

## **Forschungs- und Entwicklungsprojekt**

### **Entwicklung und Einsatz einer vorausschauenden Gasnetzsimulation für die Gewinnung teilnetzbezogener synthetischer Lastprofile und für die Berechnung von Transportkapazitäten**

**Projektstart: 01.08.2004**

**Projektende: 31.07.2007**

#### **Kurzbeschreibung:**

Die Öffnung und Liberalisierung des Energiemarktes, die Entkopplung von Handel und Netzbetrieb und die Verschärfung des Gas-zu-Gas-Wettbewerbs stellen an das Management und Dispatching von Gasversorgungsunternehmen viele neue Aufgaben, die in kurzer Zeit mit einem wirtschaftlich vertretbaren Aufwand gelöst werden müssen. Dazu gehören unter anderen solche unternehmensübergreifenden Geschäftsprozesse, wie die Nominierung, die Lieferung und der Einsatz von Spotmengen, die Durchleitung von nominierten Mengen und Leistungen durch die Netze, der Zugang zu freien Speicherkapazitäten und die Gewährleistung eines objektiven, diskriminierungsfreien und transparenten Netzzugangs mit Hilfe von synthetischen Lastprofilen.

In der Gasversorgung Thüringen GmbH wurde in enger Zusammenarbeit mit der PSI AG und dem Institut für Elektrische Energietechnik der TU Clausthal erstmals in einem regionalen HD-Netz eine prozessbegleitende Gasnetzsimulation aufgebaut und in Betrieb genommen. Trotz der unzureichenden Messinfrastruktur (nur 9 % der maximalen Absatzleistung werden im Zeitintervall von wenigen Minuten online gemessen, ihre Werte in die Leitstelle übertragen und dort dem Programm für die Berechnung der instationären Strömungsverhältnisse bereitgestellt) läuft das Simulationsprogramm seit Ende 2000 stabil und wird flächendeckend für die Berechnung der Gasbeschaffenheit nach G 685 eingesetzt.

Aufbauend auf dem erreichten Entwicklungsstand und den vorliegenden Erfahrungen soll im Rahmen des vorliegenden Forschungs- und Entwicklungsprojekts eine vorausschauende Gasnetzsimulation des Programmsystems GANESI (VOSIM) entwickelt, implementiert und in Betrieb genommen werden. Voraussetzung dafür ist der Einsatz einer geeigneten Prognose, die den konkreten Bedingungen der teilnetzorientierten Erfassung von nicht gemessenen Mengen gerecht wird. Die im Einsatz befindlichen Industrielösungen (Stand der Technik) müssen dazu zwingend weiterentwickelt werden. Die erfolgreiche Lösung dieser Aufgabe eröffnet neue Möglichkeiten zur Zustandsbeobachtung sowie zur Gewinnung synthetischer Lastprofile und für die vorausschauende Berechnung von Transportkapazitäten im Netz.

**Wissenschaftliche Leitung: Prof. Dr.-Ing. Hans – Peter Beck, Prorektor und Direktor des IEE der TU Clausthal**

**Projektleitung: Dr. Wolfgang Schacht, TU Clausthal und Gasversorgung Thüringen GmbH**

**Ansprechpartner: Dr. Wolfgang Schacht, TU Clausthal und Gasversorgung Thüringen GmbH**

**Beteiligte Unternehmen: Gasversorgung Thüringen GmbH, PSI AG**

**Projektbeteiligte: Dipl.-Ing. Erich Böhm, Geschäftsführer der Gasversorgung Thüringen GmbH  
Prof. Dr. Böhme, PSI AG  
Bereichsleiter für Höhere Funktionen**

# **Entwicklung und Einsatz einer vorausschauenden Gasnetzsimulation für die Gewinnung teilnetzbezogener synthetischer Lastprofile und für die Berechnung von Transportkapazitäten**

## **1. Ausgangssituation**

Mit dem Ziel, ein modernes Verfahren für die Gasbezugsoptimierung und Netzsteuerung zu schaffen, hat die Gasversorgung Thüringen GmbH (ThüringenGas) 1996 begonnen, für ihr regionales HD-Netz eine prozessbegleitende Gasnetzsimulation aufzubauen. Eine derartige Netzsimulation erfordert in der Regel eine flächendeckende hoch entwickelte Messinfrastruktur. Praktisch an jeder Ein- und Ausspeisestelle im Netz müssen im Zeitintervall von wenigen Minuten die aktuellen Drücke und Flüsse gemessen, ihre Werte in die Leitstelle übertragen und dort dem Simulationsprogramm für die Berechnung der instationären Strömungsverhältnisse bereitgestellt werden. Im regionalen Hochdrucknetz von ThüringenGas war eine derartige Messinfrastruktur nicht vorhanden. Sie konnte und kann auch künftig, angesichts der dafür erforderlichen Kosten, nicht geschaffen werden. 1996 wurden nur 80 % der maximalen Tagesbezugsleistung und 5 % der maximalen Absatzleistung online gemessen. Heute, im Jahre 2004, liegen diese Werte bei 85 bzw. 9 %. Angesichts einer derartig unzureichenden Messinfrastruktur war von Anfang an klar, dass der Aufbau der prozessbegleitenden Gasnetzsimulation mit einem Minimum an Messwerten erfolgen muss. Die Entscheidung von ThüringenGas für das Gasnetzsimulationssystem GANESI war deshalb auch maßgeblich von dieser Forderung geprägt.

Mit dem Programmsystem GANESI, das aus mehreren Modulen besteht, kann prinzipiell auch vorausschauend der Netzzustand (Druck- und Flussverlauf) in Abhängigkeit von den prognostizierten zeitvariablen Abnahmen und den geplanten Steuerungsmaßnahmen für die nächsten Stunden berechnet werden. Voraussetzung für eine derartige „vorausschauende Simulation“ ist jedoch, dass der momentane Netzzustand – berechnet aus der prozessbegleitenden Simulation – als Startwert bekannt ist. Zur Absicherung der Aussagen über diesen Startwert mit nur wenigen Messstellen wurde ein im System integrierter Luenberger Zustandsbeobachter (GANBEO) eingesetzt. Das Programmsystem GANBEO basiert auf dem gleichen Netzmodell wie GANESI und benötigt zur Beobachtung der realen Strömungsvorgänge im topographisch erfassten Netz nur einige lokale Druck- und Flusswerte sowie Angaben über seinen aktuellen Schaltzustand.

Durch die „Zerlegung“ des HD-Netzes der GVT in 24 Teilnetze und durch den zielgerichteten Einsatz des Zustandsbeobachters GANBEO in jedem dieser Teilnetze konnte bis zum Ende des Jahres 2000 in enger Zusammenarbeit mit der PSI AG und dem Institut für Elektrische Energietechnik der TU Clausthal die prozessbegleitende Gasnetzsimulation erfolgreich aufgebaut, getestet und in Betrieb genommen werden.

Ein Teilnetz definiert einen hydraulisch zusammenhängenden Netzbereich, in dem alle Zu- und Abflüsse bekannt sind und in dessen Abnahmeschwerpunkt (Teilnetz-knoten) durch eine repräsentative Druckmessung (Messgenauigkeit und Auflösung  $< 0,1$  bar) die nicht gemessene Abnahmemenge (auch Fehlmenge genannt) mit dem Luenberger Beobachter (GANBEO) bestimmt wird (Bild 1).

Die Festlegung der 24 Teilnetze erfolgte auf der Grundlage von definierten Klimazonen, Abnahmeschwerpunkten und Druckstufen (Bild 2).

Das beim Aufbau der prozessbegleitenden Gasnetzsimulation gewählte Konzept „Messungen durch Berechnungen ersetzen“, hat sich bewährt. Seit mehr als drei Jahren läuft die

Netzsimulation stabil. Die Abweichungen zwischen beobachteten und gemessenen Drücken liegen im Bereich der Messgenauigkeit ( $\leq 2\%$ ). Auf der Grundlage der beobachteten Fehlmengen wurden außerdem für jedes Teilnetz Mengenanbilanzen durchgeführt. Auch in diesem Fall lagen die Abweichungen zwischen den Beobachter- und Rechenwerten im Bereich  $\leq 2\%$  (Bild 3).

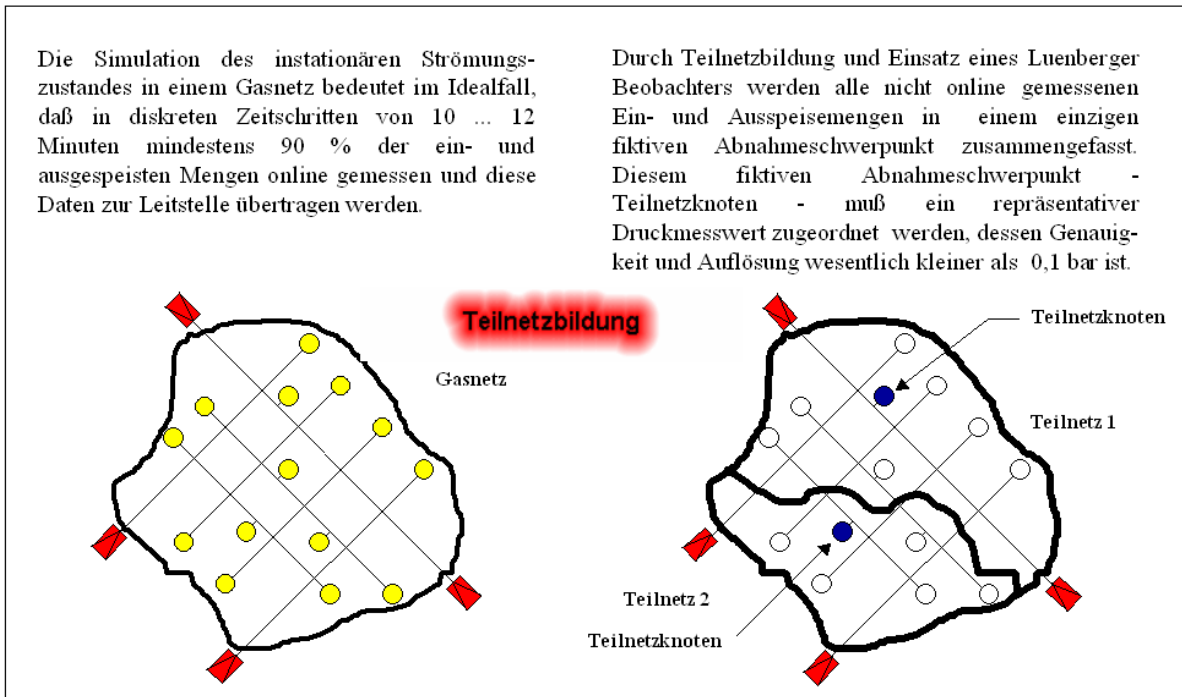


Bild1: Prinzip der Teilnetzbildung

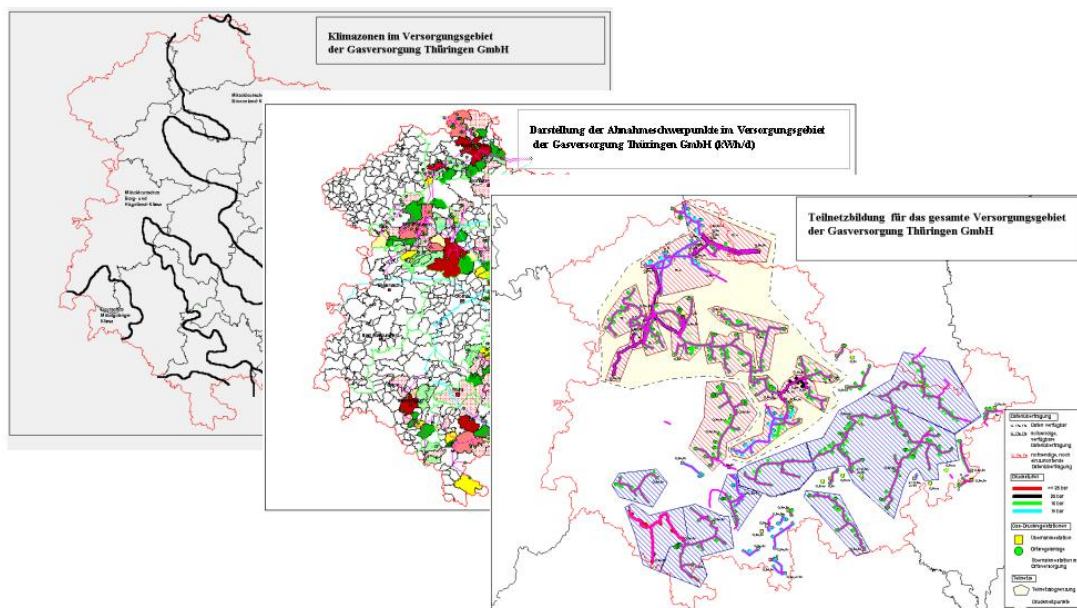


Bild 2: Grundlagen für die Teilnetzbildung

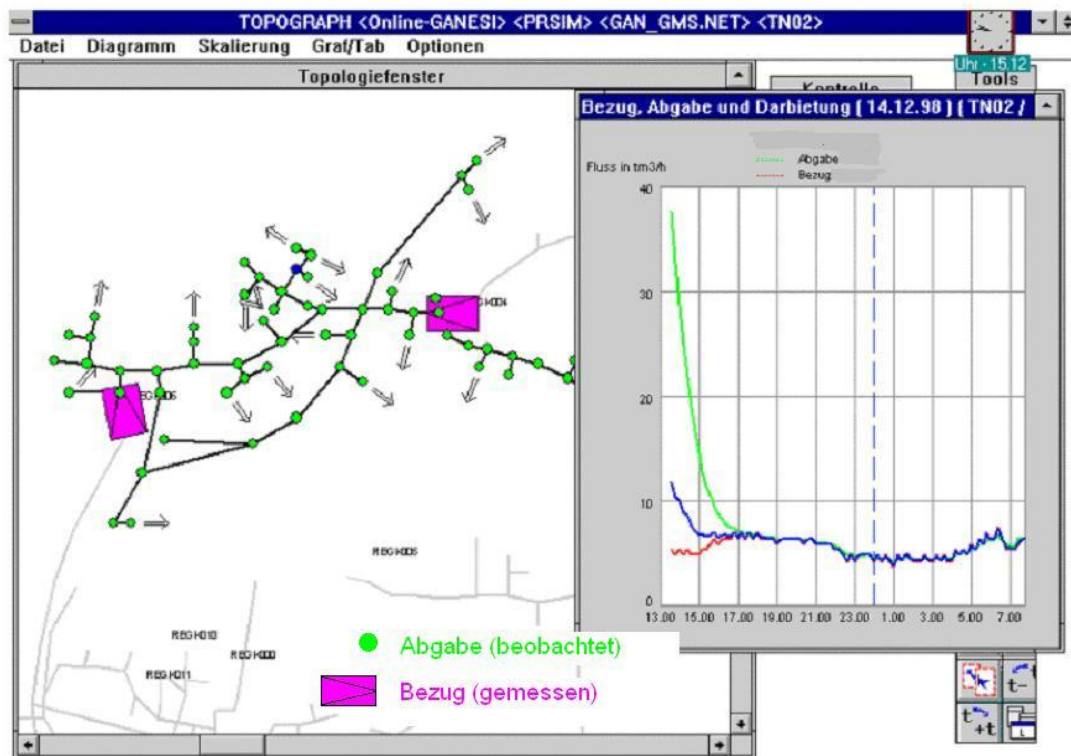


Bild 3: Einschwingvorgang des Luenberger Beobachters (GANBEO) in einem Teilnetz

Bild 3 zeigt den typischen Einschwingvorgang des Luenberger Beobachters (GANBEO) in einem Teilnetz, der beim Neustart des Programms über einen Zeitraum von ca. 4 Stunden verläuft.

## 2. Problemstellung

Die prozessbegleitende Gasnetzsimulation bildet eine wichtige Grundlage für die Lösung einer ganzen Reihe von technischen und kommerziellen Problemen im Dispatching und Lastmanagement unter den neuen Marktbedingungen. Dazu gehören unter anderen solche aktuelle Aufgaben wie

- die Gasbeschaffungsverfolgung;
- die Gewinnung von synthetischen Lastprofilen;
- die Berechnung von Transportkapazitäten und
- die Verfolgung von Verträgen im Netz.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungs- und Entwicklungsprojekts sollen in enger Zusammenarbeit mit der Gasversorgung Thüringen GmbH und der PSI AG auf der Grundlage des Aufbaus „einer vorausschauenden Gasnetzsimulation“ folgende Aufgaben gelöst und im Versorgungsgebiet von ThüringenGas erstmals eingesetzt werden:

1. Einsatz bzw. Entwicklung einer stabilen, hinreichend genauen und benutzerfreundlichen Prognose für die Inbetriebnahme der vorausschauenden Gasnetzsimulation im Programmsystem „online-GANESI“.

Die Prognose des in Abhängigkeit von der Tagesmitteltemperatur oder der stündlichen Temperatur zu erwartenden Gasbedarfs in den 24 Teilnetzen stellt nach den bisher vorliegenden Erkenntnissen für die Inbetriebnahme der vorausschauenden Gasnetzsimulation ein Problem dar. Grund dafür ist die unzureichende Messinfrastruktur. In den Teilnetzen werden alle nicht online gemessenen Gasabgaben mit Hilfe des Luenberger Beobachters in Form von sogenannten Fehlmengen erfasst. Diese Fehlmengen enthalten neben den HuK-Kunden (Haushalts- und Kleingewerbekunden) auch eine Vielzahl von Sondervertragskunden mit einem ausgeprägt technologisch und/oder marktbedingten Abnahmeverhalten.

## 2. Entwicklung von Technologien und Verfahren für die Gewinnung von synthetischen Lastprofilen für ausgewählte Teilnetze

Die Nominierung der durch den Händler bereit zu stellenden Gasmengen und die Anmeldung der dafür zu realisierenden Transporte durch den Netzbetrieb setzen effektive und flexible Verfahren für eine möglichst genau Vorhersage des zu erwartenden Gasbedarfs für verschiedene Kundengruppen voraus.

## 3. Aktuelle und vorausschauende Berechnung der Transportkapazität von Hochdruck - leitungen hinsichtlich ihrer Transit- und Absatzleistung unter Beachtung der Teilnetzstruktur.

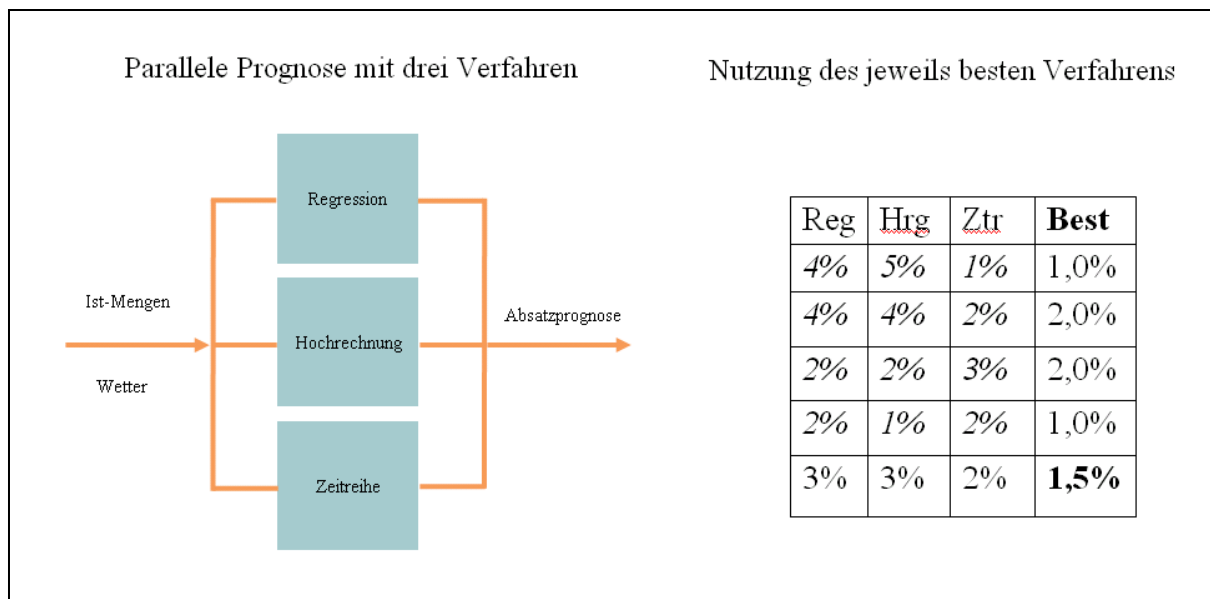
Die praktische Umsetzung des Netzzugangs beim Erdgas fordert von den künftigen Netzbetreibern die Bereitstellung einer ausreichenden Transportkapazität für die Sicherung eines objektiven, diskriminierungsfreien und transparenten Netzzugangs. Einerseits bilden die vereinbarten Transportkapazitäten in Höhe der maximal vom Kunden nutzbaren Stundenleistung im Jahr eine wichtige Grundlage für die Berechnung des Netzzugangsentgeltes, andererseits werden im Falle ihrer Knappheit im Engpassmanagement konkrete Regeln für konkurrierende Netzzugangsanfragen festgelegt. Fehlt freie Transportkapazität zur vollständigen Deckung einer Netzzugangsanfrage, so sind vom Netzbetreiber unterbrechbare Transportkapazitäten anzubieten. Ein Anspruch des Netzkunden auf eine unterbrechbare Transportkapazität besteht nicht, solange noch freie Kapazitäten vorhanden sind.

## 3. Lösungsansätze

zu 1.

Die PSI AG stellt für die Überprüfung der Einsatzmöglichkeiten bereits vorhandener Verfahren der TU Clausthal kostenlos folgende Prognose-Tools bereit (Bild 4):

- Regression
- Hochrechnung und
- Zeitreihen.



Quelle: PSI AG

Bild 4: Einsatz bekannter Prognoseverfahren

Für die Klärung der Eignung dieser Prognoseverfahren werden von ThüringenGas maximal zwei Teilnetze mit entsprechender Kundenstruktur ausgewählt. Ein wichtiges Entscheidungskriterium ist die Anzahl und der Typ der in diesen Teilnetzen nicht online gemessenen Sondervertragskunden. Die Robustheit und Güte jedes Prognoseverfahrens wird bei unterschiedlichen Temperaturen mit geeigneten mathematischen Verfahren ermittelt und bewertet. ThüringenGas stellt dazu die erforderlichen Daten des vergangenen und kommenden Winters bereit.

Nach Auswertung und Analyse aller Daten werden mit den Spezialisten der PSI AG die erforderlichen Korrekturen und Lösungswege diskutiert. Die daraus abgeleiteten neuen Lösungsvorschläge werden auf ihre Eignung hin von der TU Clausthal untersucht. Ihre praktische Eignung wird von der TU Clausthal erneut untersucht. Neue Entwicklungen werden von der PSI AG für die Inbetriebnahme der vorausschauenden Gasnetzsimulation bei ThüringenGas implementiert.

**Abschluss der Arbeiten:** 01.10.2005

An den Lösungsansätzen für die Aufgaben 2 und 3 wird derzeit gearbeitet. Der erste Entwurf wird voraussichtlich Ende des Jahres 2004 vorliegen, anschließend mit den beteiligten Partnern einvernehmlich abgestimmt und im Forschungs- und Entwicklungsprojekt veröffentlicht. \*) Die Bearbeitung erfolgt im 2. und 3. Projektjahr.

\*) Das gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekt der TU Clausthal, der Gasversorgung Thüringen GmbH und der PSI AG wird im Internet aller Beteiligten veröffentlicht.

## Kostenplan

165.000,- Euro/Jahr	Personalkosten (2 Wissenschaftliche Mitarbeiter)
	Sach- und Reisekosten
	Rechnerinfrastruktur

*Voraussetzungen:*

- kostenlose Bereitstellung der Prognose-Tools durch die PSI AG
- kostenlose Bereitstellung aller Bezugs-, Absatz- und Simulationsdaten durch die Gasversorgung Thüringen GmbH.

12.000,- Euro/Jahr	Softwarekosten*)
--------------------	------------------

---

177.000,- Euro/Jahr für die Vertragslaufzeit von 3 Jahren (identisch mit dem Projekt)

=====  
Sämtliche Kosten verstehen sich zuzüglich der gesetzlich gültigen Mehrwertsteuer.

\*) In Abhängigkeit vom Projektfortschritt werden die Softwarekosten für die Folgejahre noch festgelegt.