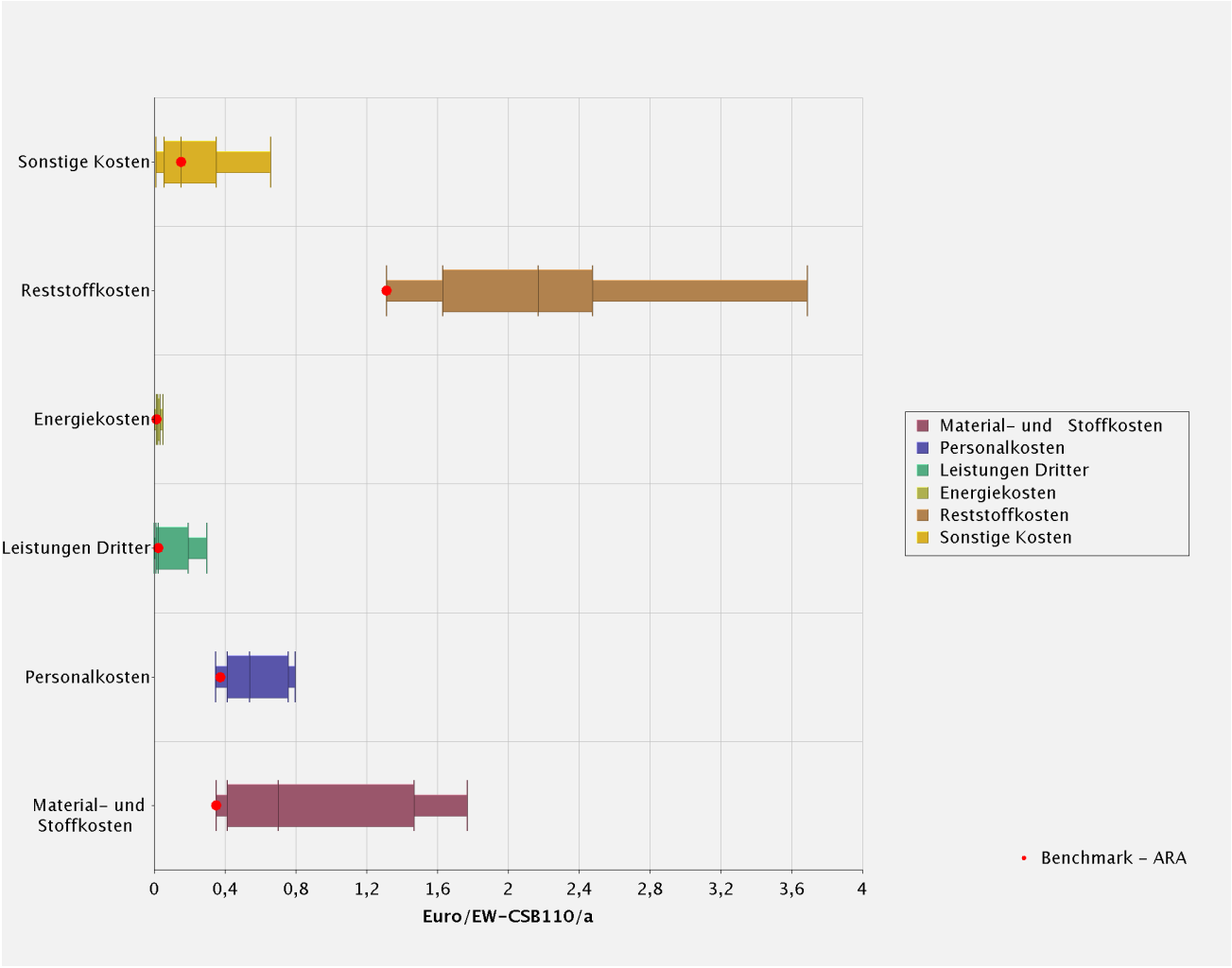
6.3.4. Gruppe 6 − Hauptkostenarten P3



6.3.4.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Prozess 3

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,02	0,00	0,01	0,02
Reststoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten	0,08	0,08	0,09	0,19
Leistungen durch Dritte	0,02	0,03	0,08	0,11
Personalkosten	0,12	0,19	0,25	0,44
Material− und Stoffkosten	0,14	0,12	0,14	0,16

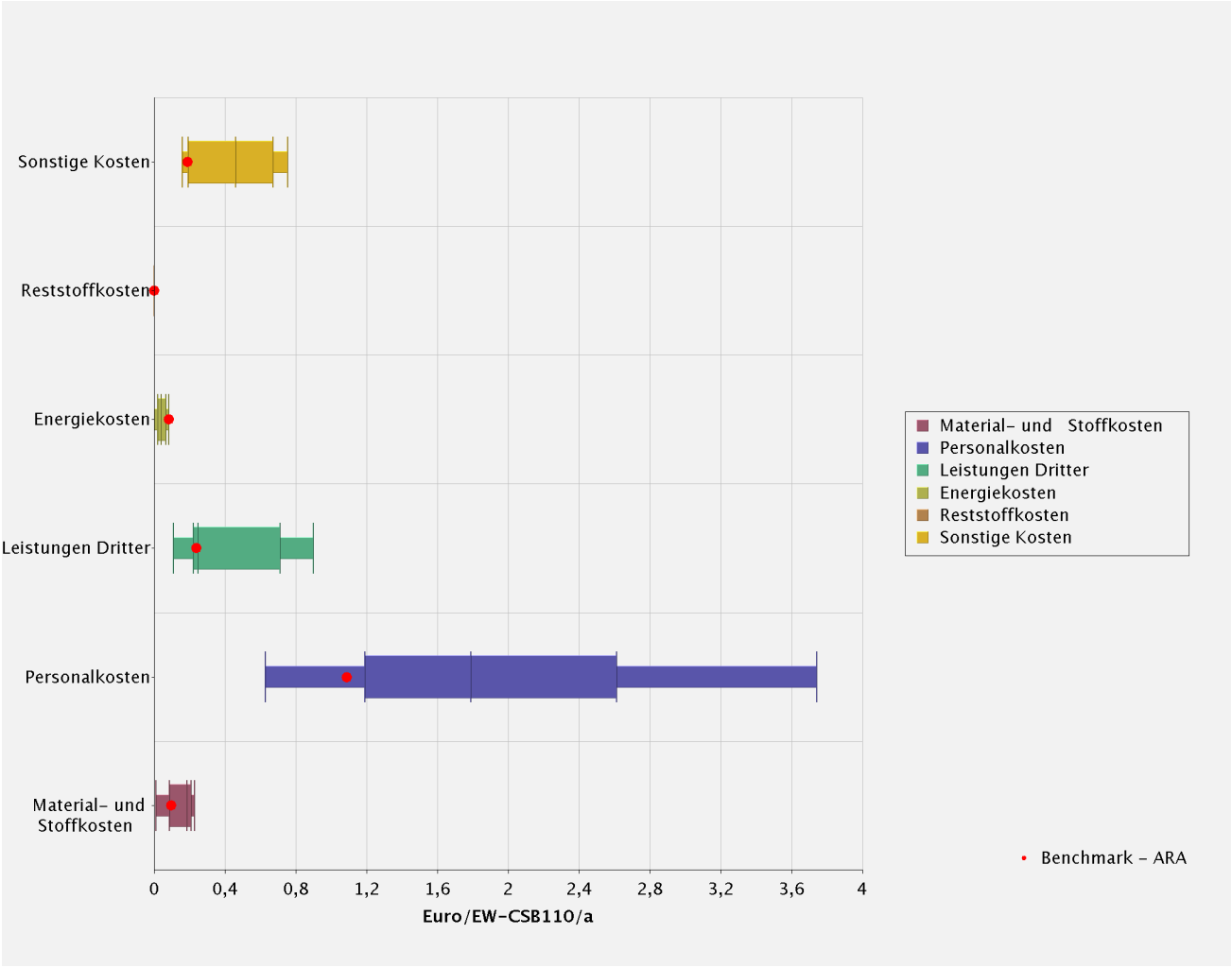
6.3.5. Gruppe 6 − Hauptkostenarten P4



6.3.5.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Prozess 4

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,15	0,06	0,15	0,35
Reststoffkosten	1,32	1,63	2,17	2,48
Energiekosten	0,02	0,01	0,02	0,04
Leistungen durch Dritte	0,02	0,01	0,02	0,20
Personalkosten	0,37	0,42	0,54	0,76
Material− und Stoffkosten	0,35	0,42	0,70	1,47

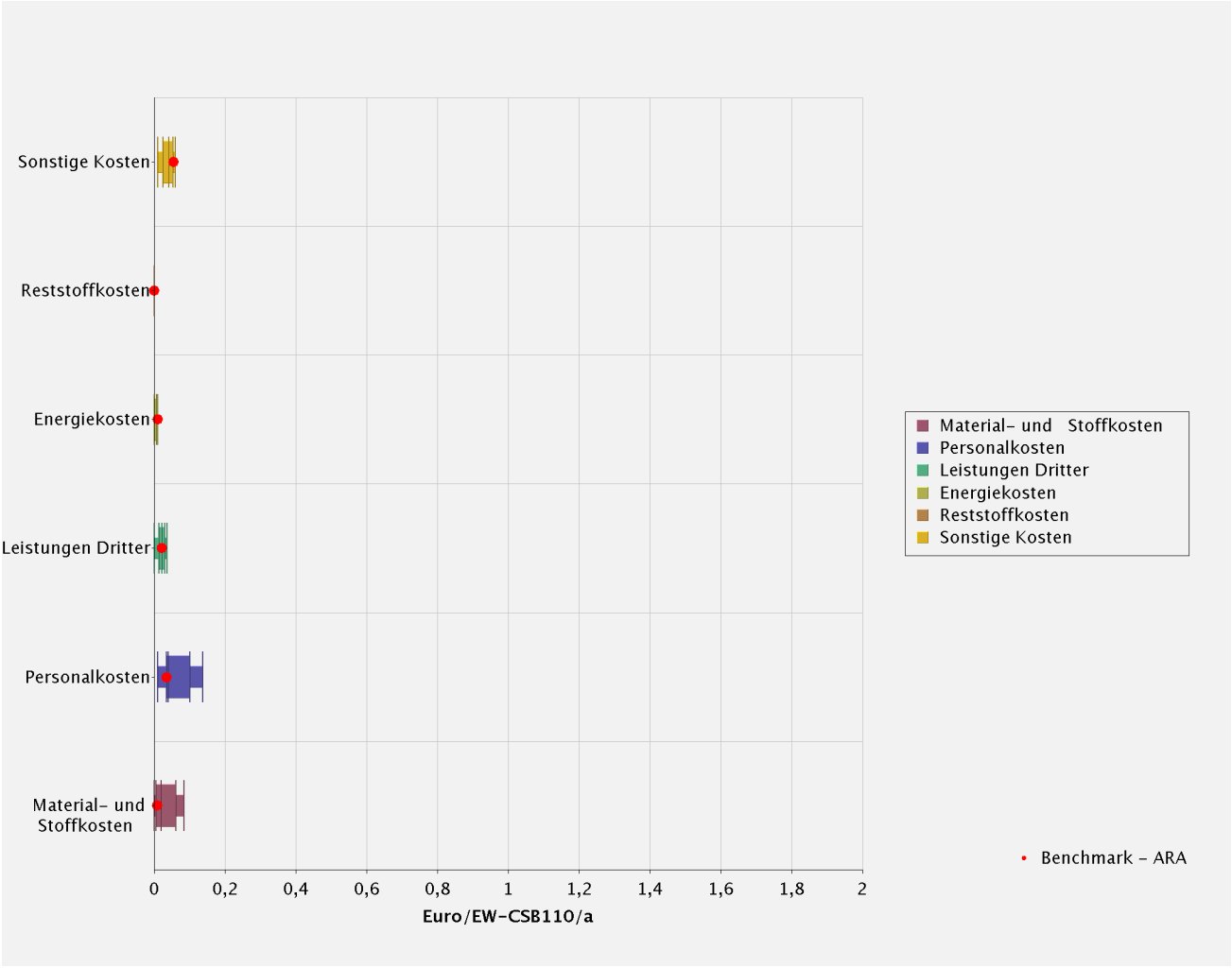
6.3.6. Gruppe 6 − Hauptkostenarten HPI



6.3.6.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Hilfsprozess I

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,19	0,19	0,46	0,67
Reststoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten	0,08	0,02	0,04	0,07
Leistungen durch Dritte	0,24	0,22	0,25	0,71
Personalkosten	1,09	1,19	1,79	2,61
Material− und Stoffkosten	0,10	0,09	0,19	0,21

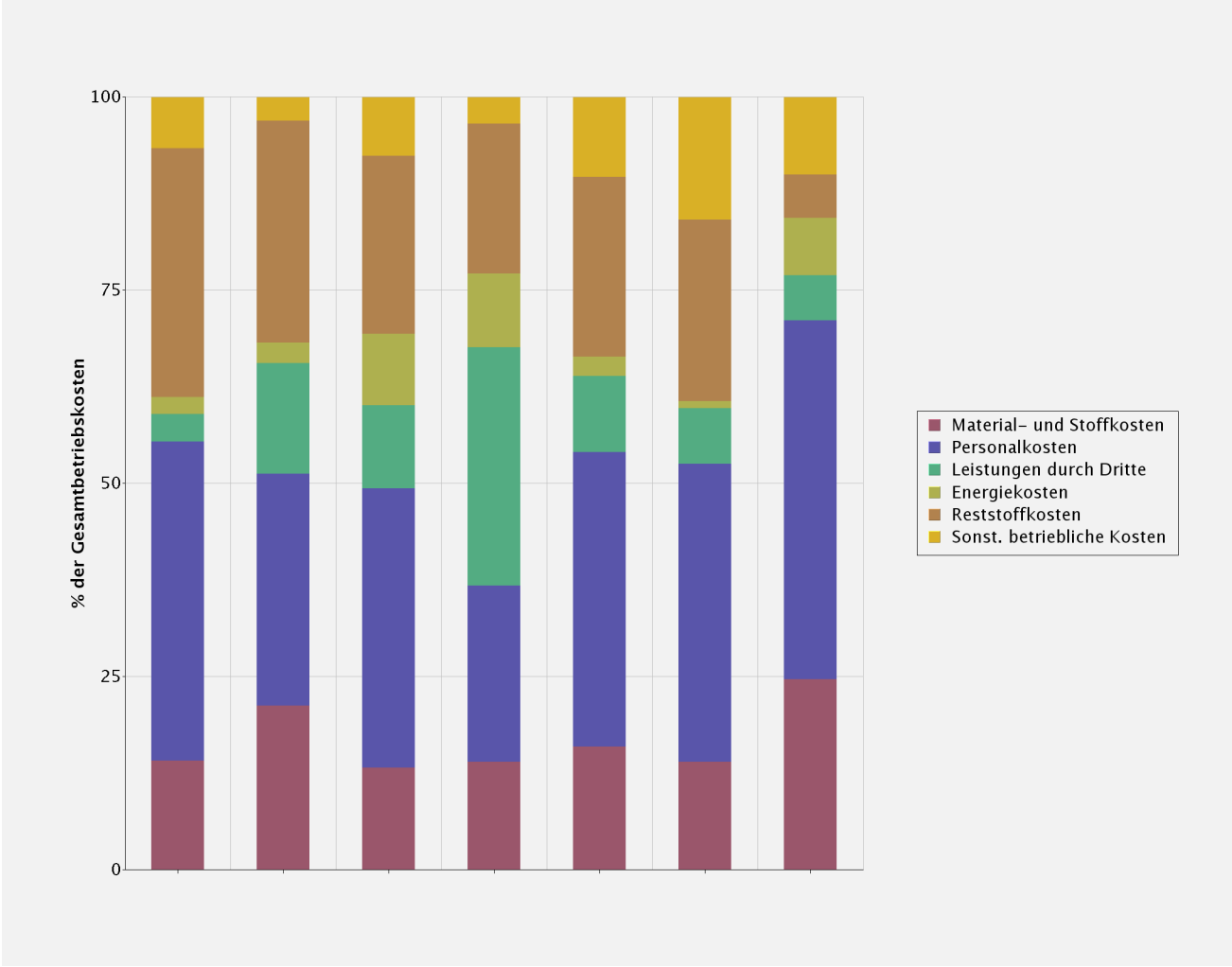
6.3.7. Gruppe 6 − Hauptkostenarten HPII



6.3.7.1. Wertetabelle − Kostenverteilung nach Hauptkostenarten Hilfsprozess II

	Benchmark ARA	25% Perzentil	Median	75% Perzentil
Sonstige Kosten	0,05	0,03	0,04	0,05
Reststoffkosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten	0,01	0,00	0,00	0,01
Leistungen durch Dritte	0,02	0,01	0,02	0,03
Personalkosten	0,04	0,03	0,04	0,10
Material− und Stoffkosten	0,01	0,01	0,02	0,06

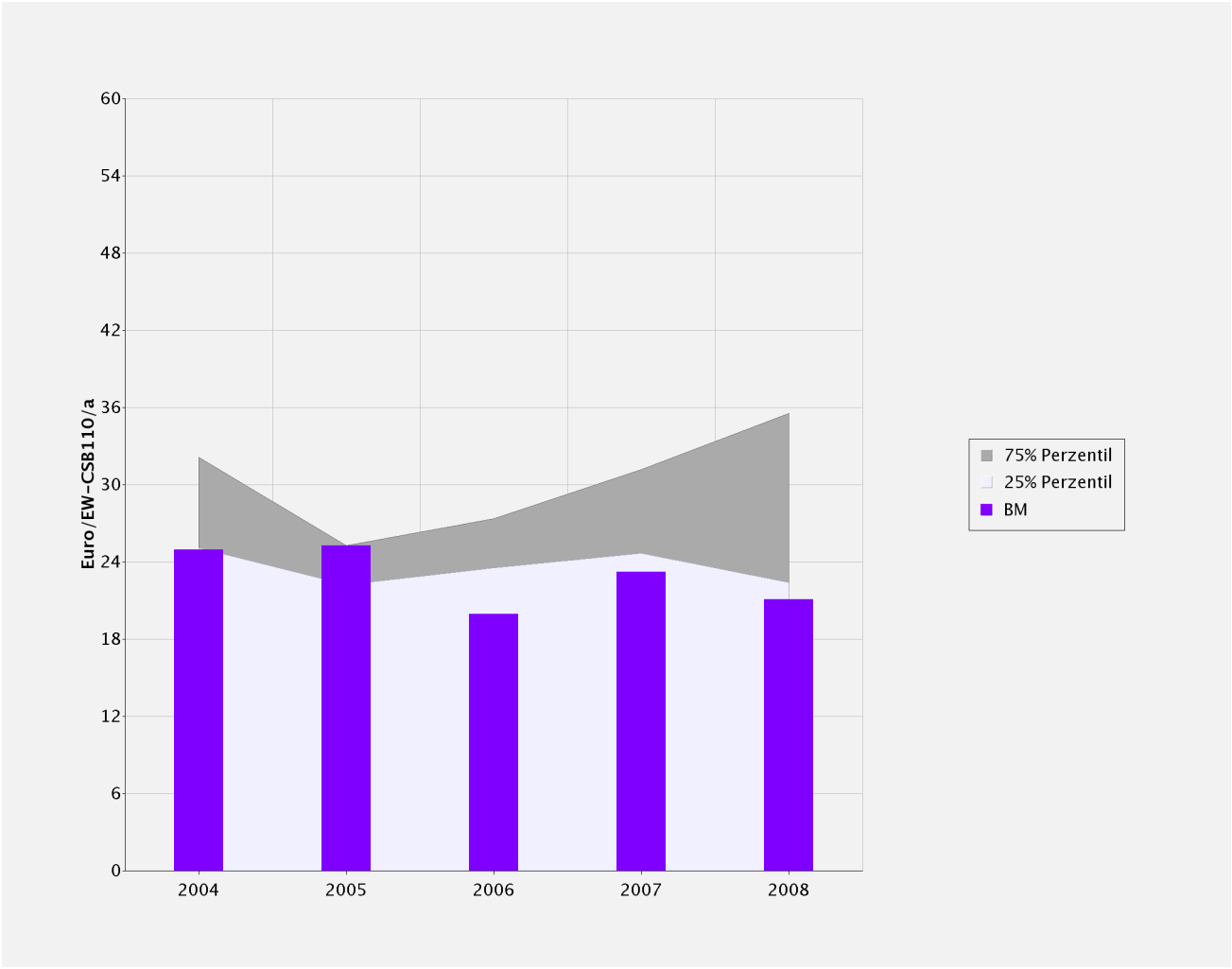
6.4. Gruppe 6 − Kostenverhältnis der Hauptkostenarten



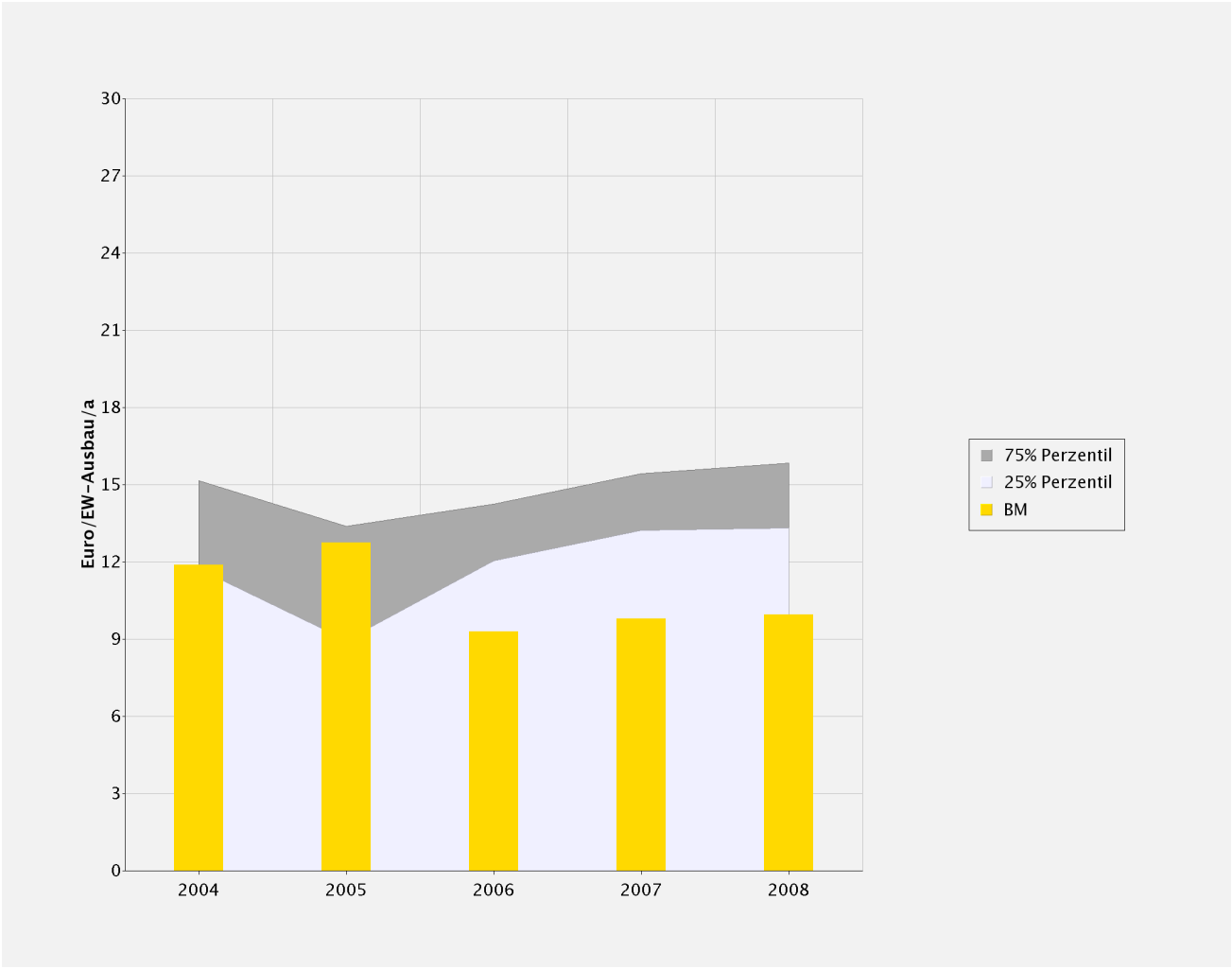
	Material− und Stoffkosten	Personalkosten	Leistungen durch Dritte	Energiekosten	Reststoffkosten	Sonst. betriebliche Kosten
	14,74%	43,23%	3,74%	−2,30%	33,69%	6,90%
	21,26%	29,95%	14,32%	2,71%	28,69%	3,06%
	13,20%	36,15%	10,77%	9,24%	23,00%	7,64%
	13,99%	22,82%	30,80%	9,58%	19,34%	3,47%
	15,95%	38,14%	9,80%	2,51%	23,24%	10,36%
	13,94%	38,61%	7,21%	0,84%	23,48%	15,90%
	27,74%	52,33%	6,60%	8,33%	−6,30%	11,30%

6.5. Gruppe 6 − Entwicklung der Jahreskosten im Zeitverlauf

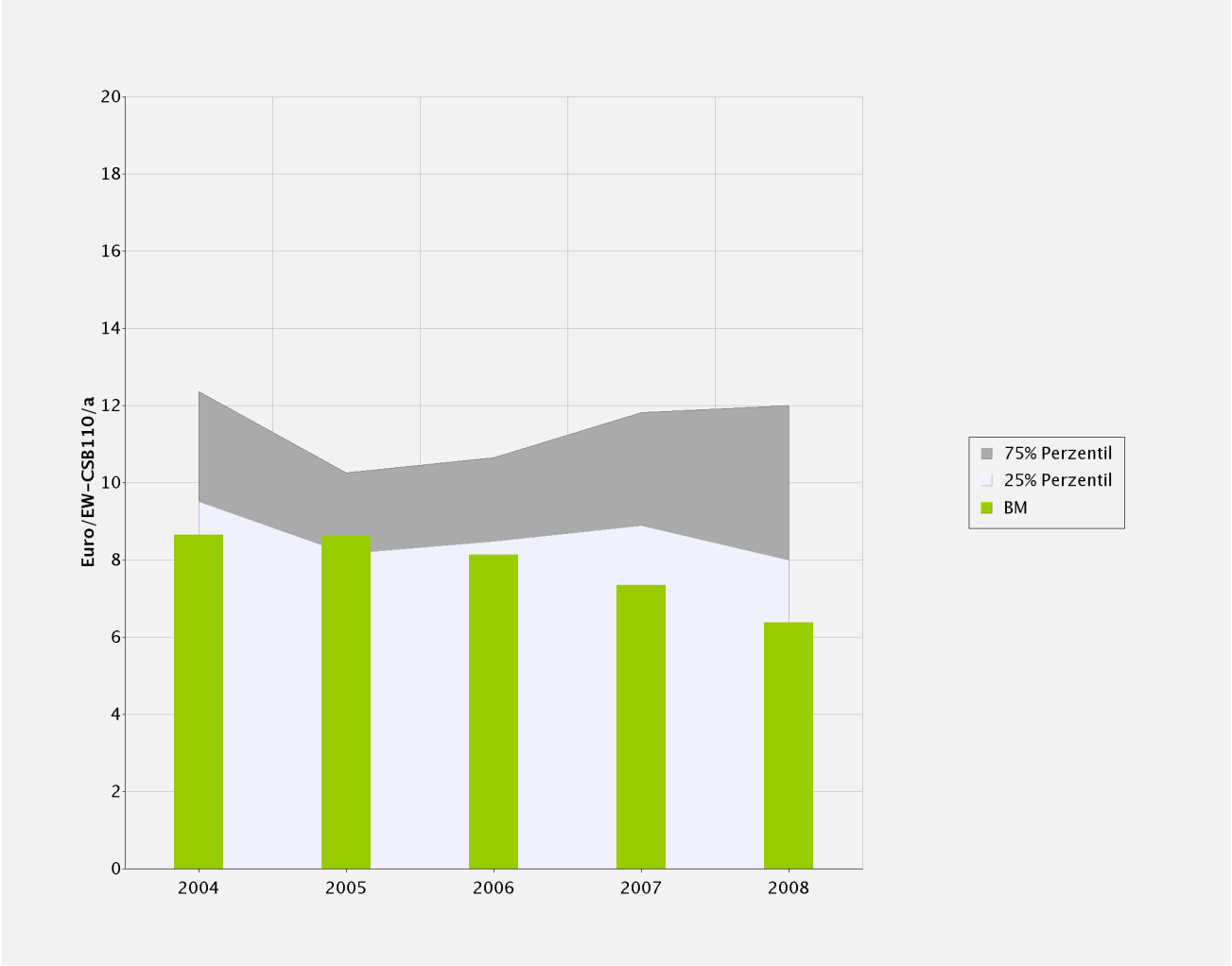
Die folgenden drei Grafiken zeigen die Entwicklung der Betriebs−, Kapital− und Jahreskosten der Benchmarkanlage. Zusätzlich ist in diesen Grafiken das 25− und 75−%−Perzentil der Gruppe als grauer Bereich abgebildet.



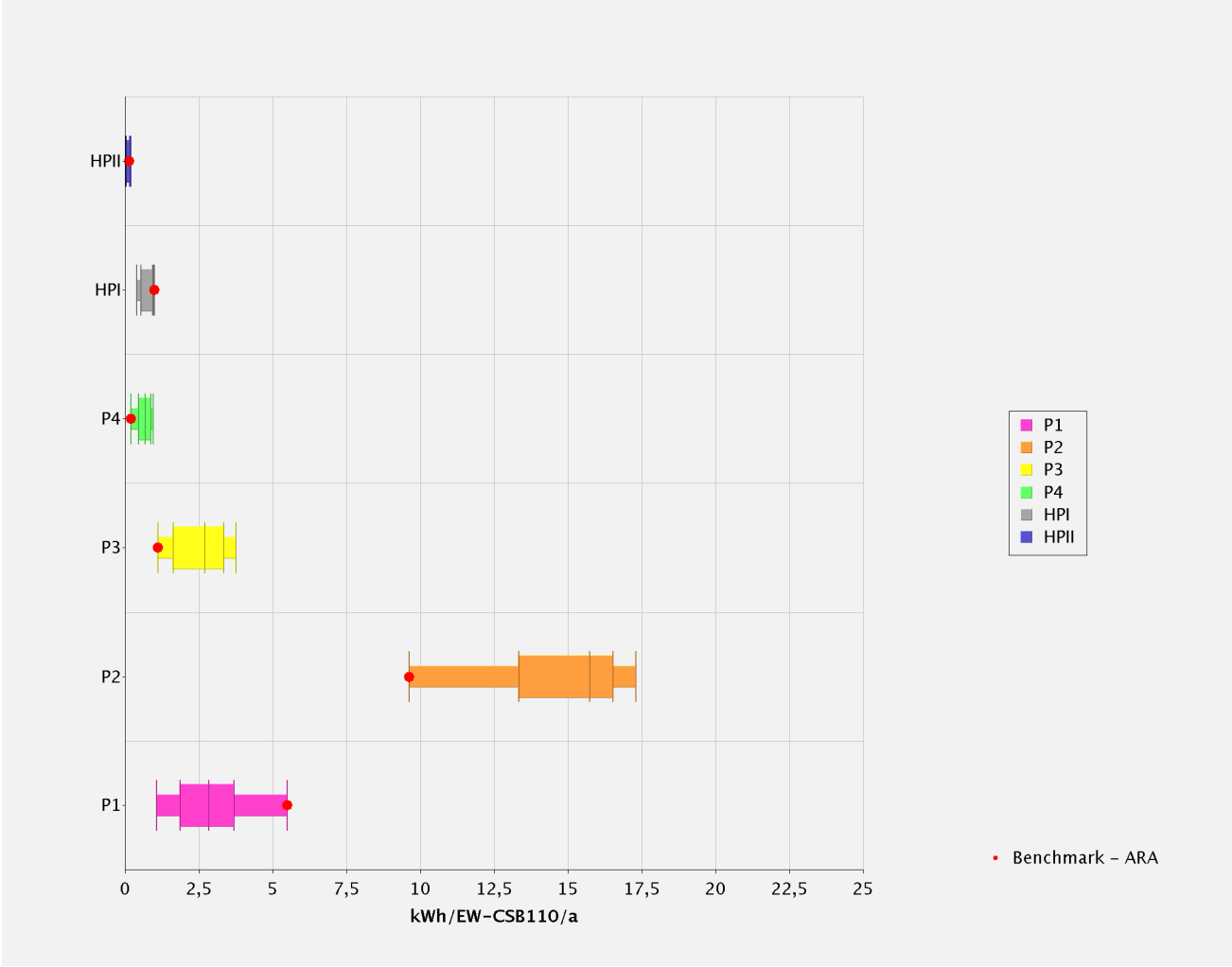
6.6. Gruppe 6 − Entwicklung der Kapitalkosten im Zeitverlauf



6.7. Gruppe 6 − Entwicklung der Betriebskosten im Zeitverlauf



6.8. Gruppe 6 − Spezifischer Energieverbrauch je Prozess



6.8.1. Wertetabelle − Spezifischer Energieverbrauch je Prozess

	Spezifischer Energieverbrauch					
Prozesse	Zulaufpumpwerk u. mech. Vorreinigung P1	mechanisch biologische Abwasserreinigung P2	Eindickung und Stabilisierung P3	weitergehende Schlammbehandlung P4	obligatorische Hilfsprozesse HPI	fakultative Hilfsprozesse HPII
Benchmark−ARA	5,50	9,64	1,11	0,21	−	−
25% Perzentil	1,88	13,34	1,64	0,47	0,55	0,03
Median	2,85	15,75	2,70	0,68	0,94	0,05
75% Perzentil	3,71	16,54	3,35	0,88	0,98	0,16