



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Abfall und Rohstoffe

Phosphor-Recycling in der Schweiz: wie weiter?



Umsetzung der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen | VVEA

18. Oktober 2017 | Europäischer Nährstoffevent | Basel
Dr. Kaarina Schenk | Bundesamt für Umwelt BAFU



VVEA – Art. 15 Phosphorreiche Abfälle

- Aus Klärschlamm, Abwasser oder aus der Asche aus der thermischen Behandlung von solchem Klärschlamm ist Phosphor zurückzugewinnen und stofflich zu verwerten.
- In Tier- und Knochenmehl enthaltener Phosphor ist stofflich zu verwerten, soweit das Tier- und Knochenmehl nicht als Futtermittel verwendet wird.
- Schadstoffe sind zu entfernen.
- Qualitätsanforderungen sind zu erfüllen.

10 Jahre nach Inkrafttreten der VVEA (1.1.2026)



Ziele der Abfallpolitik Schweiz

- **Schliessen von Kreisläufen**
- **Nachhaltige Nutzung von Rohstoffen**
- Umweltverträgliche Abfallentsorgung
- Gewährleistung der Entsorgungssicherheit



Phosphorabbau in Marokko



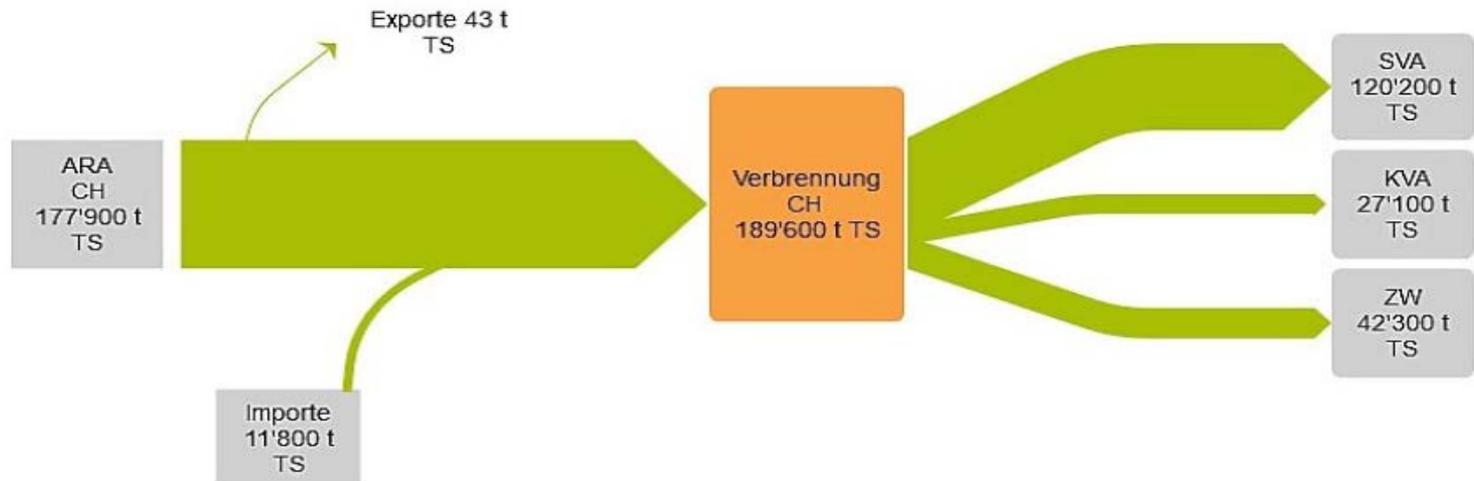


Klärschlamm entsorgung Schweiz

Verwertung von Klärschlamm ist verboten (ChemRRV Anhang 2.6)

Überblick der entsorgten Klärschlamm mengen 2016

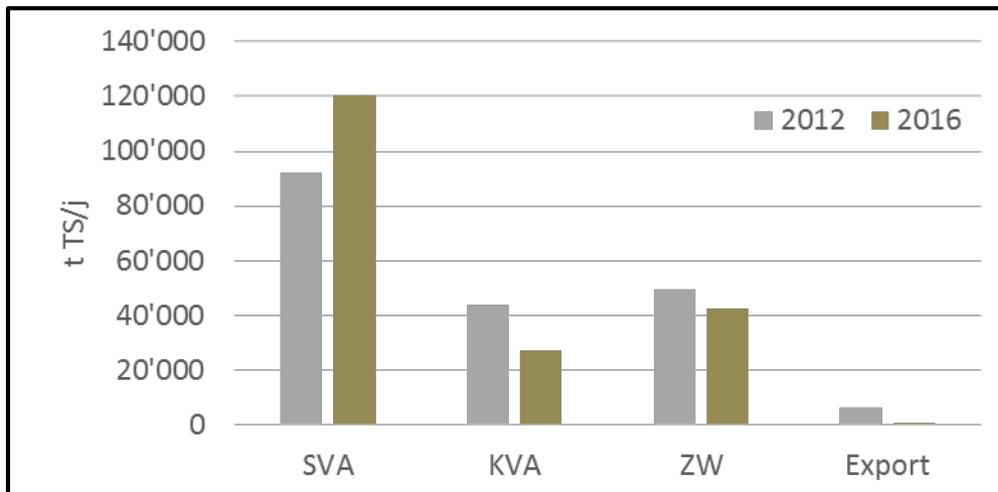
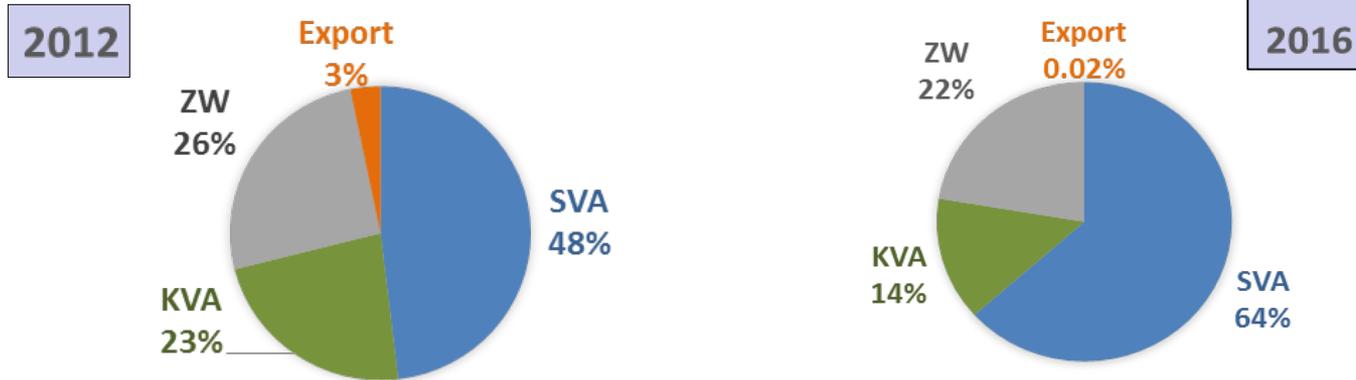
	Klärschlamm feucht (t / j)	Mittlerer TS-Gehalt (%)	Klärschlamm trocken (t TS/j)	Anteil an der KS- Entsorgung
SVA	554'210	21.7%	120'233	63.4%
KVA	98'974	27.3%	27'063	14.3%
ZW	45'038	94%	42'336	22.3%
Export	172	25%	43	0.02%
Gesamt 2016	698'394		189'674	





Klärschlammmentsorgung Schweiz

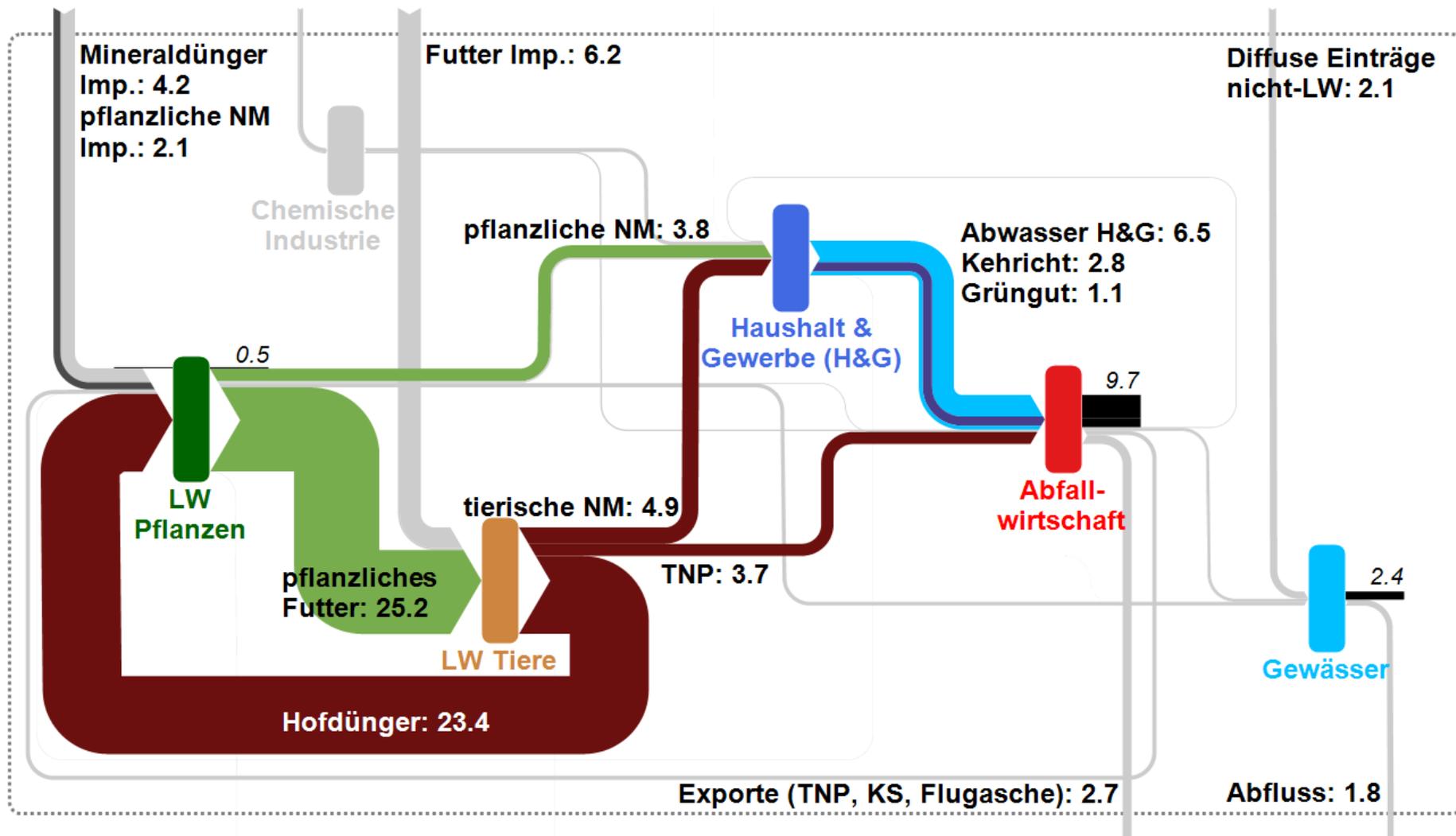
Vergleich 2012 und 2016



Quelle: BAFU



Phosphorflüsse Schweiz (1000 tP/a)



Quelle: Binder + Mehr 2017



Phosphorflüsse Schweiz

- Die Schweiz ist **Netto-Importeurin von P** mit 10'000 tP/a
- Die **grössten P-Flüsse** befinden sich **in der Landwirtschaft**
Die Flüsse Hofdünger und pflanzliches Futter bilden dabei einen nahezu geschlossenen P-Kreislauf
- **P- Lagerwachstum:**
 - **Landwirtschaft** 460 tP/a
 - **Abfallwirtschaft** 9'600 tP/a
- Verluste: Knapp **66% des P-Inputs** gehen in Deponien und Zementwerken **verloren**



MinRec – eine neue Düngerkategorie

Ziele

- Förderung der Kreislaufwirtschaft
- Ressourcenschonung durch nachhaltige Entwicklung
- Nutzung von Nährstoffen aus sekundären Rohstoffen
- Verringerung Schadstoffbelastung im Boden
- Verringerung kritischer Schadstoffimporte (U, Cd)
- Verringerte Importabhängigkeit
- Einsparung von Deponievolumen



Herleitung von Grenzwerten (Prinzip)

Herleitung für anorganische Schadstoffe nach **ALARA** («as low as reasonably achievable») Prinzip:

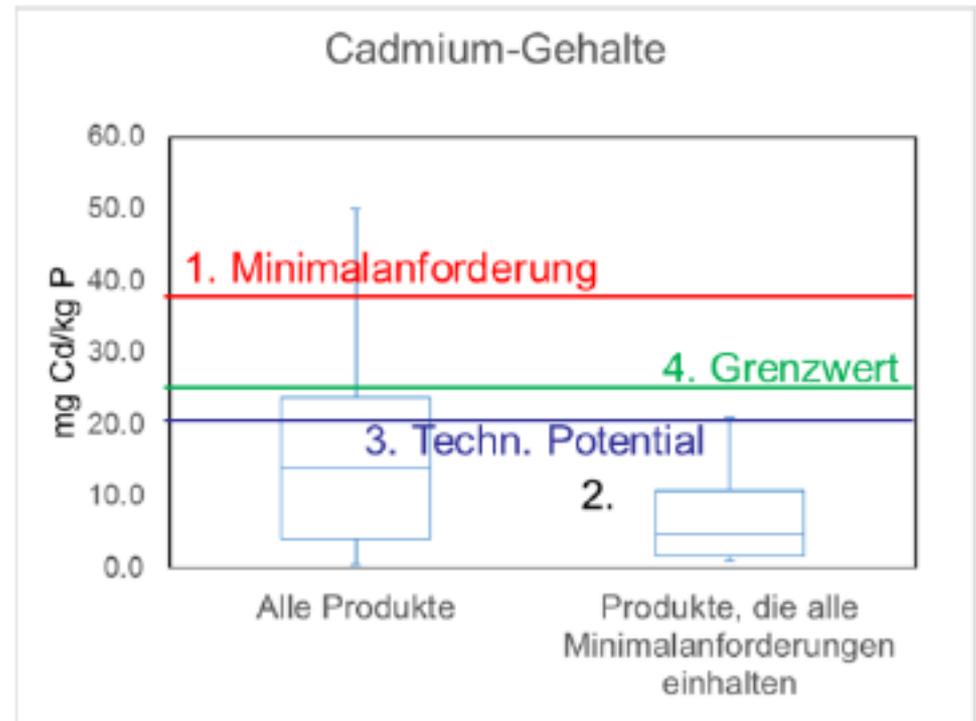
1. Bestimmen der Minimalanforderungen bezüglich Schadstoffbelastung mittels Bilanz - wo möglich - sonst Anreicherung über mindestens 500 Jahre
2. Ausscheiden aller Produkte, die diese Minimalanforderungen nicht erfüllen
3. Betrachtung des technischen Potentials der Verfahren, um Grenzwerte so tief wie möglich festzulegen



Herleitung von Grenzwerten

ALARA-Prinzip am Beispiel Cadmium:

1. Bestimmung Minimalanforderungen
2. Nur Produkte, die alle Minimalanforderungen erfüllen
3. Technisches Potential
4. Grenzwert





Festlegung der Grenzwerte (anorg.)

Schadstoff	Bestimmung	Minimal- anforderung (mg/kg P)	Wert technisch einhaltenbar (mg/kg P)	Grenzwert MinRec (mg/kg P)
Cadmium	Bilanz	39	21	25
Arsen	Bilanz	140	121	100
Quecksilber	Bilanz	12	8.7	10
Nickel	Bilanz	890	224	500
Zink	Bilanz	14100	8879	10000
Chrom	Akkumulation	1821	922	1000
Blei	Akkumulation	2842	222	500
Kupfer	Akkumulation	4931	2939	3000

maximal 20% über dem technisch möglichen Wert, mindestens 10% unter der max. tolerierbaren Belastung

Akkumulationszeit bis Richtwert VBBo für Chrom: 920 Jahre

Akkumulationszeit bis Richtwert VBBo für Blei: > 10'000 Jahre

Akkumulationszeit bis Richtwert VBBo für Kupfer: 1057 Jahre



Grenzwerte für Organika

Schadstoff	Grenzwert
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	25 Gramm pro Tonne Phosphor (P)
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	0.5 Gramm pro Tonne Phosphor (P)
Dioxine (PCDD) und Furane (PCDF)	120 Nanogramm I-TEQ pro Kilogramm Phosphor (P)

Summe der folgenden 16 PAK-Leitverbindungen der EPA (Priority pollutants list): Naphthalin, Acenaphthylen, Acenaphthen, Fluoren, Phenanthren, Anthracen, Fluoranthen, Pyren, Benzo(a)anthracen, Chrysen, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)-fluoranthen, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-c,d)pyren, Dibenzo(a,h)anthracen und Benzo(g,h,i)perylen.

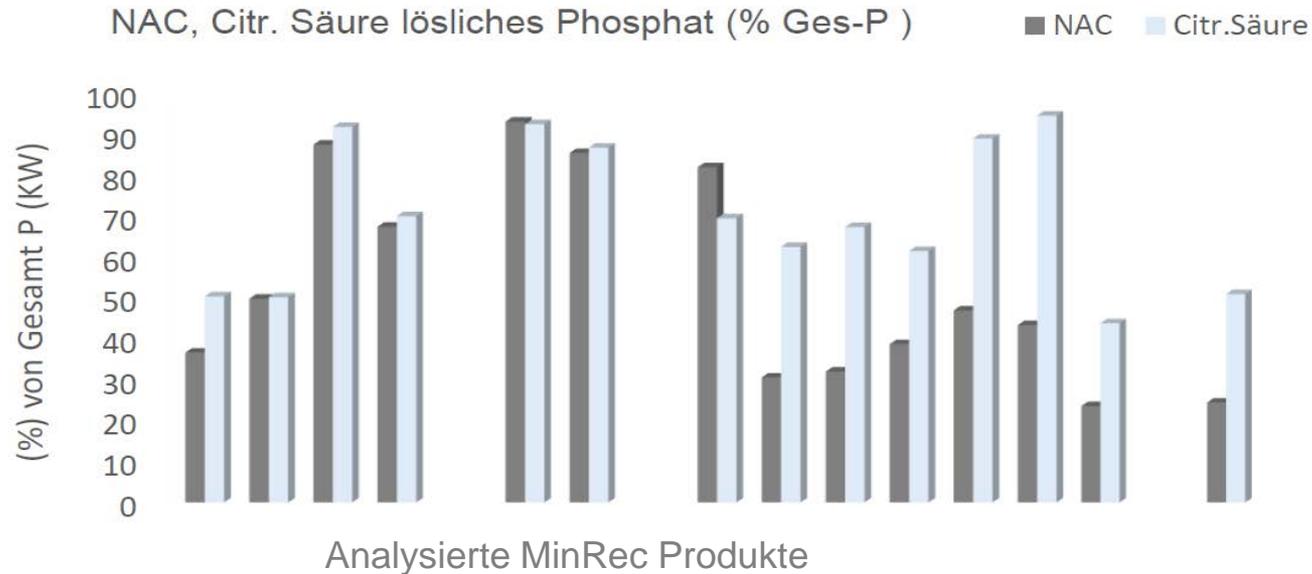
Summe der 7 Kongeneren gemäss IRMM (Institute for Reference Materials and Measurements),

IUPAC-Nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180

I-TEQ = Internationale Toxizitätsäquivalente



Agronomische Qualität



Agronomische Qualität wird durch Kombination der Extraktionsmittel Neutral-Ammoncitrat (PA) und 2%-ige Zitronensäure (PC) besser charakterisiert als durch Wasserlöslichkeit



Anforderungen für Bewilligung

- Informationen zur Herkunft und zum Rückgewinnungsverfahren des sekundären Phosphors
- Laboranalyse der Nährstoffgehalte (inkl. Löslichkeiten) und der Schadstoffe
 - Einhaltung Grenzwerte Schwermetalle
 - Einhaltung Grenzwerte organische Schadstoffe
 - Analysen zu Chromat (Cr^{VI})
- Analyse für mikrobiologische Rückstände, wenn nicht aus thermischem Verfahren, mit folgenden Grenzwerten:

Schadstoff	Grenzwert
Salmonella spp.	Nicht nachweisbar in 25 g
Escheria coli	1000 KBE / Gramm
Enterococcaceae	1000 KBE / Gramm



Umsetzung der Pflicht zum P-Recycling

- VVEA-Vollzugshilfe - «Phosphorreiche Abfälle»
- MinRec – eine neue Düngerkategorie
- Laufend Aktualisierung der Technologieentwicklung
- Volkswirtschaftliche Betrachtung
- Schaffung eines Marktes
- Unterstützung der Umsetzung mit Fördergeldern
- Wissensaustausch
- Kommunikation
- Rechtliche Abklärungen (z.B. Reach)



VVEA-Vollzugshilfe

«Phosphorreiche Abfälle»

Konkretisierung der Rahmenbedingungen

- Qualitätsanforderungen
- Pflanzenverfügbarkeit
- Effizienz der P-Rückgewinnung
- Entsorgungsinfrastruktur
- Technische Kriterien
- Ökonomische Aspekte
- Analyshäufigkeit, Probenahme...
- Kontrolle



→ **Begleitgruppe – Januar 2018**

Wer: Bundesämter, Kantone, Branchen, P-Experten



Zusammenfassung

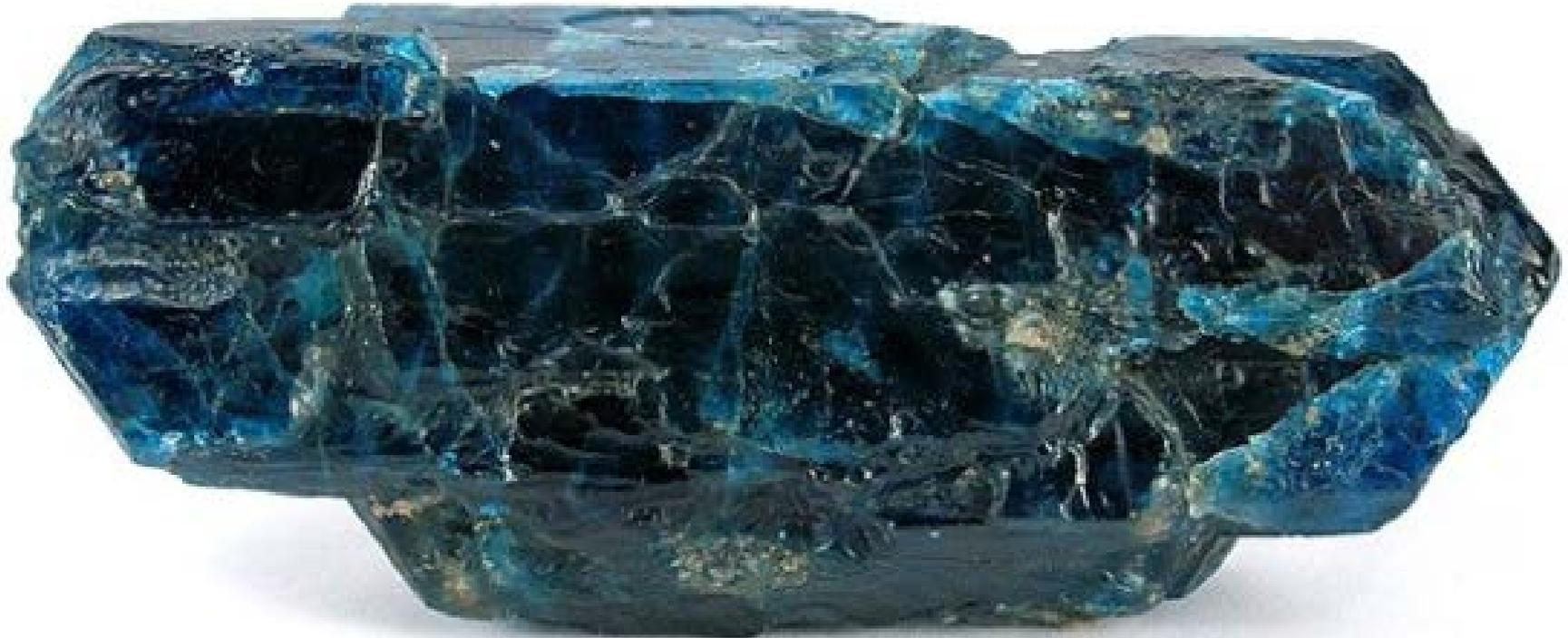
Umsetzung bis 2026

- Gesetzliche Rahmenbedingungen sind festgelegt
- Technologien im industriellen Massstab
- es gibt nicht nur einen -Weg
- Ökonomiestudie
- Wissens- und Erfahrungsaustausch mit allen Akteuren





Danke für Ihre Aufmerksamkeit !



kaarina.schenk@bafu.admin.ch

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/dossiers/phosphor-recycling.html>