



# Green Sentinel

## Lebenswichtiger Phosphor

- \* Abhängigkeit der EU von P
- \* P-Rückgewinnung
- \* Gesetzliche Grundlagen

Green Sentinel GmbH  
BIZ Wels, 2. Stock / Büro 203  
Franz-Fritsch-Straße 11  
A - 4600 Wels



- ? Wie wirkt sich die künstliche Verknappung von Phosphor-Dünger auf die Versorgungssicherheit (Nahrung) in Deutschland und Europa aus?
- ? Ist die Versorgungssicherheit (Nahrung) Deutschlands und der Europäischen Union von Phosphor-Importen abhängig?
- ? Gibt es einen Zusammenhang zwischen Phosphorverfügbarkeit und Versorgungssicherheit (Nahrung)?
- ? Führt der Markt oder eine technische Innovation die Phosphorverfügbarkeit und damit die Versorgungssicherheit (Nahrung) herbei?



Die seit 100 Jahren bestehende 100% Abhängigkeit von Phosphor-Importen kann beendet werden.

Das Ziel des Berichts ist es Zusammenhänge im Bereich der Versorgungssicherheit (Nahrung) und Phosphorverfügbarkeit aufzuzeigen und Antworten auf Fragen zu geben.

## Inhaltsverzeichnis

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Begriffserklärung .....   | 2  |
| 2   | Der globale Roh-Phosphatmarkt .....                                 | 3  |
| 2.1 | Phosphorvorkommen in der Europäischen Union .....                   | 3  |
| 2.2 | Marktanalyse .....  | 4  |
| 2.3 | Kann es zu einer künstlichen Phosphorverknappung kommen?.....       | 5  |
| 2.4 | Strategischer Ansatz.....   | 7  |
| 2.5 | Die Stationen des Phosphors.....                                    | 7  |
| 3   | Technologie zur Phosphor-Rückgewinnung .....                        | 8  |
| 3.1 | Grundlagen Abwassermengen und beinhaltetes Phosphor Potenzial ..... | 8  |
| 3.2 | Liegt die Lösung im Abwasser?.....                                  | 8  |
| 3.3 | Phosphor-Rückgewinnung durch das RSR-Verfahren .....                | 9  |
| 3.4 | Ablauf des RSR-Verfahrens .....                                     | 10 |
| 4   | Gesetzliche Grundlagen .....  | 11 |
| 4.1 | Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) .....                             | 11 |
| 4.2 | Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung .....           | 11 |
| 4.3 | Rechtliche Einschätzung zur technischen Möglichkeit .....           | 12 |
| 4.4 | Rechtliche Einschätzung zur wirtschaftlichen Zumutbarkeit .....     | 12 |
| 4.5 | EU-Taxonomie .....  | 13 |
| 5   | Anhang.....   | 14 |

## 1 Begriffserklärung

In diesem Text wird von Phosphor, Phosphatgestein, Phosphat und Phosphatdünger gesprochen.

**Phosphor**<sup>1</sup> ist in der Natur, nicht in Reinform vorhanden<sup>2</sup>. Phosphor bildet im Verbund mit Sauerstoff **Phosphat (PO<sub>4</sub>)**. **Phosphatgestein** ist ein Mineral, es wird im Tagebau abgebaut. Phosphor wird aus Phosphatgestein gewonnen.

Phosphate haben eine tragende Funktion in der Biochemie lebender Organismen. Sie sind am Aufbau der DNA und der Knochen beteiligt. Phosphatmoleküle steuern einen sorgfältig austarierten, lebenswichtigen Kreislauf<sup>3</sup>. Phosphatmoleküle sind der Treibstoff des Lebens. Ein Leben ohne Phosphorversorgung, ist nicht möglich<sup>4</sup>.



*"Phosphor ist unverzichtbar  
und Mineraldünger sind ein Schlüsselement der heutigen Versorgungssicherheit (Nahrung)"<sup>5</sup>.*

Phosphor ist ein kritisches Element für die Ernährungssicherheit: Ein Mangel an Phosphor führt in jedem Agrarsystem zu einer geringen landwirtschaftlichen Produktivität, die in vielen Fällen zu Unterernährung und im Extremfall zu Hungersnöten führen kann.<sup>6</sup> Bei auftretendem Phosphatmangel, haben wachsende und reproduktive Organe Vorrang vor anderen Pflanzenteilen<sup>7</sup>. In der Folge werden Blätter kleiner, Wurzeln wachsen nicht in die Tiefe, der Ernteertrag pro Pflanze verringert sich.



### Die wichtigsten Phosphatdüngemittel sind:

- Diammoniumphosphat (DAP),
- Monoammoniumphosphat (MAP),
- Triple-Superphosphat (TSP) und
- NPK-Volldünger (Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K))<sup>8</sup>

<sup>1</sup> (H. Sicius, 1. Aufl. 2021, S. S. 521)

<sup>2</sup> (A.F. Hollemann, 1985, S. 743)

<sup>3</sup> (H. Greuling, 2011)

<sup>4</sup> (Stanier, 2011, S. 16)

<sup>5</sup> (R. W. Scholz, Sustainable Phosphorus Management A Global Transdisciplinary Roadmap, 2014, S. 22)

<sup>6</sup> (R. W. Scholz, Sustainable Phosphorus Management A Global Transdisciplinary Roadmap, 2014, S. 29)

<sup>7</sup> (R. Scheible, 2008)

<sup>8</sup> (F. Kraus, 2019, S. 24)

## 2 Der globale Roh-Phosphatmarkt

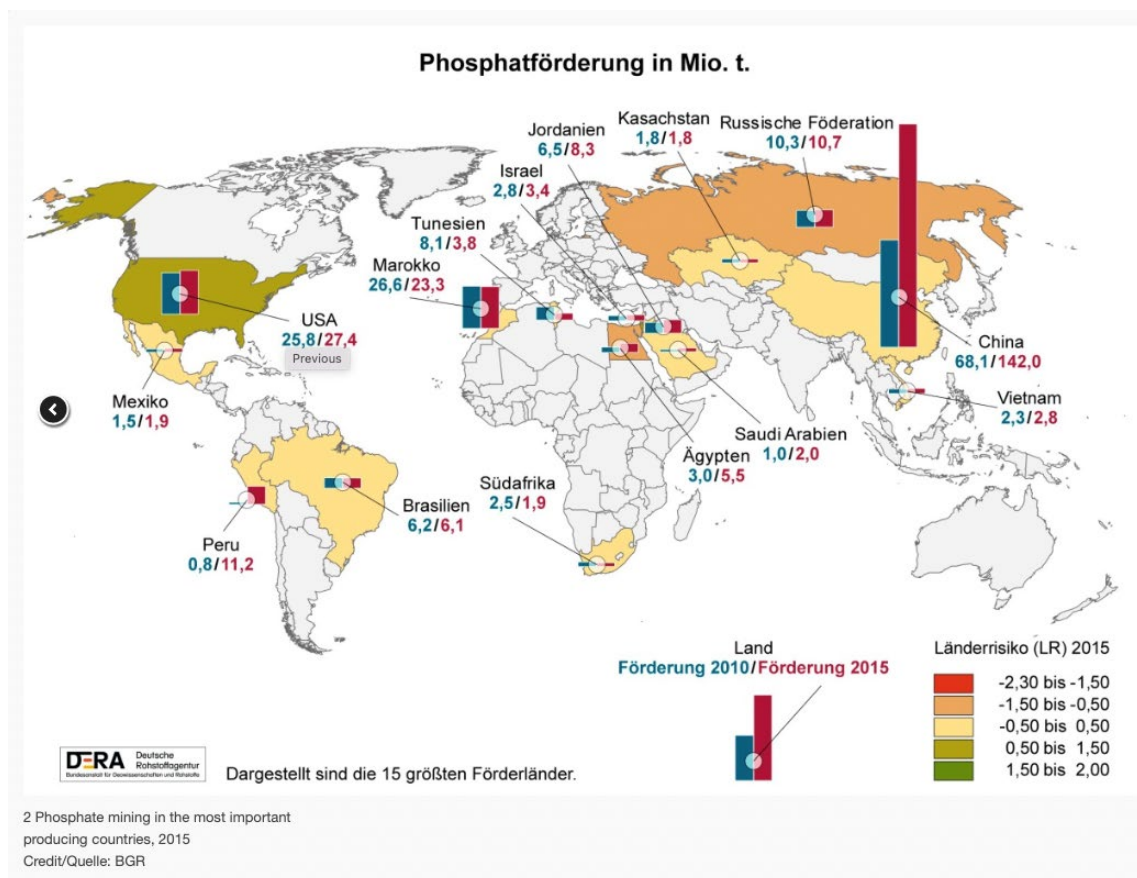
### 2.1 Phosphorvorkommen in der Europäischen Union

Aus europäischer Sicht sind die globalen Phosphorvorkommen ungleich verteilt, sie liegen alle außerhalb Europas. Rund dreiviertel der Förderung von Phosphatgestein ist auf Länder wie China, Russland, Marokko, USA und Tunesien aufgeteilt.<sup>9</sup>

Für Deutschland und die Europäische Union besteht eine 100%ige Importabhängigkeit von Phosphor.<sup>10</sup> Daher steht Phosphor seit 2010 auf der Liste der kritischen Rohstoffe. Der Prozentsatz durch den Sekundärrohstoffe, den Bedarf an Phosphor decken könnten, liegt bei 0 Prozent.<sup>11</sup>



Da alle Phosphorvorkommen außerhalb Europas liegen, besteht eine „übermäßige“ (100%ige) Abhängigkeit von Nicht-EU-Ländern.<sup>12</sup>



<sup>9</sup> (Greuling, 2011)

<sup>10</sup> (EU-Kommission, COM(2020) 474 final, 2020, S. 22)

<sup>11</sup> (EU-Kommission, COM(2020) 474 final, 2020, S. 20)

<sup>12</sup> (Ries I., ECON-VII/011, 2021, S. 4 Punkt 7)

Phosphor wird von der Europäischen Union nur noch selten als Rohstoff zur Weiterverarbeitung, mehr jedoch als fertiger Phosphatdünger importiert. Daher ist für die Europäische Union ein fairer und diskriminierungsfreier Zugang zu Rohstoffen, eine sichere Rohstoffversorgung sowie stabile und berechenbare Rohstoffpreise von zentraler Bedeutung.<sup>13</sup> Derzeit werden in Deutschland jährlich rund 125.000 t P-Mineraldünger aus Rohphosphaten eingesetzt.<sup>14</sup>

**Da Phosphor als essenzieller Nährstoff für organisches Leben und als kritischer Rohstoff nicht substituiert werden kann, ist aus der 100%igen Abhängigkeit von Phosphorimporten ohne Zweifel, eine risikobehaftete Abhängigkeit von Dritten bei der Versorgungssicherheit (Nahrung) entstanden.**<sup>15</sup>

## 2.2 Marktanalyse

Die Verfügbarkeit von Phosphor, Phosphat oder Phosphatdünger stellen internationale Märkte her. Innerhalb der letzten beiden Jahrzehnte hat sich der Markt für Rohstoffe und Endprodukte im Düngemittelsegment verändert. Durch vertikale Integration erhielten nationale Minengesellschaften aus Nicht-EU-Ländern den Zugang zur Fertigung von hochwertigen Endprodukten mit Schlüsselfunktion.<sup>16</sup>

In den Produktionsländern trug die vertikale Integration dazu bei, dass nicht mehr der Rohstoff zur Weiterverarbeitung, sondern hauptsächlich das Endprodukt – Phosphatdünger exportiert wird. Die Möglichkeit bestehende Handelsbeschränkungen auf das wichtige Endprodukt **Phosphatdünger** anzuwenden, hat sich erheblich vergrößert.

Die im staatlichen Monopol betriebenen Phosphor Minengesellschaften wurden zu neuen Anbietern von Endprodukten für den Düngemittelmarkt. Eine Voraussetzung dieser Strategie ist, dass das Produkt des Monopolisten im Nachfragesegment nicht substituierbar ist, bei Phosphor trifft das zu 100% zu.<sup>17</sup>

Niedrige Umweltstandards, günstige Energiekosten, westliche Technologie und Know-how ließ, in den Produktionsländern, eine robuste Fertigung von Endprodukten im Düngemittelsegment entstehen.

*Aufgrund niedriger Energiepreise benötigte beispielsweise die Fa. Knapsack in Hürth/Köln, in den 1970er- und 1980er-Jahren, zum Betrieb eines Lichtbogenofens zur Gewinnung von weißem Phosphor **bis zu 10 % (!) des in der gesamten Bundesrepublik Deutschlands benötigten Industriestroms.***<sup>18</sup>

Staatliche Minengesellschaften sind schleichend zu Produzenten von hochwertigen Düngemitteln, mit Monopolstellung geworden.



Aus einer großen Anzahl kleiner Anbieter, wurde eine kleine Anzahl großer Anbieter!

Der ursprüngliche Verkäufer-Markt für Roh-Phosphat ist zu einem Käufer-Markt von hochwertigen Phosphatdünger geworden. Dieser Markt wird nicht nur durch Angebot und Nachfrage bestimmt, Monopole nutzen ihre Marktmacht, um nationale Interessen zu unterstützen. Der von der Europäischen Union angestrebte faire und diskriminierungsfreie Zugang zu Rohstoffen,<sup>19</sup> der eine sichere Rohstoffversorgung bzw. die Versorgung mit essenziellen Endprodukten sowie stabile und berechenbare Preise garantiert, ist von zentraler Bedeutung, dieser Zugang darf nicht durch geopolitische Interessen von Nicht-EU-Ländern bestimmt werden.

<sup>13</sup> (Ries I., cor.europa.eu, 2021, S. 4 Punkt 9)

<sup>14</sup> (Kratz, 2014, S. 263 Abs. 2.2.1)

<sup>15</sup> (M. de Ridder, hcsc.nl, 2012, S. 9)

<sup>16</sup> (J. Hauschildt O. G., 1993, S. 187)

<sup>17</sup> (J. Hauschildt O. G., 1993, S. 187)

<sup>18</sup> (H. Sicius, 1. Aufl. 2021, S. S. 522)

<sup>19</sup> (Ries I., cor.europa.eu, 2021, S. 7 Punkt 9)

Die größten Firmen sind, die im marokkanischen Staatsbesitz befindliche OCP,<sup>20</sup> die US-amerikanische Mosaik Company,<sup>21</sup> die russische Firma PhosAgro AG<sup>22</sup> und die chinesische Yuntianhua Group.<sup>23</sup> Von den genannten ist die marokkanische OCP Minengesellschaft das umsatzstärkste Unternehmen. Die Abbaustätten der OCP Minengesellschaft liegen im besetzten, nach Unabhängigkeit strebenden Westsahara-Wüstengebiet.<sup>24</sup>



Die Ernährung der Bevölkerung ist sowohl heute als auch in der Zukunft ein ernstes Problem.

Die globale Versorgungssicherheit (Nahrung) hat globale Priorität.<sup>25</sup>

Die uneingeschränkte Phosphorverfügbarkeit steht in engen Zusammenhang mit der Versorgungssicherheit.

Doch die drohende Phosphorknappheit ist in keinem der großen Diskurse über die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln erwähnt.<sup>26</sup> Wenn die Versorgungssicherheit in den Phosphat-produzierenden Ländern unter Druck gerät, weil es zum Beispiel schwierig ist, den Wasserbedarf für die Landwirtschaft und die Bergbauindustrie auszugleichen, dann kann eine Instabilität in der Verfügbarkeit von Phosphor in der Zukunft nicht ausgeschlossen werden.<sup>27</sup> Das bedeutet, dass die europäische Versorgungssicherheit und der Agrarsektor, latent seit Jahrzehnten gefährdet sind. Auch können politische Verwerfungen in den Exportnationen zur Unterbrechung der Lieferketten führen.<sup>28</sup> Da es auf dem Düngemittelmarkt zu einer Konzentration der Anbieter gekommen ist, kann der Ausfall von Lieferkontingenten, wie aktuell in Kasachstan, nicht unmittelbar von anderen Produzenten aufgefangen werden. Solange wir es uns leisten können, Lebensmittel aus anderen Teilen der Welt zu importieren, scheint die Ernährungssicherheit in Europa nicht unmittelbar gefährdet zu sein, unabhängig von der Preisentwicklung und der Verfügbarkeit von Phosphor. Aber die Entscheidungen, die getroffen werden, werden sich auf den Handel und die globale Lebensmittelsicherheit, sowie auf die Verfügbarkeit lokaler Lebensmittel auswirken, was wiederum Auswirkungen auf die Kontrolle der Produktionskette, die Versorgungssicherheit und andere Qualitätsfragen hat.

Derzeit ist die EU im Großen und Ganzen Selbstversorger bei Getreide, Butter und Rindfleisch, aber ein großer Nettoimporteur von Futtermitteln für die heimische Viehzucht. Die Fähigkeit Selbstversorger zu sein, gilt es zu erhalten, und zwar jenseits der Abhängigkeit von Phosphor-Importen.

## 2.3 Kann es zu einer künstlichen Phosphorverknappung kommen?

### **Begriffe wie Rohmaterial-Nationalismus, Protektionismus werden zu Realitäten.**

Der Begriff des Rohmaterial-Nationalismus fasst in einem Wort, die Abhängigkeit von Rohstoffen wie Öl, Gas, neuerdings Materialien für die Impfstoffproduktion zusammen. Mit Beginn des Jahres 2020 ist der Rohmaterial-Nationalismus um den Rohstoff Phosphor erweitert worden.

Seit 2020 hat sich der Preis von Phosphordünger auf den internationalen Handelsplattformen verdreifacht. Der Preis stieg im Juni 2009 von ca. 256, 10 \$ US auf 2022 863 \$ US Januar 2021 für die Tonne DAP-Dünger an.<sup>29</sup>

War es die unsichtbare Hand des Marktes, die den Preis nach oben treibt?

<sup>20</sup> (OCP Group, 2022)

<sup>21</sup> (Mosaic Company, 2022)

<sup>22</sup> (Phosagro, 2022)

<sup>23</sup> (Yuntianhua Group Co., Ltd., 2022)

<sup>24</sup> (Kasprak, 2016)

<sup>25</sup> (Cordell, Linköping • No. 509, 2010, S. 59)

<sup>26</sup> (Cordell, Linköping • No. 509, 2010, S. 63)

<sup>27</sup> (M. de Ridder, hcsc.nl, 2012, S. 11, 48)

<sup>28</sup> (M. de Ridder, Risks and Opportunities in the Global Phosphate Rock Market, 2012, S. 12)

<sup>29</sup> (Mundi, 2022)

In diesem Zusammenhang ist der Artikel „Richtige Ressourcennutzung ist entscheidend für die Versorgungssicherheit“ der Online-Ausgabe vom „China Daily“ (Oktober 2021) beachtenswert, in dem vier Standpunkte vermittelt werden.

1. „Wir sehen es als unsere Aufgabe an, das Ackerland zu schützen, und wir arbeiten weiter daran, die Ernährungssicherheit des Landes zu gewährleisten. Wir müssen dafür kämpfen, dass die Reisschüsseln des chinesischen Volkes fest in unseren Händen bleiben.“<sup>30</sup>
2. „Die Ausbeutung von Ackerland hat ihre Grenze erreicht. Nur wenn wir unsere Ressourcen erhalten, können wir unseren Nachkommen nachhaltiges Ackerland hinterlassen.“
3. „Unser Bestreben ist es, bis 2030 eine ertragreiche und qualitativ hochwertige Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln zu erreichen und die absolute Sicherheit von Reis und Weizen im Land zu gewährleisten.“
4. „Einführung eines "möglichst strengen Systems" zum Schutz von Ackerland, zur Förderung der Pflanzenproduktion auf ungenutztem Land, zur Stabilisierung der Gesamtanbaufläche und zur Steigerung des Ertrags pro Flächeneinheit.“<sup>31 32</sup>

Diese Aussagen vom Oktober 2021 bekräftigt die Ziele des 14. „Fünfjahresplan“, indem die nationale Versorgungssicherheit als eigenes Ziel benannt wird.<sup>33</sup>

**In diesem Kontext hat China, als größter Produzent mit einem Exportanteil von ca. 30 % im globalen Phosphorhandel, im vierten Quartal 2021 die Ausfuhr von Phosphor bis mindestens Juni 2022 verboten.<sup>34</sup> Der Entscheidung folgte Russland, indem es ebenfalls Exportquoten für Dünger verhängte. Mit der Begründung, die inländischen Versorgung, die Agrarpreis und die steigende Inflation in Schach zu halten.<sup>35</sup> Die Türkei als weiterer Düngemittel-Exporteur entschied sich im 4. Quartal 2021 Lieferungen zu stoppen.<sup>36</sup>**

Das geschieht während einer Zeit, in der es zu einer massiven Ausweitung der weltweiten Anbaufläche kam und überschüssige Düngemittelvorräte aufgezehrt wurden und die bestehende Produktion mit dem tatsächlichen Phosphor-Düngemittelbedarf nicht mithält. China und Russland veröffentlichten ihre Planungen zur Steigerung der heimischen Produktion von Nahrungs- und Futterpflanzen. Nach Angaben von internationalen Marktbeobachtern, ist in der Zeitspanne 2020 bis 2021 die globale Nachfrage von Phosphor um 7% gestiegen, also zu einer Zeit, in der noch keine Exportbeschränkungen verhängt wurden.

**Diese Entwicklung führt zu einer „künstlichen“ Verknappung von Düngemitteln auf den globalen Märkten.** Jede einzelne dieser Entscheidungen wurde im jeweiligen nationalen Interesse beschlossen, die nationalen Interessen der Exportnationen führt zur Nichtverfügbarkeit von Düngemitteln und steigenden Preisen in den Importländern. Länder ohne natürliche Phosphorreserven sehen sich zunehmend einer neuen Aufgabe gegenübergestellt. Den Phosphor-Düngemittelbedarf als strategische Aufgabe zu verstehen.

Im Aktionsplan für kritische Rohstoffe der Europäischen Union teilt die Kommission, unter Punkt 10 mit, dass sie davon überzeugt ist, dass ein strategischer Ansatz erforderlich ist.<sup>37</sup>

---

<sup>30</sup> (Yimeng, 2021, S. 1 Correct use of resources crucial for food security)

<sup>31</sup> (Bloomberg, 2021)

<sup>32</sup> (Jianmin, 2021)

<sup>33</sup> (Bloomberg, 2021)

<sup>34</sup> (Cai Chen, 2021)

<sup>35</sup> (Gro Intelligence, 2021)

<sup>36</sup> ((KÖ/SD), 2022)

<sup>37</sup> (Moser Claudia, 2021, S. 4 Punkt 10)

## 2.4 Strategischer Ansatz

Die Lösung liegt in den Tugenden und Fähigkeiten der Europäischen Gesellschaften. Seit Jahrhunderten hat Europa über unterschiedslose Bildung, Menschen in die Lage versetzt, Technologien zu erdenken und zu entwickeln, deren Anwendung es Europa zu seiner Stellung in der Welt verhalf und die sich zum Wohle der globalen Gesellschaft etabliert haben.

Ein Jahrhundert technologischer Innovationen hat Europa zu dem gemacht, wofür es heute steht. Die Ziele und Werte der Europäischen Union werden durch gemeinsames Denken und Handeln erreicht. Sie beginnen mit der Förderung des Friedens, der Freiheit, der Sicherheit und der Rechtsstaatlichkeit, um nur einige der 11 Ziele und Werte der Europäischen Union zu nennen.<sup>38</sup>

Es ist immer der Aufruf zum Handeln, entsprechend der Tradition unseres Europas, zu dem wir uns bekennen, so Emmanuel Macron bei der Verleihung des Karlspreises im Jahr 2018.

Der französische Präsident Macron wandte sich mit folgendem Appell an Europa:

*„Der erste Imperativ ist ganz einfach: Seien wir nicht schwach! Erdulden wir die Dinge nicht einfach! Wir stehen vor großen Bedrohungen, großen Ungleichgewichten, die unsere Völker ins Wanken bringen und jeden Tag weitere Unsicherheiten schüren. Die Frage, die sich jedem von ihnen stellt, lautet: Wollen wir die Dinge einfach erdulden? Wollen wir die Regeln der Anderen und die Tyrannei der Ereignisse hinnehmen? Oder wollen wir für uns selbst eintreten? Für unsere tiefsitzende Eigenständigkeit. Für eine europäische Souveränität? Wer wird für unsere Mitbürger die Regeln festsetzen, die ihre Privatsphäre schützen? Wer soll denn das wirtschaftliche Gleichgewicht erklären, in dem unsere Unternehmen überleben müssen? Ausländische Regierungen vielleicht, die ihre Propaganda betreiben und ihre eigenen Regeln haben? Internationale Akteure, die Trittbrettfahrer eines Systems sind, das sie selbst bestimmen, weil sie es selbst organisieren? Oder sagen wir: Hier muss die europäische Souveränität greifen?“<sup>39</sup>*

Die Antwort auf die Souveränität in der Versorgungssicherheit (Nahrung) beantworten Exportnationen auf ihre Weise, durch Nutzung ihrer Ressourcen. Wir, die Menschen der Europäischen Union treten auf unsere Weise, für unsere Werte ein. Unsere Antwort ist die friedliche, die freiheitliche Anwendung von Technologien und die Nutzung von Ressourcen auf nachhaltige Weise. Wir schonen die Rohstoffe, indem wir sie als Roh- und Nährstoffe im Kreis laufen lassen.

Für Europäer sind die völkerrechtlich verbindlichen Ziele der UN-Klimakonferenz die bindende Maxime.<sup>40</sup> Die Phosphorverfügbarkeit und Versorgungssicherheit dürfen nicht von „den Regeln der Anderen“ abhängen, die „Tyrannei der Ereignisse“ darf Europa nicht in seinen Grundfesten treffen. Die Phosphorverfügbarkeit als Grundlage der Versorgungssicherheit wird in dem Masse innereuropäisch gesichert werden, wie innovative Technologie in Europa zum Einsatz kommt.

## 2.5 Die Stationen des Phosphors

Phosphor, der wichtigste Bestandteil organischen Wachstums, gelangt nach der Düngung des Ackers (beispielsweise rund 125.000 t Phosphordünger in Deutschland pro Jahr), über den Nahrungskreislauf von der Pflanze zum Tier und zum Menschen.<sup>41</sup> Die nicht verwertbaren Bestandteile der Nahrungsmittel enden im Stoffstrom, besser ausgedrückt im Abwasser, welches in der nächstgelegenen Abwasserbehandlungsanlage behandelt werden muss.

Dieser Stoffstrom enthält Nähr- und Störstoffe. Die Nährstoffe sind, der essenzielle Phosphor, die wichtige Ressource Wasser und die Kohlenstoffe, aus der kohlenhydratreichen Nahrung.<sup>42</sup>

Diese Nährstoffe gilt es über ein technisches Verfahren zurückzugewinnen und im Sinn des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) im Kreis laufen zu lassen.<sup>43</sup>

<sup>38</sup> (EU, 2022, S. 1 Ziele und Werte)

<sup>39</sup> (Macron, 2018, S. 1 Abs. 7)

<sup>40</sup> (UN, 2015)

<sup>41</sup> (Sylvia Kratz, 2014, S. 263 2.2.1)

<sup>42</sup> (A. Roskosch P. H.-G., Umweltbundesamt, 2018, S. 5)

<sup>43</sup> (BMJ, Kreislaufwirtschaftsgesetz: KrWG, 2021)



## 3 Technologie zur Phosphor-Rückgewinnung

### 3.1 Grundlagen Abwassermengen und beinhaltetes Phosphor Potenzial

In Deutschland lag das Aufkommen aus kommunalen Kläranlagen im Jahr 2018, bei ca. 1,74 Millionen Tonnen.<sup>44</sup> Mit Entwässerungsmaschinen auf der Kläranlage erreicht der Grad der Entwässerung ca. 25 %, ausgedrückt als Trockenmasse/-substanz (TS).<sup>45</sup> Das heißt, kommunaler Klärschlamm enthält, nach der „Entwässerung“ ungefähr 75 % Wasser. Das faktische Schlammaufkommen liegt somit bei ca. 7,08 Millionen Tonnen (Originalsubstanz).<sup>46</sup>

Umgerechnet in die für Düngemittel vorgeschriebene Oxidform als Standardangabe für Nährstoffe – hier Diphosphorpentoxid  $P_2O_5$  („Phosphat“) – entspricht dies jährlich 114 570 t. Mit dem aktuellen Klärschlamm-anfall ins Verhältnis gesetzt, errechnet sich ein Potenzial von 112 661 t  $P_2O_5$  pro Jahr.<sup>47</sup>

Basierend auf diesen Zahlen müssten jährlich ca. 125 000 t Phosphor aus verschiedenen Rohstoffen rückgewonnen werden, um komplett auf importiertes Rohphosphat bzw. daraus hergestelltes P-Düngemittel verzichten zu können. Der Phosphor-Bedarf der deutschen Landwirtschaft könnte demzufolge durch ein konsequentes Nährstoffrecycling vollständig abgedeckt werden.

Eine weitgehende Unabhängigkeit von Phosphat-Importen kann nur durch konsequentes Phosphat-Recycling aus sekundären Rohstoffen erreicht werden.<sup>48</sup>

### 3.2 Liegt die Lösung im Abwasser?

Diese Frage ist mit einem uneingeschränkten **JA** zu beantworten!

#### Wie setzt sich kommunales Abwasser zusammen?

Der kommunale Abwasserstrom (Klärschlamm) besteht, selbst nach der „Trocknung“ aus:

Tabelle 1: Zusammensetzung des kommunalen Klärschlammes

| Zusammensetzung des kommunalen Klärschlammes <sup>49</sup> |                            |             |
|--|----------------------------|-------------|
| Wasser   | Störstoffe                 | Nährstoffe  |
| meist mehr als 75%   | Schwermetalle              | Phosphor    |
|  | Mikroplastik               | Kohlenstoff |
|  | pharmazeutische Rückstände |             |
|  | Sand                       |             |

<sup>44</sup> (destatis, 2021)

<sup>45</sup> (A. Roskosch P. H., 2018, S. 10 Klärschlamm Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland)

<sup>46</sup> (Prof. Dr.-Ing. Karin Heinrich, 2020, S. 187 Ökologischer Fußabdruck von Klärschlamm-Karbonisat und von Klärschlamm-Asche im Vergleich)

<sup>47</sup> (Prof. Dr.-Ing. Karin Heinrich, 2020, S. 189 Ökologischer Fußabdruck von Klärschlamm-Karbonisat und von Klärschlamm-Asche im Vergleich)

<sup>48</sup> (S. Kratz, 2014, S. 262 Abs. 1)

<sup>49</sup> (A. Roskosch P. H.-G., Umweltbundesamt, 2018, S. 10)



Eine der Grundpflichten des Kreislaufwirtschaftsgesetzes ist gemäß §7 (4) (KrWG),  
„die Pflicht zur Verwertung von Abfällen zu erfüllen,  
soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist.“<sup>50</sup>

Technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist die „Phosphor-Rückgewinnung“ durch den Einsatz des RSR-Verfahrens (RSR = Recovered Sludge Resources), das vom Unternehmen „Green Sentinel“ entwickelt wurde.

### 3.3 Phosphor-Rückgewinnung durch das RSR-Verfahren

Die RSR-Anlage ist eine dezentrale verfahrenstechnische Lösung, die bei Bestandsanlagen einfach implementiert werden kann. Grundsätzlich wird die RSR-Anlage kompakt in einem 40' Container mit ca. 12 m x 3 m x 5 m geliefert und positioniert. Bei neugebauten Abwasserbehandlungsanlagen kann das Verfahren schon bei der Planung mitberücksichtigt werden und im Gebäudekomplex untergebracht werden.

Die Anlage ist modular aufgebaut. Je nach gewünschtem Produktweg kann es sein, dass zusätzliche Module verbunden werden müssen. Z.B. werden für die energiepositive Herstellung des CO<sub>2</sub>-neutralen Biobrennstoffs die Module Trockner und / oder Pelletierung bzw. Feuerung benötigt. Dies bedeutet jedoch auch, dass keine zusätzlichen thermischen Energiequellen benötigt werden.

Ob der Klärschlamm vollkontinuierlich direkt von der Presse oder doch aus dem Dünnschlamm mit einer zusätzlich vorgeschalteten Zentrifuge übernommen wird, hängt vom gemeinsam ausgearbeiteten Konzept ab.

Der Kernprozess läuft mit einem 20 – 30 % TS Klärschlamm wie er von der Presse oder der Zentrifuge ausfällt.

Im ersten Schritt wird mit einer geringen Zugabe unseres Aktivators der Klärschlamm gereinigt und die Organik von der Anorganik in einer Zentrifuge getrennt.

Im folgenden Schritt wird der Klärschlamm, der an dieser Stelle per Definition kein Klärschlamm mehr ist, gewaschen und ebenfalls wieder zentrifugiert, um als Düngemittel weiterverwendet werden zu können.

Der Wasserbedarf sowie die die Waschwasserkonzentration sind ebenfalls so auf die Kläranlage angepasst, dass keine zusätzliche Belastung entsteht.

Um diesen Vorgang so einfach wie möglich zu gestalten hat die Zusammenarbeit mit den Klärwärtern dazu geführt, dass wir alles so automatisiert haben, dass lediglich das Handling der Verbrauchsstoffe und Produkte übrigbleiben.

Die Anlage ist im Aufbau so intuitiv konzipiert, dass jeder Klärwärter ohne Einschulung die benötigten Werte ablesen und dementsprechend handeln kann.

---

<sup>50</sup> (BMJ, Kreislaufwirtschaftsgesetz: KrWG, 2021)

### 3.4 Ablauf des RSR-Verfahrens

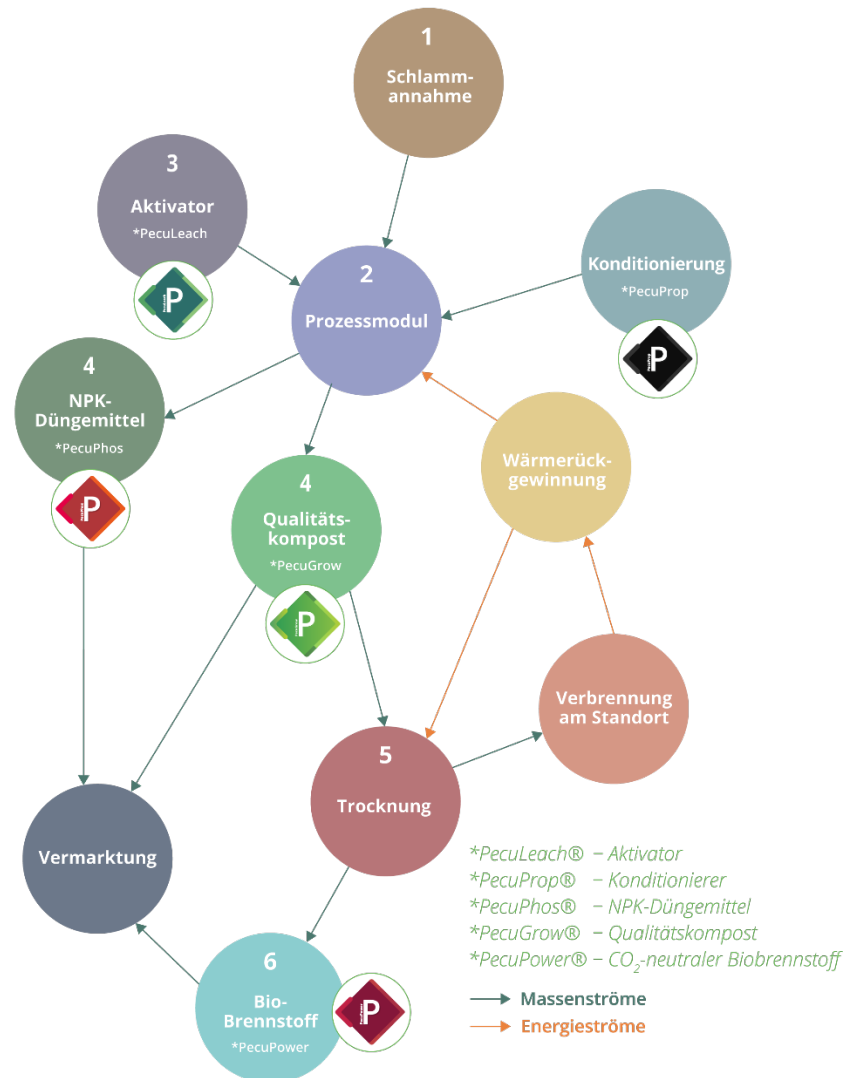


Abbildung 3: Klärschlammverwertung lt. RSR-Verfahren (Green Sentinel, 2021)

#### Wesentliche Schritte im Verfahrensablauf:

1. Mittels Radlader oder Bagger wird der Schlamm von Schlammannahme 1 zum Prozessmodul 2 befördert. Alternativ auch direkt aus dem Bestand per Rohr möglich.
2. Das Prozessmodul 2 ist der Kern des RSR-Verfahrens zur Schlammaufbereitung. Mithilfe eines speziellen Aktivators (3 Peculeach®) werden bis zu 80% der anorganischen Komponenten aus dem Trockengut herausgelöst. Diese werden zur weiteren Verwertung als NPK-Düngemittel (Stickstoff-Phosphor-Kalium-Düngemittel = 4 Pecuphos®) für die chemische Industrie abgefüllt, gleichzeitig kann die restliche Substanz als qualitativ hochwertiger Kompost (4 Pecugrow®) in Gärten und auf Felder eingesetzt werden.
3. **OPTIONAL:** Wird der raffinierte Schlamm nicht als Humus verwendet, sondern weiter getrocknet (5 Trocknung), so entsteht ein CO<sub>2</sub>-neutraler Biobrennstoff (6 Pecupower®), vergleichbar mit Pellets, der durch Verbrennung thermisch genutzt werden kann und Wärme zurück in das System abgibt.

## 4 Gesetzliche Grundlagen

Folgende Rechtsgrundlagen wurden betrachtet:

- Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)<sup>51</sup>
- Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung (AbfKlärV)<sup>52</sup>
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)<sup>53</sup>
- Umweltverträglichkeitsprüfung
- Vergaberecht
- EU-Taxonomie

### 4.1 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)<sup>54</sup>

Zweck des Gesetzes ist es, die Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen zu fördern und den Schutz von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen sicherzustellen.

**Das KrWG hebt die Vermeidung, die Verwertung und das Recyceln von Abfällen gegenüber der Beseitigung hervor.**

Daraus folgt die fünf-stufige Abfallhierarchie §6:

1. Vermeidung
2. Vorbereitung zur Wiederverwertung
3. Recycling
4. sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung
5. Beseitigung<sup>55</sup>



Es soll diejenige Maßnahme den Vorrang haben, die den Schutz von Menschen und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen unter der Berücksichtigung des Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzips am besten gewährleistet.

Die **technische Möglichkeit**, die **wirtschaftliche Zumutbarkeit** und die **sozialen Folgen der Maßnahme** sind zu beachten,<sup>56</sup> sowie die Hochwertigkeit der Verwertungsmaßnahme.<sup>57</sup>

Die Bestimmung der optimalen Verwertungsmaßnahme erfordert einen umfassenden Ökobilanzvergleich. Für die Auswahl der vorrangigen Verwertungsmaßnahme sind die drei Stufen der Verwertung des § 6 Abs. 1 Nr. 2 - 4 maßgeblich, es ist die jeweils hochwertigste Maßnahme zu wählen. Das Ziel des Hochwertigkeitsgebots ist, dem sog. Downcycling, also einer fortschreitenden Verschlechterung der Verwertungsprodukte mit zunehmender Dauer des Verwertungskreislaufes entgegenzuwirken.<sup>58</sup>

### 4.2 Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung<sup>59</sup>

Diese Verordnung trifft auf die Betreiber von Abwasserbehandlungsanlagen zu die für die Klärschlamm-erzeugung verantwortlich sind.

<sup>51</sup> (BMJ, Bundesministerium für Justiz, 2017)

<sup>52</sup> (BMJ, Bundesministerium der Justiz, 2017)

<sup>53</sup> (BMJ, Bundesministerium der Justiz, 2017)

<sup>54</sup> (BMJ, Bundesministerium der Justiz, 2017)

<sup>55</sup> (BMJ, Bundesministerium der Justiz, 2021)

<sup>56</sup> (BMJ, Bundesministerium der Justiz, 2021)

<sup>57</sup> (BMJ, Bundesministerium der Justiz, 2021)

<sup>58</sup> (Versteyl S. M., 2019, S. 139/15)

<sup>59</sup> (BMJ, Bundesministerium für Justiz, 2017)

Die Betreiber sind gemäß, §3 (1) KrWG von Klärschlamm, dazu verpflichtet,

- (1) den in der Abwasserbehandlungsanlage anfallenden Klärschlamm möglichst hochwertig zu verwerten, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. Hierbei sind eine Rückgewinnung von Phosphor und eine Rückführung des gewonnenen Phosphors oder der phosphorhaltigen Klärschlammverbrennungasche in den Wirtschaftskreislauf anzustreben.<sup>60</sup>



Artikel 4 §3a verpflichtet den Klärschlammerzeuger dazu bis **spätestens 31.12.2023** einen Bericht über die geplanten und eingeleiteten Maßnahmen vorzulegen zur Sicherstellung der ab 1. Januar 2029 durchzuführenden Phosphor-Rückgewinnung im Sinn des Kreislaufwirtschaftsgesetzes vorzulegen.<sup>61</sup>

### 4.3 Rechtliche Einschätzung zur technischen Möglichkeit

Der Gesetzgeber enthält sich der Aussage darüber, wann eine Verwertung der Abfälle technisch möglich sein soll. Der Gesetzgeber schreibt nicht den „Stand der Technik“ vor. Doch aus der BImSchG geht hervor, dass ein Anforderungsprofil zugrunde liegt, denn §5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG stellt fest, dass genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben sind, dass zur Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt:

1. **Abfälle vermieden,**
2. nicht zu vermeidende **Abfälle verwertet**
3. und nicht zu verwertende **Abfälle ohne Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit beseitigt werden.**

Der technischen Möglichkeit wohnt insoweit ein dynamischer Gehalt inne, als sie auf jeweils aktuelle (neuste) Erkenntnisse abstellt. Der Begriff beschränkt sich demzufolge auch nicht auf den Standard der „allgemein anerkannten Regeln der Technik“.<sup>62</sup>

### 4.4 Rechtliche Einschätzung zur wirtschaftlichen Zumutbarkeit

Die Verwertung muss dem Erzeuger des Weiteren auch wirtschaftlich zumutbar sein. Hier wird das Element der Verhältnismäßigkeit angesprochen, der als verfassungsrechtliche begründete Maßgabe nach Allgemeinheit in Anforderung an die Geeignetheit, die Erforderlichkeit und die – hier angesprochene Zumutbarkeit einer Maßnahme (auch: „Angemessenheit“ oder „Verhältnismäßigkeit“) aufzufächern ist.

Die Verwertung „um jeden Preis“ ist damit ausgeschlossen, es geht um die Relation zu den Kosten einer „gedachten“ Beseitigung. Das Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft (§ 1) nimmt durchaus Mehrkosten in Kauf. Die Kosten der Verwertung dürfen nicht außer Verhältnis zu den Kosten stehen, die für die Abfallbeseitigung zu tragen wären.

Im Rahmen des Kostenvergleichs ist eine betriebswirtschaftliche Betrachtung geboten, welche die Wettbewerbsfähigkeit und Kapitalrentabilität individuell – unternehmensbezogen in den Blick nimmt. Die Rentabilität ist nicht allein auf die Rendite bezogen, sondern ist tendenziell umfassender.<sup>63</sup> Externe (ökologische) Kosten, also volkswirtschaftliche Kosten der Belastung von Umweltmedien (Gewässer, Böden Atmosphäre) bzw. des Ressourcenverbrauchs sind maßgeblich.<sup>64</sup> Der Begriff wirtschaftliche Zumutbarkeit muss den grundsätzlichen Verwertungsvorrang wahren.<sup>65</sup>

<sup>60</sup> (BMJ, Bundesministerium für Justiz, 2017)

<sup>61</sup> (Bundesrat, 2017)

<sup>62</sup> (Versteyl M. S., Kreislaufwirtschaftsgesetz: KrWG, 2019, S. 131/21, 22)

<sup>63</sup> (Versteyl M. S., Kreislaufwirtschaftsgesetz: KrWG, 2019, S. 132/24)

<sup>64</sup> (Versteyl M. S., Kreislaufwirtschaftsgesetz: KrWG, 2019, S. 132/24)

<sup>65</sup> (Versteyl M. S., Kreislaufwirtschaftsgesetz: KrWG, 2019, S. 132/24)

## 4.5 EU-Taxonomie

Am 18.06.2020 hat die EU mit der Verordnung 2020/852 (EU-Taxonomie-Verordnung) Regelungen erlassen, die sowohl Vorgaben für nachhaltige Investitionen definieren als auch festlegen, welche Informationen diesbezüglich zu berichten sind.<sup>66</sup> Die dort genannten Kriterien sollen dazu beitragen, dass Externe den Grad der ökologischen Nachhaltigkeit bestimmter Investitionen besser beurteilen können.

Auf der Plattform für nachhaltige Finanzierungen, Platform on Sustainable Finance (PSF) findet sich, unter Punkt 12.2, der Bezug zur Phosphor-Rückgewinnung aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen, ein klarer Hinweis, dass dieser Punkt in die Taxonomie Verordnung der Europäischen Kommission mit einbezogen worden ist.<sup>67</sup>

Vor dem Hintergrund von Klimawandel und Umweltzerstörung hat die Europäische Union mit dem sogenannten „European Green Deal“ einen Fahrplan erarbeitet, mit dem der Weg hin zu einer nachhaltigen EU-Wirtschaft und einem klimaneutralen Kontinent beschritten werden soll.<sup>68</sup> Darin geht es nicht nur um Maßnahmen zur Schaffung einer klimafreundlicheren Wirtschaft durch effizientere Ressourcennutzung, Bekämpfung der Umweltverschmutzung u.v.m., sondern auch um deren Finanzierung. Die ökologische Nachhaltigkeit von Investitionen und Handeln spielt dabei eine entscheidende Rolle. Durch entsprechende Anreize sollen alle Marktteilnehmer dazu ermutigt werden, diesem Faktor zukünftig ein noch größeres Gewicht beizumessen.

Die EU-Taxonomie-Verordnung (Verordnung (EU) 2020/852) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18.06.2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen trat ab dem 01.01.2022 in Kraft – und wurde damit für das Geschäftsjahr 2021 bindend.<sup>69</sup>

Kernstück der EU-Taxonomie-Verordnung sind die in Artikel 3 enthaltenen „Kriterien für ökologisch nachhaltige Wirtschaftstätigkeiten“ sowie weitergehende Regelungen zu deren Anwendung und zu Transparenz in der Berichterstattung.<sup>70</sup> Zur Beurteilung ist das Handeln stets in Bezug zu den in der EU-Verordnung aufgeführten Umweltzielen zu sehen (Art. 9):

- a) Klimaschutz
- b) Anpassung an den Klimawandel
- c) nachhaltige Nutzung und Schutz von Wasser- und Meeresressourcen
- d) Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft
- e) Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung
- f) Schutz und Wiederherstellung der Biodiversität und der Ökosysteme<sup>71</sup>

Als ökologisch nachhaltig gilt eine Wirtschaftstätigkeit, die einen wesentlichen Beitrag zur Verwirklichung eines oder mehrerer der Umweltziele leistet, nicht zu einer erheblichen Beeinträchtigung eines oder mehrerer der Umweltziele führt, unter Einhaltung des Mindestschutzes in Bezug auf Menschenrechte ausgeübt wird und bestimmten, in der EU-Verordnung festgelegten technischen Bewertungskriterien entspricht. Die Bestimmung und Einordnung der ökologischen Nachhaltigkeit von Wirtschaftstätigkeiten ist relevant für Finanzmarktteilnehmer (wie beispielsweise Investmentfonds), die ein Finanzprodukt als ökologisch vermarkten wollen. Sie werden durch die EU-Taxonomie-Verordnung dazu verpflichtet, über den in ihrem Portfolio enthaltenen Anteil von ökologisch nachhaltigen Investitionen – im Sinne der EU-Verordnung – zu informieren.

<sup>66</sup> (EU-Parlament, 2020, S. 198/13)

<sup>67</sup> (ec.europa, 2021, S. 922 Punkt 12.2)

<sup>68</sup> (EU-Kommission, ec.europa.eu, 2019, S. 10, 27)

<sup>69</sup> (eur-lex.europa, eur-lex.europa, 2020)

<sup>70</sup> (eur-lex.europa, eur-lex.europa, 2020)

<sup>71</sup> (eur-lex.europa, eur-lex.europa, 2020)

## 5 Anhang

Weiterführende Links zu den Gesetzesblättern und Verordnungen sowie zur Green Sentinel Webseite.

- <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LROO&Gesetzesnummer=20000574>
- <https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/>
- [www.green-sentinel.at](http://www.green-sentinel.at)

### Formelverzeichnis

Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.

### Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammensetzung des kommunalen Klärschlamm.....8

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Phosphor - Essenz des Lebens .....2  
Abbildung 2: Phosphatförderung weltweit.....3  
Abbildung 3: Klärschlammverwertung lt. RSR-Verfahren (Green Sentinel, 2021).....10