1. Entwurf

Konzept für den weiteren Auf- und Ausbau der Gasbeschaffenheitsberechnung in der Gasversorgung Thüringen GmbH (ThüringenGas)

1. Ausgangssituation

Die regionale Gasgesellschaft ThüringenGas bezieht ihr Erdgas über 45 Bezugsstationen von 5 Vorlieferanten. Dabei handelt es sich um H-Gase und ein L-Gas aus verschiedenen Vorkommen mit unterschiedlichen und zeitlich stark schwankenden Gasbeschaffenheiten. Dies gilt insbesondere für die Brennwertbestimmung, die für die thermische Abrechnung der Kunden von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist. Die Bezugsbrennwerte liegen im Bereich von 9,9 bis 11,80 kWh/m³. Sie werden vom Vorlieferanten an markanten Übergabepunkten mit Hilfe von geeichten Gaschromatographen bestimmt bzw. in Verbindung mit geeigneten Programmen für die Gasbeschaffenheitsverfolgung hinreichend genau berechnet (Bild 1).
In dem über ein großes Gebiet ausgedehnten regionalen Verteilungsnetz der ThüringenGas führt allein der Bezug von vier verschiedenen H-Gasen mit schwankenden Gasbeschaffenheiten durch die instationären Fluss- und Abnahmeverhältnisse im Netz zur Herausbildung von ständig neue Misch- und Pendelzonen mit variablen Brennwerten. Für eine die Kunden und Vorlieferanten befriedigende thermische Gasabrechnung ist gemäß DVGW-Arbeitsblatt G 685 auf der Grundlage von anerkannten Verfahren der Technik eine Gasbeschaffenheitsberechnung durchzuführen. Eine technisch exakte Lösung des Problems durch Messung der Brennwerte mit Gaschromatographen an allen Abgabepunkten des regionalen Netzes ist auf Grund der damit verbundenen hohen Kosten z. Z. nicht möglich.

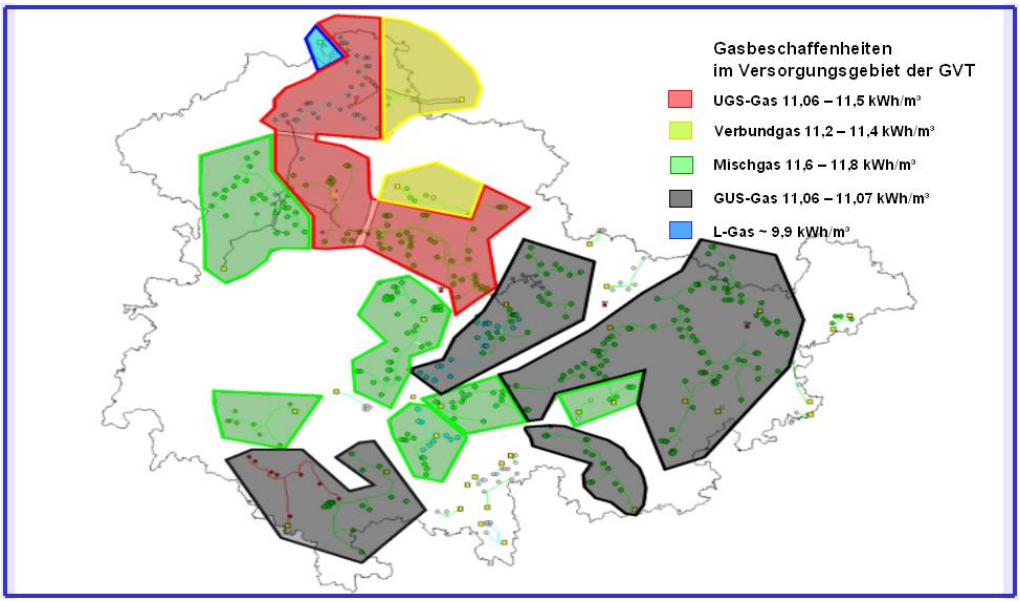


Bild 16: Gasbeschaffenheiten im Versorgungsgebiet der GVT

2. Konventionelle Verfahren zur Bestimmung der Abrechnungsbrennwerte

Die Ermittlung des Abrechnungsbrennwertes bei zeitlicher Änderung des Einspeisebrennwertes an einer oder mehreren Einspeisestellen eines Netzes wird im Pkt. 5 der G 685 ausführlich beschrieben. Diese Verfahren beschränken sich jedoch auf Netze, in die Gase eingespeist werden, deren Brennwerte sich nur geringfügig voneinander unterscheiden.

Prinzipiell zulässig ist die Berechnung eines

- arithmetischen Monatsmittels für den Abrechnungsbrennwert

Das arithmetische Monatsmittel des Abrechnungsbrennwertes $\bar{H}_{O,\,arithm}$ kann aus der Summe aller Tagesmittel der Einspeisebrennwerte $H_{O,\,n}$ vom Vorlieferanten, geteilt durch die Anzahl der Tage/Monat, berechnet werden:

$$\bar{H}_{O,\,arithm} = \frac{\sum_{n=1}^{31} H_{O,n}}{31}$$

- gewogenen Monatsmittels für den Abrechnungsbrennwert

Das gewogene Monatsmittel des Abrechnungsbrennwertes $\bar{H}_{O,\,gew}$ kann aus der Summe der Produkte von täglicher Gasabgabe in Normkubikmeter Q_n und dazugehörigem Tagesmittel des Einspeisebrennwertes $H_{O,n}$ vom Vorlieferanten, geteilt durch die gesamte Monatsmenge, berechnet werden:

$$\bar{H}_{O,\,gew} = \frac{\sum_{n=1}^{31} H_{O,n} \cdot Q_n}{\sum_{n=1}^{31} Q_n}$$

Beide Verfahren dürfen nur dann eingesetzt werden, wenn die Einspeisebrennwerte nicht mehr als 2 % von den berechneten <u>mengengewogenen Mittelwerten</u> abweichen.

Werden in einem regionalen Versorgungsnetz über längere Zeit Gase mit unterschiedlichen Brennwerten (> 2% Abweichung vom mengengewogenen Mittelwert) eingespeist, so sind zur Bestimmung der Brennwerte an allen Abgabepunkten in Abstimmung mit der Eichaufsichtsbehörde geeignete Ersatzverfahren zu entwickeln und einzuführen.
Die einzigen Alternativen sind

- eine Auftrennung des Netzes in Teilnetze mit gleichen Gasbeschaffenheiten oder
- die Messung der Brennwerte an allen Abgabe- oder Mischpunkten.

3. GANESI – die Grundlage für die Gasbeschaffenheitsberechnung im regionalen Netz von ThüringenGas

Mit dem Ziel, ein modernes Verfahren für die Gasbezugsoptimierung und Netzsteuerung zu schaffen, hat 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 2003, liegen diese Werte bei 85 bzw. 9 %.
Angesichts einer derartig schlechten 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 Programmpaket GANESI, das aus mehreren Modulen besteht, kann 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 diese „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 gesamten Netz nur einige lokale Druck- und Flusswerte sowie Angaben über den aktuellen Schaltzustand und seine Topographie.

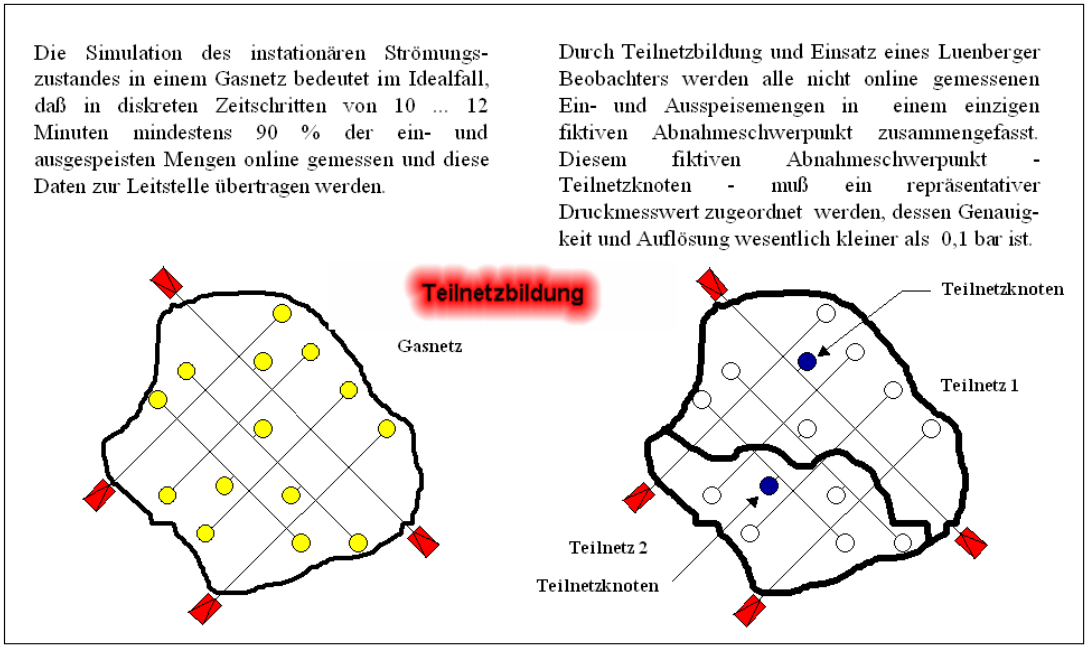


Bild 2: Prinzip der Teilnetzbildung

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 debis Systemhaus Industrie GmbH (später PSI AG), dem Institut für Elektrische Energietechnik der TU Clausthal und der DBI Gas und Umwelttechnik GmbH Leipzig die prozessbegleitende Gasnetzsimulation erfolgreich aufgebaut und getestet werden.

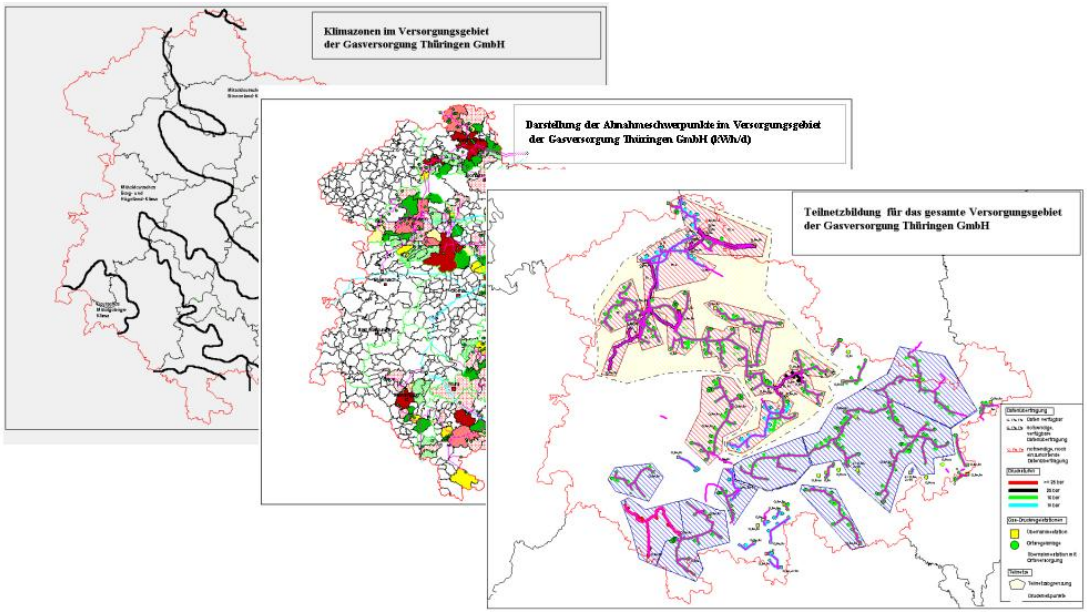


Bild 3: Grundlagen für die Teilnetzbildung

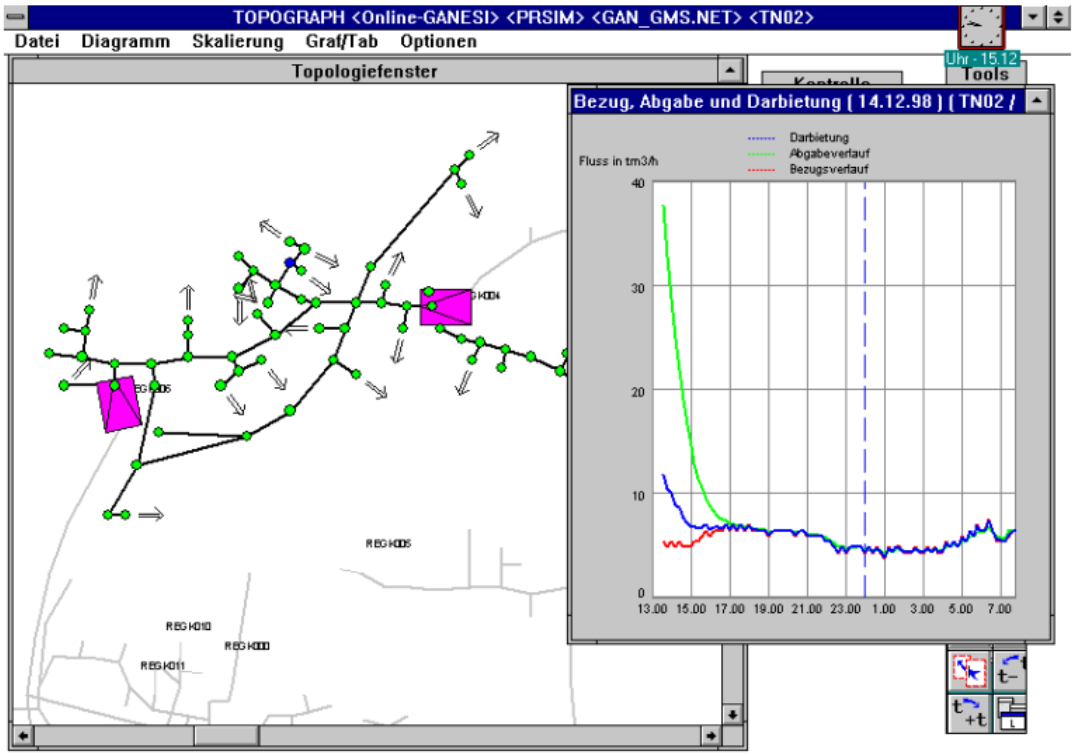


Bild 4: Einschwingvorgang des Luenberger Beobachters (GANBEO) in einem Teilnetz

Ein Teilnetz definiert einen hydraulisch zusammenhängenden Netzbereich, in dem alle Zu- und Abflüsse bekannt sind und in dessen Abnahmeschwerpunkt (Teilnetzknoten) 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 2).
Die Festlegung der 24 Teilnetze erfolgte auf der Grundlage von definierten Klimazonen, Abnahmeschwerpunkten und Druckstufen (Bild 3).
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 berechneten und gemessenen Drücken liegen im Bereich der Messgenauigkeit (≤ 1%). Auf der Grundlage der beobachteten Fehlmengen wurden außerdem für jedes Teilnetz Mengenbilanzen durchgeführt. Auch in diesem Fall lagen die Abweichungen zwischen den Mess- und Rechenwerten im Bereich ≤ 1%.
Bild 4 zeigt den typischen Einschwingvorgang des Luenberger Beobachters (GANBEO) in einem Teilnetz, der beim Neustart des Programms über einen Zeitraum von ca. 4 Stunden verläuft.

4. Entwicklung einer Gasbeschaffenheitsberechnung für regionale Netze

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. Um dies unter Beweis zu stellen, wurde der Geschäftsführung von ThüringenGas Ende 1999 der Vorschlag unterbreitet, ein neues Verfahren für die Gasbeschaffenheitsberechnung in regionalen Gasverteilungsnetzen zu entwickeln und einzuführen. Aus rein praktischen Erwägungen konzentrierten sich die im Jahre 2000 begonnenen Arbeiten zunächst nur auf eine reine Brennwertberechnung. Das bisher zum Einsatz gekommene Berechnungsverfahren musste dringend durch ein transparenteres, d. h. für jeden Kunden nachvollziehbares Verfahren, ersetzt werden. Dabei wurde von Anfang an versucht, dem Grundanliegen der G 685 zur Ermittlung des Abrechnungsbrennwertes weitgehend gerecht zu werden. In Anlehnung an die oben beschriebenen konventionellen Verfahren wurde das gesamte regionale Gasverteilungsnetz von ThüringenGas in 24 Teil- und 31 Inselnetze aufgeteilt. Für jedes dieser Teil- und Inselnetze wird entweder auf der Grundlage der stündlichen Einspeisemengen und Einspeisebrennwerte des Vorlieferanten oder/und aus den mit GANESI simulierten Zu- und Abflüssen ein mengengewogener aktueller Brennwert für diesen Zeitraum berechnet. Jeder Brennwert wird demnach unter Berücksichtigung der konkreten Strömungsverhältnisse und unter Einbeziehung der mengengewogenen Brennwerte aus den angekoppelten Teilnetzen bestimmt. Bild 5 demonstriert diesen Zusammenhang für das Versorgungsgebiet von Nordthüringen.

In enger Zusammenarbeit mit der PSI AG und der Firma audacia Chemnitz wurde von ThüringenGas die erforderliche Software für die praktische Umsetzung der Brennwertberechnung ausgearbeitet. Die Programme sind seit Mai 2003 im Einsatz und bilden die Grundlage für eine korrekte und transparente Abrechnung des thermischen Gasverbrauchs im eigenen Unternehmen und für die Berechnung der Durchleitung an die Stadtwerke.

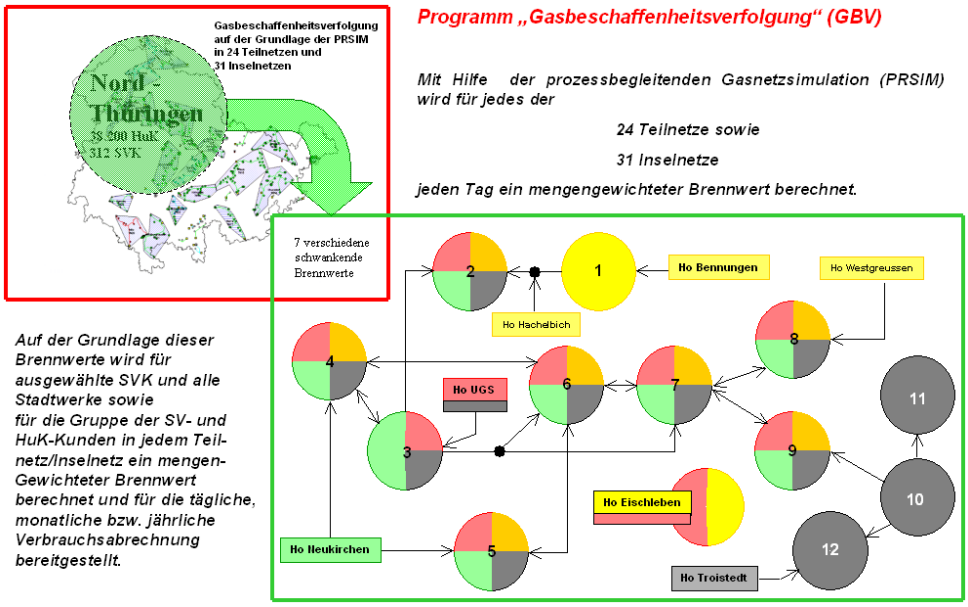


Bild 5: Gasbeschaffenheitsverfolgung in Nordthüringen

Die Brennwertberechnung wird am Beginn eines jeden Monats für den zurückliegenden Monat (Abrechnungsmonat) in folgenden Arbeitsschritten durchgeführt:

1) *Berechnung der Zu- und Abflüsse in und aus jedem Teilnetz*

Das von der debis Systemhaus Industrie GmbH (später PSI AG) im Auftrage von ThüringenGas geschriebene Programm stellt den eigentlichen Rechenkern für das System „Gasbeschaffenheitsberechnung" dar. Mit seiner Hilfe können zu einem späteren Zeitpunkt prinzipiell alle Gasbeschaffenheitsdaten (Brennwerte, CO2 -, H2 - Gehalt, Gasdichte, Methan-Zahl) rekonstruiert werden. Das Programm ist auf dem GANESI - Rechner in der Leitstelle unter C:\TNGBVerf installiert (Bild 6) und wird z. Z. nur für die Berechnung der mengengewogenen Brennwerte eingesetzt.

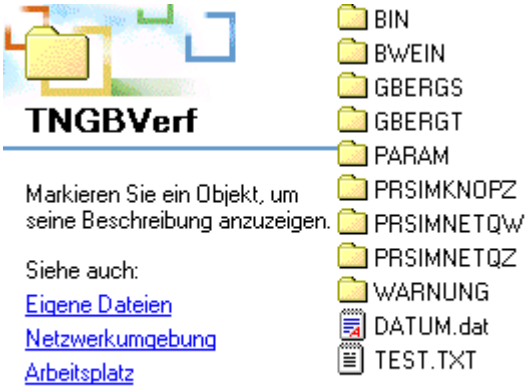


Bild 6: Programm TNGBVerf

2) *Berechnung der mengengewogenen Brennwerte pro Stunde und Tag für jedes Teilnetz*

In der Datei „Datum.dat" wird der gewünschte Starttermin (z.B. `01-11-03`) eingegeben bzw. editiert. Nach dem Einlesen der von allen Vorlieferanten erhaltenen Einspeisebrennwerte im

Verzeichnis C:\TNGBVerf \BWEIN Brennwerte kann das Programm C:\BIN\TNGBVerf.bat gestartet werden.
Für jeden Tag und jede Stunde berechnet das Programm auf der Grundlage der Einspeisebrennwerte und der aus GANESI übernommenen Prozess- und Rechendaten die mengengewogenen Brennwerte für jedes Teilnetz. Außerdem wird der Beobachterstatus für alle Teilnetze abgefragt und angezeigt. Längere Ausfälle von Beobachtern (Status 3) können in Extremfällen zu falschen Flussdaten zwischen den miteinander gekoppelten Teilnetzen und damit zu Fehlern bei der Brennwertberechnung führen. Die Ergebnisse der Berechnungen werden in den Dateien

GBERGS – mengengewogene Stundenbrennwerte für jedes Teilnetz (Bild 7);
GBERGT – mengengewogene Tagesbrennwerte für jedes Teilnetz (Bild 8).

gespeichert.

Im Verzeichnis C:\TNGBVerf \PARAM wird die aktuelle Topographie für die Teilnetz-bezogene Brennwertberechnung beschrieben.

S031101.dat - WordPad

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format ?

24	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00
TN01	11.528	11.535	11.484	11.468	11.468	11.479
TN02	11.625	11.628	11.636	11.643	11.638	11.636
TN03	11.625	11.628	11.636	11.643	11.638	11.636
TN04	11.625	11.628	11.636	11.643	11.638	11.636
TN05	11.625	11.628	11.636	11.643	11.638	11.636
TN06	11.625	11.628	11.636	11.643	11.638	11.636
TN07	11.625	11.628	11.636	11.643	11.638	11.636
TN08	11.625	11.628	11.636	11.643	11.638	11.636
TN09	11.625	11.628	11.636	11.643	11.638	11.636
TN10	11.095	11.095	11.095	11.095	11.095	11.095
TN11	11.095	11.095	11.095	11.095	11.095	11.095
TN12	11.095	11.095	11.095	11.095	11.095	11.095
TN13	11.546	11.531	11.536	11.538	11.533	11.532
TN14	11.099	11.100	11.100	11.100	11.100	11.100
TN15	11.099	11.100	11.100	11.100	11.100	11.100
TN16	11.099	11.100	11.100	11.100	11.100	11.100
TN17	11.021	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
TN18	11.099	11.100	11.100	11.100	11.100	11.100
TN19	11.021	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
TN20	11.021	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
TN21	11.162	11.142	11.138	11.147	11.148	11.147
TN22	11.546	11.531	11.536	11.538	11.533	11.532
TN23	11.624	11.615	11.622	11.626	11.632	11.642
TN24	11.625	11.628	11.636	11.643	11.638	11.636

Bild 7: Berechnete mengengewogene Stundenbrennwerte für alle Teilnetze am 01.11.2003 (Auszug)

T031101.dat - WordPad

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format ?

24 h	Tagesmittel-Brennwerte
TN01	11.471
TN02	11.609
TN03	11.609
TN04	11.609
TN05	11.609
TN06	11.609
TN07	11.609
TN08	11.609
TN09	11.609
TN10	11.095
TN11	11.095
TN12	11.095
TN13	11.437
TN14	11.101
TN15	11.101
TN16	11.101
TN17	11.001
TN18	11.101
TN19	11.001
TN20	11.001
TN21	11.176
TN22	11.437
TN23	11.609
TN24	11.609

Bild 7: Berechnete mengengewogene Tagesbrennwerte für alle Teilnetze am 01.11.2003

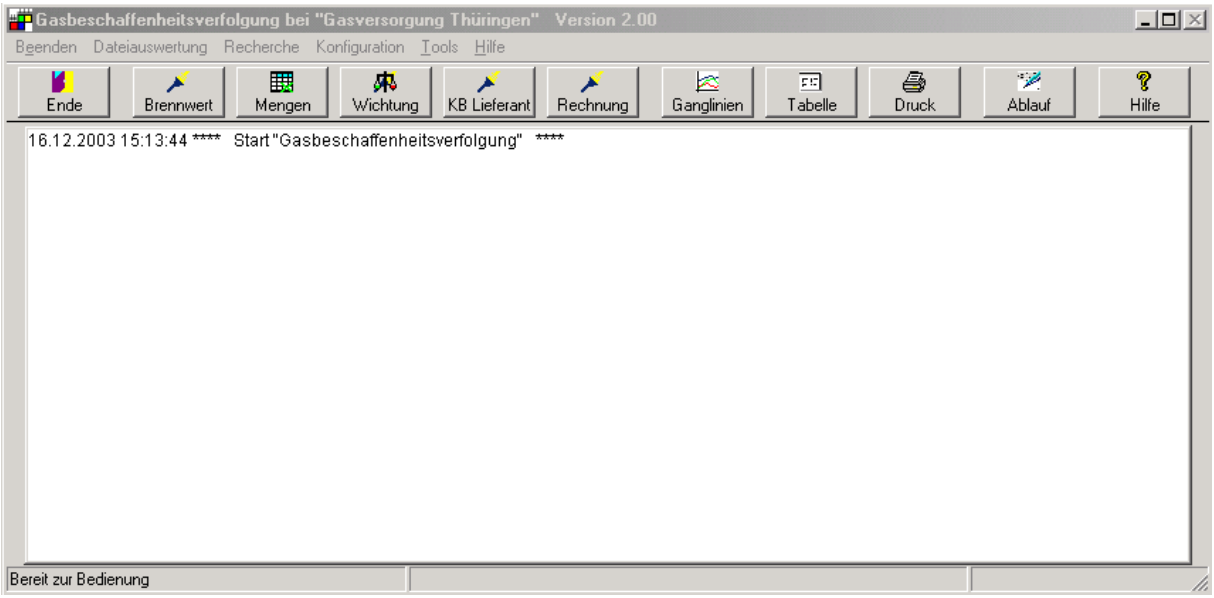


Bild 8: Datenmanagement für die Gasbeschaffenheitsberechnung von ThüringenGas

3) *Berechnung der mittleren mengengewogenen Brennwerte für die SVK und HuK-Kunden pro Stunde und Tag in jedem Teil- und Inselnetz*

Die Berechnung der den Teil- und Inselnetzen zugeordneten Stunden- und Tagesbrennwerte für die Sondervertragskunden (SVK) und für die Haushalt- und Kleingewerbekunden (HuK) erfolgt mit dem von der Fa. audacia Chemnitz ausgearbeiteten Programm „Datenmanagement für Gasbeschaffenheitsverfolgung“ (Bild 8).
(Die neue Bezeichnung des Programms lautet „Gasbeschaffenheitsberechnung von ThüringenGas“).
Über den Pushbutton „Brennwert“ (siehe Bild 8) öffnet sich ein Menü für das Einlesen aller Brennwerte (Bild 9). Die erforderlichen Brennwerte für den Abrechnungsmonat werden mit einem Häkchen markiert und nach dem Anklicken des Buttons „Start“ automatisch eingelesen.

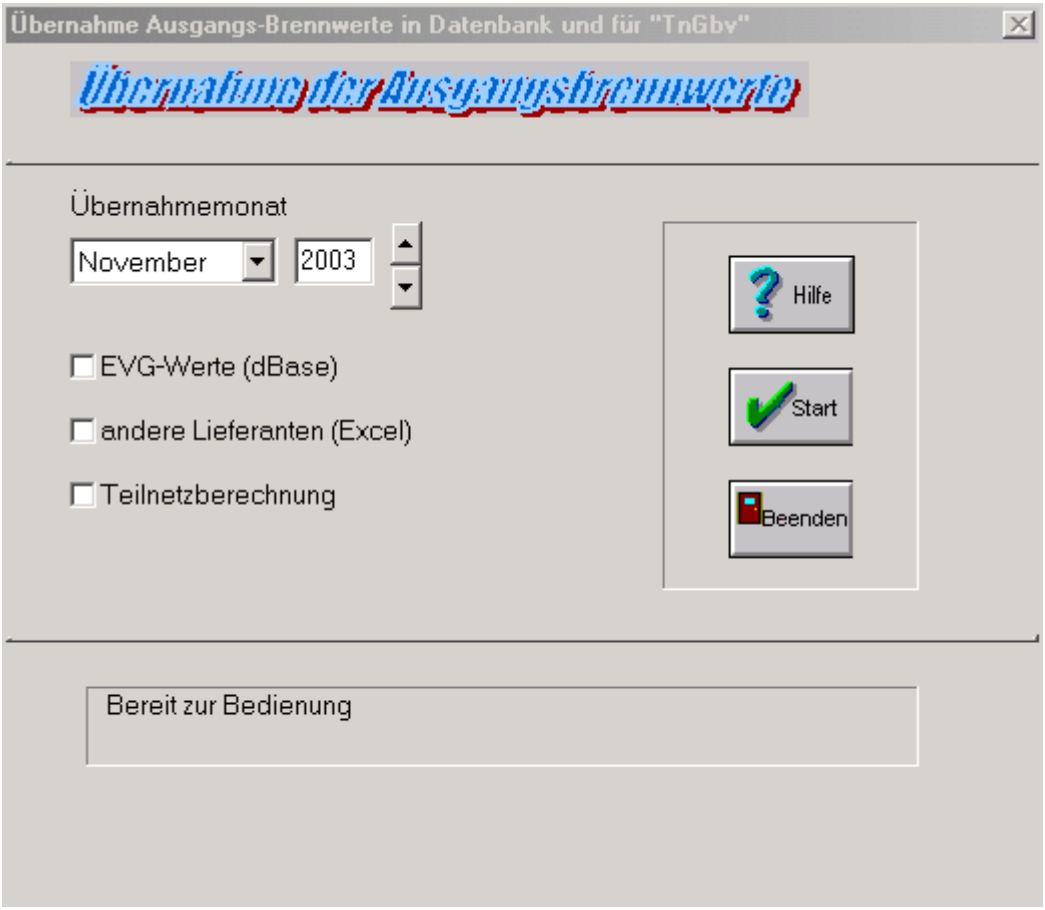


Bild 9: Menü zum Einlesen der Einspeisebrennwerte (Vorlieferanten) und der mengengewogenen Brennwerte auf der Basis von GANESI

Anschließend werden über den Pushbutton „Mengen“ (siehe Bild 8) die in jedem Teil- und Inselnetz erfassten Stundenmengen sowie die im gleichen Zeitintervall gemessenen Abnahmemengen der SVK aus den Dateien C:\TNGBVerf \PRSIMNETQW u. a. übernommen (Bild 10). Die SVK-Mengen werden von HV und TS auf einer CD bereitgestellt.

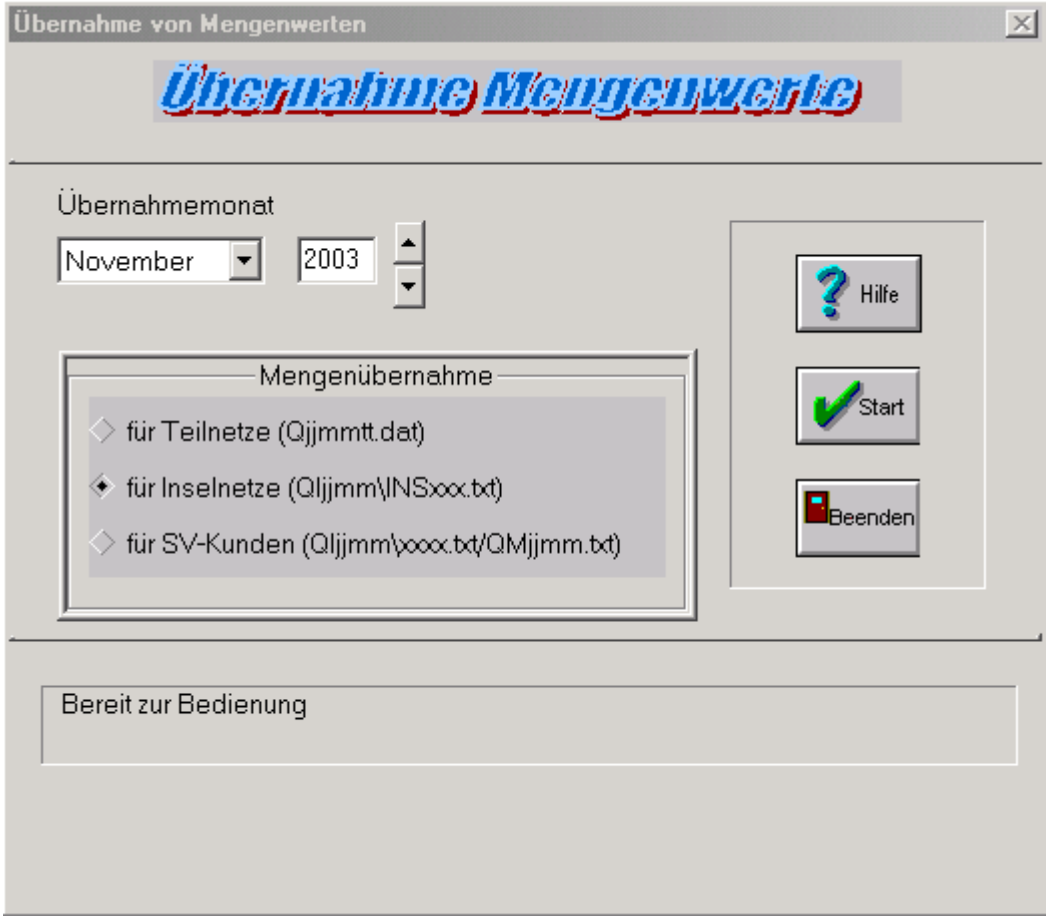


Bild 10: Menü zum Einlesen der Gasmengen aus den Teil- und Inselnetzen sowie der zum gleichen Zeitpunkt gemessenen Abnahmemengen der SVK

Die Differenz zwischen der Stundenmenge in jedem Teil-/Inselnetze und der zeitgleich gemessenen Stundenmenge der zugeordneten SVK ergibt rein rechnerisch die nicht gemessene stündliche Abnahme der HuK-Kunden in dem betrachteten Gebiet:

$$Q_{TN\ i,\ HuK,\ k} = Q_{TN\ i,\ Gesamt,\ k} - Q_{TN\ i,\ SVK,\ k}$$

Ausgehend von diesem Zusammenhang folgen daraus die Berechnungsgleichungen

$$\bar{H}_{O,\ TN\ i,\ SVK,\ d} = \frac{\sum_{k=1}^{24} H_{O,\ TN\ i,\ k} \cdot Q_{TN\ i,\ SVK,\ k}}{\sum_{k=1}^{24} Q_{TN\ i,\ SVK,\ k}}$$

$$\bar{H}_{O,\ TN\ i,\ HuK,\ d} = \frac{\sum_{k=1}^{24} H_{O,\ TN\ i,\ k} \cdot Q_{TN\ i,\ HuK,\ k}}{\sum_{k=1}^{24} Q_{TN\ i,\ HuK,\ k}}.$$

für die Bestimmung der mittleren mengengewogenen Brennwerte der SVK- und HuK-Kunden in jedem Teilnetz.

Analog gilt für die Inselnetze:

$$Q_{IN\ i,\ HuK,\ k} = Q_{IN\ i,\ Gesamt,\ k} - Q_{IN\ i,\ SVK,\ k}$$

$$\bar{H}_{O,\ IN\ i,\ SVK,\ d} = \frac{\sum_{k=1}^{24} H_{O,\ IN\ i,\ k} \cdot Q_{IN\ i,\ SVK,\ k}}{\sum_{k=1}^{24} Q_{IN\ i,\ SVK,\ k}}$$

$$\bar{H}_{O,\ IN\ i,\ HuK,\ d} = \frac{\sum_{k=1}^{24} H_{O,\ IN\ i,\ k} \cdot Q_{IN\ i,\ HuK,\ k}}{\sum_{k=1}^{24} Q_{IN\ i,\ HuK,\ k}}.$$

Diese Herangehensweise steht in voller Übereinstimmung mit der G 685. Der mittlere mengengewogene Brennwert eines SVK bzw. einer Gruppe von SVK kann letztendlich nur aus den tatsächlich bezogenen Gasmengen/Stunde und den zu dieser Zeit anstehenden Brennwerten in dem betrachteten Teil- oder Inselnetz berechnet werden. Das ist plausibel und transparent.

4) *Kalorische Bilanz*

Über die zwei Pushbutton „KB Lieferant“ und „Rechnung“ (siehe Bild 8) werden die Menüpunkte „Berechnung Kalorische Bilanz“ (Bilder 11 und 12) aktiviert.

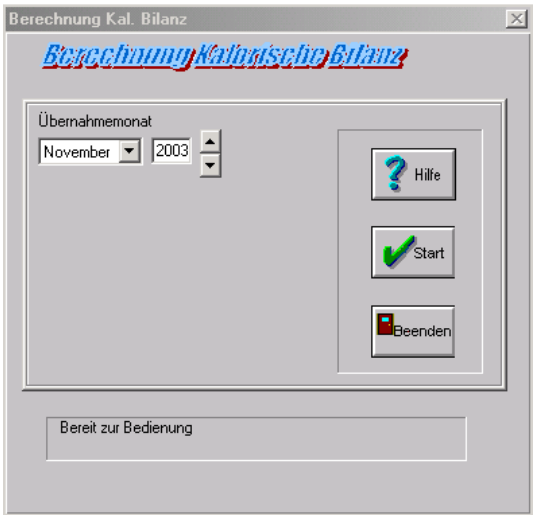


Bild 11: Bezogene Mengen

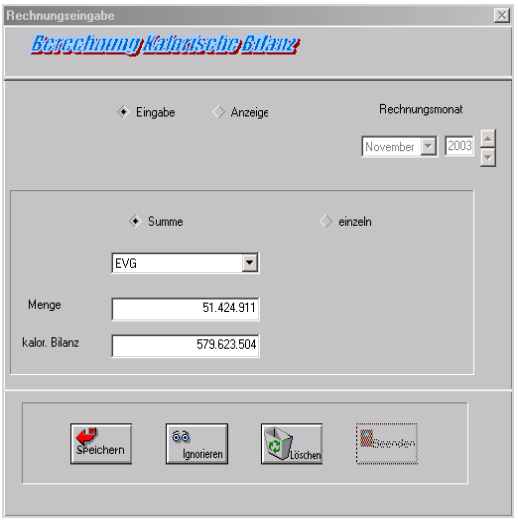


Bild 12: In Rechnung gestellte Mengen

In diesem Tool wird geprüft, ob die bezogene und die für die Brennwertberechnung angesetzte Gesamtmenge mit der vom Vorlieferanten in Rechnung gestellte Menge übereinstimmt. Die Ergebnisse werden in einer Excel-Datei gespeichert und graphisch ausgewertet (Bilder 13 und 14).

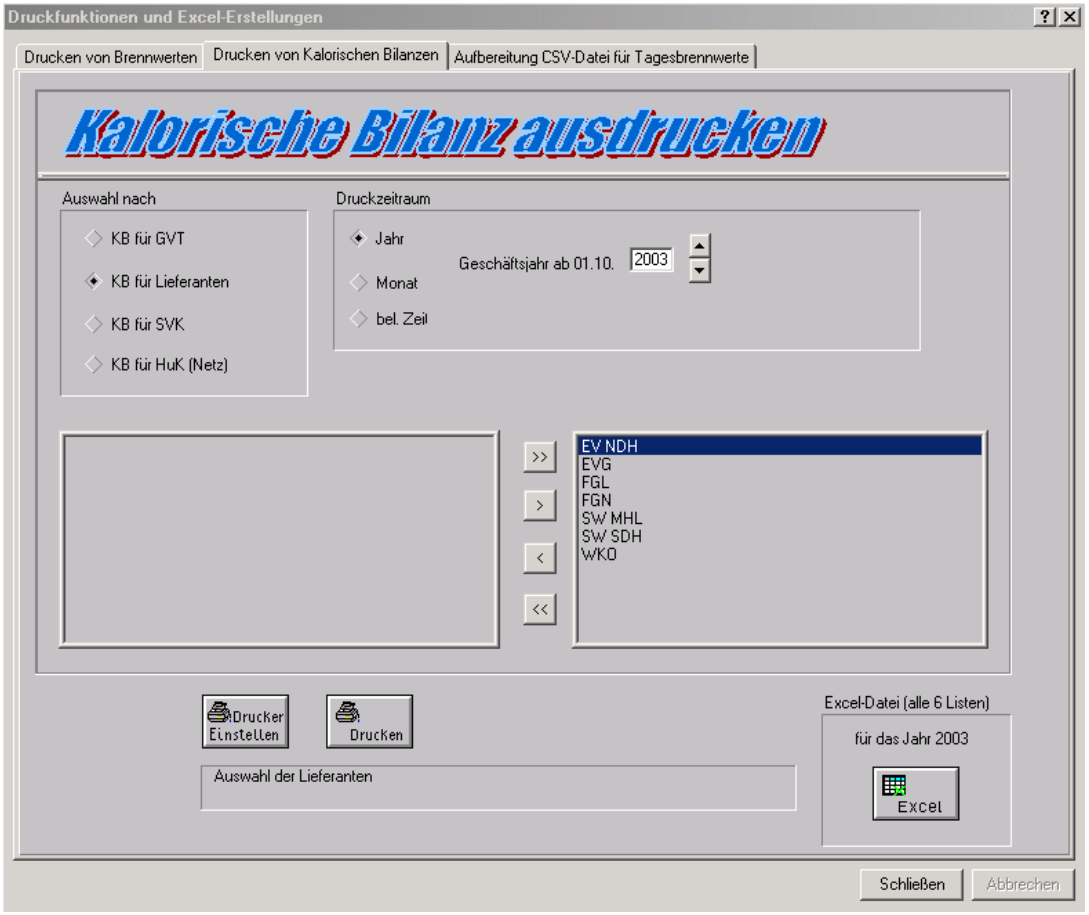


Bild 13: Menü für das Ausdrucken der kalorischen Bilanz

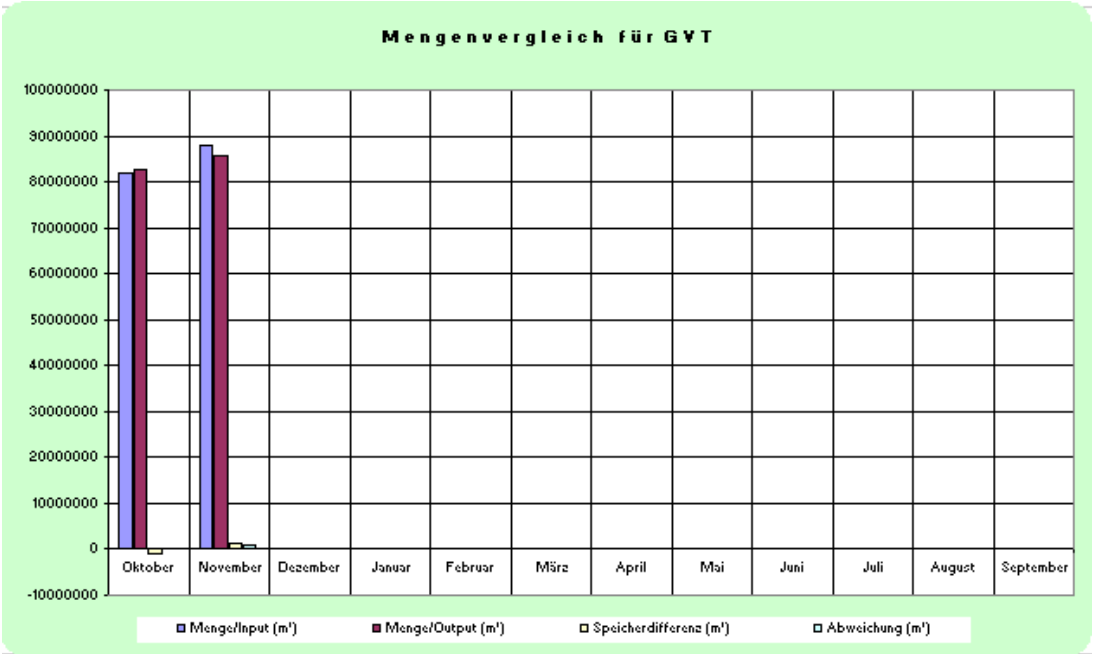
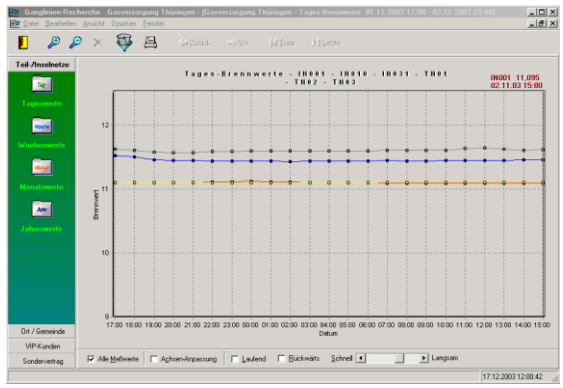


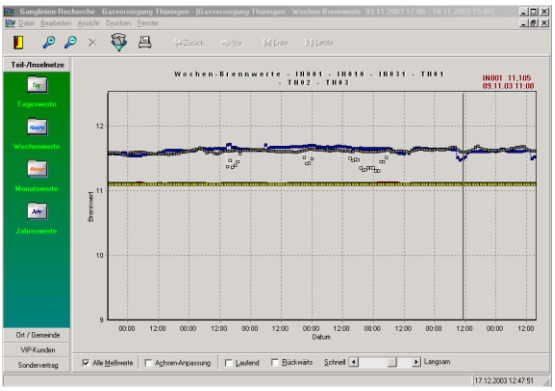
Bild 14: Mengenbilanz für das gesamte Versorgungsgebiet von ThüringenGas einschließlich Durchleitung an die Stadtwerke

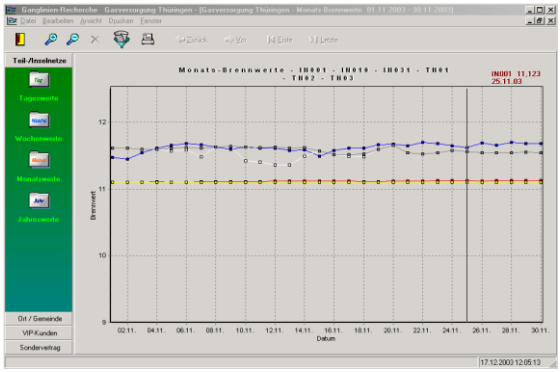
Die Plausibilität der berechneten HuK – Mengen für jeden Monat in jedem Teil- und Inselnetz kann erst nach der Jahresablesung der HuK – Kunden im April 2004 genauer geprüft werden. Die Quantifizierung dieser Mengen ist und bleibt zunächst ein Unsicherheitsfaktor.

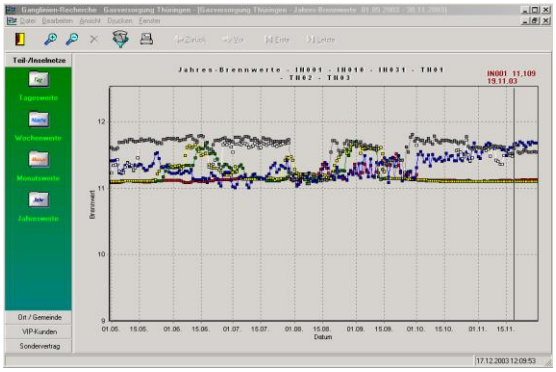
5) *Tabellarische und graphische Auswertung der Brennwertberechnung*

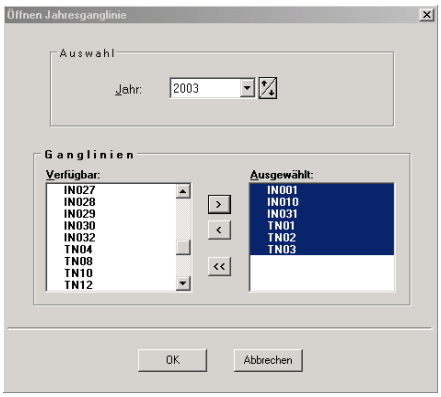
Mit Hilfe des Programms „Datenmanagement für die Gasbeschaffenheitsberechnung von ThüringenGas“ (siehe Bild 8) können auch die Ergebnisse der Brennwertberechnung tabellarisch und graphisch dargestellt und ausgewertet werden. Zur Aktivierung dieses Tools dienen die Pushbutton „Ganglinien“, „Tabelle“ und „Druck“.
Im Tool „Ganglinien“ werden nach der Wahl des zeitlichen Betrachtungszeitraumes (Tageswerte, Wochenwerte, Monatswerte und Jahreswerte), des Startpunktes und der zu analysierenden Teil- und/oder Inselnetze (max. 6 gleichzeitig) die entsprechenden Ganglinien für den mittleren mengengewogenen Brennwert angezeigt. Darüber hinaus ist die Darstellung des Brennwertverlaufes in den oben genannten Zeiträumen auch für alle gasversorgten Orte/Gemeinden, VIP- und Sondervertragskunden möglich (Bilder 15, 16, 17, 18).



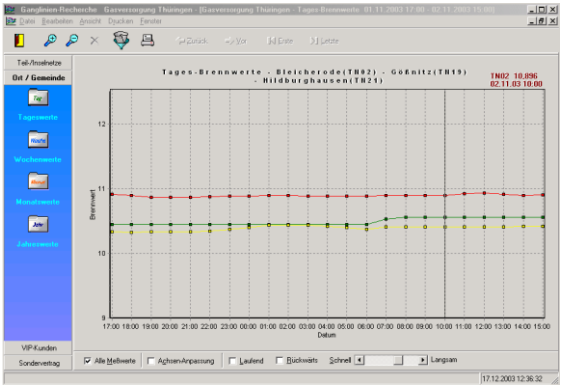


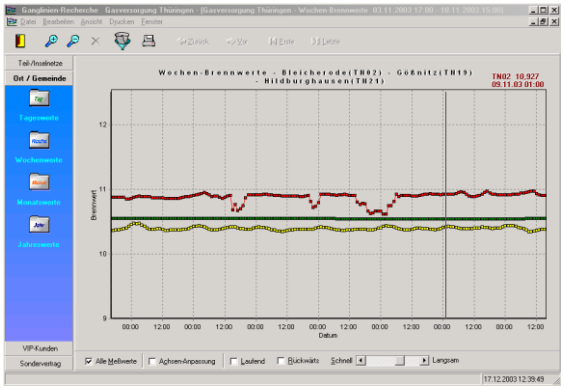


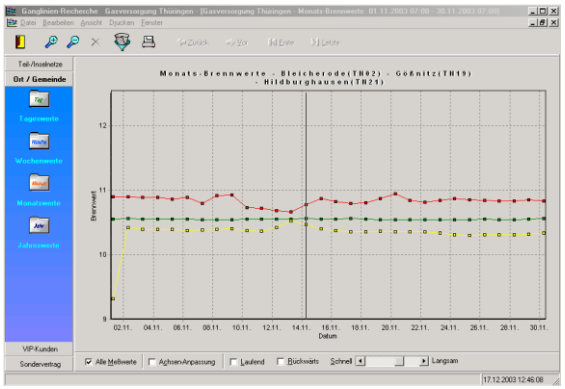


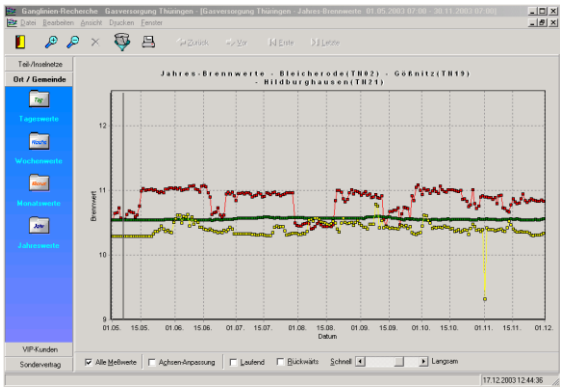


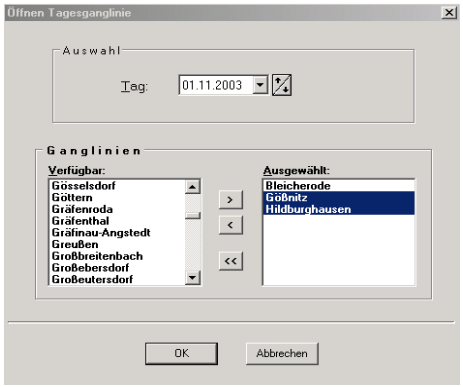
Bilder 15: Darstellung des täglichen, wöchentlichen, monatlichen und jährlichen Verlaufs der mittleren mengengewogenen Brennwerte in den Inselnetzen IN1, IN10, IN31 und in den Teilnetzen TN1, TN2, TN3.



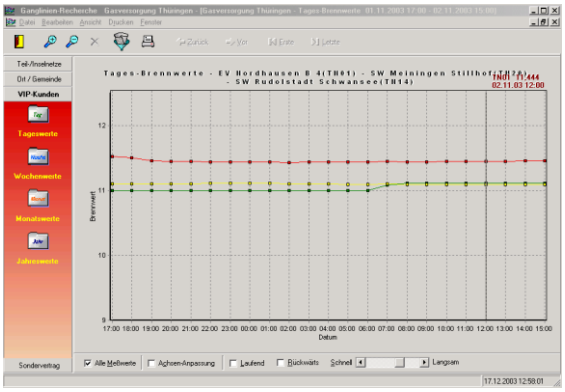


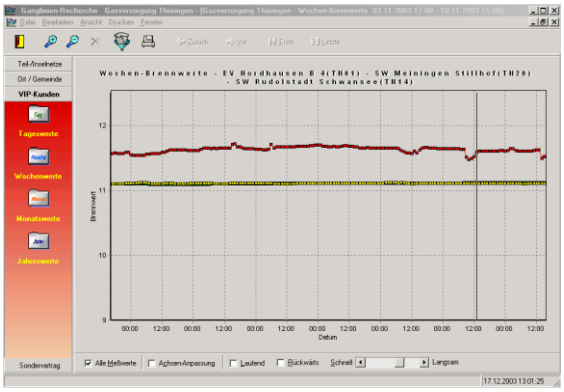


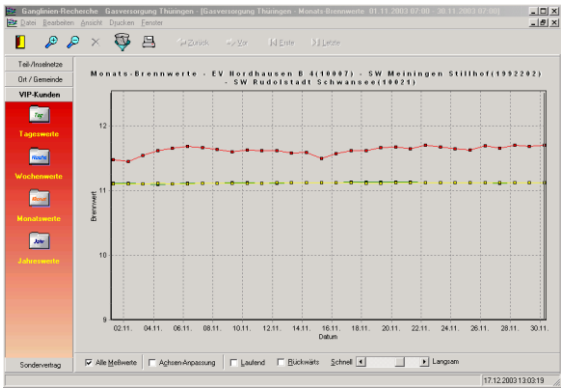


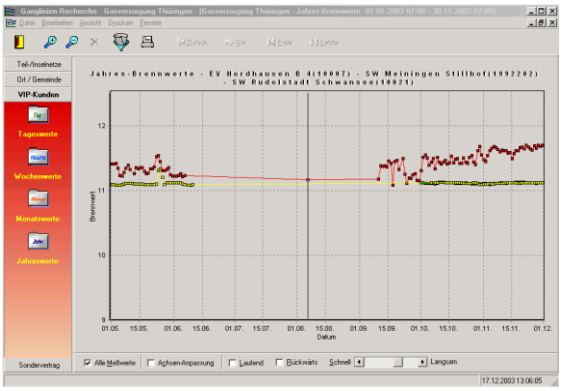


Bilder 16: Darstellung des täglichen, wöchentlichen, monatlichen und jährlichen Verlaufs der mittleren mengengewogenen Brennwerte in den Ortsnetzen Bleicherode, Gößnitz und Hildburghausen.









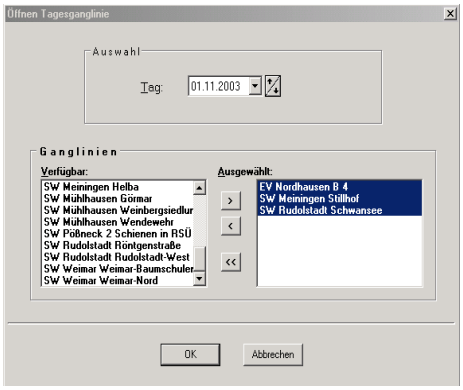
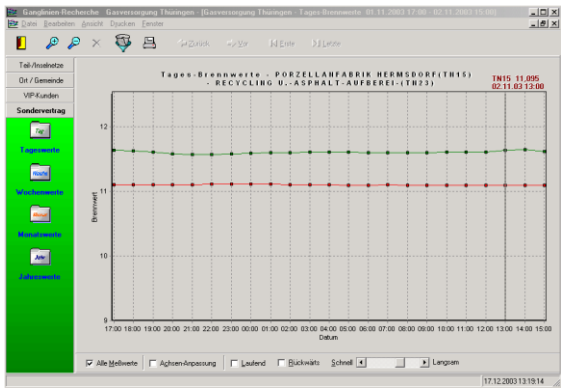
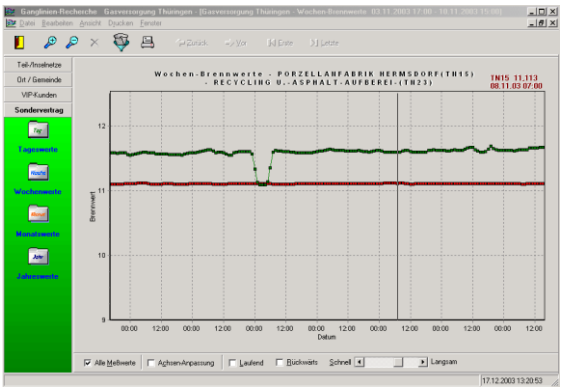
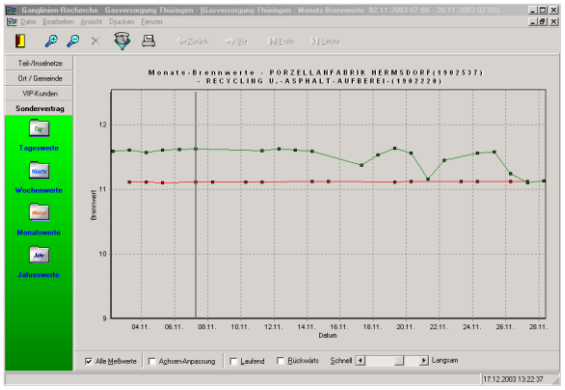
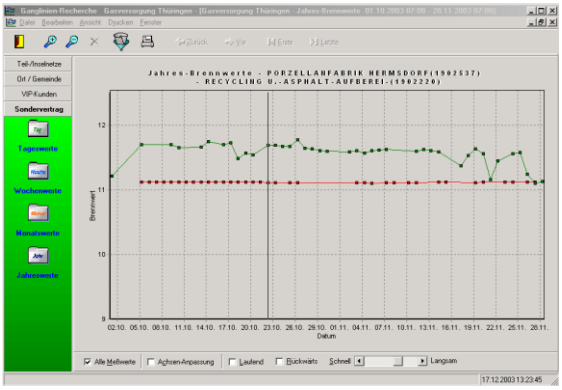


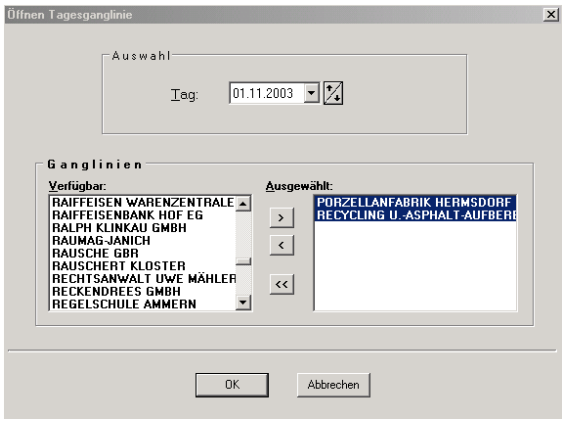
Bild 17: Darstellung des täglichen, wöchentlichen, monatlichen und jährlichen Verlaufs der mittleren mengengewogenen Brennwerte bei VIP – Kunden EV Nordhausen B4, SW Meiningen Stillhof und SW Rudolstadt Schwansee.





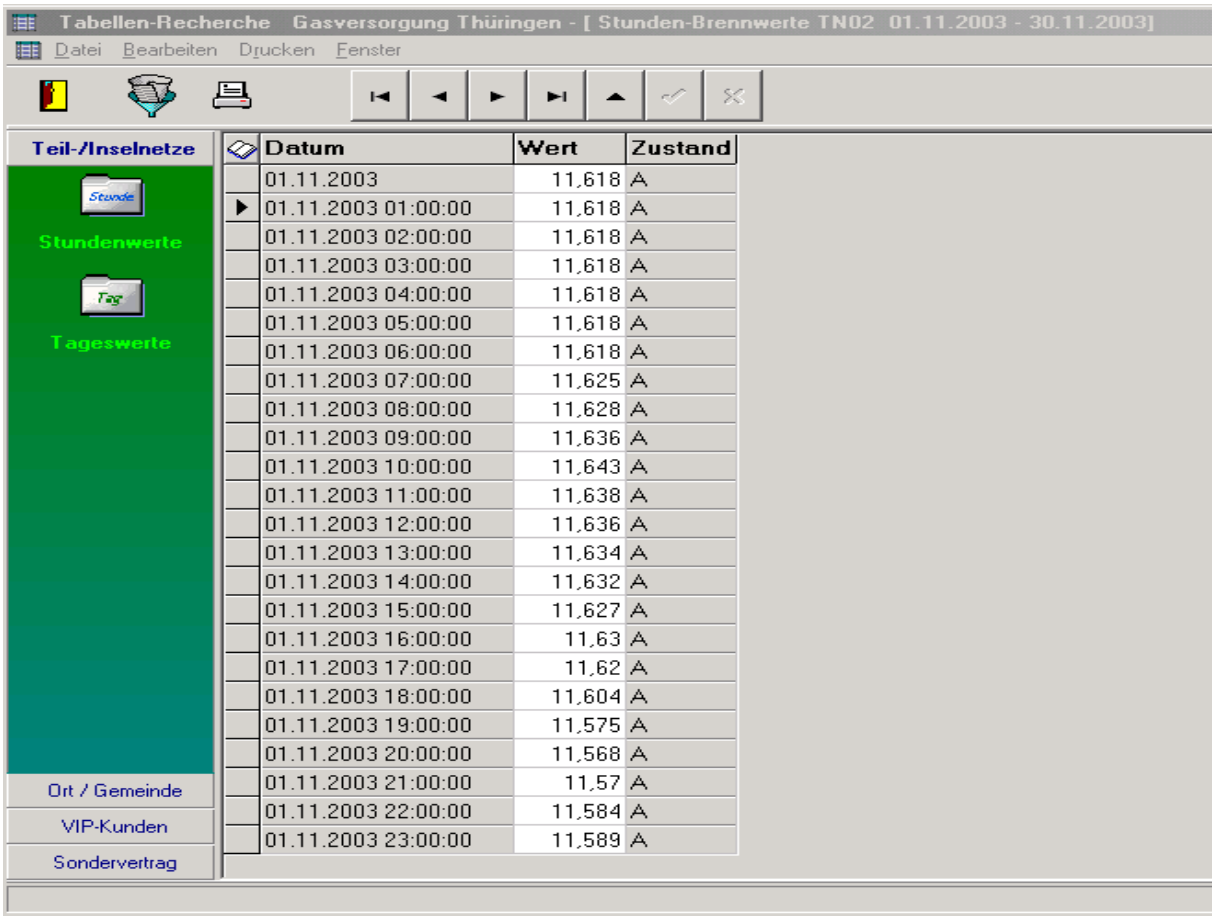






Bilder 18: Darstellung des täglichen, wöchentlichen, monatlichen und jährlichen Verlaufs der mittleren mengengewogenen Brennwerte bei den SVK Porzellanfabrik Hermsdorf u. Recycling- u. Asphaltaufbereitung.

Über den Pushbutton „Tabelle“ kann in der gleichen Art und Weise für ausgewählte Teil- und Inselnetze der stündliche und tägliche, für Orte/Gemeinden, VIP-Kunden und SVK der tägliche, wöchentliche, monatliche und jährliche Verlauf der mittleren mengengewogenen Brennwerte über einen zu definierenden Zeitraum in Form von Excel-Tabellen ausgegeben werden. Bild 19 zeigt als Beispiel eine derartige Tabelle für das Teilnetz TN2 mit den Stundenbrennwerten am 01.11.2003.



Datum	Wert	Zustand
01.11.2003	11,618	A
01.11.2003 01:00:00	11,618	A
01.11.2003 02:00:00	11,618	A
01.11.2003 03:00:00	11,618	A
01.11.2003 04:00:00	11,618	A
01.11.2003 05:00:00	11,618	A
01.11.2003 06:00:00	11,618	A
01.11.2003 07:00:00	11,625	A
01.11.2003 08:00:00	11,628	A
01.11.2003 09:00:00	11,636	A
01.11.2003 10:00:00	11,643	A
01.11.2003 11:00:00	11,638	A
01.11.2003 12:00:00	11,636	A
01.11.2003 13:00:00	11,634	A
01.11.2003 14:00:00	11,632	A
01.11.2003 15:00:00	11,627	A
01.11.2003 16:00:00	11,63	A
01.11.2003 17:00:00	11,62	A
01.11.2003 18:00:00	11,604	A
01.11.2003 19:00:00	11,575	A
01.11.2003 20:00:00	11,568	A
01.11.2003 21:00:00	11,57	A
01.11.2003 22:00:00	11,584	A
01.11.2003 23:00:00	11,589	A

Bild 19: Mittlere mengengewogene Stundenbrennwerte im TN2 am 01.11.2003

Eine weitere Möglichkeit zur Bildung von Listen im Excel-Format ist über das Menü „Druck“ möglich. Neben einer Darstellung des mittleren mengengewogenen Brennwertverlaufes über größere Zeiträume (Monat und Jahr) für ausgewählte Orte/Gemeinden, Kundenzentren und

SVK können auch die berechneten HuK-Mengen in den Teil- und Inselnetzen tabellarisch erfasst und graphisch ausgewertet werden (Bild 20).

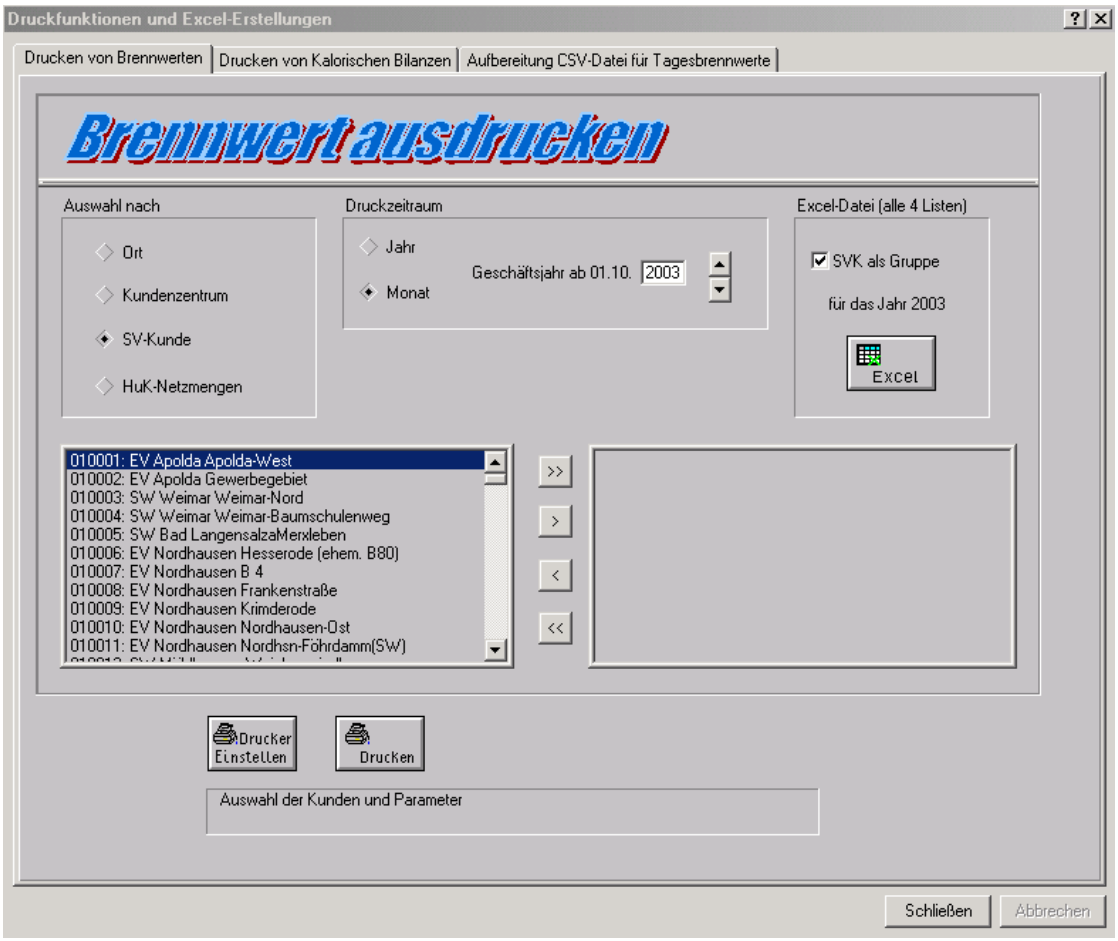
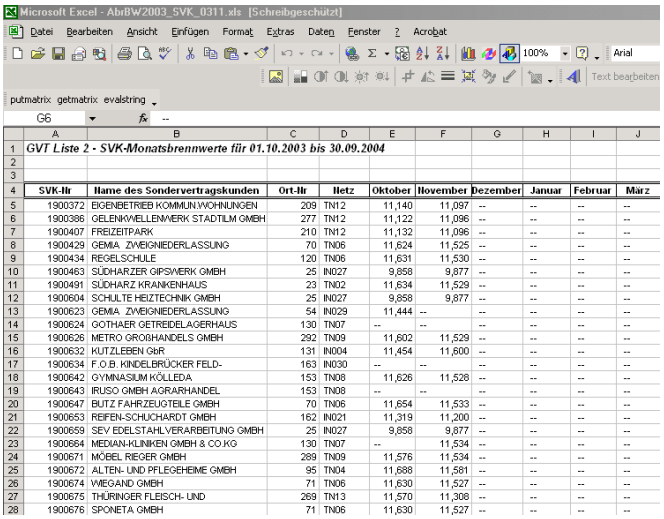


Bild 20: Tabellarische und graphische Auswertung der Brennwertberechnung

Die Ergebnisse der Brennwertberechnung (Bilder 21, 22) werden von TD für jeden Abrechnungsmonat in Form von Excel-Tabellen an HV und SB auf einer CD übergeben.



GVT Liste 2 - SVK-Monatsbrennwerte für 01.10.2003 bis 30.09.2004

SVK-Nr	Name des Sondervertragskunden	Ort-Nr	Netz	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März
1900372	EIGENBETRIEB KOMMUN.WOHNUNGEN	209	TN12	11,140	11,097	--	--	--	--
1900386	GELENKWELLENWERK STADTILM GMBH	277	TN12	11,122	11,096	--	--	--	--
1900407	FREIZEITPARK	210	TN12	11,132	11,096	--	--	--	--
1900429	GEMIA ZWEIGNIEDERLASSUNG	70	TN06	11,624	11,525	--	--	--	--
1900434	REGELSCHULE	120	TN06	11,631	11,530	--	--	--	--
1900463	SÜDHARZER GIPSWERK GMBH	25	IN027	9,858	9,877	--	--	--	--
1900491	SÜDHARZ KRANKENHAUS	23	TN02	11,634	11,529	--	--	--	--
1900604	SCHULTE HEIZTECHNIK GMBH	25	IN027	9,858	9,877	--	--	--	--
1900623	GEMIA ZWEIGNIEDERLASSUNG	54	IN029	11,444	--	--	--	--	--
1900624	GOTHAER GETREIDELAGERHAUS	130	TN07	--	--	--	--	--	--
1900626	METRO GROßHANDELS GMBH	292	TN09	11,602	11,529	--	--	--	--
1900632	KUTZLEBEN GbR	131	IN004	11,454	11,600	--	--	--	--
1900634	F.O.B. KINDELBRÜCKER FELD-	163	IN030	--	--	--	--	--	--
1900642	GYMNASIUM KÖLLEDA	153	TN08	11,626	11,528	--	--	--	--
1900643	IRUSO GMBH AGRARHANDEL	153	TN08	--	--	--	--	--	--
1900647	BUTZ FAHRZEUGTEILE GMBH	70	TN06	11,654	11,533	--	--	--	--
1900653	REIFEN-SCHUCHARDT GMBH	162	IN021	11,319	11,200	--	--	--	--
1900659	SEV EDELSTAHLVERARBEITUNG GMBH	25	IN027	9,858	9,877	--	--	--	--
1900664	MEDIAN-KLINIKEN GMBH & CO.KG	130	TN07	--	11,534	--	--	--	--
1900671	MÖBEL RIEGER GMBH	289	TN09	11,576	11,534	--	--	--	--
1900672	ALTEN- UND PFLEGEHEIME GMBH	95	TN04	11,688	11,581	--	--	--	--
1900674	WIEGAND GMBH	71	TN06	11,630	11,527	--	--	--	--
1900675	THÜRINGER FLEISCH- UND	269	TN13	11,570	11,308	--	--	--	--
1900676	SPONETA GMBH	71	TN06	11,630	11,527	--	--	--	--

Bild 21: Mittlere mengengewogene Monatsbrennwerte von ausgewählten SVK (Auszug)

Microsoft Excel - AbrBW2003_HuK_0311.xls [Schreibgeschützt]

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Extras Daten Fenster ? Acrobat

putmatrix getmatrix evalstring

L19 10,945

GVT Liste 4 - HuK-Monatsbrennwerte für 01.05.2003 bis 30.04.2004

					Abrechnungs-Brennwerte							
Ort-Ilr	Gemeinde	Kundenzentrun	Netz	Z-Zahl	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
491	Aga	TK 7	TN16	1,000	11,113	11,107	11,139	11,188	11,285	11,102	11,106	--
240	Alach	TK 3	TN13	0,939	10,546	10,589	10,488	10,489	10,615	10,861	10,654	--
400	Allendorf	TK 6	TN14	0,927	10,315	10,298	10,318	10,375	10,521	10,308	10,298	--
739	Allersdorf	TK 10	TN22	0,905	10,109	10,187	10,103	10,122	10,228	10,466	10,239	--
144	Alperstedt	TK 3	TN07	0,950	11,119	11,030	11,085	10,668	10,966	10,974	10,934	--
623	Altendambach	TK 9	TN21	0,916	10,192	10,319	10,212	10,350	10,310	10,286	10,250	--
365	Altendorf	TK 5	TN15	0,950	10,584	10,552	10,515	10,631	10,712	10,558	10,555	--
759	Altenfeld	TK 10	TN22	0,905	10,109	10,187	10,103	10,122	10,228	10,466	10,239	--
300	Altengönna	TK 5	IN024	1,000	11,328	11,250	11,198	11,179	11,262	11,398	11,398	--
114	Altengottern	TK 2	TN05	0,950	11,116	11,147	11,097	10,688	10,859	11,006	11,008	--
98	Ammern	TK 2	TN04	0,950	11,111	11,133	11,092	10,785	10,918	11,105	11,005	--
136	Andisleben	TK 3	TN07	0,950	11,119	11,030	11,085	10,668	10,966	10,974	10,934	--
262	Angelroda	TK 9	TN13	0,927	10,411	10,454	10,354	10,355	10,480	10,723	10,518	--
250	Apfelstädt	TK 3	TN13	0,939	10,546	10,589	10,488	10,489	10,615	10,861	10,654	--
19	Appenrode	TK 1	TN02	0,950	10,961	11,016	11,054	10,819	10,957	11,042	10,945	--
257	Arnshall (Gewerbepark Rudis	TK 4	TN13	1,000	11,231	11,277	11,169	11,170	11,305	11,567	11,346	--
174	Auerstedt	TK 4	IN023	0,950	10,765	10,679	10,633	10,617	10,710	10,824	10,861	--
540	Auma	TK 8	TN18	0,927	10,294	10,296	10,323	10,376	10,456	10,303	10,300	--
209	Bad Berka	TK 4	TN12	0,939	10,848	10,473	10,479	10,491	10,613	10,562	10,428	--
401	Bad Blankenburg	TK 6	TN14	0,939	10,448	10,431	10,452	10,509	10,657	10,442	10,431	--
637	Bad Colberg-Heldburg	TK 9	TN21	0,939	10,448	10,578	10,469	10,610	10,568	10,544	10,507	--
301	Bad Klosterlausnitz	TK 5	TN15	0,939	10,461	10,429	10,393	10,508	10,588	10,436	10,433	--
480	Bad Köstritz	TK 7	TN16	0,950	10,557	10,552	10,582	10,629	10,721	10,547	10,551	--
171	Bad Sulza	TK 4	IN022	0,950	10,759	10,681	10,626	10,624	10,682	10,824	10,956	--
130	Bad Tennstedt	TK 3	TN07	0,950	11,119	11,030	11,085	10,668	10,966	10,974	10,934	--
129	Ballhausen	TK 3	TN07	0,950	11,119	11,030	11,085	10,668	10,966	10,974	10,934	--
85	Beberstedt	TK 2	TN04	0,916	10,714	10,735	10,695	10,399	10,528	10,707	10,611	--
204	Bechstedtstraß	TK 4	TN09	0,927	10,795	10,798	10,878	10,472	10,607	10,845	10,688	--
273	Behringen	TK 4	TN12	0,927	10,710	10,339	10,345	10,356	10,477	10,427	10,294	--
481	Berga/Elster	TK 7	TN18	0,939	10,428	10,429	10,457	10,510	10,591	10,436	10,433	--
218	Bergern	TK 4	TN12	0,927	10,710	10,339	10,345	10,356	10,477	10,427	10,294	--
54	Berka/Wipper	TK 1	IN029	0,950	10,761	10,623	10,627	10,630	10,688	10,896	11,035	--
402	Beulwitz	TK 6	TN14	0,950	10,571	10,554	10,574	10,632	10,782	10,564	10,554	--
89	Bickenriede	TK 2	TN04	0,939	10,983	11,004	10,964	10,660	10,792	10,976	10,877	--

Bild 21: Mittlere mengengewogene Monatsbrennwerte der HuK – Kunden in den gasversorgten Orten/Gemeinden (Auszug)

Sie bilden die Grundlage für die thermische Gasabrechnung der SVK und HuK – Kunden von ThüringenGas.

Der Ablauf und die Zuständigkeit bei der Abwicklung der Gasbeschaffenheitsberechnung in der Gasgesellschaft ThüringenGas sind im Bild 21 dargestellt.

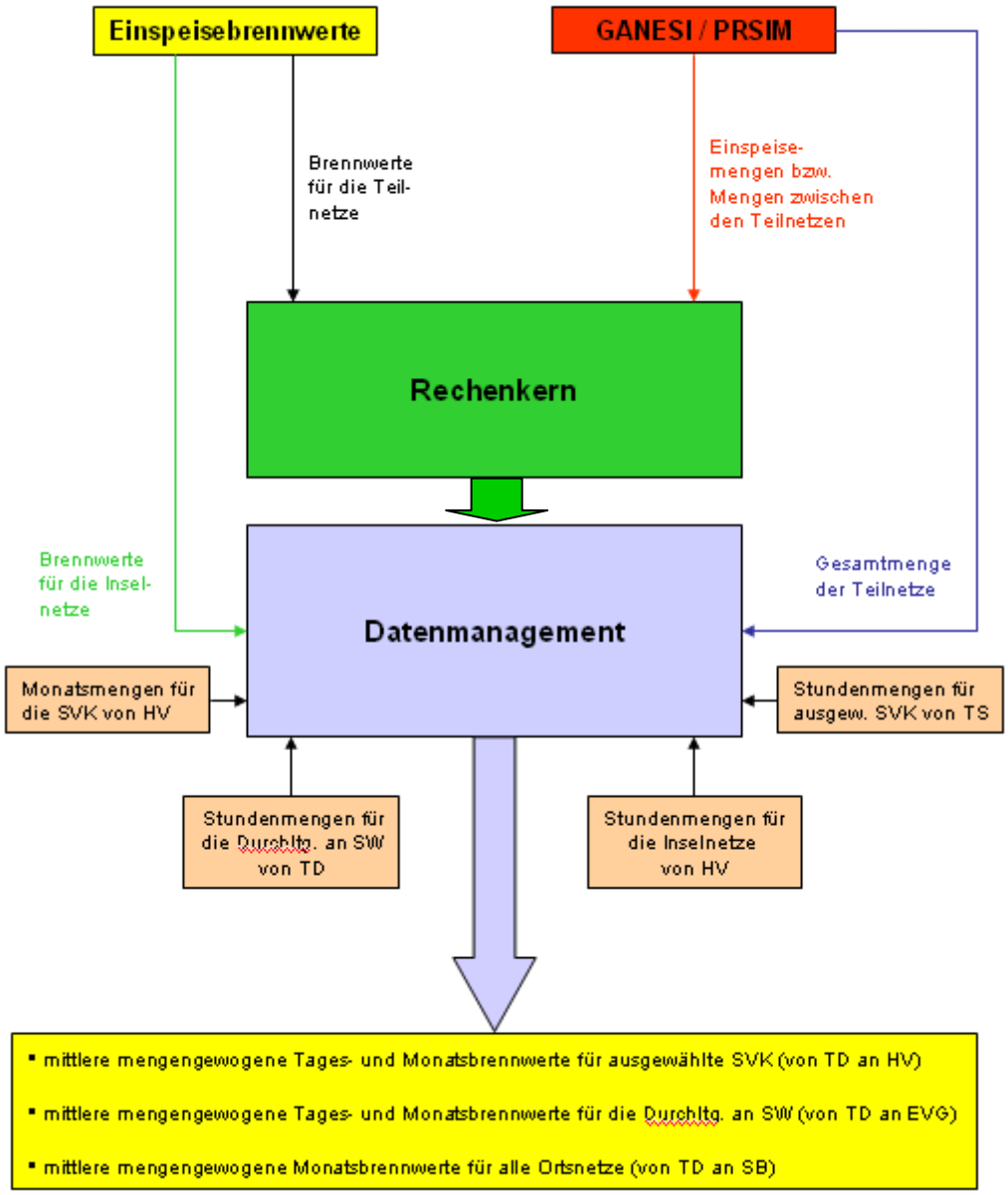


Bild 21: Ablauf und Zuständigkeit bei der Gasbeschaffenheitsberechnung

5. Schlussfolgerungen und Empfehlungen für den weiteren Auf- und Ausbau der Gasbeschaffenheitsberechnung

Auf der Grundlage der durchgeführten Analyse des aktuellen Arbeitsstandes können für den geplanten weiteren Auf- und Ausbau der Gasbeschaffenheitsberechnung bei ThüringenGas folgende Schlussfolgerungen und Empfehlungen abgeleitet werden:

- Das in enger Zusammenarbeit mit der PSI AG und der Fa. audacia entwickelte und seit Mai 2003 bei ThüringenGas im Einsatz befindliche Verfahren für die Gas-beschaffenheitsberechnung in regionalen Gasverteilungsnetzen auf der Grundlage der prozessbegleitenden Gasnetzsimulation mit GANESI ist grundsätzlich geeignet,

die Abrechnungsbrennwerte der einzelnen Abnehmer genauer zu bestimmen. Darüber hinaus besitzt es alle Voraussetzungen, ein anerkanntes Verfahren für die Gasabrechnung zu werden.

- Mit Hilfe dieses Verfahrens ist es möglich, aus den gemessenen Einspeisewerten (Flussmengen und Brennwerten) von mehreren Bezugsstationen mit schwankender Gasbeschaffenheit sowie den simulierten Flüssen zwischen den Teilnetzen die mittleren mengengewogenen Brennwerte für alle Teil- und Inselnetze zeit- und ortsbezogen zu berechnen.

- Ausgehend von den konkreten Bedingungen und Anforderungen an dieses Verfahren für die Gasbeschaffenheitsberechnung ist die Anzahl und Bildung der Teilnetze in der prozessbegleitenden Gasnetzsimulation kritisch zu prüfen.

- Mit Ausnahme der prozessbegleitenden Gasnetzsimulation (liefert z. Z. die stündlichen Einspeisemengen von den Vorlieferanten und die Mengenflüsse zwischen den Teilnetzen in Form von Prozessdaten) kann der gesamte Prozess der Gasbeschaffenheitsberechnung zu jeder Zeit für jeden zurückliegenden Zeitraum rekonstruiert werden. Dies ist möglich durch eine entsprechende Datenhaltung und Datensicherung sowie durch geeignete Prozeduren in den Programmen „Rechenkern“ und „Datenmanagement für die Gasbeschaffenheitsberechnung“.

- Die allgemeinen Anforderungen der Eichordnung hinsichtlich Messrichtigkeit, Mess beständigkeit und Messsicherheit sowie hinsichtlich der Trennung zwischen eichpflichtiger und nichteichpflichtiger Software sind im Rahmen der Programme „Rechenkern“ und „Datenmanagement für die Gasbeschaffenheitsverfolgung“ schrittweise umzusetzen.

- Um den Anforderungen hinsichtlich Rekonstruierbarkeit der berechneten Brennwerte in Zukunft besser gerecht zu werden, wird vorgeschlagen, das Programm „offline GANESI“ von der PSI AG zu erwerben. Mit Hilfe dieses Programms kann auf der Grundlage der täglich zu sichernden Prozess- und Rechendaten aus dem „online GANESI“ die Netzsimulation für zurückliegende Zeiträume jederzeit rekonstruiert und damit nachvollzogen werden. Dieses Verfahren wurde am Institut für Elektrische Energietechnik der TU Clausthal in den Jahren 1997 – 1999 für die Untersuchungen am Luenberger Beobachter von GANESI erfolgreich eingesetzt. Es ermöglicht außerdem die nachträgliche Berechnung des Netzzustandes auf der Grundlage abrechnungsrelevanter, d.h. geeichter Bezugsdaten (Forderung der PTB).

- Der Vorschlag von der PSI AG, das Programm „GANPRODA“ mit einem neuen Rechenkern für Gasbeschaffenheitsberechnung einzusetzen, ist in der zu bildenden Arbeitsgruppe im Detail zu diskutieren und zu prüfen.
  Vorteile:
  Nutzung der großen Erfahrungen von PSI auf dem Gebiet der Gasbeschaffenheitsrekonstruktion.
  Einsatz eines Datenmanagements für die Gasbeschaffenheitsrekonstruktion, das sich in der Praxis bewährt, vom PTB geprüft und für überregionale lineare Netze eichamtlich zugelassen wurde.
  Keine eigene Entwicklungsarbeit mehr notwendig.

Nachteile:
Hoher Zeit- und Kostenaufwand für die Anpassung des Programms „GANPRODA“ an die technischen Bedingungen eines regionalen Gasverteilungsnetzes und an die spezifischen Besonderheiten der Netz- und Kundenstruktur von ThüringenGas.
Verzicht auf ein bereits entwickeltes und erprobtes „Datenmanagement für die Gasbeschaffenheitsberechnung“.
Verzicht auf die Entwicklung eines eigenen Know - How und eines auf dem Gebiet der Gasbeschaffenheitsberechnung sachkundigen und eingearbeiteten Personals.
Starke Abhängigkeit von den Systemdienstleistungen der PSI AG.

- Die im Zusammenhang mit der Berechnung der mittleren mengengewogenen Brennwerte für die HuK – Kunden in den Teil- und Inselnetzen aufgetretenen Probleme sind mit Herrn Dr. Weimann Anfang Januar 2004 zu klären.
  Herr Dr. Weimann ist zu beauftragen, in den Rechenkern die Grundlagen für die Berechnung der K-Zahl (mittlere mengengewogene Werte für die Normdichte, den CO_2 – und H_2 – Gehalt) aufnehmen.

- Die TU Clausthal ist in den Prozess des weiteren Auf- und Ausbaus einer Gasbeschaffenheitsberechnung für regionale Gasverteilungsnetze aktiv einzubeziehen.

6. AG „Gasbeschaffenheitsberechnung“, Mitglieder, Aufgaben und Termine

Von der Geschäftsführung ThüringenGas wurde am 08.12.2003 festgelegt, dass zur Sicherung des weiteren Auf- und Ausbaus der Gasbeschaffenheitsberechnung, aber auch in Vorbereitung auf den geplanten Besuch von Vertretern der Thüringer Eichbehörde bei ThüringenGas eine Arbeitsgruppe unter Leitung des Unterzeichnenden zu bilden ist.

Als Mitglieder der AG „Gasbeschaffenheitsberechnung“ werden vorgeschlagen:

PSI AG,	Herr Prof. Dr. Böhme (Vertr. Herr Scheibe oder Herr Multhaup)
Fa. audacia Chemnitz,	Herr Dr. Fleischer
Ingenieurbüro Dr. Weimann,	Herr Dr. Weimann
TU Clausthal, IEE	N.N.
ThüringenGas, TS	Herr Oelze
ThüringenGas, TD	Herr Guba
ThüringenGas, HV	Herr Richter

Seitens der PSI AG, der Fa. audacia Chemnitz, dem Ingenieurbüro Dr. Weimann, TS und TD liegt die Bereitschaft zur Mitarbeit inzwischen vor.

Die Tagesordnung mit den Themen für die erste Besprechung (siehe Pkt. 5) im Januar 2004 im Hause von ThüringenGas und die Einladung an alle Mitglieder der AG „Gasbeschaffenheitsberechnung“ wird Anfang des Neuen Jahres der Geschäftsführung zur Bestätigung vorgelegt.

18.12.2003
TD/Dr. Schacht