

Abfluss- und Qualitätsmessungen im Kanalnetz als Grundlage einer integralen Simulation

Dr.-Ing. Ulrich Dittmer
NIVUS GmbH, Eppingen

Einleitung

Das Projekt Tholey-Sotzweiler

Grundlagen der Messtechnik

Einrichtung der Messstellen

Betrieb der Messungen

Ergebnisse und Betriebserfahrungen

Fazit und Ausblick

Warum Online-Qualitätsmessungen?

Anforderungen an Konzentrationsmessungen bei Regenwetter

- Hohe Dynamik des Konzentrationsverlaufs (starke Schwankungen in kürzester Zeit)
- Zufallscharakter von Regenereignissen
 - Erfassung über längere Zeiträume durch Probenahme nicht mit vertretbarem Aufwand möglich.
 - Alternative: Online-Sonden

Online im Kanal – ein „alter Hut“?

Auf Kläranlagen etablierte Technologie

Erste Pilotprojekte im Kanal um 2000 (Forschung)

- Sonden zu wartungsintensiv und empfindlich
- relevante Parameter nicht (hinreichend genau) erfassbar
- kein Explosionsschutz
- Installationen nicht ausgereift (kostenintensive Einzellösungen)

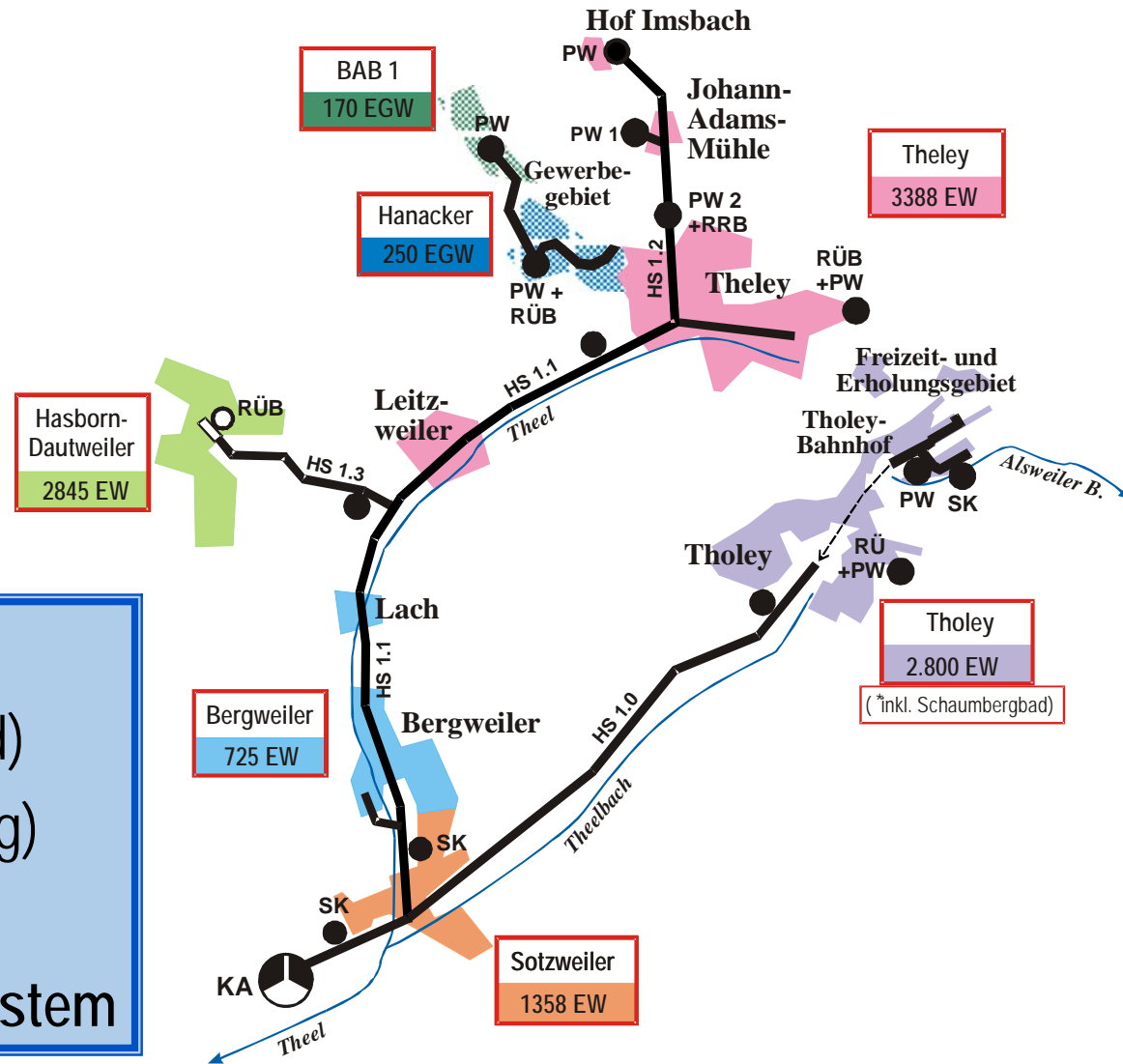
Entwicklung seither

- neue Technologien
- wachsende Erfahrung im Einsatz

→ Zeit das Thema neu anzugehen!

Das Projekt Sotzweiler

Einzugsgebiet



Gesamteinzugsgebiet:

- 11.536 EW (Ist-Zustand)
- 12.332 EW (Bemessung)
- 4,0 km²
- überwiegend Mischsystem

Erhöhte Mischwasserbeschickung der Kläranlage.

$$Q_M = 3 \cdot Q_{SX} + Q_f \quad \text{statt} \quad 2 \cdot Q_{SX} + Q_f$$

Im Gegenzug Reduzierung des Volumens der Regenbecken im Kanalnetz auf

$$V_S = 25 \text{ m}^3/\text{ha}_{AE,b} \quad \text{statt} \quad 41 \text{ m}^3/\text{ha}_{AE,b}$$

Zielsetzung

- **Unmittelbar: Nachweis der Gleichwertigkeit von umgesetzter Lösung und konventionellen System**
- **Bewertungsmaßstab: Gesamtemissionen**
- **Übergeordnet: Erkenntnisgewinn für Betrieb und Planung weiterer Anlagen**

Nachweis durch integrale Simulation von

- **Kanalnetz (KOSMO, TU Kaiserslautern) und**
- **Kläranlage (SIMBA, IFAK, Magdeburg)**

Kalibrierung beider Modelle anhand von Messdaten

- **15 Monate Online-Messung im Kanalnetz**
- **Intensivmessprogramme (Probenahme) auf KA**

Projektpartner und Aufgaben

Entsorgungsverband Saar

- Projektsteuerung
- Intensivmessprogramm auf der Kläranlage
- Analytik zur Kalibrierung der Online-Sonden

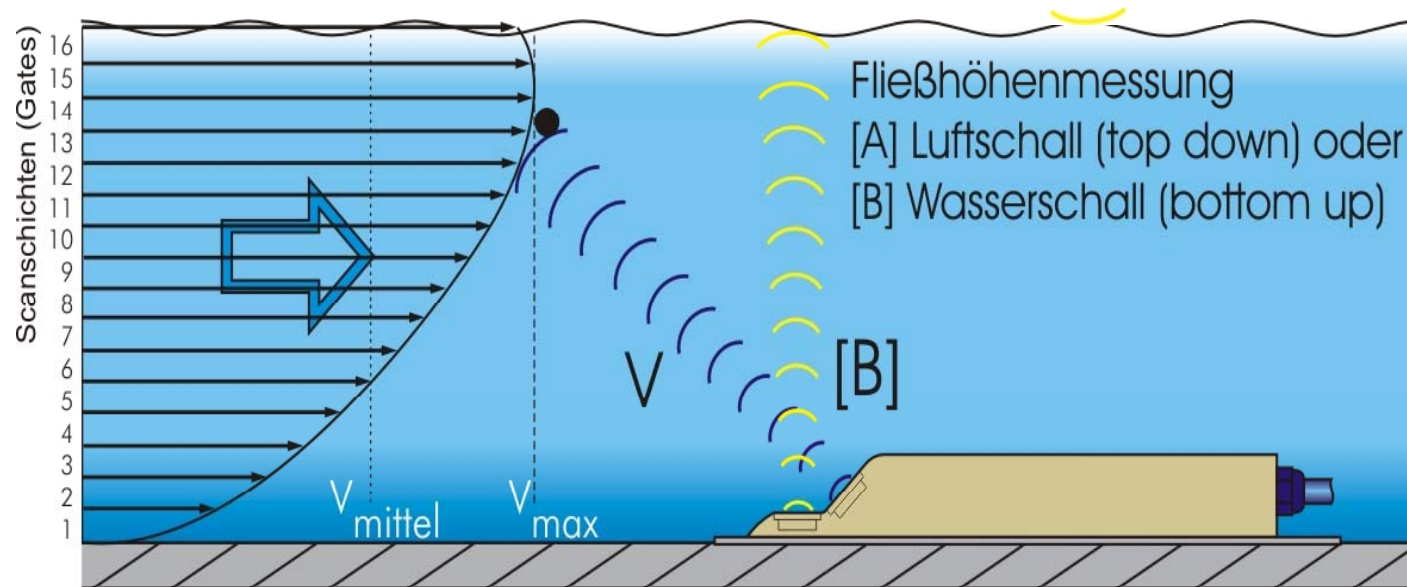
TU Kaiserslautern

- Erstellung und Kalibrierung der Modelle von Kanal und Kläranlage
- Kopplung der Modelle
- Simulation unterschiedlicher Ereignisse und Auswertung der Ergebnisse

NIVUS GmbH

- Planung, Einrichtung und Inbetriebnahme der Messstellen im Netz
- Wartung und Fernüberwachung der Onlinemesstechnik
- Aufbereitung der Daten

Abflussmessung mittels Kreuzkorrelation

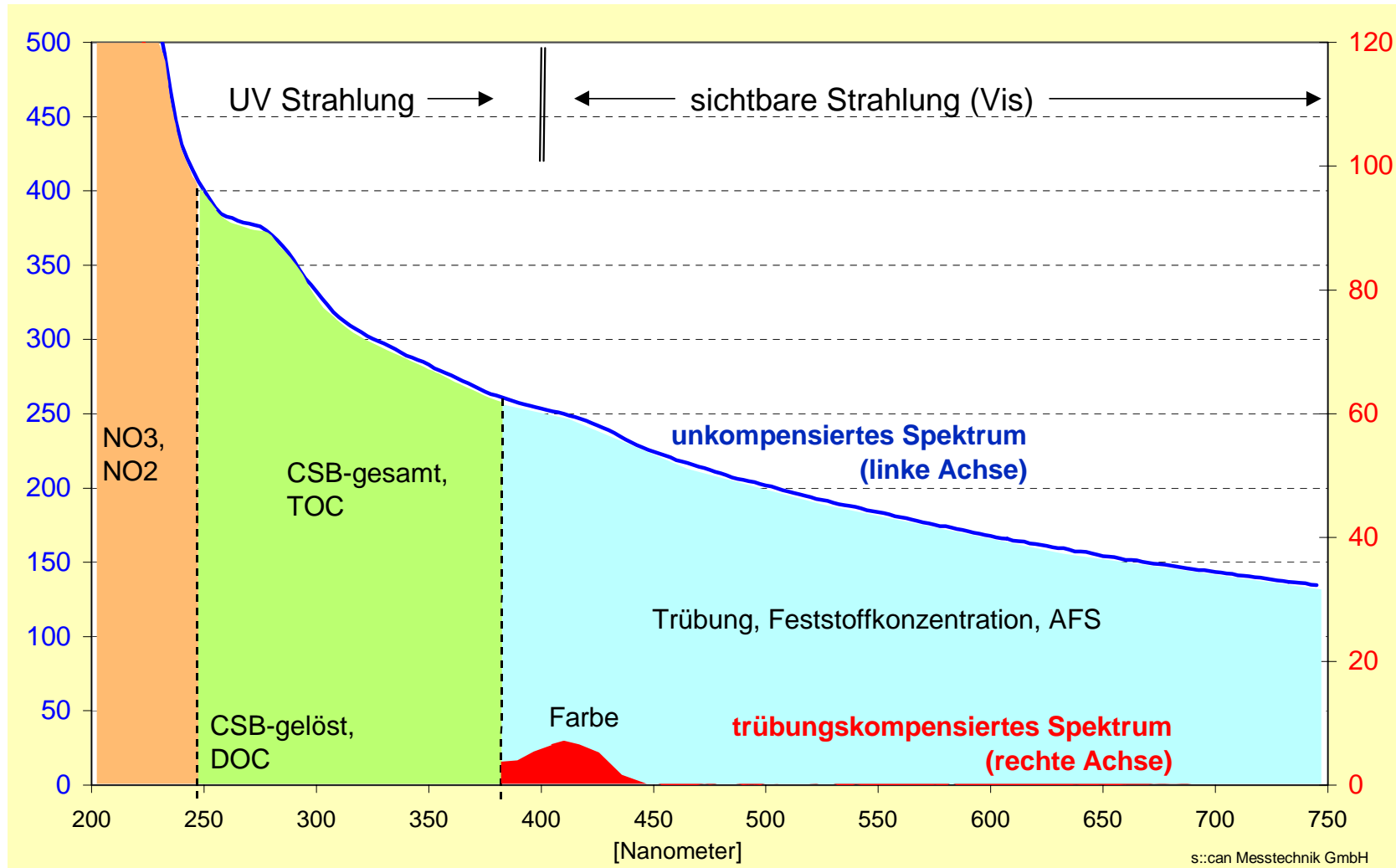


- A-v-Messung
 - Redundante Wasserstandsmessung (Druck, WUS, LUS)
 - Hochaufgelöstes v-Profil in der Vertikalen
- Hohe Genauigkeit auch bei Rückstau!

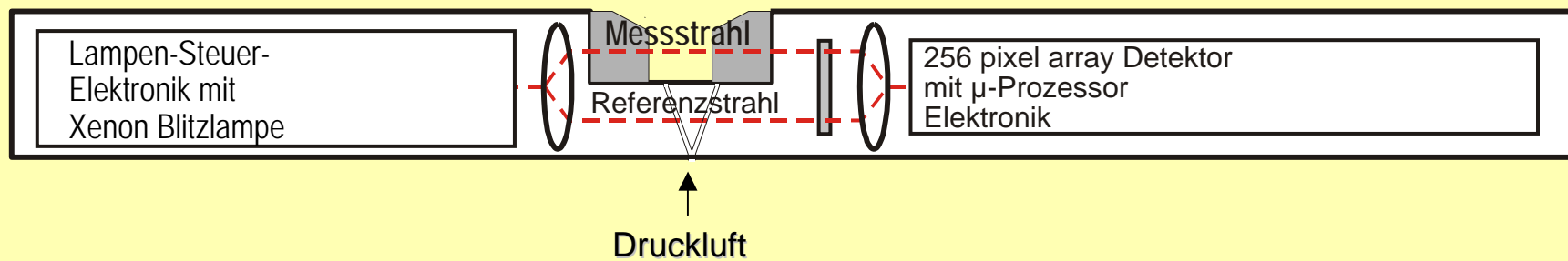
Spektrometrie im Abwasser

- Jede Substanz absorbiert elektromagnetische Wellen bestimmter Wellenlängen(bereichen).
- Die **Wellenlänge** ist charakteristisch für den jeweiligen Stoff, die **Intensität** der Absorption für dessen Konzentration.
- Das Absorptionsspektrum eines Abwassers ergibt sich aus der Überlagerung der Absorption der enthaltenen Substanzen.
- Aus diesem Spektrum können **Einzelsubstanzen** (NO_3 , best. org. Verbindungen) oder **Summenparameter** (CSB, BSB, DOC, TOC) ermittelt werden.

Spektrometrie im Abwasser



Spektrometersonde



Ermittlung des CSB durch Auswertung der Spektren

- Geräteintern durch Globalkalibration:
$$c^* = \sum_{256} w_i \cdot A_i(\lambda)$$

- Globalkalibrationen für unterschiedliche Applikationen (hier: Kläranlagenzulauf)

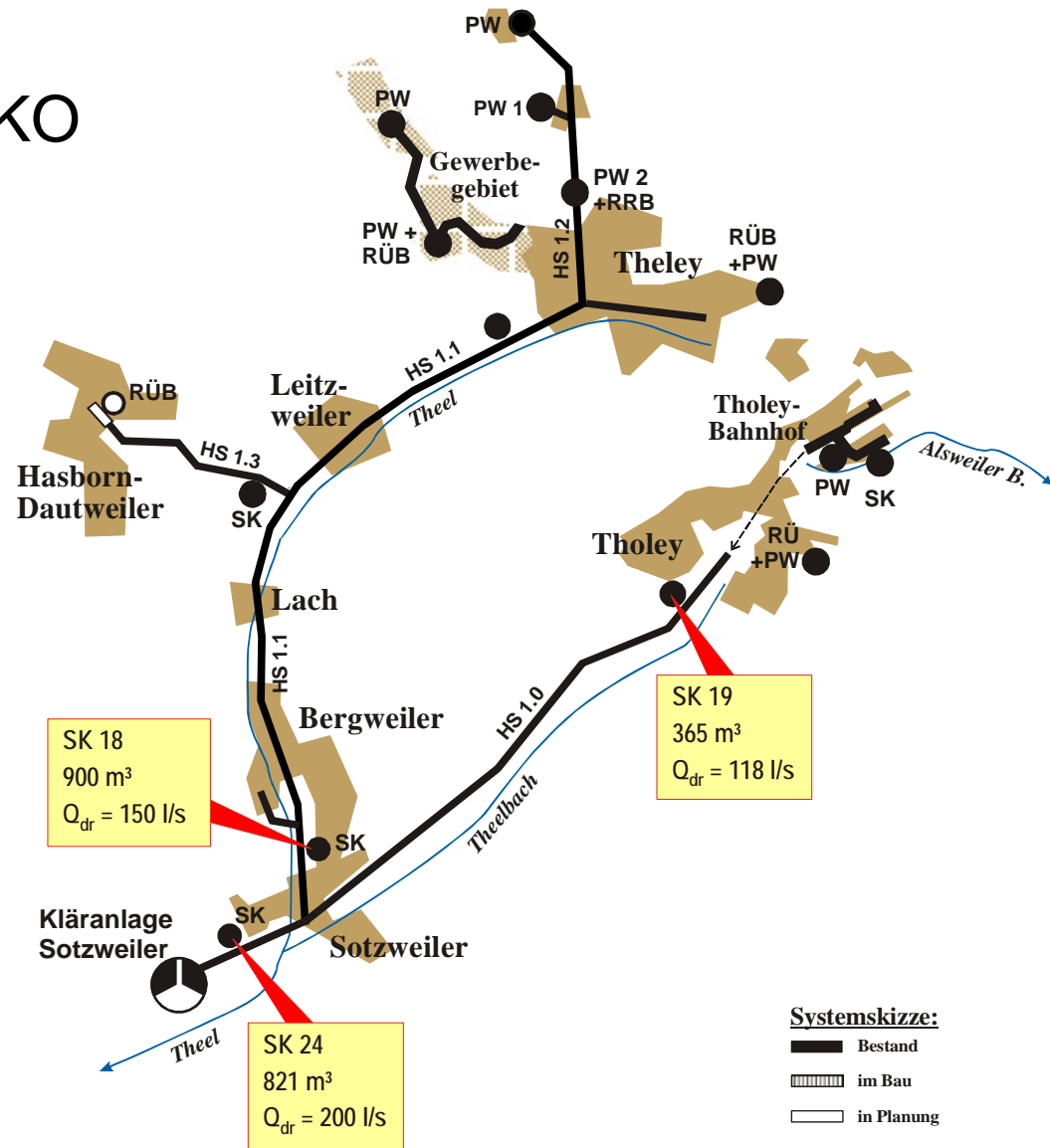
- Anpassung an die lokale Abwassermatrix durch Vergleichsproben:
$$c = f(c^*)$$

In der Regel linearer Zusammenhang

Einrichtung der Messstellen

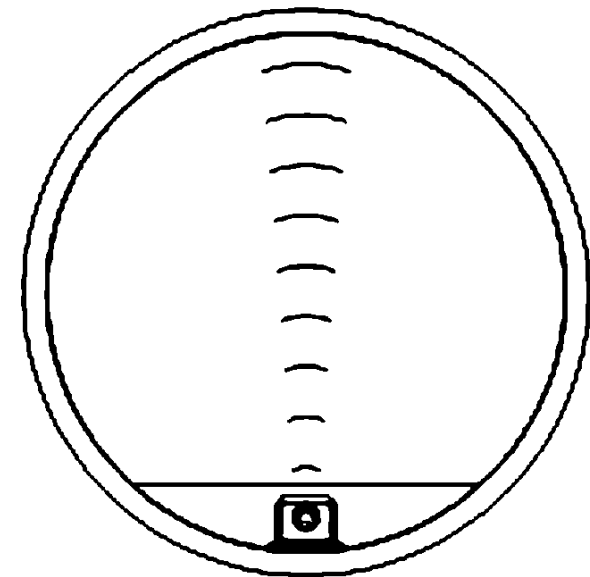
Standorte

- Ausrüstung von drei SKO und Zulauf KA
- Erfassung von 70 % der Entlastungsfracht



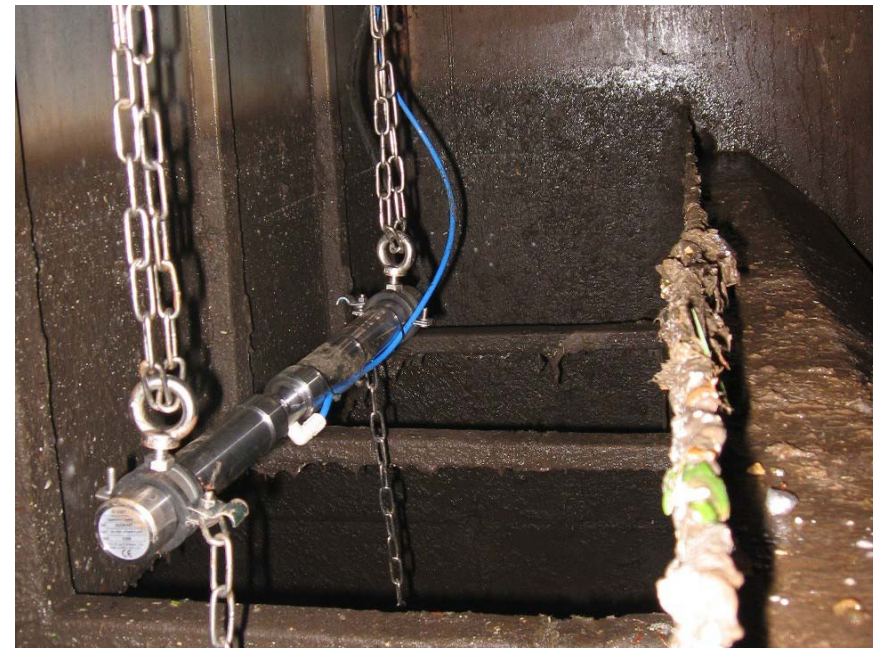
Mengenmessungen an Staukanälen

- Q_{zu} : Kreuzkorrelation (NIVUS OCM Pro)
- Q_{ab} : 2 x MID (fest installiert), 1 x Kreuzkorrelation
Überprüfung der MID durch Vergleichsmessung
- $H_{\ddot{u}}$: Ultraschall (NivuMaster)
- $Q_{\ddot{u}} = Q_{zu} - Q_{ab}$;
Prüfung mit Überfallformel (Poleni)
- Messung von Q_T nur ablaufseitig



Qualitätsmessungen an Staukanälen

- **Erfassung der Entlastungsfrachten**
- **AFS, CSB_{hom} , CSB_{filt} mittels Spektrometer**
(s::can Spektro::lyser)
- **NH_4 -N mittels ionenselektiver Sonde (WTW Varion)**
mit Trockenfallschutz
- **Automatische Reinigung**
mittels Druckluft
- **Alle Qualitätsmessungen**
zwischen Tauchwand
und Überlaufschwelle



Kläranlagenzulauf

- **Menge: Verwendung vorhandener MID**
- **Qualität: wie an Staukanälen**
- **Installation im Verteilerbauwerk vor der Belegung (offener Schacht, konstanter Wsp.)**

Wartung

- **Fernüberwachung des Betriebs durch NIVUS**
- **Monatliche Wartung der Qualitätsmessungen vor Ort**
Reinigung und Vergleichsmessung in destilliertem Wasser (Spektrometer). → Belagsbildung?
- **Zusätzliche Wartungen nach Bedarf durch EVS**

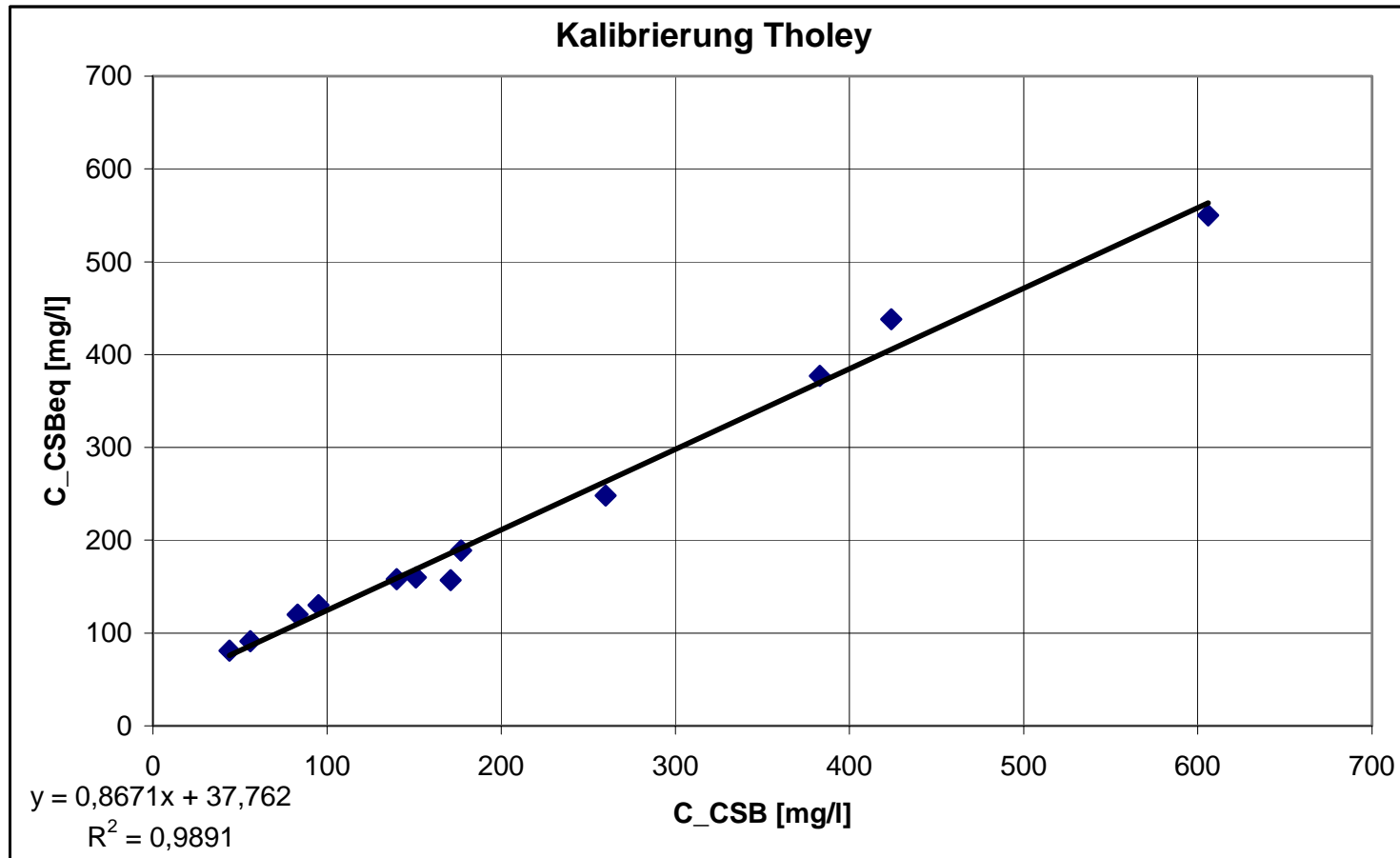
Datenübertragung und -prüfung

- **Speicherung aller Daten im Minutenzyklus**
je Q-Messung 20 Einzelwerte, je c-Messung 5 Einzelwerte
→ große Datenmenge
- **Verwaltung aller Messdaten in einer Datenbank**
(Wasserwirtschaftliches Informationssystem KISTERS, kurz: WISKI)
- **Halbautomatisierte Prüf- und Korrekturroutinen**
 - Ausreißer- und Drifterkennung
 - Analyse von Fließgeschwindigkeitsprofile
 - Bilanzierung
 - Regressionsbeziehungen

Lokale Kalibrierung

- **Datenbasis: Tagesgang mit 2h-Mischproben im Zulauf zur Kläranlage** (teilweise leichter Regen)
- **Vergleichsmessung mit Spektrometersonde in der Probe unmittelbar vor Laboranalyse**
→ Abweichungen durch Probenahme und –lagerung ausgeschlossen
- **Keine separate Kalibrierung für Entlastungsabfluss**
Abwägung zwischen verbleibender Unsicherheit und nötigem Aufwand

Lokale Kalibrierung

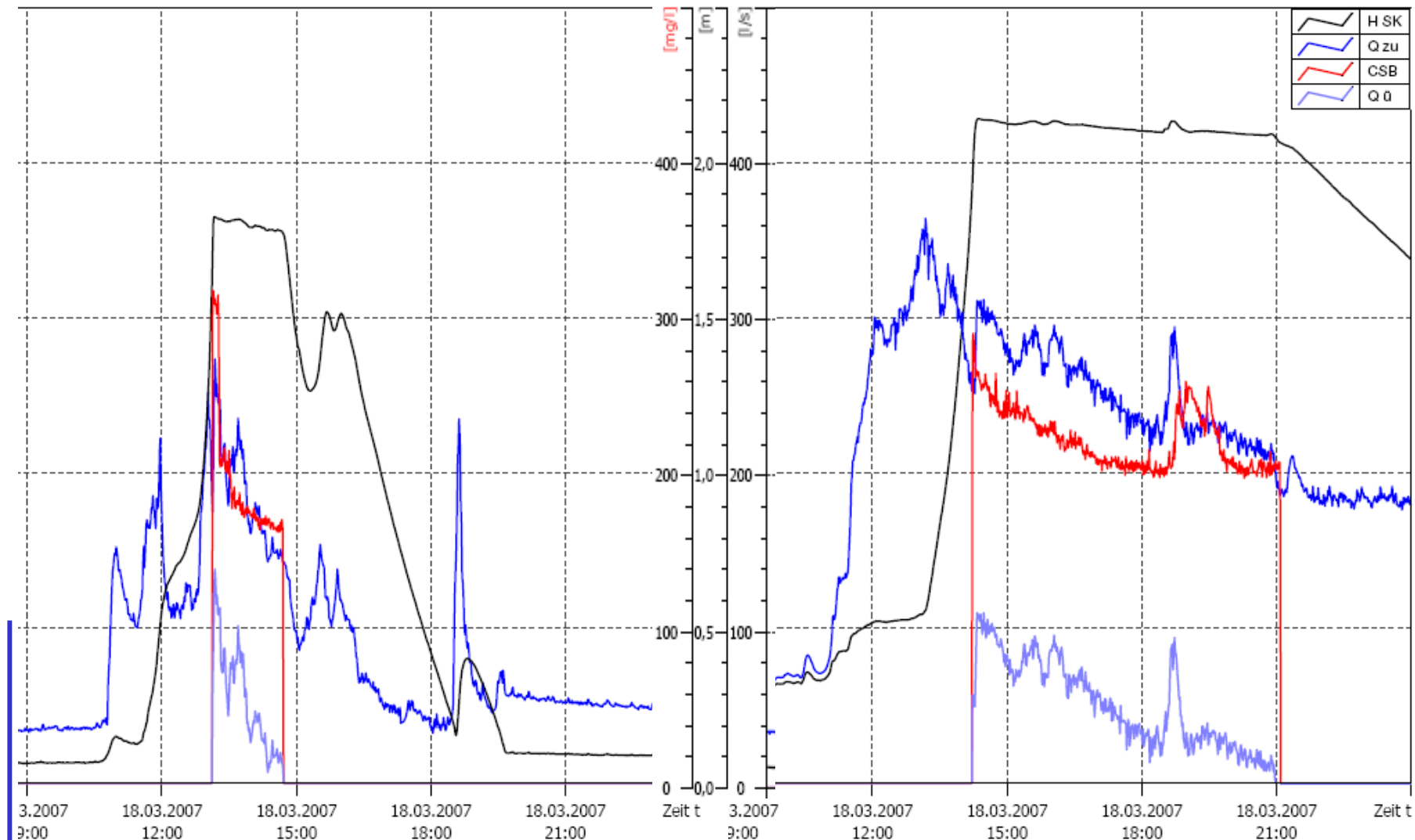


Sehr gute Anpassung über gesamten Bereich ($R^2 = 0,989$)

/Ergebnisbeispiel

Ergebnisbeispiel

Entlastungsereignis am 18.03.2007



- **Daten- und Störmeldeübertragung reduzieren den Betriebsaufwand erheblich**
zukünftig: Fernsteuerung aller Geräte zur Beseitigung von Störungen
- **Großer Aufwand für Datenverwaltung**
zukünftig: Speicherung aller Signale auf einem zentralen Datenlogger je Bauwerk.

→ Alle zusammengehörigen Datenreihen mit einheitlichem Format und Zeitstempel in einer Datei.

Wartungsaufwand

- **Q- und H-Messungen annähernd wartungsfrei**
(vergleichbar mit stationären Messungen)
- **Reinigungsintervall der Spektrometersonde abhängig von Abwasser**
 - an Entlastungen längere Intervalle möglich
 - Trockenfallen ist unschädlich
 - im Zulauf KA Drifterscheinungen (→ zusätzliche Wartungen)
- **Montage der ionenselektiven NH₄-Sonde ungünstig**
(Schutz gegen Trockenfallen)



- **Erhebung von mengen- und qualitätsbezogenen Daten in der Kanalisation ist technisch möglich**
- **Kosten sind (im Projekt Tholey) gering im Verhältnis zum Einsparpotenzial**
- **Hochaufgelöste Erfassung führt zu einem besseren Verständnis des Stofftransportes im MW-Abfluss**
→ langfristig Weiterentwicklung von Modellansätzen
- **Noch keine befriedigende Lösung für die Messung von $\text{NH}_4\text{-N}$ im Mischwasserabfluss verfügbar**
Probleme: Ex-Schutz, Trockenfallen

Online-Messung vs. Laboranalytik?

- **Stärken der Laboranalytik**
 - Vielzahl von Parametern
 - Hohe Genauigkeit der Einzelwerte (bei DIN-Analytik)
 - günstig, wenn die Probe repräsentativ für den erfassten Abwasserstrom ist
- **Stärken der Online-Messung**
 - kontinuierliche Messung in hoher zeitlicher Auflösung
 - Längere Messdauern kostengünstig möglich
 - günstig bei unregelmäßig variierenden Konzentrationen
 - Ergebnisse sofort verfügbar
 - Nutzbar für frachtbezogene Kanalnetzsteuerung

Online-Messung vs. Laboranalytik?

- **Online-Qualitätsmessungen sind kein Ersatz für Beprobung und Laboranalytik**
- **Sie eröffnen neue Möglichkeiten, wo konventionelle Probenahme an ihre Grenzen stößt**
- **Viele Problemstellungen erfordern eine Kombination beider Verfahren**
Bsp.: Indirekteinleiter, spezielle Schadstoffe im RW

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit !





- **Effektive Druckluftreinigung**

