

Schlussbericht **Dezember 2004**

Energieeffizienz in Abwasserreinigungsanlagen

ausgearbeitet durch

Dr. Rudolf Bünger

BUENGER CONSULTING
Molerweg 54, 2540 Grenchen

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Weitere Informationen über das Programm „Elektrizität“ des Bundesamtes für Energie stehen auf folgender Web-Seite zur Verfügung:

www.electricity-research.ch

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
Résumé	3
Abstrakt (deutsch)	3
Abstract (english)	3
1. Ausgangslage	4
1.1 Bedeutung	4
1.2 Projektpartner	6
1.3 Projektziele	6
1.4 Vorgehen	6
2. Technik	13
2.1 Glossar	13
2.2 Funktionsprinzip	14
2.3 Planung	15
2.4 Steuerung	16
2.5 Ausführungsformen	16
3. Anwendungsarten	16
3.1 Übersicht	16
4. Markt und Akteure	17
4.1 Anbieter, Planer, Organisationen	17
4.2 Know-how	17
5. Einspar-Möglichkeiten und –Potentiale	17
6. Umsetzungsmöglichkeiten	17
7. Quellenverzeichnis	18
8. Anhang	18
A) Messdiagramme von verschiedenen ARA im Vergleich	1

Zusammenfassung

Unter Energieeffizienz (E.-Effizienz) im Rahmen dieses Berichts wird die Beurteilung des Energieverbrauchs in einer Anlage in Bezug auf deren Produktions- bzw. Prozess-Ziel verstanden. Als Beispiel wurden Abwasserreinigungsanlagen gewählt. Diese haben in der Regel mit den Betriebsmitteln vernetzte Prozessleitsysteme. Anlagen und SW Programme sind (aus Kostengründen) meistens nicht zur Datenerfassung für die Beurteilung der Energieeffizienz ausgelegt. Dafür wären geeignete Mess- und Registrierungsmittel sowie spezielle SW-Tools erforderlich, die jedoch aus Sicherheits- und Gewährleistungsgründen nicht in den Prozess eingreifen dürfen. Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurde ein „**mithörendes Leitsystem inklusive projektskalierbarer Auswerte-Software (SCADA)**“ entwickelt und in mehreren ARAs erfolgreich erprobt. Wesentliches Merkmal ist die Erfassung aller relevanten Daten in gemittelten 15 Min.-Intervallen, die gleichzeitig mit der Elektrizitätsverbrauchserfassung der EVUs synchronisiert sind.

Der Fokus der ARA-Planung und -Prozessfahrweise liegt bis heute im Reinigungsziel. Die Ergebnisse der Messungen legen nahe, Energie einzusparen und gezielt erneuerbare Energien zu gewinnen. Dies erfolgt durch Umwandlung von Faulgas in Elektro- und Wärmeenergie über die Energie-Kette: Gebrauchtwasser mit Nährstoffanteil, Sauerstoffeintrag, rückgeführter Faulschlamm, Faulgasbehälter, BHKW, Lüfter für Sauerstoffeintrag.

Aufgrund der Auswertung von 630'000 Messwert-Sätzen hat die Betriebsführung der ARA Thunersee die Produktion der BHKW so verändert, dass die vor Projektbeginn häufig auftretenen Bezugsspitzen (in 15-Min.-Intervallen) beseitigt und der grösste Teil des EVU-Bezugs während der Hochtarifzeiten durch BHKW-Elektroenergieerzeugung ersetzt werden konnte. Der Bezug vom EVU erfolgt hauptsächlich in der Nacht während der Niedertarifzeit.

Der **Elektro-Energieeinsatz 2003/2004** in Bezug auf die erzeugte Elektro- und Wärmeenergie konnte von **27.6 auf 20,7 %** gesenkt werden (**entspricht einer Verminderung um 678'000 kWh oder einer Einsparung von 91'800 CHF**).

Die Übertragung der erzielten Einsparungen auf andere ARAs hängt von den örtlichen Gegebenheiten ab. Das „**mithörende Leitsystem**“ liefert Daten, die Prognosen über das Potential erneuerbarer Energien und Energieeinsparungen ermöglicht. Vergleichbare Daten aus zwei anderen ARAs lassen die Unterschiede erkennen.

Résumé

L'efficacité énergétique de l'épuration des eaux usées est définie par le rapport entre la consommation d'électricité du réseau public et la consommation totale. Dans une station d'épuration il y a des centaines de consommateurs d'électricité qui sont enclenchés irrégulièrement et en différent nombre. Le report décrit un « système à l'écoute » qui permet l'analyse totale de tous les enclenchements et la cumulation de la consommation individuelle.

Les résultats des campagnes de test sur plusieurs mois on permis de tirer des conclusions pour une gestion à long terme. Dans la station d'épuration ARA Thunersee la réduction des pertes et l'élévation du rendement de la production électrique et thermique ont donné une économie de

678 000 kWh ou 91 800 CHF. La consommation primaire est tombée de 27.6 à 20.7% du totale.

Abstrakt (deutsch)

Das Energiemanagement (z.B. in Abwasserreinigungsanlagen ARA) beurteilt die Energieeffizienz nach dem Verhältnis des Energieeinsatzes bezüglich der Elektro- und Wärmeproduktion. Meist sind jedoch die für die Erfassung notwendigen HW und SW aus Kostengründen nicht installiert. Änderungen in bestehenden Systemen sind wegen der Gewährleistung auszuschliessen.

Abhilfe schafft ein im Rahmen des Projekts entwickeltes „mithörendes“ Leitsystem. Untersuchungen in einer ARA haben die Bewährung des Systems bewiesen. Die Verlagerung des Betriebsziels auf die Produktion erneuerbarer Energien führte zu Einsparungen von 678 MWh/a. Die Möglichkeiten zur Übertragung der Erfahrungen auf andere Anlagen, insbesondere auf die Evaluation potentieller Verbesserungen, wird behandelt.

Abstract (english)

The ratio of electricity input resp. output of electricity and heat is the essential factor of energy efficiency management. Waste water treatment installations have normally no capabilities to collect the necessary data. Modifications of existing distributed control systems (DCS) are not allowed for warranty reasons.

Part of this project is the development of a “passive, listening” SCADA with special evaluation software. It was successfully tested in a waste water treatment installation. A shift of the exploitation target versus production of renewable energies led to energy savings of 678 MWh/a. Finally the report covers aspects how to transfer the experiences to other installations particularly for improvement of the energy efficiency.

1. Ausgangslage

1.1 Bedeutung

Allgemein

Die Erfassung der Energieeffizienz von energieverbrauchenden Anlagen und Einrichtungen z.B. von ARAs bildet die Grundlage für die Beurteilung, ob und wenn ja, wo Potentiale für Energie- und Kosteneinsparungen vorhanden sind. Da generell vorhanden, ist es nahe liegend, dass man mit der Erfassung von Bezug und Verbrauch elektrischer Energie beginnt. Die EVU verwenden für die tarifmässige Erfassung des Elektrizitätsbezugs einen innerhalb von 15 Min. kumulierten kWh – Wert. Diese praxisbewährte Bezugsgrösse mittelt die sich ständig ändernden Augenblickswerte zu einem stabilen, registrierbaren Messwert.

Die Übergabestelle zwischen dem vorgelagerten EVU und dem Netz einer Produktions-/Prozessanlage ist deshalb der Ort, wo der kumulierte Bezug und Energieverbrauch in der Anlage erfasst und später analysiert werden kann. Die Methode wird in den Anlagen [B] [C] beschrieben.

Die Erfassung des Energieflusses steht am Anfang der Analyse der Energieeffizienz. Weiterhin werden das elektrische Anlagenschema und die Prozessbeschreibung in den jeweils branchenüblichen Ausprägungen bzw. Formaten (R/I Schema) projektbezogen benötigt.

Beispiel ARA

Eine ARA mit Nährstoffelimination besteht aus einigen hundert unterschiedlich grossen Energieverbrauchern, darunter die Gärnanlage und ein Blockheizkraftwerk. Alle Betriebsmittel haben verschiedene Einschaltzeiten und sind in ständig wechselnder Zusammensetzung eingeschaltet. Die Werte Energiebezug und Eigenerzeugung sind deshalb durch ständige Veränderungen gekennzeichnet, die eine detaillierte, ursachenbezogene Diagnose sehr erschweren oder gar verunmöglichen.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Zusammenhänge. Der **Energiefluss (Abb. 1)** ist so kräftig, dass 40 – 70 % der Gesamtenergie durch die Prozesse der Nährstoffelimination selbst produziert werden können. Die in der Beispielanlage Thunersee gewonnenen Erfahrungen ergeben einen Wert von 60 %. Die detaillierten Messergebnisse legen jedoch nahe, dass auch in der Anlage Thunersee noch höhere Werte erreichbar sind.

Das **Prinzipschema (Abb.2)** vermittelt eine Vorstellung von der örtlichen Verteilung der Energieströme sowie des Aufkommens der „Rohenergie“ und der Prozessströme innerhalb der ARA.

Das **elektrische Blockschaltbild (Abb.3)** zeigt die elektrische Anlage mit den Einspeisungen durch das EVU und das BHKW sowie den Hauptenergieverbrauchern Biostrassen 1 und 2 und den übrigen Hilfsbetrieben. Bezeichnend für die allgemeine Geringschätzung ist der Ausdruck Hilfsbetriebe. Wie die Messergebnisse nahelegen handelt es sich jedoch in Wirklichkeit um **höchst profitable Prozesskomponenten, die erneuerbare Energien erzeugen**.

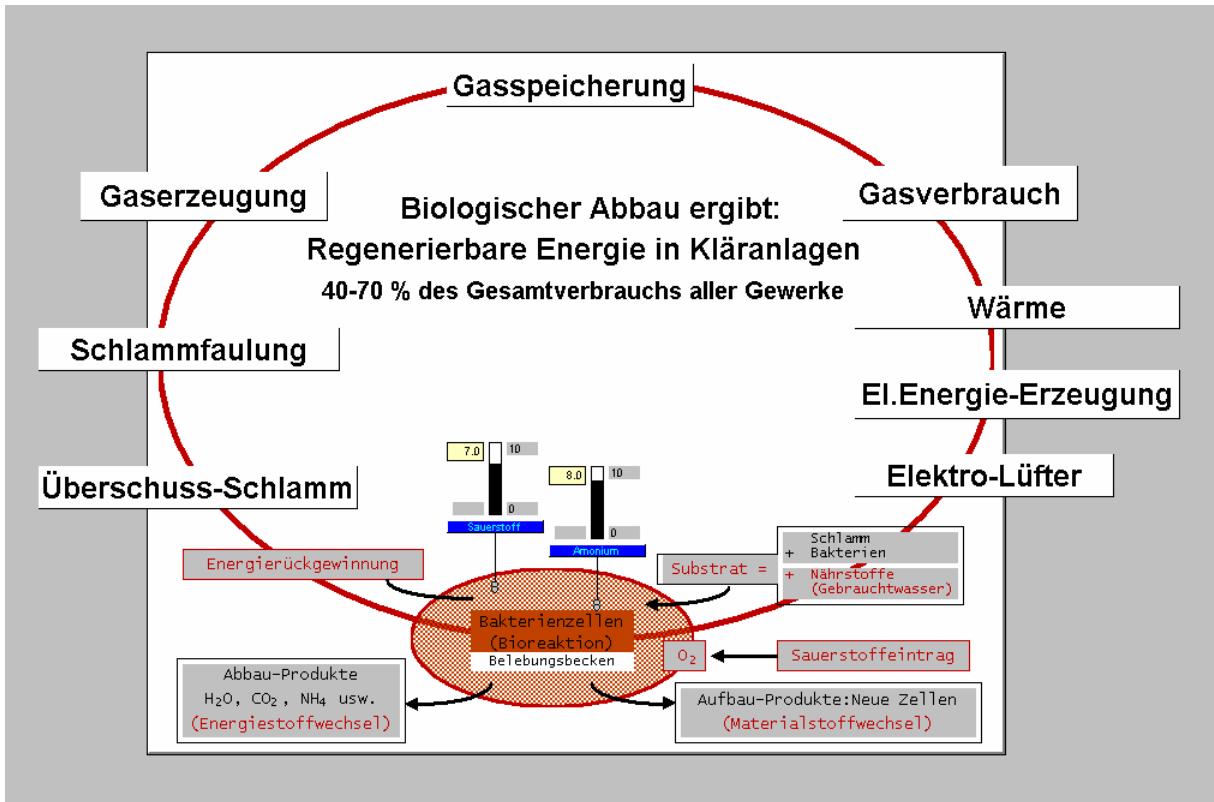


Abb. 1 Energiefluss in einer ARA mit Nährstoffelimination, Schema

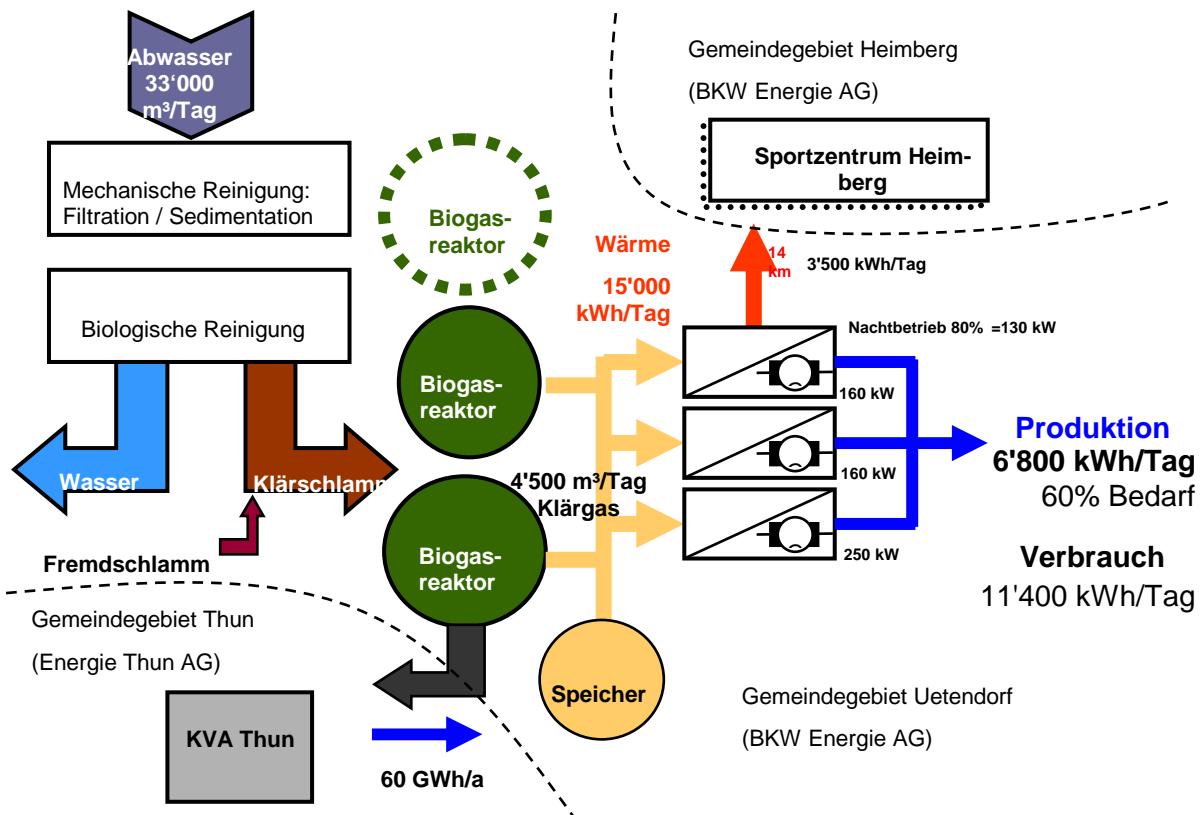


Abb. 2 Prinzipschema ARA Thunersee (Angaben vor Massnahmen zur Verbesserung der E-Effizienz) [3] Caliaro, BKW: Verstromung von Klärgas aus Sicht des Energielieferanten

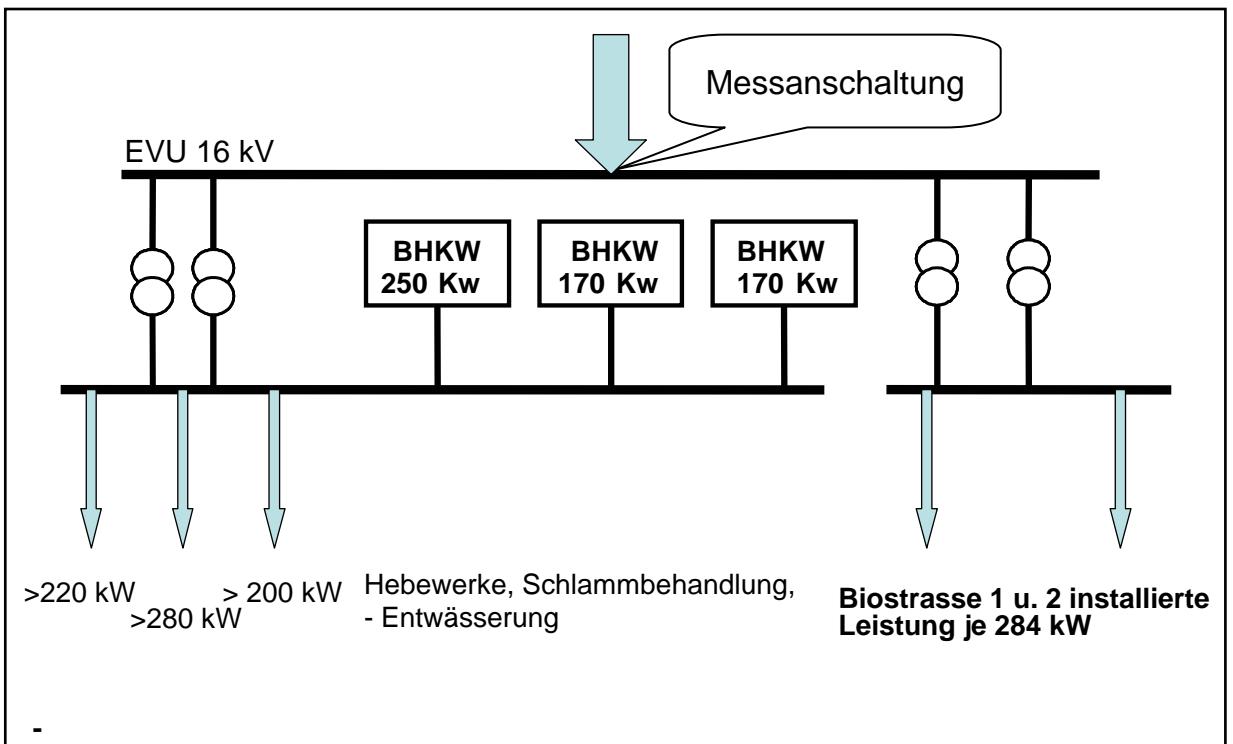


Abb. 3 Blockschaltbild der ARA Thunersee

1.2 Projektpartner

IST Engineering AG und BUENGER CONSULTING; ARA Thunersee; ARA Isar Loisach, Wolfratshausen, D; ARA Altdorf; ARA Memmingen Bauprojekt - auf Mitte 2005 verschoben.

1.3 Projektziele

Bereitstellung einer Erfassungs- und Auswerte-Software unter Verwendung eines „mithörenden“ Leitsystems, das nicht in die Anlagensteuerung eingreift (siehe Anlagen B und C).

Die Software soll die Analyse der Energieverwendung in einer Produktionsanlage unabhängig von deren Automationsart (Prozess, Batch, Diskret) ermöglichen.

Erprobung der SW in den Abwasserreinigungsanlagen Thunersee mit Änderung der Steuerung des Prozessablaufs; Altdorf, keine Eingriffe in den Ablauf; Isar- Loisach, Wolfratshausen D, Eingriffe in den Ablauf in Planung; Memmingen, D, der Baubeginn der ARA hat sich auf Mitte 2005 verzögert.

Der Nachweis der Funktionstüchtigkeit wurde in 3 Anlagen erbracht. Erzielte Energieeinsparungen wurden in der Anlage Thunersee ausgewiesen.

1.4 Vorgehen

Nach Abschluss der Entwicklung der SCADA-Software wurde zunächst in einer Abwasserreinigungsanlage mit den Messungen im laufenden Betrieb begonnen. Die Messwerte variierten trotz der oben beschriebenen 15-Min.-Mittelwertbildung noch derart stark, dass eine ursachenbezogene Diagnose nicht möglich war.

Daraufhin wurden verschiedene tageszeit- und wochentagsabhängige Mittelwerte über 16 Wochenperioden (Speicherplatzbedingt) ausgewertet. Die Erkenntnis daraus war, dass Werte des Energiebezugs und der -erzeugung allein nicht ausreichen, um die Energiesparpotentiale in einer Anlage zu erkennen. Abb. 4 zeigt die Verknüpfung zwischen Prozess- und Energieflüssen. Die Konsequenz ist, dass nichtelektrische Prozessgrößen zusätzlich erfasst werden müssen (z.B. Gasfluss, Gasometerfüllstand, O₂- und NH₄-Konzentrationen uam.). Elektrische- und Prozessgrößen bilden zudem verschiedene Regelkreise, die durch die Betriebsführung einer ARA im Sinne der Energieoptimierung beeinflussbar sind. Abb. 5 zeigt die verschiedenen Regelkreise.

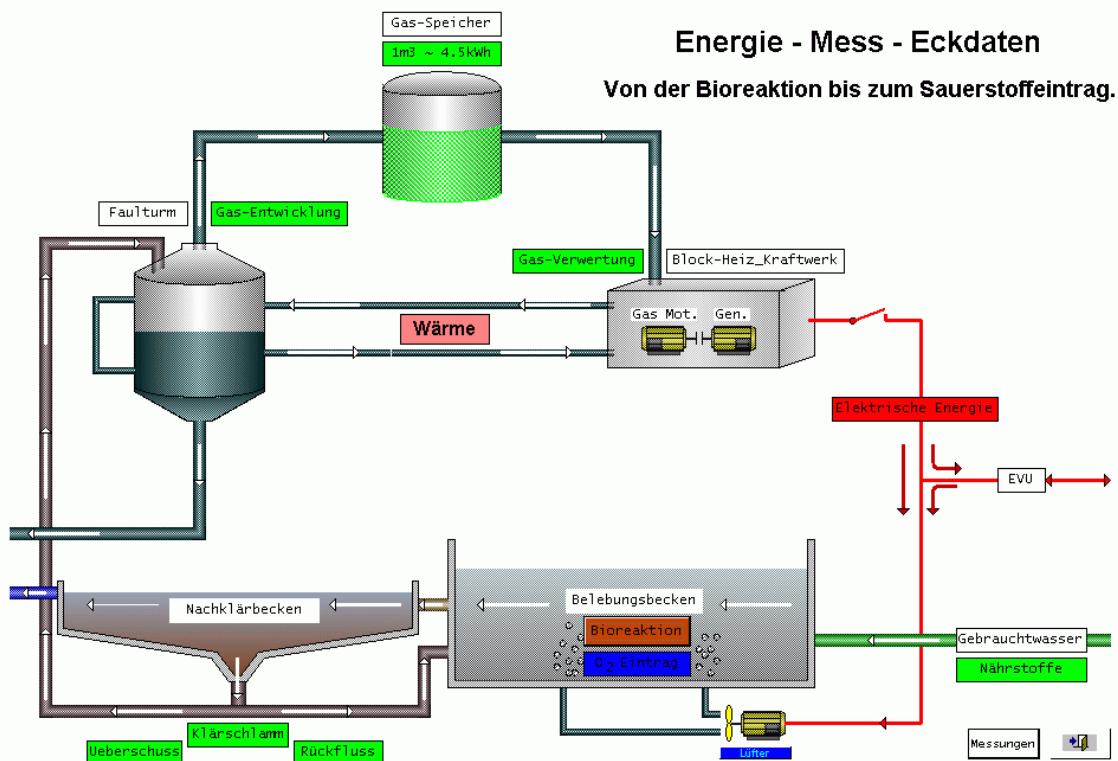


Abb. 4 Energie-Mess-Eckdaten in einer ARA mit Nährstoffelimination

Auswertemethodik und deren Anpassung zur Ermittlung der Energieeffizienz

Mit ausgewählten Mittelwertbildungen der elektr. und nicht-elektr. Größen - wie oben erwähnt -, konnten anlagencharakteristische Verhaltensweisen erkennbar gemacht werden (siehe Abb. 6 bis 19 weiter unten). Dies bildet die Basis für die Analyse der Energieeffizienz und später für die Entwicklung einer Prognose-SW für Betriebsführungsstrategien zur Erhöhung der Energieeffizienz. Diese anlagencharakteristischen Kurven des Elektroenergieverbrauchs in Abhängigkeit der Tageszeit und der Wochentage ermöglichen nach **Auswertung von 630'000 Messwertsätzen** die Schlussfolgerung bezüglich dem Prozess in der ARA Thunersee und dessen Eckwerte.

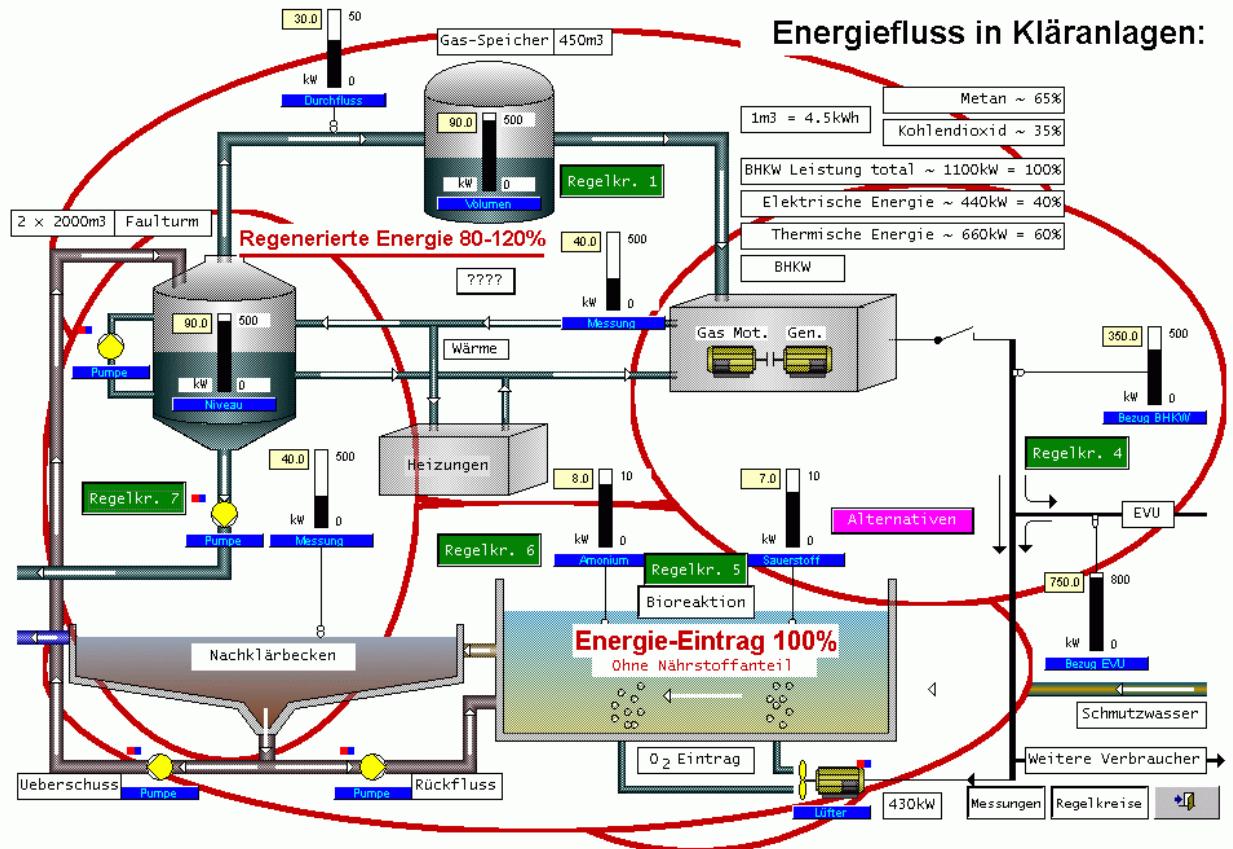


Abb. 5 Prozess-Regelkreise in einer ARA, Prozesswerte ARA Thunersee

Erste Erkenntnisse aus der Beurteilung der Energieeffizienz

Die Bedeutung des Projekts ist dadurch gekennzeichnet, dass die Mess- und Auswertemethodik das Prozessverhalten einer ARA eindeutig erfasst und die Bestimmung der Prozesseeckwerte im Betrieb ermöglicht. Folgende Erkenntnisse wurden gewonnen:

- Regen-Ereignisse haben keinen erkennbaren Einfluss, der Nährstoffeintrag bleibt weitgehend gleich.
- Als entscheidende Führungsgröße wurde die Faulgaserzeugung erkannt. Der Verlauf der Faulgaserzeugung erwies sich über mehr als 12 Monate in mehreren ARAs als weitgehend konstant.
- Zwischen den Kurven des Energieverbrauchs für die Belüftung der Belebungsbecken und der, für das Bakterienwachstum wichtigen Sauerstoffkonzentration konnte kein Zusammenhang festgestellt werden (**mangelnde Energieeffizienz**).
- Ein Paradigmenwechsel in der Aufgabenstellung und Planung für ARAs sowie deren Betriebsführung von der Reinigung zur Bereitstellung erneuerbarer Wärme- und Elektroenergie, scheint sich aufzudrängen. Dies umso mehr, als die Frachtabgabe wesentlich mehr kostet als der Bezug von Fremdenergie.

Umsetzung Innovativer MSR – Konzepte in der Nährstoffelimination am Beispiel der ARA Thunersee

Das Blockschaltbild Abb. 3 zeigt 2 Biostrassen, die in der Anlagenomenklatur als Belüftungsbecken bezeichnet werden. Beide Biostrassen haben je 2 Belüftungsbecken, damit eine möglichst feinstufige Leistungsregelung der drehzahlgesteuerten Lüftermotoren erreicht werden kann. [1] weist darauf hin, dass eine NH4 – Steuerung des Lufteintrags träge ist. In der ARA Thunersee wurden deshalb modifizierte Führungsgrößen eingesetzt. Wie die Messungen ergeben haben, sind diese anscheinend auch noch nicht effizient genug. Die Abb. 6 und 7 lassen keine Korrelation zwischen Energieverbrauch der Lüfter und der Sauerstoffkonzentration erkennen.

Beide Biostrassen arbeiten parallel mit gleicher Leistung, etwa zwischen 200 und 400 kW im Mittel, die O2 Konzentration schwankt um einen konstanten Mittelwert von etwa 0.55 mg/l, wie in [1] vorgesehen und beschrieben.

Folgende Spekulation wäre denkbar:

Wenn man kombinierte Führungsgrößen (O2, NH4) definieren könnte, erscheint eine durchschnittliche Reduktion der Lüfterleistung um 50 kW denkbar. Bei 8750 Jahresstunden ergäbe das eine Energieeinsparung von ca. 440 MWh/a.

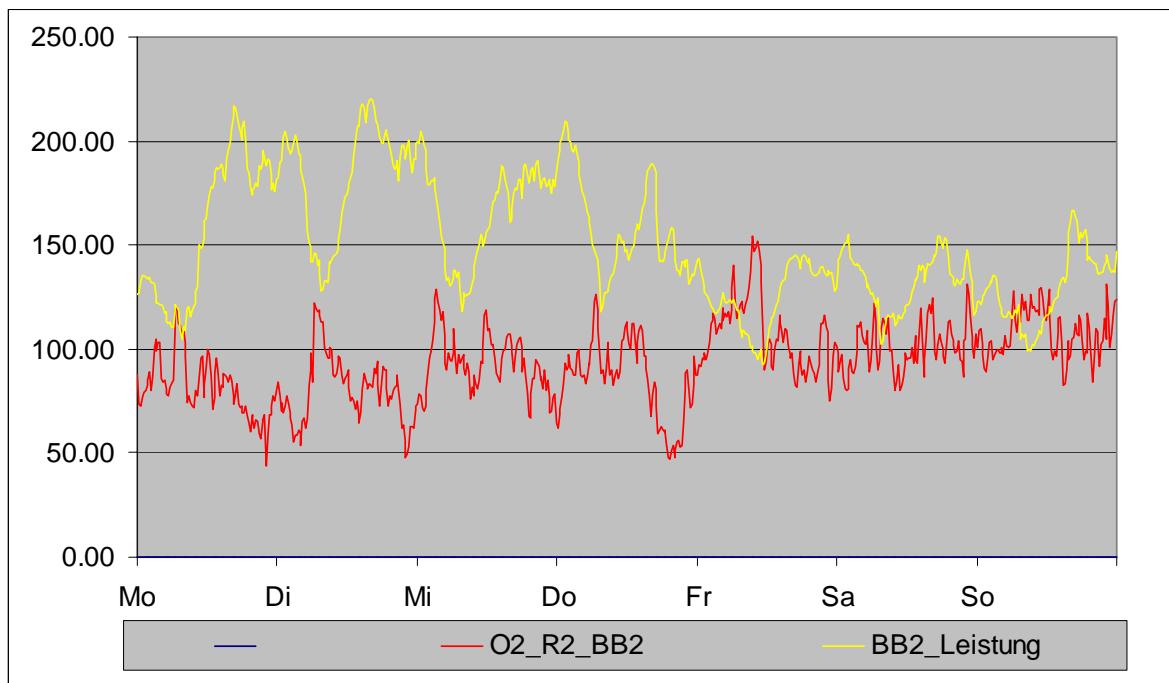


Abb. 6 O2-Konzentration, rot (100 = 0.67 mg/l) und Lüfterleistung, gelb in der Biostrasse 2 (100 = 100 kW) Mittelwerte über 14 Wochen. ARA Thunersee

Kommentar nächste Seite:

Die Tage beginnen um 00.00 und enden um 23.59. Die Lüfterleistung nimmt am Vormittag zu und nimmt erst in der zweiten Nachthälfte wieder ab. Dies entspricht einem charakteristischen Verlauf.

Es entsteht der Eindruck, dass die O₂-Konzentration mit abnehmender Lüfterleistung zunimmt. Der Durchschnittswert der O₂-Konzentration entspricht dem Sollwert aus [1].

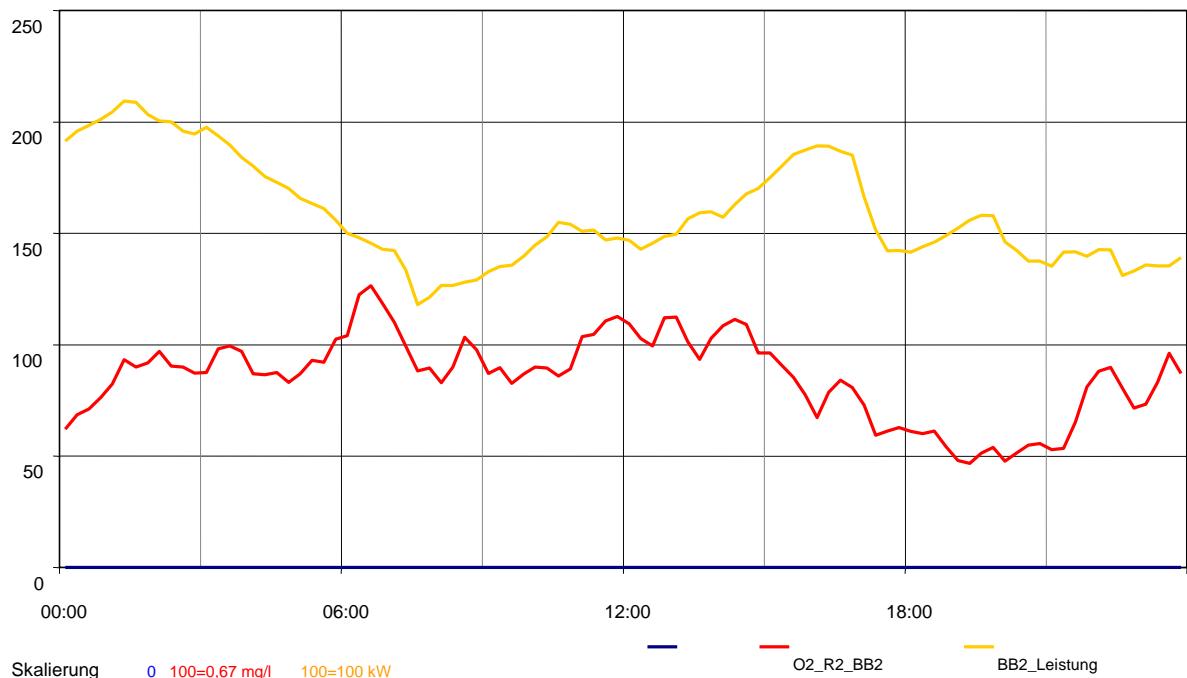


Abb. 7 O₂-Konzentration (100 = 0.67 mg/l) und Lüfterleistung im Belüftungsbecken 2 (100 = 100 kW) Mittelwerte über 14 Donnerstage. ARA Thunersee

Kommentar:

Abb. 7 zeigt die Situation von Abb. 6 zeitlich gespreizt bezogen auf Donnerstage. Die Belastungsspitzen sind nicht so hoch, wie in den ersten 3 Wochentagen. Aber auch hier korrelieren die höchsten Lüfterleistungen mit geringen O₂-Konzentrationen.

Um den Ursachen auf den Grund zu kommen, sind weitere Analysen gemeinsam mit den Prozessfachleuten erforderlich.

Nährstoffelimination, geregelt, NH4-, O2-Gehalt, Gebläseleistung

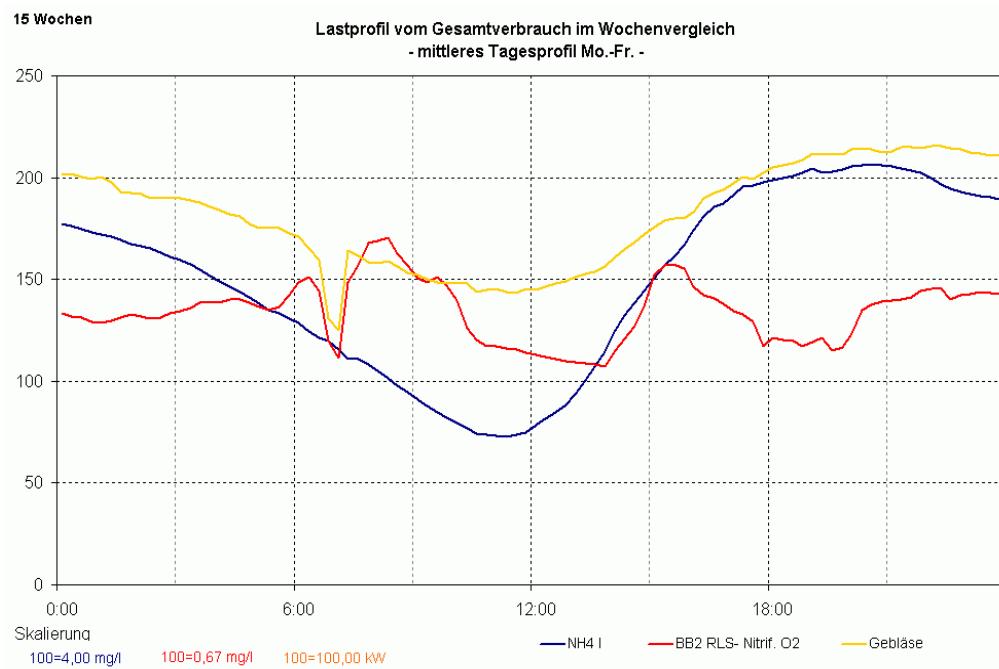


Abb. 8 NH4-Konzentration (100 = 4.0 mg/l), O2-Konzentration (100 = 0.67mg/l) und Lüfterleistung (100 = 100 kW) Mittelwerte über 14 Wochen. ARA Wolfratshausen

Kommentar:

Um sicher zu gehen, dass Abb. 6 und 7 keine Ausnahmen sind, wurden Messungen in der ARA Wolfratshausen (Abb. 8) herangezogen. Sie enthalten zusätzlich Werte für die NH4-Konzentration. In dieser Anlage wurden keine innovativen MSR-Konzepte eingesetzt. Die Regelung der Belüftung erfolgt offenbar über die NH4-Konzentration, wie die Parallelität zwischen NH4-Konzentration und Lüfterleistung nahe legt.

Die Messungen in Wolfratshausen erfolgten später als in Thun, so dass der Zusammenhang zwischen NH4-Konzentration und Lüfter-Leistungsbedarf dort noch nicht erkannt und der Messwert auch nicht aufgeschaltet wurde.

Wie wichtig die diversen Mittelwertbildungen von Messwerten sind, zeigt sich an den Aussagen der „Energie-Feinanalyse der ARA Thunersee mit Hilfe der dynamischen Simulation“ [1], die auf einem 10-tägigen Datensatz basieren. (Dies entspricht 960 Datensätzen des aktuellen Berichts, dessen Basis mehr als 630'000 Sätze umfasst).

Betriebsstrategien zum Einsatz der BHKW als Produzent erneuerbarer Energie

Der Bezug elektrischer Energie ist das Ergebnis von Elektrizitäts-Gesamtverbrauch abzüglich der Elektrizitätserzeugung des BHKW. Die elektrische Energieabgabe der BHKW wird durch das Management der ARA festgelegt. Mehrere Strategien sind in Abhängigkeit von der technischen Auslegung der Anlage sowie der Höhe der Frachtabgabe möglich.

- Dauerbetrieb mit konstanter Leistung – keine zusätzlichen Energieeinsparungen.
- Minimierung der Kosten für den Elektrizitätsbezug zu Hochtarifzeiten - Spitzenreduktion, Verlustminderung im vorgelagerten Netz.
- Vorstehende Strategie und Maximierung der Energieproduktion aus erneuerbarer Energie (Faulgas).

Die Möglichkeit zum Verkauf von Wärmeenergie enthält zusätzliches Energie-sparpotential, beide zusammen bieten das grösste Einsparpotential.

Anmerkung:

Heute wird die dritte Strategie über von Hand eingestellte Zeitschaltprogramme realisiert, deren Optimierung betriebsbedingt nicht fortlaufend erfolgen kann.

Das Energiesparpotential könnte durch die Automatisierung der Anlagensteuerung mit Prozesseckwerten weiter ausgeschöpft werden. Eine derartige Automatisierung der Leistungsabgabe des BHKW setzt eine mehrstündige, voraus-laufende Prognose der Gaserzeugung voraus, damit wichtige Prozessvoraus-setzungen/-Eckwerte erfüllt bleiben (z.B. Heizung vom Faulturm, durchlaufen-der Betrieb der Gasmotoren).

Bisherige Ergebnisse ARA Thunersee (2003/2004)

Aufgrund der Messresultate hat das Management der ARA Thunersee gezielt die Anlagensteuerung verändert: Die **Verbesserung der E-Effizienz** (Jahreswerte 02/03 / 03/04) beträgt:

Bezug	– 4 %
Eigenproduktion Wärme + Elektroenergie	
durch zusätzliche Klärschlammrückführung	+30 %
Eigenversorgung mit Elektroenergie	60%
Steigerung der elektrischen Eigenversorgung gegenüber	
unbeeinflusster Betriebsweise	+ 14.6%
Steigerung der BHKW Produktion elektrisch	+ 30%
Steigerung der Wärmeabgabe	+ 30%

In absoluten Zahlen ausgedrückt:

Verbrauch Total	Bezug BKW	BHKW Elekt.	BHKW Wärme	BHKW tot	BKW Kost.	Frachtabgabe
GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	KCHF	KCHF
4.1	1.969	2.14	4.98	7.12	268.5	ca. 1000
4.7	1.888	2.79	6.49	9.28	257.5	ca. 1000
Differenz						
+ 0.6	-0.081	+ 0.65	+1.75	+ 2.16	- 11.0	ca. 0.0

EI.-Energieverbrauch/EWa

14.5 kWh (Idealwert 20.0 kWh)

Gegenüber dem Betrieb auf Basis der 02/03-Kennziffern ergeben sich Energieeinsparungen bzw. Mehrproduktion von erneuerbarer Energie von

678.0 MWh/a oder 91'800 CHF

2. Technik

2.1 Glossar

15 Min.-Wert	Gemittelter Summenwert des Verbrauchs über 15 Min. Wird zur Elektro-Energiefassung von den EVU verwendet. Im Bericht für alle relevanten Größen
ARA	Abwasserreinigungsanlage
BHKW	Blockheiz-Kraftwerk
BKW	Bernische Kraftwerke
DCS	Distributed Control System
E-Effizienz	Energie-Effizienz kennzeichnet den Zusammenhang zwischen einem Prozess bzw. einer Prozessgröße und dem dabei aufgebrachten Energieaufwand

EMS	Energie-Management-System, Produktbezeichnung für eine SW der IST Engineering AG, Suhr
EVU	Elektizitätsversorgungsunternehmen
EW/a	Einwohnergleichwert/Jahr
ILTIS	Warenbezeichnung für das Prozessleitsystem der IST Engineering AG, Suhr
R/I - Schema	Rohr und Instrument Schema (Verfahrensbeschreibung)
SCADA	Supervisoring, Control and Data Akquisition System
VSA	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA
WAGO-Knoten	Bezeichnung für Feldbus-, Ethernet- vernetzbare Eingangs-/Ausgangsbausteine mit Datenprozessoren der Fa. WAGO

2.2 Funktionsprinzip

Eine „normale“ Summierung aller Augenblickswerte an der Übergabestation zwischen EVU und Anlage, bei hunderten von Betriebsmitteln, führt zu sich pausenlos verändernden Messergebnissen, deren Analyse unmöglich ist. Durch die Mittelung mehrwöchiger Messreihen von 15-Min.-Werten wird das charakteristische Anlageverhalten (tages-, wochen-, ev. saisonabhängig) transparenter.

Die Erfassung des elektrischen Energieverbrauchs erfolgt mit Hilfe von busfähigen Leistungsmessgeräten (z.B. PROFIBUS). Die 15-minütigen Zählintervalle sind Standard bei der Energiezählung der EVU. Damit werden die sehr kurzfristigen Änderungen der akuten Ein- und Ausschaltwerte von Energieverbrauchern oder -erzeugern zu einem registrierbaren Wert addiert.

Die sich ebenfalls permanent ändernden Prozessgrößen werden in denselben Intervallen synchronisiert, damit eine eindeutige Zuordnung von Funktion und Energieverbrauch gewährleistet wird. Das setzt voraus, dass genügend und geeignete Messsonden in der Anlage eingebaut sind. Ist das der Fall, sind diese Werte über das in der Anlage vorhandene Leitsystem zur Auswertung verfügbar.

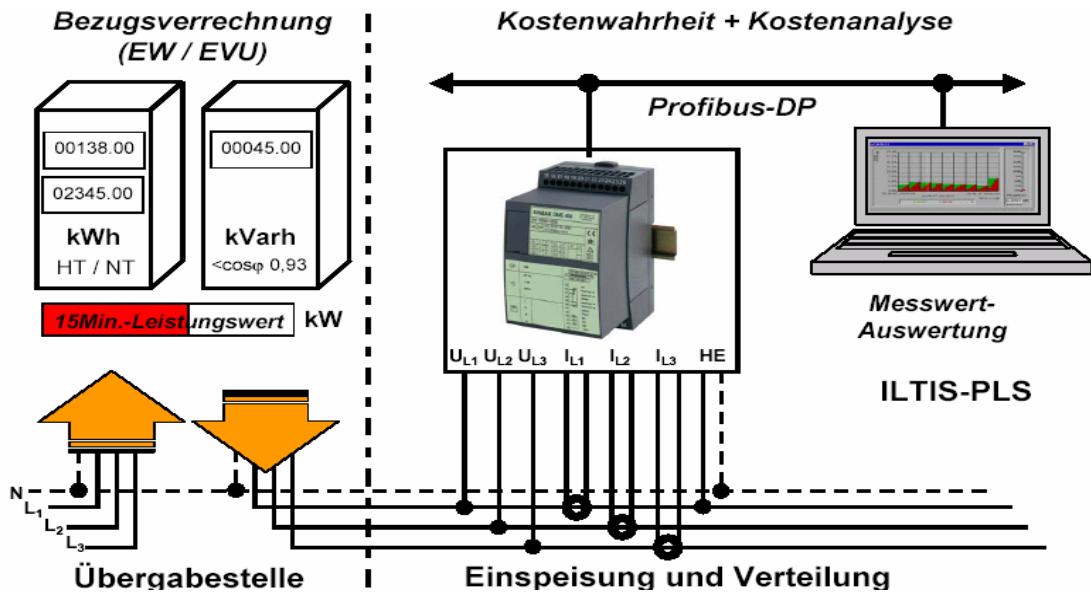


Abb. 9 Prinzip der Messanschaltung

2.3 Planung

Prinzip der Erfassung

Das Blockschaltbild Abb. 9 zeigt, dass die prinzipielle Energieerfassung an demselben Ort erfolgt, wie auch die Messung des EVU. Dies ist Garantie für die Übereinstimmung aller Messresultate. Alle anderen Messwerte sind auf dem Leitsystem der Anlage abgreifbar. Datenformate und Betriebsmittelobjekte waren im Betriebsleitsystem und im „mithorchenden“ System identisch.

Analyseziele

Die bisherige Erfahrung zeigt, dass die Betriebsleitungen überrascht waren über den ungleichmässigen Verlauf des Gesamtverbrauchs und des Bezugs vom EVU. Das ist keine Überraschung, da die BHKW vor Beginn der Messungen mit konstanter Leistung betrieben wurden. Möglich sind:

- Bestandesaufnahme der Energieflüsse zur Abschätzung von Einsparpotentiale
- Ermittlung ungenützter Energiepotentiale z.B. des Trockenschlamms, wie bei der Industrie der Steine und Erde üblich.
- Überprüfung der Anlagenauslegung und Erkennung von Prozessengpässen
- Bereitstellung von Erfahrungswerten für die Modernisierung und Effizienzsteigerung

2.4 Steuerung

Eine Steuerung ist über das Anlagenleitsystem mit Eingriffen durch das Betriebspersonal möglich.

Die Eingriffe werden abhängig gemacht von der laufenden Gasproduktion, der verfügbaren Gasreserve (3-6 Stunden) und aus Tarif-/ Kostengründen der Tageszeit. Grenzwerte für die Anlagensicherheit sind im Prozessleitsystem abgelegt. Sie bleiben unabhängig von den Eingriffen der Bediener.

Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse ist die Entwicklung einer Prognose SW für die Gaserzeugung in einem neuen Projekt möglich.

2.5 Ausführungsformen

Software-Programme / Tools

- EMS Energie Management System, IST Engineering AG, CH 2540 Suhr
- Energiemanagement mit WAGO - Knoten IST Engineering AG, CH 2540 Suhr 2004,

3. Anwendungsarten

3.1 Übersicht

Energieoptimierungssoftware ist grundsätzlich - branchenunabhängig - in jeder Anlage einsetzbar. Ein leistungsfähiges Leitsystem muss vorhanden sein, damit die tief gestaffelten Energieverbraucher und Sensoren, sowie deren zeitlich sich ständig verändernden Verbrauchs- und Messwerte analysiert werden können.

Speziell ARA

Das „mithörende“ Leitsystem liefert betriebscharakteristische Energie-Verbrauchs und -Produktionsdaten zur

- Beeinflussung der Einschaltzeiten des Elektroenergiebezugs bzw. der Eigenproduktion.
- Maximierung der Eigenproduktion in den Hochtarifzeiten **ohne** Gefährdung der Betriebssicherheit während der restlichen Tageszeit (unterbrechungslose Heizung des Gärungsprozesses während 24 Stunden).
- gezielten Speicherung der Faulgasmenge für die Hochtarifzeiten.
- gezielten Vermeidung von Bezugsspitzen.
- Reduktion der Energiebezugskosten.

- Kontrolle der Anlagenauslegung, Ermittlung potentieller Gasproduktionsreserven durch Klärschlammrückführung
- Besonders für Modernisierung, Erweiterung und Neubau sind die gewonnenen Kennwerte sowie Betriebskonzepte von grossem Nutzen.

4. Markt und Akteure

4.1 Anbieter, Planer, Organisationen

Im August 2003 wurde das Projekt und die SW in einem Workshop für Integratoren der PROFIBUS Schweiz sowie am Swiss PROFIBUS Day, Nov. 2003 präsentiert.

Primär ist die Präsentation der Ergebnisse für den Verband Schweizer Abwasser und Gewässerschutzfachleute VSA für die nächste Zeit vorgesehen. Die SW ist aber auch in anderen Bereichen der Industrie einsetzbar.

4.2 Know-how

Der Einsatz ist unkritisch, da es keinen Eingriff in bestehende Systeme gibt. Beratungen mit den Betriebsleitern als Auftraggebern, ev. Leitsystem–Administratoren sind für die anlagenspezifische Konfiguration der Messorte erforderlich.

Für Planer sind die Messergebnisse wichtige Ausgangsgrössen, insbesondere die Gasmengen und ihr zeitlicher Anfall.

Eine Diskussion mit Planern wäre von grossem Vorteil. Das „mithörende“ Auswertesystem kann unabhängig von den vorhandenen Leitsystemen eingesetzt werden. Es kann insbesondere auch bei älteren Anlagen wichtige Grundlagen für Upgrade und Modernisierung liefern.

5. Einspar-Möglichkeiten und –Potentiale

Die Einsparungen in der ARA Thunersee sind symptomatisch, können jedoch quantitativ nicht verallgemeinert werden. Offensichtlich ist dort die Anlagenauslegung sehr weitsichtig gewesen, so dass alle Prozesskomponenten zum Ergebnis beitrugen. Z.B. konnte die Gasausbeute ohne nennenswerte Verbrauchserhöhung gesteigert werden.

6. Umsetzungsmöglichkeiten

Hard- und Software des „mithörenden“ Effizienz-Mess- und Auswertesystems sind verfügbar und können gekauft oder auf Zeit gemietet werden. Supportmöglichkeiten gibt es beim Projektpartner IST Engineering bzw. über Nachweis bei PROFIBUS Schweiz.

Es ist vorgesehen, diesen Bericht im Energie-Cluster Schweiz bekannt zu machen und als Referat dem VSA anzubieten.

7. Quellenverzeichnis

- [1] L. Rieger, M Böhler: Energie-Feinanalyse der ARA Thunersee mit Hilfe der Dynamischen Simulation. Eingebunden in das Projekt: Umsetzung innovativer MSR-Konzepte in der Nährstoffelimination. Dübendorf 2002
- [2] Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf 1999: Energie in Kläranlagen Handbuch
- [3] Fachtagung Energie sparen – Energie nutzen, Bern 03-11-20: S.Caliaro, BKW, Verstromung von Klärgas aus Sicht des Energielieferanten
- [4] Fachtagung Energie sparen – Energie nutzen, Bern 03-11-20: L. Rieger, H. Siegrist, Ungenutzte Kapazitäten auf Kläranlagen, Effizienzsteigerung durch MSR-Technik

8. Anhang

- A) Messdiagramme von verschiedenen ARA im Vergleich
- B) IST Engineering AG, CH 2540 Suhr 2004, Ph. Randon, EMS Energie Management System
- C) IST Engineering AG, CH 2540 Suhr 2004, Energiemanagement mit WAGO – Knoten

A) Messdiagramme von verschiedenen ARAs im Vergleich

Gesamtenergieverbrauch, Ausgangssituation

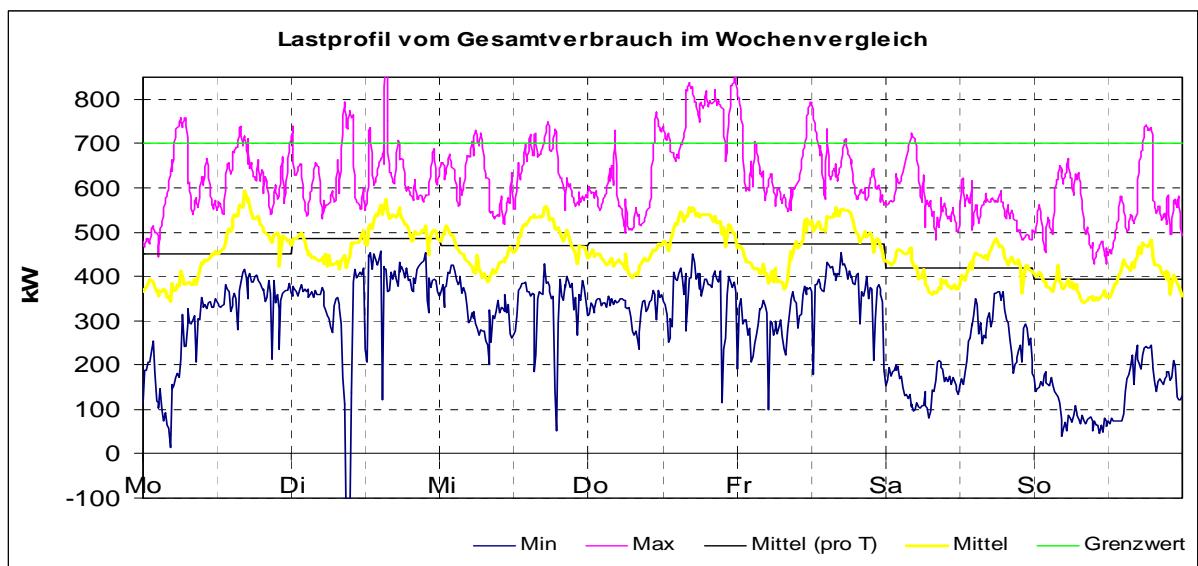


Abb. 10 Lastprofil des Energiegesamtbedarfs, Statistik über 16 Wochen (obere, untere Grenz- und Mittelwerte), ARA Thunersee

Kommentar:

Die Bandbreite zwischen dem Max.- und Min.-Bedarf beträgt ca. 300 – 350 kW der gemittelten Werte. Die Einzelspitzen treten dabei nicht mehr in Erscheinung.

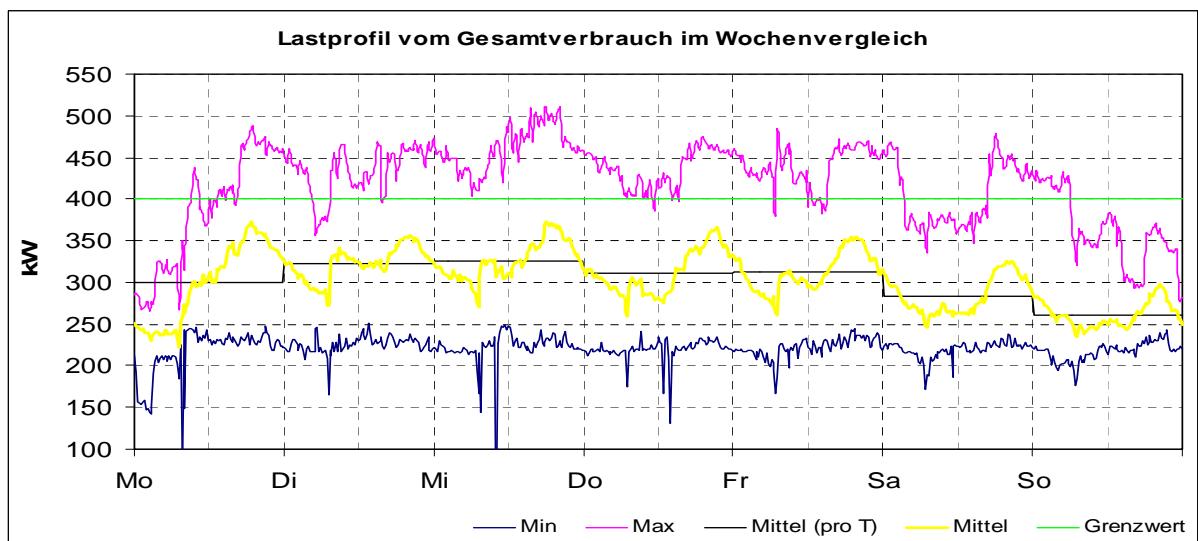


Abb. 11 Lastprofil des Energiegesamtbedarfs, Statistik über 16 Wochen (obere, untere Grenz- und Mittelwerte), ARA Isar Loisach.

Kommentar nächste Seite:

Die installierte Leistung der Anlage ist sichtlich geringer, obwohl die EW/a nur 20% niedriger liegen. Der Verbrauch ist eher konstanter, was mit dem Einzugsbereich zusammenhängen dürfte.

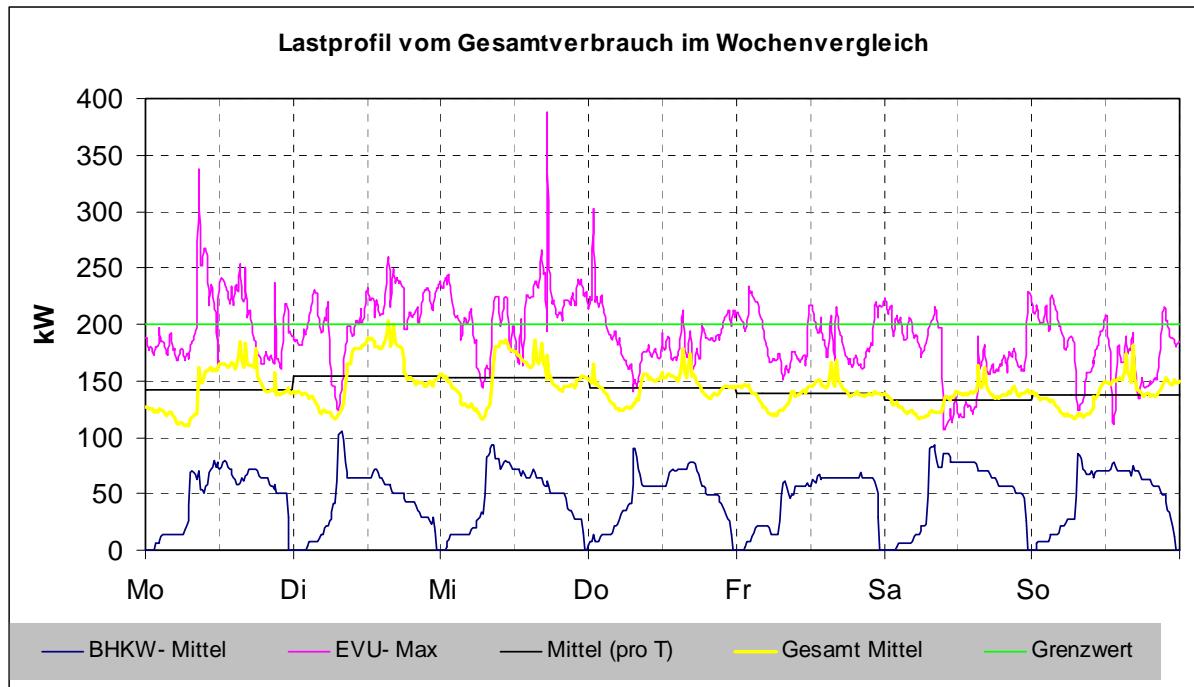


Abb.12 Lastprofil des Energiebezugs, Statistik über 16 Wochen (obere Grenz-, BHKW- und Mittelwerte), ARA Altdorf.

Kommentar:

Hier reicht der Gasvorrat nicht aus, um eine konstante Leistung ins EVU-Netz einzuspeisen, deshalb muss in der Nacht die Abgabeleistung gedrosselt werden.

Energieabgabe BHKW, Ausgangssituation

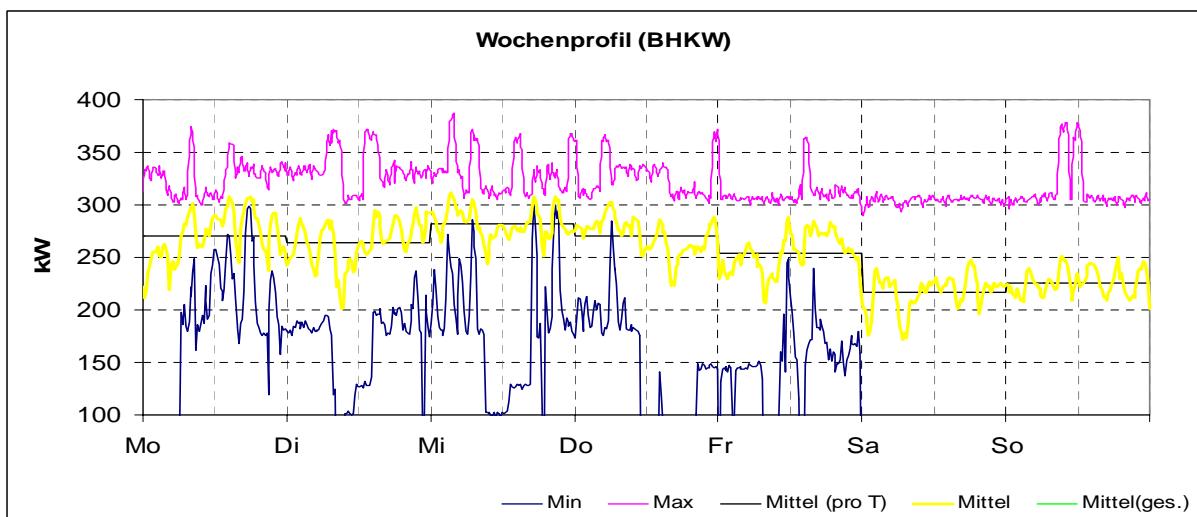


Abb. 13 Profil der Energielieferung des BHKW (obere, untere Grenz- und Mittelwerte) Statistik über 9 Wochen 2003, ARA Thunersee

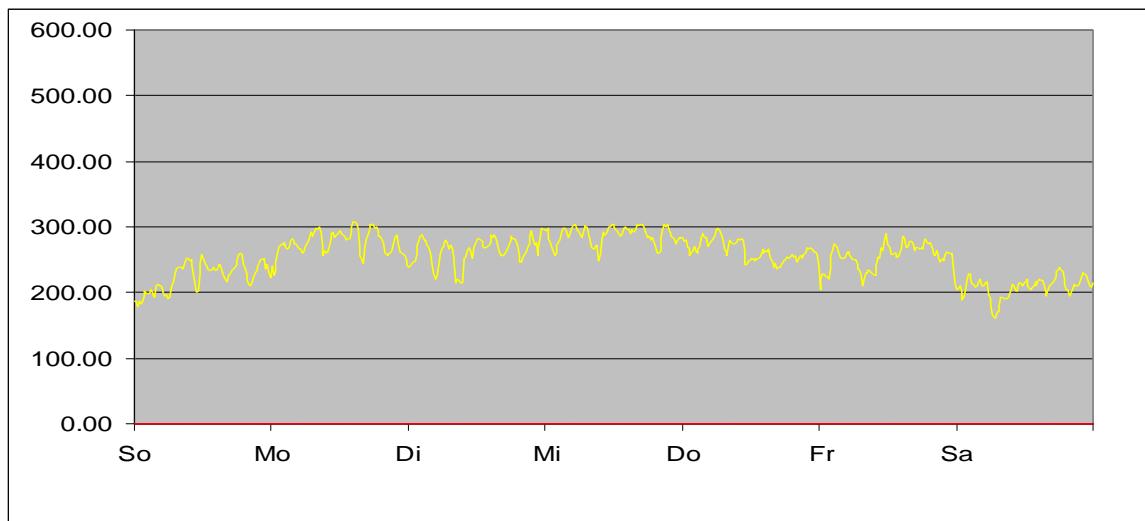


Abb. 14 Leistung des BHKW 2003 ohne Energiemanagement in grösserer Auflösung; (Leistung in kW), ARA Thunersee

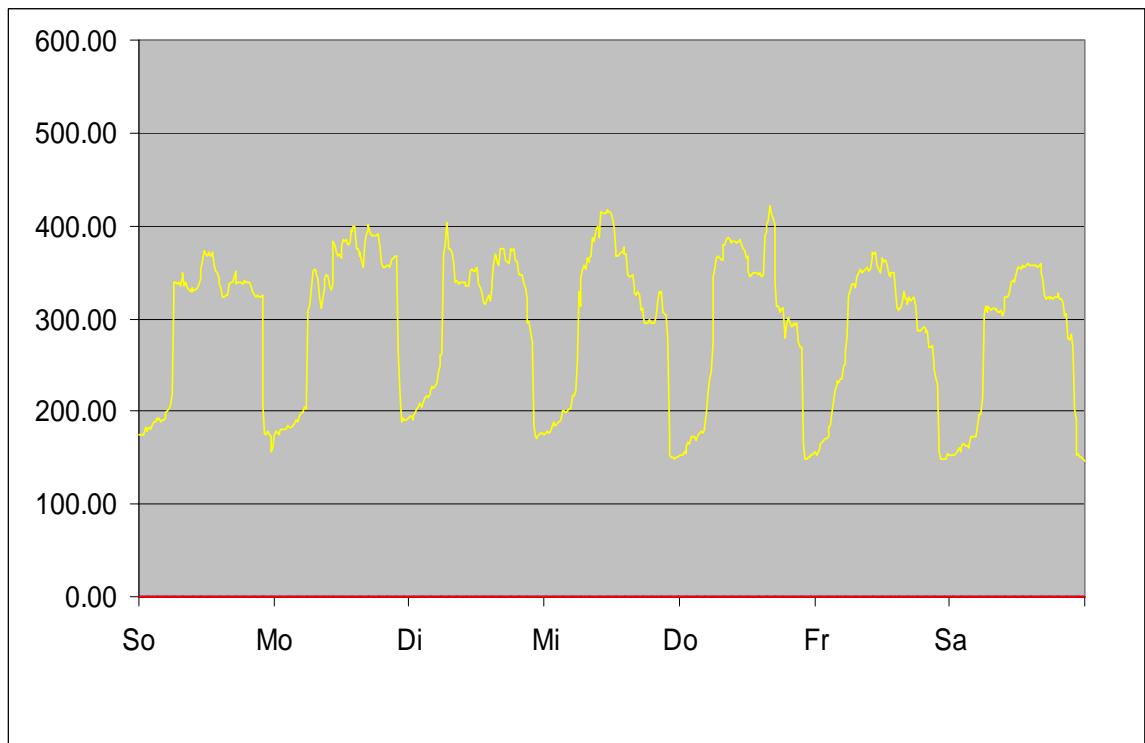


Abb.15 Leistung des BHKW 2004 mit Energiemanagement (Leistung in kW), ARA Thunersee

Kommentar nächste Seite:

Während ohne Energiemanagement das BHKW nahezu konstante Last zwischen 200 und max. 300 kW abgab, sind es mit Energiemanagement während der Hochtarifzeit über 300 bis max. 400 kW. Zu berücksichtigen ist, dass die Kurve 16-wöchige Mittelwerte repräsentiert.

Während der Niedertarifzeit wird die Leistung heruntergefahren, damit für die Hochtarifzeit genügend Gas zur Verfügung steht.

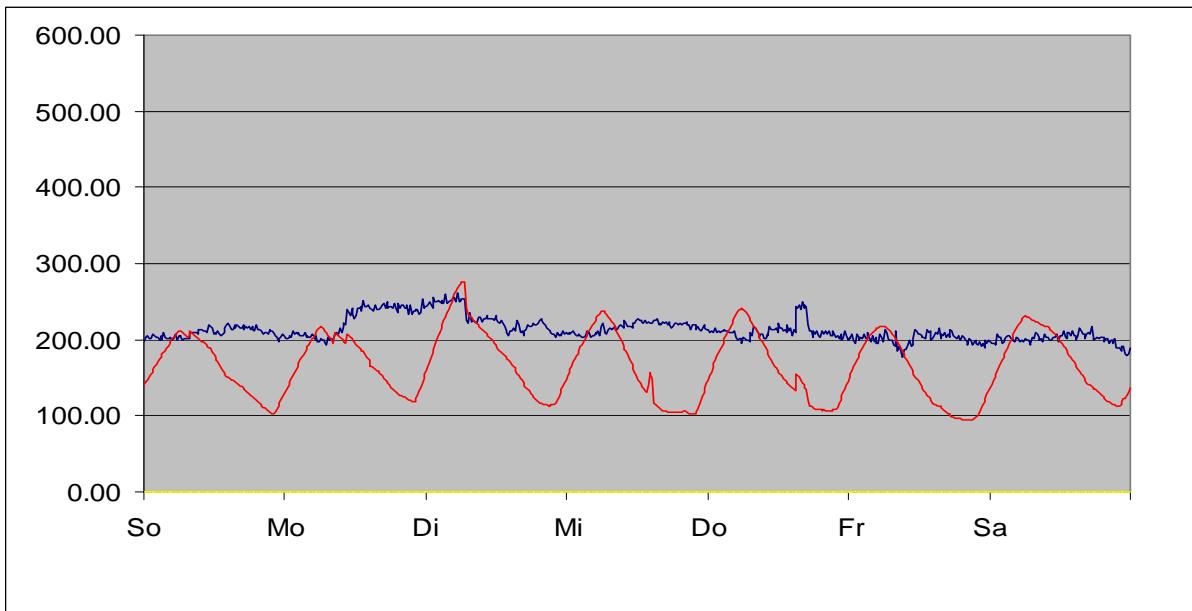


Abb. 16 Gaserzeugung m³/h (blau) und verfügbares Gasvolumen im Gasometer in m³ (rot), ARA Thunersee

Kommentar:

100 stellt den unteren Grenzwert des Gasvorrats von 1600 m³ dar. Er darf wegen der Anlagensicherheit nicht unterschritten werden.

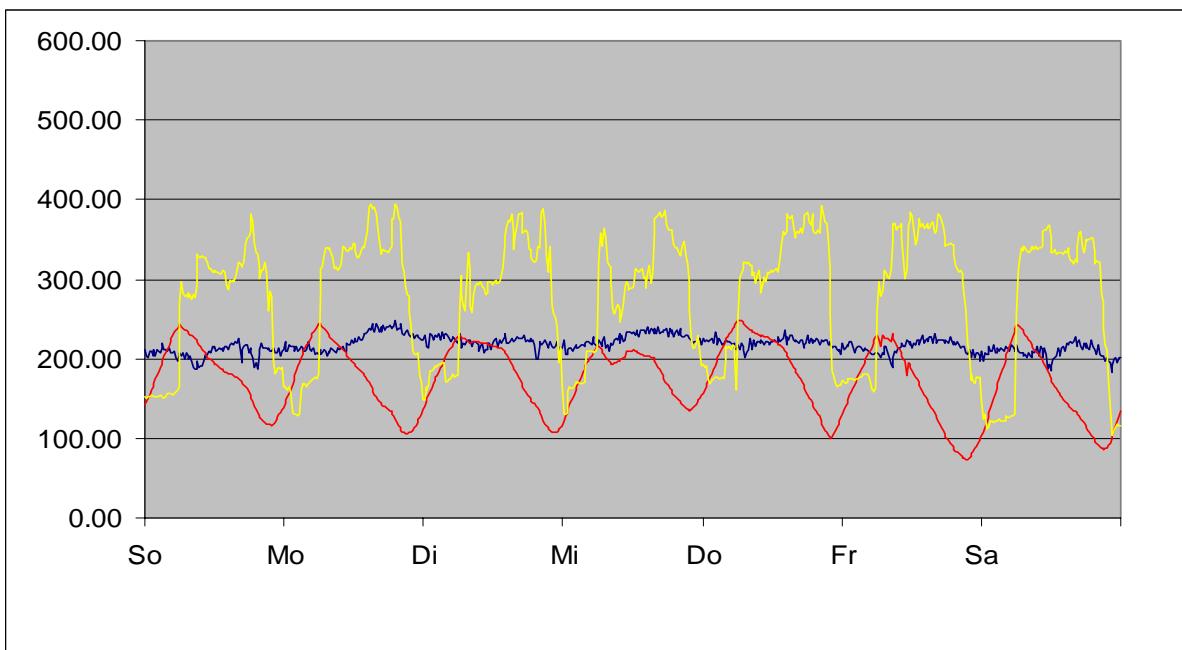


Abb. 17 Elektroenergieabgabe des BHKW nach Eingriffen zur Reduktion des Bezugs zu Hochtarifzeiten gelb (kW), Gasproduktion blau (m³/h) und Füllstand Gasometer (m³), ARA Thunersee

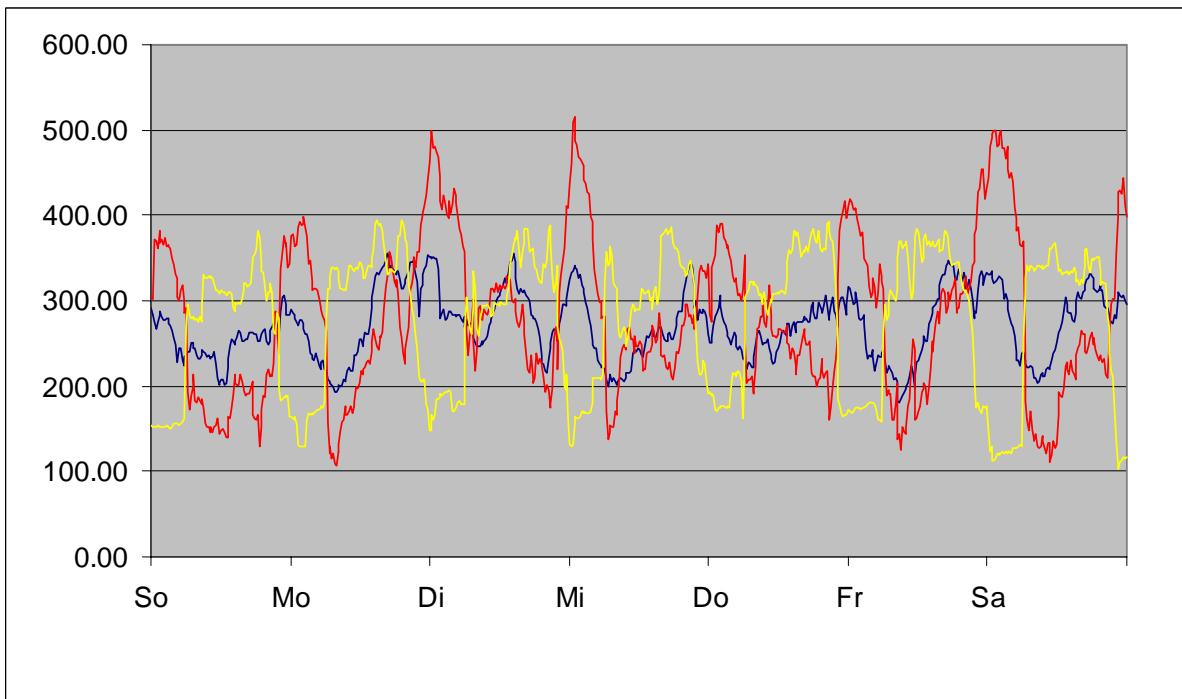


Abb. 18 Bezug EVU rot, Leistung BHKW gelb und Leistungsaufnahme Belüftung blau, (alle in kW), ARA Thunersee

Kommentar nächste Seite:

Alle Werte nach Eingriff zur Reduktion des Bezugs, der Verluste im vorgelagerten Netz und Maximierung der Leistung des BHKW. Die Bezugspitzen treten absichtlich nur nachts auf, damit die BHKW Leistung tagsüber maximiert werden kann.

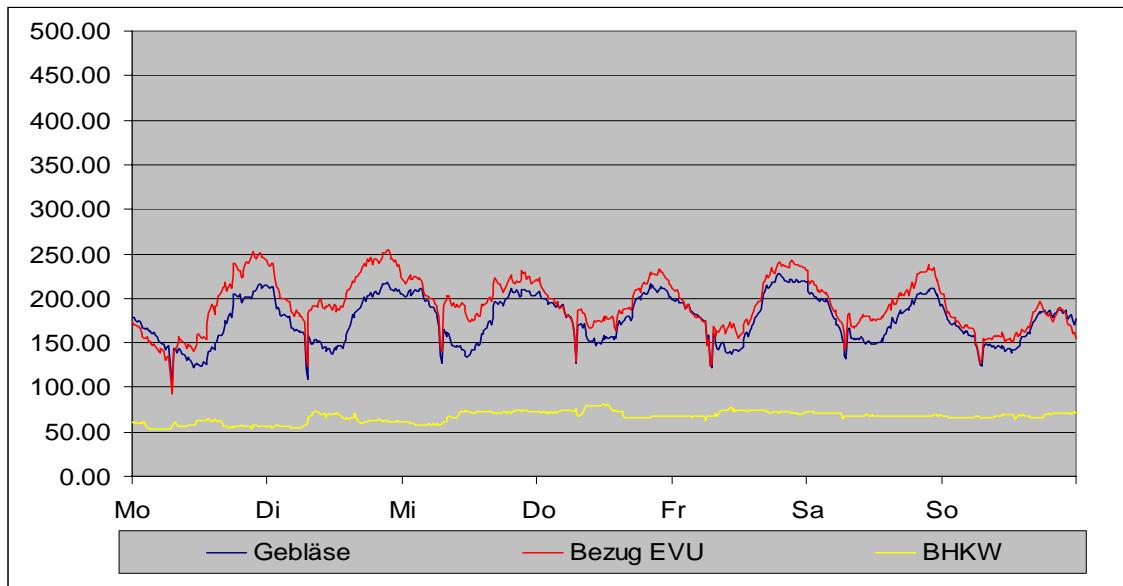


Abb. 19 Bezug EVU, Leistung BHKW und Leistungsaufnahme Belüftung (alle in kW), ARA Isar Loisach

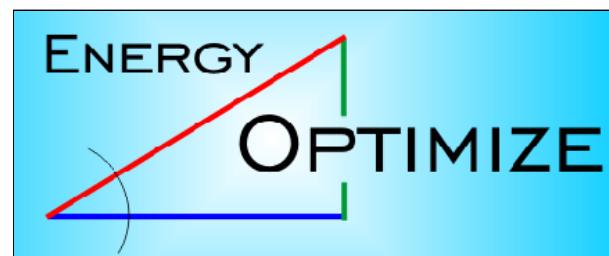
Kommentar:

Die Anlage wird wie bisher ohne Eingriffe zum Energiemanagement betrieben. Das BHKW liefert konstant Energie. Der Energiebezug folgt dem Verbrauch der Belüftung. Eine Analyse bezüglich der Reduktion des Bezugs bzw. eine Verbrauchsoptimierung für die Belüftung steht noch aus. Dennoch ist nach dem Kurvenverlauf zu schliessen, dass ein beträchtliches Energieeinsparpotential vorhanden sein müsste.

Schlusswort

Die Erprobung der Energiemanagement-SW bei den ARA hat sich bewährt. Der Bioprozess sowie die Energiespeichermöglichkeiten für das Faulgas bieten grosse Vorteile für das E-Management. Momentane Flussschwankungen werden im Speicher ausgeglichen und in stetige, kontrollierbare Energie- bzw. Stoffflüsse umgewandelt.

Die charakteristischen Verläufe in verschiedenen Anlagen sind sich sehr ähnlich. Daraus kann geschlossen werden, dass Erkenntnisse in einer Anlage auf andere übertragen werden können.



"Energie-Management-System"

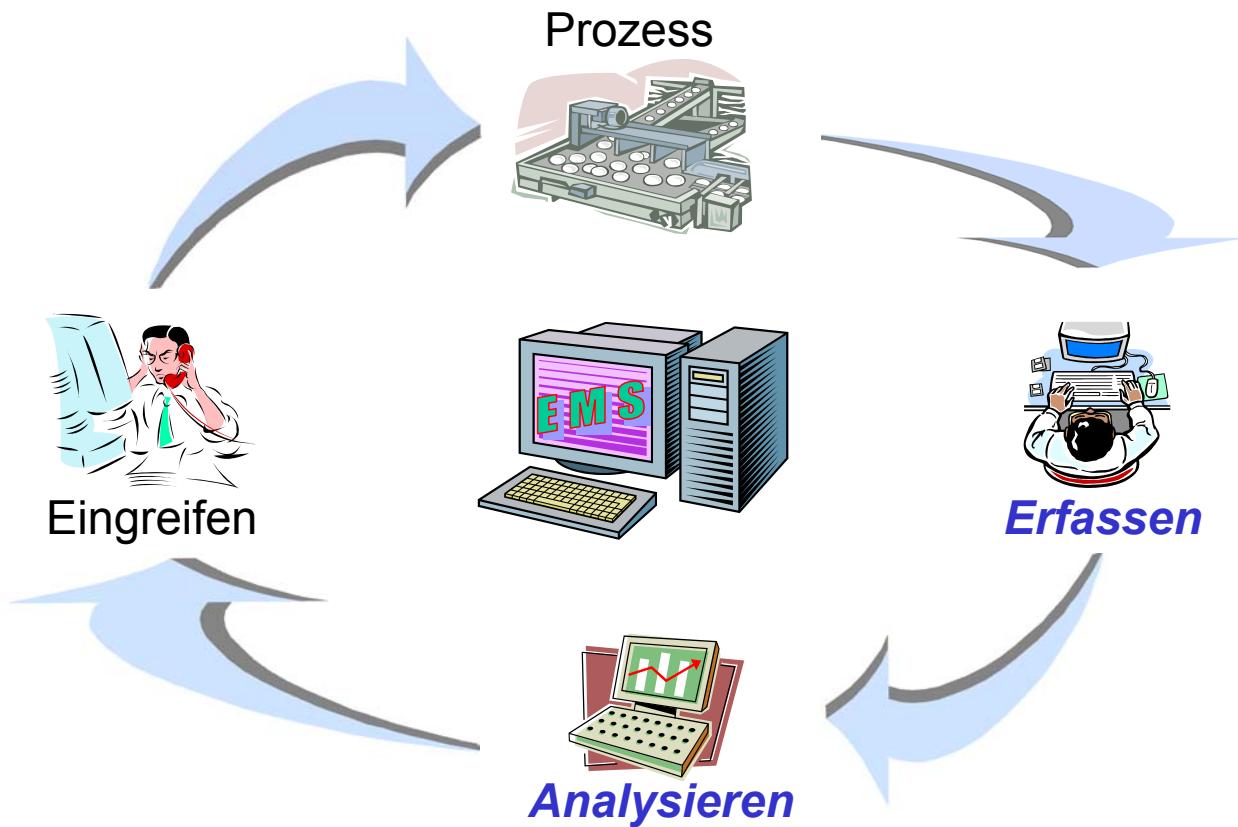


Teil: Leistungserfassung

Inhaltsverzeichnis:	Seite:
1 Einleitung	4
1.1 Erfassen	4
1.2 Analysieren	4
2 Aufbau	5
2.1 Übergabestelle	5
2.2 Einspeisung und Verteilung	5
2.3 Genauigkeit	5
3 Lösung	6
3.1 Lieferumfang	6
3.2 Installation	6
3.3 CD-ROM	6
3.4 Standart-Parametrierung von EMS und Messumformer A210	6
3.5 Start	7
3.6 Bedienungsoberfläche	7
3.6.1 Aktuelle Messwerte	8
3.6.2 15min-Mittelwerte	8
3.6.3 Auswahl	8
3.6.4 Fern-Verbindung	8
4 Auswahl: Netzmonitor	9
4.1 Maske: Netzmonitor	9
5 Auswahl: Ereignisprotokoll	10
5.1 Maske: Ereignisprotokoll	10
6 Auswahl: Zähler und Kosten	11
6.1 Maske: Zähler und Kosten	11
6.1.1 Zählerstand	11
6.1.2 Tarife	11
6.1.3 Tarifzeiten	11
7 Auswahl: Konfiguration (Messumformer A210 Camille Bauer)	12
7.1 Maske: Konfiguration A210	12
7.1.1 Verbindungs-Konfiguration	12
7.1.1.1 Schnittstelle PC	12
7.1.1.2 Schnittstelle Gerät	12
7.1.2 Zählerstand	13
7.1.3 Strom- und Spannungswandler	13
7.1.4 Anschlussart (Stromnetz)	13
7.1.5 Automatischer Protokollausdruck	14
7.1.6 Display-Helligkeit und Synchronimpuls	14
8 ODBC Server	15
8.1 Excel	15
9 Auswahl: Berichte	16
9.1 Maske: Berichte	16
9.1.1 Berichte mit festen Zeitperioden	16
9.1.1.1 Excel: Übersicht	17
9.1.1.2 Excel: Histogramm	17
9.1.1.3 Excel: Tagesbericht	18
9.1.1.4 Excel: Wochenbericht	18
9.1.1.5 Excel: Montasbericht	19
9.1.1.6 Excel: Jahresbericht	19
9.1.2 Option: Tool zur Wochenvergleichsanalyse	20
10 Auswahl: Betriebsstundenerfassung	21

10.1	Maske: Betriebsstundenerfassung	21
11	Auswahl: Trend Auswerte-Programm	22
11.1	Maske: Trend Auswerte-Programm	22
12	Verlassen der Anwendung EMS	23

1 Einleitung



Das Energie-Management-System (EMS) ist als Teilsystem eines offenen Prozessleitsystems zu betrachten, das gezielt für Aufgaben im Bereich der Energie-Erfassung und dessen Optimierung abgestimmt worden ist. Als Basis-Funktionen stehen folgende Eigenschaften zur Verfügung:

- Erfassen
- Analysieren

1.1 Erfassen

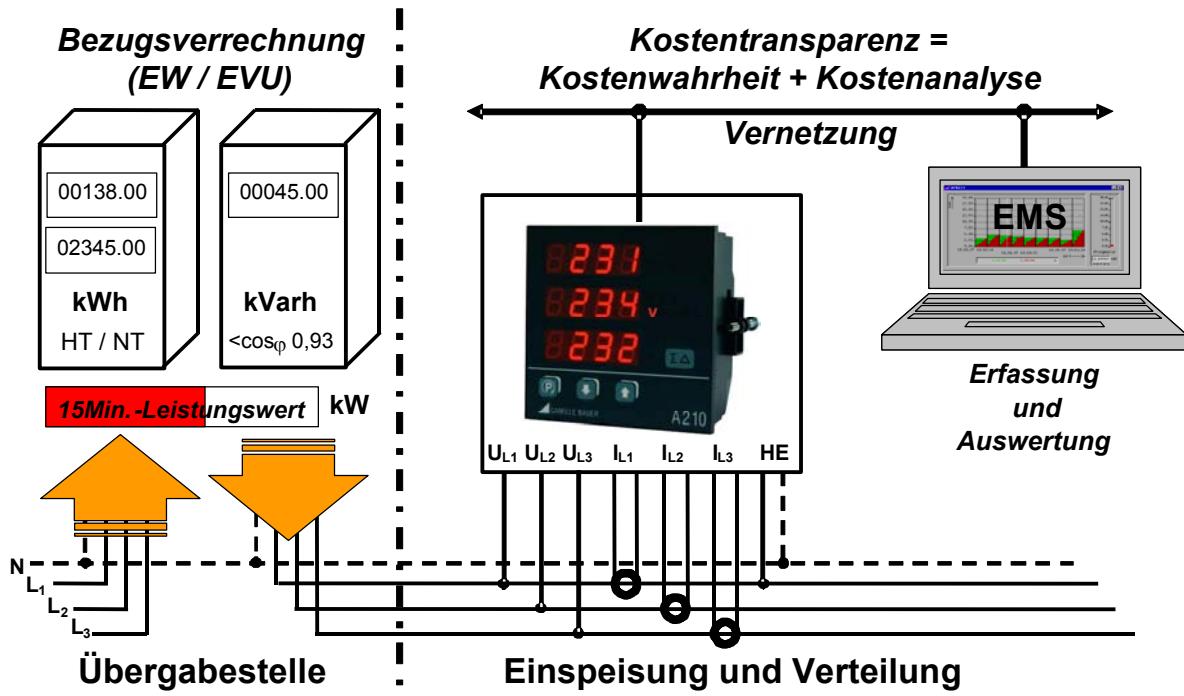
Erfasst werden sämtliche Starkstromgrößen eines Netzes wie Strom, Spannung, Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung, $\cos\phi$, Arbeit (Bezug oder Abgabe) usw. visualisiert. Die Arbeit wird zusätzlich rückwirkungsfrei und periodisch (15') in einer Datenbank gespeichert, die dann für die „Analyse“ zur Verfügung stehen.

1.2 Analysieren

Zur Analyse wird Excel als Basistool verwendet. Über einen frei wählbaren Zeitraum (Tag, Woche, Monat, Jahr oder einen selbst definierbaren Zeitraum), werden diese Daten automatisch übernommen und eine Darstellung erzeugt, die eine detaillierte Analyse zulässt.

„Wir legen Fakten vor und Sie entscheiden über das weitere Vorgehen!“

2 Aufbau



2.1 Übergabestelle

Die Übergabestelle wird als der Punkt definiert, bei dem die elektrische Energie übergeben wird. An diesem Punkt sind auch die Verrechnungs-Zähler des Stromlieferanten eingebaut. An diesem Punkt wird weiter festgelegt, mit welcher Qualität (EN 50160) einerseits die Energie übergeben werden muss, und anderseits in welcher Art und Weise der Strom-Bezüger das Netz belasten darf.

2.2 Einspeisung und Verteilung

Um nun die Kostenwahrheit transparent zu machen, wird ein multifunktionales Leistungsmessgerät direkt nach der Übergabestelle platziert und mit dem Energie-Management-System vernetzt. In dieser Konstellation stehen die identischen elektrischen Starkstromgrößen sowohl dem Energie-Management-System wie auch dem Zählersystem der Bezugsvorrechnung zur Verfügung. Auf diese Weise erhalten wir einen freien Zugriff auf die eigenen Energie-Daten, die als Grundlage für einen kontrollierten Energie-Verbrauch herangezogen wird.

2.3 Genauigkeit

Da sämtliche Energie-Daten vom multifunktionalen Leistungsmessgerät rückwirkungsfrei erfasst werden, wird die Genauigkeit allein durch das eingesetzte Messgerät bestimmt.

3 Lösung

3.1 Lieferumfang

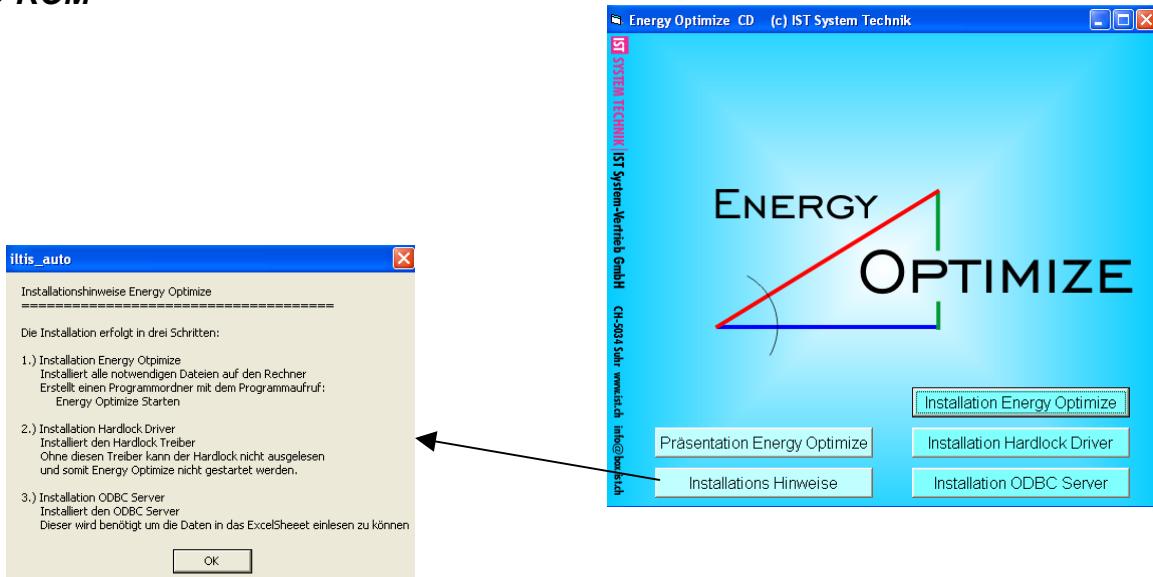
Ausgeliefert wird das Software-Paket zum Energie-Management-System (EMS) wie folgt:

- Kurze Systembeschreibung
- CD-ROM
- Dongel (Key)
- Messumformer A210 (Camille Bauer AG)

3.2 Installation

Die Installation des Systems ist so aufgebaut, dass ein „Plug and Play“ auf Betriebssysteme Windows ≥ 98 erlaubt. Das heisst, dass die Installation von A bis Z durch eine softwaregesteuerte Installationsroutine ausgeführt wird, damit durch den Anwender keine weiteren Einstellungen mehr im Bereich der Betriebssystemumgebung vornehmen muss.

3.3 CD-ROM



3.4 Standart-Parametrierung von EMS und Messumformer A210

Die Anwendung ist wie folgt vorparametriert worden:

- Primärseitig: 100A, 400V
- Sekundärseitig: 1A, 400V
- Netzform: Vierleiter, ungleich belastet
- Schnittstelle: RS232

Wird der Messumformer bei laufender Anwendung angeschlossen, übernimmt dieser die im EMS abgespeicherten Konfigurationsdaten. Stimmen diese nicht, muss die Konfiguration im EMS angepasst werden.

3.5 Start

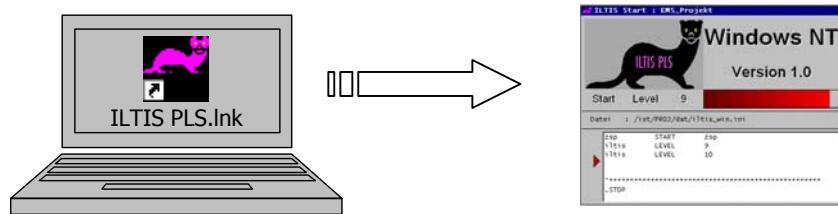
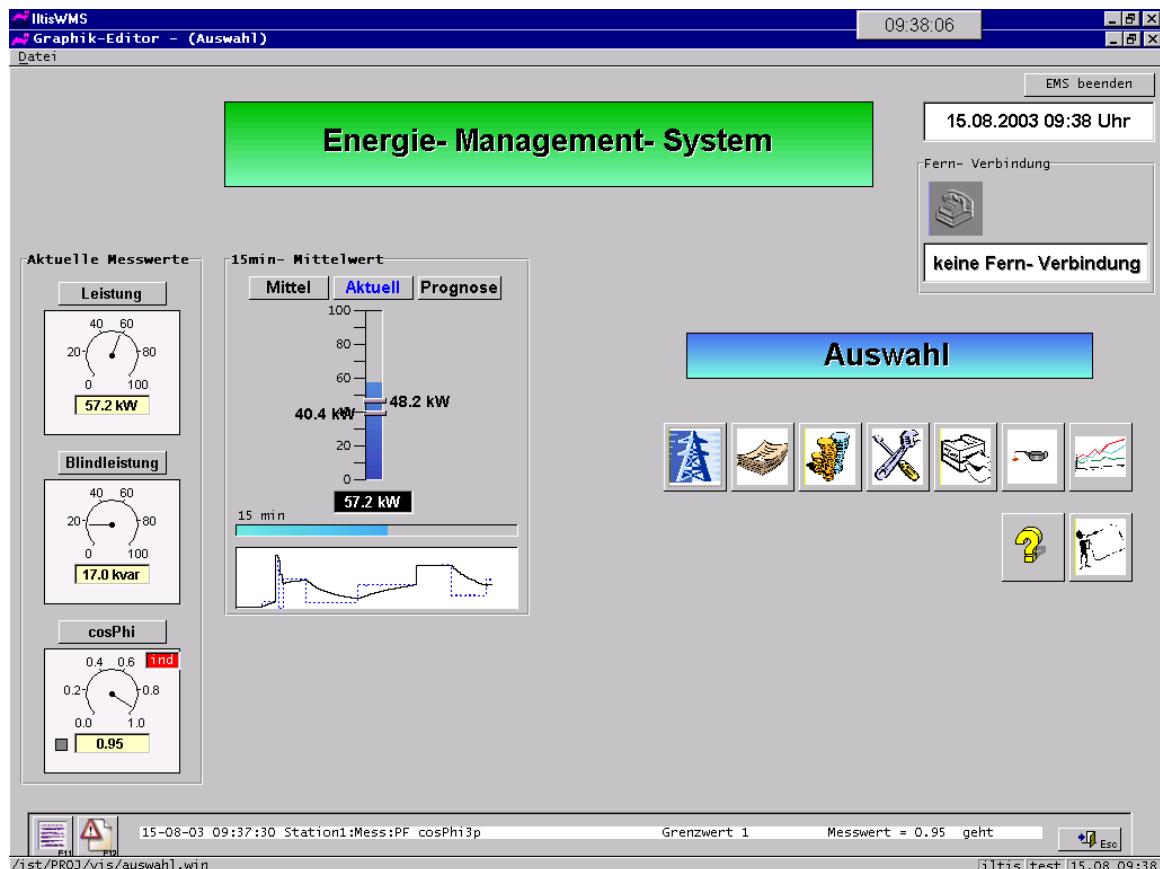


Bild: 1

Um das Energie-Management-System EMS starten zu können, muss der dafür vorgesehene Dongel/Key über die parallele Schnittstelle dem System zur Verfügung stehen.

3.6 Bedienungsoberfläche

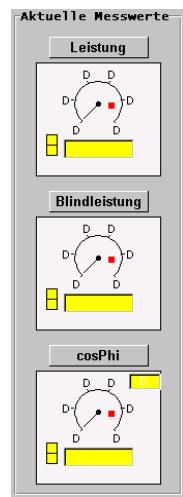


Bereits auf der Bedienungsoberfläche stehen online Daten zur Verfügung, die dem Benutzer eine grobe Übersicht der aktuellsten Messwerte der Anlage liefert. So wird durch die Bildung von Schwerpunkten eine optimale Bedienung sichergestellt:

- **Aktuelle Messwerte:** Wirkleistung P, Blindleistung Q, Leistungsfaktor $\cos\phi$
- **15min-Mittelwerte:** 15Min.-Werte von Mittel, Aktuell und Prognose
- **Auswahl:** erfassen, sichern, visualisieren, protokollieren, auswerten, berichten, verteilen, analysieren
- **Fern-Verbindung:** Remote-Zugriff

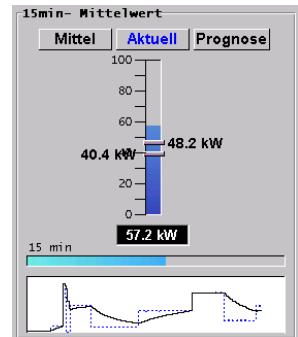
3.6.1 Aktuelle Messwerte

Angezeigt werden die momentan gemessenen Werte wie Wirkleistung P, Blindleistung Q, Leistungsfaktor $\cos\phi$, sowie die Belastungsart des Netzes (induktiv/kapazitiv).



3.6.2 15min-Mittelwerte

Die Lastspitzen einer Anlage beeinflussen die Energiekostenrechnung entscheidend. Durch die Darstellung der aktuellen Werte von Mittel, Aktuell und Prognose können darauf bereits adäquate Entscheidungen getroffen werden.



3.6.3 Auswahl

Zur Verfügung stehen hier direkt die verschiedensten funktionalen Eigenschaften des Energie-Management-Systems EMS. Auf diese Funktionen wird ausführlich im nächsten Kapitel eingegangen.



3.6.4 Fern-Verbindung

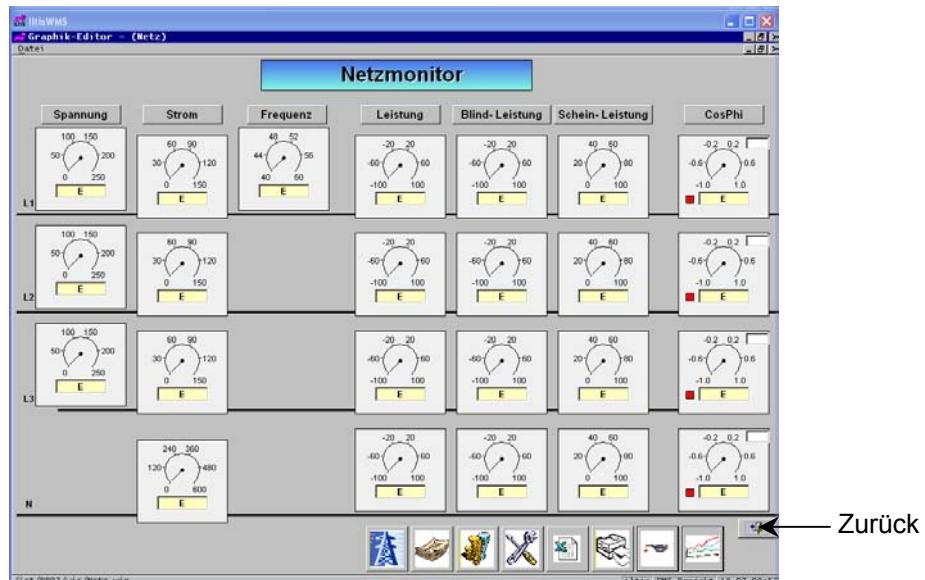
Über eine Fernverbindung (Telefon, Internet, etc.) wird mittels einer Remote-Station auf das Energie-Management-System vor Ort zugegriffen. Dieser Remote-Station stehen die gleichen funktionalen Möglichkeiten zur Verfügung wie derjenigen vor Ort.



4 Auswahl: Netzmonitor



4.1 Maske: Netzmonitor



Die wichtigsten elektrischen Starkstromgrößen auf einen Blick bietet der Netzwerkmonitor. Diese Werte stehen online als Momentanwerte jederzeit zur Verfügung. Folgende Starkstromgrößen werden dargestellt:

- Spannung: L_1 ; L_2 ; L_3
- Strom: I_1 ; I_2 ; I_3
- Frequenz: f_{System}
- Wirkleistung: P_1 , P_2 ; P_3 , P_{System}
- Blind-Leistung: Q_1 ; Q_2 ; Q_3 ; Q_{System}
- Scheinleistung: S_1 ; S_2 ; S_3 ; S_{System}
- CosPhi: $\cos\varphi_1$; $\cos\varphi_2$; $\cos\varphi_3$; $\cos\varphi_{\text{System}}$

Angewendete Norm zur Berechnung elektrischer Starkstromgrößen von digitalen Multi-messumformern ist die DIN 40110.

5 Auswahl: Ereignisprotokoll



5.1 Maske: Ereignisprotokoll

Zeit	Signal	Gränzwert	Mezzwert
17-07-03 10:59:02	Station1MezzPF codPhi1p	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 10:59:02	Station1MezzPF codPhi1p	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 10:59:02	Station1MezzPF1 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 10:59:02	Station1MezzPF2 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 10:59:02	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 10:59:02	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 10:59:02	Station1MezzPF3 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 10:59:02	Station1MezzPF3 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 10:59:02	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 10:59:02	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 09:32:57	Station1MezzPF codPhi1p	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 09:32:57	Station1MezzPF codPhi1p	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 09:32:57	Station1MezzPF1 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 09:32:57	Station1MezzPF1 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 09:32:57	Station1MezzPF2 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 09:32:57	Station1MezzPF2 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 09:32:57	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 09:32:57	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 09:32:57	Station1MezzPF3 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 09:32:57	Station1MezzPF3 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 09:32:57	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 09:32:57	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF codPhi1p	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF codPhi1p	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF1 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF1 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF2 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF2 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF3 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF3 codPhi1	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF1 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF1 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF1 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF1 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:58:29	Station1MezzPF1 codPhi1z	Gränzwert 2	Mezzwert = geht
17-07-03 13:59:18	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,04 geht
17-07-03 13:59:18	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,07 geht
17-07-03 13:59:18	Station1MezzPF1 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,04 geht
17-07-03 13:59:18	Station1MezzPF1 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,07 geht
17-07-03 13:59:18	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,04 geht
17-07-03 13:59:18	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,07 geht
17-07-03 13:59:18	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,04 geht
17-07-03 13:59:18	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,07 geht
17-07-03 13:59:18	Station1MezzPF1 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,04 geht
17-07-03 13:59:18	Station1MezzPF1 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,07 geht
17-07-03 13:59:23	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,03 kommt
17-07-03 13:59:23	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,04 geht
17-07-03 13:59:26	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,04 kommt
17-07-03 13:59:26	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,03 geht
17-07-03 14:04:00	Station1MezzPF1 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,03 kommt
17-07-03 14:04:00	Station1MezzPF1 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,04 geht
17-07-03 14:04:05	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,04 kommt
17-07-03 14:04:05	Station1MezzPF2 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,04 geht
17-07-03 14:04:05	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,04 kommt
17-07-03 14:04:05	Station1MezzPF3 codPhi1z	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,04 geht
17-07-03 14:04:16	Station1MezzPF codPhi1p	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,24 geht
17-07-03 14:04:16	Station1MezzPF codPhi1p	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,75 kommt
17-07-03 14:04:36	Station1MezzPF codPhi1p	Gränzwert 1	Mezzwert = 0,95 geht

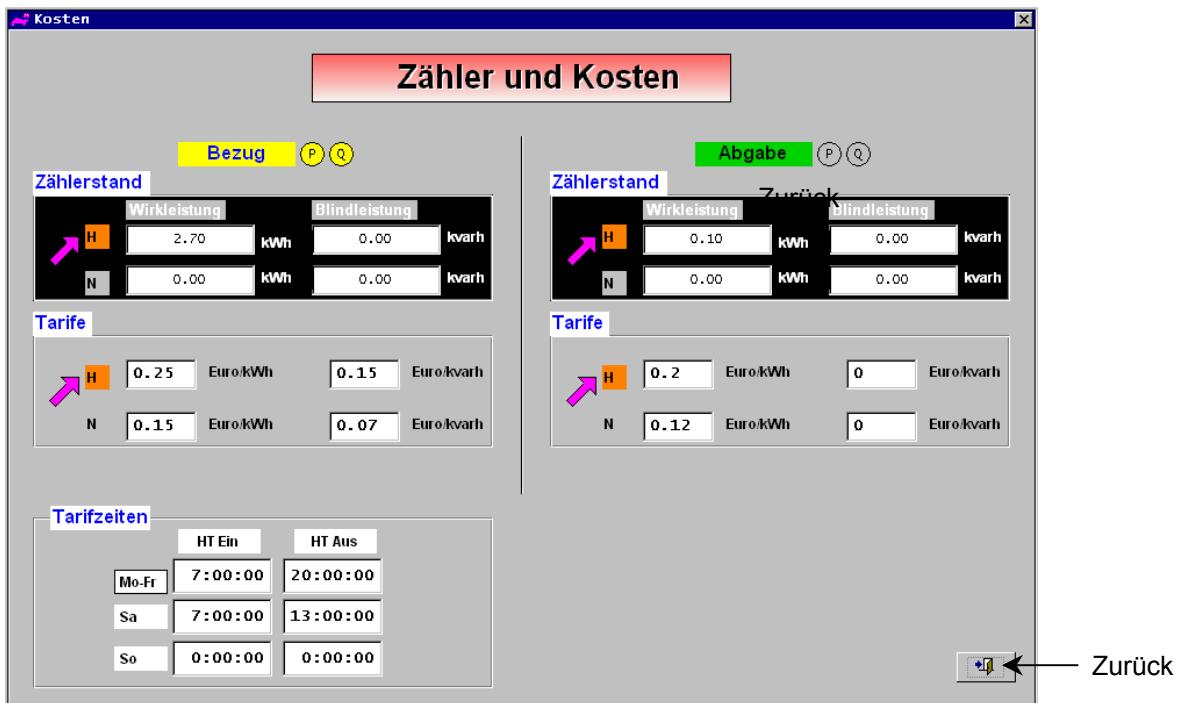
Die Protokollierung gewährleistet eine durchgehende Protokollierung von Ereignissen und Störungen. Mit den implementierten Funktionen wird eine Analyse der geschehenen Vorgänge vereinfacht:

- Sämtliche Signale, wie Ereignisse und Alarme, welche erfasst werden, können protokolliert werden.
- Einem Prozesspunkt können in der Protokollierung eine oder mehrere verschiedene Protokollierungen zugewiesen werden.
- Bei Werthänderungen +, - oder +/- wird eine Protokollzeile generiert und in der Datenbank gespeichert.
- Beim Auftreten von Signal-Wertänderungen wird auf Grund der Formatierung aus den Protokollformaten eine Zeile für die Protokolldatenbank generiert und in diese eingefügt.
- Protokolleinträge können zeilenweise oder Seitenweise ausgedruckt und/oder auf dem Bildschirm dargestellt werden.
- Filterfunktionen ermöglichen eine schnelle und einfache Analyse.
- Die Protokollmeldungen werden in einer Datenbank über eine einstellbare Zeit gespeichert. Datenbankeinträge, welche älter als die eingestellte Zeit sind, werden laufend in der Datenbank gelöscht.
- Über den Protokolladministrator erhält man eine ausführliche Übersicht über alle protokollierten Signale.
- Protokolle können mit der Option Datensicherung archiviert werden.

6 Auswahl: Zähler und Kosten



6.1 Maske: Zähler und Kosten



6.1.1 Zählerstand

Die Zählerstände zeigen die im Gerät gespeicherten Messwerte und sind aufgeteilt in Hoch- und Niedertarif sowie in Wirk- und Blindleistung.

6.1.2 Tarife

Bestimmt werden in diesem Bereich die Tarifstruktur oder die fixierten abgemachten Strompreise des jeweiligen Stromlieferanten. Diese Werte werden vom System jeweils rückwirkungsfrei übernommen.

Angezeigt wird die momentane Tarifart. Diese Information wird vom Messumformer direkt übernommen.

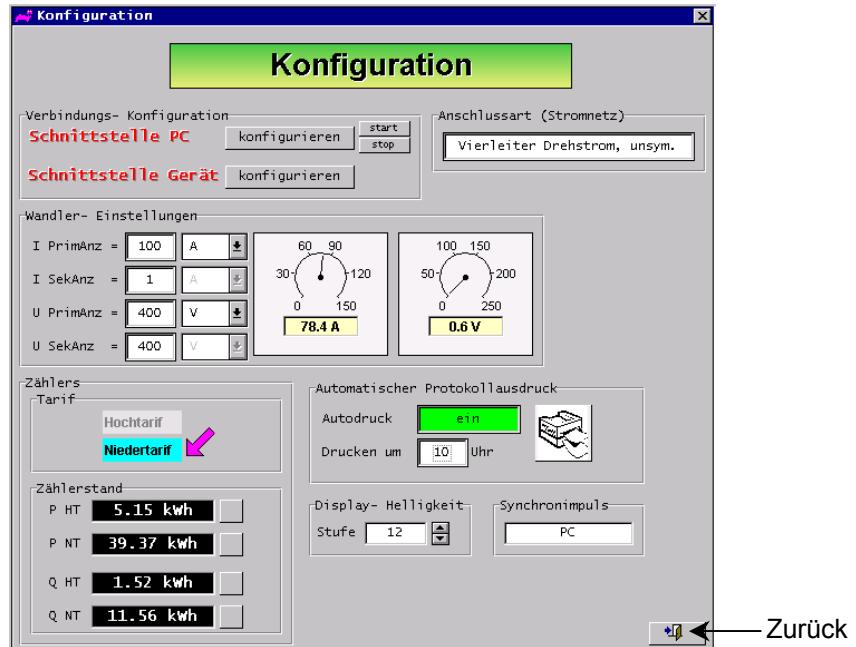
6.1.3 Tarifzeiten

Die Tarifzeiten können jederzeit den örtlichen Gegebenheiten entsprechend angepasst werden.

7 Auswahl: Konfiguration (Messumformer A210 Camille Bauer)



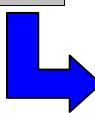
7.1 Maske: Konfiguration A210



7.1.1 Verbindungs-Konfiguration



7.1.1.1 Schnittstelle PC



Einstellung der Kommunikations-Schnittstelle des PC's

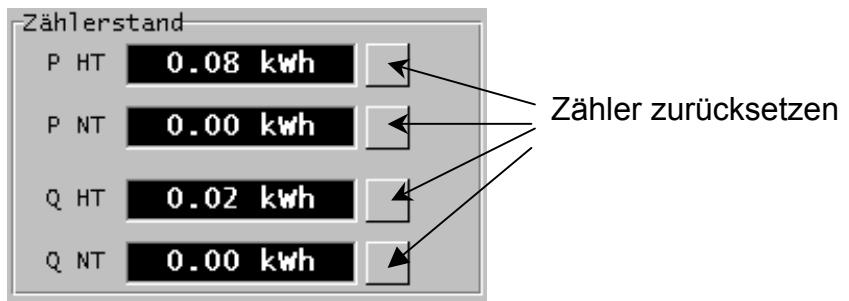
7.1.1.2 Schnittstelle Gerät

Um am Gerät unter der Betriebsart von RS485 (MOD-BUS-RTU) Einstellungen, wie z. B. Geräteadresse oder Baudrate, zu ändern, wir nur mit einer aktiven Verbindung von RS232 zugelassen. Das heisst, dass zuerst die Schnittstelle des PC's und danach das Gerät auf die Schnittstelle RS232 konfiguriert werden muss, bevor diese Einstellungen vornehmen werden kann. Bitte beachten Sie dabei, dass der Treiber bei einer Änderung wieder gestartet werden muss.

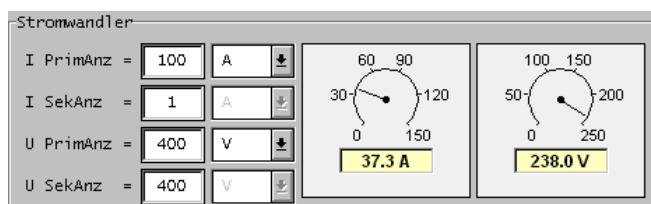


7.1.2 Zählerstand

Die Werte dieser Zählerstände werden direkt vom Gerät übernommen und können dort auch wieder auf Null gesetzt werden.

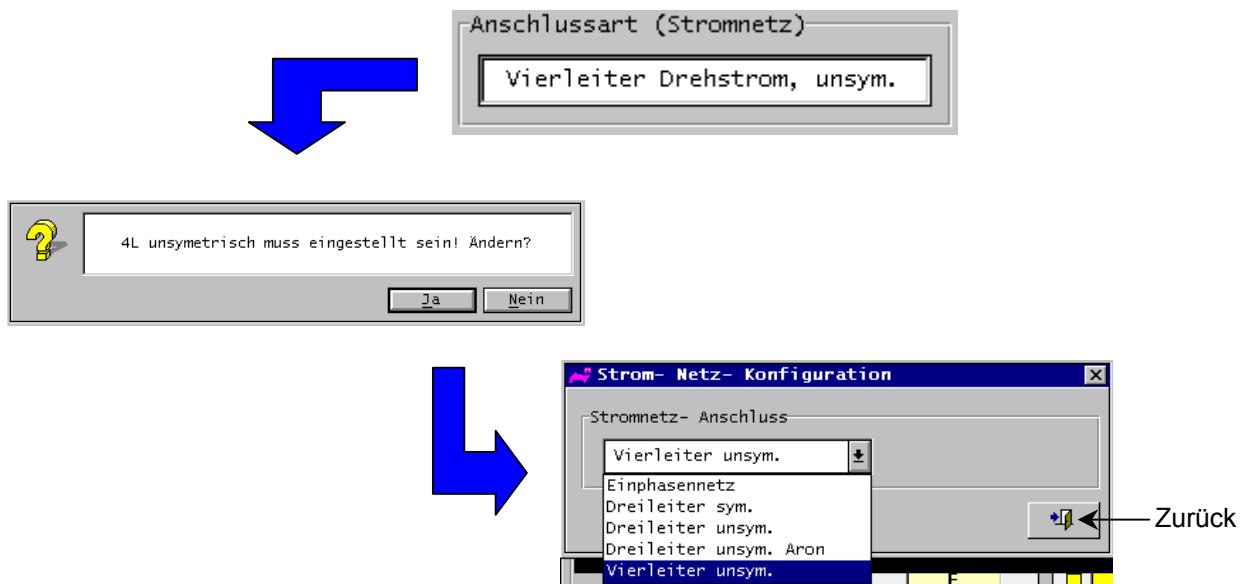


7.1.3 Strom- und Spannungswandler



Die Wandlerdaten können direkt eingetragen. Über die beiden Anzeigen werden die aktuell gemessenen Primärwerte des Messumformers von Strom und Spannung angezeigt. Die angezeigten Messwerte erlauben eine Plausibilitätskontrolle, ob die eingestellten Wandlerverhältnisse wirklich richtig eingestellt worden sind.

7.1.4 Anschlussart (Stromnetz)



Die Anschlussart am Starkstromnetz lässt sich – wie dargestellt – ändern. Die Schnittstellenparameter dagegen können nur bei aktiver RS 232 angepasst werden.

7.1.5 Automatischer Protokolausdruck



Wird ein automatischer Ausdruck des Tagesprotokolls erwünscht, kann der Drucker hier entsprechend konfiguriert werden.

7.1.6 Display-Helligkeit und Synchronimpuls



Die Displayhelligkeit des Messumformers kann Stufenweise zwischen 0 und 12 angepasst werden.

Es wird angezeigt, woher der Synchronimpuls zur Aufbereitung der Viertelstundenleistungswert kommt.

8 ODBC Server

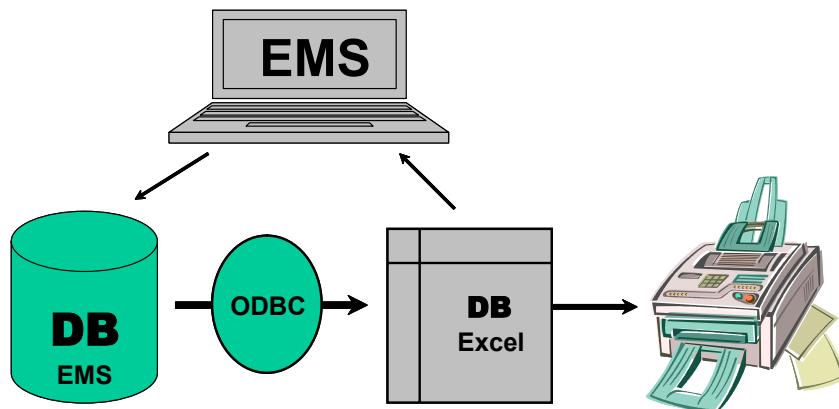
Die ODBC (Open Database Connectivity)-Technologie wurde von Microsoft entwickelt und stellt eine gemeinsame Schnittstelle für den Zugriff auf heterogene SQL-Datenbanken zur Verfügung. Gerade weil Microsoft diese Technologie hervorgerufen hat, sind praktisch alle Microsoft Produkte mit ODBC einsetzbar. Damit ist ein Austausch von Daten zwischen verschiedenen Anwendungen möglich. ODBC basiert auf SQL (Structured Query Language) als einen Standard für den Datenzugriff.

8.1 Excel

Die Daten werden von der EMS-Datenbank durch das ODBC-fähige Programm Excel abgefragt, aufbereitet und grafisch dargestellt. Bereits vorbereitete Vorlagen sorgen weiter für eine anwenderfreundliche Übernahme der Daten zur Darstellung und dem Ausdruck.

Es wird vorausgesetzt, dass die Datenquelle (EMS-Datenbank) und Datenziel (Excel) auf demselben Rechner installiert und angewendet werden.

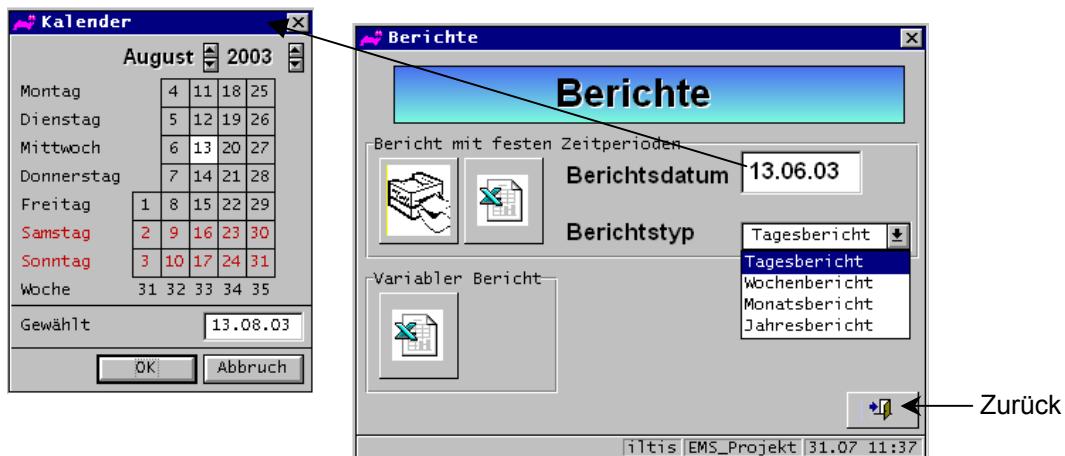
Verlassen wird die Anwendung Excel wie üblich, aber ohne die Datei abzuspeichern. Wird Excel aber trotzdem abgespeichert, werden vorgenommene Änderungen mitabgespeichert und entsprechen nicht mehr dem Originalzustand.



9 Auswahl: Berichte



9.1 Maske: Berichte

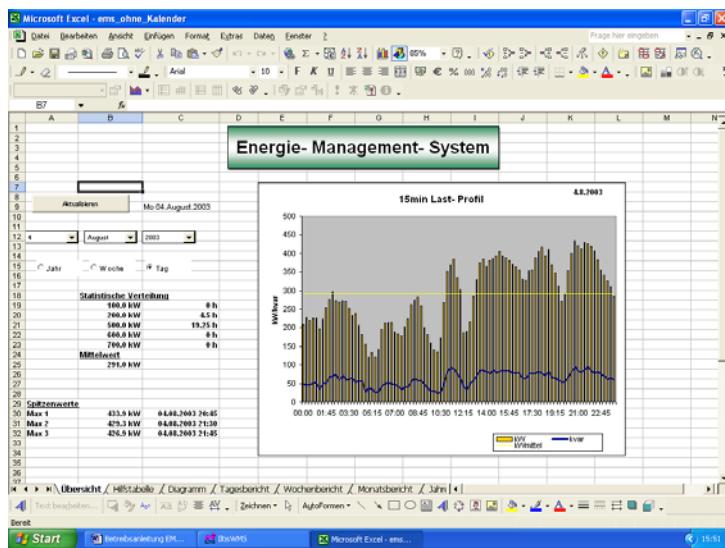


9.1.1 Berichte mit festen Zeitperioden



Ab Berichtsdatum lässt sich ein Tages-, Wochen-, Monats- oder Jahresbericht generieren und über das Drucker-Icon direkt ausdrucken. Diese Funktionen stehen aber auch in einer dafür vorbereitet Excel-Datei zur Verfügung, die sich über das Excel-Icon automatisch aufrufen lässt. Die Kalenderfunktion wird mit zwei Klicks auf das Datumsfeld aufgerufen.

9.1.1.1 Excel: Übersicht



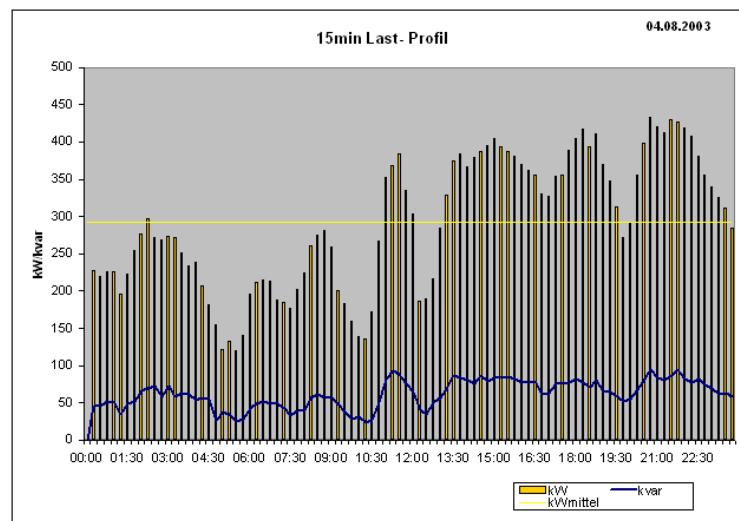
Auf dieser Seite kann entweder ein

- Tages-Bericht,
- Wochen-Bericht,
- Jahres-Bericht

generiert werden.

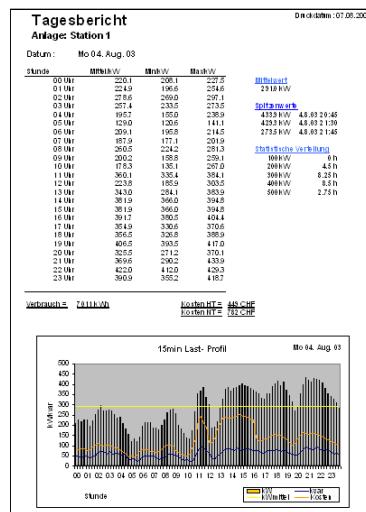
Ausgangslage für diese Berichte ist immer das Datum, das über die Felder oben links eingegeben wird. Klickt man nun auf „Aktualisieren“, werden die Messdaten aktualisiert und für den gewünschten Bericht aufbereitet.

9.1.1.2 Excel: Histogramm



Entsprechend dem Berichtstyp wird das Diagramm generiert, das zu Analysezwecke in einem grösseren Massstab am Bildschirm oder dann als Ausdruck zur Verfügung steht.

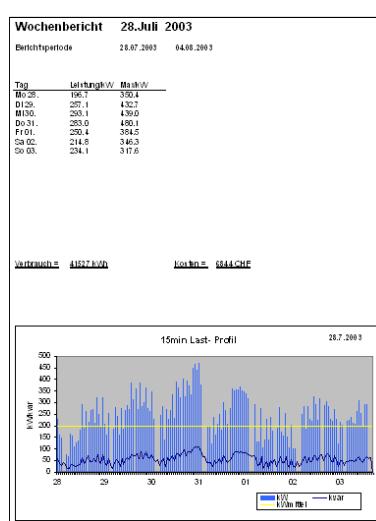
9.1.1.3 Excel: Tagesbericht



Der Tagesbericht dokumentiert die Viertelstundenleistungswerte eines Arbeitstages als Tabelle und in graphischer Form. Diesem Bericht können zusätzlich Informationen wie

- den gesamten Tages-Energie-Verbrauch und die in diesem Zusammenhang entstandenen Energiekosten (Spitzenwerte nicht mitberücksichtigt)
- den Tages-Mittelwert,
- die drei höchsten Spitzenwerte mit Zeit- und Datumsangabe,
- die statistische Verteilung der Leistungswerte in Relation zur Bezugsdauer entnommen werden.

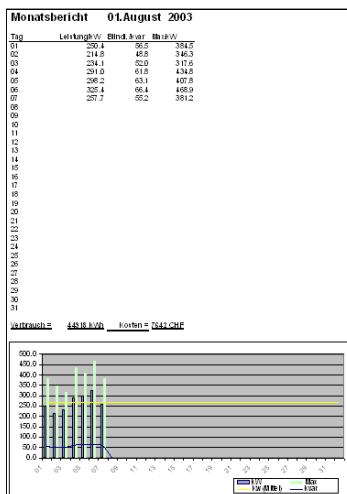
9.1.1.4 Excel: Wochenbericht



Der Wochenbericht dokumentiert die Leistungswerte einer Woche als Tabelle und in graphischer Form. Diesem Bericht können zusätzlich Informationen wie

- den gesamten Energie-Verbrauch pro Tag und Woche und die in diesem Zusammenhang entstandenen Energiekosten (Spitzenwerte nicht mitberücksichtigt)
- den Mittelwert im Zeitraum einer Woche,
- entnommen werden.

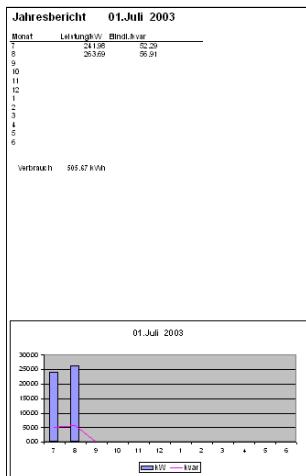
9.1.1.5 Excel: Montasbericht



Der Monatsbericht dokumentiert die Leistungswerte eines Monats als Tabelle und in graphischer Form. Diesem Bericht können zusätzlich Informationen wie

- den gesamten Energie-Verbrauch pro Woche und Jahr und die in diesem Zusammenhang entstandenen Energiekosten (Spitzenwerte nicht mitberücksichtigt)
- den Mittelwert im Zeitraum eines Jahres, entnommen werden.

9.1.1.6 Excel: Jahresbericht



Der Jahrsbericht dokumentiert die Leistungswerte eines Jahres als Tabelle und in graphischer Form. Diesem Bericht können zusätzlich Informationen wie

- den gesamten Energie-Verbrauch pro Monat und Jahr und die in diesem Zusammenhang entstandenen Energiekosten (Spitzenwerte nicht mitberücksichtigt) entnommen werden.

9.1.2 Option: Tool zur Wochenvergleichsanalyse

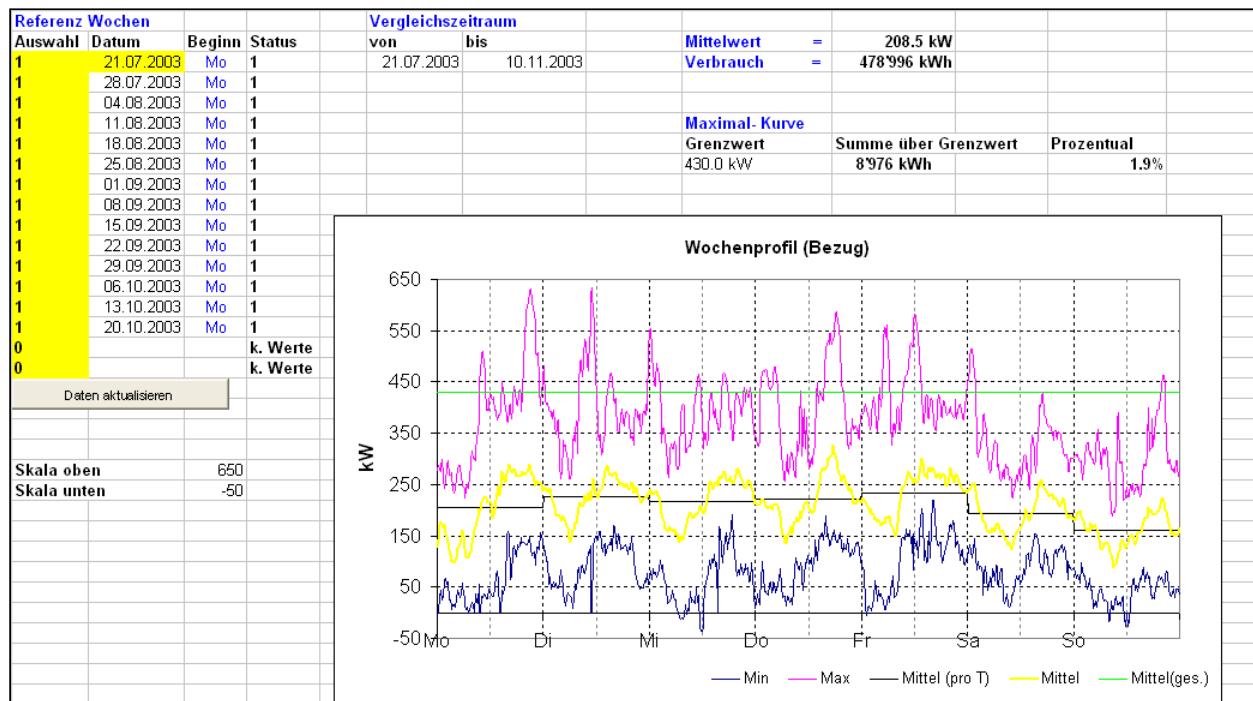
Optional steht ein Tool zur Analyse des Verbrauchsbezugs zur Verfügung. Bis zu 16 Wochenprofile können dabei übereinander gelegt und verglichen werden. Ein wichtiges Werkzeug für:

- ⇒ Statistik
 - ⇒ Prognose
 - ⇒ Diagnose
 - ⇒ Strategien
 - ⇒ ***und das Optimieren***

Folgende interessante Auswertungen stehen nun zur Verfügung:

1. Der max. Wert (**violett**)
 2. Frei wählbarer Grenzwert (**grün**)
 3. Der arithmetische Mittelwert (**gelb**) Referenz-Lastprofil
 4. Der Tagesmittelwert (**schwarz**)
 5. Der min. Wert (**blau**)

Die Skala oben, wie auch die Skala unten, kann durch Handeingabe angepasst werden.



In dieser Übersicht sind weitere Eckwerte erkennbar:

- ⇒ Vergleichszeitraum, z.B.: 21.07.2003 – 10.11.2003
 - ⇒ Mittelwert: 200.5kW
 - ⇒ Verbrauch Bezug: 478'996kWh

Informationen zum Grenzwert (grün)

(Werte aus obigem Beispiels aus dem Diagramm)

- ⇒ Grenzwert: 430kW
 - ⇒ Summe über Grenzwert: 8'976kWh
 - ⇒ Prozentual: 1,9% (Anteil am Verbrauch Bezug von 478'996kWh)

10 Auswahl: Betriebsstundenerfassung



10.1 Maske: Betriebsstundenerfassung

DMS-Name	Bezeichnung	Start	Monat	Ist	Voral	Hptal	Wart-Int	Voralarm	Hauptalarm	Ist	Wartung
SPS1:BIO Motor 10		19.06	0	0	500	550	365d	500	550	0	
SPS1:BIO Motor 1		19.06	0	0	500	550	365d	500	550	0	
SPS1:BIO Motor 2		19.06	0	0	500	550	365d	500	550	0	
SPS1:BIO Motor 3		19.06	0	0	500	550	365d	500	550	0	
SPS1:BIO Motor 4		19.06	0	0	500	550	365d	500	550	0	
SPS1:BIO Motor 5		19.06	0	0	500	550	365d	500	550	0	
SPS1:BIO Motor 6		19.06	0	0	500	550	365d	500	550	0	
SPS1:BIO Motor 7		19.06	0	0	500	550	365d	500	550	0	
SPS1:BIO Motor 8		19.06	0	0	500	550	365d	500	550	0	
SPS1:BIO Motor 9		19.06	0	0	500	550	365d	500	550	0	

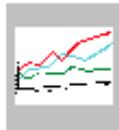
Bestimmte Anlagenteile, insbesondere Motoren, Pumpen, Schieber, usw., sind regelmäßig zu warten. Dies ist jedoch nur möglich, wenn deren Betriebsstunden oder Schaltzyklen automatisch erfasst werden.

Das Programm Betriebsstundenerfassung erfüllt diese Anforderungen. Das Programm besteht aus den Teilen Erfassung und Überwachung, bzw. Anzeige, Bedienung und Protokollierung.

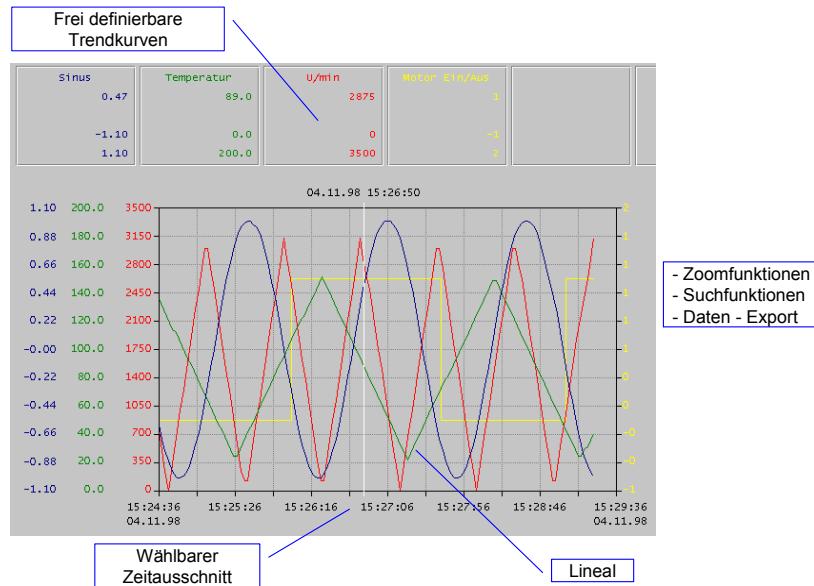
Geräte, die zu warten sind, werden in der Parametrierung mit dem Erfassungsmodul gelinkt. Der Online-Task erhält alle notwendigen Daten - Betriebstunden oder Schaltzyklen - in der Datenbank bse.dbs fest.

In der Wartungsübersicht kann der Bediener die zu überwachenden Betriebsmittel konfigurieren und sich über deren Wartungsstatus informieren.

11 Auswahl: Trend Auswerte-Programm

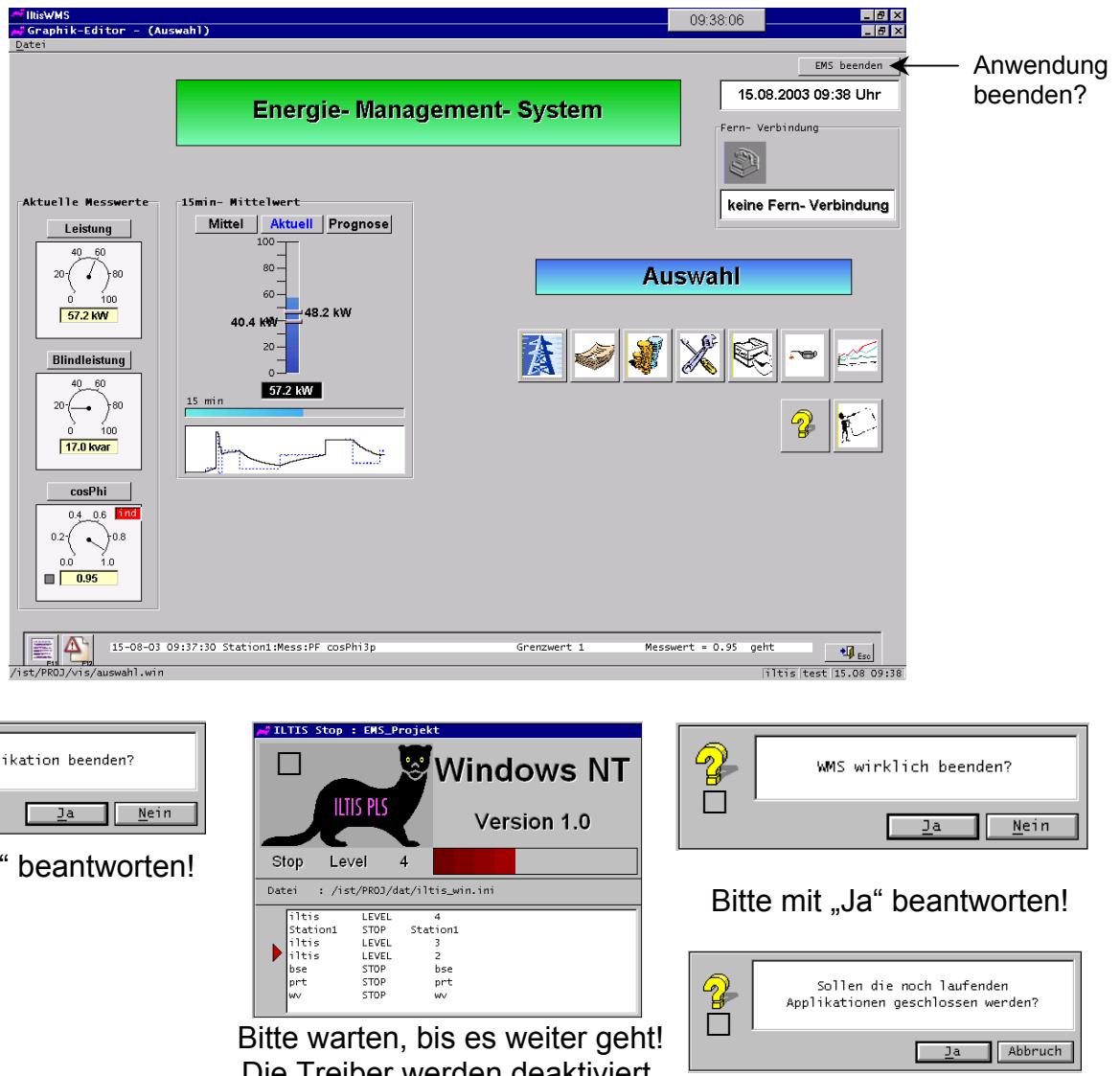


11.1 Maske: Trend Auswerte-Programm



Das Programm ermöglicht es, den zeitlichen Verlauf von Prozessdaten und Variablen auf die Festplatte zu speichern. Die aufgezeichneten Prozessverläufe können in Prozessbildern dargestellt werden.

12 Verlassen der Anwendung EMS



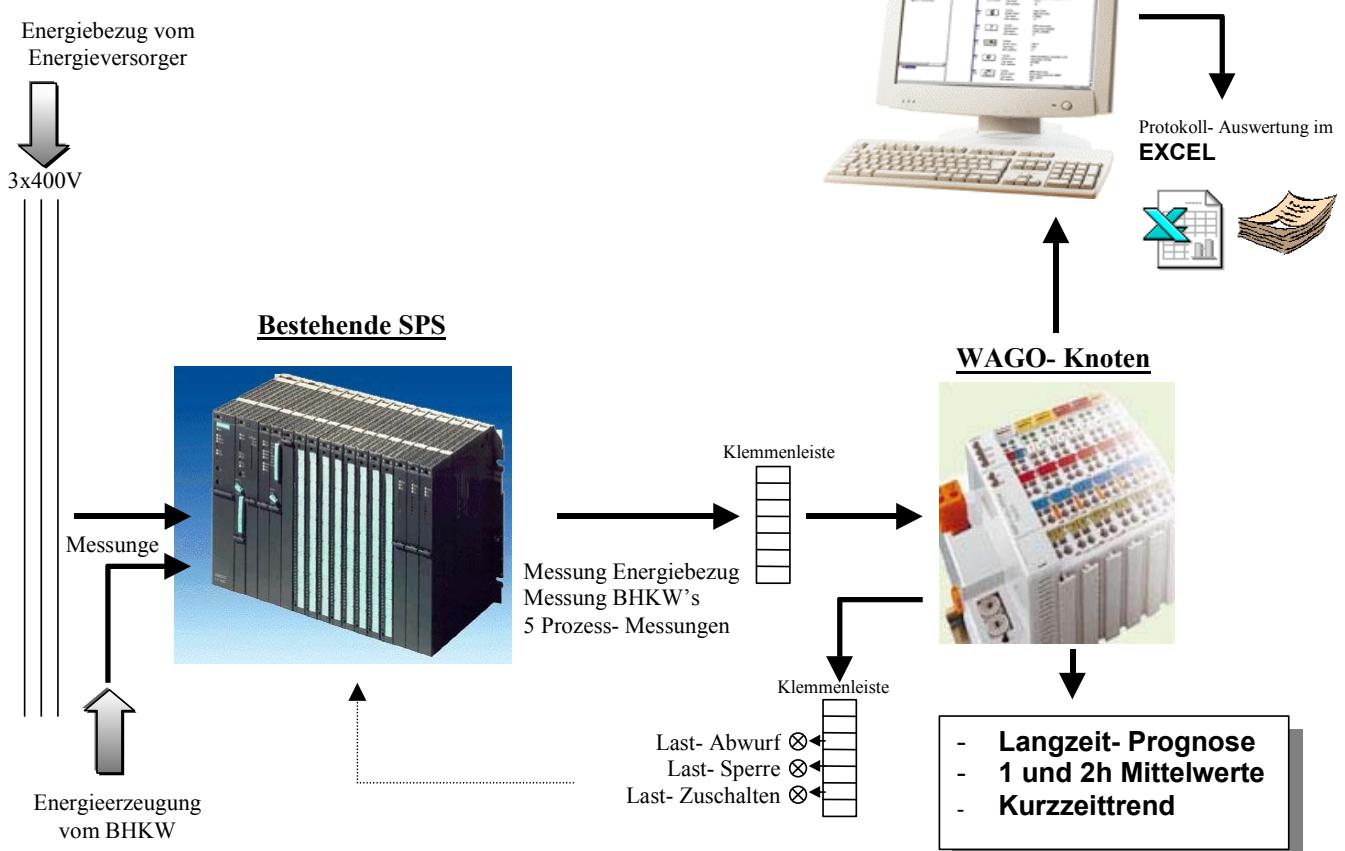
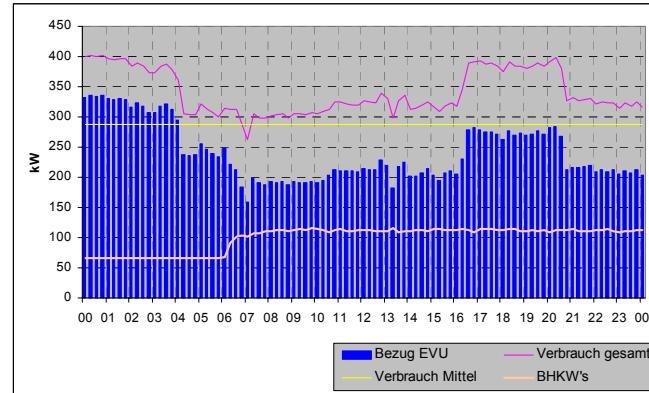
Bitte mit „Ja“ beantworten!

Bitte mit „Ja“ beantworten!

Um die Anwendung zu verlassen, klicken Sie bitte auf „EMS verlassen“ und beantworten die nun erscheinenden Fragen mit „Ja“, damit die Anwendung ordnungsgemäss herunter gefahren werden kann. Wird die Anwendung einfach durch Ausschalten des PC's gemacht, können irreparable Schäden an der Datenbank nicht ausgeschlossen werden. Für solche Schäden haftet ausschliesslich der Benutzer und nicht der Hersteller.

Energiemanagement mit WAGO- Knoten

Kosten sparen durch Energieoptimierung



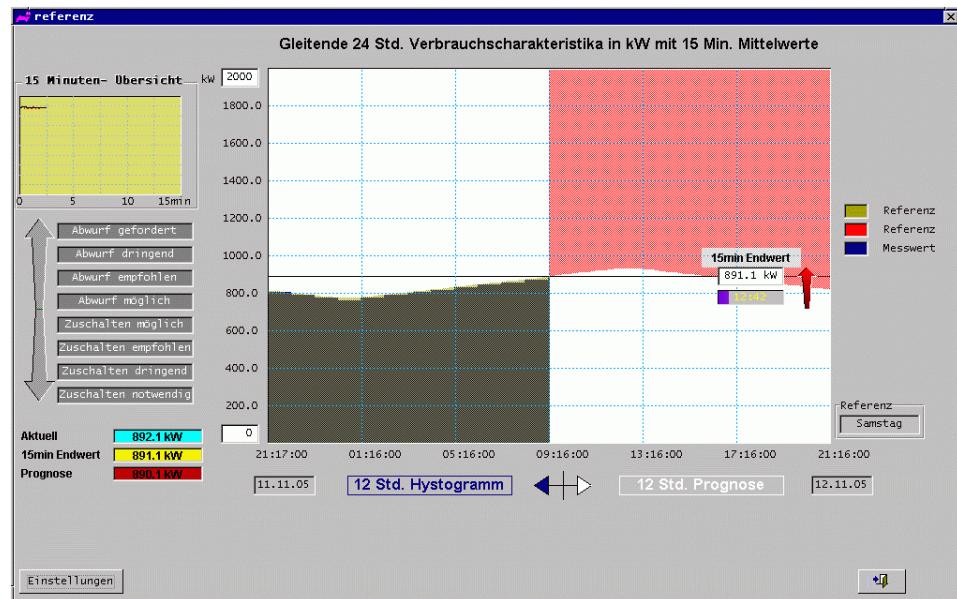


Funktionalität im WAGO- Knoten

Die Steuerung im WAGO- Knoten umfasst folgende Funktionalitäten.

- **15- Minuten- Mittelwertbildung vom Gesamt- Verbrauch**
- **Ein- und Zwei- Stunden Mittelwertbildung**
- **Ermittlung vom Energieverbrauch als Wochenprofil**
- **Schaltausgänge für**
 - Lastabwurf
 - Lastsperre
 - Lastzuschalten

ILTIS- EMS- Software



Im ILTIS sind umfangreiche Analyse- und Auswertungs- Werkzeuge verfügbar.

- **Tages- und Wochen- Prognose**
Die Prognose basiert auf den durchschnittlichen gesammelten Daten. Es wird der zu erwartende Verbrauchsverlauf dargestellt und mit dem momentanen Lastverlauf verglichen.
- **15 Minuten- Datenerfassung von**
 - Bezug EVU
 - BHKW1-3
 - 3 allgemeine Prozesswerte (z.B. Zulauf d. Kläranlage)
- **Darstellung vom Langzeittrend**
Alle erfassten Messwerte sind in Form von Langzeit- Trend- Kurven verfügbar.
- **Protokollierung der Laststeuerung**
- **Darstellung der Gesamt- Verbrauchs- Tagesprognose auf Basis der 2- Stunden- Mittelwerte**

Protokolle in Microsoft Excel

Die gesamte Datenauswertung stützt sich auf Microsoft Excel. Der Last- Profil- Verlauf wird in verschiedenen Berichten dargestellt.

- Monatsbericht vom Lastprofil
- Wochenbericht vom Lastprofil
- Tagesbericht vom Lastprofil
- Spitzen- Wert- Anzeige für alle Berichte

