

GEMEINSAM KREISLAUF-WIRTSCHAFTEN
Abfall der Zukunft Rohstoff der Zukunft

Phosphor als Beispiel, wie man die Sache angehen muss

Helmut RECHBERGER
Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement
TU Wien

Die Anzeichen für ein Problem

Wesentlicher Nährstoff,
nicht substituierbar



P



Begrenzte Lagerstätten

Gefahr für aquatische
Ökosysteme

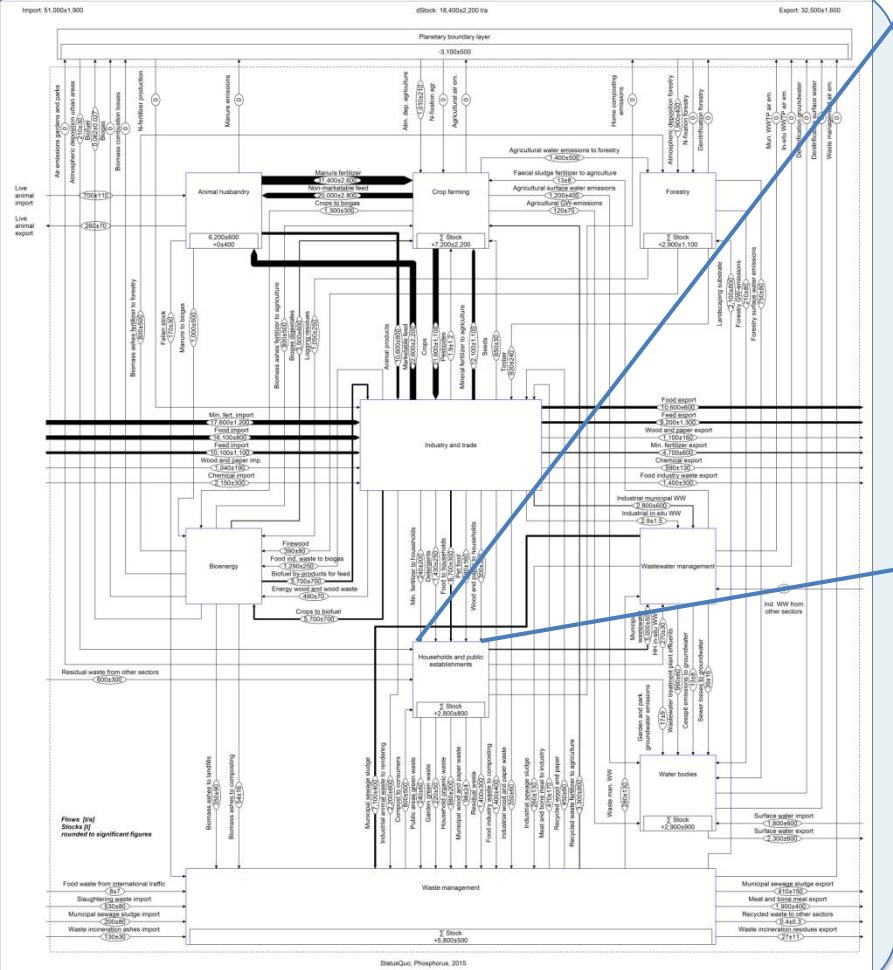
Wie man die Sache angehen muss

1. Schritt

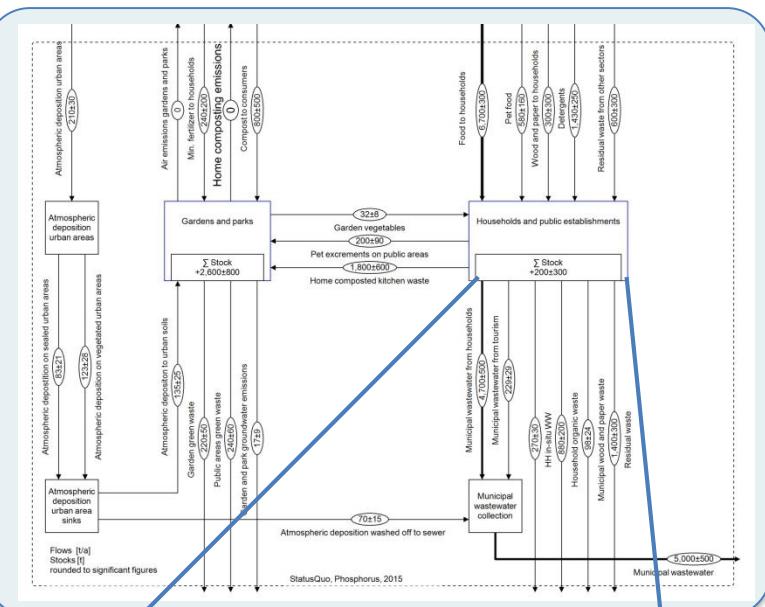
Systemverständnis generieren

Der ö. Phosphorhaushalt

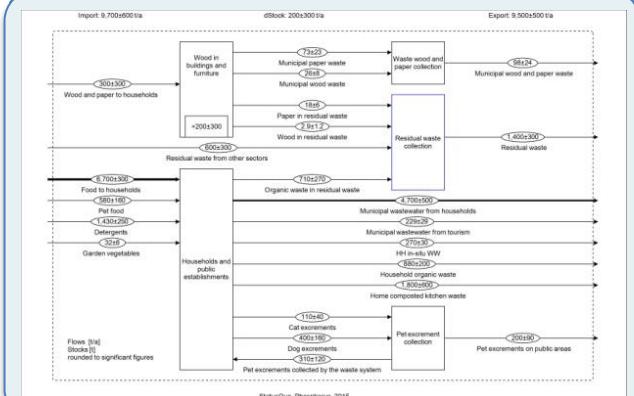
Oberste Ebene



1. Subebene

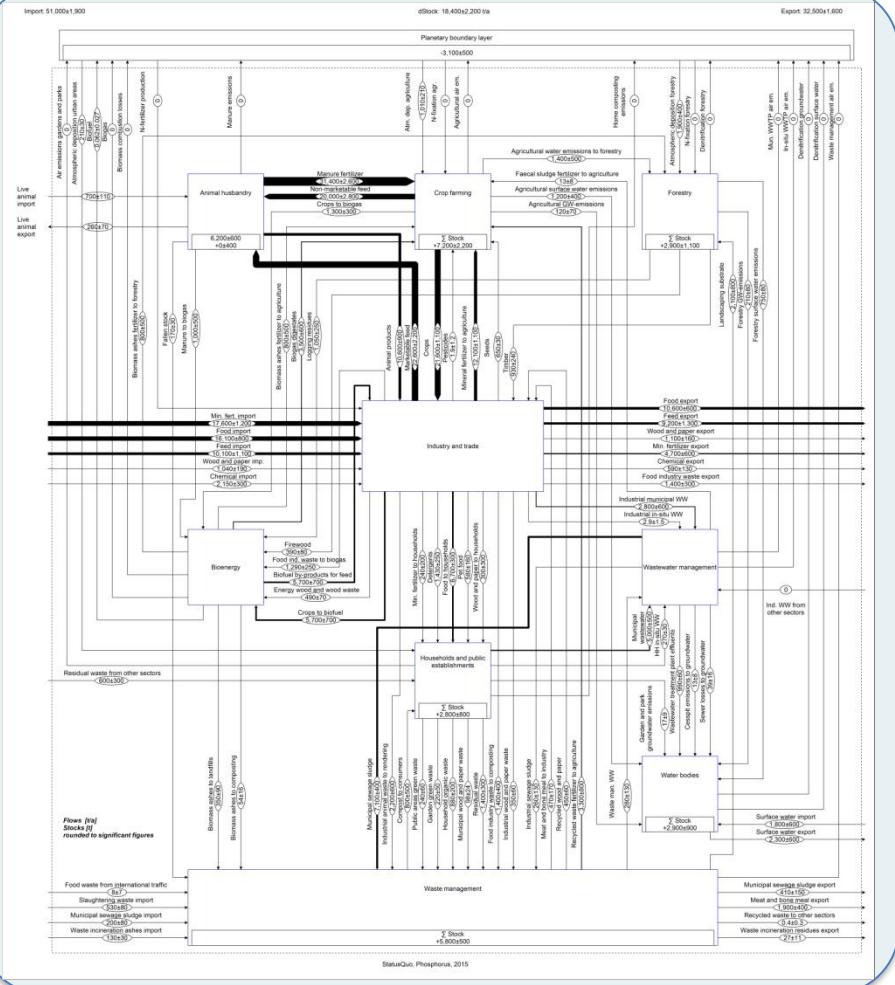


2. Subebene



Quelle: Tanzer, et al. 2018

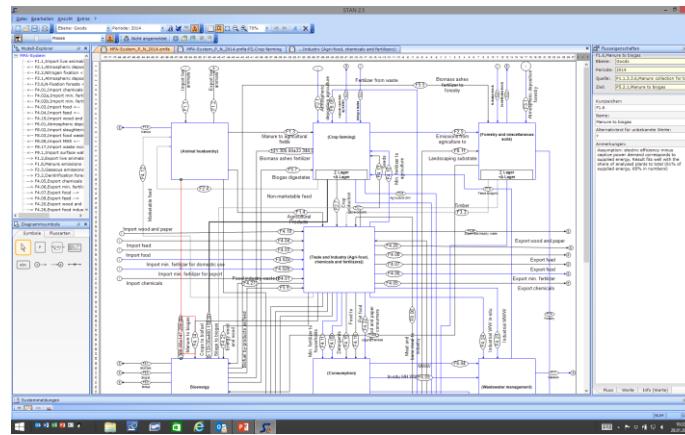
Der ö. Phosphorhaushalt



Komplexes System bestehend aus

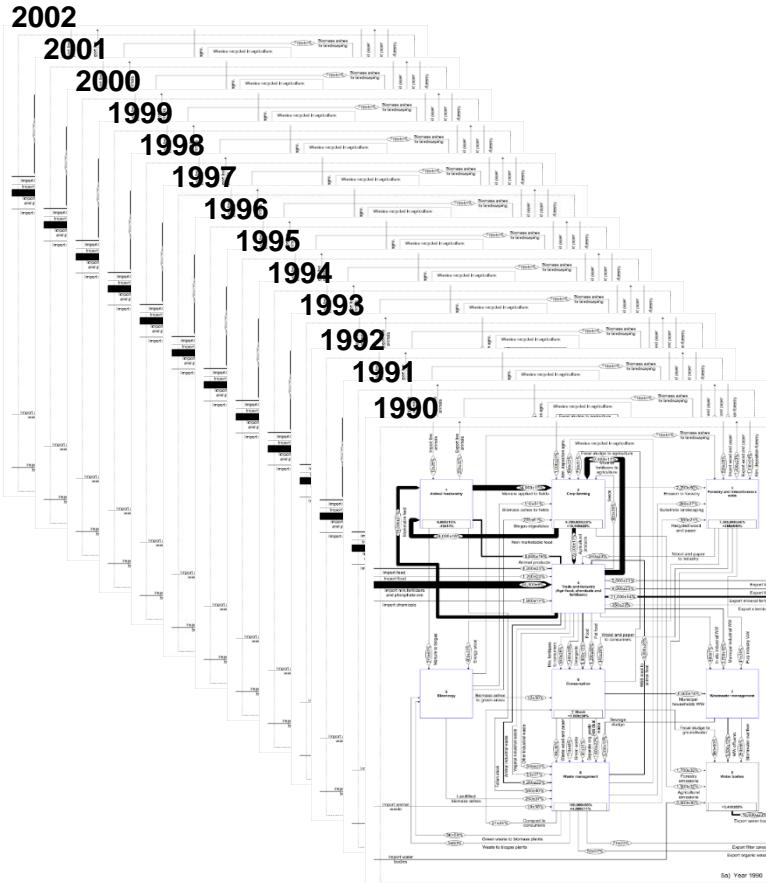
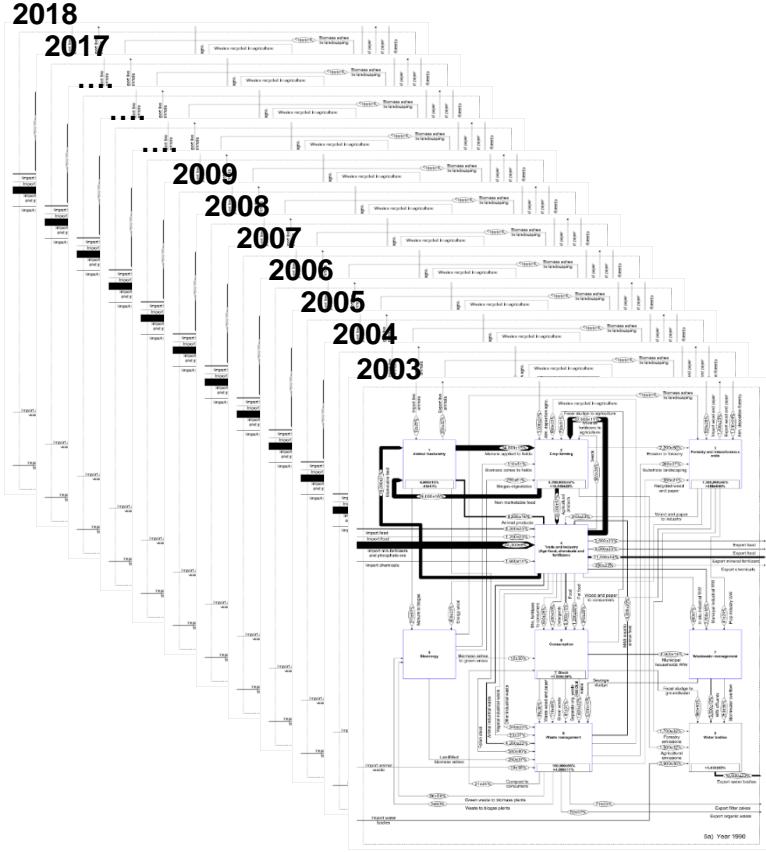
- 56 Prozessen
 - 8 Lagern (Boden, Deponien, ...)
 - 120 Flüssen

Software STAN: www.stan2web.net



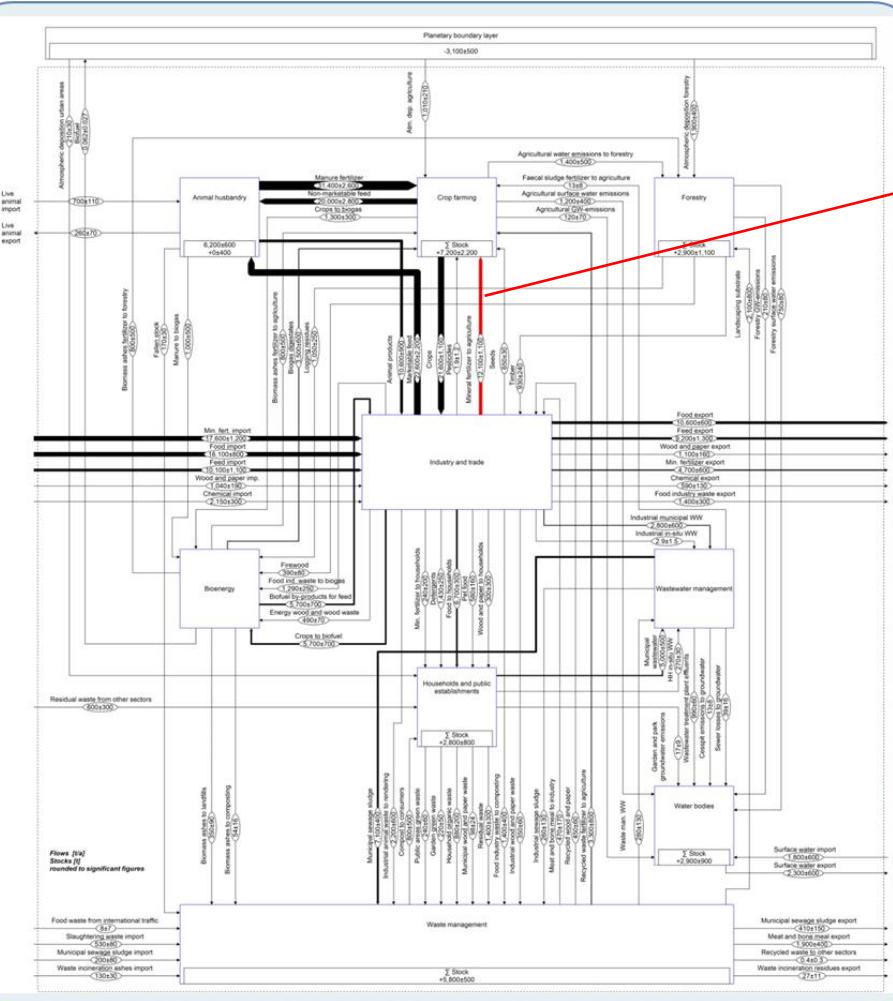
- Fehlerfortpflanzung
 - Datenausgleich

Kontinuierliche Fortschreibung des Systems

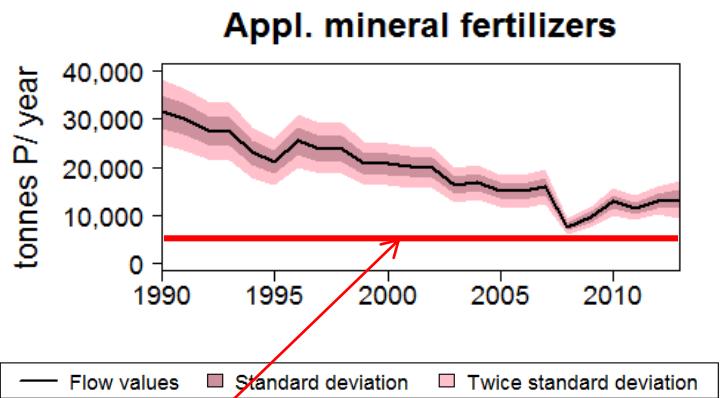


Die Änderungen sind gravierend und teils abrupt.

Analyse des Systems: einzelne Flüsse

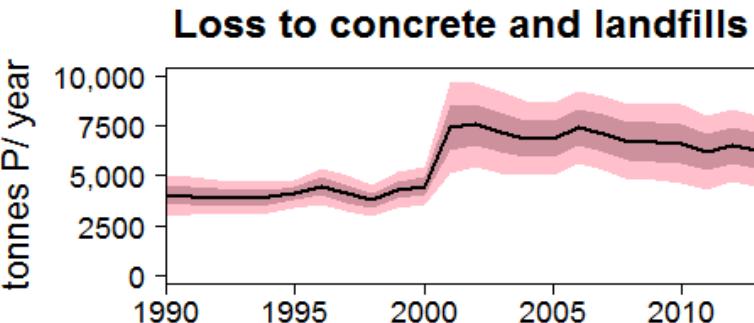
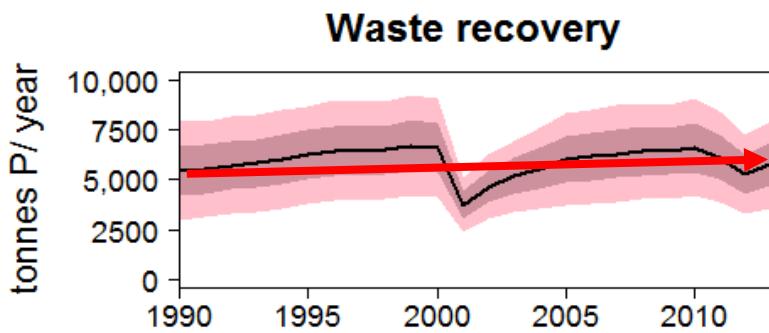
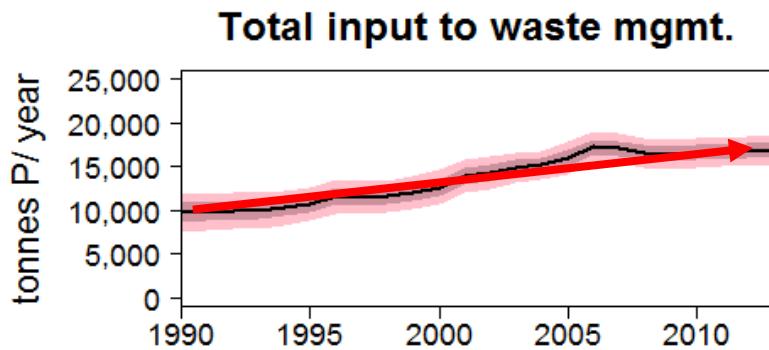


Mineraldünger auf
landwirtschaftliche Flächen



Zielwert (ausgeglichene Bodenbilanz)

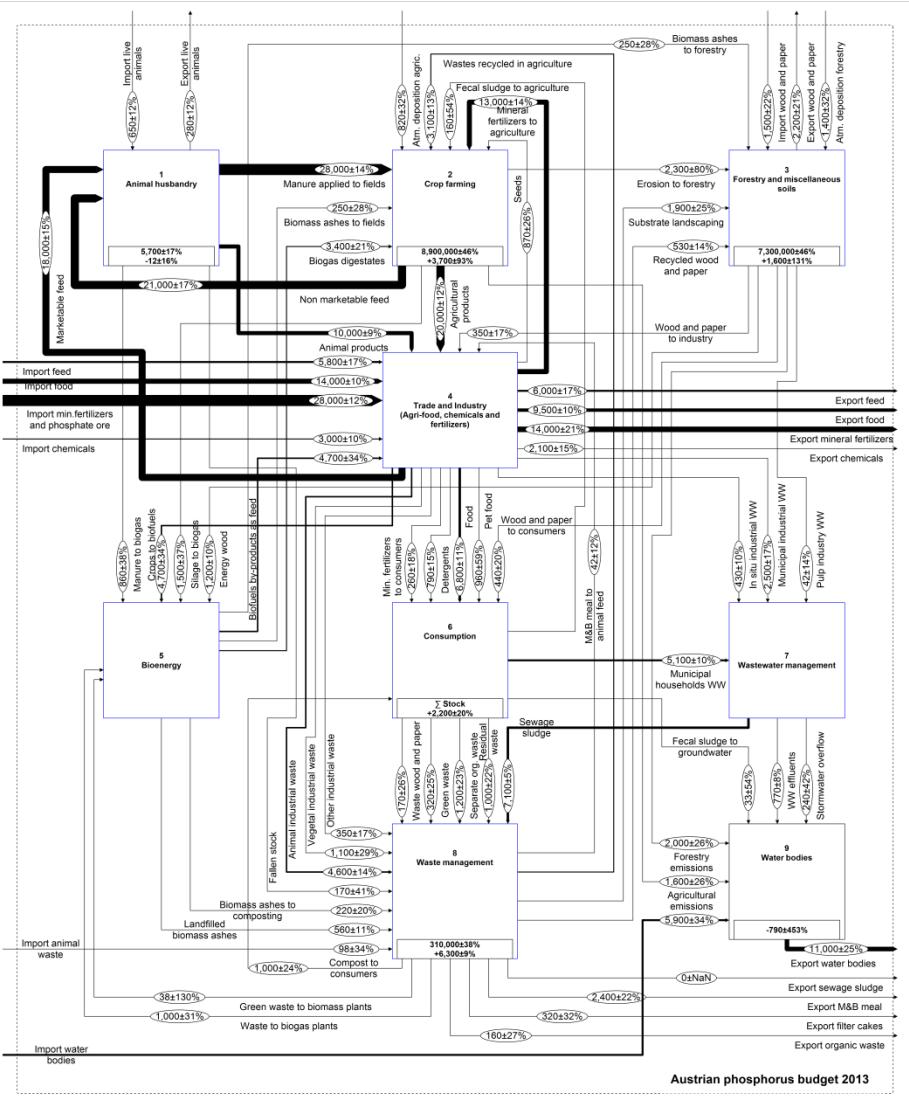
Analyse des Systems: einzelne Flüsse und Prozesse



Recyclingeffizienz der
Abfallwirtschaft: ↓

... die Gründe dafür
ergeben sich aus der SFA.

Analyse des Gesamtsystems



Verluste und Ineffizienzen

- 6 300 tP/a in Deponien und Zement
- 2 600 tP/a exportiert in P-reichen Abfällen
- 2 000 tP/a in den Landschaftsbau
- 2 000 tP/a akkumulieren in PHH und öffentlichen Parks
- 3 700 tP/a akkumulieren in landwirtschaftlichen Böden
- 3 600 tP/a gelangen in Gewässer
- 1.6 gP/E.d → zu hohe Aufnahme über Nahrungsmittel

Wie man die Sache angehen muss

1. Schritt

Systemverständnis generieren

2. Schritt

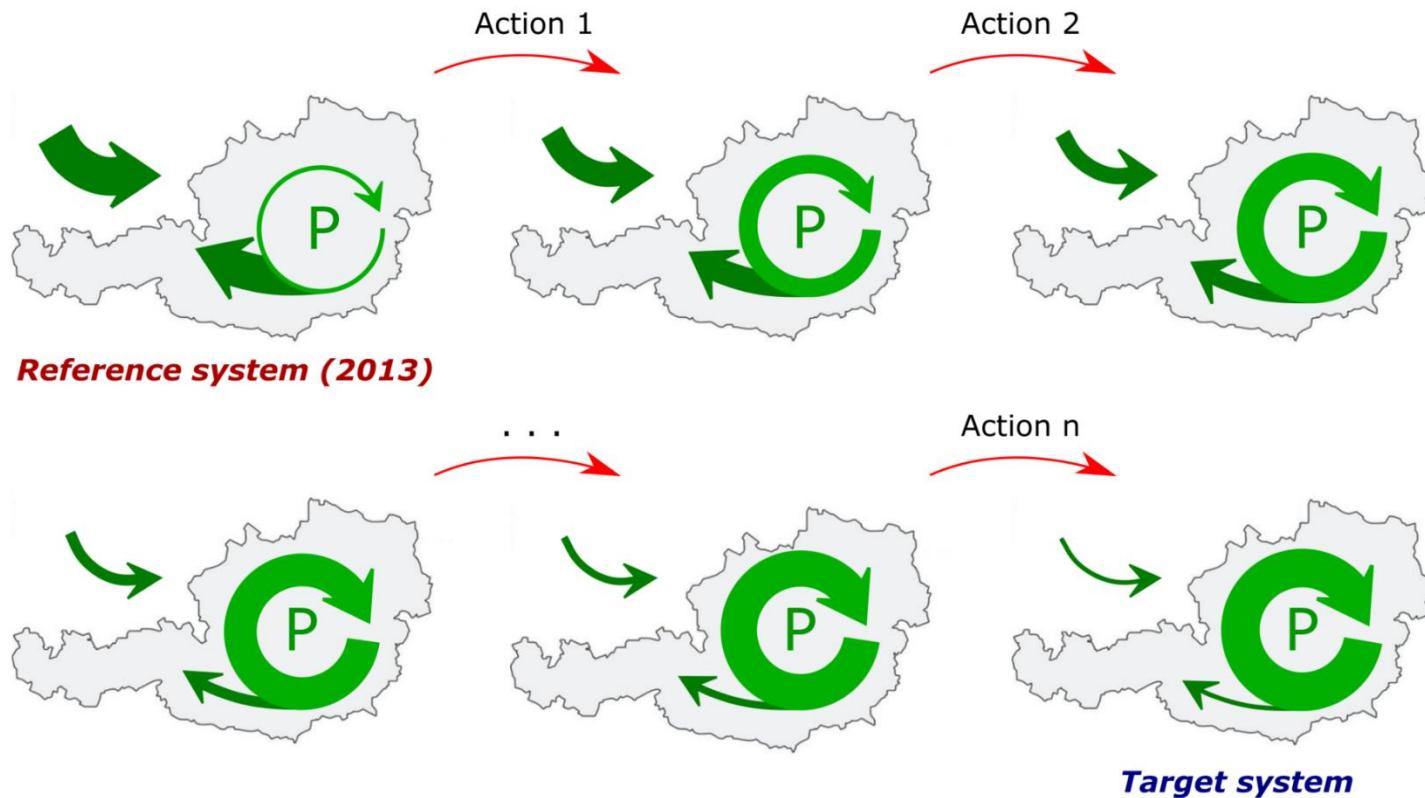
Maßnahmen zur Optimierung identifizieren

Aus Systemverständnis Maßnahmen ableiten

Field of action	Scope for reduction of Import dependency	Scope for reduction of Mineral fertilizers consumption	Scope for reduction of Emissions to water bodies	Uncertainty	Main data gaps	Main challenges
P recycling from meat and bone meal	16%	23%	-	Moderate	P concentration	Legal framework and market uncertainties for recovered fertilizers
P recycling from sewage sludge	23%	32%	-	Moderate	Technological performance and product quality	Legal framework and market uncertainties for recovered fertilizers
P recycling from compost	11%	15%	-	High	Current use shares; P concentration	Regulation/coordination of sales in large number of plants
P recycling from digestates	-	-	-	Low	Feedstock amounts and composition	Large number and heterogeneity of plants
P recycling from biomass ashes	2%	3%	-	Moderate	Current recycling rate; ash quality	Lack of economic incentives that offset logistical costs
P recycling from manure	-	-	-	High	Livestock excretion factors	Enhancement of agricultural advice services
Municipal and industrial organic waste management	2%	3%	-	Low	P concentration in MSW; industr. by-products use	Resistance to separate collection; increase of logistical efforts
Balanced and healthy diet	20%	-	5-10%	High	Complexity of system feedbacks	Resistance to change; Opposition of meat producers
Use efficiency in crop farming	8%	11%	-	Moderate	Livestock excretion factors; P content in crops	Enhancement of agricultural advice services
Optim. of P content in feedstuff	20%	-	-	High	Current state of optimization; complex feedbacks	Enhancement of agricultural advice services
Reduction of P in detergents	4%	-	2%	Low	-	-
Reduction of P in other industrial uses	-	-	-	High	Materials flows in industrial applications	Substitutability of P
Reduction of accumulation in green areas	11%	15%	-	High	Home composting; sales of compost to privates	Resistance to change; Coordination of large number of people
Reduction of point discharges	-	-	10%	Low	Loads and perform. of industrial treatment plants	Higher Fe levels in SS pose a problem to P recovery
Reduction of erosion from agricultural soils	12%	17%	13%	High	Retention processes and transport of legacy P	Implementation at large scale; identification of hotspots
Indicator value in 2013	18,600 tP y ⁻¹ 2.2 kgP cap ⁻¹ y ⁻¹	13,200 tP y ⁻¹ 1.6 kgP cap ⁻¹ y ⁻¹	4,600 tP y ⁻¹ 0.54 kgP cap ⁻¹ y ⁻¹			

Das inkludiert keine Recyclingquoten

Optimierung des Systems



Wie man die Sache angehen muss

1. Schritt

Systemverständnis generieren

2. Schritt

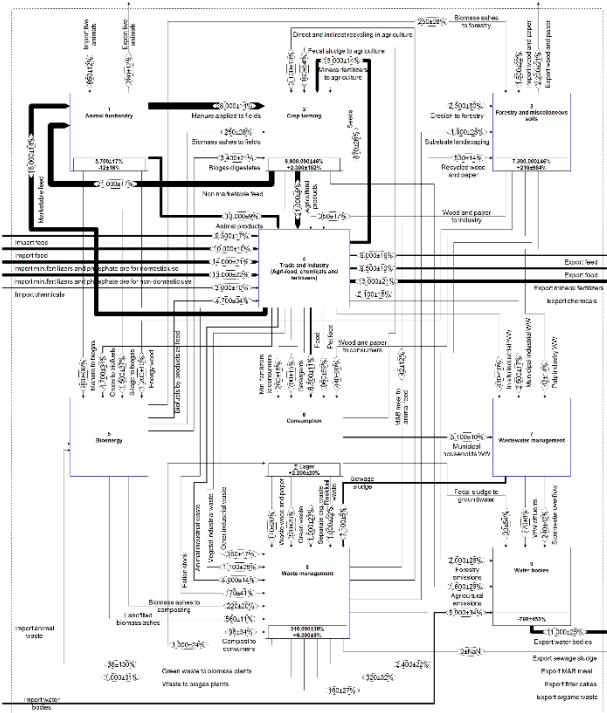
Maßnahmen zur Optimierung identifizieren

3. Schritt

Ziel(system) ermitteln

Kenntnis des hypothetischen Zielsystems

P Österreich 2013



15 Maßnahmen

P-Recycling aus Tierme

P-Recycling aus Klärschlamm

Optimierter Einsatz von Kompost

Steigerung der Bioaktivität

Gesunde Ernährung

Optimierte Ernte

P in Futtermitteln

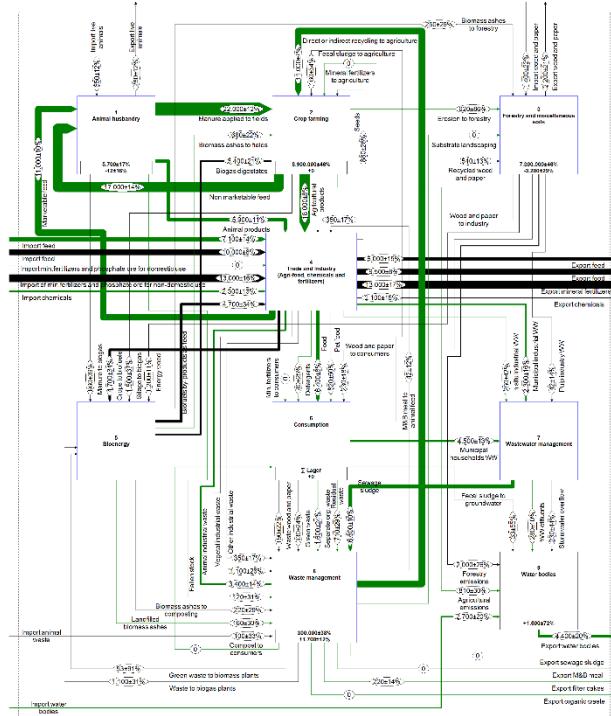
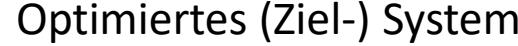
Waschmittel

P Überschuss

Punktquell

Erosion

.....



Importabhängigkeit

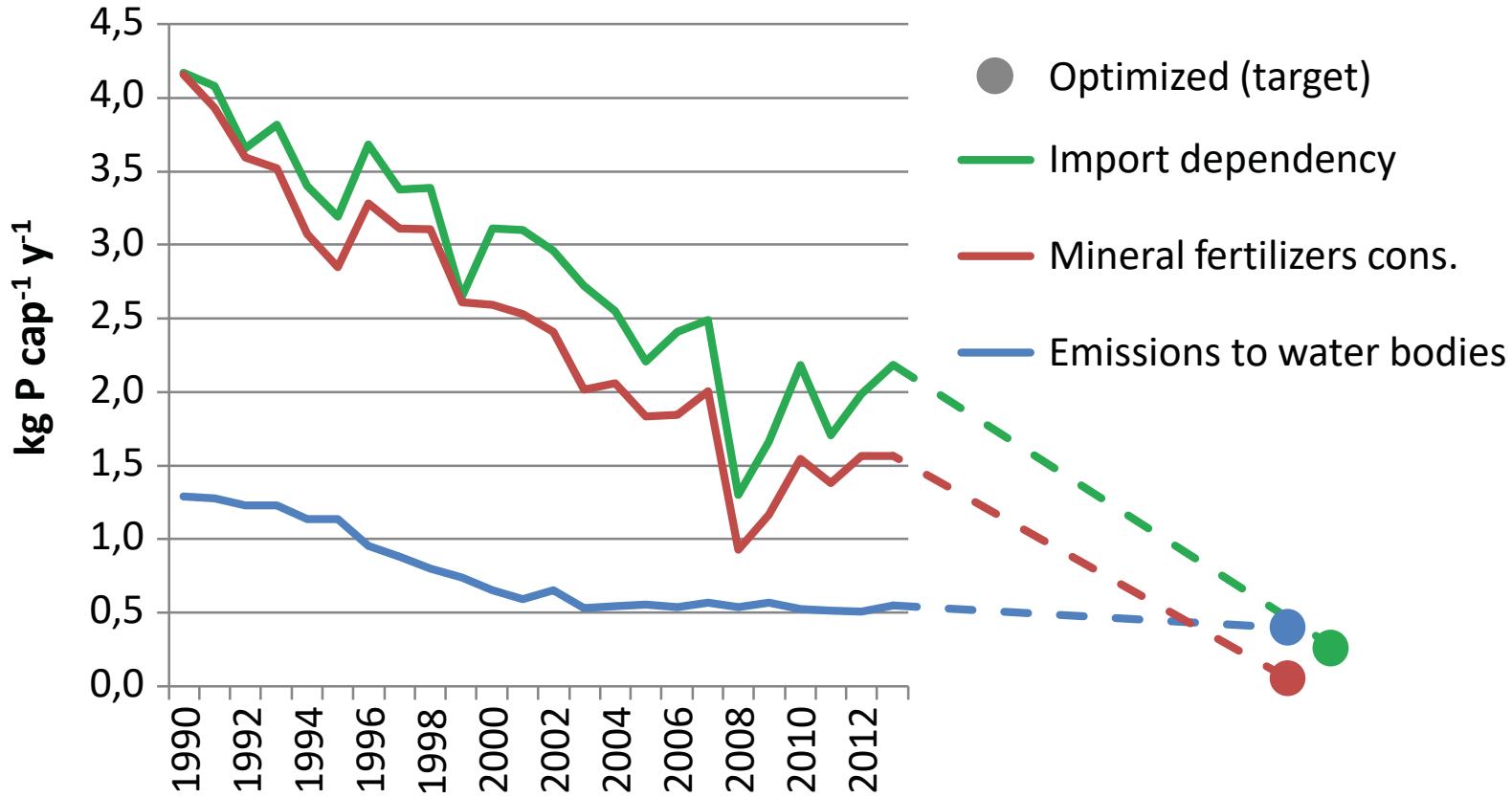
Verbrauch von Mineraldünger

Emissionen in Gewässer

2,2 kgP/cap.yr vs 0,23 kgP/E.a (**- 90%**)
 1,6 kgP/cap.yr vs 0,0 kgP/E.a (**- 100%**)
 0,54 kgP/cap.yr vs 0,39 kgP/E.a (**- 28%**)

Quelle: Zoboli, O., Zessner, M., & Rechberger, H. Supporting phosphorus management in Austria: Potential, priorities and limitations. *Science of the Total Environment*, 565, 2016, 313-323.

Monitoring der Entwicklung



Wie man die Sache angehen muss

1. Schritt

Systemverständnis generieren

2. Schritt

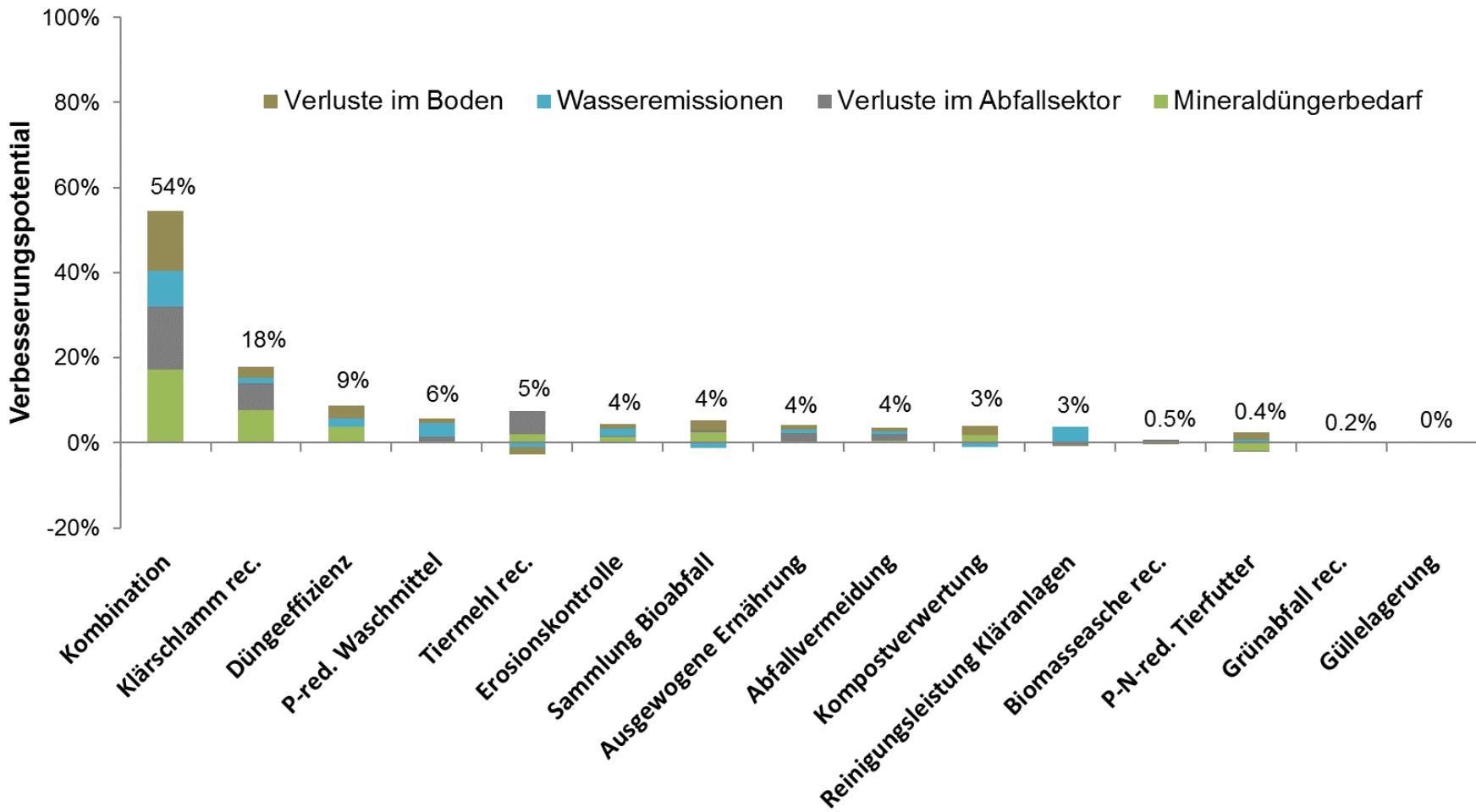
Maßnahmen zur Optimierung identifizieren

3. Schritt

Ziel(system) ermitteln

4. Maßnahmen reihen und loslegen

Reihung der Maßnahmen bzgl. ihres „Nutzens“



Quelle: Tanzer, J.; Zoboli, O.; Zessner, M.; Rechberger, H. Filling two needs with one deed: Potentials to simultaneously improve phosphorus and nitrogen management in Austria as an example for coupled resource management systems, Science of the Total Environment, 640–641, 2018, 894–907.

Botschaft an die Verwaltung

Stoffbuchhaltung (SBH) ist heute mit vertretbarem Aufwand möglich.

Die Vorteile sind:

- Besseres Verständnis des Ressourcenhaushalts
- Erkennen von Trends (zB. Veränderung von Recyclingraten)
- Basis für Auswahl von Optimierungsmaßnahmen
- Planungsgrundlage für die Wirtschaft
- (Erkennen von systematischen Datenfehlern)

Was wäre zu tun:

- Aufgreifen der SBH (zB. BMNT, UBA)
- Verschränkung der SBH mit LCA impact assessment
- Verschränkung der SBH mit Kosten