

## **Antrag**

**der Abg. Katrin Schütz u. a. CDU**

**und**

## **Stellungnahme**

**des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft**

### **Klärschlammentsorgung durch hydrothermale Carbonisierung (HTC)**

Antrag

Der Landtag wolle beschließen,  
die Landesregierung zu ersuchen  
zu berichten,

1. wie die in Baden-Württemberg anfallenden Klärschlämme bisher entsorgt wurden, aufgeschlüsselt nach den jährlichen Anteilen von landwirtschaftlicher Entsorgung (Ausbringen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen), Landschaftsbau, der thermischen Verwertungsformen (Monoverbrennung, Zement, Müllverbrennung etc.), Endlagerung auf Deponien und anderen Entsorgungsformen;
2. welche Mengen an Klärschlammaschen aus Monoverbrennungen in welchen Arten von Deponien (Mono-Deponien oder gemischte Deponien) tatsächlich abgelagert wurden;
3. welche Deponien (Standorte) innerhalb und außerhalb Baden-Württembergs mit welchen Mengen zur Lagerung des in Baden-Württemberg anfallenden Klärschlammes jährlich genutzt wurden;
4. welchen Anteil (in Tonnen) die einzelnen Verkehrsträger (Lkw, Schiff, Bahn etc.) am Transport des Klärschlammes hatten;
5. wie hoch die gegenwärtigen Entsorgungskosten für die unterschiedlichen Verwertungswege sind;
6. ob sie in der Verwertung von Klärschlamm mit dem HTC-Verfahren eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Alternative sieht und den Aufbau ausreichender Kapazitäten unterstützen würde;
7. welche Hemmnisse und welche Fördermöglichkeiten sie für den Bau einer großtechnischen HTC-Anlage im großtechnischen Maßstab in Baden-Württemberg sieht;

8. ob sie die Einschätzung teilt, dass mit dem Bau einer großtechnischen HTC-Anlage eine zukunftsfähige Technologie in Baden-Württemberg etabliert werden könnte, mit der das in der HTC-Demonstrationsanlage einer Firma in Karlsruhe gewonnene naturwissenschaftliche und ingenieurtechnische Know-how im Land gesichert und weiter entwickelt werden könnte;
9. wie sich die rechtlichen Rahmenbedingungen für Errichtung und Betrieb der in Frage stehenden großtechnischen HTC-Anlage in Baden-Württemberg darstellen;
10. wie sie die Möglichkeit einer Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlamm bewertet.

10.07.2015

Schütz, von Eyb, Jägel, Müller, Nemeth, Razavi, Reuther, Röhm CDU

### Begründung

Die hydrothermale Carbonisierung (HTC) stellt einen zukunftssträchtigen Verwertungsweg für Klärschlamm dar, der die vorhandenen und sich für die Zukunft abzeichnenden Entsorgungsprobleme nachhaltig lösen könnte und gleichzeitig CO<sub>2</sub>-neutrale „Bio-Kohle“ und Phosphor als Rohstoffe energieeffizient gewinnen könnte.

Jährlich fallen bei der Abwasserreinigung in Deutschland 1,9 Millionen Tonnen Klärschlamm (Trockensubstanz) an (davon in Baden-Württemberg 250.000 Tonnen), die auf landwirtschaftlichen Flächen oder thermisch entsorgt werden müssen. Das stellt die Entsorgungsfirmen vor zunehmende Probleme. Über die landwirtschaftliche Verwertung kann nur ein begrenztes Volumen abgenommen werden. Zudem erschwert die neue Düngemittelverordnung sowie das Polymerverbot die landwirtschaftliche Verwertung in Zukunft erheblich. Außerdem ist diese Entsorgungsart bedenklich für die Umwelt. Die Lagerung auf dafür geeigneten Depo-nien ist begrenzt und es ist absehbar, dass diese Kapazitäten in näherer Zukunft erschöpft sein werden. Vielfach werden Klärschlämme zur Entsorgung über weite Strecken transportiert. Da die Trockenmasse lediglich 25 Prozent des Klärschlammes ausmacht, ist das Transportvolumen ausgesprochen hoch (die in Baden-Württemberg anfallende Trockenmasse von ca. 250.000 Tonnen pro Jahr entspricht somit ca. 1 Million Tonnen Klärschlamm). Diese Transporte verursachen aufgrund des großen Transportvolumens ein erhebliches Verkehrsaufkommen mit der dazugehörigen Umweltbelastung. Hinzu kommt, dass bei der thermischen Entsorgung auf die stoffliche Verwertung der Bestandteile des Klärschlammes verzichtet wird.

Würde der Klärschlamm auf dem Weg der hydrothermalen Carbonisierung (HTC) verwertet, könnte gegenüber der thermischen Trocknung erheblich Energie eingespart werden. Zudem wurde von einer Firma in Karlsruhe ein Verfahren („AVA cleanphos“) entwickelt, das im Rahmen der HTC eine effiziente Phosphor-Rückgewinnung und somit auch zukünftig eine CO<sub>2</sub>-sparende Mitverbrennung von Klärschlamm-HTC-Kohle z. B. in Zement- oder Stahlwerken ermöglicht. Weiter könnte auf den Bau und Betrieb von kostenintensiven Monoverbrennungsanlagen verzichtet werden. Auch wissenschaftliche Studien haben die Vorteile der HTC gegenüber anderen thermischen Verfahren in der Vergangenheit bereits aufgezeigt (Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Senatsverwaltung Berlin etc.)

Zum einen würden bei Betrieb einer HTC-Anlage in Baden-Württemberg die Transporte wesentlich reduziert und eine dauerhafte ökologische und effiziente Entsorgung sichergestellt, zum anderen würde zusätzlich eine stoffliche Verwertung der Bestandteile des Klärschlammes stattfinden. Die im Verfahren als Abfallprodukt entstehende „Bio-Kohle“ ist CO<sub>2</sub>-neutral und kann als Energieträger zur

Energieerzeugung klimaneutral eingesetzt werden. Der im Klärschlamm enthaltene Phosphor kann aus der HTC-Klärschlammkohle zurück gewonnen werden und in der Düngemittelindustrie oder als Phosphorsäure in der Industrie eingesetzt werden. Dies ist insbesondere interessant, da die weltweiten Vorräte begrenzt sind. Die Importabhängigkeit Deutschlands von diesem Rohstoff könnte so reduziert werden.

Ziel des vorliegenden Antrags ist es, die Landesregierung auf die genannte Technologie aufmerksam zu machen und gleichzeitig in Erfahrung zu bringen, wie sie sie in Baden-Württemberg zu fördern plant.

### Stellungnahme

Mit Schreiben vom 4. August 2015 Nr. 25-8982.32/116 nimmt das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft zu dem Antrag wie folgt Stellung:

*Der Landtag wolle beschließen,  
die Landesregierung zu ersuchen  
zu berichten,*

- 1. wie die in Baden-Württemberg anfallenden Klärschlämme bisher entsorgt wurden, aufgeschlüsselt nach den jährlichen Anteilen von landwirtschaftlicher Entsorgung (Ausbringen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen), Landschaftsbau, der thermischen Verwertungsformen (Monoverbrennung, Zement, Müllverbrennung etc.), Endlagerung auf Deponien und anderen Entsorgungsformen;*

Die in Baden-Württemberg anfallenden kommunalen Klärschlämme werden entweder energetisch in Verbrennungsanlagen (Monoverbrennung, Mitverbrennung) oder bodenbezogen in der Landwirtschaft sowie im Landschaftsbau verwertet. Eine Ablagerung von Klärschlamm auf Deponien findet seit Juni 2005 nicht mehr statt, da die Deponieverordnung die Ablagerung unbehandelter, biologisch abbaubarer Siedlungsabfälle seit diesem Datum nicht mehr zulässt.

Die Entwicklung der verschiedenen Entsorgungsmaßnahmen in den letzten elf Jahren zeigt Tabelle 1. Es ist deutlich zu erkennen, dass der Anteil der bodenbezogenen Verwertung stetig zugunsten der energetischen Verwertung durch Verbrennung sank. 2014 wurden in Baden-Württemberg 95 Prozent des Klärschlammes energetisch, die restlichen 5 Prozent bodenbezogen verwertet.

Tabelle 1: Prozentuale Verteilung der Entsorgungsmaßnahmen 2004 bis 2014

<b>Entsorgungsmaßnahme</b>	<b>2004</b>	<b>2006</b>	<b>2008</b>	<b>2010</b>	<b>2012</b>	<b>2014</b>
Energetische Verwertung	51 %	75 %	87 %	90 %	91 %	95 %
Landschaftsbau, Sonstiges	31 %	17 %	11 %	7 %	7 %	4 %
Landwirtschaft	14 %	7 %	2 %	3 %	2 %	1 %
Deponierung	5 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

Von den 2014 im Land anfallenden Klärschlämmen wurden etwa 15 Prozent in Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen, rund 39 Prozent in Zementwerken und ca. 41 Prozent in weiteren Mitverbrennungsanlagen energetisch verwertet.

Hinsichtlich der angefallenen Klärschlämmen sind 2014 bei der Abwasserreinigung etwa 229.000 Tonnen Klärschlamm Trockensubstanz (TS) zur Entsorgung angefallen. Davon wurden rund 216.000 Tonnen verbrannt. Im Landschaftsbau wurden etwa 8.000 Tonnen eingesetzt, in die Landwirtschaft gingen nur noch etwa 3.000 Tonnen. Ein Rest von ca. 1.000 Tonnen wurde einer sonstigen Entsorgung, im Wesentlichen der Kompostierung und Substratherstellung, zugeführt. Die Entwicklung der Klärschlämmen mit den unterschiedlichen Entsorgungswegen für die Jahre 2004 bis 2014 ist in Abbildung 1 ersichtlich.

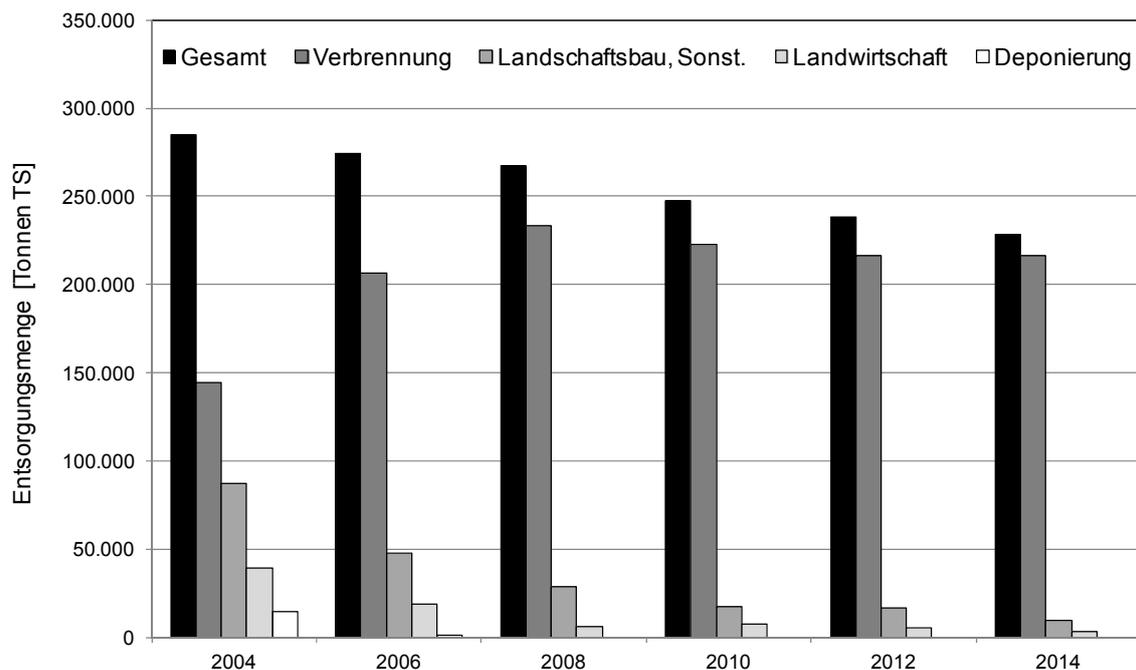


Abbildung 1: Klärschlämmensorgung in Baden-Württemberg 2004 bis 2014

Die energetische Verwertung von Klärschlamm erfolgt im Land in vier Zementwerken, in zwei Monoverbrennungsanlagen, in zwei Klärschlammvergasungsanlagen, in einem Kohlekraftwerk und in einer Papierfabrik. Darüber hinaus werden Klärschlämme auch außerhalb von Baden-Württemberg verwertet.

Derzeit stehen in Baden-Württemberg genehmigte Verbrennungskapazitäten für insgesamt etwa 358.000 Tonnen Klärschlamm-trockensubstanz im Jahr zur Verfügung, davon etwa 70.000 Tonnen in einem Kohlekraftwerk, ca. 50.000 Tonnen in Monoverbrennungsanlagen und rund 230.000 Tonnen in Zementwerken.

2. welche Mengen an Klärschlämmaschen aus Monoverbrennungen in welchen Arten von Deponien (Mono-Deponien oder gemischte Deponien) tatsächlich abgelagert wurden;

In Baden-Württemberg fallen pro Jahr rund 13.000 Tonnen TS Klärschlämmaschen aus der Monoverbrennung an, wobei der größte Teil, etwa 12.000 Tonnen TS, im Bergversatz verwertet wird. Von diesen 12.000 Tonnen pro Jahr werden rund 7.000 Tonnen TS pro Jahr im Salzbergwerk Bad Friedrichshall Untertage verwertet. Bei weiteren 5.000 Tonnen findet die Entsorgung im Bergversatz an unterschiedlichen Standorten statt, da die Entsorgung ausgeschrieben wird. Außerhalb des Bergversatzes finden in die Düngemittelherstellung ca. 1.000 Tonnen TS Eingang.

3. *welche Deponien (Standorte) innerhalb und außerhalb Baden-Württembergs mit welchen Mengen zur Lagerung des in Baden-Württemberg anfallenden Klärschlammes jährlich genutzt wurden;*

Seit Juni 2005 darf Klärschlamm nicht mehr auf Deponien abgelagert werden, da die Deponieverordnung die Ablagerung unbehandelter, biologisch abbaubarer Siedlungsabfälle untersagt.

Im Zeitraum davor wurden ausweislich der Abfallbilanz zwischen 1996 und Mai 2005 auf den damals bestehenden etwa 45 kreiseigenen Hausmülldeponien insgesamt 278.000 Tonnen TS Klärschlamm abgelagert.

4. *welchen Anteil (in Tonnen) die einzelnen Verkehrsträger (Lkw, Schiff, Bahn etc.) am Transport des Klärschlammes hatten;*

Der Landesregierung liegen keine belastbaren Daten vor, um den Anteil der einzelnen Verkehrsträger bei der Entsorgung von Klärschlamm angeben zu können. Aufgrund der Struktur und Lage der Kläranlagen ist davon auszugehen, dass der überwiegende Anteil des Klärschlammes per Lastkraftwagen zum Entsorgungsort transportiert wird.

5. *wie hoch die gegenwärtigen Entsorgungskosten für die unterschiedlichen Verwertungswege sind;*

Die Vertragsgestaltung zur Entsorgung der kommunalen Klärschlämme erfolgt in kommunaler Organisationseinheit. Der Landesregierung liegen daher keine belastbaren Daten zu dieser Frage vor.

6. *ob sie in der Verwertung von Klärschlamm mit dem HTC-Verfahren eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Alternative sieht und den Aufbau ausreichender Kapazitäten unterstützen würde;*

Einen großen Einfluss auf den ökobilanziellen Vergleich von Klärschlammverwertungsverfahren haben die Art und der Ort der Wärme- und Strombereitstellung sowie die Behandlung des HTC Prozesswassers. Das potenziell hochbelastete Prozesswasser, welches systemimmanent bei der hydrothermalen Carbonisierung entsteht, kann eine Schwachstelle dieses Systems darstellen.

Die nur in geringer Anzahl zur Verfügung stehenden ökologischen Untersuchungen haben gezeigt, dass zwischen der konventionellen Klärschlamm-trocknung und der Entwässerung durch das HTC-Verfahren tendenziell keine Unterschiede hinsichtlich der ökologischen Auswirkungen bestehen. Die wenigen bisher durchgeführten ökobilanziellen Betrachtungen stützen sich jedoch allein auf theoretische oder durch Pilotanlagen generierte Werte. Eine gesamtökologische Beurteilung ist daher aufgrund fehlender belastbarer Grundlagen und Daten zu einem großtechnischen Dauerbetrieb derzeit nicht fundiert möglich.

Die Wirtschaftlichkeit des HTC-Prozesses ist vor allem von den Erlösen für die Klärschlammannahme, den Kosten der Wärme- und Dampfbereitstellung für den Prozess, den Aufwendungen für die Prozesswasserbehandlung und vom Absatz für die erzeugte HTC-Kohle abhängig. Einzelne Studienergebnisse weisen darauf hin, dass aufgrund chemisch-physikalischer Prozesse während der hydrothermalen Carbonisierung die Entwässerbarkeit von Klärschlamm verbessert werden kann. Hierdurch könnten möglicherweise die Betriebskosten der Klärschlammbehandlung reduziert werden. Es existieren aktuell lediglich HTC-Technikumsanlagen und vereinzelt großmaßstäbliche Pilotanlagen. Daten und Praxiserfahrungen zu einem industriellen Dauerbetrieb fehlen. Belastbare Daten für eine ökonomische Beurteilung liegen ebenfalls nicht vor.

Eine stoffliche Verwertung der HTC-Kohle aus Klärschlamm auf Böden ist aufgrund der teilweise hohen Schwermetall- und Schadstoffaffinität und noch nicht ausreichend erforschter mutagener Wirkungen nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht zu empfehlen. Auch Wachstums- und Ertragssteigerungen sowie langfristige C-Sequestrierungen sind bisher auf mitteleuropäischen Böden wissenschaftlich nicht eindeutig nachgewiesen. So wurden bei Labor- und Feldversuchen nach der

Ausbringung unbehandelter HTC-Kohlen sogar Wachstums- und Keimungshemmungen von Kulturpflanzen beobachtet. Der Einsatz von HTC-Kohle, insbesondere aus Klärschlamm, in der Landwirtschaft ist deshalb aus ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten kritisch zu hinterfragen (siehe auch Drucksache 15/4290).

Aus den oben genannten Gründen lässt sich nicht abschließend bewerten, ob die Verwertung von Klärschlamm mit dem HTC-Verfahren eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Alternative darstellt. Erst nachdem diese Bewertung von HTC-Verfahren erfolgt ist, kann darüber entschieden werden, ob der Aufbau ausreichender Kapazitäten unterstützt werden sollte.

*7. welche Hemmnisse und welche Fördermöglichkeiten sie für den Bau einer großtechnischen HTC-Anlage im großtechnischen Maßstab in Baden-Württemberg sieht;*

Die für einen wirtschaftlichen Betrieb einer HTC-Anlage mit Phosphor-Rückgewinnung notwendigen Klärschlammengen sind voraussichtlich nur mit zentralen Klärschlammbehandlungsanlagen zu erfassen. Dies hätte wiederum erhebliche Aufwendungen für den Transport des Klärschlammes zur HTC-Anlage zur Folge. Auch wird die Schwierigkeit gesehen, die entsprechend großen Liefermengen an Klärschlamm über eine ausreichend lange Vertragslaufzeit für die Behandlung zu erhalten.

Kleine und mittlere Unternehmen erhalten für Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Schutz der Umwelt in Baden-Württemberg zinsverbilligte Förderdarlehen sowie Tilgungszuschüsse. Die Bundesprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau, das KfW-Energieeffizienzprogramm und das KfW-Umweltprogramm werden vom Ministerium für Finanzen und Wirtschaft sowie vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft und der L-Bank zusätzlich verbessert.

Mit dem Programmteil B „Materialeffizienz und Umwelttechnik“ des Programms Ressourceneffizienzfinanzierung werden Maßnahmen unterstützt, bei denen der schonende Umgang mit betrieblichen Ressourcen oder positive Umwelteffekte auf die allgemeinen Umweltgüter Luft, Wasser und Boden im Vordergrund stehen. Gefördert werden im Rahmen des Programms, neben betrieblichen Investitionen zum allgemeinen Umweltschutz, insbesondere betriebliche Investitionen zur Steigerung der Ressourceneffizienz und Materialeinsparung. Dazu zählen Maßnahmen zur Reduzierung des Rohstoff- und Materialeinsatzes, zur Verringerung des Ausschusses, zur Einsparung von Betriebs- und Hilfsstoffen, zur Optimierung von Produktionsprozessen, zur Substitution kritischer Rohstoffe und Nutzung nachwachsender Rohstoffe und zum Einsatz von Sekundärrohstoffen.

Zur Förderung von Maßnahmen zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm und Klärschlammaschen wird auf Ziffer 10 verwiesen.

*8. ob sie die Einschätzung teilt, dass mit dem Bau einer großtechnischen HTC-Anlage eine zukunftsfähige Technologie in Baden-Württemberg etabliert werden könnte, mit der das in der HTC-Demonstrationsanlage einer Firma in Karlsruhe gewonnene naturwissenschaftliche und ingenieurtechnische Know-how im Land gesichert und weiter entwickelt werden könnte;*

Auf die Stellungnahme zu den Ziffern 6 und 7 wird verwiesen.

*9. wie sich die rechtlichen Rahmenbedingungen für Errichtung und Betrieb der in Frage stehenden großtechnischen HTC-Anlage in Baden-Württemberg darstellen;*

Die Errichtung und der Betrieb einer großtechnischen HTC-Anlage bedürfen in der Regel einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung. Je nach Ausgestaltung können verschiedene Nummern des Anhangs 1 der 4. BImSchV einschlägig sein. In Abhängigkeit von der umgesetzten Menge des behandelten Klärschlammes kann ein Genehmigungsverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung und eine Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich sein. Gegebenenfalls sind auch die Vor-

schriften über Anlagen gemäß der Richtlinie 2010/75/EU (Richtlinie über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung [Neufassung]) anzuwenden.

Keiner Genehmigung bedarf eine Anlage, soweit sie lediglich der Forschung, Entwicklung oder Erprobung neuer Einsatzstoffe, Brennstoffe, Erzeugnisse oder Verfahren im Labor- oder Technikumsmaßstab dient.

*10. wie sie die Möglichkeit einer Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlamm bewertet.*

Phosphor ist essentiell für alles Leben. Ohne die Düngung mit diesem Nährstoff gäbe es keine ausreichende landwirtschaftliche Produktion. Doch die mineralischen Ressourcen an Phosphor sind begrenzt. Nur wenige Länder besitzen abbauwürdige Lagerstätten an Rohphosphat, die alle, bis auf eine kleinere Lagerstätte in Nordfinnland, außerhalb Europas liegen. Politische Unsicherheiten in den wenigen Lieferländern und eine weiter wachsende Weltbevölkerung können zu Engpässen bei der Versorgung mit Rohphosphaten und zu Preissteigerungen führen. Der wirtschaftliche Abbau von Phosphatgesteinen ist mit erheblichen Umweltbelastungen verbunden. Probleme bereiten der ansteigende Grad an Verunreinigung der Phosphat-Erze mit Cadmium und Uran sowie steigende Gewinnungskosten, da das Rohphosphat aus zunehmend tiefer liegenden Gesteinen gewonnen werden muss. Im Gegensatz zu Erdöl, das langfristig als Energieträger ersetzt werden kann, gibt es für Phosphor keine alternativen Quellen.

Die Phosphorversorgung für Baden-Württemberg kann deshalb langfristig nur ökologisch und wirtschaftlich verträglich sichergestellt werden, wenn Phosphorimporte zumindest teilweise durch rückgewonnenen Phosphor ersetzt werden können. Vor allem Abwasser und Klärschlamm aus kommunalen Kläranlagen enthalten relevante Mengen an Phosphor, die ein großes Potenzial für eine Rückgewinnung bieten. Vor diesem Hintergrund hat das Land die Phosphor-Rückgewinnungsstrategie Baden-Württemberg entwickelt. In Forschung und Entwicklung von Verfahren zur Rückgewinnung von Phosphor gehört Baden-Württemberg zu den führenden Regionen in der Europäischen Union.

Ein Teil der Phosphor-Rückgewinnungsstrategie des Landes soll dabei im Rahmen des Operationellen Programms – Innovation und Energiewende – des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) in Baden-Württemberg für die Förderperiode 2014 bis 2020 umgesetzt werden. So sollen über das Förderprogramm „Phosphor-Rückgewinnung“ (Rechtsgrundlage VwV EFRE-Phosphor 2014 bis 2020) Untersuchung, Weiterentwicklung sowie großtechnische Umsetzung unterschiedlicher Phosphor-Rückgewinnungsverfahren in Versuchs- und Pilotanlagen an verschiedenen Standorten gefördert werden, um die Forschung, technologische Entwicklung und Innovation in diesem Bereich stärker voranzubringen. Dabei soll der im Klärschlamm oder der in der Klärschlammasche enthaltene Phosphor zurückgewonnen werden.

Ziel ist es, qualitativ hochwertige, gering belastete Phosphorverbindungen als Rohstoff für industrielle Anwendungen oder als Düngemittel mit hoher Verfügbarkeit für Nutzpflanzen zu gewinnen, ohne auf Verdünnungseffekte bei Schadstoffen zurückzugreifen. Durch die Förderung von in diesem Feld tätigen Unternehmen und Anlagenbetreibern sollen unter wissenschaftlicher Begleitung anwendungsreife Verfahren (Versuchsanlagen und großtechnische Pilotumsetzung) entwickelt und geeignete wirtschaftliche Verfahren ermöglicht werden, um so die Verbreitung von Phosphor-Rückgewinnungsverfahren zu fördern.

Für das Förderprogramm stehen 8 Millionen Euro aus EFRE-Mitteln zur Verfügung. Bei privat-gewerblichen Unternehmen ist eine beihilferechtliche Einzelnotifizierung bei der Europäischen Kommission erforderlich. Voraussichtlich im August 2015 erfolgt ein Förderaufruf zur Einreichung von Projektskizzen.

Untersteller

Minister für Umwelt,  
Klima und Energiewirtschaft