

10th INTERNATIONAL CIRCULAR ECONOMY CONFERENCE

23th OCTOBER 2019
ENVIRONMENTAL CAMPUS BIRKENFELD





Stadt Pirmasens

Klima-, Umwelt- und Ressourcenschutzmaßnahmen der Stadt Pirmasens

Optimierung kommunaler Abwassersysteme



Die Stadt Pirmasens hat sich in den vergangenen Jahren bereits mit vielen Bestrebungen im Sinne der ganzheitlichen und nachhaltigen Betrachtung in unterschiedlichen Bereichen gewidmet



Stadt Pirmasens

Referenten

Michael Maas

Bürgermeister der Stadt Pirmasens

Email: michaelmaas@pirmasens.de



Abwasserbeseitigungsbetrieb

- Eigenbetrieb im Sinne der EigAnVO
 - kaufmännische Buchführung, Jahresabschluss, Bilanz, GuV, Finanzplan
- 55 Beschäftigte
- Bilanzsumme rd. 94 Mio. €
- rd. 271 km Kanal (Misch- und Trennsystem)
- 21 Pumpstationen
- 2 Kläranlagen (100.000 EW)
- rd. 41.000 Einwohner

Ein Auszug davon zeigen die nachfolgenden Projekte und Maßnahmen:

- I. **Thermodruckhydrolyse auf der Kläranlage Blümeltal** (2005-2008)
- II. **Erarbeitung eines Biomassemasterplans** (2005)
- III. **Kooperationspartner bei der Entwicklung des Energieparks in Pirmasens-Winzeln** (2005ff)
(NaWaRo-Biogasanlage, Bioraffinerie, Power-to-Gas-Anlage...)
- IV. **Energieoptimierung auf der Kläranlage Blümeltal** (2013-2015)
- V. **Schlammzentralisierung** (2015-2016)
- VI. **Umrüstung und Modernisierung der Straßenbeleuchtung** (2011 ff) – Nationale Klimaschutzinitiative NKI
- VII. **Entwicklung und Einführung eines innovativen Straßenunterhaltsmanagementsystems** (2011 ff)
- VIII. **Kooperationspartner bei der Einführung und Etablierung von Recyclingbaustoffen im komm. Tiefbau** (2010 ff)
- IX. **P-Rückgewinnung an der Kläranlage Felsalbe**
- X. **Klimaschutzteilkonzepte u.a. in den Bereichen:** (2011ff) – Nationale Klimaschutzinitiative NKI
 - Ermittlung der erneuerbaren Energiepotentiale und Erarbeitung eines integrierten Klimaschutzkonzeptes
 - Umgang mit den Auswirkungen von Extremniederschlagsereignissen in urbanen Räumen (2013-2014)
 - Liegenschaften (energetische Untersuchung der städtischen Liegenschaften und Ableitung geringinvestiver Maßnahmen)
 - Klimaschutzmanager (basierend auf dem Teilkonzept Liegenschaften – als Grundlage für das sich in Vorbereitung befindliche Gebäudemanagement)

....

Vorstellung der Kläranlage Blümeltal



Entstehungsgeschichte

1960

Inbetriebnahme des mechanischen Teils der Kläranlage. Er umfasste ein Regenüberlaufbecken, den Sandfang mit Grobrechenanlage, zwei Vorklärbecken, das Regenklärbecken und einen Faulturm mit Maschinenhaus. Der ausgefaulte Schlamm wurde in überdachten Trockenbeeten entwässert.

1975

Inbetriebnahme des biologischen Teils der Kläranlage mit Belebungsbecken, Tropfkörper und Nachklärbecken. Zusätzlich wurde der gesamte mechanische Teil der Kläranlage saniert.

1989

Inbetriebnahme der Kammerfilterpresse zur Klärschlammmentwässerung.

2000 – 2005

Nach Sanierung und Erweiterung wurde die Kläranlage mit den Anlagenteilen Stickstoff- und Phosphatelimination und Mikrosiebung in Betrieb genommen.

2005 – 2008

Entwicklung und Inbetriebnahme der Thermodruckhydrolyse zur Verbesserung des Abbaus an organischen Verbindungen im Faulturm und Erhöhung der Gasausbeute aus Klärschlamm.

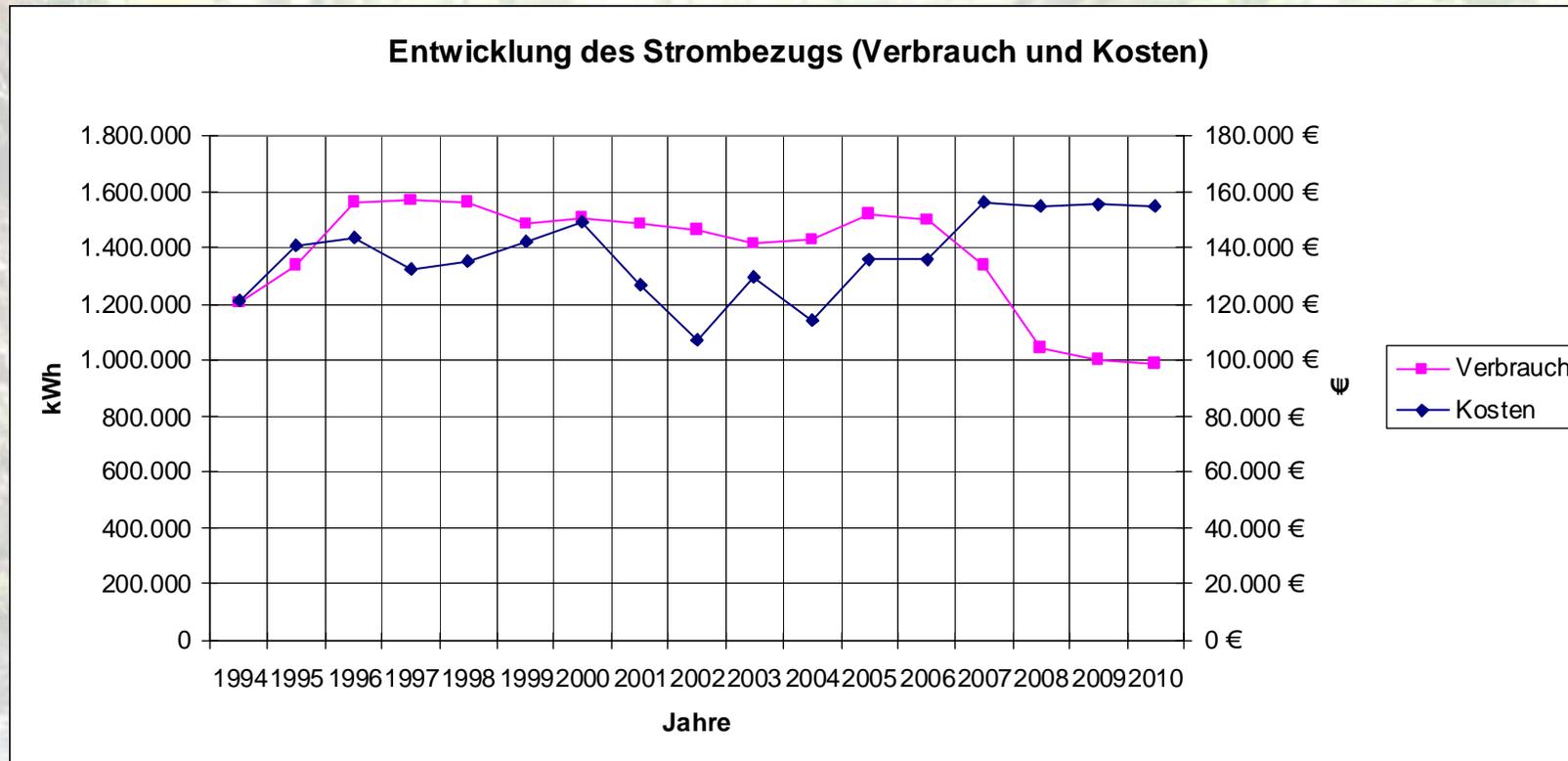
Bemessungsgrundlage

Die Kläranlage reinigt die Abwässer des Nordteils der Stadt Pirmasens. Inklusive Industrieanteil sind dies bis zu 62.000 EGW (Einwohnergleichwerte).

Überwachungswerte	gesetzliche Grenzwerte in mg/l	zur Zeit Jahresschnitt in mg/l
CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf)	60	30
BSB (Biochemischer Sauerstoffbedarf)	10	3
Pges (Phosphor gesamt)	1	0,4
Nges (Stickstoff anorganisch gesamt)	18	5,6
NH4-N (Ammoniumstickstoff)	5	0,3

- Demographischer Wandel (Internationalisierung, industrieller Wandel)
- Technologische Entwicklung
- Nutzerverhalten

Herausforderungen



Ausgangslage 2010 ein Energieeinsatz von ~ **40 kW/EW a.**

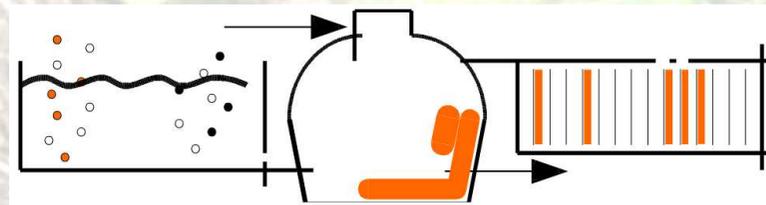
Konzeptidee

Input der Kläranlage

Rohabwasser

Energie

Stellschraube Energie(-verbrauch)



Output der Kläranlage

„Sauberes“ Abwasser

Klärschlamm

Stellschraube Energiepotential

Nutzung des vorhandenen Potentials

Die Schlammbehandlung

Im Faulturm werden der eingedickte ÜSS und der Primärschlamm aus dem Vorklärbecken ausgefault. Dabei entsteht in dem 3.600 m³ großen Faulturm neben dem ausgefaulten und somit nahezu geruchlosen Schlamm pro Jahr ca. 400.000 m³ Faulgas. Dieses Gas wird mit Blockheizkraftwerken zu Strom und Wärme umgewandelt. Pro Jahr werden ca. **900.000 kWh** elektrische Energie produziert.

Mit der Wärme, die die BHKW produzieren werden die gesamten Kläranlagengebäude und der Faulturm beheizt, der Strom wird ins betriebseigene Netz eingespeist. Der im Faulturm ausgefaulte Schlamm wird im Anschluss mit einer Kammerfilterpresse bis auf einen Trockensubstanzgehalt von ca. 30% weiter entwässert.

Die Thermodruckhydrolyse

In Zusammenarbeit mit dem Prüf- und Forschungsinstitut Pirmasens wurde eine großtechnische Pilotanlage zur Steigerung der Biogasausbeute aus Klärschlamm und zur Reduktion der Klärschlammengen entwickelt. Durch die Thermodruckhydrolyse kann die Energieausbeute um weitere **215.000 kWh/a** erhöht werden.

Strombilanz

Strombedarf Gesamtkläranlage	1.800.000 kWh/a	
Eigenstromerzeugung:	1.115.000 kWh/a	entspricht rd. 60%

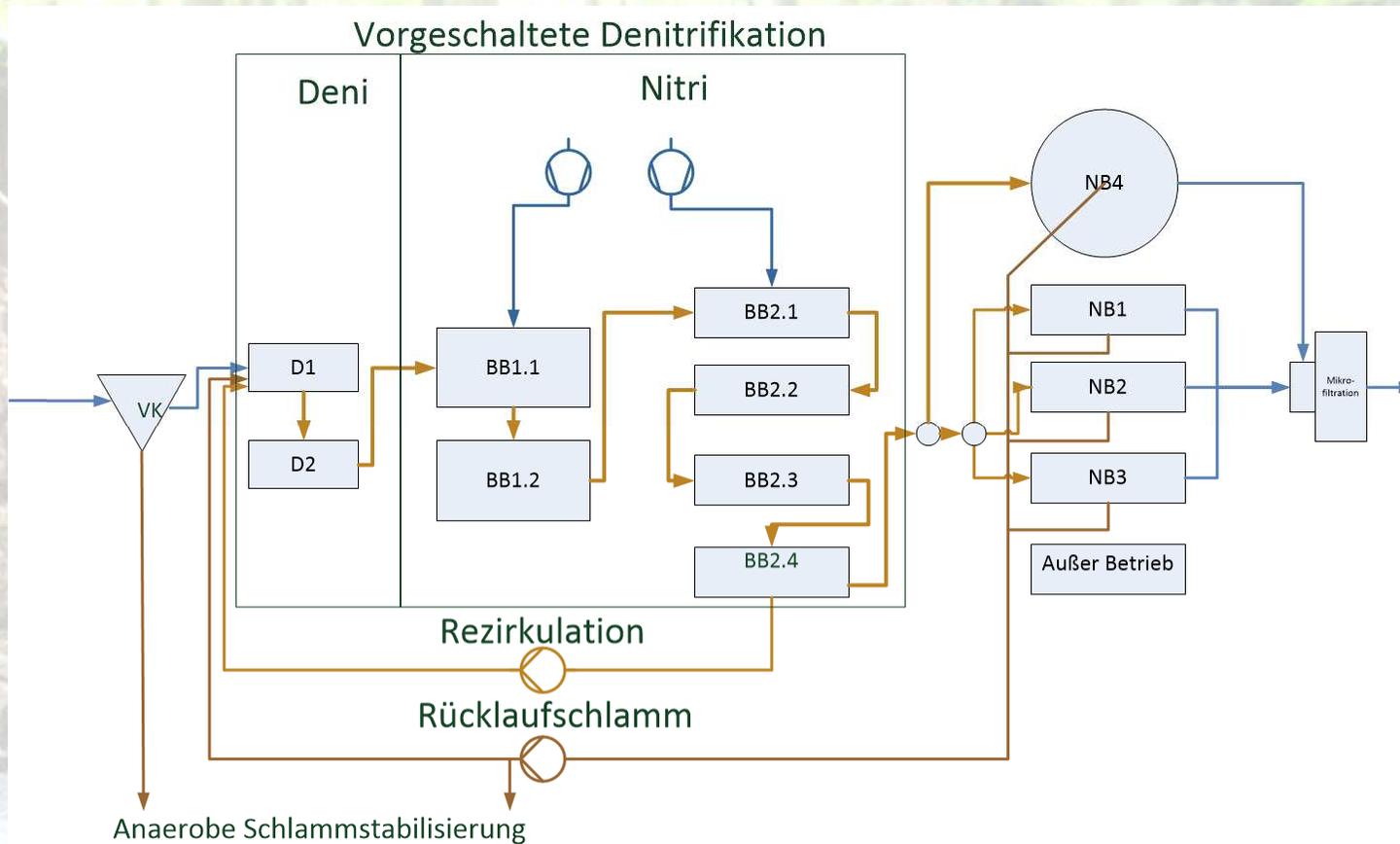
Ziele Energieoptimierung

- **Energetische Optimierung der Anlage**
Energieverbrauch < 18 kWh pro EW für die gesamte Anlage, 10kWh/EW für die Belebung und Reduktion des Leistungsbezuges auf 125KW jetzt 275kW
- **Reduzierung des Stromverbrauches und des CO₂-Ausstoßes (780.000kWh/483.Mg)**
- **Energieautarkie < 100.000kWh Fremdbezug von Energie**
- **Ressourcenschonender Betrieb der Kläranlage**
- **Effiziente Abstimmung der einzelnen Anlagenkomponenten untereinander**
- **stabilere und geringere Ablaufwerte**
- **hohe Ausfallsicherheit dank integrierter Notlaufeigenschaften und Plausibilitätskontrolle durch untereinander abgesicherte Messwerte erhöhen die Betriebssicherheit der Anlage**
- **Einhaltung von Klimaschutzzielen und Verbesserung der Gewässerqualität**
- **Geringere Entgeltbelastung der Bürger durch erhebliche Kosteneinsparungen**

Verfahrenstechnische Aspekte

1. Zulaufbewirtschaftung
2. **Energie**einsparung und Vergleichmäßigung der elektrischen Leistungsanforderung
3. Senkung und Vergleichmäßigung der **Ablaufkonzentrationen**
4. Biologische **Phosphat**elimination und Einsparung von Fällmitteln

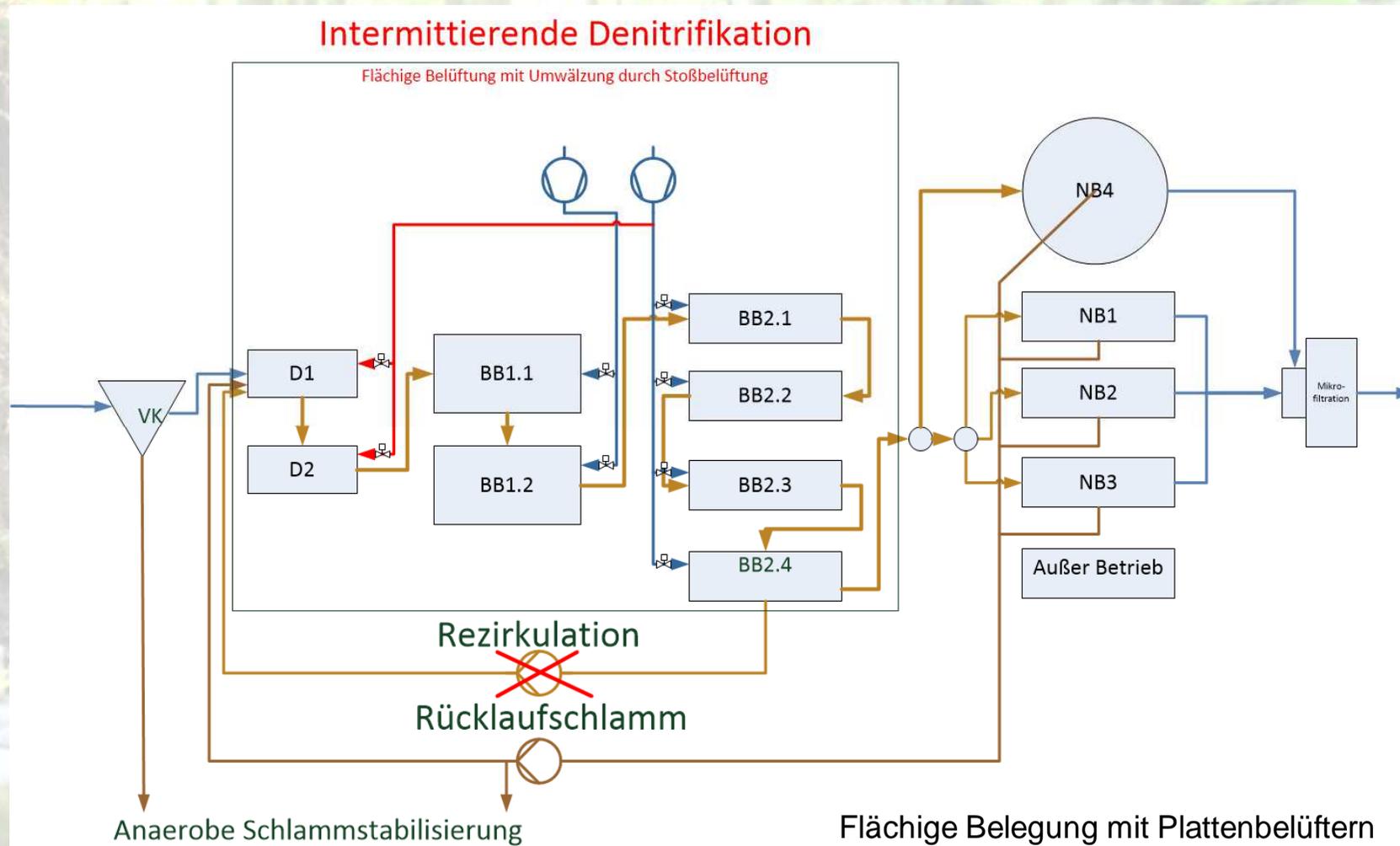
Verfahrenstechnik, Ausgangssituation



Ausbau 62.000 EW
Aktuell 47.000 EW

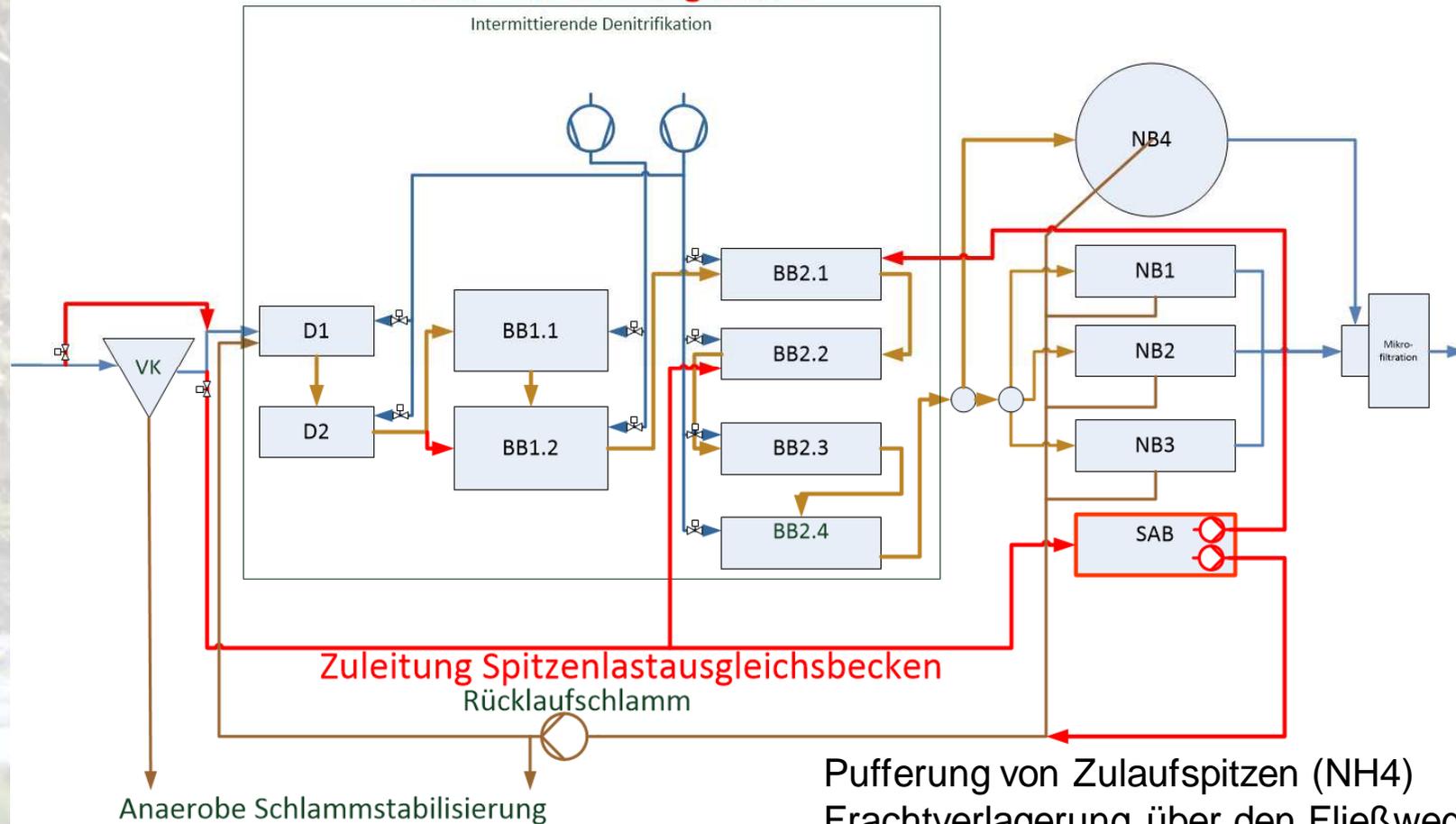
Vorgeschaltete Denitrifikation
Anaerobe Schlammbehandlung

Verfahrenstechnik, Optimierungskonzept



Verfahrenstechnik, Optimierungskonzept

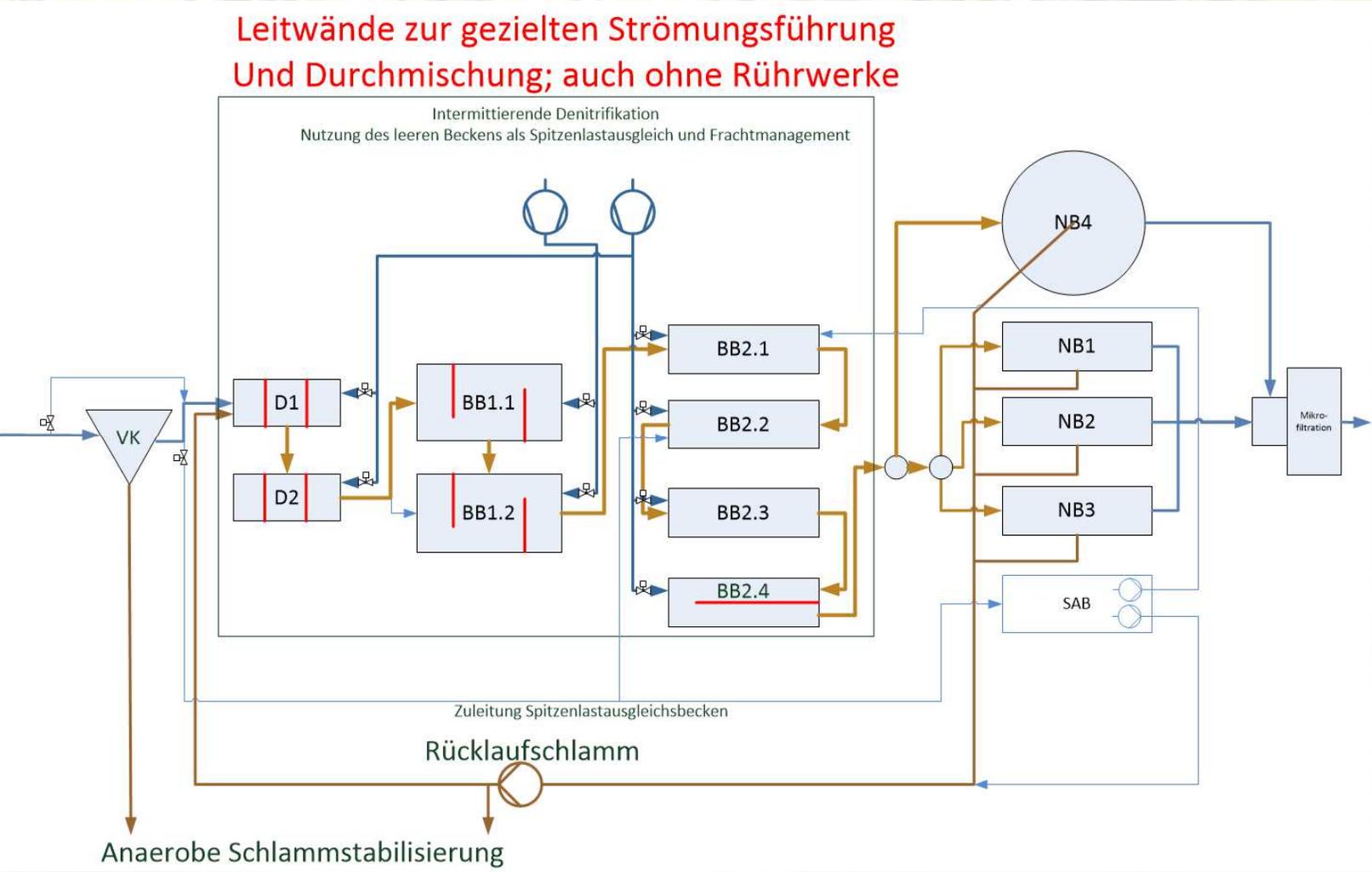
Nutzung des leeren Beckens als Spitzenlastausgleich und Frachtmanagement



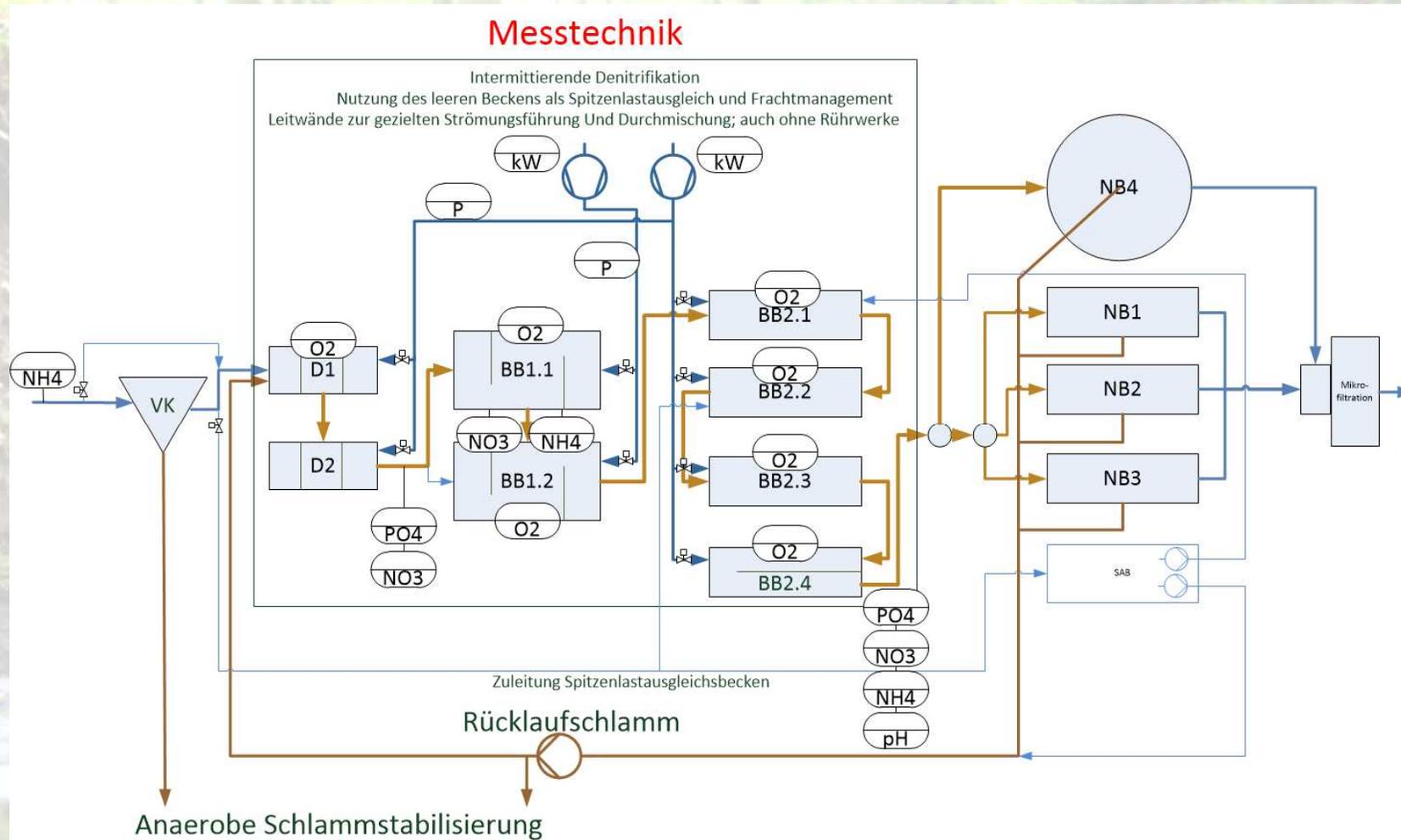
Pufferung von Zulaufspitzen (NH₄)
Frachtverlagerung über den Fließweg
Umfahrung Vorklärung

Verfahrenstechnik, Optimierungskonzept

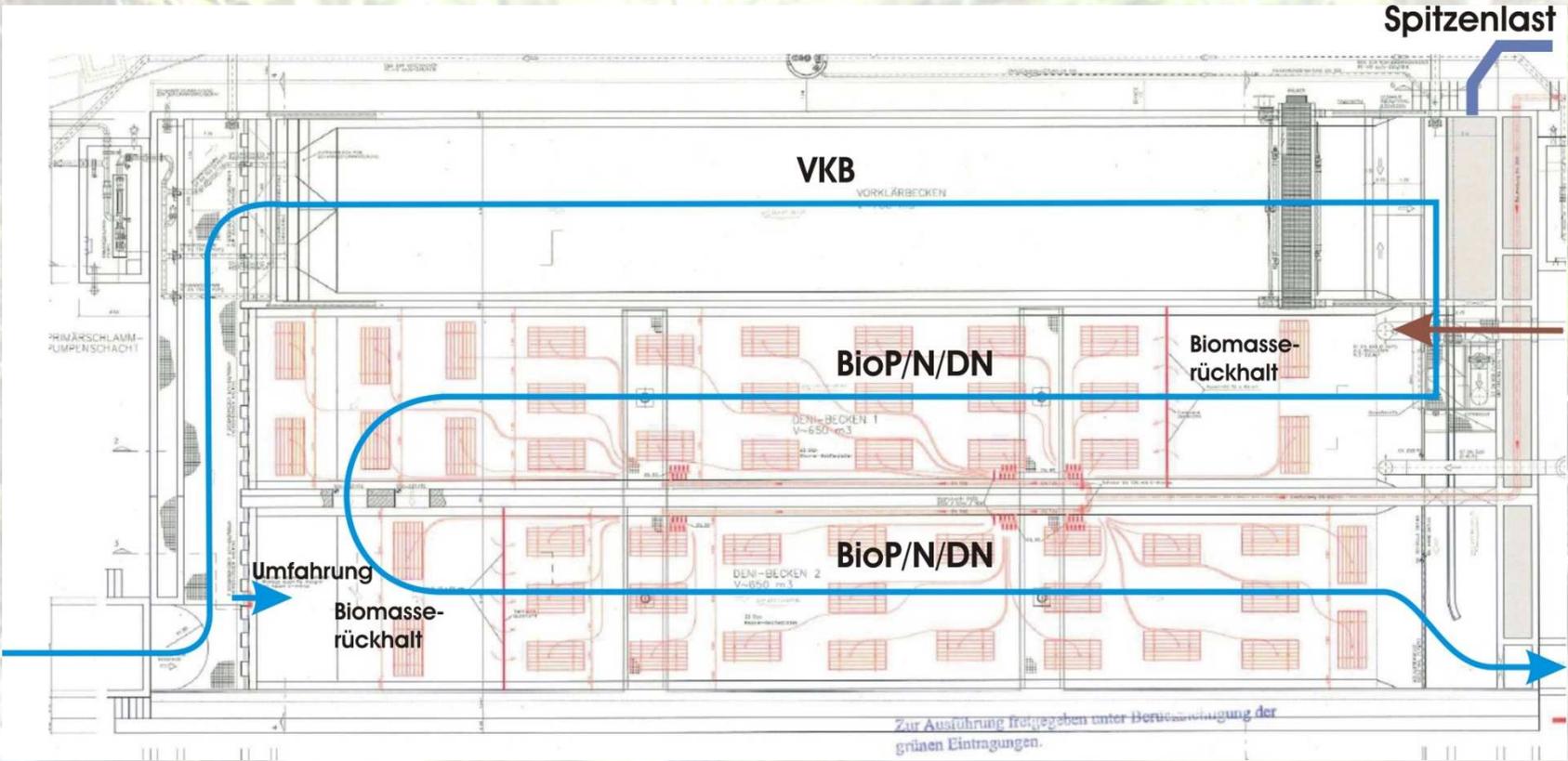
Leitwände zur gezielten Strömungsführung
Und Durchmischung; auch ohne Rührwerke



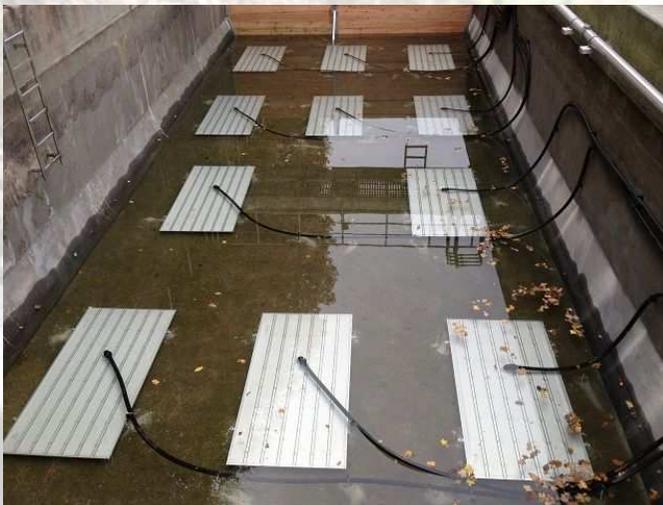
Verfahrenstechnik, Optimierungskonzept



Verfahrenstechnik, Umbauten



Verfahrenstechnik, Umbauten



- Holzleitwände als Leitwände, Feststoffrückhalt usw.



- umströmt
- überströmt



- Leitwand umströmt



- Feststoffrückhalt



Aufständigung der Belüfterplatten in
einem früheren Vorklärbecken!

Vorteile:

- Gleichmäßige Ausgasung der
Belüfter



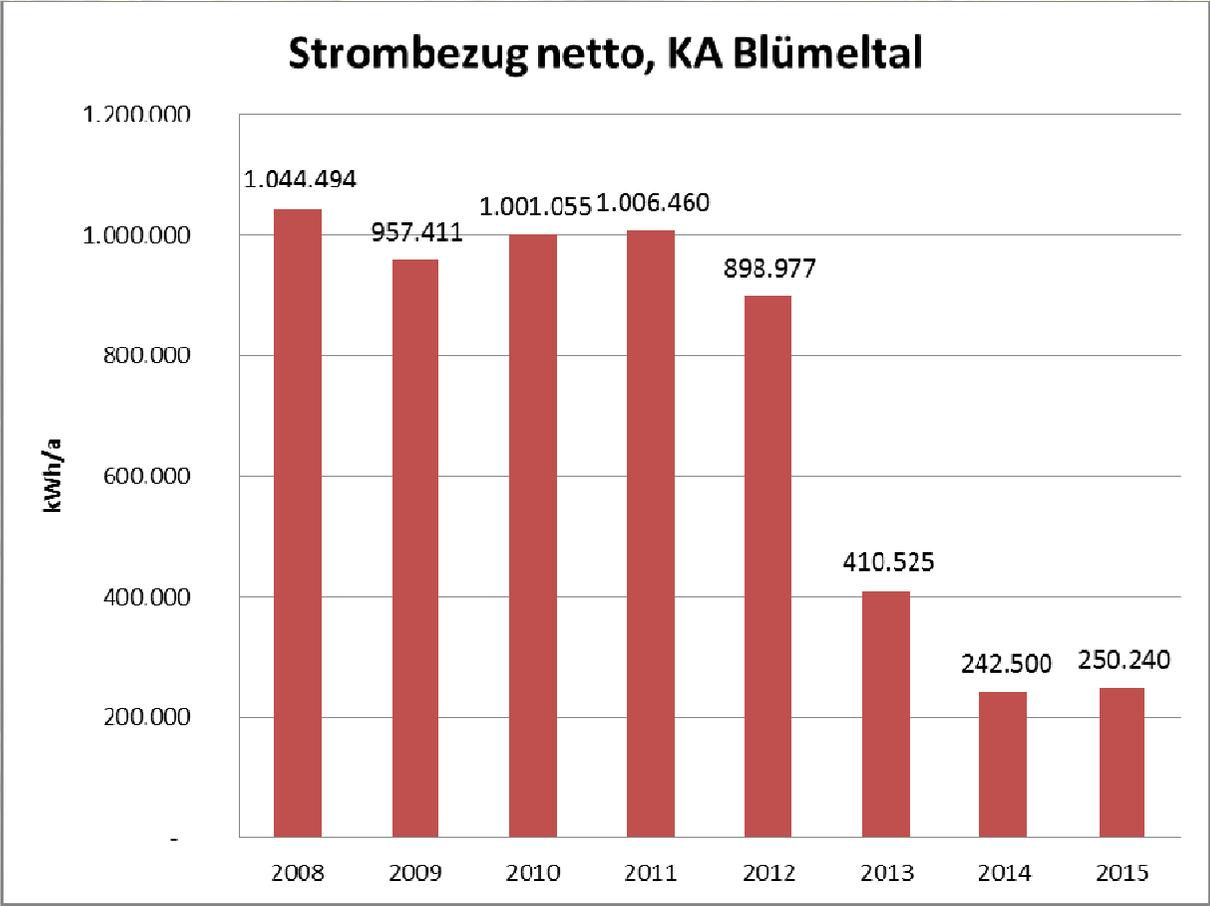
Verfahrenstechnik, Regelungstechnik

Lasteinstufung							
Vorwahl Messwertbildung für Lasteinstufung:		Messwert Ablauf BB1.2		Mittelwert aus BB1.1 und BB1.2		Mittelwertbildung zyklusabhängig	
		2,80		3,60		Zyklus A	Zyklus B
						3,40	3,20
	NH4-N Min.	NH4-N Mittel	NH4-N Max.				
Modus	2	mg/l	8	Freigabe Modus über KW Gebläsestrasse 1		Zyk.A in Min.	Zyk.B in Min.
Schwach		2,50	3,00			35	35
Eco	1,50	2,75	4,00	19	17	30	30
Standard	2,50	3,75	5,00			28	28
Last	3,50	4,75	6,00	25	23	25	25
Hochlast	4,50	5,75	7,00			20	20
O2 Modus	5,50	6,75		26	30	Dauerbetrieb im Zyklus B wegen Messwerte Max	
Hysterese Modiwechsel		1,5		Ersatzwert bei Ausfall der NH4-N Messungen		5	mg/l und Standardmodus

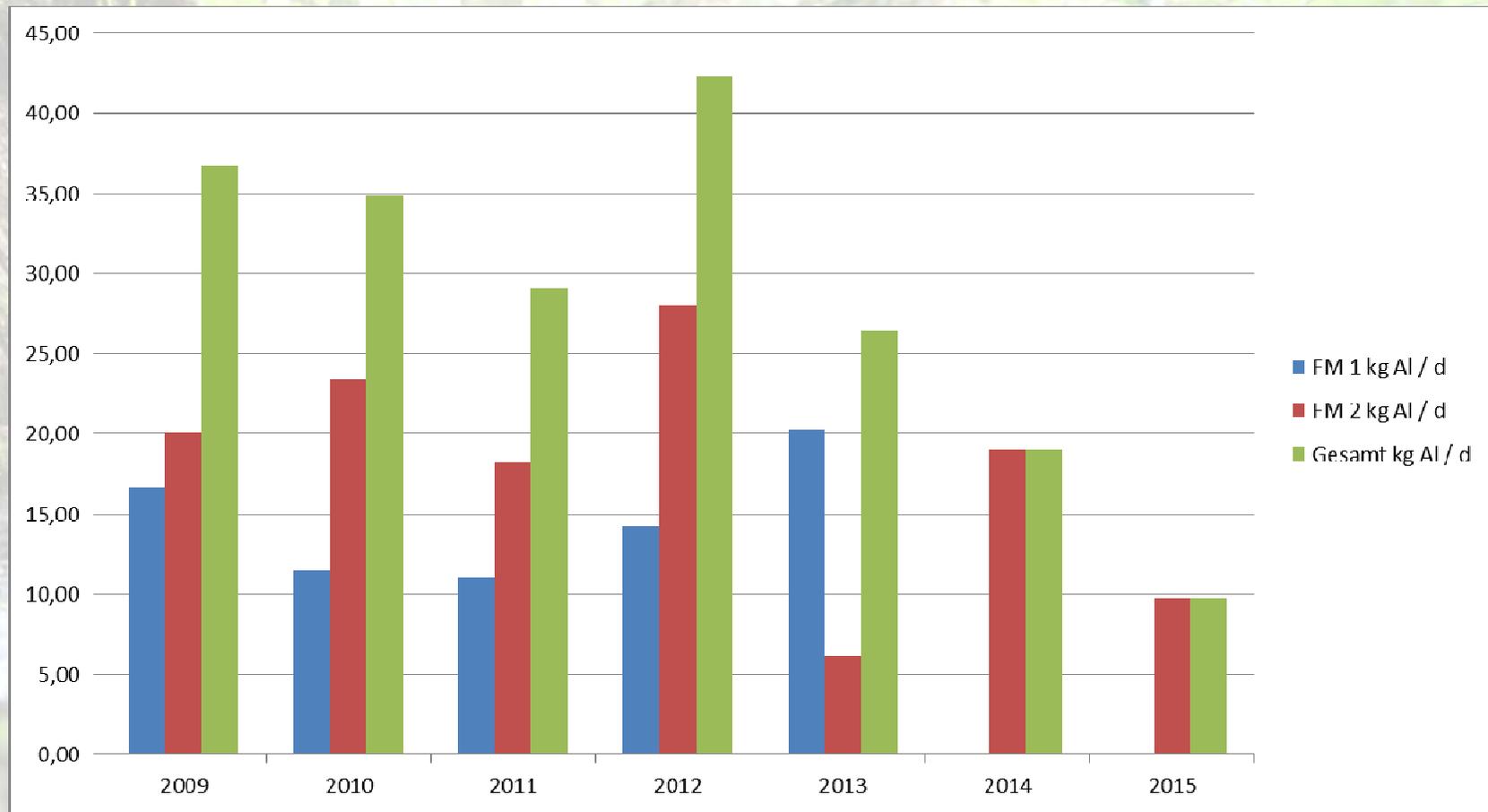
- Sauerstoffsollwerte
- Zulaufbewirtschaftung – SPAB, Umfahrung VKB
- Energiemanagement
- Belüftungszyklen
- Bio-P

Ergebnisse

Strombezug unter Abzug der Einspeisemenge

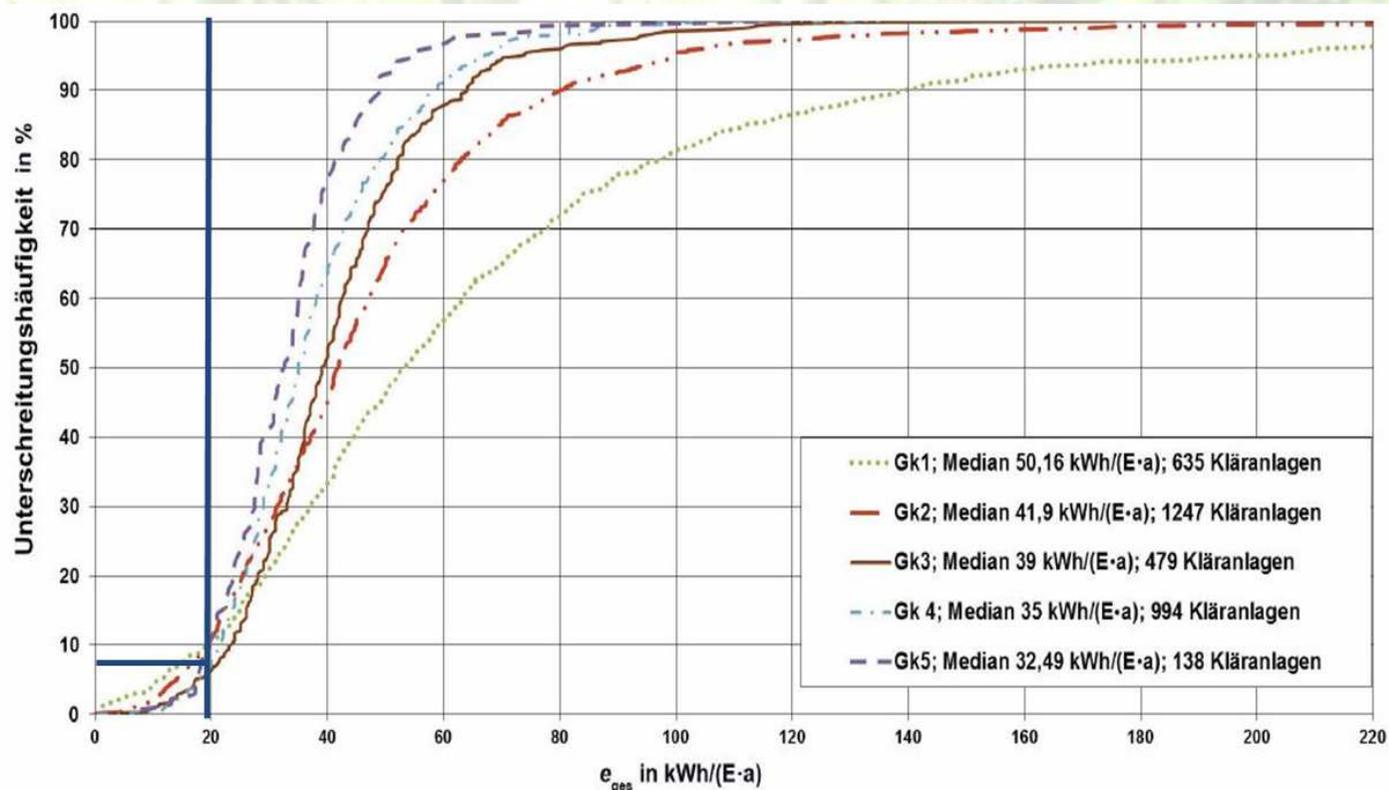


Fällmitteleinsparung ca. 65 %



Anlage/ Anlagenteil	Parameter	Vorher	Ziel	Nachher
Kläranlage insgesamt	spez. Gesamtenergieverbrauch e_{ges} [kWh/ EW*a]	37,8	18+3 als Korrekturwert für Flockenfiltration und Abluftbehandlung Gesamt: 21	19,8
	Fremdbezug Energie [kWh/a]	1.000.000	< 50.000	250.000
	Eigenenergieerzeugung [%]	42	>90	73
	CO ₂ -Einsparung [t/a]		440	445
	CSB Elimination [kg CSB/a] und Ablaufkonzentration [mg/l]	1.860.000 30	Kein Ziel	1.900.000 25
	N-Elimination [kg N/a] und Ablaufkonzentration [mg/l]	144.000 14	Kein Ziel	168.000 < 5
	P-Elimination [kg P /a] und Ablaufkonzentration [mg/l]	27.000 0,7	Kein Ziel	28.200 < 0,3
Belebung	spez. Energieverbrauch e_{Bel} [kWh/ EW*a]	30	10	7,8

Spezifischer Gesamtstromverbrauch e_{ges} , kWh/(E*a)



In obiger Grafik ist der spezifische Energieverbrauch einer Vielzahl von Kläranlagen aufgetragen. Diese Auswertung wurde von der DWA durchgeführt.

Die statistische Einordnung anhand der Summenkurven aus der DWA-A 216 zeigt, dass die Kläranlage Blüemetal nunmehr zu den besten 10 % aller Kläranlagen der Größenklasse 4 gehört.

Ergebnisse

Frachtspitzen werden zuverlässig abgefangen
und vergleichmäßig.

Ablaufwerte zuverlässig niedrig
mit geringer Varianz

Energieverbrauch vergleichmäßig, günstig für Eigenversorgung und
Leistungsabrechnung

• **Energieeffizienz Abwasserbeseitigung**

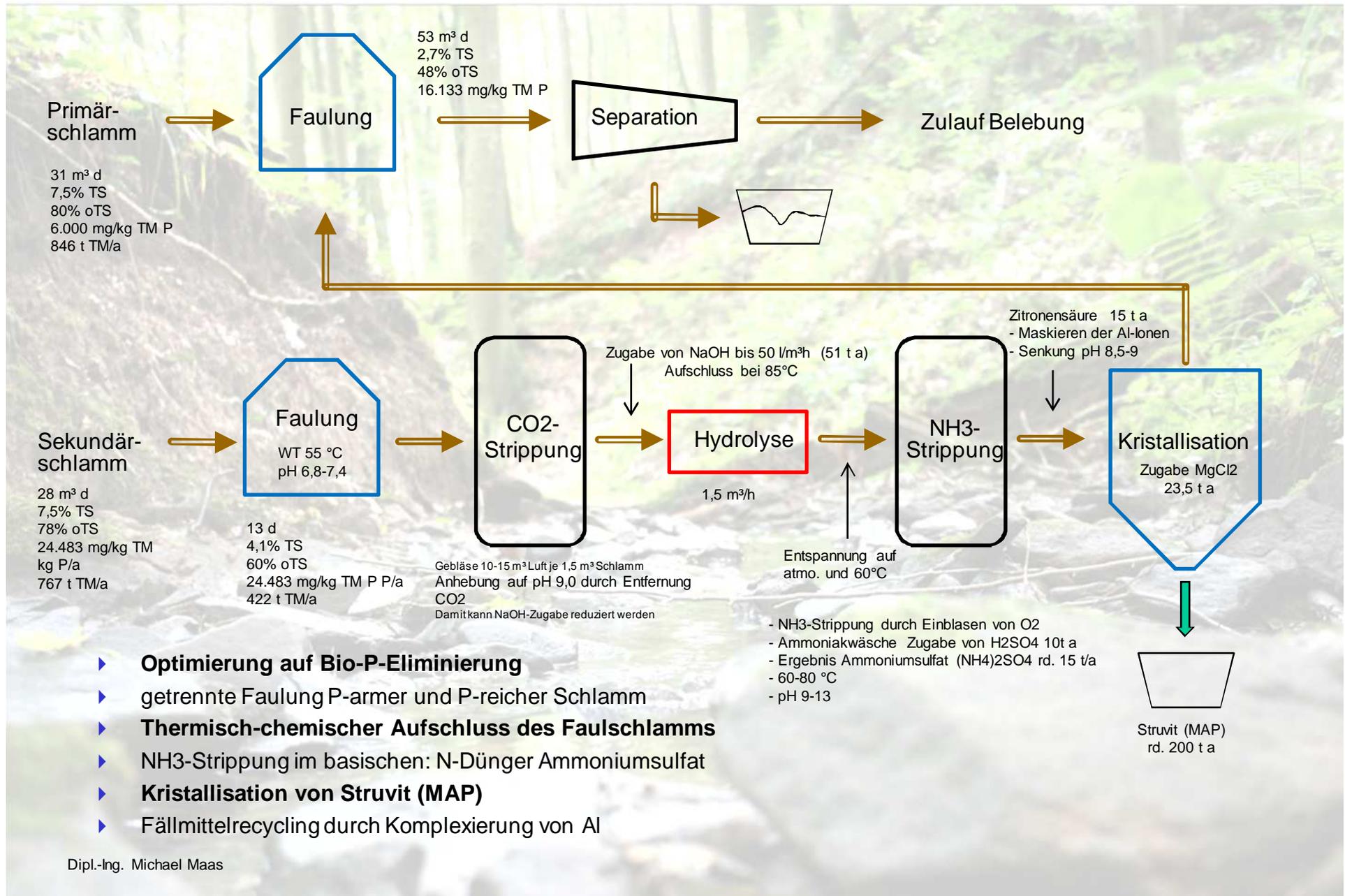
Objekt	Maßnahme	Ersparnis/ Jahr Strom [kWh]	Ersparnis/ Jahr Gas [kWh]	Ersparnis/ Jahr CO ₂ [kg]	Ersparnis/ Jahr [€]
Felsalbe Kläranlage					
	Lastenmanagement		346.154	90.000	24.000
	Blockheizkraftwerke	228.000	769.231	200.000	20.000
Blümltal Kläranlage					
	Thermodruckhydrolyse mit BHKW	335.000	1.384.615	360.000	40.000

	Abwasser- beseitigung *	Strom[kWh] Ersparnis/ Jahr	CO ₂ [kg] Ersparnis/ Jahr	Euro [€] Ersparnis/ Jahr
Modernisierung	8. April 2010 bis 8. November 2012	1.418.854	795.084	228.675
E-Optimierung	2012 bis 2014*	785.000	463.150	133.207
Schlammzentr.	2013**	370.000	218.300	62.785
	<u>Gesamt:</u>	<u>3.136.854</u>	<u>2.126.534</u>	<u>508.667</u>

BMU-Umweltinnovationsprogramm zur Förderung von Demonstrationsvorhaben

**Ressourcenschonung in der kommunalen Abwasserreinigung
unter dem Aspekt der Nährstoffgewinnung von
Phosphor und Stickstoff
und der Energieoptimierung**

Verfahrensschema



Struvit/ MAP = **M**agnesium-**A**mmonium-**P**hosphat-6-Hydrat

- ▶ Kann direkt als Dünger eingesetzt werden
- ▶ Alle drei Komponenten (Mg, NH₄, P) sind düngewirksam
- ▶ Besitzt gute Düngewirkung:
Hohe Pflanzenverfügbarkeit im Vergleich mit anderen Recyclaten und konventionellen Handelsdüngern;
vergleichbar zu Triplesuperphosphat (TSP)
- ▶ Langzeitdünger (geringe Wasserlöslichkeit, gut citratlöslich)
- ▶ Hohe Reinheit durch Kristallisation
- ▶ Geringe Belastung mit Schadstoffen
- ▶ Zulassung ähnlicher Produkte (Berlin, NuReSys)



Verfahrensdaten

- Gesamtschlammmenge ~ 21.000 t/a
- Davon ~ 9.000 t/a Belebtschlamm
- Rückgewinnungsquote > 60%
- Menge an MAP > 200 t/a
- Entspricht > 25 t/a P
- Zusätzlich bis 20 t/a $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- Kosten: rd. 1,6 Mio. €
- Projektlaufzeit: 24 Monate zzgl. 12 Monate Evaluation

Vorteile/ Nachteile

- + Dezentrales Verfahren
- + Ganzheitlicher Ansatz der Nährstoffrückgewinnung (P und N) und Schlammbehandlung
- + Klärschlamm flexibel verwertbar
- + Erhöhung des Gasertrags um 15% durch Festbettreaktor und TDH
- + Reduktion der Klärschlammmenge um 10 – 15 %
- + Einsparung Fällmittel (ca. 2/3) und Polymer (ca. ½)
- + Energieverbrauch auf Kläranlagen in PS sinkt, Eigenenergieerzeugung steigt
- + Zielwerte PO₄-P Ablauf von 0,5mg/l bis 0,3 mg/l sind möglich und wirtschaftlich umsetzbar.
- + Günstiges Nährstoffverhältnis im Abwasser durch N Reduktion und Zugabe von Zitronensäure für das Aluminiumrecyclingverfahren, lässt eine Verbesserung der Ablaufwerte erwarten
- ✓ **Die geforderten Kriterien >50% Rückgewinnungsquote, oder 20g PO₄-P/kg TM werden eingehalten.**
- ✓ **Es entsteht ein hochwertiger Dünger mit sehr geringer Schwermetallbelastung**
- Hygienisierung des Schlamms erfolgt nur teilweise
- Hohe Anforderung an Personal und Technik, komplexe Verfahrenstechnik
- Aufkonzentrieren der Schadstoffe im Klärschlamm

Zukunftsfähige Stadt Pirmasens

Der Weg zur energieeffizienten Stadt

Rückblick, Umsetzung, Ausblick

Teilbereich Liegenschaften

- **Städtische Gebäude - Fotovoltaik**



Fuhrpark



Maßnahme	Umstellung:	Erzeugter Strom [kWh] / Jahr	Ersparnis CO ₂ [kg] / Jahr	Ertrag [€] / Jahr
Dach vermietet	2006	100.000	80.000	1.844,29

Grips



Maßnahme	Umstellung:	Erzeugter Strom [kWh] / Jahr	Ersparnis CO ₂ [kg] / Jahr	Ertrag [€] / Jahr
Dach vermietet	2007	33.000	26.000	490

Feuerwehrgebäude



Maßnahme	Umstellung:	Erzeugter Strom [kWh] / Jahr	Ersparnis CO ₂ [kg] / Jahr	Ertrag [€] / Jahr
Dach vermietet	Mai 2010	100.000	80.000	ca. 4.000 *

MTV Gebäude



Maßnahme	Umstellung:	Erzeugter Strom [kWh] / Jahr	Ersparnis CO ₂ [kg] / Jahr	Ertrag [€] / Jahr
Eigene Anlage	Mai 2007	100.000	80.000	4.200

Bauhilfe



Maßnahme	Umstellung:	Erzeugter Strom [kWh] / Jahr	Ersparnis CO ₂ [kg] / Jahr	Ertrag [€] / Jahr
11 Dächer vermietet	August 2010	249.000	140.000	ca. 4.000*

- **Energieeffizienz Straßenbeleuchtung**



<i>Straßenbeleuchtung</i>	Strom[kWh] Ersparnis/ Jahr	CO₂ [kg] Ersparnis/ Jahr	Euro [€] Ersparnis/ Jahr
2012	633.854	291.573	107.703
2013	710.942	327.033	135.008
2014	27.440	12.622	9.069
2015	365.942	168.333	109.490
2016	136.309	62.702	40.784
2017*	136.309	62.702	40.784
<u>Gesamt:</u>	<u>2.010.796</u>	<u>924.965</u>	<u>442.838</u>

Zusammenstellung bereits umgesetzter Maßnahmen

- Energieeffizienzmaßnahmen**

Zusammenstellung	Gas [KWh/a]	Heizöl [l/a]	Strom [KWh/a]	CO ₂ [kg/a]	€/a
Gebäude	3.068.981	65.085		997.184	199.714
Straßenbeleuchtung	0	0	2.010.796	924.965	442.838
Abwasserbeseitigung	2.500.000	0	3.136.854	2.126.534	508.667
Summe:	5.568.981	65.085	5.147.650	4.048.683	1.151.219

- Eigenstromerzeugung**

Durch PV erzeugter Strom	Strom [KWh/a]	CO ₂ [kg/a]	€/a
Fuhrpark	100.000	80.000	1.844
Grips	33.000	26.000	490
Feuerwehrgebäude	100.000	80.000	4.000
MTV Gebäude	100.000	80.000	4.200
Bauhilfe	249.000	140.000	4.000
Gesamtsumme:	582.000	406.000	14.534

Maßnahmen in der Planung					
	Gas [KWh/a]	Heizöl [l/a]	Strom [KWh/a]	CO₂ [kg/a]	€/a
Realschule	67.760		16.808	21.284	9.295
BBS	353.685		5.811	73.410	24.020
Turnhalle Fehrbach	61.732			12.346	3.889
weitere Maßnahmen	483.177		22.619	107.040	37.204
Straßenbeleuchtung			136.309	62.702	40.784
Abwasserbeseitigung			340.000	200.600	57.695
Summe:	966.354	0	521.547	477.382	172.887

Zusammenstellung

	Gas [KWh/a]	Heizöl [l/a]	Strom [KWh/a]	CO₂ [kg/a]	€/a
Gesamtzusammenstellung	6.535.335	65.085	5.669.197	4.526.065	1.324.106
durch PV erzeugter Strom			582.000	406.000	14.534
			Summe:	4.932.065	1.338.640



Klimaschutzkommunikation der Stadt Pirmasens

Ausgabe 6 - 11/2012

Das InfoMagazin der
Stadtverwaltung Pirmasens



Ausgabe 4 - 2010

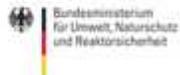
Das InfoMagazin der
Stadtverwaltung Pirmasens



Ludwig. Ludwig.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



DIE BMU
KLIMASCHUTZ-
INITIATIVE

Die Kinderklimaschutzkonferenz

Die Kinderklimaschutzkonferenz



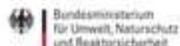
Klimaschutz

beginnt im Kopf

Als die Auftraggeber die thermografische Aufnahme eines Schulgebäudes in näheren Augenschein

Abb.: Logo eines Thementages zum Thema Klimaschutz an der Grundschule Ruhbank-Erienbrunn

Gefördert durch:

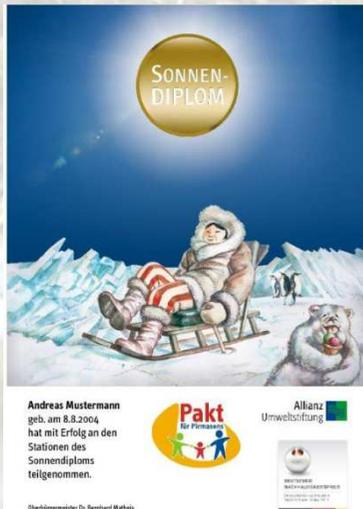


Die **Aktion „Sonnendiplom“** wird seit November 2014 mit **einem riesigen Erfolg** durchgeführt.

Die teilnehmenden **Kinder** werden als

„Botschafter für eine nachhaltigen Entwicklung“

die Gesellschaft der Stadt Pirmasens nicht nur heute, sondern auch in der Zukunft prägen werden.





Stadt Pirmasens

Die Bilanz 2005-2019

Michael Maas, Bürgermeister

- I. **Vorstellung als „best practice“ Projekt vor der EU-Kommission Brüssel**
TDH auf der Kläranlage Blümelthal (2005-2008)
- II. **Aufnahme in Richtlinien der Energieagentur als „Musterstadt mit Vorbildfunktion“**
Umrüstung und Modernisierung der Straßenbeleuchtung (2011 ff)
- III. **Bestes Gesamtkonzept des gemeinsamen Wettbewerbes des ADAC, Städte- und Gemeindebundes, Deutschen Städtetages, Bundeswirtschaftsministeriums u.a**
Entwicklung und Einführung eines innovativen Straßenunterhaltsmanagementsystems (2011 ff)
- IV. **Erfolg beim Umweltinnovationsprogramm BMU/UBA**
Energieoptimierung auf der Kläranlage Blümelthal (2013-2015)
- V. **Der Deutsche Nachhaltigkeitspreis 2013**
- VI. **Erfolg beim Umweltinnovationsprogramm BMU/UBA**
P-Rückgewinnung an der Kläranlage Felsalbe (2016)
- VII. **Auszeichnung Klimaaktive Kommune 2017 (Klimaschutz-Oskar des BMU)**
Umgang mit den Auswirkungen von Extremniederschlagsereignissen in urbanen Räumen (2013-2014)
- VIII. **Der Jubiläumspreis des Deutschen Nachhaltigkeitspreises 2017**
- IX. **Auszeichnung Blauer Kompass und Aufnahme in die Umwelttatenbank des UBA 2018**

ps: Sieh an!

*Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit*



Kultu - Theater - Kunst



Stadtbücherei



Schuhmacher "160°"
am Schutzbrunnen
in der Fußgängerzone

Hl. Pirminuz



Rhenberger-Komplex
mit DYNAMIKUM