

Analyse von Heizungs- und Lüftungsverhalten mit Data Mining Methoden

Erste Ergebnisse aus den Messwerten der ersten Heizperiode

Lutz Westhüsser,¹ David Nickel,² Grit Behrens,³ Klaus Schlender⁴

Abstract: In dem hier beschriebenen Projekt wird interdisziplinär mit Psychologen zusammen gearbeitet. Ziel der Arbeit ist es, Modelle zu entwickeln, um das Umweltverhalten von Hausbewohnern positiv zu beeinflussen und zu verstetigen. In der hier beschriebenen Arbeit werden die ersten Daten aus dem ‚Reallabor‘ Sennestadt genutzt, die in den Wohnungen von freiwilligen Studienteilnehmern zu ihrem Heizungs- und Lüftungsverhalten erhoben werden. Mittels Machine Learning Technologien werden diese Daten analysiert.

Keywords: Data Mining; umweltbewusstes Verhalten; Heiz- und Lüftungsverhalten; Machine Learning

1 Einleitung

In dem Forschungsprojekt ‚ENVIRON‘ (Förderkennzeichen 01UT1703A) sollen die Bewohner von Wohngebäuden begleitet werden, deren Wohnungen in Rahmen einer energetischen Sanierung renoviert werden. Im Zuge von verbesserten Isolierungen an Hauswänden und Fenstern ist die Begleitung der Bewohner bei der Umsetzung von neuen, umweltbewussten Verhaltensweisen ein wichtiger Faktor.

2 Erkennen von Phasen im Heizungs- und Lüftungsverhalten

2.1 Maschinelles Lernen von Phasen des Umweltenergieverbrauchs

Zu Beginn der Umsetzung in den einzelnen Wohnungen, wurden die Bewohner mit einem Telefoninterview zu ihrem Verhalten befragt. Aufgrund einer Definition von den in dem Projekt beteiligten Psychologen konnten die Bewohner in verschiedene Phasen für ihr Umweltverhalten eingeteilt werden.

¹ FH-Bielefeld University of Applied Sciences, Artilleriestr. 9, 32427 Minden, Lutz.Westhaeusser@fh-bielefeld.de

² FH-Bielefeld University of Applied Sciences, Artilleriestr. 9, 32427 Minden, David.Nickel@fh-bielefeld.de

³ FH-Bielefeld University of Applied Sciences, Artilleriestr. 9, 32427 Minden, Grit.Behrens@fh-bielefeld.de

⁴ FH-Bielefeld University of Applied Sciences, Artilleriestr. 9, 32427 Minden, Klaus.Schlender@fh-bielefeld.de

Die vier Typen sind:

- Pre-decisional (1): Die Person hat noch keine konkrete Zielintension entwickelt, das eigene Heizverhalten zu ändern.
- Pre-actional (2): Die Person hat eine Zielintension entwickelt, diese aber noch nicht angefangen umzusetzen.
- Actional (3): Die Person ist dabei, sein Ziel umzusetzen.
- Post-actional (4): Die Person hat ein umweltbewusstes Verbrauchsverhalten.

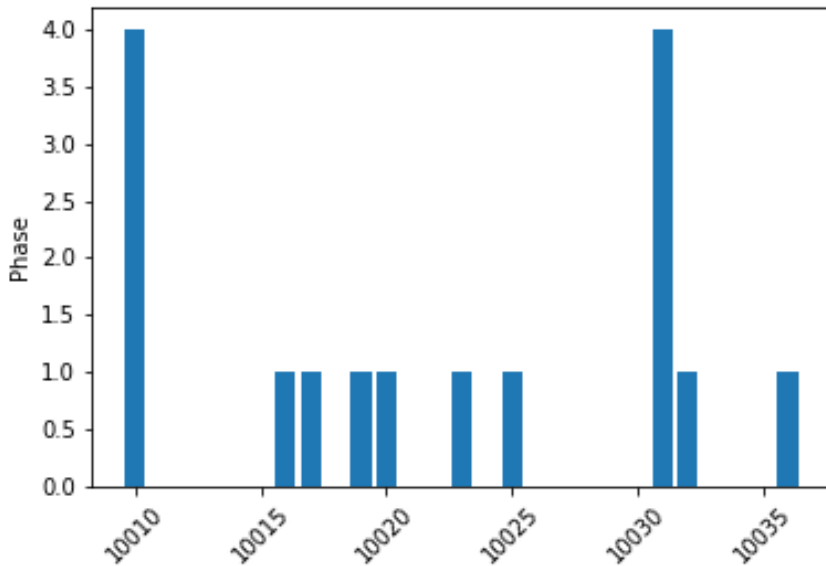


Abb. 1: Phasenanalyse, 2 Wohnungen in Phase 4, 8 Wohnungen in Phase 1

In der Abbildung 1 sind die Ergebnisse der Fragebogenauswertung grafisch dargestellt. Die Einteilung der Wohnungen erfolgte nach den Vorgaben der Psychologen.

2.2 Ziele für die einzelnen Gruppen

Ziel ist es, dass die Personen immer in die nächsthöhere Gruppe mit dem verbesserten Umweltverhalten aufsteigen. Im Zuge des Verhaltensubergangs zu einem umweltfreundlicheren Verhalten wird jeder Bewohner in jeder einzelnen Phase mit spezifischen Problemen konfrontiert, die gelöst werden müssen, um das Verhalten erfolgreich zu ändern. Um einen

näheren Einblick zu geben, werden die vier Stufen, die Bamberg [Ba13] entwickelt hat, im Folgenden kurz aufgelistet.

Dazu sind für jeden Typ Unterziele definiert:

- Pre-decisional (1): Ziel ist es eine Zielintention zu wecken, indem die Diskrepanz zwischen dem tatsächlichen Ergebnis des eigenen Verhaltens und gewünschten aufgezeigt wird. Wichtig ist in dieser Gruppe die Machbarkeit der Änderung des Verhaltens aufzuzeigen.
- Pre-actional (2): Ziel ist es eine Verhaltensintention zu wecken, indem ein spezifisches Ziel gebildet wird. Es Abwägen verschiedener Strategien und wählen der für einen persönlich geeignetsten.
- Actional (3): eine Implementierungsintention zu wecken. Hilfen sind: Bewältigungsplanung, Bewältigungs-Selbstvertrauen, Handlungsplanung.
- Post-actional (4): Intention, nicht ins alte Verhalten zurück zu fallen. Wecken des Vertrauens in die Fähigkeit der eigenen Person, nicht in das Verhalten aufrecht zu halten.

3 Sensoranalyse

Mit den von den Psychologen vorgegeben Definitionen konnten dann anonym die Daten der Sensoren zugeordnet werden.

3.1 Sensorvergleich bei zwei Wohnungen

Für die ersten Vergleiche sind zwei Wohnungen ausgewählt werden, die sich in zwei unterschiedlichen Phasen befinden. Durch unterschiedliche Installationszeiten sind auch die Datenreihen in der Datenbank erst nacheinander gefüllt worden, so das es im ersten Schritt notwendig war, die Daten nach Zeiträumen zu analysieren, in denen die Basis mit ausreichend vielen Einträgen gefüllt ist. In der Grafiken befindet sich die Wohnung in Phase 4 immer auf der linken Seite, die Wohnung in der Phase 1 auf der rechten Seite. Beispielhaft wurde ein Sensor gewählt, der in den Wohnzimmer der Wohnungen die Raumtemperatur, die Luftfeuchtigkeit und den Luftdruck misst.

Es ist schon bei dem ersten Betrachten der Grafik eine Unterschied zu bemerken. In der linken Wohnung (Phase 4) ist die Raumtemperatur und die Luftfeuchtigkeit der gemessen Raumes erheblich niedriger.

Zum Vergleich der Werte ist hier die Grafik für einen weiteren Messtag aufgeführt. An diesem Tag ist die Temperatur nicht so unterschiedlich wie in der vorherigen Grafik, allerdings ist der Unterschied in der Luftfeuchtigkeit höher.

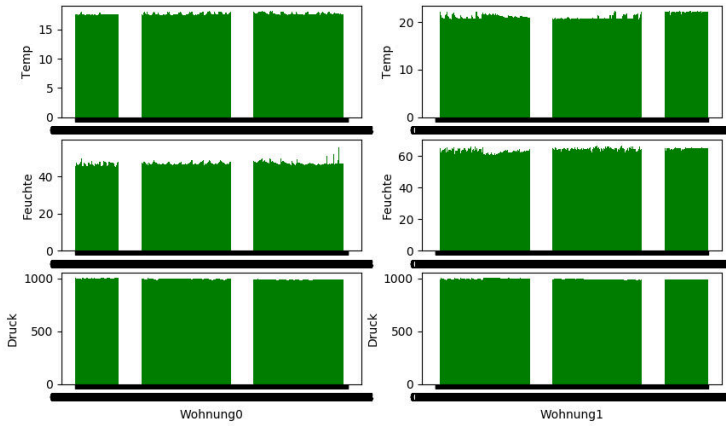


Abb. 2: Sensorauswertung für den 13.02.2020

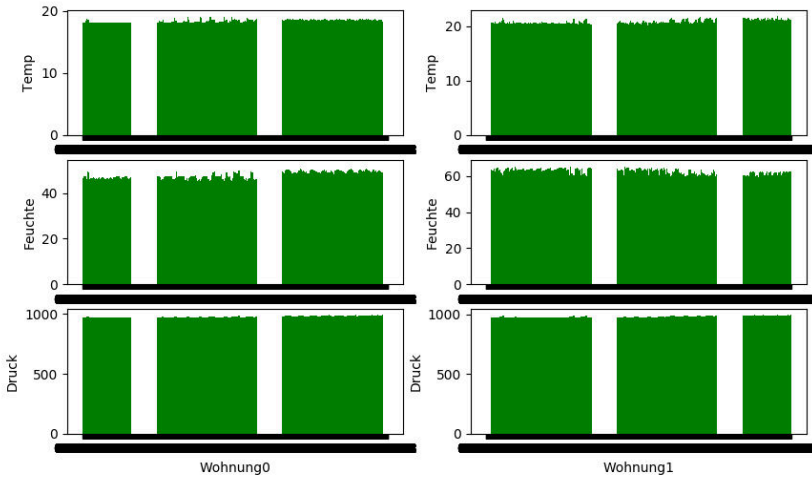


Abb. 3: Sensorauswertung für den 06.03.2020

Auffällig bei den Graphen ist auch, dass die Datensätze nicht vollständig sind. Im Laufe der Messungen ist es immer zu Ausfällen in der Kommunikation gekommen, die sich in allen Teilen des Messaufbau wiederfinden.

3.2 Sensorvergleich bei allen Wohnungen

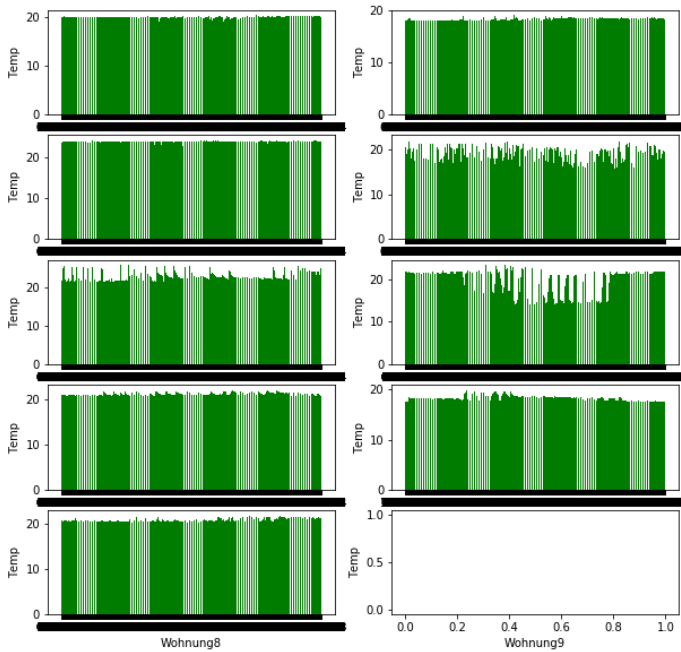


Abb. 4: Sensorauswertung für alle Wohnungen

Für einen Vergleich ist hier die Raumtemperatur des Wohnzimmers aller untersuchten Wohnungen grafisch dargestellt. Auch hier sind in den Messwerten deutliche Unterschiede in dem Verhalten der einzelnen Wohnungsbewohner zu erkennen.

4 Datenanalyse

Für die Datenanalyse sind, wie schon erwähnt, zwei Wohnungen ausgewählt worden. Dazu kommt aus einem vorherigen Projekt schon eine vorhanden Datenbasis hinzu, bei der schon Berechnungen für einen Vergleich mit Daten aus der Nachbarschaft durchgeführt wurden. Bei allen Grafiken ist die Wohnung in der Phase 4 auf der linken Seite, die Wohnung in der Phase 1 auf der rechten.

4.1 Vergleich über 30 Tage

Beispielhaft ist hier eine Analyse über die Leistung eines Heizkörpers in einem Zeitraum von 30 Tagen.

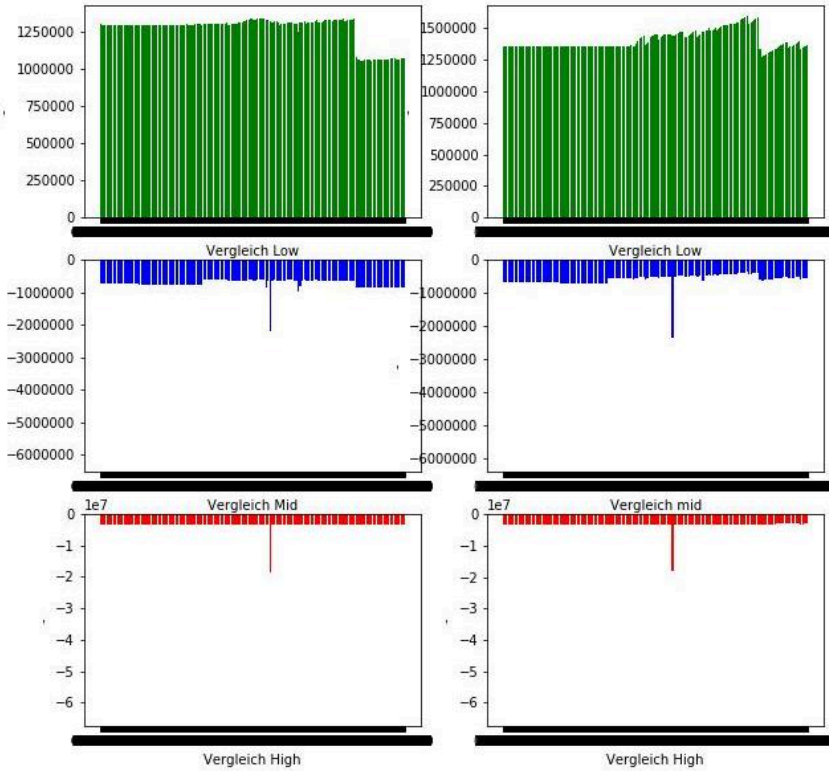


Abb. 5: Heizkorpertemperatur über 30 Tage

In diesem Fall wurde zum Vergleich aus der Nachbarschaftstabelle die berechneten Daten der Heizkorperleistung hinzugezogen. Es wurden drei Vergleiche berechnet:

- der Vergleich Low ist die Berechnung der Heizkorperleistung der Wohnung mit der als kleinsten Wert angenommen Heizleistung.
- der Vergleich Mid ist die Berechnung der Leistung mit dem errechneten Mittelwert der Heizkorperleistungen
- der Vergleich High ist die Berechnung der Heizkorperleistung der Wohnung mit der als größten Wert angenommen Heizleistung.

Bei der Analyse der Ergebnisse ist ein erkennbarer Unterschied in der Heizleistung sichtbar.

4.2 Vergleich über 24 Stunden

Für den Vergleich über 24 Stunden ist die gleiche Berechnung angestellt worden, wie bei dem Vergleich über 30 Tagen.

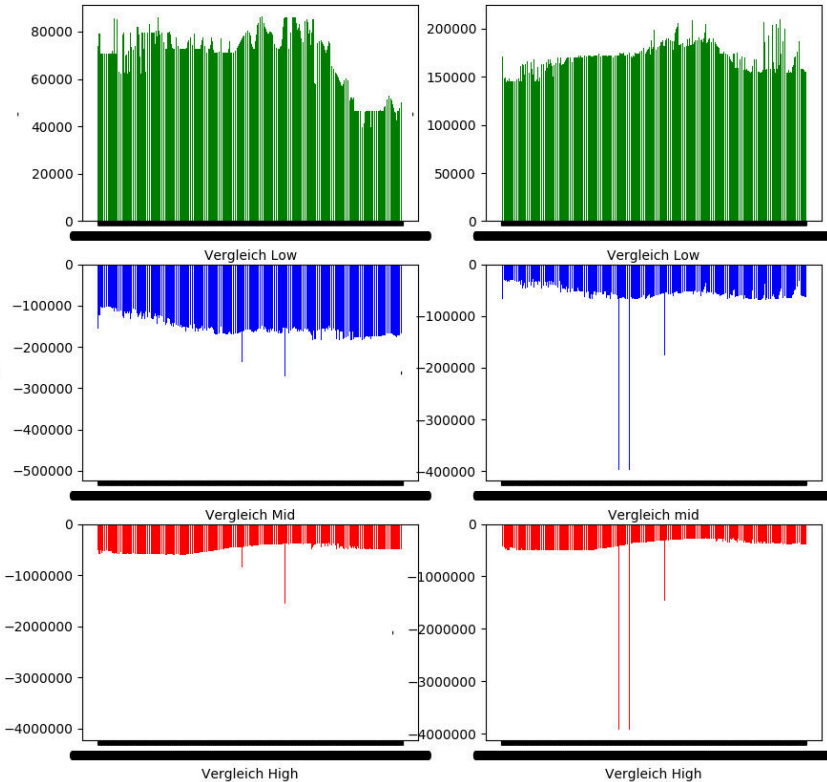


Abb. 6: Vergleich 24 Stunden

Da bei beiden Vergleichen immer die Summen der Werte der davor liegenden 24 Stunden gebildet werden, ist der Vergleich über 24 Stunden differenzierter und die Unterschiede sind deutlicher zu erkennen. Wenn in dieser Grafik z.B. der Bereich des Vergleichs Low betrachtet wird, sind unterschiedliche Kurven zu sehen. Da auch die Skalen der Grafiken Unterschiede aufweisen, ist hier schon die geringere Nutzung der Heizung in der Wohnung der Phase 4 ersichtlich.

4.3 Datenkorrelation

Um einen Zusammenhang deutlicher zu machen, wurden auch schon die Korrelationen gemacht.

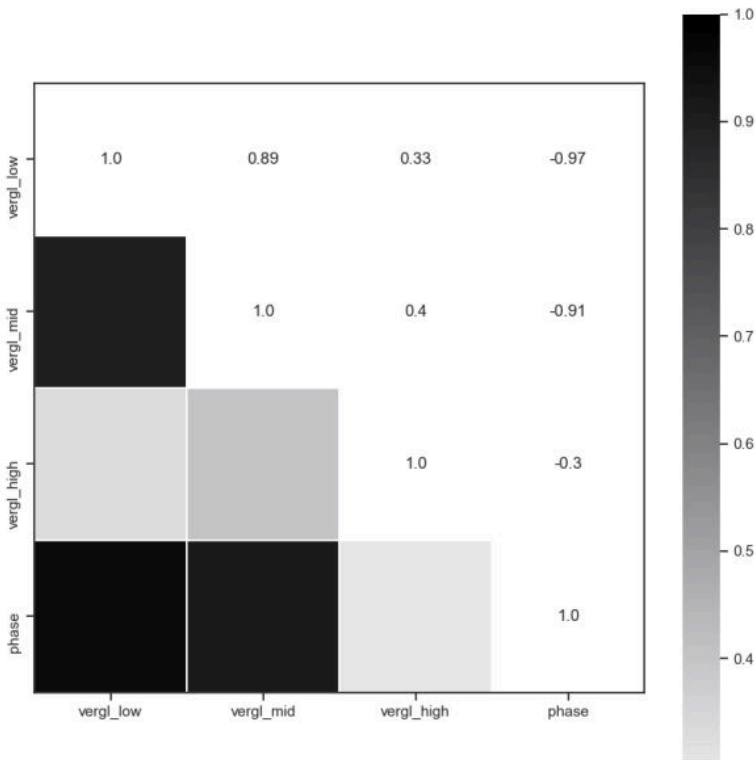


Abb. 7: Korrelationsmatrix des Heizkorpervergleichs

In dieser Matrix sind die Zusammenhänge in Graustufen dargestellt. Je dichter der Wert an dem Wert 1 liegt, desto dunkler wird er dargestellt. Dadurch ist es auch leicht ersichtlich, dass es hier einen hohen Zusammenhang zwischen der Phase und der mittleren Heizkorperleistung gibt. Weitere Auswertungen in dem Bereich sollen folgen.

5 Fazit und Ausblick

Diese Arbeit ist zu dem jetzigen Zeitpunkt nur eine erste Grundanalyse der Daten in dem Projekt ‚ENVIRON‘. Weitere Auswertungen der Datensätze werden nun erfolgen und auch die Fehlerkorrektur wird noch implementiert.

Als Zwischenfazit des Projektes kann jetzt schon gesagt werden, dass es noch ein großes Potenzial in dem Punkt des effektiven Heizverhaltens gibt. Dieses zu aktivieren würde zu einer größeren Senkung in der CO₂-Erzeugung führen und der Klimaerwärmung entgegenwirken.

Literaturverzeichnis

- [Ba13] Bamberg, S.: Applying the stage model of self-regulated behavioral change in a car use reduction intervention. *Journal of Environmental Psychology*. S. 33, 68-75, 2013.