

Programmierbare Heizungsthermostate – ein unklarer Nutzen

Verena JÄHN, Anno HERDER, Sarah HINZ, Julia MALINKA, Michael STOLLE,
Monika EIGENSTETTER

*A.U.G.E. Institut der Hochschule Niederrhein
Reinarzstraße 49, D-47805 Krefeld*

Kurzfassung: Programmierbare Thermostate, so die Hersteller, versprechen eine optimierte Beheizung von Räumen und damit eine Kostenreduktion, da sie sich nach den Anwesenheitszeiten von Nutzern programmieren lassen. Die Gebrauchstauglichkeit dieser Geräte ist im deutschsprachigen Raum kaum untersucht. In der Studie werden vier am Markt übliche Geräte hinsichtlich ihrer Gebrauchstauglichkeit im Hochschulkontext untersucht und bewertet. Der Proband bearbeitet Usability-Aufgaben an jeweils zwei Thermostaten und berichtet anschließend selbst in einem Fragebogen seine Eindrücke. Ergänzend hierzu werden Videoaufnahmen und Beobachtungsprotokolle durch den Versuchsleiter aufgezeichnet, zur Auswertung der Äußerungen wird eine qualitative Inhaltsanalyse vorgenommen. Es besteht erheblicher Optimierungsbedarf an der Nutzerfreundlichkeit der getesteten Geräte.

Schlüsselwörter: Betriebsoptimierung, User Interface, Nutzerintegration, Usability, Thermostate

1. Einleitung

Die Bedienung der Heizkörperthermostate in den Vorlesungsräumen und den Büroräumen des Gebäudes H am Campus Süd in Krefeld stellt möglicherweise für viele Nutzer ein Problem dar, da sich bei Begehungen zeigte, dass viele nicht richtig programmiert bzw. ohne Funktion waren. Die Bedienung der Geräte scheint wenig intuitiv. Bedienungsanleitungen liegen nicht vor. In den Büro- und Vorlesungsräumen ist es daher oftmals zu kalt oder zu warm. Ziel dieser Untersuchung ist es daher, die Unterschiede in der Gebrauchstauglichkeit dieser und ähnlicher Thermostate darzustellen und daraus Handlungsempfehlungen für den Einsatz und Umgang damit abzuleiten.

Die Usability-Untersuchung wurde im Rahmen des Forschungsprojekts REGENA an der Hochschule Niederrhein durchgeführt. Das Forschungsprojekt hat eine Laufzeit vom 01. Juni 2012 bis zum 31. Mai 2016 und wird im Rahmen des Förderprogramms „Energetische Betriebsoptimierung (EnBop)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen 03ET1070B gefördert.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Definitionen

Usability beschreibt die Benutzerfreundlichkeit oder Gebrauchstauglichkeit von Produkten. Das Maß der Usability bzw. Gebrauchstauglichkeit setzt sich gemäß der DIN EN ISO 9241 (1998) aus drei Hauptkriterien zusammen: diese sind Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung in dem Nutzungskontext eines Produktes.

2.2 Usability von Heizkörper-Thermostaten

Usability-Probleme bei Thermostaten können zu falscher Nutzung und damit zu Energieverlusten durch übermäßig hohen Verbrauch führen. Nutzer zeigen viel Unwissenheit oder verfügen über falsche Information bezüglich der Funktionsweise von Heizkörper-Thermostaten (Meier et al., 2011).

In einer fünfstufigen Studie wurden u. a. persönliche Interviews mit Thermostat-Nutzern, Online-Befragungen mit Nutzern, Vor-Ort-Besuche bei den Nutzern zuhause und Labortests an ausgewählten Geräten durchgeführt, um Probleme in der Gebrauchstauglichkeit identifizieren zu können. Perry et al. (2011) nutzten zur Evaluation der Usability von Thermostaten verschiedene Instrumente, unter anderem Indices wie T&S, PATH, MASH und den NASA-TLX (Task Load Index) und fanden mittlere ($r = .74$) bis hohe ($r = .99$) Korrelationen zwischen den eingesetzten Usability-Instrumenten. Sie schlossen daraus, dass verschiedene Usability-Instrumente gleichermaßen zur Analyse der Usability verwendbar sind. Die Arbeitsgruppe hat in der letzten Stufe der Studie die Handhabbarkeit von Thermostaten unter Laborbedingungen getestet. Die Probanden hatten dabei nutzungstypische Aufgaben zu bearbeiten, im Anschluss daran wurden Videosequenzen von der Arbeitsgruppe analysiert. Die Autoren fanden in der Bedienung der Thermostate signifikante Unterschiede zwischen den getesteten Geräten. Es wurde eine Formel entwickelt, die es ermöglicht, die Handhabbarkeit numerisch wiederzugeben. Die wesentlichen Variablen dieser Formel sind die dichotome Variable „Erfüllungsgrad (0= nein, 1= ja)“, die Dauer bis zur Aufgabenerfüllung sowie eine Konstante (Meier et al., 2011). Einschränkend an der Studie von dieser Arbeitsgruppe ist, dass in den USA, wo die Tests stattfanden, andere Systeme als in Deutschland eingesetzt werden. In den USA werden die Thermostate meist fest in der Wand verbaut, in vielen älteren (Miets-)Häusern in Deutschland werden die Regler jedoch an der Heizung montiert. Zudem wurden Teile der Studie von Perry et al. (2011) nicht im Hochschul-Kontext durchgeführt, sondern mit Nutzern in Privathaushalten.

Kenntnisse über den Umgang mit verschiedenen Heizkörperthermostaten können nicht nur für den Hersteller durch ableitbare Maßnahmen von Interesse sein, sondern auch für Hochschule und andere Organisationen. Eine gute Usability ermöglicht positive finanzielle Veränderungen, indem die Energiekosten gesenkt werden können.

3. Planung des Untersuchungsdesigns

3.1 Stichprobe

Es nahmen 62 Versuchspersonen an den Testungen teil. Sie rekrutierten sich aus technikaffinen Studierenden und Mitarbeitern am Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen der Hochschule Niederrhein in Krefeld, wobei lediglich sieben Personen über Erfahrung mit ähnlichen Geräten berichteten. Von den Versuchspersonen waren 44 männlich und 18 weiblich. Aus Gründen der Anonymität wurde das Alter der Versuchspersonen nicht erfragt. Die Teilnahme an den Testungen war freiwillig, die Probanden erhielten keine Incentives.

3.2 Vorgehen

In Anlehnung an die Arbeit der Forschergruppe von Perry et al. (2011) wurden vier programmierbare Thermostate (A: Honeywell HR 40, B: Honeywell HR 30, C: Honeywell HR 25 und D: Funk-Heizkörper-Thermostat-Set FHT 8 von Conrad) getestet. Der Typ A befindet sich im aktuellen Gebrauch an der Hochschule Niederrhein. Den Versuchspersonen wurden im Test zwei nutzungstypische Usability-Aufgaben in Form einer Arbeitsanweisung vorgelegt. Die Aufgaben sind in einem vorher definierten Zeitrahmen jeweils an zwei verschiedenen Geräten zu bearbeiten. Insgesamt bearbeitet jede Versuchsperson vier Arbeitsaufträge. Die vorgelegten Geräte sollen dabei mit Hilfe der jeweiligen beiliegenden Bedienungsanleitung bedient werden.

Der Arbeitsauftrag lautet wie folgend dargestellt:

1. Das Thermostat ist in der Grundeinstellung im Automatik-Modus mit 20,0 Grad Celsius voreingestellt und soll auf manuellen Betrieb mit 25,5 Grad Celsius umgestellt werden.
2. Es soll ein Heizprogramm für die Werktage Montag bis Freitag erstellt werden, in dem die übliche Raumtemperatur bei 18 Grad Celsius liegt. In den Zeiten zwischen 06:00 Uhr bis 08:00 Uhr soll die Temperatur automatisch auf 21,0 Grad Celsius ansteigen.

Die Versuchspersonen erhielten keine Hilfestellung durch Dritte. Bei Unfähigkeit zur Lösung des jeweiligen Arbeitsauftrages konnte der Proband nach kurzer mündlicher Information des Versuchsleiters zur nachfolgenden Aufgabe übergehen.

Die Task Load wurde mit einem modifizierten Fragebogen NASA-TLX erhoben, nachdem die Versuchsperson das jeweilige Gerät benutzt hatte. Der NASA-TLX in Originalform wurde ursprünglich für Bewertung von Tätigkeiten in der Luftfahrt eingesetzt. Für die Erhebung bei der Gebrauchstauglichkeitsuntersuchung wurde die Skala des NASA-TLX verkürzt. Auf der verkürzten siebenstufigen Skala des NASA-TLX werden Kriterien wie geistige Anstrengung, Zeitdruck, Grad des Erfolges, Grad der Anstrengung zur Zielerfüllung und emotionale Verfassung bei der Zielerfüllung abgefragt (Hart & Staveland, 1988; NASA, 2003). Es wird beim Ausfüllen des Fragebogens vom Probanden eine Selbstbewertung vorgenommen. Zudem wurden lautes Denken und Videosequenzen für weitere Analysen verwendet. Bei der Beobachtung durch einen Protokollanten wurden die Anzahl der Versuche die jeweilige Aufgabe zu erfüllen, die Aufgabenerfüllung (ja/nein) und die Zeitdauer zum Lösen der jeweiligen Aufgabe dokumentiert. Mit Hilfe eines lateinischen Quadrats wurde die Reihenfolge der Usability-Tests an den Thermostaten variiert, ein Lerneffekt der Versuchspersonen, der sich statistisch bemerkbar macht, sollte somit

reduziert werden (Bortz & Döring 2001, S. 149ff). Die Auswertung wurde quantitativ durch Zeitmessungen und varianzanalytische Fragebogenauswertung sowie qualitativ mittels einer Inhaltsanalyse nach Mayring durchgeführt (Mayring, 2008).

4. Ergebnisse

Die beiden Thermostate A: Honeywell HR 40 und C: Honeywell HR 25 wurden bei 18 bzw. 26 Problemstellungen richtig bedient, das Thermostat B: Honeywell HR 30 wurde 23 mal richtig bedient. Das Thermostat-Set D von Conrad wurde bei 21 Arbeitsaufträgen korrekt bedient. Für die Bearbeitung des ersten Arbeitsauftrags wurden durchschnittlich 1:16 Minuten, für die Lösung des zweiten Arbeitsauftrags im Durchschnitt 5:36 Minuten benötigt. Sieben Versuchspersonen brachen die Bearbeitung der Arbeitsaufträge erfolglos vor Ablauf der Bearbeitungsdauer ab.

Bei der Auswertung des angepassten Fragebogens NASA-TLX fällt auf, dass sich die Probanden keinem übermäßigen Zeitdruck bei der Bearbeitung der Aufgaben ausgesetzt sehen. Die varianzanalytische Prüfung kommt bei der Variablen „Zeitdruck“ zu dem hochsignifikanten Ergebnis, dass sich die Geräte unterscheiden $F(3, 112)=5,73, p<0,001$: den höchsten Zeitdruck empfanden die Probanden beim Gerät Honeywell HR 25. Nach Durchführung der Scheffé-Prozedur wird deutlich, dass der empfundene Zeitdruck bei den Modellen Honeywell HR 25 und FHT 8 von Conrad signifikant höher ist als bei den beiden übrigen Honeywell-Geräten. Weiterhin hochsignifikant sind die Ergebnisse der ANOVA für die Merkmale „Verunsicherung/Stress bei Nutzung“ $F(3, 108)=6,49, p<0,001$ und „Gerät hat zugesagt“ $F(3, 112)=6,90, p<0,001$. Bei der Bewertung der Verunsicherung wurden nach dem Durchführung des Scheffé-Tests erneut die Geräte von Conrad und Honeywell HR 25 signifikant schlechter bewertet als die übrigen zwei Geräte von Honeywell. Die höchste Sympathie erhielt das Gerät Honeywell HR 30. Es bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Thermostaten bei den Variablen „geistige Anstrengung“ $F(3; 112)=2,9, p<0,05$ und selbstberichteter Erfolg bei Aufgabenlösung $F(3; 112)=3,11, p<0,05$. Die Ausführung der Testaufgaben wurde augenscheinlich bei allen Geräten auf mittlerem Niveau als „geistig anstrengend“ bewertet. Nach varianzanalytischer Prüfung wird deutlich, dass die Probanden die Benutzung des Gerätes von Conrad am anstrengendsten bewerteten, bei den Geräten von Honeywell lässt sich durch Posthoc-Prozedur kein Unterschied identifizieren. Der Erfolg bei der Aufgabenlösung wurde beim Honeywell HR 30 am höchsten bewertet. Das Produkt Honeywell HR 30 wurde auch hinsichtlich des Nutzungs- und Kaufinteresses am besten bewertet. Nicht signifikant ist dagegen der Unterschied der Geräte hinsichtlich des selbstberichteten Zielerfüllungsgrades $F(3, 108)=1,53, p<0,21$.

Die Testpersonen sind nach der Bearbeitung des ersten Arbeitsauftrags auf einer siebenstufigen Bewertungsskala mit den Ankerpunkten „1= in sehr geringem Maße“ und „7= in sehr hohem Maße“ „in sehr hohem Maße“ von der richtigen Durchführung überzeugt (MW=6,10; SD=1,6). Nach der Bearbeitung der zweiten Aufgabe sind die Probanden auf der siebenstufigen Bewertungsskala noch immer „in hohem Maße“ von der Richtigkeit ihrer Handlungen überzeugt (MW= 4,14; SD=2,11).

5. Diskussion

Die Ergebnisse aus der Varianzanalyse der Fragebogendaten weisen auf Unterschiede zwischen getesteten Thermostattypen hin. Das Thermostat-Set von Conrad wurde in den Punkten „geistige Anstrengung“ und „Verunsicherung/Stress bei Nutzung“ von den technikaffinen Probanden besonders schlecht bewertet. Dies spricht gleich zwei wichtige Aspekte des üblichen Nutzerkreises an. Der übliche Nutzer dieser Produkte ist eine Person in einem Privathaushalt, die wenig Technik-Erfahrung hat, sich aber gemäß dieses Prüfergebnisses besonders anstrengen muss, um die Absicht, ein programmierbares Thermostat zu nutzen, zu erfüllen. Bei der Nutzung wird eben diese Person dann einer erhöhten Verunsicherung ausgesetzt, was dazu führen könnte, dass die Person künftig derartige Geräte nicht wieder einsetzt.

Bei der Zeitmessung zur Bearbeitung der nutzungstypischen Arbeitsaufträge fallen bei allen geprüften Geräten relativ lange Bearbeitungszeiten auf.

Die Ergebnisse mittels Inhaltsanalyse und der Videoanalyse zeigen, dass die Thermostate trotz der vorliegenden Gebrauchsanweisungen nur in wenigen Fällen richtig programmiert werden konnten. Dabei fiel den Nutzerinnen und Nutzern mehrheitlich nicht auf, dass sie die Thermostate falsch bedienten. Dies spiegelt auch die Ergebnisse aus den Studien von Perry et al. wider, dort wurden zwar andere Thermostattypen getestet, aber die Ergebnisse waren ähnlich. Ursächlich für die fehlerhafte Bedienung dürften falsche Annahmen der Nutzer zu der Funktionsweise derartiger Geräte sein.

Bei der inhaltsanalytischen Prüfung fiel bei allen getesteten Geräten auf, dass der Nutzer erstens kein Feedback erhält, ob eine Installation erfolgreich war, zweitens, dass die Programmierung nicht intuitiv ohne Gebrauchsanleitung vorgenommen werden kann und drittens keine Rückmeldung erfolgt, ob ein Nutzer seine Eingaben sachgerecht vorgenommen hat. Die Ergebnisse zeigen, dass die Heizkörper-Thermostate optimiert werden sollten, um ihre Funktion, Energiekosten zu reduzieren, auch erfüllen zu können.

6. Literaturverzeichnis

- Bortz J, Döring N (2001) Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Heidelberg: Springer Verlag, S. 149 f
- DIN EN ISO 9241 (1998) Teil 11- Anforderung an die Gebrauchstauglichkeit – Leitsätze. Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten
- Hart S, Staveland L (1988) Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In: Hancock P, Meshkati N (Eds.), Human mental workload pp. 139-183. Amsterdam: North Holland.
- Mayring P (2008) Qualitative Inhaltsanalyse. Weinheim: Beltz Verlag
- Meier A, Aragon C, Peffer T, Perry D, Pritoni, M (2011) Usability of residential thermostats: Preliminary investigations. Building and Environment 46, pp. 1891-1898.
- NASA (2003). NASA Task Load Index (TLX): Computerized Version (Version 2.0) [Computer Software]. Moffett Field, CA: NASA-Ames Research Center, Aerospace Human Factors Research Division. [Online]. Verfügbar unter: <http://humansystems.arc.nasa.gov/groups/TLX/> [zuletzt geprüft 08.01.2014]
- Perry D, Aragon C, Meier A, Peffer A, Pritoni M (2011) Making Energy Savings Easier: Usability Metrics for Thermostats. Journal of Usability Studies 6 (4), pp. 226-244.