



## Bundesamt für Energie

3003 Bern

### JAHRESBERICHT 2001

**Über die Arbeiten gemäss Auftrag:**

Vertrags-Nr: 82'647

Projekt-Nr: 29'083

**Titel des Projekts:** DEMONBAT

#### **Zusammenfassung:**

Der NEUROBAT Prototyp soll während der Heizsaison 2001-2002 auf dem mehrstöckigen CSEM Hauptgebäude JD1 getestet werden. Im Rahmen eines Demonstrations- und Pilotprojektes soll der NEUROBAT Prototyp auf der Heizzone Nord-Ost des CSEM Hauptgebäude JD1 installiert und dessen Betriebseffizienz evaluiert werden. Ein vom NEUROBAT Heizungsregler unabhängiges Ueberwachungs- und Datenaquisitionssystem dient der Analyse der Betriebsdaten des NEUROBAT Heizungsreglers. Die Betriebseffizienz des NEUROBAT Heizungsreglers soll mit den Betriebsdaten des installierten L&G-Gebäudeleitsystem verglichen werden. Dabei wird eine vergleichbare Heizzone (Nord-West) des CSEM Hauptgebäudes JD1 mit zusätzlichen Sensoren ausgerüstet und zur Analyse auf das unabhängige-Datenerfassungs-System aufgeschaltet. Die Evaluation und Analyse der Betriebsdaten sollen die Tests des NEUROBAT Projektes komplettieren.

**Dauer des Projekts:** 01.09.2001 – 01.09.2002

**Beitragsempfänger:** CSEM S.A.

**Berichterstatter:** Jens Krauss (CSEM S.A.)

**Adresse:** CSEM - Advanced System Engineering  
Jaquet-Droz 1  
2000 Neuchâtel / NE

**Telefon:** 032 / 720 55 46

**Email:** jens.krauss@csem.ch

# 1. Einleitung

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie entwickelte das CSEM in Zusammenarbeit mit dem Projektkonsortium ESTIA GmbH, SAUTER AG und LESO-PB/EPFL den neuronalen Heizungsregler NEUROBAT. Während einer ersten Phase des NEUROBAT Projektes (NEUROBAT, Phase I: Projekt No 51'565) wurde das neuronale Reglerkonzept entwickelt und experimentell mittels eines PC-Prototypen getestet. Die Testdaten wurden dabei mit den Betriebsdaten eines modernen und kommerziellen Heizungsreglers (SAUTER Equitherm QRK 151) verglichen. Die Simulations- und Testresultate bestätigten die Vorteile der Anwendung von neuronalen Methoden im Bereich der Klimatechnik, wobei der Energieverbrauch und der Inbetriebnahmeaufwand von HLK-Regelsystemen markant reduziert werden konnte (siehe Referenz [1]). In einer zweiten Phase des Projektes (NEUROBAT, Phase II: Projekt No.29'083) wurde im Hinblick auf eine zukünftigen Produkteentwicklung die industrielle Machbarkeit des NEUROBAT Regelkonzeptes unter Beweis gestellt. Der hierzu entwickelte industrielle NEUROBAT Prototyp wurde während einer Heizsaison auf einem Zweifamilien-Wohngebäude in Basel getestet und mit den Betriebsdaten des kommerziellen SAUTER Equitherm QRK 151 verglichen. Die resultierende Betriebseffizienz des NEUROBAT Heizungsreglers zeichnete sich dabei insbesondere durch das "Plug-and-Play"-Inbetriebnahmekonzept aus (siehe Referenz [2]).

Im Rahmen des Umweltmanagementprogrammes ISO 14001 hat sich die Direktion des CSEM entschieden, eine Installation des vom Projektkonsortiums CSEM-SAUTER-ESTIA-LESO/EPFL entwickelten NEUROBAT Heizungsreglers auf dem CSEM-Hauptgebäude JD1 zu evaluieren. Diese Test-Installation soll genutzt werden, die Betriebseffizienz des industriellen NEUROBAT-Prototypen während einer kompletten Heizsaison 2001-2002 zu analysieren. Diese Analyse bedingt die Installation eines Datenerfassungs-System. Hierbei sollen Fühler installiert werden, die unabhängig zur Regelung ebenfalls auf das Datenerfassungs-System aufgeschaltet werden. Die Fühler des Datenerfassungs-Systems umfassen Aussen-, Raum-, Vorlauf- und Rücklauftemperaturfühler, sowie Wärmezähler und Sonnenfühler. Referenzmessungen einer vergleichbaren Heizzone (Nord-West) des kommerziellen Gebäudeleitsystem L&G sollen ebenfalls auf das Datenerfassungs-System aufgeschaltet werden. Die Daten der Referenzheizzone (Aussen-, Raum-, Vorlauf- und Rücklauftemperaturfühler) bilden die Basis der Evaluation und Analyse der Funktionalität des NEUROBAT-Prototypen. Die Datenevaluation soll einerseits die Einfachheit der Inbetriebnahme und des Unterhalts des NEUROBAT-Heizungsreglers zeigen, andererseits die während der Phase I des NEUROBAT-Projektes ausgewiesene 10%-ige Energieeinsparung demonstrieren (indikativ im Vergleich zu den Messungen der Referenzheizzone).

## 2. Projektziele 2001

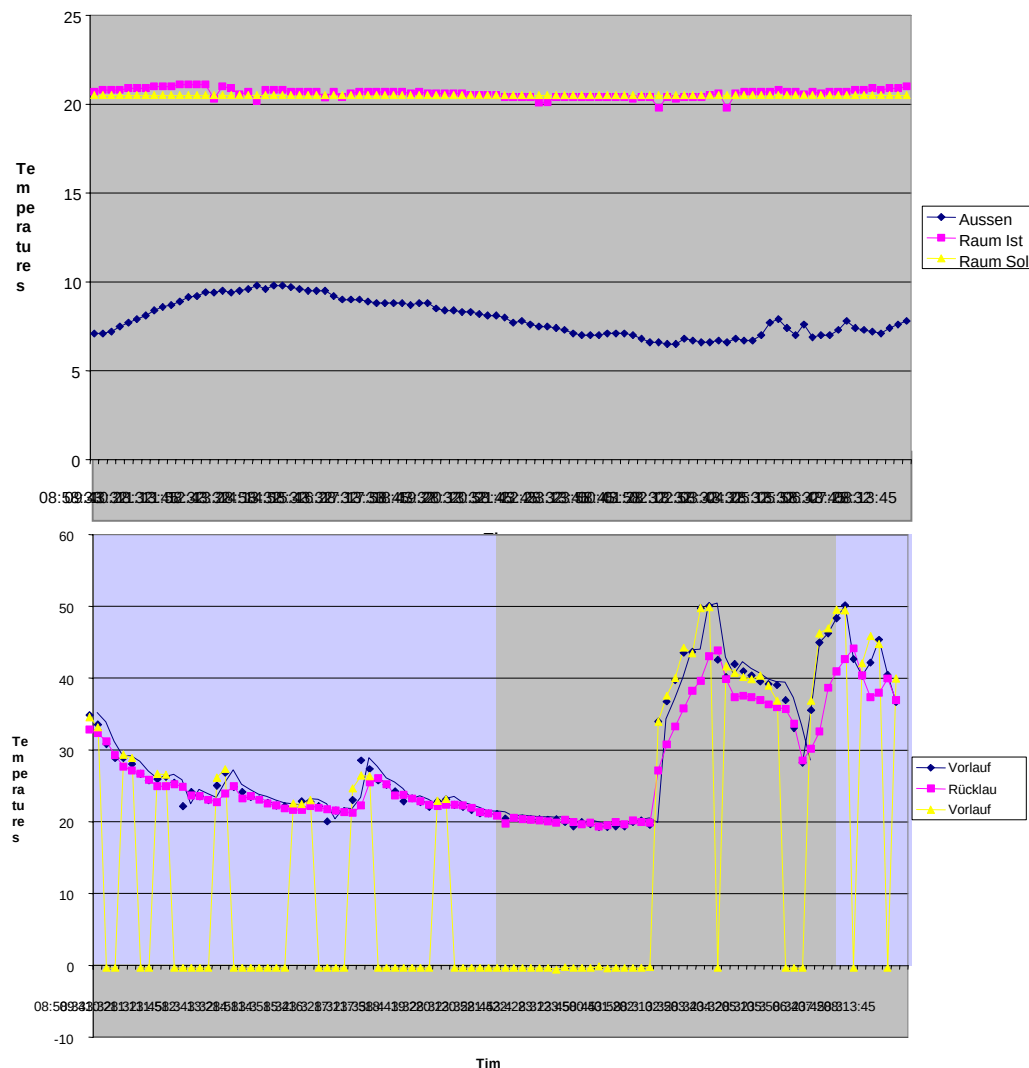
- Die Installation des NEUROBAT-Heizungsreglers (Installation der Sensoren und Aktuatoren, Adaptation der Software des Prototypen-Heizungsreglers, etc.) und des Datenerfassungs-System (für NEUROBAT Heizzone und Referenzheizkreis) soll mit Beginn der Heizsaison 2001-2002 abgeschlossen sein.
- Die Inbetriebnahme des NEUROBAT-Heizungsreglers entspricht einer Generalüberprüfung der Pilotinstallation.
- Die Heizdaten der Heizzonen Nord-Ost (NEUROBAT-Heizungsregler) und Nord-West (kommerzielles Gebäudeleitsystem L&G) sollen erfasst und für die Analyse aufbereitet werden.

### 3. Geleistete Arbeiten und Resultate

Die Installation des NEUROBAT Heizungsreglers umfasst folgende Arbeiten:

- Erstellen der elektrischen Schema und Installation des NEUROBAT Heizungsreglers, sowie des SAUTER Gebäudeleitsystems zu Monitoringzwecken.
- Die Spannungsversorgung des NEUROBAT Heizungsreglermoduls. Dieses Modul soll im CSEM-Heizungsraum installiert werden.
- Installation des Vorlauf- und Rücklauffemperaturfühlers.
- Die Installation des Aussentempersensors, des Raumtemperaturfühlers und des Sonnensensors (mit elektrischem Kabel bis zum Heizungsreglermodul).
- Die elektrische Verbindung vom Heizungsreglermodul zum Schaltschrank für das Schalten der Heizkreispumpe.
- Die Installation eines L&G Mischventils mit 3-Punkt Ausgang (Angaben und Material werden seitens SAUTER geliefert).
- Installation des Heizungsreglermoduls und des SAUTER Gebäudeleitsystems.
- Inbetriebnahme des NEUROBAT-Heizungsreglers (Tests der Sensoren und Aktuatoren).
- Das Pre-Monitoring des Heizungsreglers nach dessen Inbetriebnahme

Das Datenerfassungssystem wurde getestet und die Testdaten der Pilotinstallation werden zu Evaluationszwecken aufbereitet und gespeichert. Erste Daten wurden zu Kontrollzwecken evaluiert und ein entsprechendes Funktionsmuster des NEUROBAT-Heizungsreglers ist in Figur 1 wiedergegeben.



**Figur 1: Testdaten Pilotinstallation DEMONBAT**

Der Graph oben in Figur 1 zeigt die gemessenen Raum- und Aussentemperaturen mit der Sollwerttemperatur als Referenz. Der Graph unten in Figure 1 zeigt die gemessenen Vorlauf- und Rücklauftemperaturen mit der berechneten Vorlauftemperatur als Referenz. Die Komfortperiode (6 Uhr bis 22 Uhr) ist durch die graue Schattierung markiert.

## 4. Nationale Zusammenarbeit

Das Pilotprojekt DEMONBAT ist eine nationale Zusammenarbeit zwischen den F&E Institutionen CSEM S.A. (Neuchâtel) und ESTIA sàrl.

Auf nationaler Ebene konnten Synergien im Bereich der Wärmepumpen (BfE-Forschungsprogrammes "Umgebungs- und Abwärme, Wärme-Kraft-Kopplung"), der Regelung von Raumheizungsregler (HES-EIV Forschungs-Projekt) und der Regelung von Brennstoffzellsystem (KTI-Projekt FH-Winterthur und SULZER Hexis) geschaffen werden.

## 5. Perspektiven und Umsetzung

Das DEMONBAT Projekt fokussiert auf eine die Umsetzung des NEUROBAT Regel-Konzeptes, welches in der Phase I des Projektes entwickelt wurde. Das Pilotprojekt dient zudem der Promotion des NEUROBAT-Heizungsreglerkonzeptes und verschiedene Kontakte zu potentiellen schweizerischen industriellen Unternehmen konnte geschaffen werden, die an einer Kommerzialisierung des NEUROBAT-Reglers interessiert sind (TEM, Sontex, etc.).

## 6. Publikationen

In Referenz zum vorliegenden Pilotprojekt DEMONBAT wurden im Rahmen des NEUROBAT-Projektes mehr die folgende Publikationen veröffentlicht:

[1]

**Authors :** Krauss, Bauer, Bichsel, Morel  
**Titel :** NEUROBAT – a self-commissioned heating control system  
**Details :** Volume: Sensors in Intelligent Buildidngs, Wiley-VCH, Weinheim, 2001

[2]

**Authors :** Morel, Bauer, Krauss, El-Khoury  
**Titel :** NEUROBAT – a predictive and adaptive heating control system using artificial neural networks  
**Details :** International Journal of Solar Energy, Special Edition, 2001

[3]

**Authors :** Krauss, Bauer, Morel  
**Titel :** Selbsteinstellender bedarfsgesteuerter Heizungsregler  
**Details :** Tec21, SIA, Zürich, 2001

[4]

**uthors :** Bichsel, Krauss, Bauer, Morel  
**Titel :** NEUROBAT II  
**Details :** Final Report, BfE "Energy Conservation in Buildings", Bern, Sept. 2000

[5]

**Authors :** Krauss, Bauer, Bichsel, Morel  
**Titel :** Lernfähiger Heizregler  
**Details :** Journal Gebäudetechnik – Intelligent Building, Zürich, Oktober 2000

[6]

**Authors :** Krauss, Bauer, Bichsel, Morel:  
**Titel :** NEUROBAT – selbsteinstellende, prädiktive und bedarfsgesteuerte Heizungsregelung  
**Details :** 11. Status-Seminar, ETH Zürich, Schweiz, 14./15. September 2000