



Transitionswege für den urbanen Raum am Beispiel Lünen

Dr. Thomas Hillenbrand, Fraunhofer ISI Karlsruhe
Udo Schratz, Stadtbetrieb Abwasserbeseitigung Lünen
Prof. Dr. Heidrun Steinmetz, TU Kaiserslautern

Wasserinfrastruktur in der Stadt – die unsichtbare Herausforderung, 19. Mai 2016, Lünen

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Transitionswege für den urbanen Raum am Beispiel Lünen

1. Lünen-Konzept aus abwassertechnischer Sicht
2. Längerfristige Auswirkungen der Transition zu NASS auf die bestehende Abwasserinfrastruktur
 - A. Energiebedarf bzw. Energierückgewinnung
 - B. Nährstoffrückgewinnungspotenzial
3. Bewertung der Veränderungen
4. Zusammenfassung und Fazit



Lünen-Konzept aus abwassertechnischer Sicht



- **Schritt 1:** Nutzung hydraulischer Kapazitäten (ca. 20 – 25%) im kommunalen Faulturm zur Behandlung des stark belasteten häuslichen Abwasserteilstroms
 - Teilseparation Schwarzwasser und hochbelastetes Grauwasser, schwach belastetes Grauwasser für Grauwassergarten
 - Inliner zur KA; Schwarzwasser und stark belastetem Grauwasser in Faulturm

=> Verringerung Schmutzwasserfracht Zulauf Kläranlage, Rückbelastung steigt
- **Schritt 2:** Eindickung des stark belasteten häuslichen Abwasserteilstroms
 - Erhöhung der hydraulischen Kapazität im Faulturm
 - Verbesserung Wärmebilanz
- **Schritt 3:** Nährstoffrückgewinnung oder Zugabe von externem Kohlenstoff

Lünen-Konzept aus abwassertechnischer Sicht



- **Schritt 1: Nutzung hydraulischer Kapazitäten im kommunalen Faulturm zur Behandlung des stark belasteten häuslichen Abwasserteilstroms**

- Problematik bei Abtrennung „leichten“ Grauwassers (Dusche):
 - SW-Anfall (wassersparende Toiletten) → **25–35 l/(E·d)** bei ca. 0,2 % TS
 - GW-Anfall (stark belastet) → **20–35 l/(E·d)** bei ca. 0,2 % TS
 - Rohschlammanfall (voreingedickt) → ca. **1,9 l/(E·d)** bei 4 % TS

=> Hydraulische Kapazität schnell verbraucht (1% Transition)

Verfahrenstechnische Lösung bei niedrigen bis mittleren Transitionszuständen:

- **Schritt 2: Eindickung des stark belasteten Abwasserteilstroms**

- Ab ca. 35 % Transition sind die hydraulischen Reserven im Faulturm erschöpft
 - Lösungsstrategien: 2ter CSTR oder UASB-Reaktor (Schritt 4)
- Rückbelastung und Verringerung C führen zu Problemen Deni

Lünen-Konzept aus abwassertechnischer Sicht

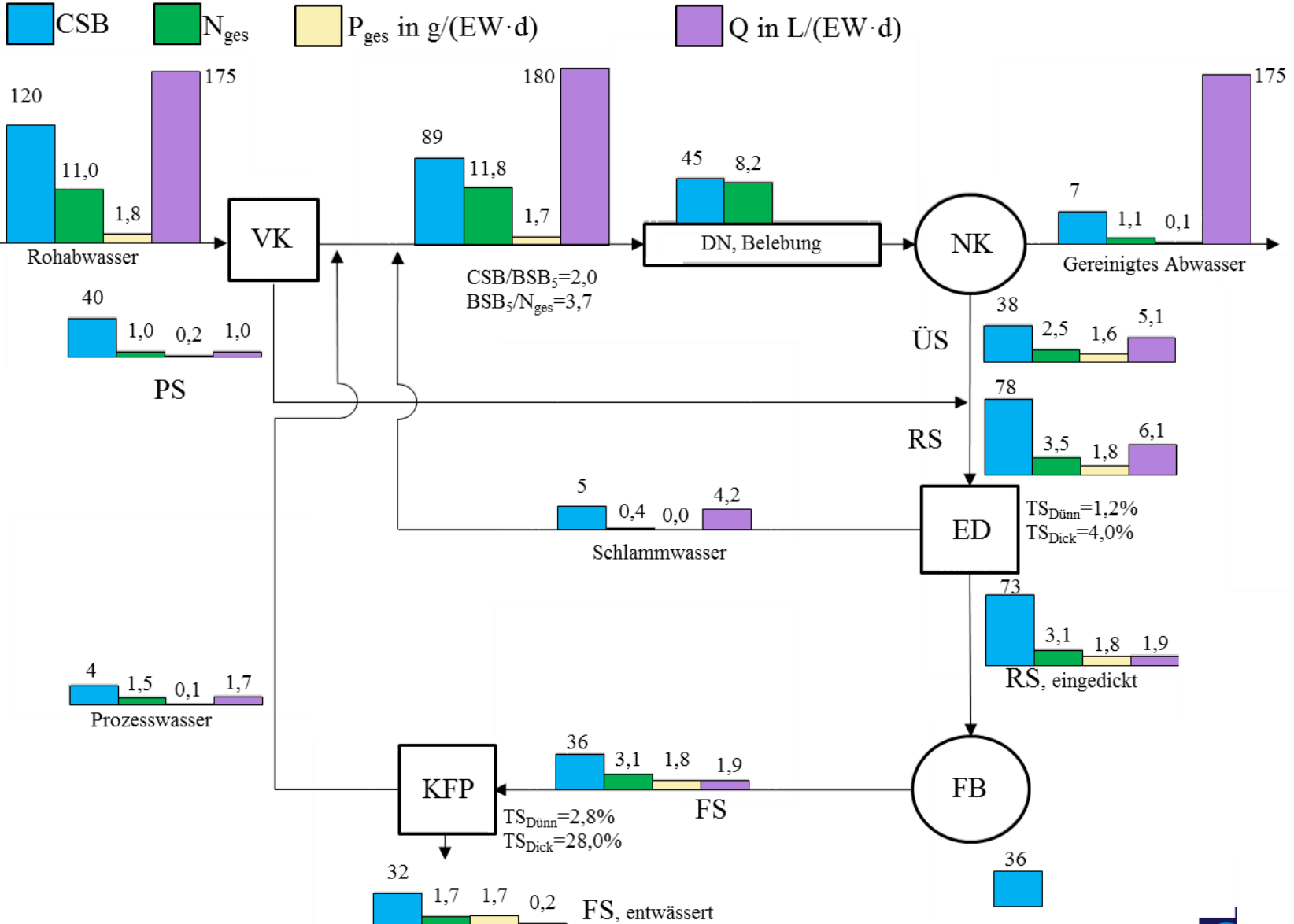


- **Schritt 3: Inbetriebnahme einer Nährstoffrückgewinnung oder Zugabe externen Kohlenstoffs ab 13 % Transition**
 - Verlagerung C- Abbau in anaerobe Stufe: Ab einer Abkopplung von ca. 13 % Schwarzwasser und Grauwasser hochbelastet sinkt $BSB_5/N < 3,5$ in der biologischen Stufe

 - Alternative 1: Nährstoffrückgewinnung und somit Reduzierung der Rückbelastung
 - Bessere Nutzung von Ressourcen
 - Verbesserung C/N

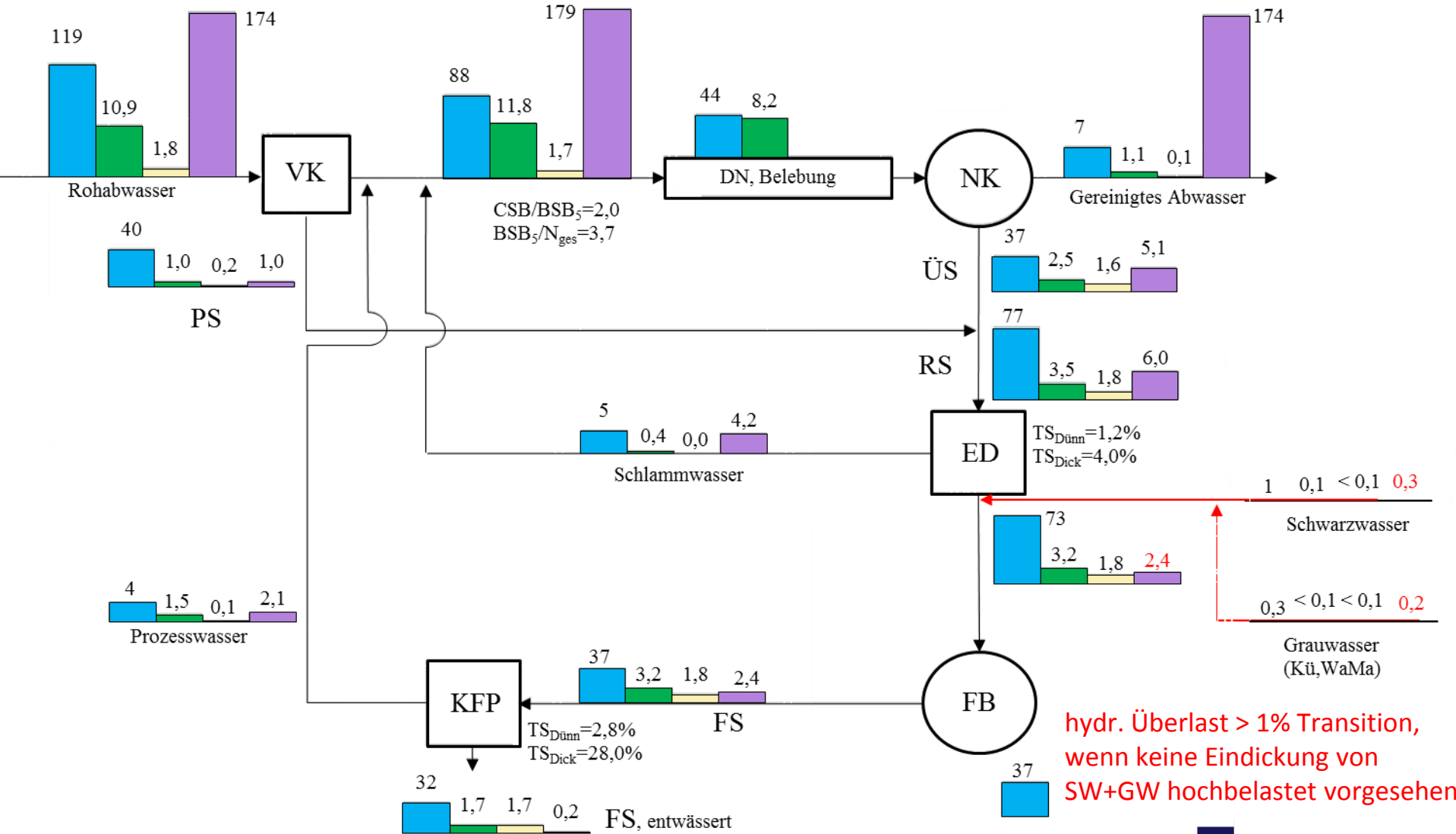
 - Alternative 2: C- Dosierung
 - Verbesserung C/N

Ist-Zustand (0 % Transition)



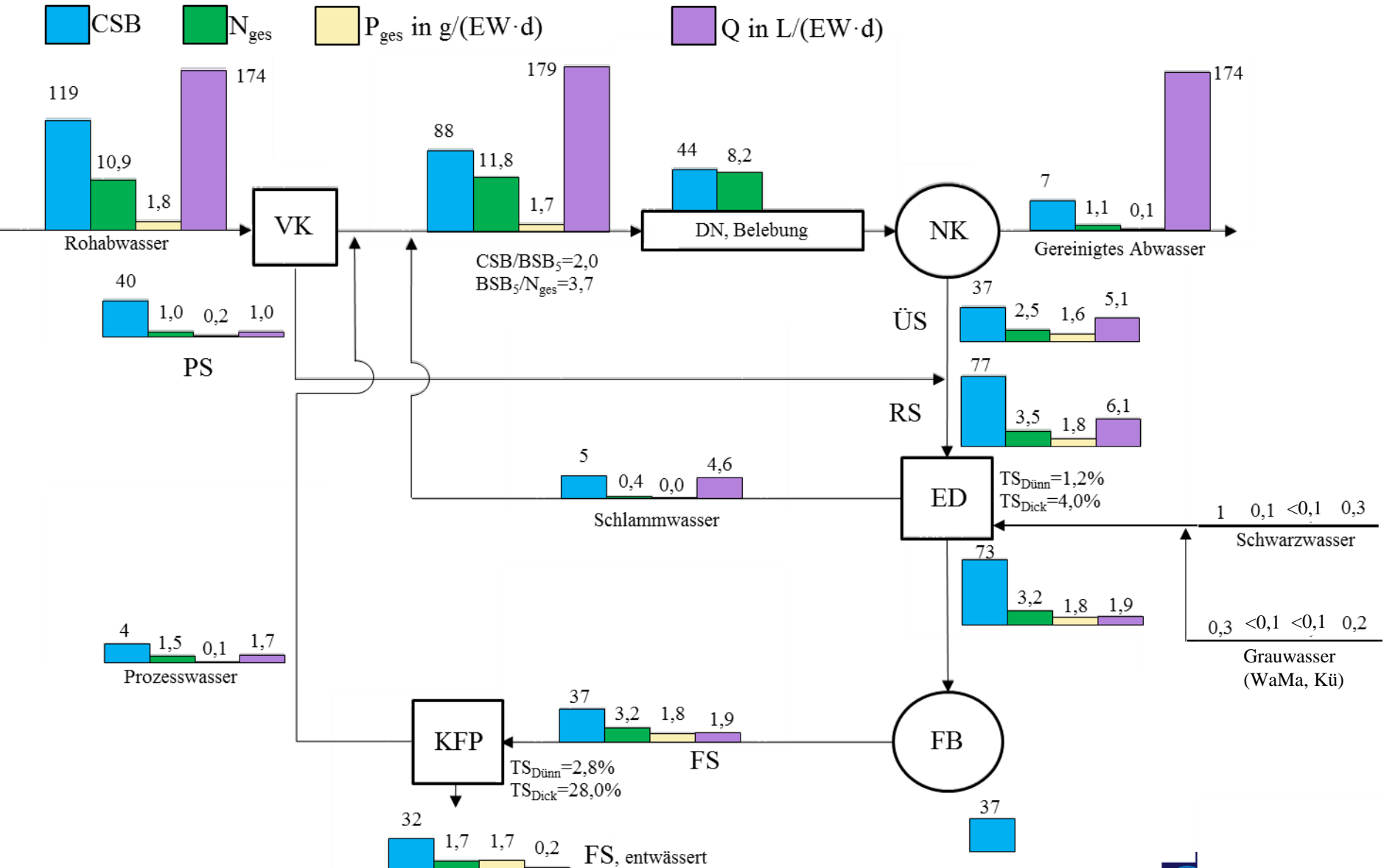
1 % Transition SW und dickes GW direkt in den FT

■ CSB
 ■ N_{ges}
 ■ P_{ges} in g/(EW·d)
 ■ Q in L/(EW·d)

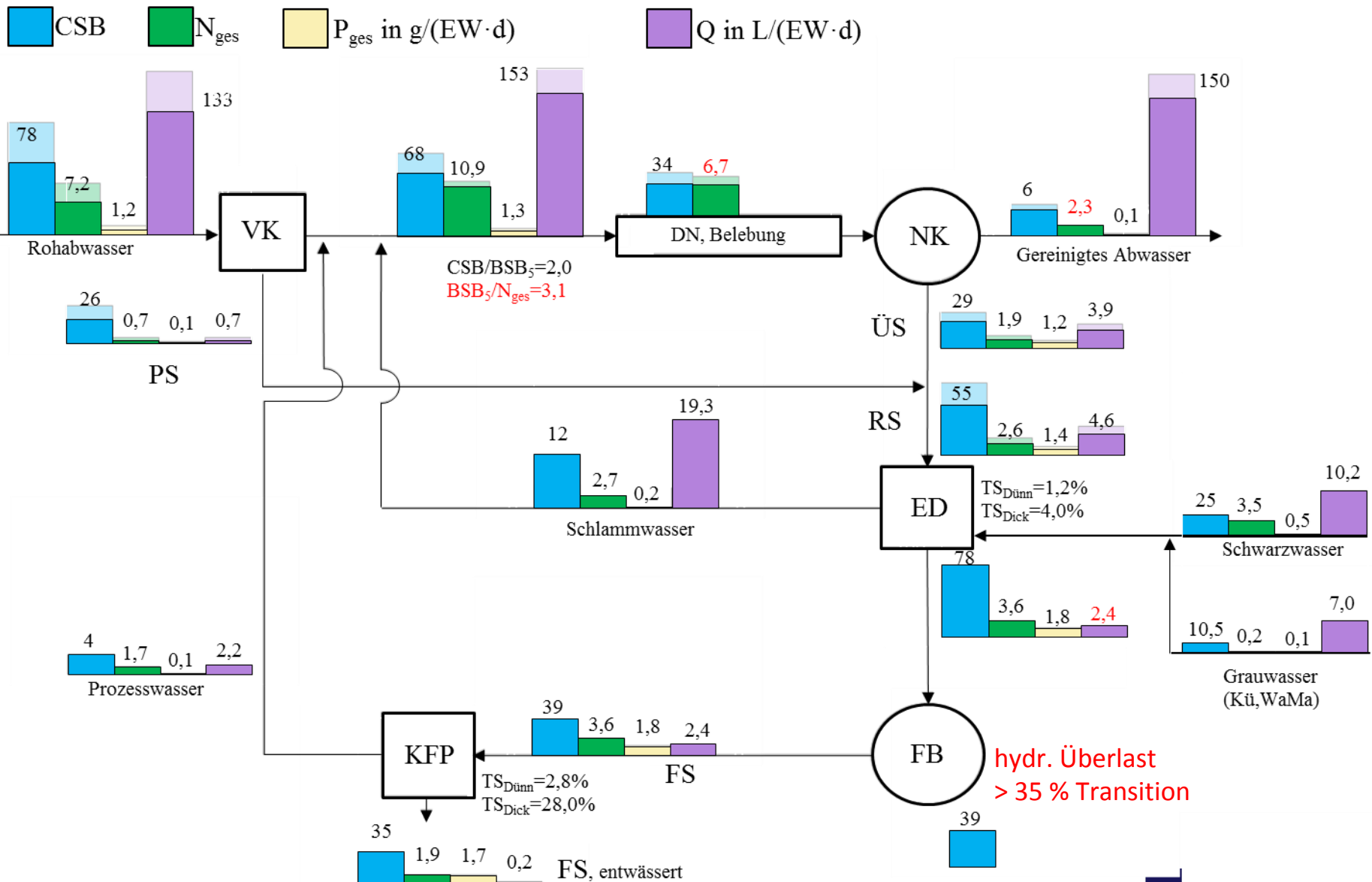


hydr. Überlast > 1% Transition, wenn keine Eindickung von SW+GW hochbelastet vorgesehen

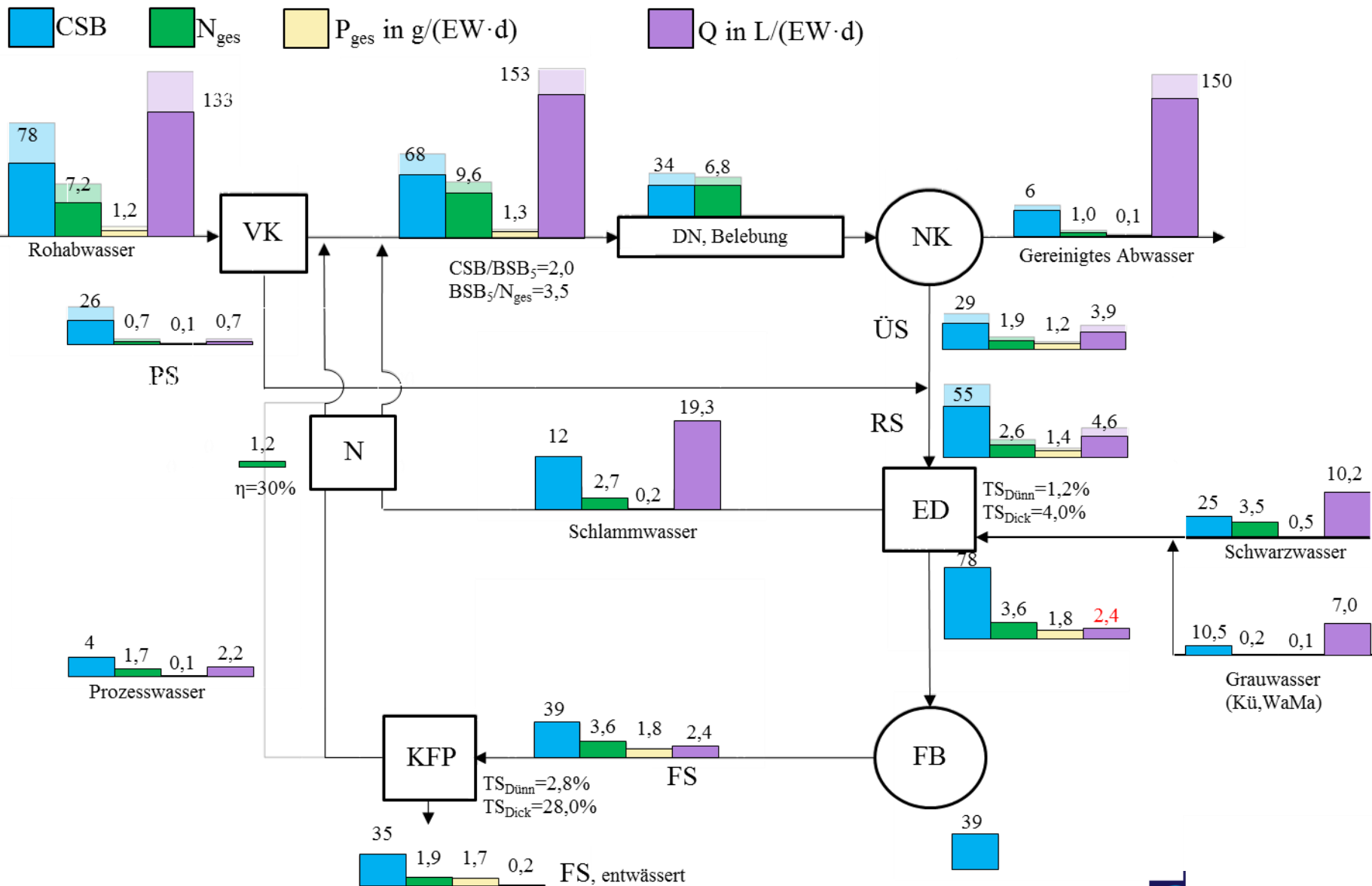
1 % Transition mit Eindickung



35 % Transition (Gesamtsystem)



35 % Transition mit Nährstoffrückgewinnung

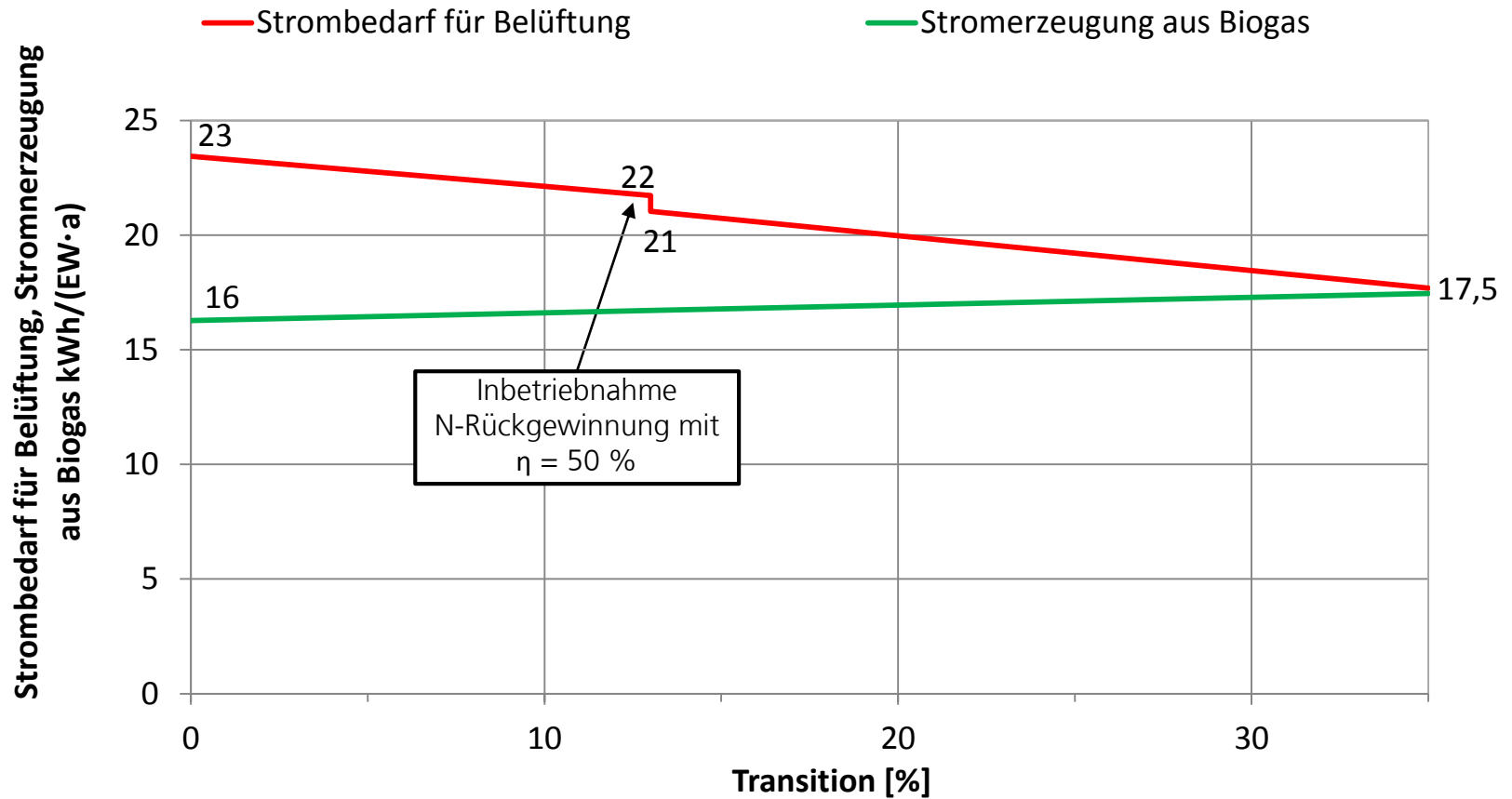


Transitionswege für den urbanen Raum am Beispiel Lünen

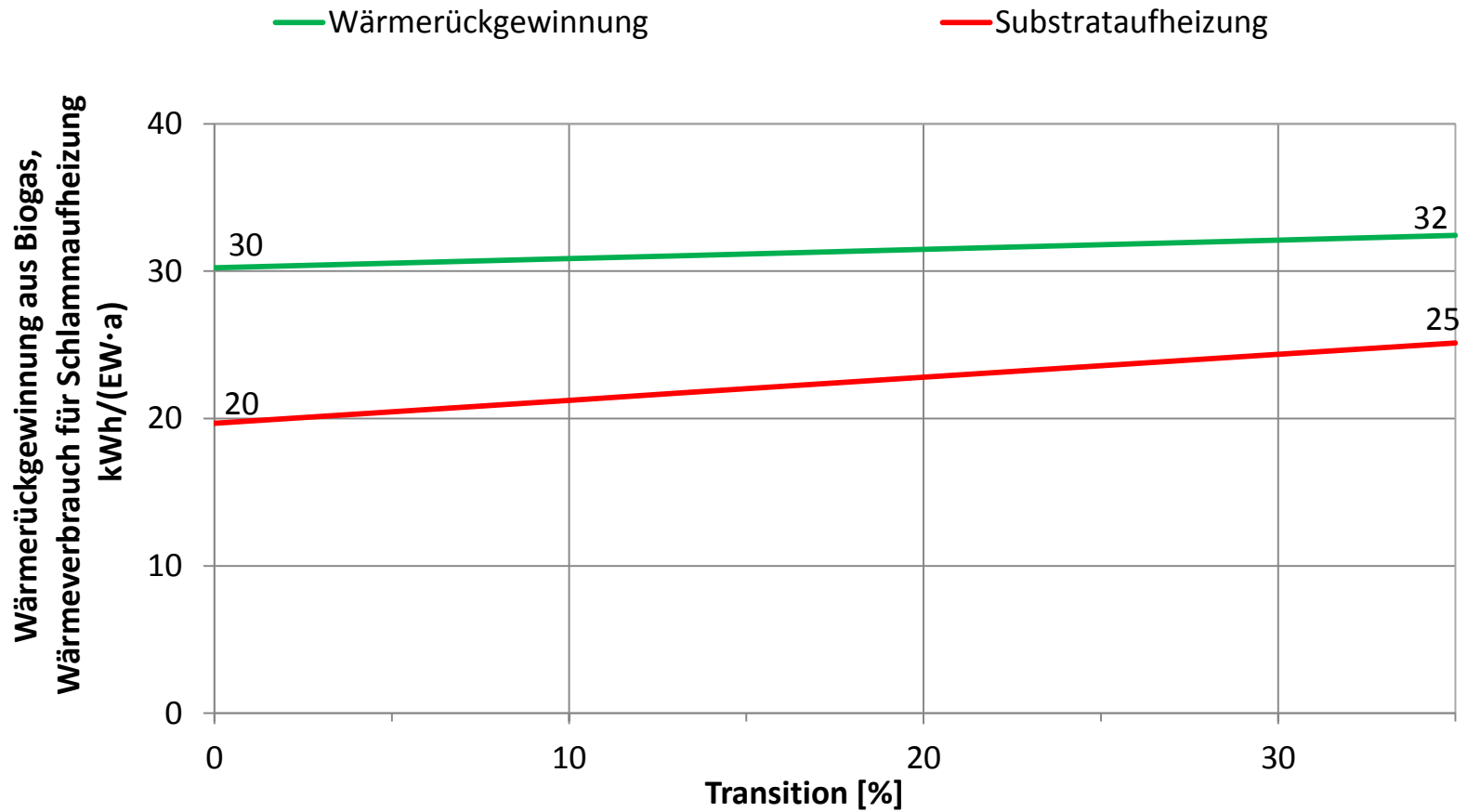
1. Lünen-Konzept aus abwassertechnischer Sicht
2. **Längerfristige Auswirkungen der Transition zu NASS auf die bestehende Abwasserinfrastruktur**
 - A. Energiebedarf und –rückgewinnung
 - B. Nährstoffrückgewinnungspotenzial
3. Bewertung der Veränderungen
4. Zusammenfassung und Fazit



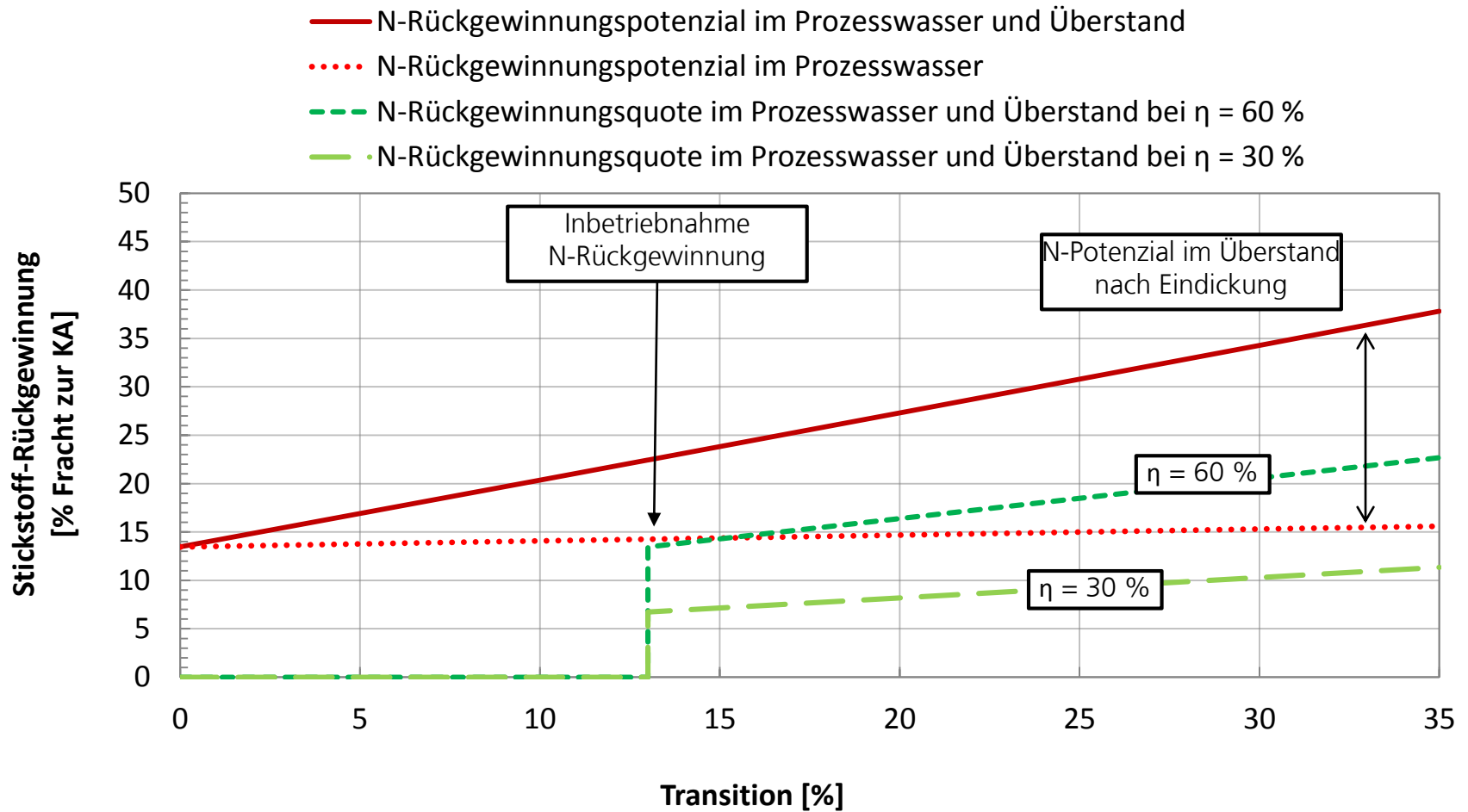
Energiebedarf und -rückgewinnung



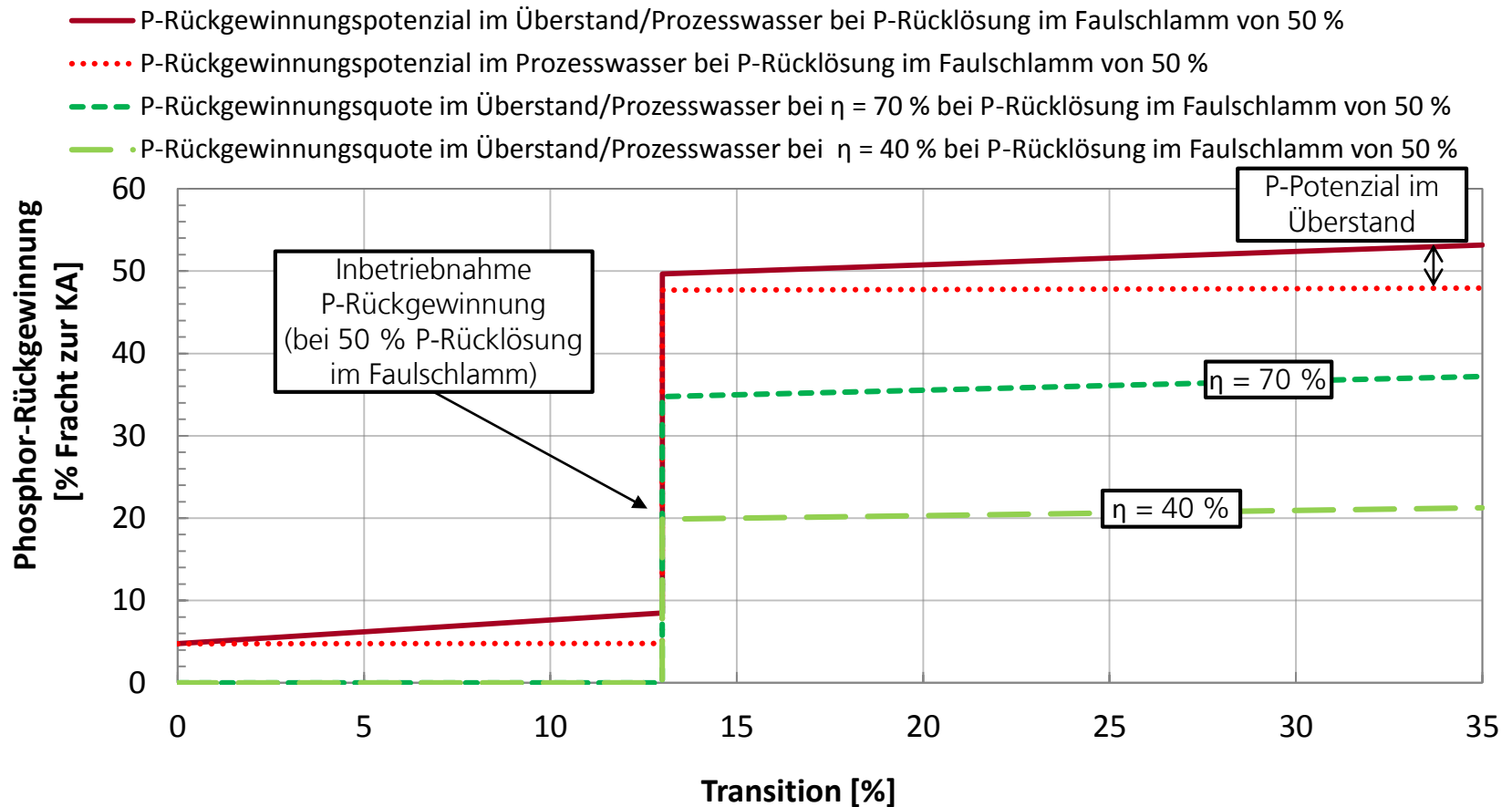
Energiebedarf und -rückgewinnung



Nährstoffrückgewinnung



Nährstoffrückgewinnung



Transitionswege für den urbanen Raum am Beispiel Lünen

1. Lünen-Konzept aus abwassertechnischer Sicht
2. Längerfristige Auswirkungen der Transition zu NASS auf die bestehende Abwasserinfrastruktur
 - A. Energiebedarf bzw. Energierückgewinnung
 - B. Nährstoffrückgewinnungspotenzial
3. **Bewertung der Veränderungen**
4. Zusammenfassung und Fazit



- Neue Verfahrensstufen – Investitionen bei Transition 35%
 - Transport von Schwarzwasser und belastetem GW zu KA: Hausanschlüsse und Inliner
 - Lünen: Kurzer Kanalabschnitt
 - (statischer) Eindicker: bei 35% Transition (35.000 von 100.000 EW) Eindickung von ca. $17,2L/(E \cdot d) \cdot 100.000 E = 1720 \text{ m}^3$ Schwarzwasser mit belastetem Grauwasser TS ca. 0,25% vor Eindickung ca. 4% nach Eindickung
 - Ab ca. 13% Nährstoffrückgewinnung (N) aus Schlammwasser erforderlich:
 - P- Rückgewinnung: Mit Rücklösung aus Klärschlamm jederzeit möglich für 100.000 EW (da kompletter Klärschlamm behandelbar)
- Frei werdende Ressourcen bei 35% Transition:
 - Aufenthaltszeit VK verlängert sich, ggf. EW bezogener höherer Primärschlammanfall
 - Belebungsbecken: freie Kapazitäten, ggf. Speicherung und Konzentrationsausgleich möglich

- Betriebskosten bei Transition 35%
 - FHM für Eindickung
 - Zeolith für Stickstoffrückgewinnung
 - Regenerationslösung Zeolith
 - FHM, NaOH, Mg für P- Rückgewinnung als MAP
- Gewinn und Verringerung Betriebskosten:
 - Strom bei 35% Transition
 - ca. 6,0 kWh/(E*a) Einsparung Belüftung, ca. 1,5kWh/(E*a) durch Schwarzwasser/GW hochbelastet im FT = Summe 7,5 kWh/(E*a)
 - Stickstoff bei 35 % Transition
 - Ca. 4,2 gN/(E*d) = 1,5 kg/(E*a) und 50% Rückgewinnungsquote ca. 76.000 kg N/a
 - Phosphor (MAP) bei 35 % Transition
 - Ca. 0,96 gP/(E*d) (bei 50% Rücklösung aus Faulschlamm) und 70% Wirkungsgrad aus flüssiger Phase können ca. 24.500 kg/a P gewonnen werden
 - Einsparung Fällmittel für P-Elimination wenn P-Rückgewinnung

Transitionswege für den urbanen Raum am Beispiel Lünen

1. Lünen-Konzept aus abwassertechnischer Sicht
2. Längerfristige Auswirkungen der Transition zu NASS auf die bestehende Abwasserinfrastruktur
 - A. Energiebedarf bzw. Energierückgewinnung
 - B. Nährstoffrückgewinnungspotenzial
3. Bewertung der Veränderungen
4. Zusammenfassung und Fazit



- Transition kann in (kleinen) Schritten erfolgen
 - bis ca. 1 % „nur“ Transport von Schwarzwasser und belastetem GW zu KA (z.B. Inliner) und Zugabe in FT
 - > 1% Eindickung erforderlich (z.B. statischer Eindicker)
 - Ab ca. 13% Nährstoffrückgewinnung (N) aus Schlammwasser wg. Deni
 - ab ca. 35 % Transition Eindickung auf > 4% TS (z.B. Zentrifuge) oder größere bauliche Maßnahmen erforderlich (z.B. 2ter CSTR mit Co-fermenten, z.B. Bioabfall)

- Bessere Energiebilanz (durch geringeren Strombedarf Belüftung und Ausnutzung C in SW)
- Höheres N- Rückgewinnungspotenzial als im Ist-Zustand (bei 35 % Transition knapp 40 %).
- Co-Vergärung von häuslichem Bioabfall oder sonstigen Substraten bei der Inbetriebnahme weiterer Reaktoren erforderlich

- **Schrittweise Umsetzung in Reaktion auf jeweilige Randbedingungen ist möglich!**

Danke

... für Ihr Interesse
... an alle TWIST++-Projektpartner
... an das BMBF als Fördermittelgeber:

GEFÖRDERT VOM

 Bundesministerium für Bildung und Forschung

 **FONA**
Technologisches Wassermanagement
BMBF



 **NaWaM**
Nachhaltiges Wassermanagement

 **INIS**

Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Dr. Thomas Hillenbrand, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI
Udo Schratz, Stadtbetrieb Abwasserbeseitigung Lünen
Prof. Dr. Heidrun Steinmetz, TU Kaiserslautern

