

Projekt: Mineralischer Recyclingdünger in der Schweiz – Modul A: Akzeptanz von Phosphor aus Rückgewinnung

Bericht im Auftrag des BLW

6. Juni 2016

Autoren: Roman Seidl, Elias Estermann und Pius Krütli

Inhalt

1	Projektgegenstand	11
1.1	Ausgangslage	11
1.2	Ziel und Fragestellungen	12
2	Methoden	14
2.1	Akteursanalyse.....	14
2.2	Halbstandardisierte Interviews	14
2.3	Expertenworkshop	16
3	Akteursanalyse zu potentiellen Nachfragern von rezykliertem Phosphor	18
3.1	Dünger	22
4	Ergebnisse Interviews.....	25
4.1	Relevante Akteure auf der Nachfrageseite von sekundärem P in der Schweiz...25	
4.2	Akzeptanz unterschiedlicher Akteure und Akteursgruppen bezüglich mineralischem Recyclingdünger.....	27
4.3	Einschätzung der Marktchancen von rezykliertem P	29
4.4	Akzeptable Produktformen von rückgewonnenem P	29
4.5	Haupt Herausforderungen Akteurssicht für eine erfolgreiche Markteinführung.....	30
4.6	Instrumente, um Akzeptanz zu schaffen.....	31
4.7	Mögliche Erfolgsstrategien?	32
4.8	Kernaussagen aus den Interviews.....	33
5	Expertenworkshop	35
5.1	Qualitätssicherung	35
5.2	Preis und Finanzierung – Markt.....	36
5.3	Weiterer Prozess und Verantwortlichkeiten	37
5.4	Kernaussagen aus dem Workshop.....	38
6	Schlussfolgernde Diskussion	39
6.1	Erkenntnisse aus der Studie.....	39
6.2	Ergänzende Fragestellungen	42
6.3	Grenzen der Studie	45
7	Referenzen.....	46

Abbildungen

- Abbildung 1:** Systembild. Übersicht über ausgewählte Akteure und deren Verortung und Querverbindungen im System P-Recycling (Quelle: Recherche und Interviews). Die Pfeile indizieren P-Flüsse, die Nummerierung bezeichnet die interviewten Akteure in Tabelle 1. Genauere Beschreibung vgl. Lauftext.....19
- Abbildung 2:** Eine mögliche Abfolge von Schritten im Vorhaben Phosphorrecycling in der Schweiz, wie sie während des Workshops diskutiert wurde. Grundsätzlich sind wohl alle Akteure im Einklang mit dieser stilisierten Darstellung. Forschung ist nötig, damit Bewilligungen auf einer anerkannten Basis erfolgen können. Bestimmte technische Verfahren werden zunächst unter Laborbedingungen getestet und später müssen Pilotprojekte die Alltagstauglichkeit der gewählten Ansätze zeigen. Allerdings wird die Zahl der Pilotprojekte wegen der hohen Kosten begrenzt sein. Die erfolgten Erfahrungen informieren die politischen Stellen und letztlich wird es Aufgabe des Bundes und seiner Behörden sein, finale Grenzwerte fest zu legen. Dadurch wird ein Produkt spezifiziert, welches die Händler auf den Markt bringen und Konsumenten nachfragen können. Keinen Konsens gab es bzgl. der Frage, wo die Priorität liegt bzw. wo in dieser zeitlichen Kette der Einstieg erfolgen sollte. Sollen Landwirte aktiv werden oder ist dies Sache des Handels?44

Tabellen

- Tabelle 1:** Interviewkontakte bzw. realisierte Interviews. Zwei vereinbarte Interviews (grau) konnten trotz Interesse aus terminlichen Unvereinbarkeiten nicht realisiert werden.15
- Tabelle 2:** Teilnehmende des Phosphor-Workshops (Alphabetische Reihenfolge)17
- Tabelle 3:** In den Interviews als relevant genannte Akteure (beschränkt auf die Abnehmerseite), ihre Position zu rez-P und die damit etwaig verbundenen Herausforderungen und Gegenstrategien.....26
- Tabelle 4:** Zusammenfassende Übersicht der Ergebnisse aus den Interviews. (LW = Landwirtschaft).....48

Abkürzungen

ARA	Abwasserreinigungsanlage
Awel	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Zürich
BFE	Bundesamte für Energie
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
DüV	Dünger-Verordnung
ESSP	European Sustainable Phosphorus Platform
FiBL	Forschungsinstitut für biologischen Landbau
KVA	Kehrrichtverbrennungsanlage
LW	Landwirtschaft
NPK	Volldünger mit Stickstoff (N), Phosphat (P) und Kalium (K)

rez-P	Rezyklierter Phosphor
SBV	Schweizerischer Bauernverband
TVA	Technische Verordnung über Abfälle
UFA	Union des Fédérations Agricoles

Zusammenfassung

Der vorliegende Schlussbericht zur Akzeptanz von Phosphor aus Rückgewinnung stellt die Tätigkeiten im Modul A des Projekts *Mineralischer Recyclingdünger in der Schweiz* dar, das vom Bundesamt für Landwirtschaft in Auftrag gegeben wurde. Mit Blick auf die Akzeptanz von rezykliertem Phosphor in verschiedenen Sparten (Dünger, Nahrungsmittel, chemische Industrie) wurden Akteure zu ihrer Sichtweise des Vorhabens und möglicher Akzeptanz rezyklierten Phosphors befragt. Dazu wurde vorab eine Akteursanalyse durchgeführt. Mittels halbstandardisierten persönlichen und Telefon-Interviews mit ermittelten Akteuren wurden Erkenntnisse über das System P-Recycling in der Schweiz und der Ansichten relevanter Akteure gewonnen. Ein Workshop mit einschlägigen Experten und Praktikern trug zur Validierung des Stands der Ergebnisse und zur Diskussion weiter gehender Fragen zur Einführung von Phosphorrecycling in der Schweiz bei.

Als Hauptergebnisse sind festzuhalten:

Landwirte und der Düngemarkt stehen im Zentrum der Aufmerksamkeit. Es gibt Unterschiede bei der potenziellen Akzeptanz zwischen den Landwirtschaftsformen, etwa Futtermittel, Getreide etc., Gemüse. Bei letzterer sind die Akteure deutlich sensitiver, was die Reinheit des Stoffes angeht. Konsens kann darin gesehen werden, dass zum einen die Bedürfnisse des Bodens und zum anderen die Bedürfnisse des Landwirts als zentral angesehen werden.

Generell sind die Akteure für rez-P dieselben wie für konventionelles P. Im Einzelnen können sich neue Geschäftsfelder für manche Akteure, die noch nicht sehr stark präsent sind, ergeben.

Im Vergleich zu herkömmlichen mineralische Düngern werden für Recyclingdünger Vorteile genannt wie Ressourcenschonung, Verfügbarkeit und (eventuell) Preis. Dem stehen antizipierte Nachteile gegenüber bei der Löslichkeit, (eventuell) Preis sowie Probleme mit Schwermetallen und eine relativ energieintensive Gewinnung, welche auch das Nachhaltigkeitsargument schwächen könnte.

Grundsätzlich konnte eine breite Akzeptanz festgestellt werden gegenüber der Idee Phosphor in der Schweiz zu rezyklieren. Entscheidende Faktoren sind dabei die Qualität (im Sinne von Reinheit und konstanter Verfügbarkeit) sowie der Preis, der Konkurrenzfähigkeit ermöglichen muss. Für die am Produkt beteiligten Akteure (bei Dünger vor allem die Landwirte und Gärtner) sind ausserdem Anwendbarkeit und Wirksamkeit entscheidend. Das bedeutet, dass gerade Landwirte darauf achten, wie leicht sie den Dünger mit ihren verfügbaren Maschinen ausbringen können und dass der rezyklierte Phosphor für die Pflanzen gut verfügbar ist.

Eine Herausforderung wird darin gesehen, dass die erhoffte Nachhaltigkeit aufs gesamte Produkt (im Sinne einer Ökobilanz bzw. eines Lebenszyklusbewertung) auch tatsächlich gegeben ist. Erfahrungen durch Pilotprojekte müssen hier nötige Erfahrungen bringen. Diese Projekte sind einerseits abhängig von Bewilligungen, führen andererseits jedoch zu wichtigen Erkenntnissen über die praktischen Erfolge verschiedener technischer Verfahren, etwa in Hinblick auf die erreichbare Qualität und deren Konstanz.

Mögliche Instrumente zur Einführung von rez-P insbesondere in Düngern sind eine klare Produktspezifikation, die Prüfung und Aufnahme auf der massgeblichen Liste des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) und die Sicherung der Finanzierung (z.B. über Gebühren). Falls der Stoff mit den neuen Produkten gut angenommen wird, kann die Marktdiffusion Eigendynamik gewinnen. Aktive Promotion für rezyklierten Phosphor und Marketing über Nachhaltigkeit wären hier unterstützende Instrumente bzw. Massnahmen. Hier gilt es jedoch eine Abwägung vorzunehmen mit dem evtl. problematischen Image von «Recycling» aus Abwasser oder Klärschlamm. In diesem Zusammenhang ist auch die Idee eines «Labels» zu sehen, das einen etwaigen Mehrpreis für ein Produkt mit rezykliertem Phosphor rechtfertigt.

Um das aktuell vorhandene Momentum zu nutzen, sollte der laufende Prozess mit den Akteuren weiter ausgebaut werden. Für die Akteure ist es wichtig zu wissen, was von ihnen erwartet wird und was sie erwarten können. Langfristig ist die grösste Herausforderung, die Frage zu klären, wie eine nachhaltige, d.h. ökonomisch und ökologisch akzeptable Verarbeitung des in der Schweiz gewonnenen Phosphors vonstatten gehen kann. Themen, die weiter bzw. verstärkt behandelt werden sollten, sind:

- Die faktische Nachhaltigkeit von rezykliertem Phosphor. Hier gilt es sicher zu stellen (durch Ökobilanzen, Life-Cycle-Analysis, etc.), ob
 - tatsächlich ein Ersatz von Phosphor-Importen stattfindet und man sich damit dem Schliessen des Phosphorkreislaufs in der Schweiz annähert.
 - die Verarbeitung von rezykliertem Phosphor im Ausland stattfinden muss und wo dies günstigstenfalls sein müsste. Es ist zu prüfen, ob durch Ex- und Import die Gesamtbilanz (ökologisch wie ökonomisch) beeinträchtigt wird. Dies, um zu klären, ob das Nachhaltigkeitsargument als solches oder gar für ein Label stimmt und Ressourcenschonung stattfindet.
- Weiterführung und Intensivierung des Prozesses unter Einbezug der Akteure.
- Pilotanlagen müssen unterschiedliche Verfahren ausprobieren um nötige Erfahrungen zu generieren und die Machbarkeit zu demonstrieren. Die Palette an Verfahren soll dabei relativ weit offen gehalten werden um frühe technologische lock-ins zu verhindern.

Résumé

Le présent rapport final relatif à l'acceptabilité du phosphore de récupération présente les activités du module A dans le cadre du projet *Engrais de recyclage minéraux en Suisse* mandaté par l'Office fédéral de l'agriculture. Les acteurs concernés ont été invités à donner leur point de vue sur le projet et le potentiel d'acceptabilité du phosphore recyclé par rapport à différents domaines (engrais, denrées alimentaires, industrie chimique). À cet effet, une analyse des acteurs a été effectuée au préalable. Des entretiens personnels et téléphoniques semi-standardisés ont permis de faire le point de la situation sur leurs connaissances en matière de recyclage du P en Suisse et de recueillir leur avis personnel. Un atelier mené avec des experts et des praticiens spécialisés en la matière a contribué à valider les résultats et à soumettre au débat d'autres questions sur l'introduction du recyclage du phosphore en Suisse.

Les résultats principaux se résument comme suit :

Les agriculteurs et le marché des engrais sont au centre de l'attention. Le potentiel d'acceptabilité n'est pas le même entre les diverses formes de produits agricoles, par exemple les aliments pour animaux, les céréales, les légumes, etc. Par rapport à ces derniers, les acteurs sont plus sensibles à la question de la pureté de la substance. Tout le monde s'accorde pour dire que les besoins du sol et les besoins de l'agriculteur sont à considérer comme essentiels.

Le P recyclé concerne plus ou moins les mêmes acteurs que le P conventionnel. Cependant, il est possible que certains parmi eux qui sont encore peu présents sur le marché puissent trouver de nouveaux débouchés commerciaux.

Comparés aux engrais minéraux courants, les engrais de recyclage offrent des avantages tels que la préservation des ressources, la disponibilité et (éventuellement) le prix. Par contre, il faut s'attendre à des inconvénients en ce qui concerne la solubilité, (éventuellement) le prix, les problèmes de métaux lourds et la récupération relativement énergivore, ce qui pourrait affaiblir l'argument de durabilité.

On a pu constater que l'idée de recycler du phosphore en Suisse est généralement bien acceptée. Les facteurs décisifs sont la qualité (au sens de la pureté et de la disponibilité constante) ainsi que le prix, qui doit permettre la concurrence. Pour les acteurs concernés par le produit (avant tout les agriculteurs et les jardiniers pour ce qui est des engrais), l'applicabilité et l'efficacité sont tout aussi décisifs. Cela signifie que les agriculteurs sont particulièrement attentifs à ce que l'épandage d'engrais puisse se faire facilement au moyen des machines qu'ils possèdent déjà et à ce que le phosphore recyclé soit bien assimilé par les plantes.

Faire en sorte que la durabilité espérée s'applique réellement à l'ensemble du produit (au sens d'un écobilan ou d'une évaluation du cycle de vie) est perçu comme un défi. Les expériences faites dans les projets pilotes seront utiles à cet égard. D'une part, ces projets dépendent d'autorisations, mais d'autre part, ils permettent d'acquérir d'importantes connaissances sur le succès pratique de divers procédés techniques, en vue notamment de la qualité visée et de sa constance.

Divers instruments peuvent être envisagés pour l'introduction de phosphore de recyclage, notamment comme engrais : une spécification du produit explicite, l'examen et l'inscription sur la liste de référence de l'Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL), ou encore une garantie de financement (p. ex. par des taxes). Dans le cas où la substance est bien acceptée dans le cadre des nouveaux produits, la diffusion commerciale pourra trouver sa propre dynamique. La promotion active du phosphore recyclé et le marketing de sa durabilité constitueraient de bonnes mesures de soutien. Cependant, il y a lieu de se demander si l'image du « recyclage » des eaux usées ou des boues d'épuration n'est pas problématique. Dans ce contexte émerge aussi l'idée d'un label, qui permettrait de justifier le surcoût d'un produit à base de phosphore recyclé.

Afin de profiter de l'actuel regain d'intérêt pour cette thématique, il faudrait continuer à développer le processus en cours avec les acteurs concernés. Pour eux, il est important de savoir ce qu'on attend d'eux et ce qu'ils peuvent attendre en retour. À long terme, le défi majeur qui se pose consiste à mettre en place une transformation du phosphore récupéré en Suisse qui soit durable, c'est-à-dire acceptable au plan économique et écologique. Les thèmes qu'il convient d'approfondir sont :

- La durabilité factuelle du phosphore recyclé. Il s'agit de s'assurer (par des écobilans, des analyses du cycle de vie, etc.) que :
 - un remplacement des importations de phosphore a réellement lieu et qu'on va vers un bouclage du cycle du phosphore en Suisse ;
 - la transformation de phosphore recyclé doit avoir lieu à l'étranger, dans l'endroit considéré comme le plus favorable. Il convient d'examiner si l'exportation et l'importation influent sur le bilan total (écologique et économique), afin de pouvoir déterminer si l'argument de la durabilité est toujours valable, que ce soit en tant que tel ou pour un label, et si la préservation des ressources a réellement lieu.
- La poursuite et l'intensification du processus avec le concours des acteurs concernés.
- Les établissements pilotes doivent essayer divers procédés pour générer les expériences nécessaires et démontrer la faisabilité. La palette de procédés doit rester relativement ouverte afin d'éviter tout verrouillage technologique anticipé.

Riassunto

Il presente rapporto conclusivo sull'accettazione del fosforo riciclato illustra le attività svolte nel quadro del modulo A del progetto *Concimi minerali ottenuti dal riciclaggio in Svizzera*, commissionato dall'Ufficio federale dell'agricoltura. In vista dell'accettazione del fosforo riciclato in diversi comparti (concimi, prodotti alimentari, industria chimica), sono stati interpellati vari attori onde conoscere il loro punto di vista sul progetto e sulla possibile accettazione del fosforo riciclato. A tal fine è stata dapprima condotta un'analisi degli attori. Successivamente, mediante interviste personali e telefoniche semi standardizzate è stato possibile ottenere informazioni sul sistema del riciclaggio del fosforo in Svizzera e il parere di attori rilevanti. Un workshop con esperti del ramo e persone attive nella pratica ha contribuito alla convalida dello stato dei risultati e alla discussione di ulteriori questioni sull'introduzione del riciclaggio del fosforo in Svizzera.

Risultati principali.

Gli agricoltori e il mercato dei concimi sono al centro dell'attenzione. Ci sono differenze nell'accettazione potenziale tra le forme di agricoltura, come, ad esempio, in relazione agli alimenti per animali, ai cereali, alla verdura, eccetera. Per quanto concerne quest'ultima, gli attori sono decisamente più sensibili al tema della purezza della sostanza. Vi è un consenso sul fatto che sono fondamentali, da un lato, le esigenze del suolo e, dall'altro, quelle degli agricoltori.

In generale, gli attori del fosforo riciclato sono gli stessi del fosforo convenzionale. In singoli casi possono aprirsi nuovi campi di attività per alcuni attori che ancora non hanno una forte presenza.

Rispetto ai concimi minerali tradizionali, i concimi ottenuti dal riciclaggio presentano vantaggi quali l'uso parsimonioso delle risorse, la disponibilità e (eventualmente) il prezzo, ma anche svantaggi per quanto riguarda la solubilità, (eventualmente) il prezzo, i problemi con metalli pesanti e un'estrazione a intensità energetica relativamente elevata che potrebbe minare l'argomento della sostenibilità.

Di base si è constatata un'ampia accettazione nei confronti dell'idea del riciclaggio del fosforo in Svizzera. In merito, fattori decisivi sono la qualità (in termini di purezza e disponibilità costante) e il prezzo che deve consentire la competitività. Per gli attori interessati ai prodotti (nel caso dei concimi soprattutto gli agricoltori e i giardinieri), sono inoltre decisive l'applicabilità e l'efficacia. Ciò vuol dire che proprio per gli agricoltori è importante poter spandere facilmente i concimi con i macchinari a loro disposizione e che il fosforo riciclato sia ben disponibile per le piante.

Una sfida consiste nel fatto che la sostenibilità auspicata per tutto il prodotto (in termini di ecobilancio o della valutazione del ciclo di vita) sia data anche realmente. Nel quadro di progetti pilota si dovranno acquisire importanti conoscenze in merito. Tali progetti, da un lato, sottostanno all'obbligo di autorizzazione, ma, dall'altro, forniscono importanti informazioni sui

successi pratici di diverse procedure tecniche, ad esempio in termini di qualità conseguibile e costanza.

Possibili strumenti per l'introduzione del fosforo riciclato in particolare nei concimi sono: chiare specifiche del prodotto, l'esame e l'inclusione nell'elenco determinante dell'Istituto di ricerche dell'agricoltura biologica (FiBL) e la sicurezza del finanziamento (p.es. tramite tasse). Se la sostanza ha un buon riscontro con i nuovi prodotti, la diffusione sul mercato può acquisire una dinamica propria. Una promozione attiva del fosforo riciclato e operazioni di marketing sulla sostenibilità costituirebbero, in tal caso, strumenti e misure di supporto. Tuttavia è necessario tener presente l'eventuale immagine problematica del "riciclaggio" dalle acque di scarico o dai fanghi di depurazione. In tale contesto va vista anche l'idea di un "label" che giustifichi un eventuale prezzo maggiore per un prodotto contenente fosforo riciclato.

Per sfruttare l'attuale momento favorevole, il processo in corso dovrebbe essere ulteriormente sviluppato in collaborazione con gli attori, per i quali è importante sapere ciò che ci si aspetta da loro e cosa possono a loro volta aspettarsi. A lungo termine la principale sfida consiste nel chiarire la questione su come procedere a una trasformazione sostenibile, ovvero accettabile dal profilo ecologico ed economico, del fosforo ottenuto in Svizzera. I temi che dovrebbero essere ulteriormente trattati e approfonditi sono i seguenti.

- Sostenibilità effettiva del fosforo riciclato. Occorre appurare (mediante ecobilanci, analisi del ciclo di vita, ecc.) se
 - avviene effettivamente la sostituzione delle importazioni di fosforo e quindi si prospetta la chiusura del ciclo del fosforo in Svizzera;
 - la trasformazione del fosforo riciclato deve avvenire all'estero e dove dovrebbe essere nella migliore delle ipotesi. Va verificato se mediante le esportazioni e le importazioni si pregiudica il bilancio complessivo (ecologico ed economico) al fine di chiarire se l'argomento della sostenibilità è compatibile oppure no con un label e se le risorse sono usate con parsimonia.
- Proseguimento e intensificazione del processo coinvolgendo gli attori.
- Sperimentazione di diverse procedure in impianti pilota per maturare l'esperienza necessaria e dimostrare la fattibilità. La gamma di procedure deve rimanere relativamente ampia onde evitare lock-in tecnologici prematuri.

1 Projektgegenstand

1.1 Ausgangslage

Die Schweiz ist eine Phosphor-Senke; drei Viertel der importierten Phosphor-Menge bleibt im Land. Der Rest wird überwiegend über den Gewässereintrag und den Export tierischer Abfälle wieder aus dem System Schweiz entfernt (Binder, de Baan et al. 2009). Dabei ist Phosphor (P) eine nicht erneuerbare Ressource und ein für den Menschen und andere Organismen essentielles, nicht substituierbares Element. Die bekannten Vorräte von Rohphosphat reichen nach neueren Berechnungen (Stand 2012) mindestens für die nächsten ca. 300 Jahre (Van Kauwenbergh, Stewart et al. 2013). Roh-Phosphat ist global asymmetrisch verteilt, und die grössten abbaubaren P-Vorkommen konzentrieren sich auf wenige Staaten, vor allem auf Marokko, China und die USA, was gewisse Abhängigkeiten impliziert (Bennett and Schipanski 2013). Ungeachtet der Zeiträume der vermeintlichen Verfügbarkeit von Roh-Phosphat ist die Schonung dieser Ressource aus Nachhaltigkeitsüberlegungen angezeigt. Rückgewinnung (Recycling) ist ein möglicher Weg dazu (Michelsen, Adomßent et al. 2016). Diese Massnahme hätte zudem den Effekt, «die Abhängigkeit von steigenden, unsicheren und stark schwankenden Rohstoffpreisen und von Importen» zu verringern, und sie könnte Schweizer Unternehmen durch früh verfügbares Wissen und Knowhow Chancen in einem neuen Wachstumsmarkt ermöglichen (AWEL 2012). Für Deutschland liegt ein umfangreicher Bericht zur technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit des Phosphorrecycling vor (Pinnekamp, Everding et al. 2011). Demnach haben die Preisentwicklung für Phosphat, die Bevölkerungsentwicklung sowie die Einschätzung der Phosphatreserven Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Phosphorrückgewinnung. Entsprechend haben mehrere Länder bereits Anstrengungen unternommen, den Phosphorzyklus zu schliessen, wozu auch die Rückgewinnung im eigenen Land gehört (Hartmann 2015). Neben der Schweiz sind Deutschland, Japan, die Niederlande und England Vorreiter. In Europa ist es primär die «European Sustainable Phosphorus Platform» (ESSP)¹, die diesen Prozess vorantreibt. Auch die Schweiz ist an dieser Plattform beteiligt (so etwa das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft – AWEL, des Kantons Zürich)², denn auch in der Schweiz gibt es seit längerem Bestrebungen zur P-Rückgewinnung. Seit 01.01.2016 haben sich entsprechend auf Bundesebene die rechtlichen Grundlagen zu P-Recycling geändert, und in zehn Jahren wird dies zur Pflicht³.

¹ <http://phosphorusplatform.eu>

² <http://phosphorusplatform.eu/platform/espp-members>

³ <https://www.admin.ch/opc/de/official-compilation/2015/5699.pdf>

1.2 Ziel und Fragestellungen

Technisch ist die Rückgewinnung aus Abwasser, Klärschlamm, Klärschlammasche, tierischen Abfällen und Knochenmehl möglich. Hingegen ist unsicher, ob ein Phosphor-Rezyklat (rez-P) aus den genannten Quellen bei den verschiedenen möglichen Herstellern, Händlern und Verbrauchern akzeptiert wird und Anwendung findet. Die folgenden Leitfragen wurden vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) gestellt und im Rahmen dieses Projekts behandelt:

- Welches sind relevante Akteure auf der Nachfrageseite von sekundärem P in der Schweiz und sind diese äquivalent mit den bestehenden von Rohphosphaten bzw. seinen Derivaten?
- Wie ist die Akzeptanz unterschiedlicher Akteure und Akteursgruppen bezüglich mineralischem Recyclingdünger generell und bzgl. P-Dünger aus Sekundärquellen? Von welchen Faktoren (z.B. Schwermetallgehalt des P-Produkts) hängt die Akzeptanz ab?
- Wie schätzen unterschiedliche Akteure die Marktchancen von rezykliertem P in der Dünger- oder Tierfutterherstellung bzw. Lebensmittel- oder weiter verarbeitenden Industrie ein?
- Welche Produktformen von rückgewonnenem P erscheinen am ehesten akzeptabel?
- Welches sind Hauptherausforderungen (Potentiale und Hemmnisse) aus Akteurs-sicht für eine erfolgreiche Markteinführung sowie für die kurz-, mittel- und langfristige Nutzung von sekundärem P in Dünger?
- Welche Instrumente gibt es, um Herausforderungen bezüglich Akzeptanz zu bewältigen? Was sind mögliche Erfolgsstrategien? Welche Massnahmen sind notwendig, um die Akzeptanz zu erhöhen?

Ziel dieser Studie ist es demnach zu untersuchen, ob und unter welchen Annahmen und bis zu welchem Grad solche P-Rezyklate von den beteiligten Akteuren potenziell akzeptiert werden. Es ist zu klären, welche die Gründe für Akzeptanz/Nicht-Akzeptanz sind und welche Instrumente es für die Akzeptanzförderung gibt. Insbesondere sind Preis, Recyclingrate (langfristiges Potential), Verminderung der Importabhängigkeit, Anwendbarkeit, Kontamination mit unerwünschten Stoffen und Dauerwirkung wichtige Faktoren, welche die Akzeptanz beeinflussen können. Es stellen sich weiter Fragen zu den unterschiedlichen Anwender- und Nutzergruppen (Akteure): Wer sind diese, welche Präferenzen haben sie bezüglich der möglichen Nutzung von Phosphor aus sekundären Quellen, gibt es Unvereinbarkeiten/Übereinstimmungen?

Diese Untersuchung ist ein Projektauftrag des BLW, welches im Rahmen des Projekts Mineralische Recyclingdünger «Angebots- und Nachfragepotential mineralischer Recyclingdünger in der Schweiz» ausgeschrieben wurde (BLW, 2015)⁴. Diese Projektausschreibung umfasst zwei Module. Während Modul A (vorliegende Untersuchung) sich mit der gesellschaftlichen Akzeptanz auf der Nachfrageseite beschäftigte, untersuchte Modul B Marktvolumen, Marktpotential und Machbarkeit. Beide Projektnehmer haben ihre Erfahrungen während der Projektarbeit ausgetauscht.

⁴ http://www.blw.admin.ch/themen/00011/00076/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,Inp6I0NTU042I2Z-6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCEe4F4e2ym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--

2 Methoden

Zur Beantwortung der eingangs erwähnten Fragestellungen wurden folgende Methoden verwendet: (1) Akteursanalyse, (2) halbstandardisierte Interviews, (3) Experten-Workshop.

2.1 Akteursanalyse

Die relevanten Akteure im Phosphordünger-System Schweiz wurden durch eine desk-study eruiert und beschrieben. Akteure und Akteursgruppen und ihre wechselseitigen Beziehungen können auf vielfältige Art charakterisiert werden, etwa durch «power versus interest grids» oder Einflussdiagramme (Bryson 2004). In dieser Arbeit wurden die verschiedenen Akteure letztlich in einem Systembild angeordnet, das die Akteurslandschaft in der Schweiz zeigt (Abbildung 1). Es wurde eine Kombination aus einer top-down und bottom-up Kategorisierung der Akteure vorgenommen (Clark 2002, Reed 2008). Dazu wurden Informationen aus der wissenschaftlichen und grauen Literatur (einerseits beim Forschungsteam vorhanden, andererseits durch das BLW zur Verfügung gestellt) sowie anderen Quellen (Medienberichte⁵, Stellungnahmen zu Vernehmlassungen, Motionen und anderen politischen Vorstößen⁶) meist via Internet gesichtet und gesammelt. Entlang der Wertschöpfungs- und Produktionskette des mineralischen Phosphordüngers konnten verschiedene Akteursgruppen identifiziert und beschrieben werden, für welche ein Dünger-Rezyklat, sei es aus Klärschlamm, Abwasser, Klärschlammmasche, Knochenmehl, Nahrungsmittelabfälle oder Gülle von Bedeutung sein könnte (Tabelle 1). Zudem wurden die jeweiligen Interviewpartner (Abschnitt 2.2) nach weiteren wichtigen Akteuren gefragt («snow-balling»), bzw. es wurde der jeweilige Stand der Akteursanalyse und des Systembilds (Abbildung 1) validiert.

2.2 Halbstandardisierte Interviews

Basierend auf der Akteursanalyse wurde in einem ersten Schritt eine Reihe von verschiedenen Akteuren kontaktiert (Tabelle 1). Dadurch konnte zunächst deren Position im Gesamtsystem (Abbildung 1) präzisiert, deren Anteil am Phosphormarkt eruiert sowie ihre Relevanz für das Projekt abgeschätzt werden. Zugleich wurden Treffen für halbstandardisierte Interviews vereinbart. Letztere konnten nicht in allen Fällen realisiert werden; das Interesse und die wahrgenommene Betroffenheit waren nicht immer gegeben. Zudem konnten nicht alle kontaktierten Akteure zum Fragenkatalog Auskunft geben, weil sie nicht über das entsprechende Hintergrundwissen verfügten. So war beispielsweise das Interesse seitens der Gartenverbände Luzern und Zürich oder der Syngenta Agro AG gering. Bezogen auf die Landwirtschaft wurden aus Gründen begrenzter zeitlicher Ressourcen im Projekt nicht alle mögli-

⁵ Zum Beispiel das Medienkommuniké «Fenaco übernimmt das Dünger-Handelsgeschäft der CPH», der Fenaco Infostelle, Bern, 10. Dezember 2007.

⁶ Wie etwa die Stellungnahme des Bauernverbandes zur Totalrevision der Technischen Verordnung über Abfälle TVA.

chen Betriebsarten (z.B. Milchkuhhaltung, Getreideanbau) berücksichtigt. In Ergänzung und teilweise auch stellvertretend wurden daher Verbandsvertreter kontaktiert und interviewt. Zum Beispiel wird der Gemüsebau durch den Schweizer Gemüsebauverband vertreten; Interviews mit Gemüsebauern kamen nicht zustande. Auch bei den realisierten Interviews wurde deutlich, dass beispielsweise nicht alle Akteure Erfahrung mit den erfragten Düngerkategorien hatten (insbesondere mineralische Recyclingdünger).

Tabelle 1: Interviewkontakte bzw. realisierte Interviews. Zwei vereinbarte Interviews (grau) konnten trotz Interesse aus terminlichen Unvereinbarkeiten nicht realisiert werden.

Akteursgruppe	Akteur	Nr. in Abbildung 1	Art des Interviews
Düngerimporteur/Händler/ Düngerberatung	Landor (Fenaco)	1	Persönlich
Düngerhändler	Agroline AG (Fenaco)	2	Mail
Düngerhändler/ Grossabnehmer LW	Coop	8	Telefon/Mail
Düngerhändler/ Grossabnehmer LW	Migros MGB	8	Persönlich
Düngerproduzent/Düngerhändler	Hauert HBG	5	Persönlich
Fleischverarbeitende Industrie	Micarna	7	Telefon
Fleischverarbeitende Industrie	Pacovis Amrein AG	7	Telefon
Futtermittel	UFA	3	Telefon/Mail
Hobbygärtner	Grün Stadt Zürich	9	Telefon
Hobbygärtner	Amt für Umweltschutz Stadt Luzern	9	Telefon
Landwirtschaft	Eierproduktion	4	Persönlich
Landwirtschaft	Milchproduktion	4	Persönlich
Landwirtschaft	Fleischproduktion & BV AG	4	Persönlich
Landwirtschaft	Gemüsebau	4	Telefon/Mail
Landwirtschaft	Getreidebau	4	Telefon
Landwirtschaft/Düngerberatung der Kantone	Agridea	11	Mail
Landwirtschaftsverband	Schweizer Bauernverband	11	Persönlich
Landwirtschaftsverband	Bio Suisse	11	Persönlich
Landwirtschaftsverband	Schweizer Milchproduzenten Verband	11	Mail
Landwirtschaftsverband	IP Suisse	11	Mail
Landwirtschaftsverband	Verband Schweizer Gemüseproduzenten	11	Mail
Profigärtner	Jardin Suisse Unternehmerverband der Gärtner	9	Persönlich
Reinigungsmittel Industrie	Mibelle AG	6	Telefon
Zementindustrie	Cemsuisse	10	Telefon

Insgesamt wurden 59 verschiedene Akteure aus den Bereichen potentielle Produzenten rez-P, Düngerhersteller, Händler, alternative rez-P Abnehmer (Hobbygärtner, Landwirte, Profigärtner), Landwirtschaftliche Beratung, Verbände, Wissenschaft und Zementindustrie angefragt. Davon konnten 21 Akteure in die Untersuchung einbezogen werden. Es wurden neun persönliche Einzelinterviews (mittels halbstandardisiertem Interviewleitfaden, Dauer ca. eine Stunde) und 12 Telefoninterviews und schriftliche Befragungen (Email) mit Vertretern der Hauptakteursgruppen geführt (Tabelle 4, Anhang). Letzteres Vorgehen wurde hauptsächlich alternativ zu persönlichen Interviews realisiert, weil die Personen im anvisierten Zeitfenster nicht verfügbar waren. Zwei Interviewtermine wurden vereinbart, konnten jedoch kurzfristig nicht mehr realisiert werden. Alle persönlichen Interviews wurden aufgezeichnet und transkribiert. Die Zusammenfassung der Aussagen basiert vor allem auf den Transkripten. In fünf Fällen war das Interview nicht persönlich, sondern wurde der Interviewleitfaden (ein Beispiel für Interviews mit Landwirten ist im Anhang einzusehen) durch die Akteure elektronisch ausgefüllt und zurückgeschickt. Die Informationen aus den Telefonkontakten wurden per Handnotizen aufgezeichnet. Mit einem Vertreter der Union des Fédérations Agricoles (UFA) wurde ein Telefongespräch geführt und später eine E-Mail mit dem Fragebogen verschickt. Eine Antwort konnte auch auf Rückfrage hin nicht realisiert werden.

2.3 Expertenworkshop

In einem 2-stündigen Experten-Workshop an der ETH Zürich mit ausgewählten Vertretern ($N = 16$) wurden (1) der Stand der Erkenntnisse über Chancen und Herausforderungen der P-Rezyklierung sowie abgeleitete Optionen validiert. Es gibt bewusst wenig Überschneidung der Teilnehmenden des Workshops mit den interviewten Personen. Ziel war, eine möglichst breite Palette von Wissensständen und Interessen abzugreifen (Tabelle 2). Der Workshop diente zudem dazu, (2) den künftigen Prozess zur Einführung von P-Recycling sowie mögliche Massnahmen zu diskutieren und zu skizzieren.

Zentrales Ziel des Workshops waren demnach Reflektion über und Diskussion der bisherigen Ergebnisse aus Akteursanalyse und Interviews. Nach Einführungsstatements zu den für die Teilnehmenden brennendsten Fragen wurde seitens des Projektteams ein kurzer Input zu den bisherigen Ergebnissen vermittelt, die anschliessend validiert wurden. In einem letzten Schritt wurde anhand von Leitfragen (vgl. Aufzählung unten), abgeleitet aus den bisherigen Erkenntnissen, zum weiteren Prozess der Einführung von P-Recycling diskutiert:

- Wer muss in diesem Prozess dabei sein?
 - Bedeutung der Hauptakteure; mögliche Prozessführer; Rolle der Wissenschaft.
- Wie soll ein Prozess organisiert werden, damit rez-P eingeführt werden kann und akzeptiert wird?
- Braucht es Anreizsysteme? Falls ja, welche sind am geeignetsten?
- Vorreiterrolle der Schweiz.
 - Internationale Abstimmung bzgl. Technik/Vorschriften/Anforderungen nötig?
- Wie relevant ist evtl. Konkurrenz mit dem Ausland (z.B. rez-P aus Deutschland)?
- Bedingungen für die Zulassung (technische Voraussetzung).

Tabelle 2: Teilnehmende des Phosphor-Workshops (Alphabetische Reihenfolge)

	Name	Vorname	Zugehörigkeit/Rolle
1	Bianculli	Claudio	Zweckverband Abfallverwertung Bazenheid
2	Braun	Moritz	Awel
3	Bünemann	Else	FiBL
4	Egli	Christoph	Abwasserverband Altenrhein
5	Erny	Isolde	Ernst Basler & Partner (Auftragnehmer Modul B)
6	Estermann	Elias	TdLab ETH (Projektteam)
7	Fischler	Michel	Agridea
8	Hauert	Philipp	Hauert Dünger
9	Hermann	Ludwig	Proman Management GmbH
10	Krütli	Pius	TdLab ETH (Projektteam)
11	Kupper	Thomas	Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL
12	Meyer	Gregor	Team Frossard, ETH
13	Müller	Michael	Landor
14	Oberson Dräyer	Astrid	Team Frossard, ETH
15	Rainer	Heiniger	Zweckverband Abfallverwertung Bazenheid
16	Reiser	René	Agroscope
17	Seidl	Roman	TdLab ETH (Projektteam)
18	Gsponer	Rolf	Amt für Landschaft und Natur, Fachstelle Bodenschutz
19	Ulrich	Andrea	BLW (Auftraggeber vorliegender Studie)
20	Villiger	Andreas	Ehem. Bauernverbandspräsident AG, Vorstand ARA Sins

3 Akteursanalyse zu potentiellen Nachfragern von rezykliertem Phosphor

Tabelle 1, Seite 15, zeigt eine Übersicht über die Akteure und Akteursgruppen. Der Fokus der Untersuchung lag auf mineralischem Dünger (Abschnitt 3.1). Es wurde jedoch auch geprüft, in welchen anderen Bereichen (nebst Dünger und Futtermittel) Phosphor verwendet wird und rezyklierter Phosphor verwendet werden könnte. Wie im Abschnitt 3.1.6 beschrieben, sind dies Nahrungsmittel, Reinigungsmittel, Flammenschutzmittel und Emulgatoren. Im Folgenden werden die jeweiligen Bereiche detaillierter behandelt. Ausserdem wurde berücksichtigt, welche neuen Akteure sich für rez-P interessieren könnten, die bisher nicht als Nachfrager auftreten.

Abbildung 1 zeigt das aus den Recherchen und Interviewinformationen resultierende Systembild «P-Recycling». Dieses teilt sich grob auf in einen Rohstoffmarkt genannten Bereich und das Schweizerische System (Fokus) mit den verschiedenen hiesigen Akteuren. Die hier genannten Sektoren sind Nachfrager von Rohphosphaten und dessen Derivaten. Diese Auswahl hat sich anhand der Recherche ergeben. Es konnte nicht eruiert werden, ob ganze Sektoren, die nicht abgebildet sind, als potenzielle Nachfrager von rez-P auftreten könnten. Auf Akteursebene wäre dies durchaus denkbar. Die Pfeile zeigen die P-Flüsse zwischen den Bereichen/Akteuren (wobei die Form des P unterschiedlich sein kann). Details hierzu können auch dem Markt-Bericht entnommen werden (Dikov, Dörig et al. 2014, Seiten 91ff., insbesondere Abbildung 35). Aus den genannten Ländern werden Rohphosphate (oder häufiger auch Phosphorsäure) an die grossen Firmen geliefert. Diese verarbeiten P zu den verschiedenen Düngerbestandteilen (z.B. Triplesuperphosphate), Emulgatoren, chemischen Grundstoffen (P-Säure) etc. Diese wiederum werden an Schweizer Firmen geliefert und einem Produkt (insb. Dünger) beigemischt oder das entsprechende Produkt wird mit P-Säure erstellt (der Fall bei Flammenschutz und Reinigungsmittel). Der Konsument kauft P daher in Form der genannten Produkte oder über die in der Landwirtschaft produzierten Nahrungsmittel. Der P-Fluss von den Landwirtschaftsbetrieben zu den Schlachthöfen erfolgt in Form von Schlachttieren. Von den Landwirtschaftsbetrieben zur UFA etwa sind es Futtermittel, die mittels P-Dünger produziert wurden, wie z. B. Mais oder Soja.

Rohstoffmarkt: Dieser Bereich wird hier berücksichtigt, da während der Interviews und insbesondere im Workshop des Öfteren auf ausländische Quellen und Herkunftsländer von Phosphor Bezug genommen wurde. Die Hauptakteure dieses Bereichs sind Israel Chemicals Ltd. (ICL) und EuroChem. Firmen wie Landor oder Lonza beispielsweise sind auf dem Rohstoffmarkt aktiv und kaufen dort für ihre Düngersparte zu. Die Schweiz ist mit ihrem relativ kleinen Markt somit in das internationale Netzwerk des Phosphorhandels eingebettet, und dies spielt auch für die Pläne der Rezyklierung in der Schweiz eine Rolle.

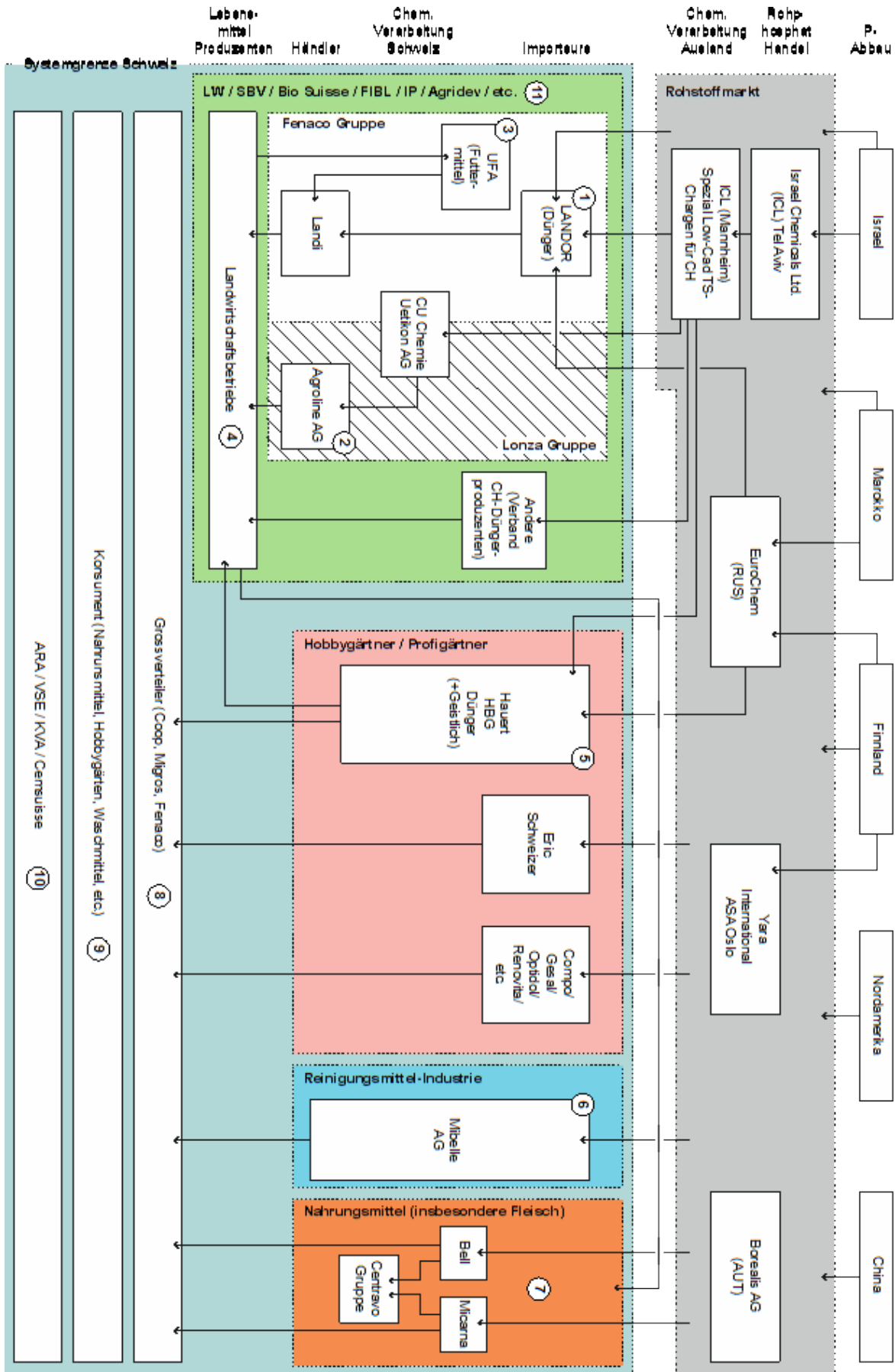


Abbildung 1: Systembild. Übersicht über ausgewählte Akteure und deren Verortung und Querverbindungen im System P-Recycling (Quelle: Recherche und Interviews). Die Pfeile indizieren P-Flüsse, die Nummerierung bezeichnet die interviewten Akteure in Tabelle 1. Genauere Beschreibung vgl. Lauftext.

Das Schweizerische System: Hier finden sich verschiedene Firmen aus der Düngerebranche sowie die Landwirtschaftsbetriebe und Verbände und Düngerberater (grün hinterlegt). Zu beachten sind hier die Verbindungen zwischen Akteuren wie Landor und Landi bzw. der CU Chemie Uetikon AG und Agroline. Beide gehören jeweils zu einer einflussreichen Gruppe (Fenaco bzw. Lonza). Ausserdem zu sehen ist der Bereich Gärtnerei (Profi- und Hobby), der mit den Grossverteilern verbunden ist. Die anderen beiden Bereiche sind die Reinigungsmittel und die Nahrungsmittelproduktion, wobei hier insbesondere Fleisch zu nennen ist (mit anderen Sparten wie Softdrinks). Details zu den beiden Bereichen Dünger und weitere Produkte finden sich in den folgenden Abschnitten.

Für die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm gibt es mehr als 40 verschiedene Verfahren, welche generell in verschiedenen Prozessschritten der Abwasserreinigung zur Anwendung kommen können (Nättorp 2014). Hier soll nur sehr kurz auf dieses Thema eingegangen werden; es wurde jedoch in den Interviews und im Workshop intensiv diskutiert. Welche Möglichkeiten für die Schweiz bestehen, wird aktuell in einem Projekt des Bundesamts für Umwelt (BAFU) geklärt. Projektergebnisse liegen noch nicht vor (lt. Frau Schenk, BAFU, 15.04.2016) und konnten in dieser Studie nicht berücksichtigt werden. Es gibt verschiedene Studien, die einen Vergleich der Verfahren vornehmen und je nach Ziel und Methode unterschiedlich bewerten (Pinnekamp, Everding et al. 2011, Glatt 2014, Fux, Theiler et al. 2015). Einen knappen Überblick gibt Schaum (2014). Demnach haben sämtliche Verfahren Vor- und Nachteile und benötigten einen nicht unerheblichen Energie- und Chemikalieneinsatz. Insbesondere für die Beurteilung der Nachhaltigkeit stellt sich daher die Frage, woher die Energie gewonnen wird und wie die chemischen «Nebenwirkungen» zu beurteilen sind (European Commission 2014). Je nach Verfahren sind die genannten Akteure unterschiedlich betroffen. Diese Problematik wurde auch in den Interviews und dem Workshop deutlich.

Laut Nättorp (2014) kristallisieren sich zwei Verfahren heraus: Einerseits ist dies die Extraktion aus Klärschlamm und andererseits die Extraktion aus Klärschlammasche. Für die zweite Variante sind Verbrennungsvorgänge, wie sie momentan in den KVAs und den Zementwerken vorzufinden sind, ungeeignet. Es müsste eine Monoverbrennung stattfinden, um die Phosphor-Extraktion aus Klärschlammasche zu ermöglichen. Ob diese Monoverbrennung direkt bei der ARA, der KVA, dem Zementwerk oder an einem anderen Ort stattfinden wird, ist mit dem heutigen Wissensstand noch nicht zu benennen. Weiterhin wird die Fällung von P aus dem Abwasser diskutiert, mit unterschiedlichen Ergebnissen für die Pflanzenverfügbarkeit (Römer 2006).

Von einigen Akteuren ist bekannt, dass sie keine bis wenig Verwendung für mineralischen Phosphor haben. Wie aus den Interviews und Stellungnahmen geschlossen werden kann, gehört dazu der Bereich Reinigungsmittel aber auch die Bio-Landwirtschaft sowie die Eigenmarken von Coop und Migros. Insbesondere ist nach Aussagen von Coop für diese Akteure auch die Hilfsstoffliste⁷ des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) mass-

⁷ <https://shop.fibl.org/de/artikel/c/bml/p/1032-hilfsstoffliste.html>

gebend, denn es wird angenommen, dass die dort verzeichneten Stoffe unbedenklich bzw. rechtlich einwandfrei sind. Wie zu erfahren von Bio Suisse, muss jeder Stoff in einem Bio-dünger vom FiBL als (chemisch, ökologisch und somit auch rechtlich) unbedenklich erklärt werden. Um einen neuen Stoff auf die Liste zu setzen, muss ein entsprechender Antrag gestellt werden.

Der Kanton Zürich hat eine zentrale Klärschlammverwertung in einer Monoverbrennungsanlage bei der ARA Werdhölzli⁸ realisiert. Die Stadt Zürich (Entsorgung + Recycling Zürich) ist Betreiberin der neuen Klärschlammverwertungsanlage⁹. Momentan wird der Klärschlamm monoverbrannt und die Asche für eine spätere Aufbereitung gelagert (www.klaerschlamm.zh.ch). Die Cemsuisse, als Verband der Schweizerischen Zementindustrie¹⁰, möchte eine stoffliche Verwertung vor der energetischen Verwertung. Damit könnte nicht nutzbarer Klärschlamm im Zementwerk verbrannt werden. Dies geschieht aktuell, und diese Verwertung ist Teil des Geschäftsmodells der Zementwerke (Quelle: Interviews sowie die Stellungnahme zu TVA-Revision¹¹). In der Schweiz sind folgende Institutionen zum Thema rez-P und Abwasser aktiv:

- Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA): Der VSA ist der massgebende schweizerische Verband für den Gewässerschutz und die Weiterentwicklung einer nachhaltigen, integralen Wasserwirtschaft. Er arbeitet und forscht seit geraumer Zeit am Phosphorrecycling in der Abwasserreinigung¹².
- Stiftung Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung (ZAR): Hier läuft ein Projekt (2014-2018), welches verschiedene Verfahren für die Verwertung von 15'000t/a Klärschlamm Asche im Kantonsgebiet Zürich bewertet¹³.
- Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA): Dieser Verband repräsentiert weniger genuine Produzenten von rez-P als die Abnehmer von Klärschlamm. Eine Nutzung des Klärschlammes in den Zementöfen mit nachfolgendem Recycling stösst hier auf Skepsis.
- Zementwerke: Holcim, Jura Cement, Vigier Cement prägen die Schweizer Zementindustrie mit sechs Produktionsstandorten. Die Hälfte des Brennstoffbedarfs der Zementwerke wird durch Substitutionsbrennstoffe wie Trockenklärschlamm, Altreifen, Kunststoffabfälle, Altöl, Lösungsmittel und Tiermehl gedeckt. Im Jahr 2006 gingen 25% des Schweizer Klärschlammes (insgesamt 200'000t) in die Verbrennung der Zementwerke (Hermann 2009). Zementwerke sind nicht direkt als Produzenten von rez-P zu charakterisieren sondern rechnen eher mit finanziellen Einbussen durch Verlust von Trockenklärschlamm für die Energie-intensive Zementproduktion.

⁸ https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/entsorgung_recycling/sauberer_wasser/klaerwerk.html

⁹ <https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/departement/medien/medienmitteilungen/2015/oktober/151001b.html>

¹⁰ <http://www.cemsuisse.ch/>

¹¹ Stellungnahmen zur Grünen Wirtschaft/ TVA Revision:
<http://www.cemsuisse.ch/cemsuisse/ueberuns/publikationen/jahresberichte/index.html?lang=de>

¹² Unter dem Link <https://www.vsa.ch/de/publikationen/tagungsberichte/632/> findet man Unterlagen der Phosphor-Recyclingtagung des VSA vom 07.11.2014.

¹³ Projektbegleitung/Koordination bei Inbetriebnahme des neuen Verfahrens: <http://zar-ch.ch/zar/kompetenzenprojekte/phosphormining/>

- AWEL: Diese Institution sorgt zusammen mit Entsorgung + Recycling Zürich (ERZ), der Stiftung Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung (ZAR) und der Firma ZAV-Recycling AG dafür, dass die Produkt- und Verfahrensentwicklung für die nasschemische Phosphorrückgewinnung (LEACHPHOS) im Sinne des Massnahmenplans Abfall- und Ressourcenwirtschaft des Kantons Zürich weiterverfolgt wird¹⁴.

3.1 Dünger

3.1.1 Hersteller von konventionellem Phosphor-Dünger

In dieser Gruppe muss zwischen Herstellern von Phosphor-Düngern für die Anwendung in der Landwirtschaft und solchen für die Anwendung in der Gärtnerei unterschieden werden. Andere potenzielle Nutzer (wie Golfclubs) wurden nicht befragt. Indirekt wurde das Thema Sportrasen jedoch durch die Firma Hauert repräsentiert, die einige Fussballfelder namhafter Bundesligavereine in Deutschland beliefert. In der Schweiz wird laut der Phosphorbilanz in Landwirtschaftsflächen (2013) knapp 6'000t mineralischer und organischer Phosphor-Dünger eingetragen (Bundesamt für Statistik 2014). Laut eigenen Angaben stellt die Firma Landor mit Sitz Auhafen Basel mehr als die Hälfte des in der Schweiz benötigten mineralischen Phosphordüngers. Landor schätzt ihren eigenen Marktanteil im Phosphor-Düngermarkt auf rund 80-85%. Dabei ist Landor genau genommen kein Hersteller von Phosphor-Dünger sondern mischt die importierten Mineralien ab.

Landor und Lonza (in Basel und Visp) sind die Hauptakteure und teilen sich laut Herrn Fichter (Agroline/Lonza) 70% des LW-Düngermarktes in der Schweiz. Auch die CU AG produziert Dünger für die Fenaco Gruppe. Die Firma Lonza bearbeitet verschiedene Geschäftsfelder, die unter anderem auch chemische Zwischenstoffe für die Landwirtschaft beinhalten. Sie verarbeitet laut Fichter zwar aktuell sehr wenig reines Rohphosphat, dafür mehr TSP (Natriumphosphat) oder Diammoniumphosphat, könnte rez-P jedoch als neues Geschäftsfeld aufnehmen. Laut Frau Erny von Ernst-Basler & Partner (siehe Modul B) ist zum Beispiel die Lonza grundsätzlich daran interessiert, ihre N-Dünger mit Phosphor aufzuwerten.

Im Garten- und Rasenbereich gibt es mehrere Hersteller von Phosphor-Dünger. Im Gartenbereich ist die Hauert AG laut dem Branchenverband der Gärtner führend (Interview mit Jardin Suisse). Konkurrenz erhält die Firma Hauert von Compo Dünger und der Eric Schweizer AG (Interview mit Firma Hauert, siehe Abbildung 1, Mitte). Im Rasendüngermarkt sind nebst Hauert, Landor/Fenaco und die Hauenstein AG präsent. Im Gartenbereich ist es schwierig abzuschätzen, wie gross der Phosphor-Düngermarkt ist und welcher Anteil von Hauert gedeckt wird. Gartendünger werden von vielen international tätigen Supermarktketten vertrieben, was den Markt unübersichtlich macht.

¹⁴http://www.awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/abfall_rohstoffe_altlasten/abfall/siedlungsabfaelle/klaerschlamm.html

Die Granulierung von P/NPK Handelsdünger für die Landwirtschaft findet (laut Interviews mit Landor/Hauert/Agroline) in der Schweiz an einem einzigen Standort statt, nämlich in der Chemie Uetikon AG. Landor verpackt und mischt im Auhafen ab, betreibt jedoch keine chemischen Prozesse.

3.1.2 *Händler von Phosphor-Dünger*

Die Agroline AG¹⁵ in Roggwil BE vertreibt die Dünger von der CU Chemie Uetikon (PK-, NPK- und Spezialdünger) und von der Lonza (Ammonsalpeter). Die Agroline AG ist eine Tochtergesellschaft der Fenaco und der Lonza. Auch für den Privatgebrauch existieren diverse Händler. In Gartengeschäften wie Hornbach, Doit, Coop Bau+Hobby, etc. trifft man auf Produkte von oben genannten Produzenten. Oftmals vertreiben auch die Produzenten ihre Dünger direkt.

3.1.3 *Grosskonsumenten: Landwirtschaft*

Die Landwirtschaft ist Grosskonsument und potentiell wichtigster Abnehmer von rez-P Dünger. Die Anwendung von mineralischen Düngern in der Landwirtschaft hängt jedoch von verschiedenen Faktoren ab. Ein Faktor ist die Betriebsform, ob es sich also z.B. um Gemüseanbau oder Graslandwirtschaft handelt. Entsprechend sind der Bedarf und die Form der P-haltigen Düngemittel unterschiedlich. Es werden Hof- und/ oder Mineraldünger appliziert. Auch auf Gemischtbetrieben kommen diverse mineralische Dünger zum Einsatz, obwohl meist ausschliesslich Hofdünger verwendet werden könnte. Der Phosphor-Entzug durch den Futterbau (Natur- und Kunstwiesen, Weiden, Grünmais) ist mit rund 20'000t (hier ist der Phosphor aus Hofdünger jedoch auch eingerechnet) klar höher als im übrigen Pflanzenbau (Ackerbau inkl. Futtergetreide, Spezialkulturen). Hier schlägt der Entzug, entsprechend auch der geringeren Fläche, mit 5'000t Phosphor (ebenfalls mit Hofdünger) zu Buche (Bundesamt für Statistik 2014).

3.1.4 *Kleinkonsumenten: Gärtnerei und Hobbygärtnerei*

P-haltiger Mineraldünger wird auch in der Profi- und Hobbygärtnerei eingesetzt. Um die Akzeptanz der Profigärtner nachzufragen, wurde Jardin Suisse kontaktiert und ein Vertreter interviewt. Hobbygärtner dagegen erachteten eine Teilnahme am Projekt als für sie nicht zwingend (etwa Hr. Doser für den Familiengärtenverein Luzern sowie Hr. Hermann für den Schweizer Familiengärtner-Verband). Es konnten daher nur kurze telefonische Interviews mit Grün Stadt Zürich (GSZ, Fr. Bossardt) und dem Amt für Umweltschutz der Stadt Luzern (Hr. Hertfort) geführt werden. GSZ sowie das Amt für Umweltschutz Luzern liessen wissen, dass es einen Gesamtschweizerischen Trend zu biologischer Düngung gibt. In Luzern versucht man dies ebenfalls zu realisieren. Die Böden in Familiengärten wurden laut Informationen von GSZ und Hauert jahrelang überdüngt. Diese Bodenbelastung versucht man nun mit dem Verbot von mineralischen Düngern zu vermindern (siehe auch Stadt Luzern 2015)..

¹⁵<http://www.agroline.ch/Produkte.8.0.html>

3.1.5 *Landwirtschaftliche Beratung*

Die Landwirtschaftliche Beratung hat einen erheblichen Einfluss auf die Landwirte und ihre Wahl der Düngung. Daher wurde ein Vertreter von Agridea und einer kantonalen Düngerberatung interviewt. Auch ein Repräsentant des Strickhofs (Kompetenzzentrum für Bildung und Dienstleistungen in Land- und Ernährungswirtschaft) sollte Auskunft geben. Dieses Interview wurde zwar ausgehandelt, konnte jedoch aus Termingründen nicht realisiert werden. Die beratenden Stellen werden jedoch als wichtige Akteure betrachtet; an sie wenden sich Landwirte bzgl. ihrer Düngerbilanzen. Neben Agridea sind weitere Akteure in diesem Feld tätig, etwa die Provimi Kliiba AG (als Teil des Cargill TM Konzerns). Sie betreibt drei Produktionsstätten für Futtermittel in der Schweiz, in Lucens, Kaiseraugst, und Gossau. Sie bietet auch Beratung zu und Verkauf von Futtermitteln an Landwirte an.

3.1.6 *Weitere Phosphor-Produkte*

Da die Landwirtschaft das Hauptabnahmefeld für rezyklierten Phosphor darstellt, standen die Interviews mit den damit verbundenen Akteuren im Mittelpunkt. Nichtsdestotrotz sind auch andere Produkte und Abnahmewege denkbar. Insbesondere Reinigungs- und Waschmittel sind hier noch immer zu nennen. Etwa 10% (1'070t) des Phosphors in den Bereichen Haushalte und Gewerbe sind an Reinigungsmittel gebunden. Wichtiger Akteur in der Schweiz ist hier die Mibelle AG. Wie Aussagen der Mibelle AG verdeutlichen, wollen die Akteure aus der Reinigungsmittelindustrie Phosphor jedoch möglichst komplett verbannen und durch Zitronensäure ersetzen (Quellen: Binder et al., 2009 sowie Interviews mit Migros, Coop, Mibelle AG). Neben Migros (Micarna) und Coop (Bell) ist noch die Fleischproduktion mit ihren phosphorhaltigen Emulgatoren zu nennen. Um den Bereich Flammschutzmittel abzuklären, wurde die Firma BASF (Ludwigshafen) kontaktiert. Ein Interview konnte jedoch wegen zu geringem Interesse an der Thematik nicht vereinbart werden. Auch Coca Cola braucht Phosphorsäure für die Herstellung ihrer Soft Drinks. Auf diesem Markt sind die Preise relativ höher. Allerdings ist der Anteil von Phosphor in diesen Branchen vergleichsweise gering. Nur 5,2% des genutzten Phosphors gehen in Prozesse ausserhalb der Landwirtschaft ein. Beispielsweise werden nur 0,6% in industriellen Anwendungen gebraucht (z.B. Keramikherstellung, Lederverarbeitung, Flamm- und Frostschutzmittel (siehe Pinnekamp, Everding et al. 2011; andere Autoren sprechen von bis zu 10%).

Bezüglich Futtermittelindustrie wurden ebenfalls telefonische Abklärungen durchgeführt (Kontakt mit UFA, Herr Hofer). UFA verpackt Phosphor aus Rohphosphaten in Futtermittel.

Ein Überblick über die nicht-Dünger-Produkte, für die Phosphorrecycling potenziell relevant sein kann bzw. die aktuell Phosphor in unterschiedlicher Form beinhalten, findet sich online unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Phosphor>. Dünger und Landwirtschaft haben sich jedoch eindeutig als wichtigste Bereiche herauskristallisiert.

4 Ergebnisse Interviews

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Interviews (Abschnitt 2.2, Tabelle 1) je Akteursgruppe in verdichteter Form dargestellt. Berücksichtigt sind auch die Ergebnisse der Akteursanalyse. Dabei sind insbesondere die Fragestellungen des Projektes im Blick, wie sie in der Einleitung genannt wurden. Eine zusammenfassende Übersicht sämtlicher Aussagen bietet Tabelle 4 im Anhang. Die folgenden Ausgangsfragen wurden als massgeblich für das Projekt definiert; entsprechend erfolgt die Darstellung der Interviewergebnisse.

4.1 Relevante Akteure auf der Nachfrageseite von sekundärem P in der Schweiz

«Wer sind die relevanten Akteure, die auf der Nachfrageseite an dem Prozess von rez-P beteiligt sind?»

Hier ist zu beachten, dass es nicht *eine* Nachfrageseite gibt, sondern eher eine Reihe von Akteuren. In den Interviews wurden aus unterschiedlichen Blickwinkeln eine Anzahl von Akteuren als wichtig erkannt, wie sie in Abbildung 1 dargestellt sind (siehe auch Übersicht in Tabelle 3). Nicht einbezogen sind dabei potenzielle Hersteller von rez-P (z.B. ARAs) oder Akteure aus der Forschung (z.B. die Eawag oder Landwirtschaftsschulen) oder Behörden (BAFU, Agroscope, BLW, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV)), die ebenfalls genannt wurden.

Weitere Akteure ausserhalb der engeren Dünger-Domäne wie Migros, Coop, Pacovis, Mircarna, Mibelle AG, UFA AG sowie BASF, die Phosphor verarbeiten, in ihren Prozessen einsetzen oder mit P-haltigen Produkten handeln, wurden ergänzend befragt. Als ein wichtiges Ziel aller Akteure in der Gruppe Nahrungsmittelindustrie werden zufriedene Kunden genannt. Dabei stützen sich diese Anbieter auf die Verbindlichkeit rechtlicher Vorgaben und Label.

Die befragten Unternehmen sind unterschiedlich stark betroffen. Während die CU Chemie Uetikon ihren Phosphor aus rückgewinnender Produktion beziehen könnte und sich somit ein neues Geschäftsfeld erschliessen liesse, sieht sich Hauert diesbezüglich nicht als proaktiver Akteur. Hauert produziert Nischenprodukte für die Anwendungsgebiete Gärten und Rasen und würde erst einsteigen, wenn der rez-P in der Landwirtschaft erprobt und akzeptiert ist. Es sollte dabei ein Nährstoff sein, der agronomisch nachgefragt wird und nicht von der Abfallwirtschaft dem Landwirt angetragen wird. Wenn das FiBL dieses Produkt auf der Hilfstoffliste hätte, wäre dies ein Vorteil. Das Thema Nachhaltigkeit spielt zumindest bei Hauert explizit eine Rolle. Eventuell müsste man ein Label kreieren, dass «Ressourcen schonend» explizit macht. Ein solcher Schritt muss jedoch gegen mögliche negative Auswirkungen abgewogen werden; einem etwaigen Marketingvorteil könnte Skepsis gegenüberstehen, da aus historischen Gründen vermutlich niemand mit Klärschlamm etwas zu tun haben will.

Tabelle 3: In den Interviews als relevant genannte Akteure (beschränkt auf die Abnehmerseite), ihre Position zu rez-P und die damit etwaig verbundenen Herausforderungen und Gegenstrategien.

	Abnehmer von P und P-Produkten	Akzeptanz rez-P	Akzeptanz Produktformen	Hauptherausforderungen	Instrumente/ Erfolgsstrategien?
Importeure	Exakt AG, Fena-co, Landor, Pacovis, CU Uetikon.	Neutral bis positiv.	Je nach Nachfrage im Inland. Reinheit wichtig. Siehe Landwirtschaft.	Konkurrenzfähigkeit mit Mineraldünger, Nachfrage	Zunächst Abwarten und bei guter Akzeptanz zugreifen Lobbying, Marketing
Düngerproduktion und -handel	Agroline AG, Eurochem, Compo Jardin AG, Coop, Hauert, HünAgro, Landi, Syngenta Agro AG.	Grundsätzlich positiv.	Siehe Landwirtschaft.	Image, Marketing, Konkurrenzfähigkeit zu Mineraldünger.	Ressourcenschonende Landwirtschaft als «Narrativ».
Landwirtschaft und Branchenverbände	Landwirte, SBV, Verband Schweizer Gemüseproduzenten.	Grundsätzlich positiv.	Unterschiedliche Optionen möglich (fest, flüssig) solange leicht und ökonomisch ausbringbar, geringer Geruch, Wirksamkeit im Boden und Pflanzenverfügbarkeit.	Ökobilanz muss stimmen, Schwermetalle und andere unerwünschte Rückstände, gleiche Qualität zu gleichem Preis im Vergleich mit Mineraldünger, Applizierbarkeit (Handling)	Im Angebot bei Händlern, evtl. Preisvorteil oder Mehrwert für Landwirt (Aufpreis zahlen).
Nahrungsmittel	Budenheim (Oetker Gruppe), Coop, Migros, Getreideverkäufer.	Grundsätzlich positiv.	Reinheit wichtig, genutzt werden verschiedene Formen: Di- und Tri-Phosphate.	Schwermetalle und andere unerwünschte Rückstände, Nachhaltigkeitsaspekt hervorheben.	Zulassung, Grenzwerte.
Chemische Industrie	BASF, EMS Chemie, Lanxess, Israel Chemicals (ICL).	Eher wenig betroffen, grundsätzlich positiv.	Reinheit wichtig.	Wirtschaftlichkeit von P aus Abwasser?	Bei BASF geschlossene Kreisläufe erstrebenswert.
Allg. Bevölkerung	Kleingärtner, etc.	Eher geringes Interesse am Thema.	Unbedenkliche Inhaltsstoffe.	Marketing, Überdüngung.	Informationen für Konsumenten über die Presse und NGOs. Botschaft: Recycling gut und unterstützenswert.

«Sind die Akteure auf Nachfrageseite von sekundärem P äquivalent mit den bestehenden Rohphosphaten?»

Bei dieser Frage wurden selten abweichende oder zusätzliche Angaben gemacht. Allerdings kann gesagt werden, dass aktuell Biobauern eine geringe Relevanz bei mineralischen Düngern haben, möglicherweise zu Abnehmern von rez-P werden könnten. Des Weiteren können Zementwerke ihre aktuelle Rolle verlieren. Ausserdem könnten Akteure wie die Firma Lonza ein neues Geschäftsfeld mit rez-P betreiben. Der Vorstand einer ARA drückte dies im Interview so aus: «Eine Lonza müsste sagen, wir steigen in solch ein Business ein mit Unterstützung des Bundes. Dies brächte wieder Arbeit in eine Randregion.»

Kurz zusammengefasst: Auf der Nachfrageseite sind sowohl bei bestehenden Rohphosphaten wie auch beim sekundären P ähnliche Akteure zu finden. Neue Akteure oder gar Sektoren konnten nicht identifiziert werden. Allenfalls könnten einzelne Akteure bei günstigen ökonomischen Voraussetzungen hinzutreten. Gefunden wurden Akteure aus der Düngerproduktion und dem Düngerhandel sowie der Landwirtschaft und diverse Branchenverbände. Auch im Bereich Nahrungsmittel und der chemischen Industrie treten einzelne Akteure hervor. Die allgemeine Bevölkerung ist vertreten etwa durch den Bereich der Hobbygärtner.

4.2 Akzeptanz unterschiedlicher Akteure und Akteursgruppen bezüglich mineralischem Recyclingdünger

«Wie ist die Akzeptanz unterschiedlicher Akteure und Akteursgruppen bezüglich mineralischem Recyclingdünger generell und bzgl. P-Dünger aus Sekundärquellen? Von welchen Faktoren (z.B. Schwermetallgehalt des P-Produkts) hängt die Akzeptanz ab?»

Für die befragten Düngerhersteller und -importeure (Wiederverkäufer) ist der Absatz ihres Produkts ausschlaggebend, was zufriedene Kunden voraussetzt. Daher wird betont, dass keine Verunreinigungen (z.B. Schwermetalle) vorkommen dürfen. Auch für Hauert ist Schwermetallanreicherung ein Thema. Diese gilt es zu vermeiden, sowohl in Gemüse als auch im Fussballrasen. Für IP Suisse ist es leichter zu akzeptieren (wenn rez-P sauber ist, gelten der Kreislaufgedanke und Klimaschutz als positive Anreize). Problematischer ist dies für Bio Suisse, da hier hohe Hürden vorhanden sind im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft. Selbst wenn der Schwermetallgehalt kontrolliert würde, muss ein solches Produkt jedoch auch energetisch sinnvoll sein. Ausserdem schreibt das Bio-Label vor, dass das Material aus dem Gestein kommen muss oder aus einem biologischen Prozess wie beispielsweise die Biogasproduktion. Für den Biolandbau ist rez-P demnach zu chemisch in der Herstellung.

Agroline ist ein wichtiger Akteur, da von diesem Akteur viele Innovationen ausgehen und ihm sehr oft eine Führungsrolle zukommt bei solchen Produktinnovationen. Agroline setzt grundsätzlich vergleichbare Anforderungen an rez-P wie an Mineraldünger was Nährstoffform und

-gehalte angeht. Das Produkt muss schwermetalldfrei, preislich konkurrenzfähig, gut verfügbar in Menge und Zeitpunkt und anwendungsfreundlich sein. Ergänzend dazu kann Andreas Fiechter, Leiter Marketing und Verkauf bei Agroline, aus einem Artikel in der Zeitschrift *Schweizer Bauer* (08.08.2015)¹⁶ zitiert werden: Er steht dem Phosphorrecycling positiv gegenüber, jedoch «muss der Schwermetallgehalt im erlaubten Rahmen liegen, die Löslichkeit der Recyclingnährstoffe muss gewährleistet sein, und wir müssen sie sinnvoll mit den anderen Rohstoffen kombinieren können.» Allerdings stellt sich auch die Frage nach dem Preis. Hier setzten auch die Bemerkungen durch Landor an. Nachhaltigkeit ist sicher ein wichtiges Ziel, aber solche Produkte müssen letztlich konkurrenzfähig sein, da der Landwirt die Möglichkeit hat im Ausland oder bei der Konkurrenz einzukaufen. Die Landwirte sind generell nicht bereit, mehr zu zahlen als für konventionelle Produkte (wobei es wenige Ausnahmen geben mag). Dabei ist laut Landor auffallend, dass die hohen Phosphor-Preise im Jahr 2008 zu vermehrten Projekten im Bereich Phosphor-Rückgewinnung geführt haben. Landor wurde bei solchen Projekten ebenfalls angefragt.

Es sollte hier nicht vergessen werden, dass auch das Ausland, vor allem Deutschland, rez-P Projekte vorantreibt. Wie im Interview mit Landor betont wurde, könnten Firmen also auch im Ausland rez-P einkaufen, wenn dieser rez-Phosphor bei niedrigerem Preis den Qualitätsanforderungen entspricht.

Wie unter anderem im Interview mit dem Schweizerischen Bauernverband (SBV) thematisiert wurde, sind Pflanzenverfügbarkeit und Ausbringbarkeit für den Landwirt essenziell für die Akzeptanz. Aber auch für die Händler und Importeure sind dies evidente Punkte. Grundsätzlich sind alle Akteure des Bereichs Nahrungsmittelindustrie zumindest neutral wenn nicht sogar positiv. Neutral oder indifferent sind solche Akteure, die weniger betroffen sind, wie etwa Nutzer von Phosphor in Emulgatoren. Bei Pacovis als Anbieter von Verpackungs- und Verbrauchsmaterial aber auch von Lebensmitteln wie Gewürzen oder Zusatzstoffen für Lebensmittelverarbeitende Betriebe sind die importierten Mengen gering. Bei Micarna wird der Phosphor bereits abgemischt geliefert.

Kurz zusammengefasst: Grundsätzlich sind alle befragten Akteure der Verwendung von rez-P nicht abgeneigt, die Betroffenheit bzw. das Interesse dafür variiert jedoch. Das grösste Akzeptanzproblem kann im Nahrungsmittelbereich identifiziert werden. Im Bereich Dünger sind Faktoren wie Qualität, Einfachheit und Ökonomie der Ausbringung essenziell für Akzeptanz.

¹⁶<https://www.schweizerbauer.ch/pflanzen/ackerbau/aus-klaerschlammasche-wird-duenger-23854.html>

4.3 Einschätzung der Marktchancen von rezykliertem P

«Wie schätzen unterschiedliche Akteure die Marktchancen von rezykliertem P in der Dünger- oder Tierfutterherstellung bzw. Lebensmittel- oder weiter verarbeitenden Industrie ein?»

Alle Akteure sind sich einig: Zur Akzeptanz wird die Qualität im Sinne von Sauberkeit des rez-P als essenziell bewertet (insbesondere genannt werden Schwermetalle, Hormone, Antibiotika). Wie etwa Bio Suisse betonen, sind Grossverteiler und auch Bio Suisse marktorientiert und daher ist Vertrauen essenziell. Insgesamt legen die Ergebnisse daher nahe, dass der Konsument rez-P akzeptieren wird, falls das Produkt vergleichbar und nach engen Standards qualitativ hochwertig ist. Es braucht dazu jedoch glaubwürdige Akteure, denen man eine solche Aussage abnehmen würde. Es stellt sich daher die Frage, wer als glaubwürdiger Akteur in Frage kommt, der die Unbedenklichkeit des Produkts bestätigt. Beispielsweise sieht sich der SBV nicht als solcher Akteur. Hier wird eindeutig der Wissenschaft diese Rolle zugeschrieben; Akteure wie die ETH, Agroscope, oder die Eawag werden als zentral angesehen. Andererseits vertrauen die Konsumenten (z.B. Bauern) auf die Händler, die ihrerseits auf Zertifikate und wissenschaftliche Aussagen vertrauen (müssen), die sich etwa in Grenzwerten widerspiegeln. Landor äussert grosse Offenheit bzgl. dem technischem Verfahren. Wenn die Wissenschaft bestätigt, dass ein Verfahren in Ordnung ist, dann ist es auch unerheblich aus welcher Quelle, sei es Abwasser, Knochenmehl, etc., der Phosphor rezykliert wird. Die Hauptsache ist die Reinheit des Produkts.

Kurz zusammengefasst: Die Marktchancen von rez-P und entsprechenden Produkten werden relativ positiv bewertet. Finanzierbarkeit und glaubhafte Kommunikation werden als wichtige Elemente genannt.

4.4 Akzeptable Produktformen von rückgewonnenem P

«Welche Produktformen von rückgewonnenem P erscheinen am ehesten akzeptabel?»

Die interviewten Landwirte bestätigten generell Aussagen anderer Akteure zu Preis, Ausbringbarkeit und Qualität. So werden letztlich zwar keine Vorteile bei der Handhabung erwartet, jedoch sollte der neue Dünger ähnlich wie bisheriger gut ausbringbar sein – die praktische Anwendbarkeit ist somit sehr wichtig. Weiterhin besteht ein Zusammenhang zwischen Preis und Faktoren wie Löslichkeit, Zusammensetzung und Pflanzenverfügbarkeit, Farbe und Geruch, wobei letztere eher untergeordnete Faktoren sind. Wasserlöslichkeit ist nicht unverzichtbar. Sowohl Landor, Agridea als auch die befragten Landwirte erwarten und präferieren eher einen Festdünger. Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, wird der Preis noch wichtiger. Bezüglich dem Faktor Preis gab es jedoch unterschiedliche Ansichten – die

einen meinen, dass einige Landwirte aus Gründen der Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung einen (geringen) Mehrpreis zahlen würden. Andere dagegen erwarten höchstens einen gleichen Preis wie herkömmlicher Mineraldünger oder gar einen geringeren Preis.

Bei Akteuren des Bereichs Nahrungsmittel wie Coop oder Migros allerdings wird stark betont, dass sie ein Restrisiko für Verunreinigungen tragen und sich daher auf äusserst hohe Qualität verlassen müssen. Keiner will im «Kassensturz» des Schweizer Fernsehens an den Pranger gestellt werden. Das Preis-Leistungsverhältnis muss stimmen, und Verunreinigungen müssen ausgeschlossen werden können. Daneben wird betont, dass die gesamte Kette der Erzeugung berücksichtigt werden muss, im Sinne der Nachhaltigkeit, also etwa die zur Wiedergewinnung nötigen Energie- und Wasserressourcen (Ökobilanz) mitbetrachtet werden müssen.

Für die Verwendung in Flammschutzmitteln wurde seitens der BASF mitgeteilt, dass die Betroffenheit von einer Einführung von rez-P eher gering sei. Grundsätzlich wird die Rezyklierung von Phosphor als eminent wichtig angesehen; auch bei BASF legt man Wert auf geschlossene Kreisläufe. Auch in diesem Geschäftsfeld wird Akzeptanz von rez-P durch Sauberkeit gewährleistet sein. Verschmutzungen wie Arsen, Schwermetalle, oder Radioaktivität sind mögliche Problemfelder. Die Akteure in diesem Bereich geben sich eher neutral bis positiv. Entscheidend sind insbesondere bei den Grossverteilern zufriedene Kunden. Hier ist man in Bezug auf «Restrisiken» durch Verunreinigungen noch sensitiver.

Kurz zusammengefasst: Potenziell akzeptable Formen von rez-P sind beim Düngemarkt ähnlich zu beschreiben wie bei bisherigem Mineraldünger (inklusive der Faktoren Reinheit, Ausbringbarkeit, Löslichkeit, Zusammensetzung und Pflanzenverfügbarkeit, Farbe und Geruch). Auch im Bereich der chemischen Industrie ist Reinheit ein wichtiger Faktor, wenn rez-P, Rohphosphat mineralischen Ursprungs ersetzen soll.

4.5 Hauptherausforderungen Akteurssicht für eine erfolgreiche Markteinführung

«Welches sind Hauptherausforderungen (Potentiale und Hemmnisse) aus Akteurssicht für eine erfolgreiche Markteinführung sowie für die kurz-, mittel- und langfristige Nutzung von sekundärem P in Dünger?»

Als Hauptherausforderungen werden über die unterschiedlichen Akteure hinweg Preis, und Qualität genannt sowie die Frage, welche Voraussetzungen solch eine Einführung behördlicherseits nötig hätte. Zu den ersten Punkten ist oben schon geschrieben worden. Es ist klar, dass die angewandte Technik wissenschaftlich anerkannt, der Preis grundsätzlich vergleichbar und die Qualität gewährleistet sein muss. Zum Punkt Aktivitäten der Akteure ist zu sagen, dass hier kein Konsens herrscht. Zwei der befragten Landwirte sind dafür, dass der Impetus vom Bund kommen muss. Auch einer der befragten Händler äussert sich dementspre-

chend. Es genüge letztlich die Zulassung vom Bund, dann würden sie das Produkt ins Sortiment aufnehmen. Ein anderer Händler betont jedoch, dass die Landwirtschaft der entscheidende Akteur sein wird. Der zugrundeliegende Gedanke ist dabei: Wenn es auf deren Feldern funktioniert, dann hat rez-P eine Chance. Beide Aussagen gehen von der regulatorischen Bedeutung des Bundes aus; es wird in der zweiten Ansicht aber die Bedeutung des Landwirts und dessen aktive Nachfrage betont.

Ausserdem wird es wichtig sein, das Image von rez-P und möglichen Produkten zu sichern. So sieht etwa Agroline das Image sowie das Marketing als Herausforderungen, neben kommerzieller Konkurrenzfähigkeit. Auch die Grenzwerte werden als Herausforderung gesehen, denn sie gilt es einzuhalten. In diesem Zusammenhang ist es für den SBV herausfordernd, wenn es für die Rohstoffe für Dünger keine Grenzwerte gibt, jedoch für das landwirtschaftliche Produkt und bei diesem eine Überschreitung festgestellt wird. Auch über die Höhe der Grenzwerte ist man unterschiedlicher Meinung: Agroline schätzt z.B. den Grenzwert für Cadmium in der Schweiz als zu hoch ein, der SBV sieht vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit diesen Wert als sinnvoll an (da keine Anreicherung stattfindet). Allerdings kostet die entsprechende Qualität zusätzliches Geld, wie Landor betont, und darüber hinaus setzten diese Normen den möglichen Verfahren für rez-P enge Grenzen.

Kurz zusammengefasst: Die Hauptherausforderung dürfte sein, ein Verfahren zu finden, dass möglichst vielfältige Anwendungen ermöglicht, d.h. die Voraussetzung akzeptabler Produktformen erfüllt, insbesondere die Qualität und die Einhaltung verschiedener Grenzwerte (im Zwischen- oder Endprodukt).

4.6 Instrumente, um Akzeptanz zu schaffen

«Welche Instrumente gibt es, um Herausforderungen bezüglich Akzeptanz zu bewältigen?»

Wenn es um weitere Schritte und Massnahmen geht, so gehen die Meinungen der befragten Akteure relativ weit auseinander. Während sich der SBV wünscht, dass es bei gleichem Preis wie herkömmlichem Phosphor weiter keiner speziellen Massnahmen bedarf, sehen andere durchaus nötige Anstösse durch den Bund (d.h. finanzielle Anreize, Betonung einer Ressourcen schonenden Landwirtschaft, entsprechendes Marketing). Für die Landwirtschaft sind etwa Label insofern wichtig, als damit verbundene Vorschriften (Bio/IP/ÖLN) einzuhalten sind und sie eine gewisse Sicherheit schaffen. Laut dem Verband Schweizer Gemüseproduzenten könnte man beispielsweise an die Diskussion um Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit anknüpfen, und daher müsste dies als Anliegen des Bundes von diesem gefördert werden. Dies wird wohl am ehesten über finanzielle Anreize stattfinden müssen.

Für den Fall aber, dass rez-P teurer ist als herkömmlicher Phosphor, hat er einen Wettbewerbsnachteil. Die Frage, ob Phosphorrecycling ökonomisch wie auch energetisch sinnvoll

ist und wie die Markteinführung vor sich gehen soll, wird somit zur Marktfrage. Ein Händler betont, dass die aktuellen Phosphorpreise eine Diffusion von rez-P nicht erleichtern (der Phosphor ist zu billig). In diesem Fall müssten Anreize geschaffen werden. Aktuell wird für die Klärschlamm Entsorgung bezahlt, und es ist für andere Akteure ein Geschäftsfeld. Dies gilt es zu berücksichtigen.

Gefragt nach dem eigenen Einflusspotenzial in Bezug auf den erfolgreichen Einsatz von rez-P im Bereich Nahrungsmittel sehen zumindest die beiden Grossverteiler Migros und Coop eine gute Möglichkeit durch Marketing für wiedergewonnenen Phosphor und damit «nachhaltige» Produkte zu werben. Der Konsument wird über Presse und NGOs informiert werden, und Recycling könnte dabei gut ankommen und unterstützt werden. Es sollte auf diese Weise eine Selbstverständlichkeit werden, wie es ja schon Recyclingpapier gibt und wie auch Metalle und Glas selbstverständlich recycelt werden.

Kurz zusammengefasst: Verschiedene Instrumente wurden genannt, darunter Massnahmen bzgl. der rechtlichen Rahmenbedingungen für rez-P., Marketing (evtl. mit Betonung der Nachhaltigkeit) und finanzielle Anreize.

4.7 Mögliche Erfolgsstrategien?

«Was sind mögliche Erfolgsstrategien? Welche Massnahmen sind notwendig, um die Akzeptanz zu erhöhen?»

Diese beiden Fragen werden hier zusammengefasst behandelt. Zu Beginn des Interviewleitfadens wurden die Teilnehmenden gefragt, wer ihrer Meinung nach die Hauptakteure im Prozess sind. Diese wären also als treibende Kräfte anzusehen, die Massnahmen umsetzen können oder in bestimmten Strategien aktive Rollen übernehmen. Hier wird vor allem die Wissenschaft genannt (10 Nennungen), gefolgt von den Düngerverkäufern (5). Konsument, ARA, Düngerindustrie, Landor, Fenaco, Bio Suisse und FiBL; Gesetzgeber werden jeweils nur einmal von den Interviewten als mögliche Hauptakteure genannt.

Hier gibt es unterschiedliche Betrachtungsweisen. Beispielsweise sagen Landwirte, dass ein Produkt auf dem Markt erhältlich sein muss. Das heisst, die Händler müssen das Produkt ins Angebot aufnehmen und fördern. Eventuell könnte man betonen, dass dies nachhaltiger sei, sodass die Landwirte auch wirklich nachfragen. Der Landwirtschaft kommt eine wichtige Bedeutung zu bei der Einführung – sie muss das Produkt wollen. Der Handel wird sich bei entsprechender Produktsicherheit und Nachfrage schnell auf rez-P einstellen.

Der SBV sieht dies ähnlich und meint, dass die Einführung von rez-P von selbst kommen soll. Finanzielle Anreize werden vom Verband Schweizer Gemüseproduzenten und IP-Suisse genannt, wobei letztere spezifizieren, dass eine Verbilligung durch offizielle Gelder

eine Rolle spielen könnte, eventuell im Rahmen eines generellen Ressourcenschutzprogramms des Bundes.

Pilotanlagen und -studien werden als gute Strategie angesehen und werden unterstützt. So könnte etwa der Verband Schweizer Gemüseproduzenten (VSGP) Gemüsebaubetriebe für einen solchen Pilotversuch vermitteln. Ein von Cemsuisse initiiertes Projekt beinhaltet auch den Bau einer Pilotanlage bei einer ARA. Der Vorteil wird laut Cemsuisse darin gesehen, dass die vorhandene Infrastruktur der Gemeinden und der Städte im Bereich der Abwasserreinigung weiterhin vollumfänglich genutzt werden kann. Auch bei Landwirten finden Pilotanlagen Zustimmung. «Sofort, das würde ich einsetzen. Das Risiko muss einfach getragen werden» betonte ein befragter Bauer.

Kurz zusammengefasst: Wie schon gezeigt, müssen Qualität, Preis und Handhabbarkeit von rez-P Produkten stimmen, dann braucht es unter Umständen gar keine weiteren Massnahmen. Entsprechende Bestimmungen des Bundes gestützt auf wissenschaftliche Erkenntnisse sind dabei zentral. Pilotanlagen werden unterstützt.

4.8 Kernaussagen aus den Interviews

Die Interviews können zu nachfolgenden Kernaussagen verdichtet werden:

- *Das Produkt muss qualitativ einwandfrei sein (z.B. bzgl. Schwermetall, Radioaktivität);*
- *Die Anwendbarkeit (in der Landwirtschaft) muss einfach sein (z.B. kein «Mehl»);*
- *Es braucht Bundesvorgaben (dieselben Anforderungen wie für konventionelle Produkte), und diese müssen erfüllt sein;*
- *Dem Preis kommt eine entscheidende Rolle zu (d.h. niedriger bis max. gleich wie ein konventionelles Produkt);*
- *Es braucht allenfalls Anreize für die Markteinführung, jedoch ohne Druck/Zwang;*
- *Die gesamte Marktkette muss eingebunden und bzgl. Nachhaltigkeit bewertet werden;*
- *Die Forschung spielt eine wesentliche Rolle bezüglich Unbedenklichkeits-Attest;*
- *Der ökologische Nachhaltigkeitsgedanke spielt mit, ist jedoch nicht zentral;*
- *Der Anstoss muss von den Produzenten (ARA) bzw. der öffentlichen Hand ausgehen;*
- *Pilotstudien werden nicht nur begrüsst sondern sind ein wesentliches Element für die Handhabbarkeit und Unbedenklichkeit;*

- *Die wichtigen Akteure wie die Händler zeigen Bereitschaft, sich an der Einführung von rez-P aktiv zu beteiligen;*
- *Die Landwirtschaft wird der wichtigste Abnehmer von rez-P Produkten sein;*
- *Widerstand gegen die Einführung von rez-P könnte allenfalls seitens der Düngerproduzenten, des Handels und der Zementindustrie kommen.*

5 Expertenworkshop

Während des Workshops wurden die Ergebnisse der bisherigen Arbeiten in kondensierter Form präsentiert und eine Diskussion über die in Abschnitt 1.2 genannten Leitfragen initiiert. Der Workshop lieferte weitergehende Erkenntnisse darüber, welche Schritte und Massnahmen zur Einführung eines P-Recyclings nötig und sinnvoll sind. Die Diskussion offenbarte Übereinstimmung in manchen Fragen aber auch explizite und implizite Unterschiede in den Auffassungen der Akteure. Drei Themen sollen hier exemplarisch beleuchtet werden, da sie von grösster Wichtigkeit für die zukünftige Gestaltung des Prozesses sein dürften.

- Qualitätssicherung
- Preis und Finanzierung – Markt
- Weiterer Prozess und Verantwortlichkeiten

5.1 Qualitätssicherung

Die Qualität entscheidet, ob sich ein Produkt durchsetzen kann oder nicht, darüber sind sich die Teilnehmenden des Workshops einig. Wie schon in den Interviews aufschien, ist die Reinheit des rez-P ein sehr wichtiger Faktor, sei es in der Landwirtschaft oder in anderen Produkten. Für die Düngerbranche etwa ist entscheidend, was in den Boden gebracht wird, welche Gefahren der Anreicherung von unerwünschten Stoffen sich ergeben aber auch, was der Boden jeweils genau benötigt. Hier bestand Konsens, dass der Boden in den Blickpunkt gerückt werden soll. Diese Frage sollte geklärt werden, bevor ein technischer Prozess definiert wird, der ein bestimmtes Produkt zur Folge hat. Es wurden die Herausforderungen der Machbarkeit und den entsprechenden Verfahren angesprochen. Organische Verunreinigungen können etwa mittels Verbrennung eliminiert werden, andere Stoffe hingegen bedürfen anderer Verfahren. Metalle etwa müssen abgereichert werden. Gefordert wurden in der Diskussion Offenheit bzgl. der Verfahren, wissenschaftliche Absicherung und Pilotanlagen. Offenheit gegenüber Verfahren bedeutet vor allem aus Sicht der ARA, dass verschiedene Möglichkeiten möglichst lange offen gehalten werden, weil sonst lehrreiche Erfahrungen evtl. nicht gemacht werden können. Pilotanlagen sind daher wichtig, um die Verfahren unter Realbedingungen zu testen. Vieles sei bekannt, vieles jedoch auch noch nicht; daher ist die wissenschaftliche Begleitung sehr relevant. Es wird wohl nicht eine «one-size-fits-all» Lösung geben, sondern es muss auf die jeweiligen Bedingungen eingegangen werden, wie zum Beispiel Rahmenbedingungen für die Qualität, aktuelle Marktpreise, nationale und internationale Konkurrenz.

Eine ARA zum Beispiel muss schon jetzt bestimmte Gesetzesvorgaben erfüllen. Hier wurde von einem Teilnehmer eine Analogie mit den hormonaktiven Substanzen gesehen, denn 80% der hormonaktiven Substanzen müssen in der ARA entfernt werden, wie es im Gewässerschutzgesetz steht. Auch vor dieser damals neu eingeführten gesetzlichen Regelung hat

man eng mit der Wissenschaft zusammengearbeitet. Für das Phosphor Recycling sollte dies ähnlich ablaufen.

Die «Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau» (GRUDAF)¹⁷ der Agroscope zeigt der Landwirtschaft eine relativ einheitliche Sicht der Phosphordüngung auf. Eine Idee wäre also, dass der Landwirt bezogen auf rez-P spezifisch informiert wird und hierdurch eine Nachfrage durch die Landwirtschaft erzeugt würde. Dies brächte den ganzen Marktprozess in Gang, und rez-P würde zum Selbstläufer, ohne weitere Anreize (wie dies schon oben bei den Interviews von einigen Akteuren gesehen wurde, vgl. etwa Abschnitt 4.7).

Mit Blick auf die Konstanz von Qualität und Phosphatgehalt wurde diskutiert, dass es schwierig werden könnte, die nationalen und internationalen Standards zu erreichen. Beispielsweise wurde im Workshop festgestellt, dass der Phosphatgehalt im Endprodukt möglichst konstant sein muss, was jedoch im Ausgangsmaterial (z.B. Klärschlamm) nicht unbedingt gegeben ist. Eine sinnvolle und von allen mitgetragene Festlegung von Rahmenbedingungen kann aktuell somit noch nicht erfolgen. Genannte Schwankungen werden jedoch einbezogen bei der Erstellung (d.h. der wissenschaftlichen Erarbeitung) der Grenzwerte und stellen diese vor nicht unerhebliche Forschungs Herausforderungen.

Jedoch wird zugleich gefordert, dass möglichst bald Qualitätsmerkmale festgelegt und Produkte spezifiziert werden. Aktuell werden nämlich noch keine Produkte für den Markt zugelassen, da die Kontinuität noch nicht gegeben ist. Provisorische Bewilligungen unter bestimmten Auflagen gibt es aktuell nur für Forschungszwecke.

Akteure, die auf eine Bewilligung warten, argumentieren daher für Offenheit bzgl. der Technik. Sie sehen ein Problem darin, wenn sich zu schnell auf ein technisches Verfahren festgelegt wird. Am Ende soll der Kunde entscheiden. Andererseits müssen die Qualitätskriterien klar definiert sein, um allfällige Risiken transparent zu diskutieren und auch abzdämpfen. Daher müssen die Behörden die Rahmenbedingungen für die Qualität festlegen. Ein guter Austausch und Informationsfluss zwischen den Akteuren muss gewährleistet sein. Dies wird in Kapitel 6 mit einer Visualisierung illustriert (Abbildung 2).

5.2 Preis und Finanzierung – Markt

Im Workshop wurde auch über den Preis von rez-P bzw. den möglichen Produkten diskutiert und wie schon in den Interviews als ein neben der Qualität wichtiger Punkt identifiziert. Dabei ist die Frage von grosser Relevanz, welches Produkt auf welchem Markt platziert werden kann. Sobald ein Produkt spezifiziert wird und auf den Markt kommt, wird auch die Konkurrenz mit dem Ausland und dortigen Produkten ein Thema, wie ein Teilnehmer zu bedenken gab. Daraus folgte die Diskussion, wie der Schweizer Prozess in den Markt und die laufenden Prozesse in Europa eingebunden wird. Es wurde vorgeschlagen, dass sich die Schweiz, insbesondere die Händler bei ESSP mehr einbringen sollten. So wurde ausgesagt, dass die Händler und der Markt auf dieser Plattform noch zu wenig aktiv seien. Diese Plattform ist auch bezüglich Markt und Vorschriften führend, und die Schweizer Akteure sollten sich hier

¹⁷<http://www.agroscope.admin.ch/gewaesserschutz-stoffhaushalt/00755/07896/index.html?lang=de>

mit anderen Ländern wie Deutschland, den Niederlanden, England und Japan bzgl. der Vorschriften austauschen. Es wurde aber zugleich deutlich, dass die Schweiz hier bereits gut vernetzt ist und beispielsweise das BLW im Austausch mit anderen Ländern ist. Damit zusammen hängt die Forderung, dass die gesetzlichen Grundlagen (für Spezialdünger) konform mit den REACH Kriterien (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)¹⁸ sein sollten. Dies ist wichtig, damit die Anbindung zum EU-Export gegeben ist. Angesichts der geplanten durch die Rezyklierung gewonnenen Mengen an rez-P ist der Schweizer Markt zumindest langfristig vermutlich zu klein¹⁹.

Eine Verbindung zum ersten Punkt, der Qualität, besteht darin, dass eine Abklärung, welche Möglichkeiten auf dem internationalen Markt für ein zukünftiges rez-P-Produkt bestehen, eine Präzisierung des Produkts bedingte. Darüber hinaus wurde im Workshop geäußert, dass es aktuell weltweit gesehen nur eine geringe Nachfrage für rez-P gibt. Es gäbe inzwischen etwa 30 Produzenten und alle hätten Mühe ihr Produkt zu verkaufen, so ein Workshopteilnehmer. Daher ist es sinnvoll, die Marktseite zu erforschen und ggf. die nötigen Anreize zu schaffen. Zum Teil wird «Recycling» als negativ konnotiert angesehen, wie ein Workshopteilnehmer hervorgehoben hat. Man wird abwägen müssen, ob man das Wort Recycling möglichst vermeiden müsste, da es im Zusammenhang mit Dünger und letztlich Nahrungsmitteln negativ belastet ist.

Daneben stellt sich die Frage, wie das ganze System finanziert wird. Hier gibt es vor allem zwei mögliche Szenarien. Entweder das Produkt wird so gut, dass es als Selbstläufer in den Markt gebracht werden kann. Oder es braucht eine Finanzierung, welche über (Abwasser-) Gebühren stattfinden wird. Dabei sei, so ein Teilnehmer, in der EU der Tenor ähnlich wie der während des Workshops für die Schweiz geäußerte, dass nämlich eine Finanzierung über Gebühren erforderlich sein wird, wobei der Landwirt nicht belastet werden darf. Der Landwirt schaut notwendigerweise auf den Preis, und die wenigsten werden einen Mehrpreis für rez-P zahlen wollen oder können.

5.3 Weiterer Prozess und Verantwortlichkeiten

Der dritte Punkt weist in die nähere Zukunft und beschäftigt sich mit der Rollenverteilung unter den Akteuren. Hierzu gab es in den Interviews sowie im Workshop unterschiedliche Ansichten der Teilnehmenden. Es offenbart sich, dass die Akteure jeweils bestimmte Voraussetzungen bei jeweils anderen Akteuren sehen. So sieht etwa der Landwirt, als Kunde oder Anwender, alle übergeordneten Ebenen in der Pflicht. Geht es beispielsweise um die Produktcharakteristika oder die Frage, welches Verfahren zum Einsatz kommt, so ist die Stufe der Abwasserreinigung (ARA) zu betrachten, und der Bund muss die Führung übernehmen. Der Landwirt solle erst mit einem fertigen Produkt in den Prozess einbezogen werden. Landwirte sind keine Experten für die technischen Verfahren und können das rez-P-Problem nicht selbst lösen. Vielmehr sind Pilotanlagen nötig, die der Bund genehmigt oder anstößt.

¹⁸Siehe <http://www.reach-metals.eu/>. Es geht dabei um die wichtige Frage der Risikobewertung zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Ökosysteme.

¹⁹Siehe auch «European eMarket platform for recovered nutrients», <http://e-market.phosphorusplatform.eu/>

Auch Agroscope ist ein dem Landwirt vorgelagerter Akteur, welcher dem Landwirt rät, wie er düngen soll.

Hierzu gibt es jedoch auch andere Stimmen (etwa von den Düngerhändlern), die sagen, dass der Landwirt eine wichtige Rolle einnehmen muss und auch als Protagonist auftreten soll, damit auch von der Nachfrageseite ein Sog ausgeht. Aus der Perspektive der Landwirtschaftsentwicklung soll das Bedürfnisprofil des Landwirts als Ankerpunkt gesehen werden.

Planungssicherheit ist ein wichtiger Aspekt, der von allen Akteuren befürwortet wird, der jedoch aus unterschiedlicher Perspektive unterschiedliches bedeutet. Planungs- und Finanzierungssicherheit ist etwa aus Sicht der potenziell beteiligten Hersteller und Händler wie auch der Landwirte essenziell, weshalb diese Akteure die Behörden bzw. den Bund am Zug sehen. Das heisst, die Behörden müssen die (rechtlichen) Rahmenbedingungen für die Qualität festlegen und wenn auch nur provisorisch, um den Prozess zu beschleunigen und schneller Ergebnisse durch Pilotanlagen zu bekommen. Andererseits wurde geäussert, dass die (ökonomischen) Rahmenbedingungen von den Grossverteilern abgesteckt werden, denn sie entscheiden, welche Produkte auf den Markt kommen oder auch nicht.

Welche Akteure auch immer in welcher Position gesehen werden, Konsens bestand jedenfalls darin, dass ein moderierter Prozess zu etablieren ist, der Düngemittel-Stakeholder und Landwirte einbezieht. Auch dürfte eine internationale Abstimmung ein wichtiger Faktor sein, der sowohl die Rolle der Akteure als auch die Frage von Markt und Produktqualität tangiert. Dabei hat das BLW betont, dass Kontakt und Austausch international besteht. Das P-REX Programm zusammen mit der ESSP Plattform sind aktuell die besten Informationsquellen über diesen internationalen Prozess. Ein Workshopteilnehmer nahm den Prozess zu den Mikroverunreinigungen als Modell und schlug vor, sich daran zu orientieren.²⁰

5.4 Kernaussagen aus dem Workshop

Aus dem Workshop lassen sich folgende Kernaussagen und -fragen ableiten:

- *Kann das Produkt für sich selbst am Markt bestehen –oder braucht es Gebührenerfinanzierung wie bisher;*
- *Der Boden ist wichtig (das umfasst die Bedürfnisse des Bodens sowie die Pflanzenverfügbarkeit; ausserdem stellt sich die Frage nach neuen Düngerprodukten gegenüber der reinen Substitution der bekannten auf dem Markt erhältlichen);*
- *Der Landwirt und seine Bedürfnisse sollten im Zentrum stehen;*
- *Qualität, Ausbringung (evtl. auch ein Zwischenprodukt) und Preis sind die essenziellen Punkte;*
- *Die internationale Abstimmung soll bei allen Akteuren gegeben sein;*
- *«Woher kommt Nachfrage?» als Kernfrage für den Absatz eines Produktes;*
- *Sollten Bewilligungen leichter vergeben werden;*
- *Die Sinnhaftigkeit der neuen Düngerkategorie («Mineralische Recyclingdünger») wurde auch angezweifelt.*

²⁰Der Bezug galt dem Prozess zwischen der ARA Regensdorf und der Eawag, <http://www.eawag.ch/de/abteilung/eng/projekte/abwasser/strategie-micropoll/pilotprojekt-regensdorf/>

6 Schlussfolgernde Diskussion

6.1 Erkenntnisse aus der Studie

Die Studienergebnisse liefern Erkenntnisse bezüglich Akzeptanz sowie Chancen und Herausforderungen rund um Phosphorrezyklierung in der Schweiz. Neben Voraussetzungen für eine Aufnahme von möglichen rez-P-Produkten durch verschiedene Akteure und dem Markt standen auch mögliche Massnahmen zur erfolgreichen Prozessgestaltung im Fokus. Im Folgenden werden die Ergebnisse entlang der Leitfragen des Projektes diskutiert.

1. *«Wer sind die relevanten Akteure, die auf der Nachfrageseite an dem Prozess von rez-P beteiligt sind? Sind die Akteure auf Nachfrageseite von sekundärem P äquivalent mit den bestehenden Rohphosphaten?»*

- Durch die Interviews und den Workshop ist klar geworden, dass die Landwirte im Zentrum stehen, da sie die potenziellen Hauptnachfrager in der Schweiz von rez-P sein würden. Dabei heisst dies nicht unbedingt, dass sie als erste aktiv werden sollen. Es meint aber, dass es um die Bedürfnisse des Landwirts geht und dass die diesem Verbrauchsakteur vorangehenden Akteure entsprechende Produkte entwickeln und anbieten müssen.
- Zum grössten Teil sind es dieselben Akteure, die auch für bestehende Rohphosphate in Frage kommen. Allerdings könnten zusätzliche Akteure im Sinne von einzelnen Firmen dazu stossen, falls es diesen ökonomisch sinnvoll erscheint. Ein mehrmals genanntes Beispiel ist die Firma Lonza, die bisher nur geringe Mengen Phosphor umsetzt. Sie könnte neu als Abnehmerin von rez-P auftreten, um Mischdünger herzustellen (z.B. NPK). Dies auch im Hinblick auf die relativ geringen Mengen an reinem P auf dem Europäischen Markt. Eine Mischung von rez-P mit anderen Nährstoffen würde erlauben weit grössere Mengen abzusetzen. (Dikov, Dörig et al. 2014).

2. *«Wie ist die Akzeptanz unterschiedlicher Akteure und Akteursgruppen bezüglich mineralischem Recyclingdünger generell und bzgl. P-Dünger aus Sekundärquellen? Von welchen Faktoren (z.B. Schwermetallgehalt des P-Produkts) hängt die Akzeptanz ab?»*

- Mineralischer Recyclingdünger hat einerseits Vorteile wie die Schonung von Ressourcen, Verfügbarkeit und eventuell Preis, andererseits Nachteile bei der Löslichkeit, Probleme mit Schwermetallen und eine relativ energieintensive Gewinnung. Diese von den Interviewpartnern (insbesondere Landwirte, SBV und Bio Suisse) genannten Faktoren beeinflussen die Akzeptanz.
- Grundsätzlich besteht bei allen Akteuren eine Übereinstimmung mit den Zielen der Rezyklierung in der Schweiz (Schliessung der Kreisläufe, d.h. Nachhaltigkeit sowie

grössere Unabhängigkeit von Importen). Grosse (potenzielle) Akzeptanz ist zu finden für rez-P-Produkte, gegeben strenge Qualitätsrichtlinien werden eingehalten und der Preis liegt nicht über dem herkömmlicher Produkte. Nur einzelne Akteure äusserten Bereitschaft für ein rezykliertes Produkt mehr zahlen zu wollen, (z.B. ein Landwirt, wenn es dem schlechten Image von Dünger entgegenwirkt, sowie ein Vertreter von Agridea, wenn die Qualitätsanforderungen erfüllt und der Mehrpreis im Rahmen bleibt). Allerdings ist nicht zu erwarten, dass viele Landwirte mehr für rez-P-Dünger bezahlen, wenn sie nicht anderweitig entlastet werden oder einen Mehrwert für ihre Produkte erhalten.

- Bei Dünger für Nahrungsmittel wie Gemüse oder bei Phosphor in der Fleischverarbeitung werden Vorbehalte der Verbraucher eher antizipiert. In diesem Bereich ist die Sensitivität bzgl. Qualitätsaspekten am höchsten. Ein Aufruhr der Konsumenten gegen rez-P wird dagegen nicht erwartet.

3. *«Welche Produktformen von rückgewonnenem P erscheinen am ehesten akzeptabel?»*

- Für ein mögliches Produkt, das nachgefragt werden soll, wurden als herausragende Faktoren weitestgehend übereinstimmend die Qualität (im Sinne von Reinheit und konstanter Verfügbarkeit) und der Preis genannt. Für die am Düngerprodukt beteiligten Akteure (v.a. Landwirte) ist ausserdem die Anwendbarkeit entscheidend. Letztlich sollten die Eigenschaften von bisherigen Phosphor-Produkten erreicht oder übertroffen werden. Beim Dünger war etwa die Ausbringbarkeit und Wirksamkeit (auch Pflanzenverfügbarkeit) für die Landwirte essenziell, jedoch wurden diese Faktoren auch von Vertretern der Forschung, dem SBV und Agridea genannt. Dabei wird grundsätzlich eine trockene Form bevorzugt, die nicht staubt und bzgl. Geruchswahrnehmung einwandfrei ist. Einige Akteure waren der Meinung, dass auch ein Zwischenprodukt ausgebracht werden könnte und dass Wasserlöslichkeit keine so grosse Rolle spielt (Landwirtschaft und Wissenschaft).

4. *«Welches sind Hauptherausforderungen (Potentiale und Hemmnisse) aus Akteurssicht für eine erfolgreiche Markteinführung sowie für die kurz-, mittel- und langfristige Nutzung von sekundärem P in Dünger?»*

- In den Interviews wurde beim Thema Herausforderungen letztlich meist auf die Anforderungen verwiesen, d.h. wenn diese (allen voran Qualität und Preis) stimmten, wäre schon viel gewonnen für die Akzeptanz auf dem Markt. Zugleich stellen diese Anforderungen ein reales Potenzial dar, denn grundsätzlich sind alle befragten Akteure von der Sinnhaftigkeit des Vorhabens überzeugt. Ein nicht unwichtiger Nebenschauplatz ist die Frage zur Nachhaltigkeit aufs gesamte Produkt gesehen (im Sinne einer Ökobilanz bzw. einer Lebenszyklusbewertung). Die kurz- und mittelfristig wichtigste

Herausforderung ist daher wohl am Verständnis für Kreisläufe und an der Einsicht um die Notwendigkeit der Rezyklierung von Phosphor anzuknüpfen. Aber der Entscheidungsprozess sollte möglichst von vielen Akteuren getragen werden. Um dies abzustimmen, ist ein austarierter Prozess vonnöten: offen, transparent, nachvollziehbar und unter Beteiligung der betroffenen Akteursgruppen. Um das Momentum zu nutzen, sollte der laufende Prozess weiter ausgebaut werden, so dass jeder Akteur weiss, was er zu erwarten hat und was von ihm erwartet wird. Langfristig sehen die Autoren die grösste Herausforderung darin, die Frage zu klären, wie eine nachhaltige, d.h. ökonomisch und ökologisch akzeptable Verarbeitung des in der Schweiz gewonnenen rez-P vonstattengehen kann. Dieser Punkt kam hin und wieder zur Sprache, wurde jedoch wohl noch nicht in allen Facetten erfasst (mehr dazu im Abschnitt 6.2).

5. *«Welche Instrumente gibt es, um Herausforderungen bezüglich Akzeptanz zu bewältigen?»*

- Ein wichtiges Instrument besteht in der genauen Produktspezifikation, die Händlern und Anwendern genauere Informationen über die Inhaltsstoffe bzw. die Herkunft gibt. Danach können etwa Düngerprodukte bewertet und beispielsweise durch das FiBL gelistet werden, was ein Vorteil zur Orientierung für die Landwirte ist.
- Falls das entstehende Produkt gut auf dem Markt platziert werden kann, sind mitunter keine weiteren Massnahmen nötig. Insgesamt muss jedoch die Finanzierung gesichert sein, die über (Abwasser-) Gebühren stattfinden könnte.
- Ein nicht-finanzieller Anreiz dagegen wären Label, welche die Ressourcenschonung salient machen. Eventuell gibt es einen Marketingvorteil von Produkten mit rez-P, den es auszunutzen und aktiv zu fördern gilt. Dies muss aber wohl abgewogen werden, da man es mit einem Produkt aus «Abfällen» zu tun hat und potenzielle Imageprobleme genannt wurden.
- Genannt wurde auch das Argument der geschlossenen Kreisläufe bzw. der Ressourcenschonung. Eventuell ist ein Mehrpreis dafür möglich (jedoch letztlich muss Wirtschaftlichkeit gegeben sein).
- Anreize bzw. Lenkungsmechanismen können auch finanziell geschaffen werden, etwa durch «Aktionspreise» für rez-P-Dünger.

6. *«Was sind mögliche Erfolgsstrategien? Welche Massnahmen sind notwendig, um die Akzeptanz zu erhöhen?»*

- Erfolg versprechend ist die Auswahl von glaubwürdigen, möglichst neutralen Akteuren zur Kommunikation. Zugleich müssen die Händler rez-P-Produkte ins Angebot aufnehmen und das entsprechend anpreisen, z.B. durch Verweis auf die Nachhaltigkeit.
- Eine weitere Erfolgsstrategie wurde durch den Workshop schon weiter verfolgt, nämlich die aktive Zusammenarbeit der Akteure untereinander und mit dem BLW und dem

BAFU unter Führung des Bundes, der letztlich als Prozessführer angesehen werden kann. Einiges ist hier schon im Gange und sollte weiter verfolgt werden.

- o Durch eine gewisse Zeit der Offenheit für Pilotprojekte und Tests verschiedener Verfahren kann ausserdem erreicht werden, dass sich viele Akteure mit dem Vorhaben besser identifizieren können und zumindest die Prozessfairness und -transparenz als gegeben ansehen und positiv bewerten.

6.2 Ergänzende Fragestellungen

Über die Interviews und die Workshopdiskussion ergaben sich weitere, ergänzende Fragen, für die die Autoren dieser Studie Forschungsbedarf sehen. Insbesondere das Interview mit Landor als grösstem Düngermittelimporteur der Schweiz brachte auch zum Thema Auslandsvernetzung interessante Zusammenhänge und neue Fragen zutage. Eine (aktuell ungeklärte) Frage ist etwa, wie der dereinst rezyklierte Phosphor in den in der Schweiz verwendeten mineralischen Düngern kommt. Die Mischungen und Verpackungen finden meist nahe den Importhäfen wie Rotterdam oder anderen Ländern, jedoch selten und nur in geringen Mengen in der Schweiz statt. Aus Akzeptanzsicht kann gefragt werden, ob eine solche Praxis mit dem Nachhaltigkeitsgedanken im Einklang steht und allfällige Imageprobleme nach sich zieht. Dies ist insbesondere vom SBV und Bio Suisse angesprochen worden. Ausserdem hätte eine solche Praxis Auswirkungen auf den Preis und die Abhängigkeit vom Ausland. Letztere soll wohl durch das Recycling im Inland eher vermindert werden. Gerade die Betonung von Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung könnte ausserdem eigentlich ein Argument für die Biolandwirtschaft sein, rez-P zu verwenden. Jedoch ist die Lage nicht trivial²¹. Biolandwirte bringen zwar vor allem Kompost aus, geringe Mengen von mineralischem Phosphor werden dennoch oft zusätzlich benötigt (Römer, Gerke et al. 2004). Für landwirtschaftliche Betriebe unter dem Bio-Label besteht das Problem, dass herkömmlich gewonnener, mineralischer Phosphor quasi «natürlich» ist, weil aus Gestein stammend. Rezyklierter Phosphor entspricht möglicherweise jedoch nicht den Anforderungen, je nach dem woher er stammt. Eine Studie der Ludwig-Maximilians-Universität München (Jedelhauser, Aschenbrenner et al. 2014) zeigte, dass für Biolandwirte die Akzeptanzkriterien für rez-P den hier gefundenen ähnlich sind. Am wichtigsten ist die Schadstofffreiheit, mit der pflanzenbaulichen Wirkung an zweiter Stelle. Danach werden Kriterien genannt, die sich auf den Herstellungsprozess des Düngers beziehen. So sollte der Energieaufwand gering und die Transparenz des Herstellungsprozesses hoch sein. Streufähigkeit, Preis und Image sind in dieser Studie vergleichbar bewertet worden. Von geringerer Relevanz sind der äusserliche Unterschied des recycelten Düngers zu Mineraldüngern sowie der Preis. Wie Dikov, Dörig et al. (2014) herausheben, ist bisher keiner der rezyklierten Düngertypen für ökologische Landwirtschaft zertifiziert und in Einklang mit den EU-Regulationen (EC) 834/2007 und (EC) 889/2008. In ihrer Studie von 2009 forderten Binder et al. mehr Forschung zu wirtschaftlichen Fragen, gesellschaftlicher und politischer Akzeptanz, «um einen optimierten und vom

²¹<https://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzenbau/allgemeiner-pflanzenbau/naehrstoffmanagement/recycling-phosphorduenger/>

Ausland unabhängigeren Phosphorhaushalt zu erreichen» (Binder, de Baan et al. 2009). Unsere Übersicht über die Akteurslandschaft zeigt die Komplexität der Querverbindungen innerhalb der Schweiz aber ebenso die Verknüpfungen mit dem Ausland.

Vergleicht man die Ergebnisse der vorliegenden Studie mit denen des Berichts zum Markt für rez-P-Produkte (Dikov, Dörig et al. 2014), in dem EU-weit (Bulgarien, Tschechien, Deutschland, Spanien und Schweiz) Akteure des Düngemarktes bezüglich ihrer Position gegenüber rez-P befragt wurden, so fallen Gemeinsamkeiten ins Auge. Es wurden zum Teil dieselben Akteure befragt (etwa Agroline, Hauert, Landor; jedoch in deutlich geringerem Umfang), die vergleichbare Positionen vertraten wie in dieser Studie. Allerdings wurde in der vorliegenden Studie auch der Nicht-Düngerbereich berücksichtigt, der üblicherweise wegen der geringen Mengen vernachlässigt wird.

Mit Blick auf die häufig geäußerte Einbettung der Schweizer Pionierarbeit bzgl. rez-P in die internationale Recyclinglandschaft ist das Projekt P-REX interessant, welches in einem «Policy Brief» 2015 (P-REX 2015; Übersetzung d.d. Autoren) die anstehenden Aufgaben in vier Forderungen zusammenfasst: 1.) Realistische und zuverlässige Phosphor-Verwertungsziele auf europäischer Ebene; 2.) Verpflichtung für nationale oder regionale Aktionspläne zur Phosphorrückgewinnung im Einklang mit den europäischen Zielen; 3.) Klare Richtlinien, die widersprüchliche nationale Interpretation der aktuellen europäischen Gesetzgebung bereinigen; 4.) Nationale Mechanismen für die gerechte Verteilung der Kosten von Phosphor-Verwertung.

Die Autoren der vorliegenden Studie anerkennen und bestätigen die Wichtigkeit dieser Problemereiche. Jedoch kann auf Basis vor allem der Workshopdiskussion erweiternd hinzugefügt werden, dass beim Wunsch nach Einheitlichkeit eine gewisse Offenheit für lokale Lösungen gegeben sein muss, damit unterschiedliche Verfahren den jeweiligen Bedürfnissen der Städte und ARAs gerecht werden können. Es zeigt sich zwar, dass der Markt eine bestimmende Grösse im ganzen Gefüge ist und dass hier die internationale Vernetzung ein wichtiges Element sein wird. Wie das European Federation of National Associations of Water Services (EUREAU)²² jedoch betont, sollten nachhaltige Geschäftsmodelle für die verschiedenen Typen von Kläranlagen in unterschiedlichen lokalen Kontexten und Grössen berücksichtigt werden. Immerhin gibt es auch hier Einigkeit, dass Qualität, Gesundheit und Sicherheit gewährleistet sein müssen (P-REX 2015). Auch Binder et al. (2009) betonen, dass die gesetzlichen Regelungen potentieller Importländer – hier wird die EU explizit genannt – bedeutsam sind. Sie verweisen auf das Beispiel Österreich, wo Dünger aus Klärschlamm zugelassen wurden. (Binder, de Baan et al. 2009). Hierzu ist weiter auf Studien zu verweisen, die sich mit der Europäischen Gesetzgebung zur Steuerung des Phosphorrecycling beschäftigen (Hukari, Hermann et al. 2016). Dabei wird die Priorität auf die Klärung und Harmonisierung der Gesetzgebung gelegt. Als Massnahme gedacht, würde dies ökonomische und andere Anreize stützen (Steuern, Zuschüsse oder Recyclingquoten, Hukari, Hermann et al. 2016).

²²<http://pr.euractiv.com/company/eureau-european-federation-national-associations-water-services-88961>

Die Autoren dieser Studie stellen weiter fest, dass es trotz vereinzelter Skepsis bzgl. der Ausgestaltung der nötigen Kooperationen zwischen den verschiedenen Akteuren, eine Übereinstimmung gibt mit dem Ziel, bis 2026 rez-P einzuführen gemäss der neuen Abfallverordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA, Schweizerischer Bundesrat 2016). Zur Ausgestaltung des entsprechenden Verfahrens stellen sich folgende weitergehende Fragen, die im Austausch mit dem BLW geklärt werden könnten:

- Welche Akteure sollen wie einbezogen werden und welche Rolle sollen sie innehaben?
- Soll eine Einengung oder gar Festlegung von gültigen Verfahren und damit dem Ein- oder Ausschluss von Alternativen eher früher oder später stattfinden?
- Welcher Art soll die Interaktion oder Kooperation mit den Ländern der EU sein, wo sie noch nicht besteht?

Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt eine Möglichkeit, wie die Abfolge der Aktivitäten der Akteure illustriert werden kann. Wie oben bereits erwähnt, erwartet die Landwirtschaft (und letztlich alle Abnehmer von rez-P-Produkten) ein Produkt, das ihren Bedürfnissen gerecht wird. Sie ist dafür auf Informationen über Unbedenklichkeit, Wirksamkeit und Handhabbarkeit angewiesen, die aus Erfahrungen durch Pilotprojekte gewonnen werden können. Diese Projekte sind einerseits abhängig von Bewilligungen, führen andererseits jedoch zu wichtigen Erkenntnissen über die praktischen Erfolge verschiedener technischer Verfahren, etwa in Hinblick auf die erreichbare Qualität und deren Konstanz. Die Händler steigen dann ein, wenn es verlässliche Werte gibt, die dann wiederum das Produkt weiter spezifizieren. Das heisst, es muss geklärt werden, für welche Anwendungen rez-P in Frage kommen und zu welchem Preis die Produkte angeboten werden können.

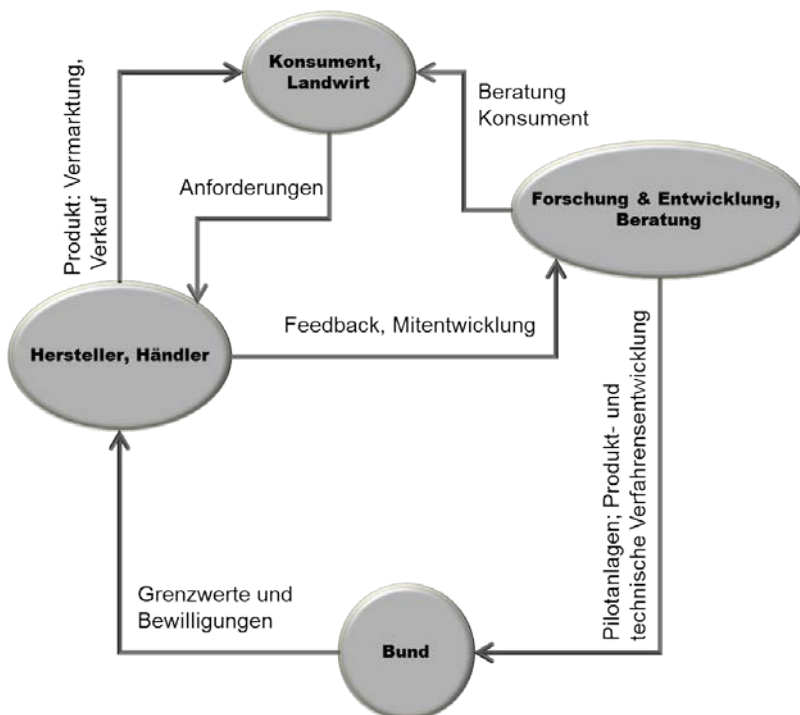


Abbildung 2: Eine mögliche Abfolge von Schritten im Vorhaben Phosphorrecycling in der Schweiz, wie sie während des Workshops diskutiert wurde. Grundsätzlich sind wohl alle Akteure im Einklang mit dieser stilisierten Darstellung. Forschung ist nötig, damit Bewilligungen auf einer anerkannten Basis erfolgen können. Bestimmte technische Verfahren werden zunächst unter Laborbedingungen getestet und später müssen Pilotprojekte die Alltagstauglichkeit der gewählten Ansätze zeigen. Allerdings wird die Zahl der Pilotprojekte wegen der hohen Kosten begrenzt sein. Die erfolgten Erfahrungen informieren die politischen Stellen und letztlich wird es Aufgabe des Bundes und seiner Behörden sein, finale Grenzwerte fest zu legen. Dadurch wird ein Produkt spezifiziert, welches die Händler auf den Markt bringen und Konsumenten nachfragen können. Keinen Konsens gab es bzgl. der Frage, wo die Priorität liegt bzw. wo in dieser zeitlichen Kette der Einstieg erfolgen sollte. Sollen Landwirte aktiv werden oder ist dies Sache des Handels?

6.3 Grenzen der Studie

Die vorgenommene Auswahl an Methoden erschien sinnvoll und ermöglichte auf verschiedenen Wegen wichtige Einblicke für das Thema Akzeptanz von rez-P. Aus dem gesamten Akteurssegment konnte nur ein limitierter Personenkreis persönlich interviewt oder zum Workshop eingeladen werden. Entsprechend wurde zweifelsohne nicht das volle Spektrum an Meinungen und Wissen abgegriffen. Jedoch wurde mit Unterstützung der interviewten Personen der betroffene Akteurskreis sukzessive erweitert und validiert; zudem wurden die jeweiligen Aussagen wechselseitig validiert. Im Rahmen dieser Studie konnten jedoch nicht alle Personen interviewt werden, die in der ersten Analyse als bereichernd erachtet worden sind. Die Aussagen in diesem Bericht beruhen daher vor allem auf der den Autoren vorliegenden Datenbasis und stimmen womöglich nicht notwendigerweise in allen Punkten mit der Sichtweise anderer, nicht einbezogener Akteure überein. Es zeigte sich aber insbesondere im Workshop, dass trotz dieser Einschränkungen ein gutes Akteursspektrum erreicht worden ist und die Ergebnisse aus den Interviews als valide betrachtet werden können.

7 Referenzen

AWEL (2012). Projektblatt Nr. 1: Ohne Phosphor kein Leben.

Bennett, E. M. and M. E. Schipanski (2013). Chapter 8 - The Phosphorus Cycle. Fundamentals of Ecosystem Science. K. C. Weathers, D. L. Strayer and G. E. Likens, Academic Press: 159-178.

Binder, C. R., L. de Baan and D. Wittmer (2009). Phosphorflüsse in der Schweiz. Stand, Risiken und Handlungsoptionen. Abschlussbericht. Bern, Bundesamt für Umwelt.

Bryson, J. M. (2004). "What to do when stakeholders matter: stakeholder identification and analysis techniques." Public management review **6**(1): 21-53.

Bundesamt für Statistik (2014). Umwelt. Taschenstatistik 2014. 02 Raum und Umwelt. Neuchâtel, Bundesamt für Statistik. **521-1400**.

Clark, T. W. (2002). The policy process: A practical guide for natural resource professionals. New Haven, Yale University Press.

Dikov, G., S. Dörig, L. Hermann, A. Marquina, J. Matysikova, A. Nättorp and K. Remmen (2014). Sustainable sewage sludge management fostering phosphorus recovery and energy efficiency. Deliverable 11.1: Report on market for phosphorus recycling products, European Commission.

European Commission (2014). Summary of the responses to the Consultative Communication on the Sustainable Use of Phosphorus [COM(2013) 517]. Brüssel, [http://ec.europa.eu/environment/natres/pdf/phosphorus/SWD\(2014\)263%20final.pdf](http://ec.europa.eu/environment/natres/pdf/phosphorus/SWD(2014)263%20final.pdf).

Fux, C., M. Theiler and T. Irzan (2015). Studie Phosphorrückgewinnung aus Abwasser und Klärschlamm. Gesamtbericht. Zürich, TBF + Partner AG.

Glatt, M. (2014). Swiss Phosphorus Recycling - Modeling with Agent-Enhanced and System-Dynamics Methods Master Thesis, ETH Zurich.

Hartmann, S. (2015). Phosphat-Recycling im Aufwind? Jahresbericht 2014 | 2015. Industrieverband Agrar e. V. Frankfurt a. M., Industrieverband Agrar e. V. (IVA): 18-19.

Hermann, L. (2009). Rückgewinnung von Phosphor aus der Abwassereinigung. Eine Bestandesaufnahme. Umwelt-Wissen Nr. 0929. Bern, Bundesamt für Umwelt.

Hukari, S., L. Hermann and A. Nättorp (2016). "From wastewater to fertilisers — Technical overview and critical review of European legislation governing phosphorus recycling." Science of The Total Environment **542, Part B**: 1127-1135.

Jedelhauser, M., M. Aschenbrenner, L. Vjestica, V. Wierer, S. Fischinger and C. R. Binder (2014). Kriterien für die Akzeptanz von recyceltem Phosphatdünger aus Abwasser und Klärschlamm im ökologischen Landbau. 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde.

- Michelsen, G., M. Adomßent, P. Martens and M. von Hauff (2016). Sustainable Development—Background and Context. Sustainability Science. H. Heinrichs, P. Martens, G. Michelsen and A. Wiek. Heidelberg, Springer: 5-29.
- Nättorp, A. (2014). Phosphorrückgewinnung – Perspektiven für die Schweiz. Regionale Randbedingungen, Bewertung der Recyclingprodukte und Verfahrenskosten. Fachtagung VSA/SVUT - Phosphor-Recycling in der Abwasserreinigung Luzern.
- P-REX (2015). PHOSPHORUS RECYCLING - NOW! Building on full-scale practical experiences to tap the potential in European municipal wastewater.
- P-REX (2015). Summary of P-REX Policy Brief discussion meeting. EU Commission DG GROW. Brussels,
http://eureau.org/intranet/administrator/components/com_meeting/meeting_docs/0e547d06ff4694414922506a440dbdad-Summary-P-REX-Policy-Meeting-28-8-15.pdf.
- Pinnekamp, J., W. Everding, K. Gethke, D. Montag, K. Weinfurtner, C. Sartorius, J. Von Horn, T. Felix, S. Gäth, C. Waida, H. Fehrenbach and J. Reinhardt (2011). Phosphorrecycling – Ökologische und wirtschaftliche Bewertung verschiedener Verfahren und Entwicklung eines strategischen Verwertungskonzepts für Deutschland.
- Reed, M. S. (2008). "Stakeholder participation for environmental management: A literature review." *Biological Conservation* **141**(10): 2417-2431.
- Römer, W. (2006). "Vergleichende Untersuchungen zur Pflanzenverfügbarkeit von Phosphat aus verschiedenen P-Recycling-Produkten im Keimpflanzenversuch." *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* **169**(6): 826-832.
- Römer, W., J. Gerke and P. Lehne (2004). "Phosphatdüngung erhöht Stickstofffixierung bei Leguminosen." *Ökologie & Landbau* **132**(4): 37-39.
- Schaum, C. (2014). Technologien zur Rückgewinnung von Phosphor aus Abwasser und Klärschlamm. Fachtagung VSA/SVUT - Phosphor-Recycling in der Abwasserreinigung Luzern.
- Schweizerischer Bundesrat (2016). Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA)
- Stadt Luzern (2015). Verordnung über die Benützung der Familiengärten (Familiengartenverordnung). Systematische Rechtssammlung. Luzern,
<http://www.stadtluzern.ch/dl.php/de/55f811100eb3b/7.8.1.1.1.pdf>.
- Van Kauwenbergh, S. J., M. Stewart and R. Mikkelsen (2013). "World reserves of phosphate rock... a dynamic and unfolding story." *Better Crops* **97**(3): 18-20.

Tabelle 4: Zusammenfassende Übersicht der Ergebnisse aus den Interviews. (LW = Landwirtschaft)

Akteursgruppe	Akteur	Ziel	Betroffenheit	Wie?	Einflusspotential	Zielzustand**	Wer ist Hauptakteur?*
Düngerproduzenten	CU Chemie Uetikon	Absatz	Gross: Könnten ihr Phosphor aus rez-P-Produktion beziehen	Neues Geschäftsfeld	Klein: Vorreiterrolle?		Wissenschaft
	Hauert HBG Dünger AG	Zufriedene Kunden Keine Verunreinigung Nachhaltigkeit	Gering: Hauert produziert Nischenprodukte und würde erst einsteigen, wenn der rez. Phosphor in der LW erprobt und akzeptiert ist	Nischenprodukte	Klein: Vorreiterrolle?	Übereinstimmung	Wissenschaft/ Landor
Düngerimporteure /Verkäufer	Landor/Landi	Gesetzeskonforme Dünger, hoher Absatz in LW	Hoch: Momentan Hauptimporteur von Phosphordünger für LW. Dieser Import soll durch rez-P substituiert werden.	Neues Geschäftsfeld	Gross: Können LW zu Kauf des rez-P-Produktes anregen, geniessen hohes Vertrauen in der LW	Sagen Übereinstimmung, Investments auf internationalem Markt sprechen eher für Konkurrenz	Wissenschaft/ Konsument
	Agroline AG	Gesetzeskonforme Dünger, hoher Absatz in LW	Gering: Agroline ist der Verkaufskanal der Lonza. Diese hat nur einen kleinen Anteil am Phosphordüngermarkt in der CH [könnte sich allenfalls ändern]	Neues Geschäftsfeld	Gross: Können LW zu Kauf des rez-P-Produktes anregen, geniessen hohes Vertrauen in der LW	Sagen Übereinstimmung, Investments auf internationalem Markt sprechen eher für Konkurrenz	Wissenschaft
	Coop (Als Düngerverkäufer)	Zufriedene Kunden Kein Auftritt im «Kassensturz»	Gering: Passt sich an Nachfrage der Konsumenten an. Vertreibt Düngeprodukte von Extern.	Falls Kundenwunsch: Engagement	Mittel: Könnten mittels Nachhaltigkeit Marketing rez-P marktfähig machen	Übereinstimmung	
	Migros (Als Düngerverkäufer)	Zufriedene Kunden Kein Auftritt im «Kassensturz» Eventuell Nachhaltigkeitsaspekt (Kreislaufwirtschaft)	Gering: Passt sich an Nachfrage der Konsumenten an. Vertreibt Düngeprodukte von Extern.	Falls Kundenwunsch: Engagement	Mittel: Könnten mittels Nachhaltigkeit-Marketing rez-P marktfähig machen	Übereinstimmung	
Dünger Anwender in LW	Kartoffelbau, Brotgetreide, Futtergetreide, Silo- und Grünmais, Raps-	Billiger Dünger, Keine Verunreinigung, hoher Ertrag, Absatzgarantie der Grossverteiler.	Hoch: Gemüsebau auf Monokulturen ist auf Phosphordünger in Form von mineralischen Düngern angewiesen.	Haben oft wenig/kein Hofdünger und grosse Monokulturen. Sind auf mineralischen Dünger angewiesen.	Gering: Sind von Fenaco abhängig	Übereinstimmung	Düngerverkäufer

Akteursgruppe	Akteur	Ziel	Betroffenheit	Wie?	Einflusspotential	Zielzustand**	Wer ist Hauptakteur?*
	anbau						
	Tierhaltung: Milchkühe, Schweine, Kälber, Hühner (Eier)	Sauberer, billiges Futter, Absatzgarantie der Grossverteiler.	Gering: Solange Tiere auf dem Betrieb sind kann Hofdünger die Nährstoffnachfrage weitgehend decken.	Ergänzen Hofdünger mit wenig mineralischem Dünger, eventuell Phosphorhaltiges Futtermittel	Gering: Kreislauf Hofdünger Futtermittel +/- geschlossen	Konkurrenz	Wissenschaft/ARA; Düngerverkäufer/Fenaco
Verbände	Schweizer Bauernverband	Nationale Lösung, gute Produktionsbedingungen für LW	Mittel: Müssen gesamte LW einbeziehen und eine Parole ergreifen	Landwirte vertrauen SBV	Gross: Können Wissenschaftliche Erkenntnisse streuen, unterstützen, in Bern dafür Lobbyieren	Übereinstimmung	Wissenschaft
	Schweizer Milchproduzenten	Qualitativ hochwertige Milch für Konsument zu einem guten Preis	Gross: Ungewollte Fremdstoffe können sich in Milch akkumulieren.	Landwirte vertrauen SMP	Gering: Kreislauf Hofdünger Futtermittel +/- geschlossen	Konkurrenz	Wissenschaft
	Schweizer Gemüsebauverband	Sauberer, billiger Dünger	Gross: Oftmals keine weiteren Prozesse zwischen Düngung und Konsument	Landwirte vertrauen GBV	Gering: Sind von Fenaco abhängig	Konkurrenz	
	Bio Suisse	Naturnahe, Bodenschonende Produktion	Gering: Mineraldünger sind verboten. Schafft es ein rez.-P-Dünger auf die FiBL Hilfsliste, muss Bio Suisse entscheiden	Können Dünger Bio zertifizieren, jedoch ist diese Rückgewinnung chemisch	Gross: Label bildet Entscheidungsgrundlage für Grossverteiler	Konkurrenz	FiBL
	IP	Produktion und Vermarktung von CH Produkten mit Mehrwert für Produzent, Konsument und Umwelt / Tier.	Mittel: Mineralische Dünger sind erlaubt, ein Einsatz wäre also vorstellbar.	Können Dünger zertifizieren, wären proaktiv.	Gross: Label bildet Entscheidungsgrundlage für Grossverteiler	Übereinstimmung	Wissenschaft/Düngerindustrie
	Familiengartenverband der Schweiz (Hobbygärtner)	Ertrag und Bodenschutz	Gering: Böden in Familiengärten sind oftmals mit Phosphor übersättigt, Trend zu Bio Düngung	Als Konsument	Klein	Übereinstimmung	
	Jardin Suisse (Profigärtner)	Wirkungsvoller Dünger	Gering: Keine LM-Produktion, eventuell Schwermetallakkumulation im Boden	Qualitätsansprüche	Klein	Übereinstimmung	

Akteursgruppe	Akteur	Ziel	Betroffenheit	Wie?	Einflusspotential	Zielzustand**	Wer ist Hauptakteur?*
Kantonale Dienststellen/ Bund	Amt für Umweltschutz der Stadt Luzern	Entgiftung der Familiengärten Böden (P-Anreicherung).	Gering: Mineralische Dünger werden schon bald verboten sein.	Müssen Gesetze umsetzen	Klein	Übereinstimmung	Gesetzgeber
	Grün Stadt Zürich	Naturnahe Gärten	Keine: Neue Verordnung verbietet mineralische Dünger	Müssen Gesetze umsetzen	Klein	Übereinstimmung	
Forschung	FiBL	Wissenschaftlichen Grundlagen erarbeiten (Landbau und Tierhaltung)	Gross: Mit Hilfsstoffliste haben sie "das" Werkzeug in der Hand, grosses Vertrauen der LW, ihr Entscheid wird Gehör haben	Müssen wissenschaftlichen Nachweis für Qualität des Düngers erbringen	Gross: Können mittels genauem Prozessbeschrieb Akzeptanz vieler Akteure positiv beeinflussen	Übereinstimmung	
Nahrungsmittelindustrie	Migros (Als Verkäufer von LW-Produkten & Fleischware)	Zufriedene Kunden	Mittel: Stützen sich auf IP Suisse Label ab	Tragen ein gewisses Restrisiko für Verunreinigungen/ «Kassensturz»	Gross: Marketing--> rez-P-Produkte zur Selbstverständlichkeit machen!		
	Coop (Als Verkäufer von LW-Produkten & Fleischware)	Zufriedene Kunden	Mittel: Stützen sich auf Bio Label ab	Tragen ein gewisses Restrisiko für Verunreinigungen/ «Kassensturz»	Gross: Marketing--> rez-P-Produkte zur Selbstverständlichkeit machen!	Übereinstimmung	Bio Suisse
	Bell/ Micarna	Zufriedene Abnehmer	Gering: Benutzen Phosphor in Emulgatoren, werden tierische Schlachtabfälle auch einbezogen. Eventuell Mehrpreis für klare Trennung der Schlachtabfälle	Tragen ein gewisses Restrisiko für Verunreinigungen/ «Kassensturz»		Indifferenz	
Futtermittelindustrie	UFA	Zufriedene Abnehmer	Mittel: P aus Rohphosphaten in Futtermittel.	Eventuell Problem bei der Phosphorergänzung im Futter in Biobetrieben			
	Centravo	Zufriedene Abnehmer	Mittel: Sammeln alle tierischen Schlachtabfälle, eventuell Mehrpreis für klare Trennung der Schlachtabfälle			Indifferenz	
Reinigungs-mittel-industrie	Mibelle AG	Zufriedene Abnehmer					

Akteursgruppe	Akteur	Ziel	Betroffenheit	Wie?	Einflusspotential	Zielzustand**	Wer ist Hauptakteur?*
Zementindustrie	Cemsuisse	Nachhaltige, Klimaschonende Energiequellen	Gross: 10% ihrer Energieressource ist Klärschlamm. Dieser ist CO ₂ neutral (steuerrelevant) und bekommen Entsorgungsentschädigung			Konkurrenz	Wissenschaft
Flamm-schutzmittelindustrie	BASF		Gering: Roter Phosphor als eines der besten Flamm-schutzmittel			Indifferenz	

Notiz: *aus Sicht der Interviewten (Wer muss den ersten Schritt machen und kann für Akzeptanz sorgen?)

** Übereinstimmung bedeutet Unterstützung von sekundärem Phosphor im Dünger.

Leere Zellen bedeuten, dass keine spezifischen Angaben gemacht wurden.