FOM Hochschule für Ökonomie und Management

Hochschulzentrum Bonn

Berufsbegleitender Studiengang zum

Bachelor of Science in Wirtschaftsinformatik

3. Semester

Seminararbeit im Modul: „IT-Infrastruktur“

Optimierung des Energieverbrauchs durch Smart Home-Integration: Eine Fallstudie zum Einfluss von HMIP als Steuergerät für die Wärmepumpe

Betreuer: Christian Frank

Autor: Markus Schaaf

Matrikelnummer: 677675

Abgabedatum: 29.02.2024

**Inhaltsverzeichnis:**

[Abbildungsverzeichnis: IV](#_Toc199243123)

[Tabellenverzeichnis: V](#_Toc199243124)

[Abkürzungsverzeichnis: VI](#_Toc199243125)

[1 Einleitung - 1 -](#_Toc199243126)

[1.1 Zielsetzung der Arbeit - 1 -](#_Toc199243127)

[1.2 Wissenschaftlicher Kontext und Relevanz - 1 -](#_Toc199243128)

[1.3 Aufbau der Arbeit - 1 -](#_Toc199243129)

[2 Grundlagen des maschinellen Lernens - 1 -](#_Toc199243130)

[2.1 Klassifikation im überwachten Lernen - 1 -](#_Toc199243131)

[2.2 Entscheidungsbäume: Struktur und Funktionsweise - 1 -](#_Toc199243132)

[2.3 Random Forest: Ensemblebildung durch Bagging - 1 -](#_Toc199243133)

[2.4 XGBoost: Gradient Boosting mit Regularisierung - 1 -](#_Toc199243134)

[2.5 Evaluationsmetriken: Accuracy, Kreuzvalidierung, Brier Score - 1 -](#_Toc199243135)

[3 Datengrundlage und Merkmalsgenerierung - 1 -](#_Toc199243136)

[3.1 Beschreibung der Datenbasis (Bundesliga 2020–2024) - 1 -](#_Toc199243137)

[3.2 Datenvorverarbeitung und Qualitätskontrolle - 1 -](#_Toc199243138)

[3.3 Feature Engineering: - 1 -](#_Toc199243139)

[3.3.1 Historische Leistungskennzahlen - 1 -](#_Toc199243140)

[3.3.2 Formindikatoren und Tordifferenzen - 1 -](#_Toc199243141)

[3.3.3 Elo-Rating und aggregierte Trends - 1 -](#_Toc199243142)

[3.4 Zielvariable und Klassendefinition - 1 -](#_Toc199243143)

[4 Modellarchitektur und Implementierung - 1 -](#_Toc199243144)

[4.1 Struktur und Parameterwahl von XGBoost - 1 -](#_Toc199243145)

[4.2 Struktur und Parameterwahl von Random Forest - 2 -](#_Toc199243146)

[4.3 Trainingsprozess, Hyperparameteroptimierung, Modellkalibrierung - 2 -](#_Toc199243147)

[4.4 Bereitstellung und Serialisierung des Modells - 2 -](#_Toc199243148)

[5 Vergleichende Evaluation der Modelle - 2 -](#_Toc199243149)

[5.1 Quantitative Modellbewertung (Accuracy, Cross-Validation, Brier Score) - 2 -](#_Toc199243150)

[5.2 Analyse der Merkmalswichtigkeit - 2 -](#_Toc199243151)

[5.3 Konsistenz und Robustheit der Vorhersagen - 2 -](#_Toc199243152)

[5.4 Stärken und Schwächen der Verfahren im Anwendungskontext - 2 -](#_Toc199243153)

[6 Diskussion - 2 -](#_Toc199243154)

[6.1 Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf die Zielsetzung - 2 -](#_Toc199243155)

[6.2 Validität und Generalisierbarkeit - 2 -](#_Toc199243156)

[6.3 Methodische Limitationen - 2 -](#_Toc199243157)

[6.4 Kritische Reflexion der Modellauswahl - 2 -](#_Toc199243158)

[7 Fazit und Ausblick - 2 -](#_Toc199243159)

[7.1 Zusammenfassung zentraler Befunde - 2 -](#_Toc199243160)

[7.2 Methodischer und praktischer Erkenntnisgewinn - 2 -](#_Toc199243161)

[7.3 Weiterführende Forschungsansätze - 2 -](#_Toc199243162)

[Literaturverzeichnis: VI](#_Toc199243163)

# Abbildungsverzeichnis:

[Abbildung 1: Funktionsprinzip Wärmepumpe - 3 -](#_Toc160118168)

[Abbildung 2: Belegung Heizkreisverteiler - 6 -](#_Toc160118169)

[Abbildung 3: HMIP App - 7 -](#_Toc160118170)

[Abbildung 4: HMIP App - 8 -](#_Toc160118171)

[Abbildung 5: Verlauf Bad der Eltern - 13 -](#_Toc160118172)

[Abbildung 6: Verlauf Schlafzimmer - 14 -](#_Toc160118173)

[Abbildung 7: Monatliche Differenz vom Zählerstand - 15 -](#_Toc160118174)

[Abbildung 8: Vergleich 2023/2024 mit 2022 - 15 -](#_Toc160118175)

# Tabellenverzeichnis:

[Tabelle 1: Analyse des Umfangs - 9 -](#_Toc154144326)

[Tabelle 2: Definition der Suchterme - 11 -](#_Toc154144327)

# Abkürzungsverzeichnis:

HMIP *Homematic IP*

# Einleitung

## Zielsetzung der Arbeit

## Wissenschaftlicher Kontext und Relevanz

## Aufbau der Arbeit

# Grundlagen des maschinellen Lernens

## Klassifikation im überwachten Lernen

## Entscheidungsbäume: Struktur und Funktionsweise

## Random Forest: Ensemblebildung durch Bagging

## XGBoost: Gradient Boosting mit Regularisierung

## Evaluationsmetriken: Accuracy, Kreuzvalidierung, Brier Score

# Datengrundlage und Merkmalsgenerierung

## Beschreibung der Datenbasis (Bundesliga 2020–2024)

## Datenvorverarbeitung und Qualitätskontrolle

## Feature Engineering:

### Historische Leistungskennzahlen

### Formindikatoren und Tordifferenzen

### Elo-Rating und aggregierte Trends

## Zielvariable und Klassendefinition

# Modellarchitektur und Implementierung

## Struktur und Parameterwahl von XGBoost

## Struktur und Parameterwahl von Random Forest

## Trainingsprozess, Hyperparameteroptimierung, Modellkalibrierung

## Bereitstellung und Serialisierung des Modells

# Vergleichende Evaluation der Modelle

## Quantitative Modellbewertung (Accuracy, Cross-Validation, Brier Score)

## Analyse der Merkmalswichtigkeit

## Konsistenz und Robustheit der Vorhersagen

## Stärken und Schwächen der Verfahren im Anwendungskontext

# Diskussion

## Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf die Zielsetzung

## Validität und Generalisierbarkeit

## Methodische Limitationen

## Kritische Reflexion der Modellauswahl

# Fazit und Ausblick

## Zusammenfassung zentraler Befunde

## Methodischer und praktischer Erkenntnisgewinn

## Weiterführende Forschungsansätze

# Literaturverzeichnis:

AG, I. T. (2024). *Smart Home: Definition, Technik, Sicherheit - Infineon Technologies*. https://www.infineon.com/cms/de/discoveries/smart-home-basics/

Brocke, J. vom, Simons, A., Niehaves, B., Niehaves, B., Reimer, K., Plattfaut, R., & Cleven, A. (2009). *Reconstructing the giant: On the importance of rigour in documenting the literature search process*.

Cooper, H. M. (1988). Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews. *Knowledge in society*, *1*(1), 104.

Fink, A. (2019). *Conducting research literature reviews: From the internet to paper*. Sage publications.

*Funktion & Wärmequellen*. (o. J.). Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V. Abgerufen 27. Februar 2024, von https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/funktion-waermequellen/

*Fußbodenheizungscontroller: 12-fach, motorisch | Homematic IP*. (o. J.). Abgerufen 27. Februar 2024, von https://homematic-ip.com/de/produkt/fussbodenheizungscontroller-12-fach-motorisch

Haucap, J., & Meinhof, J. (2022). Die Strompreise der Zukunft. *Wirtschaftsdienst: Journal for Economic Policy*, *102*(Suppl 1), 53–60. Springer Nature Journals. https://doi.org/10.1007/s10273-022-3175-7

Hurlburt, G. (2023). The Edgy Nature of Green IT. *IT Professional, IT Prof.*, *25*(4), 17–20. IEEE Xplore Digital Library. https://doi.org/10.1109/MITP.2023.3298478

*Joule-Thomson-Effekt*. (o. J.). Abgerufen 27. Februar 2024, von https://www.chemie.de/lexikon/Joule-Thomson-Effekt.html

*Mini-Smart-Wi-Fi-Stecker, Energieüberwachung*. (o. J.). Abgerufen 27. Februar 2024, von https://www.tp-link.com/de/home-networking/smart-plug/tapo-p110m/

Rowe, F. (2014). What literature review is not: Diversity, boundaries and recommendations. *European Journal of Information Systems*, *23*(3), 241–255.

Rowley, J., & Slack, F. (2004). Conducting a literature review. *Management research news*, *27*(6), 31–39.

*Stellantrieb – motorisch | Homematic IP*. (o. J.). Abgerufen 27. Februar 2024, von https://homematic-ip.com/de/produkt/stellantrieb-motorisch

*Wandthermostat mit Luftfeuchtigkeitssensor | Homematic IP*. (o. J.). Abgerufen 27. Februar 2024, von https://homematic-ip.com/de/produkt/wandthermostat-mit-luftfeuchtigkeitssensor

Winkler, S., Günther, J., & Pfennig, R. (2023). Nachhaltige Digitalisierung oder Nachhaltigkeit durch Digitalisierung?: Eine qualitative Analyse. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, *60*(4), 815–836. Springer Nature Journals. https://doi.org/10.1365/s40702-023-00987-9