

Abwasserwerk Niederkassel

Kläranlage Niederkassel



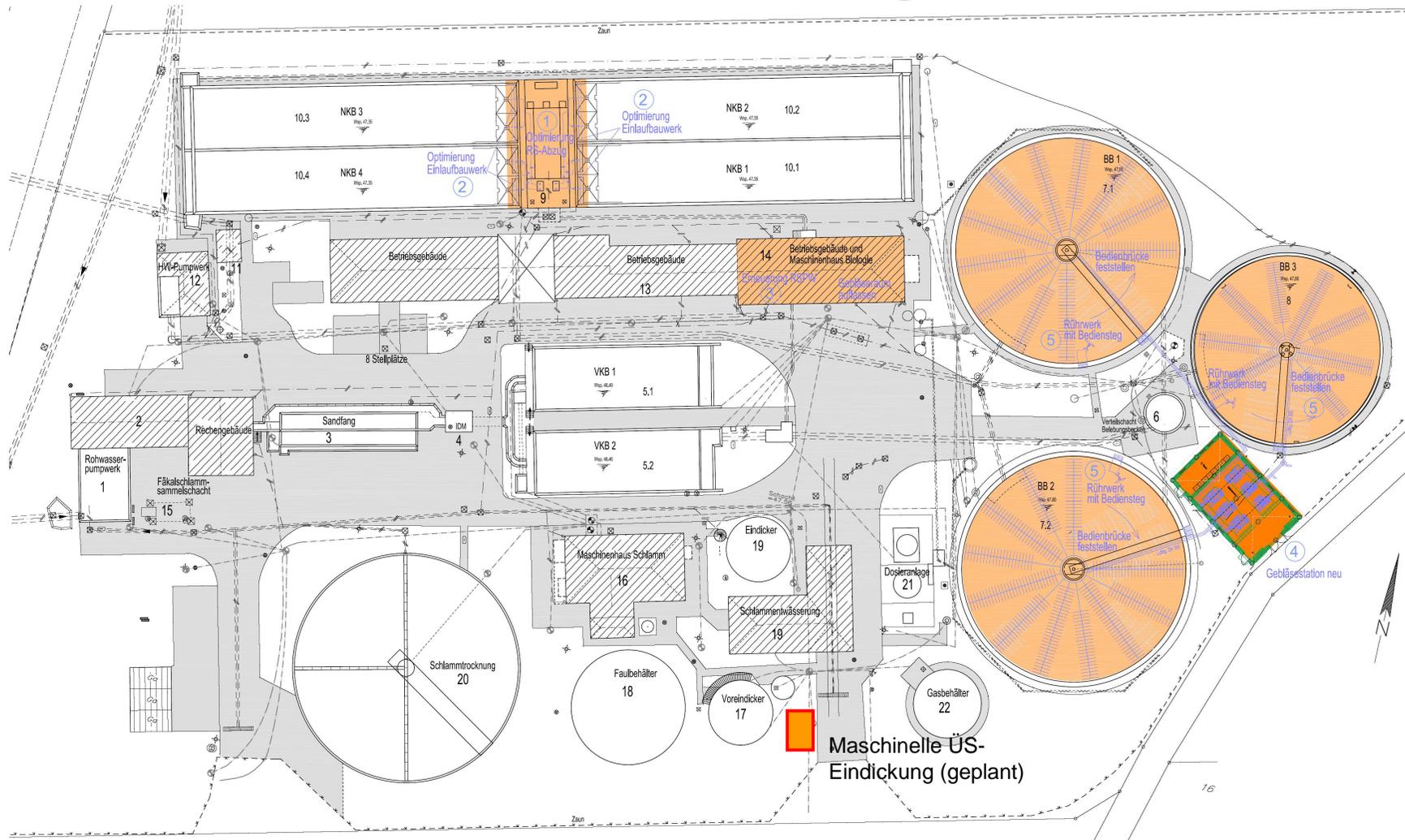
Energetische Optimierung - Feinanalyse



KA Niederkassel
Feinanalyse 2010



Vorhandene Anlage



KA Niederkassel
Feinanalyse 2010



Bemessung und Auslastung

Bezeichnung	Größe
Ausbaugröße	42.000
Jahresabwasserzufluss	2,2 Mio. m ³
Jahresschmutzwassermenge	ca. 1,6 Mio m ³
Üblicher Trockenwetterzufluss Q_t	4.000 - 5.000 m ³ /d
Maximaler Mischwasserzufluss, Bescheidwert: Realer gemessener Wert	255 l/s ~ 320 l/s,



Betriebsdaten 2009 / 2010

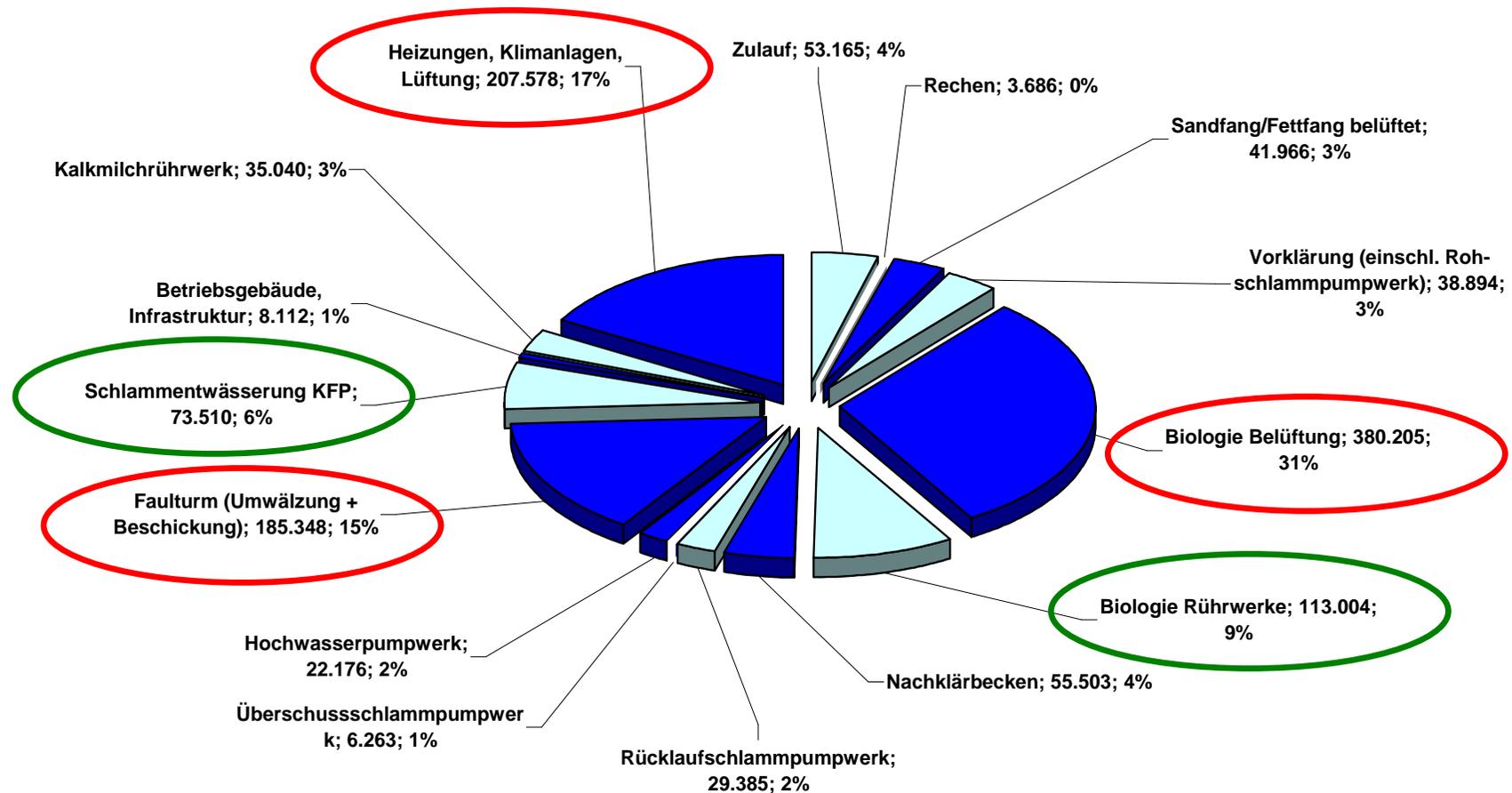
Bezeichnung	Einheit	Mittelwert
Zulauf, gesamt	m ³ /d	6.448
BSB ₅ , 50-Perzentil-Wert	mg/l	480
	kg/d	2.538
CSB, 50-Perzentil-Wert	mg/l	990
	kg/d	5.132
N _{ges} , ermittelt aus NH ₄ -N-Konzentration und Faktor 0,77 für NH ₄ -N/N _{ges} aus früheren Messungen, 50-Perzentil-Wert	mg/l	69,9
	kg/d	374,9
Faulschlammanfall	kg/d	2.200
Einwohnerwert Schlamm (Ansatz 55 g TS/(EW·d))	EW _{TS}	40.000
Einwohnerwert BSB ₅ (Ansatz: 60 g BSB ₅ /(EW·d))	EW _{BSB5}	42.304
Einwohnerwert CSB (Ansatz: 120 g CSB/(EW·d))	EW _{CSB}	42.768
Einwohnerwert TKN (Ansatz: 11 g TKN/(EW·d))	EW _{TKN}	34.089
Einwohnerwert P (Ansatz: 1,8 g P/(EW·d), Werte aus Ablauf VKB, da keine Werte im Zulauf verfügbar)	EW _P	34.400



**KA Niederkassel
Feinanalyse 2010**



Energieverbrauch und -verteilung



Zeitraum 5/2009 – 4/2010 : Gesamtverbrauch 1290 MWh, davon Netzbezug 852 MWh, Eigenerzeugung 438 MWh



**KA Niederkassel
Feinanalyse 2010**



Wärmebilanz Faulung

Schlamm Daten	
Rohschlammmenge zum Faulturm (m ³ /d)	40
US-Schlammmenge zum Faulturm (m ³ /d)	40
durchschnittliche Faulturmtemperatur (°C)	38
spez. Wärmekapazität Wasser: (kWh/m ³ /K)	1,16
Winterhalbjahr:	
durchschnittliche Rohschlammtemperatur (°C)	10
Wärmeenergie (kWh/d)	2.598
zzgl. 30% Abstrahlverluste u. Heizung BG etc. (kWh/a)	780
Summe Wärmeenergie (kWh/d)	3.378
Faulgasverbrauch Winter bei 6,0 kWh/m ³ u. thermischen Wirkungsgrad BHKW von 52% (m ³ /d)	1.083
Sommerhalbjahr:	
durchschnittliche Rohschlammtemperatur (°C)	19
benötigte Wärmeenergie Sommerhalbjahr (kWh/a)	1.763
zuzüglich 15% Abstrahlverluste und Heizung Betriebsgebäude etc. (kWh/a)	264
Summe Wärmeenergie (kWh/d)	2.028
Faulgasverbrauch Sommer bei 6,0 kWh/m ³ u. thermischen Wirkungsgrad BHKW von 52% (m ³ /d)	650

Zusätzlicher Erdgasbedarf im Winter

Optimierungspotenzial : **Bessere Schlammindickung**, Faulraumtemperatur



KA Niederkassel
Feinanalyse 2010



Beurteilung im Vergleich mit Richtwerten

Bezeichnung		Einheit	KA Niederkassel	Richt- wert	Ideal- wert
e _{ges}	Gesamter Elektrizitätsverbrauch, 1.234 MWh/a	kWh/(EW·a)	29,4	30	23
e _{BB}	Elektrizitätsverbrauch Belebung, 522 MWh/a	kWh/(EW·a)	12,4	23	18
N ₁	Grad der gesamten Faulgasnutzung	%	100	98	99
N ₂	Grad der Faulgasumwandlung in Elektrizität	%	20	30	30
N ₃	Spez. Faulgasproduktion pro oTR	l/kg oTR	455	450	475
V _e	Eigenversorgungsgrad Elektrizität	%	35	58	78
V _w	Eigenversorgungsgrad-Wärme bei 22,5 MWh/a Erdgasverbrauch	%	98	97	98

Richtwerte aus Energiehandbuch NRW 1999



KA Niederkassel
Feinanalyse 2010



Beurteilung im Vergleich mit Richtwerten

Kennwerte Energiecheck 2009 / 2010					
Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Beurteilung	Optimierungspotential
Spez. Stromverbrauch gesamt	e_{ges}	29,40	[kWh/(E*a)]	gut	mittel
Spez. Stromverbrauch Belüftung	e_B	9,05	[kWh/(E*a)]	sehr gut	-
Spez. Faulgasproduktion	$e_{FG,1}$	25	[l _N /(E*d)]	gut	gering
Spez. Faulgasproduktion	$e_{FG,2}$	455,4	[l _N /kg oTS _{zu}]	mittel	gering
Grad der Faulgasumwandlung in Elektrizität	N	0,20	[%]	schlecht	hoch
Eigenversorgungsgrad Elektrizität	V_E	0,35	[%]	mittel	hoch
Spez. externer Wärmebezug	e_{ext}	0,60	[kWh _{therm} /(E*a)]	mittel	mittel

Gemäß zukünftigem DWA – „Energiecheck“



KA Niederkassel
Feinanalyse 2010



Beurteilung im Vergleich mit Richtwerten

Betrachtung einzelner verfahrenstechnischer Elemente

	Stromverbr. lt. Aggr.Liste (kWh/a)	spez. Stromverbr. 2010 (kWh/EW*a)	Idealwerte aus NRW Handbuch (kWh/EW*a)	Ist-Werte / Idealwerte (%)	Mittl. Verbr. Werte DWA- BaWü (kWh/ EW*a)
Zulauf	53.165	1,27	1,24	102,1%	2,8
Rechen	3.686	0,09	0,09	97,5%	0,2
Sandfang/Fettfang belüftet	41.966	1,00	0,49	203,9%	1,8
Vorklärung (einschl. Roh- schlammumpwerk)	38.894	0,93	0,10	926,1%	0,2
Biologie Belüftung	380.205	9,05	13,72	66,0%	16
Biologie Rührwerke	113.004	2,69	1,75	153,7%	2
Nachklärbecken +ÜS-Pumpwerk	61.767	1,47	0,15	980,4%	0,4
Rücklaufschlammumpwerk	29.385	0,70	0,62	112,8%	2,5
Hochwasserpumpwerk	22.176	0,53			
Faulturm (Umwälzung + Beschickung)	185.348	4,41	1,10	401,2%	2,7
Schlammwässerung KFP	73.510	1,75	0,91	192,3%	0,9
Betriebsgebäude, Infrastruktur	8.112	0,19	0,44	43,9%	0,5
Kalkmilchrührwerk	35.040				
Heizungen, Klimanlagen, Lüftung	207.578	4,94	0,52	950,4%	
Summe Stromverbräuche	1.253.836	29,85			
Stromerzeugung Gasmotoren	438.300	10,44			



Beurteilung des Stromverbrauchs KA Niederkassel

Entwicklung Niederkassel 2002 - 2010

	Stromverbr. Aggr.Liste (kWh/a)	Spez.Strom- verbrauch (kWh/EW*a, 42.000 EW)	Feinanalyse 2002 (kWh/EW*a; 33.333 EW)
Zulauf	53.165	1,27	3,60
Rechen	3.686	0,09	0,50
Sandfang/Fettfang belüftet	41.966	1,00	2,90
Vorklärung (einschl. Roh- schlammumpwerk)	38.894	0,93	0,10
Biologie Belüftung	380.205	9,05	26,00
Biologie Rührwerke	113.004	2,69	-
Nachklärbecken	55.503	1,32	0,70
Rücklaufschlammumpwerk	29.385	0,70	3,50
Überschussschlammumpwerk	6.263	0,15	1,30
Hochwasserpumpwerk	22.176	0,53	
Faulturm (Umwälzung + Beschickung)	185.348	4,41	6,90
Schlammwässerung KFP	73.510	1,75	2,60
Betriebsgebäude, Infrastruktur	8.112	0,19	
Kalkmilchrührwerk	35.040		
Heizungen, Klimanlagen, Lüftung	207.578	4,94	-
Summe Stromverbräuche	1.253.836	29,02	48,10



KA Niederkassel
Feinanalyse 2010



Qualitative Darstellung der Optimierungsmöglichkeiten

Verfahrensschritt	Verbale Beurteilung	Verbesserung
Einlaufhebewerk	Durch den häufigen Teillastbetrieb der Grundlastpumpe ergibt sich ungünstige Energieeffizienz beim Motor.	Austausch des Antriebs für die Grundlastschnecke gegen einen hocheffizienten Motor.
Rechen, inkl. Rechenwaschgutpresse	Keine Auffälligkeiten, außer im Bereich Heizung/Lüftung	Nur im Bereich Heizung und Lüftung: Bedarfsgerechte Regelung
Sandfang, belüftet	Der spezifische Luftertrag ist relativ hoch	Austausch der Riemenscheibe
Vorklärung, einschl. Rohschlamm-pumpwerk	Relativ hoher Verbrauch des Rührwerks im Rohschlamm-schacht und der Räumerantriebe im VKB	Notwendigkeit des Rührwerksbetriebes im Rohschlamm-schacht sowie Optimierung des Räumerantriebes prüfen
Biologie Belüftung/Gebälse	Energieverbrauch mit 9 kWh/(EW·a) sehr niedrig, trotz relativ hohem Mineralisierungsgrad.	Schnelle Zuschaltung des 2. Gebläses sollte vermieden werden.



Qualitative Darstellung der Optimierungsmöglichkeiten (Fortsetzung)

Verfahrensschritt	Verbale Beurteilung	Verbesserung
Biologie Umwälzung	Im Vgl. zum Idealwert etwas erhöht. Der parallele Betrieb von Belüftung und Rührwerken wirkt sich ungünstig aus.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verriegelung der Rührwerke gegenüber Gebläsebetrieb ➤ Stoßbelüftung in der DN-Phase
Rücklaufschlamm	Bei Trockenwetter ungünstiger Teillastbetrieb mit geringem Motorwirkungsgrad. Einsparpotenzial aber relativ gering.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prüfung der Regelung und Förderleistung ➤ Verringerung RV auf 0,7 ➤ Verzögerte Zuschaltung der 2. Pumpe
Nachklärung, inklusive Überschussschlamm-pumpen	Stark erhöhter Verbrauch ist auf die hohe Anzahl von Räumerantrieben zurückzuführen. Allerdings ist das absolute Einsparpotenzial gering.	Überprüfung Antriebe Räumer
Faulraum	Erhöhter Verbrauch durch alte Umwälzpumpen / hoher Energieeintrag	Austausch der Umwälzpumpen gegen effizientere Aggregate
Schlammentwässerung	Der hohe Verbrauch geht vor allem auf das Konto des Rührwerks im Kalksilo	Taktung des Rührwerks
Heizung , Lüftung	Extrem hoher Verbrauch, da etliche Elektro-Heizkörper ohne Regelung auch im Sommer durchlaufen	Montage von Thermostaten, Bedarfsgerechte Lüftung
Sonstiges	Hoher Verbrauch durch Gasdruckerhöhung	Kontrolle des erforderlichen Gasdruckes. Evtl. Reduzierung des Gasdruckes



Maßnahmen - Klassifizierung

Sofortmaßnahmen: Einfach umzusetzende Maßnahmen ohne größere Investition und Planungsaufwand, die bis zum Abruf des Zuschusses für die Feinanalyse umgesetzt sein müssen.

Kurzfristige Maßnahmen: Maßnahmen, die in der Energieanalyse als wirtschaftlich und technisch machbar eingestuft werden und für eine kurzfristige Bearbeitung und Umsetzung vorgeschlagen werden

Abhängige Maßnahmen: Maßnahmen, die wegen ungünstigem Kosten-Nutzenverhältnis oder anderen Abhängigkeiten nur im Rahmen von ohnehin fälligen Neu- oder Umbauten realisiert werden können.



KA Niederkassel
Feinanalyse 2010

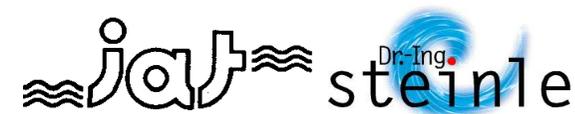


Wirtschaftlichkeit der Sofortmaßnahmen

Nr.	Maßnahme	Nutzungs- dauer [a]	Investitions- kosten [T€]	Energie- reduk- tion [MWh/a]	Erhöhung Stromer- zeugung [MWh/a]	Einspa- rung Erdgas [MWh _{th}]	Be- triebs- kosten [T€/a]	Jahres- kosten [T€/a]	Jahres- nutzen [T€/a]	K/N
S1	Verringerung Be- lüftung Sandfang	12,5	0,5	25				0,05	3,6	0,014
S2	Änderung der Gebläsesteuerung	12,5	1	10				0,10	1,4	0,071
S3	Zeittaktung Rührwerke	12,5	1	38				0,10	5,4	0,019
S4	Zeittaktung Nach- klärbeckenräumer	12,5	0,5	8				0,05	1,1	0,045
S5	Anpassung Faul- raumtemperatur	12,5	0			22		0,00	1,5	0,000
S6	Zeittaktung Rühr- werk Kalksilo	12,5	0,5	26				0,05	3,7	0,014
S7	Thermostate Elektroheizung	12,5	0,25	84,4				0,03	12	0,002
	Summe Sofort- maßnahmen		3,75	191,4		22		0,38	28,7	0,013



**KA Niederkassel
Feinanalyse 2010**



Wirtschaftlichkeit der Kurzfristigen Maßnahmen

Nr.	Maßnahme	Nutzungs- dauer [a]	Investitions- kosten [T€]	Energie- reduk- tion [MWh/a]	Erhöhung Stromer- zeugung [MWh/a]	Einspa- rung Erdgas [MWh _{th}]	Be- triebs- kosten [T€/a]	Jahres- kosten [T€/a]	Jahres- nutzen [T€/a]	K/N
K1	Ers. Motor Grundlastpumpe ZLPW	12,5	1	9				0,1	1,3	0,077
K2	Änderung Steuerung Rücklaufschl.	12,5	1	4				0,1	0,6	0,167
K3	Stoßbelüftung statt Rührwerksbetrieb	12,5	2	75				0,2	10,7	0,019
K4	Anpassung TS _{BB} an Abwassertemp.	12,5	0	10	20		0,6	0,6	4,3	0,140
K5	Verringerung Energieeinsatz Faulturmumwälz.	12,5	1	70				0,1	10,0	0,010
K6	Neubau Grundlast-BHKW	10	200		367,2		11,02	34,42	60,85 ¹	0,566
K7	Kofermentation	12,5	0		110		3,3	3,3	15,6	0,212
K8	Optimierung Lüftungs- und Klimaanlage	12,5	3	20				0,3	2,8	0,107
K9	Austausch Heizkreislaufpumpen	12,5	1,5	4				0,1	0,6	0,167
	Summe der kurzfristigen Maßnahmen		209,5	192	497,2		14,92	39,22	106,75	0,367



Wirtschaftlichkeit der Abhängigen Maßnahmen

Nr.	Maßnahme	Nut- zungs- dauer [a]	Inves- tions- kosten [T€]	Energie- reduk- tion [MWh/a]	Erhöhung Stromer- zeugung [MWh/a]	Einspa- rung Erdgas [MWh _{th}]	Be- triebs- kosten [T€/a]	Jahres- kosten [T€/a]	Jahres- nutzen [T€/a]	K/N
A1	kleinere ÜSS- Pumpe	12,5	1	3				0,1	0,4	0,250
A2	kleinere Grund- lastpumpe RLS	12,5	1	8				0,1	1,1	0,091
	Summe der ab- hängigen Maßnahmen		2	11				0,2	1,5	0,133



KA Niederkassel
Feinanalyse 2010



Wirtschaftlichkeit aller Maßnahmen

Maßnahme	Investitionskosten [T€]	Energie-reduktion [MWh/a]	Erhöhung Stromerzeugung [MWh/a]	Einsparung Erdgas [MWh _{th}]	Betriebskosten [T€/a]	Jahreskosten [T€/a]	Jahresnutzen [T€/a]	K/N
Sofortmaßnahmen	3,75	191,4		22		0,38	28,7	0,013
Kurzfristige Maßnahmen	209,5	192	497,2		14,92	39,22	106,75	0,367
Abhängige Maßnahmen	2	11				0,2	1,5	0,133
Summe der Maßnahmen	215,25	394,4	497,2	22	14,92	39,80	136,95	0,291

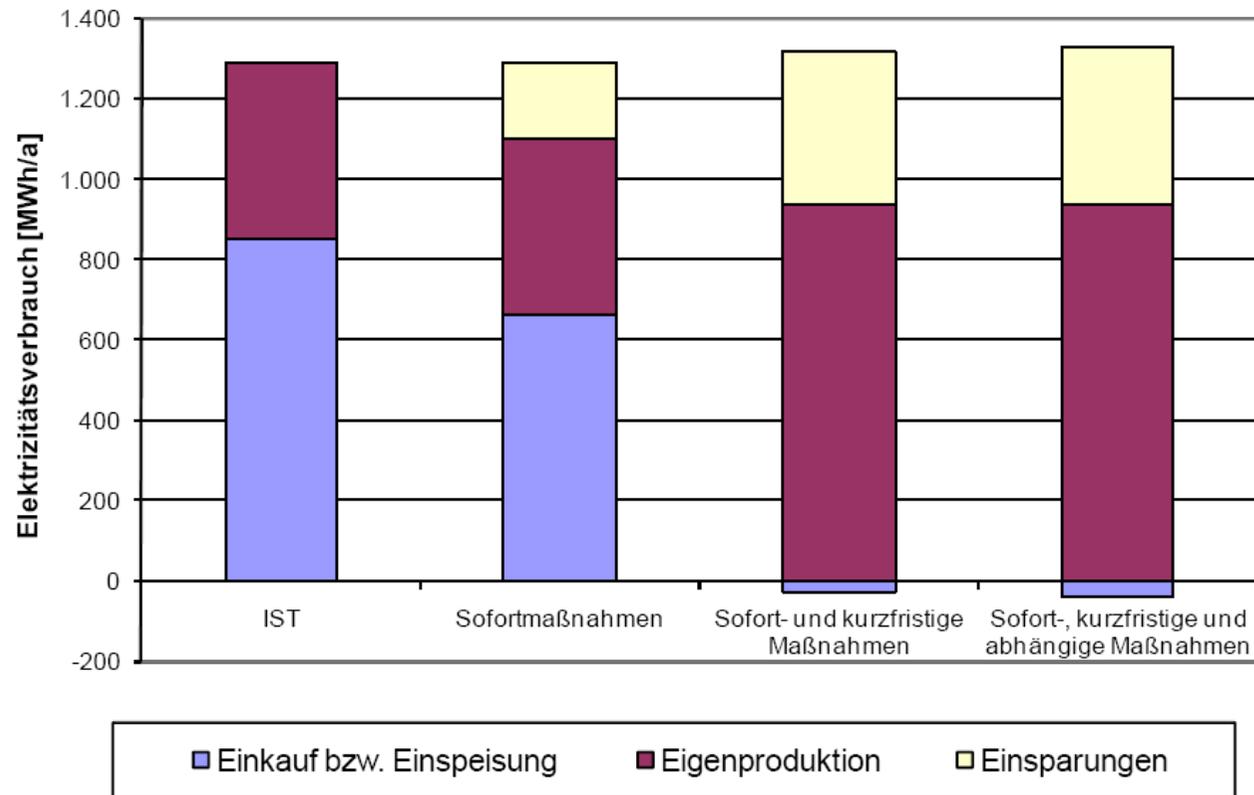
Einsparungen durch Sofortmaßnahmen geschätzt :	ca. 28.000 €/a
weitere Einsparungen durch kurzfristige Maßnahmen geschätzt :	ca. 67.500 €/a
weitere Einsparungen durch abhängige Maßnahmen geschätzt :	ca. 800 €/a
Summe der Einsparungen (Zielsetzung) :	ca. 96.300 €/a



**KA Niederkassel
Feinanalyse 2010**



Energiebilanz nach Umsetzung der Maßnahmen



Energie-“Autarkie“ erzielbar



KA Niederkassel
Feinanalyse 2010



Energiekennwerte nach Umsetzung der Maßnahmen

Spezifischer Verbrauch IST-Zustand : 29,9 kWh/E/a

Spez.Verbrauch nach Maßnahmen : 20,2 kWh/E/a

Idealwert nach NRW-Handbuch : 23,0 kWh/E/a



KA Niederkassel
Feinanalyse 2010



Energienachweis

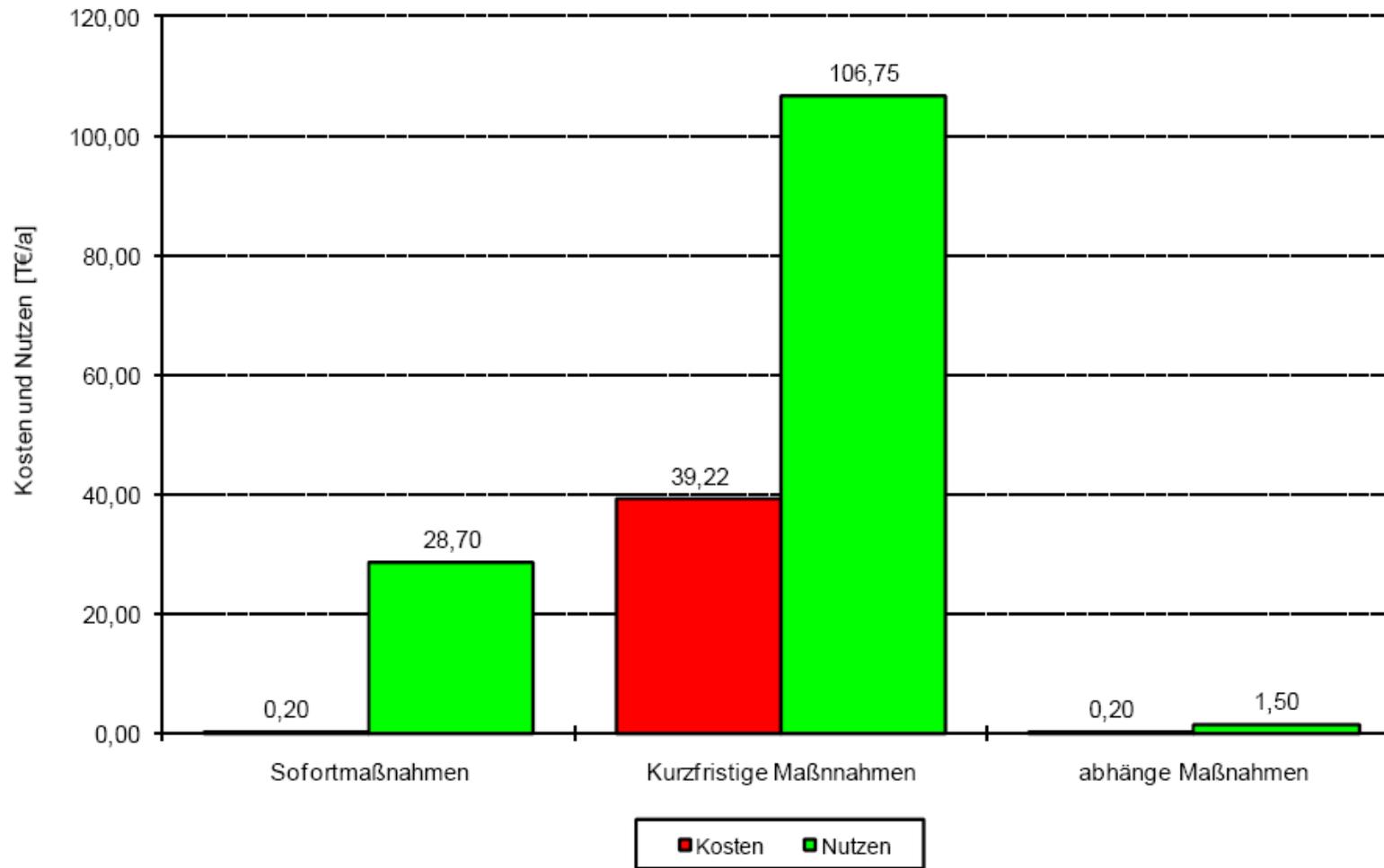
		Einheit	IST-Zustand	Nach Realisierung der Maßnahmen		Richtwert	Idealwert
				S	S + K + A		
e_{ges}	gesamter Elektrizitätsverbrauch	kWh/(EW·a)	29,4	24,8	20,2	30	23
e_{BB}	Elektrizitätsverbrauch Belebung	kWh/(EW·a)	12,4	11,3	9,0	23	18
N1	Grad der gesamten Faulgasnutzung	%	100	100	100	98	99
N2	Grad der Faulgasumwandlung in Kraft/Elektrizität	%	20	20	37	31	32
V_e	Eigenversorgungsgrad-Elektrizität	%	35	40	100	68	90
V_w	Eigenversorgungsgrad-Wärme	%	98	100	100	98	99



**KA Niederkassel
Feinanalyse 2010**



Kosten / Nutzenrelation



KA Niederkassel
Feinanalyse 2010



Photovoltaik

Geschätzte Investition :	60.000 €
Annuität bei 20 Jahren ND, 3% Zins :	0,068 1/a
Kapitalkosten ohne Wartung und Reparatur :	4.200 €/a
Erzeugter Strom / Einspeisung/Eigennutzung :	14 MWh/a
Vergütung Einspeisung/Eigennutzung :	5.000 €/a
Kosten/Nutzenrelation :	0,84
Vergleich mit BHKW-Erneuerung :	
Kosten/Nutzenrelation :	0,57
Erzeugter Strom (Mehrbetrag) :	>300 MWh/a
Nutzen durch Selbstverbrauch/Netzeinspeisung :	42.000 €/a



Nutzung von Abwasserwärme

Einsatz eines Wärmetauschers im Ablauf der Kläranlage

Einsatz einer Wärmepumpe, um nutzbare NT-Wärme zu erhalten

Nur sinnvoll, wenn Abnehmer für NT-Wärme vorhanden.

Nach Errichtung der maschinellen ÜS-Eindickung besteht kein Bedarf für fossile Energieträger zur Wärmeerzeugung mehr auf der Kläranlage.



**KA Niederkassel
Feinanalyse 2010**



Zusammenfassung

KA Niederkassel liegt bereits mit 29,4 kWh/E/a unter dem Richtwert des Energiehandbuchs NRW (30 kWh/EW/a)

Hauptursache ist die optimale Belüftung mit 9 kWh/E/a, hierdurch liegt der Bedarf für die Belebung (12,4 kWh/EW/a) deutlich unter dem Idealwert NRW

Durch eine Anzahl verschiedener Maßnahmen kann jedoch der Energieverbrauch weiter gesenkt werden bis zu einem Wert von ca. 20 kWh/EW/a, der als Optimierungsziel gesehen werden sollte.

Eine deutliche Verbesserung der Faulgasverwertung kann durch ein neues BHKW mit höherem Wirkungsgrad erzielt werden.

Durch die geplante maschinelle ÜS-Eindickung wird die Wärmebilanz positiv beeinflusst und der Einsatz von Erdgas zur Heizung wird sicher vermieden.

Für alle Maßnahmen kann die Wirtschaftlichkeit nachgewiesen werden, das Kosten/Nutzenverhältnis liegt insgesamt deutlich unter 0,5.



**KA Niederkassel
Feinanalyse 2010**



Energieeffizienz des Wasserwerks



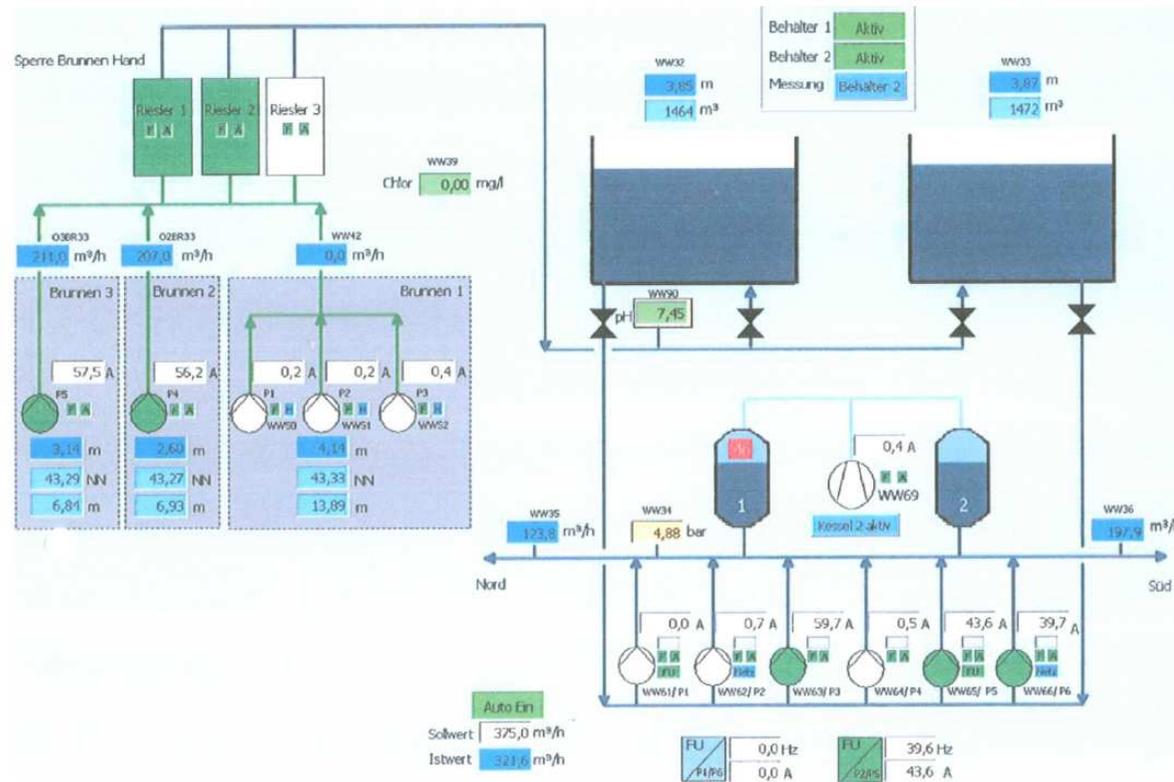
Grobanalyse durch IB Bierhals / Mitglied im IVAA



KA Niederkassel
Feinanalyse 2010



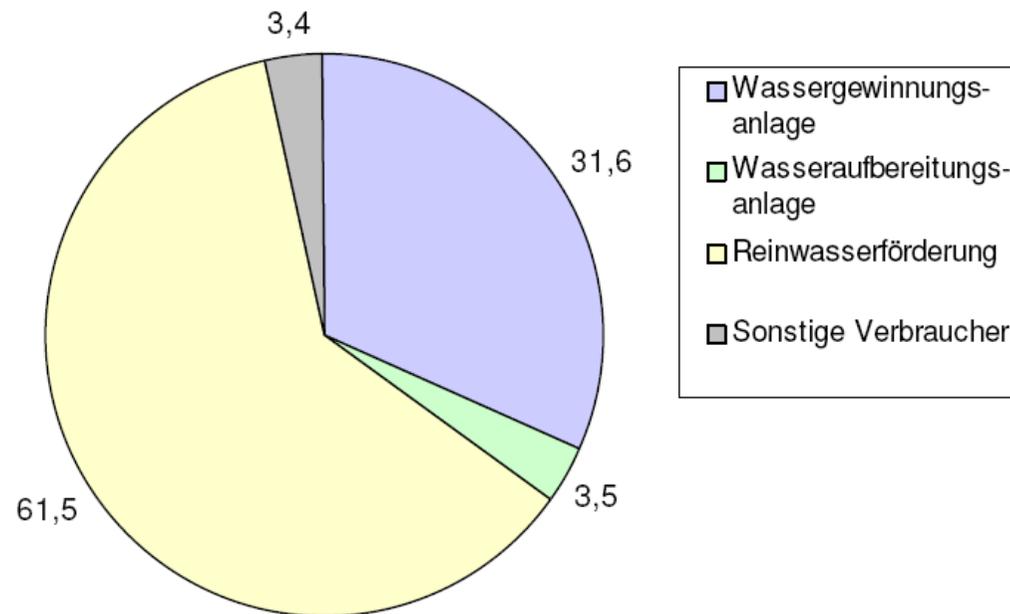
Energieeffizienz des Wasserwerks



KA Niederkassel
Feinanalyse 2010



Energieeffizienz des Wasserwerks



Prozentuale Verteilung der Energiebedarfsmenge

Vergleich mit DVGW-Erhebung (ohne Berücksichtigung der örtl. Gegebenheiten):

Mittelwert Bundesgebiet : 0,50 kWh/m³

Wasserwerk Niederkassel : 0,47 kWh/m³



KA Niederkassel
Feinanalyse 2010



Energieeffizienz des Wasserwerks



Funktionseinheit / Anlagengruppe	Energie- Verbrauch 2009 absolut kWh/a	Energie- Verbrauch 2009 spez. kWh/m³	Vergleichswerte				Bewertung Allgem. Energieeffizienz
			Allg. Energieeffizienz		Optimalbereich		
			übliche Werte		Zielwert	Richtwert	
			min.	max.	min.	max.	
Wassergewinnung incl. Förderhöhe Riesler	295.317	0,14	0,20	1,20	0,20	0,50	unter Zielwert
Wasseraufbereitung	32.369	0,02					im Optimalbereich
Reinwasserförderung	574.232	0,29	0,20	0,20	0,20	0,50	im Optimalbereich
Sonstige Verbraucher	31.500	0,02					



**KA Niederkassel
Feinanalyse 2010**



Energieeffizienz des Wasserwerks



Maßnahmepaket – Energieoptimierung im VG des WW Niederkassel

Maßnahme A Energetische Optimierung der Förderanlagen zum Re-Investitionszeitpunkt

- A1 - Durchführung einer energetischen Feinanalyse der Einzelanlagen
- A2 - Energetische Optimierungsplanung der Förderaggregate

Maßnahme B Optimierung Handlungsgrundlagen Anlagenbetrieb

- B1 - Aufbau und Einführung eines Energie-Monitoring-Systemes nach Verbrauchsgruppen
- B2 - Ausstattung der Verbrauchsgruppen oder Einzelaggregate mit einer separaten Verbrauchsmessung (Unterzähler)
 - Zielsetzung: Rechtzeitiges Erkennen einer Verschlechterung der Energieeffizienz



**KA Niederkassel
Feinanalyse 2010**





Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



**KA Niederkassel
Feinanalyse 2010**

