

**KLÄRSCHLAMM**

**PYREG™**

SCHÄRFERE GRENZWERTE, PFLICHT  
ZUM PHOSPHOR-RECYCLING,  
STEIGENDE ENTSORGUNGSKOSTEN  
DURCH KAPAZITÄTSENGPÄSSE:  
DIE VERWERTUNG VON  
KLÄRSCHLAMM WIRD IMMER  
ANSPRUCHSVOLLER. WIR  
UNTERSTÜTZEN SIE DABEI MIT  
EINER ZUKUNFTSWEISENDEN  
TECHNOLOGIE, DIE SICH  
BEREITS AUF ZWEI DEUTSCHEN  
KLÄRANLAGEN UND IN DEN USA  
BEWÄHRT:

1

Hinter der PYREG-Technologie steht eine kompakte Anlage in **Serienfertigung**.

2

Mit ihr wird Klärschlamm stofflich und energetisch **vollständig** zu einem Phosphor-Dünger **verwertet**. Eine weitere, aufwändige Aufbereitung oder die Deponierung von „Reststoffen“ entfällt.

3

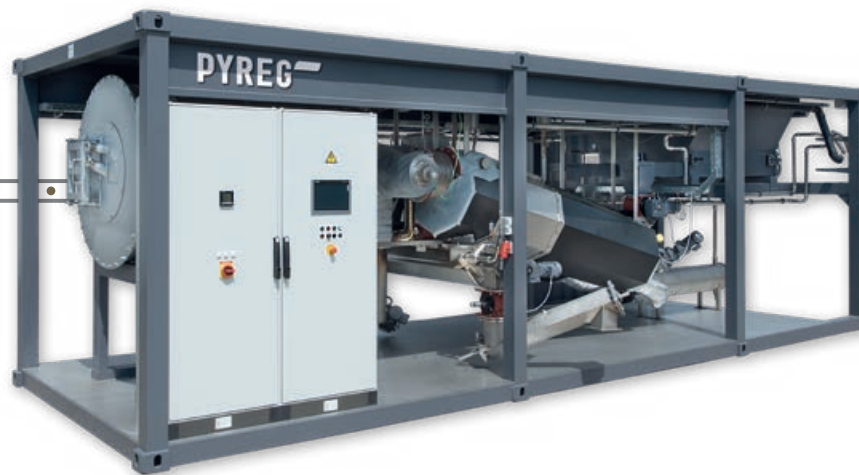
Das PYREG-Verfahren ist als **dezentrale, „vor Ort“- Technologie** ausgelegt: Eine Anlage rechnet sich bereits ab einer Kläranlagengröße von 50.000 Einwohnerwerten (EW) und kann nach Bedarf aufskaliert werden.

4

Mit der dezentralen PYREG-Technologie behalten Sie weiterhin alle Verwertungsschritte in einer Hand und können **gezielt kalkulieren, planen und steuern**.

UNSERE  
TECHNIK  
IHR  
NUTZEN

KLÄRSCHLAMM



WÄRME-ENERGIE

P-DÜNGER

10-20%  
Phosphor

WENIGER TRANSPORTE BEDEUTEN GERINGERE KOSTEN UND WENIGER SCHADSTOFF-EMISSIONEN

KLÄRSCHLAMM  
4% TS



KLÄRSCHLAMM  
ENTWÄSSERT MIT 25% TS



KLÄRSCHLAMM  
GETROCKNET, 80% TS



KLÄRSCHLAMM  
ALS PYREG-PHOSPHOR-DÜNGER



Zusätzliche  
CO<sub>2</sub> Sequestrierung  
durch Einbringung  
des P-Düngers in  
den Boden.

# Die Vorteile der Karbonisierung

.....

**DIE VERKOHLUNG VON  
KLÄRSCHLAMM KLINGT  
FÜR SIE IM ZEITALTER VON  
„DEKARBONISIERUNG“ WENIG  
ZUKUNFTSWEISEND? SEIEN  
SIE VERSICHERT: GENAU DAS  
GEGENTEIL IST DER FALL. MIT DER  
KARBONISIERUNG SCHÜTZEN SIE  
AKTIV UMWELT UND KLIMA.**

.....

DIE KLÄRSCHLAMMGEHALT WIRD  
DEUTLICH REDUZIERT.

PHOSPHOR WIRD ALS  
SEKUNDÄRROHSTOFF IN  
PFLANZENVERFÜGBARER FORM  
ZURÜCKGEWONNEN.

BEI DER KARBONISIERUNG WIRD DER  
KOHLENSTOFF LANGFRISTIG GEBUNDEN  
UND ÜBER JAHRHUNDERTER IM  
BODEN GESPEICHERT.

DER KLÄRSCHLAMM WIRD  
HYGIENISIERT. HORMONE, KEIME,  
ARZNEIMITTLRÜCKSTÄNDE,  
MIKROPLASTIK ODER ÄHNLICHES  
WERDEN ELIMINIERT.

DER VERWERTUNGSPROZESS VERLÄUFT  
AUTOTHERM, FÜR DEN BETRIEB DER  
ANLAGE WIRD AUSSCHLIESSLICH  
ENERGIE AUS DEM KLÄRSCHLAMM  
VERWENDET.

**GEHEN SIE  
AUF  
NUMMER  
SICHER**

---

**DIE NEUE KLÄRSCHLAMM-VERORDNUNG FÜHRT DAS PYREG-KARBONISIERUNGS-VERFAHREN ALS EINE MÖGLICHE VERWERTUNGS-TECHNOLOGIE FÜR DAS PHOSPHOR-RECYCLING AUS KLÄRSCHLAMM AUF:**

---



OFFIZIELLE NENNUNG DES  
KARBONISIERUNGS-VERFAHRENS  
ALS EINSETZBARES PHOSPHOR-  
RECYCLINGVERFAHREN.

EXPLIZITE DEFINITION DER KARBONISATE  
ALS PRODUKT DER KLÄRSCHLAMMVER-  
WERTUNG.

GLEICHWERTIGE EINSTUFUNG DES  
KARBONISIERUNG-VERFAHRENS UND  
KLÄRSCHLAMMVERBRENNUNG-  
VERFAHRENS.

KARBONISATEN STEHEN ALLE BEHAND-  
LUNGS- UND VERWERTUNGSWEGE OFFEN:  
ZUR PHOSPHOR-RÜCKGEWINNUNG,  
VERWERTUNG ODER AUFBEREITUNG.

KARBONISIERUNG IST ZUSAMMEN MIT  
DEN VERBRENNUNGSVERFAHREN VON  
DER HALBJÄHRLICHEN ANALYTIK-  
PFLICHT AUSGENOMMEN.

ZUDEM HAT DER BUNDESRAT DIE REGIE-  
RUNG DAZU AUFGEFORDERT, DIE ZULAS-  
SUNG VON SEKUNDÄR-PHOSPHATEN ALS  
DÜNGEMITTEL ZU BESCHLEUNIGEN.

---

# PYREG ANLAGEN IN BETRIEB

---

ZWECKVERBAND  
ABWASSERBESEITIGUNG  
LINZ-UNKEL



**Standort**

Unkel

**Land**

Deutschland

**In Betrieb seit**

2015

**Prozess**

- Klärschlammverwertung
- Phosphor-Recycling
- Nutzung überschüssiger regenerativer Wärmeenergie zur Klärschlamm-trocknung

**Input**

Getrockneter Klärschlamm

---



ENTSORGUNGSGES  
VERBAND SAAR (EVS)



<b>Standort</b>	Homburg
<b>Land</b>	Deutschland
<b>In Betrieb seit</b>	2016
<b>Prozess</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Klärschlammverwertung</li><li>• Phosphor-Recycling</li><li>• Nutzung überschüssiger Wärmeenergie zur Klärschlamm-trocknung</li></ul>
<b>Input</b>	Getrockneter Klärschlamm

BIOFORCETECH  
CORPORATION



<b>Standort</b>	Redwood, Silicon Valley
<b>Land</b>	USA
<b>In Betrieb seit</b>	2017
<b>Prozess</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Klärschlammverwertung</li><li>• Phosphor-Recycling</li><li>• Nutzung überschüssiger regenerativer Wärmeenergie zur Klärschlamm-trocknung</li></ul>
<b>Input</b>	Getrockneter Klärschlamm

# Das PYREG Verfahren

## PFLANZENVERFÜGBARER PHOSPHOR



In der PYREG-Anlage wird der getrocknete Klärschlamm durch 500 - 700°C heiße PYREG-Reaktoren geführt. Dort wird er nicht verbrannt, sondern erst schonend entgast und anschließend durch gezielte Luftzugabe karbonisiert. Damit ist der Schlamm vollständig hygienisiert.

Da im PYREG-Verfahren die thermische Behandlung bei deutlich geringeren Temperaturen erfolgt, bleibt der Phosphor – im Gegensatz zu den Aschen der Monoverbrennungsanlagen – pflanzenverfügbar. Es ist kein nachträglicher und aufwändiger Aufschluss notwendig.

## KEINE PROBLEMSTOFFE



Da die in den Reaktoren entstehenden brennbaren Gase in einer nachgeschalteten Brennkammer im Flox®-Verfahren (flammlose Oxidation) bei rund 1.000°C vollständig verbrannt werden, bildet das Verfahren wenig thermisches  $\text{NO}_x$ . Auch entstehen so keine Problemstoffe wie Öle oder Teere, da das Schwelgas nicht abgekühlt, sondern in der Nachbrennkammer thermisch oxidiert wird.

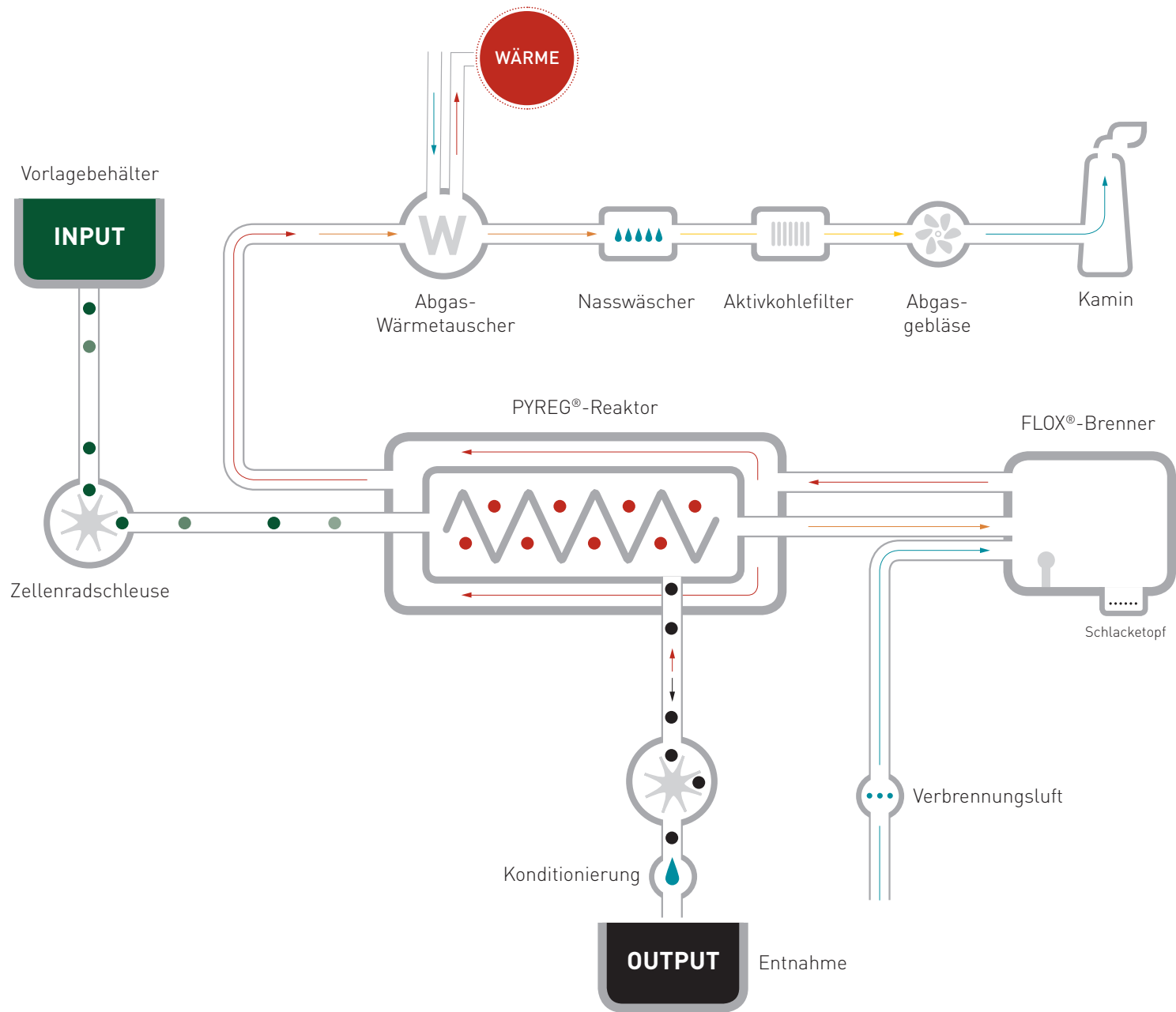
In einer nachgeschalteten Abgasreinigungsstufe werden die sauren Schadgase in einem alkalischen Rauchgaswäscher aus dem Abgas entfernt und, flüchtige Klärschlammbestandteile wie Quecksilber an einen Aktivkohlefilter adsorbiert.

## NUTZBARE ENERGIE



# 600 $\text{kW}_{\text{th}}$

Die Karbonisierung verläuft zudem autotherm, das heißt, es wird lediglich etwas externe Startenergie benötigt, anschließend wird für die Aufrechterhaltung des Prozesses nur die im Klärschlamm enthaltene Energie genutzt. Zusätzlich können bei dem Verfahren noch bis zu 600  $\text{kW}_{\text{th}}$  an überschüssiger Wärmeenergie für die Klärschlamm-trocknung verwendet werden.



# Die Qualität Ihres Klärschlammes

Selbstverständlich ist Klärschlamm nicht gleich Klärschlamm. Auf Basis Ihrer individuellen Klärschlamm-Analyse können wir eine erste Bewertung vornehmen und Aussagen darüber machen, welche Düngemittelqualitäten der Klärschlamm besitzt und wie sich die PYREG-Technologie optimal in Ihre Stoff- und Energiekreisläufe integrieren lässt.

## DER FOKUS LIEGT AUF

- Verfügbare Jahresmenge
- Schwermetall- und Schadstoffgehalte
- Organischer Trockensubstanzgehalt
- Vorhandene oder noch notwendige zusätzliche Klärschlammbehandlungstechnik wie Entwässerung und/oder Trocknung

Davon abgesehen, gibt es ein paar **Grundvoraussetzungen**, die der getrocknete Klärschlamm für eine sichere und wirtschaftliche Behandlung im PYREG-Verfahren erfüllen sollte:

SCHÜTT-  
UND  
RIESEL-  
FÄHIG

MINDEST-  
HEIZWERT  
**10**  
MJ/kg

CA.  
**80%**  
TROCKENSUBSTANZ-  
GEHALT



# PYREG KUNDEN BEKOMMEN MEHR

---

## **DAS KÖNNEN SIE VON UNS ERWARTEN**

- Wir erstellen für Sie eine maßgeschneiderte Anlagenkonfiguration, auf Wunsch auch mit der passenden Zusatztechnologie wie Trocknung, Entwässerung etc.
- Wir beraten und unterstützen Sie bei der Konzeption der notwendigen Infrastruktur, technischer Schnittstellen und Peripherie-Technologie.
- Wir begleiten Sie durch das notwendige Genehmigungs-Verfahren.
- Vor der Inbetriebnahme unterziehen wir jede Anlage einem umfassenden Funktionstest und schulen Ihr Personal.

## **NUTZEN SIE UNSERE ERFAHRUNG**

Als Maschinenbau-Unternehmen entwickeln und stellen wir seit fast 10 Jahren kompakte Karbonisierungs-Anlagen in geprüfter Qualität her. PYREG-Module sind weltweit im Einsatz.

## **ZUSATZLEISTUNGEN**

Damit sich die PYREG-Technologie optimal in Ihre Wertstoffkreisläufe einfügt, bieten wir Ihnen eine große Bandbreite an optionalen Zusatzleistungen. Dazu gehören beispielsweise eine Auswahl unterschiedlicher Fördertechnik, Lagertechnik und die Einbindung in das Wärmekonzept am Standort.

## **VOR-ORT-SERVICE**

Ist Ihre PYREG-Anlage erst einmal in Betrieb, profitieren Sie ebenfalls von unserem erstklassigen Support. Dazu gehören Fernüberwachung und Fern-Diagnose sowie ein Vor-Ort-Service mit unserem Servicepersonal.

## **GESTALTUNGSMÖGLICHKEITEN**

Wir lassen Ihnen die Wahl: Neben dem Anlagenkauf können Sie mit uns auch ein Betreibermodell vereinbaren. Bei Bedarf unterstützen wir Sie zudem bei der Vermarktung Ihrer Karbonisate.

---

---

PYREG GmbH  
Trinkbornstr. 15-17  
56281 Dörth  
Deutschland  
Telefon +49.6747.9 53 88 0  
info@pyreg.de

---

**pyreg.de**

ZUKUNFTSSICHER UND UMWELTFREUNDLICH

Klimaneutral gedruckt

