# Prognose makroökonomischer Größen, die als relevant für Wechselkursbildung gelten - Ein emergenzbasierter Ansatz

Fakultät für Wirtschaft

Studiengang BWL - Bank

Studienjahrgang 2015

Bachelorarbeit

DUALE HOCHSCHULE BADEN-WÜRTTEMBERG

VILLINGEN-SCHWENNINGEN

Bearbeiter: Chris Philippin

Betreuender Dozent: Prof. Dr. André Kuck

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis ..... I
Abkürzungsverzeichnis ..... IV
Abbildungsverzeichnis ..... VII
Tabellenverzeichnis ..... IX
Anhangverzeichnis ..... X
1. Einleitung ..... 1
1.1. Thema ..... 1
1.2. Zielsetzung und Vorgehen ..... 2
2. Devisenmarkt und makroökonomische Einflussgrößen ..... 3
2.1. Währungen und Devisen ..... 3
2.2. Devisenmärkte ..... 3
2.3. Wechselkurse ..... 5
2.4. Wechselkursregime ..... 6
2.5. Wechselkurstheorien ..... 8
2.5.1. Mundell-Fleming-Modell ..... 8
2.5.2. Zinsparitätentheorie ..... 11
2.5.3. Kaufkraftparitätentheorie ..... 12
2.6. Devisenhandel ..... 14
2.6.1. Finanzinstrumente ..... 14
2.6.2. Kassageschäfte ..... 15
2.6.3. Termingeschäfte bzw. Outright-Forwards ..... 15
2.7. Relevante makroökonomische Größen zur Wechselkursprognose in Standardtheorien und Praxis ..... 16
3. Emergente Gesetze ..... 16
3.1. Warum Emergente Gesetze? ..... 16
3.2. Einführung in die emergenzbasierte Statistik ..... 18
3.2.1. Emergenz ..... 18
3.2.2. Induktion und Falsifikation ..... 19
3.2.3. Wichtige Begrifflichkeiten ..... 21
3.2.4. Emergenzmenge und universelle Emergenzmenge ..... 22

3.2.5. Degree of inductive Verification ..... 23
3.2.6. Reliability ..... 24
3.2.7. Meta-Gesetze ..... 25
3.2.8. Prognose vs. Heuristik und T-Dominanz ..... 29
3.3. Beispiele ..... 30
3.3.1. Einfaches Emergentes Gesetz ..... 30
3.3.2. Emergentes Gesetz mit Auswahlregel ..... 31
3.3.3. Emergentes Gesetz mit Benchmark ..... 33
3.4. Knowledge-Net ..... 34
3.5. Modellbildungsprozess ..... 39
3.5.1. Gütemaße ..... 40
3.5.2. Modellarten ..... 41
3.5.3. Prognoseheuristiken ..... 42
3.5.4. Evaluierung ..... 43
3.6. KnowledgeWarehouse ..... 43
3.7. Lernendes System ..... 44
3.8. Induktives Filtern ..... 45
3.9. Vorteile des gewählten Ansatzes ..... 46
4. Datengrundlage ..... 48
4.1. Wechselkurse ..... 48
4.2. Makroökonomische Größen ..... 49
4.3. Datenaggregation ..... 53
4.4. Prognosegröße ..... 54
5. Prognoseergebnis ..... 55
5.1. Arbeitslosenquote ..... 55
5.2. Währungskurse ..... 60
5.3. Aktienindex ..... 62
5.4. Verbraucherpreisindex ..... 62
5.5. Importe und Exporte ..... 63
5.6. Geldmengenaggregate ..... 63
5.7. Häuserpreisindex ..... 64
6. Schlussfolgerung, kritische Würdigung und Fazit ..... 65
Anhang ..... 67

Literaturverzeichnis ..... 68
Selbstständigkeitserklärung ..... 75

# Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---|---|
| Abb. | Abbildung |
| Abs. | Absatz |
| AbsAb | Mittlerer absoluter Fehler |
| AG | Aktiengesellschaft |
| ai | Aktienindex |
| Art. | Artikel |
| Aufl. | Auflage |
| bi | Geschäftsklimaindex |
| BIP | Bruttoinlandsprodukt |
| brd | Bundesrepublik Deutschland |
| bzw. | beziehungsweise |
| cab | Leistungsbilanzsaldo |
| CD | Compact Disc |
| CHF | Schweizer Franken |
| CNY | Chinesischer Renminbi bzw. Yuan |
| cpi | Verbraucherpreisindex |
| DiV | Degree of inductive Verification |
| DKK | Dänische Krone |
| EUR | Euro |
| exp | Exporte |
| EZB | Europäische Zentralbank |
| f. | folgende Seite |

| | |
|---|---|
| FED | Federal Reserve Bank |
| ff. | folgende Seiten |
| fwfx | 3-Monats-Forwardrate |
| GBP | Great Britain Pound (Britisches Pfund) |
| gdp | Bruttoinlandsprodukt |
| hpi | Häuserpreisindex |
| HTML | Hypertext Markup Language |
| imp | Importe |
| IPYNB | IPython notebooks |
| i. V. m. | In Verbindung mit |
| ja | Japan |
| JPY | Japanischer Yen |
| KKP | Kaufkraftparitätentheorie |
| Max | Maximum |
| Mean | Mittelwert |
| Min | Minimum |
| Mrd. | Milliarden |
| m0 | Geldmenge M0 |
| m1 | Geldmenge M1 |
| m2 | Geldmenge M2 |
| m3 | Geldmenge M3 |
| NO2 | Stickstoffdioxid |
| Nr. | Nummer |
| o. J. | ohne Jahr |

| | |
|---|---|
| o. V. | ohne Verfasser |
| ppi | Produzentenpreisindex |
| pr | Zentralbankzins |
| QAb | Mittlerer quadrierte Fehler |
| r | Korrelation |
| $r^2$ | Bestimmtheitsmaß |
| S. | Seite |
| S&P 500 | Standard & Poor's 500 - Index der 500 größten börsennotierten US-amerikanischen Unternehmen |
| Rel | Reliability |
| T | Emergenzmenge |
| TU | Universelle Emergenzmenge |
| uk | Großbritannien |
| ur | Arbeitslosenquote |
| us | Vereinigte Staaten von Amerika |
| USA | Vereinigte Staaten von Amerika |
| USD | US-amerikanischer Dollar |
| UTC | Koordinierte Weltzeit (entspricht Mitteleuropäischer Zeit -1 Stunde) |
| vgl. | vergleiche |
| YEN | Japanischer Yen |
| z.B. | Zum Beispiel |
| ZES | Zentrum für Emergenzbasierte Statistik |
| ZPT | Zinsparitätentheorie |

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - CNY/USD als Beispiel für einen fixen Wechselkurs ..... 6
Abbildung 2 - DKK/EUR als Beispiel für einen Wechselkurs mit Bandbreite ..... 7
Abbildung 3 - CHF/EUR als Beispiel für einen Wechselkurs mit Obergrenze ..... 8
Abbildung 4 - IS-LM-Modell ..... 9
Abbildung 5 - Zinsparitätentheorie ..... 13
Abbildung 6 - Devisenhandelsumsätze nach Art der Transaktion ..... 14
Abbildung 7 - Induktion und Deduktion ..... 19
Abbildung 8 - Induktionsschluss ..... 20
Abbildung 9 - Emergenzmenge und Universelle Emergenzmenge ..... 23
Abbildung 10 - Degree of inductive Verification ..... 23
Abbildung 11 - Prognosequalität und Reliability ..... 25
Abbildung 12 - Mindest-Reliability 0,8 ..... 26
Abbildung 13 - Reliability nach DiV-Klassen ..... 27
Abbildung 14 - Einfaches Emergentes Gesetz - Verbraucherpreisindex ..... 30
Abbildung 15 - Gleitender Mittelwert BIP USA ..... 31
Abbildung 16 - Emergentes Gesetz mit Auswahlregel - BIP USA ..... 32
Abbildung 17 - Emergentes Gesetz mit Benchmark - BIP USA vs. BIP UK ..... 33
Abbildung 18 - Bildung eines Knowledge-Net ..... 35
Abbildung 19 - Knowledge-Net - Arbeitslosenquote in Deutschland ..... 35
Abbildung 20 - Peer-Group am Beispiel Lending-Club ..... 36
Abbildung 21 - Peer-Group - Evaluation am Beispiel Lending-Club ..... 37
Abbildung 22 - Beispiel in-sample-out-of-sample-Übertragung ..... 38
Abbildung 23 - Auf einem Knowledge-Net basierendes lernendes System ..... 45
Abbildung 24 - Problem Current-Account Balance am Beispiel der prozentualen Veränderung (links) und der Differenzen (rechts) der cab in den USA ..... 52
Abbildung 25 - cab/gdp am Beispiel USA ..... 52
Abbildung 26 - Handelszeiten ..... 54
Abbildung 27 - Prognoseheuristiken Arbeitslosenquote Deutschland ..... 56
Abbildung 28 - Prognoseheuristiken Arbeitslosenquote Deutschland mit Objektauswahlregeln ..... 56
Abbildung 29 - Knowledge-Net Arbeitslosenquote in Deutschland ..... 57

Abbildung 30 - Übertragung der Prognoseheuristiken zur Arbeitslosenquote in Deutschland - 0-Modell ..... 58
Abbildung 31 - Übertragung der Prognoseheuristiken zur Arbeitslosenquote in Deutschland - Vollständiges Modell ..... 59
Abbildung 32 - Übertragung der Prognoseheuristiken zur Arbeitslosenquote in Deutschland - out-of-sample ..... 59
Abbildung 33 - Prognoseheuristiken zur Arbeitslosenquote in den USA ..... 60
Abbildung 34 - Auszug KnowledgeWarehouse - Währungen ..... 61
Abbildung 35 - Auszug KnowledgeWarehouse - Aktienindizes ..... 62
Abbildung 36 - Prognoseheuristiken zum Verbraucherpreisindex in Deutschland 62
Abbildung 37 - Prognoseheuristiken zu den deutschen Exporten ..... 63
Abbildung 38 - Auszug KnowledgeWarehouse - Geldmengen ..... 64
Abbildung 39 - Prognoseheuristiken zum amerikanischen Häuserpreisindex ..... 65

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Meta-Gesetz - DiV/Rel-Level ..... 28
Tabelle 2 - Prognoseheuristiken ..... 42
Tabelle 3 - Makroökonomische Größen ..... 49
Tabelle 4 - Einteilung der Makroökonomischen Größen in Gruppen ..... 50
Tabelle 5 - Endogene Variablen ..... 50
Tabelle 6 - Exogene Variablen ..... 51

# Anhangverzeichnis


| Nr: | Titel des Anhangs bzw. Dateiname (Hinweise in Klammern) | Seite |
|---|---|---|
| 1 | ipynb-Python-Notebook (Makro_Daten_Philippin_V5.ipynb) | CD |
| 2 | HTML-Python-Notebook (Makro_Daten_Philippin_V5.html) | CD |
| 3 | Vollständiges KnowledgeWarehouse (KnowledgeWarehouse.accdb) | CD |
| 4 | Reliability nach DiV-Klassen - weitere Beispiele | 67 |
| 5 | Übersicht Datensatz (datenuebersicht.png) | CD |
| 6 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_ai.png | CD |
| 7 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_bi.png | CD |
| 8 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_cab.png | CD |
| 9 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_CHFJPY.png | CD |
| 10 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_CHFUSD.png | CD |
| 11 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_cpi.png | CD |
| 12 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_EURCHF.png | CD |
| 13 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_EURGBP.png | CD |
| 14 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_EURJPY.png | CD |
| 15 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_EURUSD.png | CD |
| 16 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_exp.png | CD |
| 17 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_fwfx.png | CD |
| 18 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_GBPCHF.png | CD |
| 19 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_GBPJPY.png | CD |
| 20 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_GBPUSD.png | CD |
| 21 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_hpi.png | CD |
| 22 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_imp.png | CD |
| 23 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_m0.png | CD |
| 24 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_m1.png | CD |
| 25 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_m2.png | CD |
| 26 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_m3.png | CD |
| 27 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_ppi.png | CD |

| | | |
|---|---|---|
| 28 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_pr.png | CD |
| 29 | in-sample-out-of-sample-Übertragung_ur.png | CD |
| 30 | exp_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 31 | exp_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 32 | exp_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 33 | exp_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 34 | exp_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 35 | imp_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 36 | imp_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 37 | imp_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 38 | imp_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 39 | imp_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 40 | imp_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 41 | hpi_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 42 | hpi_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 43 | hpi_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 44 | hpi_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 45 | hpi_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 46 | hpi_cpi_housing_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 47 | hpi_cpi_housing_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 48 | hpi_cpi_housing_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 49 | hpi_cpi_housing_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 50 | m0_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 51 | mo_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 52 | m0_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 53 | m0_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 54 | m0_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 55 | mo_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 56 | m1_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 57 | m1_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 58 | m1_eurozone (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |

| | | |
|---|---|---|
| 59 | m1_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 60 | m1_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 61 | m1_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 62 | m1_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 63 | m2_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 64 | m2_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 65 | m2_eurozone (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 66 | m2_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 67 | m2_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 68 | m2_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 69 | m3_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 70 | m3_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 71 | m3_eurozone (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 72 | m3_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 73 | m3_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 74 | ppi_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 75 | ppi_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 76 | ppi_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 77 | ppi_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 78 | ppi_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 79 | ppi_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 80 | ai_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 81 | ai_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 82 | ai_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 83 | ai_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 84 | ai_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 85 | ai_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 86 | bi_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 87 | bi_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 88 | bi_eurozone (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 89 | bi_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |

| | | |
|---|---|---|
| 90 | bi_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 91 | bi_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 92 | bi_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 93 | cab_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 94 | cab_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 95 | cab_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 96 | cab_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 97 | cab_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 98 | cab_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 99 | cpi_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 100 | cpi_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 101 | cpi_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 102 | cpi_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 103 | cpi_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 104 | cpi_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 105 | fwfx_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 106 | fwfx_euro (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 107 | fwfx_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 108 | fwfx_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 109 | fwfx_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 110 | gdp_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 111 | gdp_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 112 | gdp_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 113 | gdp_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 114 | gdp_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 115 | gdp_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 116 | pr_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 117 | pr_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 118 | pr_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 119 | pr_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 120 | pr_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |

| | | |
|---|---|---|
| 121 | pr_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 122 | ppi_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 123 | ppi_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 124 | ppi_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 125 | ppi_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 126 | ppi_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 127 | ppi_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 128 | ur_Quelle (als xlsx-Datei) | CD |
| 129 | ur_brd (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 130 | ur_ja (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 131 | ur_swiss (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 132 | ur_uk (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 133 | ur_us (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 134 | EURCHF (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 135 | EURGBP (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 136 | EURJPY (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 137 | EURUSD (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 138 | CHFJPY (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 139 | CHFUSD (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 140 | GBPCHF (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 141 | GBPJPY (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |
| 142 | GBPUSD (jeweils als xlsx- und csv-Datei) | CD |

# 1. Einleitung

## 1.1. Thema

*"Ich habe mich in Voraussagen über Währungsrelationen noch nie geirrt. Einfach deshalb, weil ich keine abgegeben habe."*

- Hermann Josef Abs[1]

Der ehemalige Vorstandssprecher und Aufsichtsratsvorsitzende der Deutsche Bank AG suggeriert mit seiner Aussage, dass es am besten sei, keine Devisenkursprognosen zu tätigen. Der Mitgründer von Sony stellt jedoch klar, dass die Auseinandersetzung mit dem Devisenmarkt für moderne Unternehmen essenziell ist:

*„Unter den heutigen Bedingungen sind Spitzenmanager gezwungen, sich mehr mit dem Geld- und Devisenmarkt auseinanderzusetzen als mit dem langfristigen Gedeihen ihres Unternehmens“*

- Akio Morita[2]

Wenn man sich nun vor Augen führt, dass das Handelsvolumen am Devisenmarkt in 2016 15-mal so hoch war wie das Handelsvolumen am Aktienmarkt, wird schnell deutlich, welche Bedeutung dieser Teilmarkt des Kapitalmarkts hat.[3]

Ein geeignetes Modell zur Wechselkursprognose scheint also notwendig zu sein. Es scheint sogar logisch, dass geeignete Modelle von bedeutenden Marktteilnehmern verwendet werden.

Doch die Modelle die heute immer noch Anwendung finden sind wie Kapitel 3.1. dieser Arbeit zeigen wird, nur schwer bzw. kaum für verlässliche Wechselkursprognosen geeignet.

Die in jüngster Zeit in der Unternehmensbewertung diskutierte Idee prognostizierte Fremdwährungs-Cash-Flows mit Forward-Rates umzurechnen zeigt den Wunsch

---

[1] Abs, Hermann Josef zitiert bei Spiegel, 1988, S. 154

[2] Morita, Akio zitiert bei Bloss, Michael et alii, 2009, S. 148

[3] Vgl. Statista, 2018a i. V. m. Statista, 2018b

auf, eine komfortable Lösung zu finden um zukünftige Wechselkurse darzustellen. Eine in diesem Zusammenhang erstellte Studie stellt jedoch nicht nur klar, dass die Verwendung von Forward Rates nicht geeignet ist um Wechselkursentwicklungen adäquat zu prognostizieren, sie betont außerdem, dass Wechselkurse in einem Geflecht aus vielen makroökonomischen Fundamentalgrößen stehen.[4]

Der Kern dieser Arbeit soll daher die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Devisenmarkt, den bedeutendsten makroökonomischen Größen sowie die Prognostizierbarkeit dieser Größen bzw. der Devisenkurse selber sein.

## 1.2. Zielsetzung und Vorgehen

Ziel dieser Arbeit ist die Anwendung eines alternativen Ansatzes zur Prognose von Devisenkursen bzw. den makroökonomischen Größen, die als relevant für den Devisenmarkt gelten.

Um dieses Ziel zu erreichen, werden zuerst in Kapitel 2. die Grundlagen bzw. Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit dem Devisenmarkt erläutert.

Anschließend werden die gängigen Makroökonomischen Theorien im Zusammenhang mit Devisenkursbildung erläutert. In diesem Rahmen wird verdeutlicht, welche makroökonomischen Größen in den folgenden Kapiteln zur Kursprognose herangezogen werden bzw. als zu prognostizierende Größe dienen.

In Kapitel 3. wird im Anschluss der alternative Ansatz, also konkret die emergenzbasierte Statistik vorgestellt.

Anschließend werden in Kapitel 4. die Datenbasis sowie die konkreten Prognoseziele erläutert.

Danach werden In Kapitel 5. einige ausgewählte Ergebnisse dieser Arbeit dargestellt und exemplarisch erläutert. Eine komplette Übersicht der Ergebnisse ist in Anhang 3 mitgeliefert.

---

[4] Vgl. Schultheiß; Schultze, 2018, S. 155

Abschließend wird das erzielte Ergebnis in Kapitel 6. in einem Fazit zusammengefasst und kritisch hinterfragt bzw. eine Übersicht über Verbesserungsmöglichkeiten gegeben.

Sämtliche Berechnungen im Rahmen dieser Arbeit erfolgten auf einem vom IT-Service-Center der Dualen Hochschule Baden-Württemberg bzw. dem Zentrum für Emergenzbasierte Statistik (ZES) zur Verfügung gestellten Server. Die Berechnungen wurden mit Python in einem jupyter-Notebbok durchgeführt (vgl. Anhang 1 bzw. Anhang 2). Die Ergebnisse wurden im Anschluss in eine Access-Datenbank überführt (vgl. Anhang 3).

# 2. Devisenmarkt und makroökonomische Einflussgrößen

## 2.1. Währungen und Devisen

Grundsätzlich wird zwischen Devisen und Währungen unterschieden. Während der Begriff Währungen nur Münzen und Bargeld umfasst, versteht man unter dem Begriff Devisen Forderungen und Verbindlichkeiten in Fremdwährung. [5]

## 2.2. Devisenmärkte

Als Markt bezeichnet man aus wirtschaftswissenschaftlicher Sicht den Ort, an dem Angebot und Nachfrage bezüglich bestimmter Güter aufeinandertreffen und Preise ermittelt werden. Am Devisenmarkt treffen das Angebot und die Nachfrage nach Devisen aufeinander und ermöglichen somit einen Handel zum entsprechenden Devisenkurs. [6] Im Vergleich zu den anderen bedeutenden Märkten in einer Volkswirtschaft wie dem Rohstoffmarkt, dem Aktienmarkt oder dem Rentenmarkt gibt es einige besondere Merkmale des Devisenmarktes, auf die im Folgenden kurz eingegangen wird.

24h-Handel:

Bei Aktien ist außerhalb der Haupt-Trading-Zeiten an der jeweiligen Börse in der Regel so wenig Liquidität vorhanden, dass kein Handel zustande kommt. Es kommt

[5] Vgl. Metz, 2006, S.31

[6] Vgl. Wang, 2008, S.1

nach Börsenschluss zu Kurslücken und Aufträge werden erst nach Öffnung der Börse am nächsten Handelstag ausgeführt (Slippage). Am Devisenmarkt ist das anders, die wichtigsten Währungspaare werden unter den wichtigen Marktteilnehmern 24 Stunden mit einem relativ konstanten Spread gehandelt, es werden 24 Stunden immer wieder Kurse gestellt. Es kann also z.B. bereits um 04:00 Uhr UTC EUR/USD Dollar in ausreichendem Volumen in Japan gehandelt werden, obwohl in Europa und den USA noch keine Börse geöffnet hat.[7]

Liquidität und Volumen des Devisenmarkts:

Der Devisenmarkt hat im Vergleich zu den anderen Finanzmarkt-Teilmärkten eine sehr große Liquidität. So betrug das weltweite durchschnittliche Handelsvolumen im Jahr 2016 5,088 Billionen USD. [8] Im Vergleich dazu betrug das weltweite durchschnittliche Handelsvolumen am Aktienmarkt in 2016 nur 0,33 Billionen USD. [9] Dieses große Volumen sorgt für geringe Transaktionskosten (z.B. Spreads). Es sorgt außerdem dafür, dass der Devisenmarkt weniger anfällig für Marktmanipulation und Insiderhandel ist. Einzelne Marktteilnehmer können mit den ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln kaum starke Kursbewegungen auslösen.[10]

Short-Positionen:

Das Tauschgeschäft am Devisenmarkt (Währung gegen Währung) unterscheidet sich vom Tauschgeschäft am Aktienmarkt (Währung gegen Aktie) nicht. Es bietet jedoch einen erheblichen Vorteil. Am Aktienmarkt kann, ohne den Einsatz von Leerverkäufen, Optionen oder Futures, nicht auf fallende Kurse einer Aktie spekuliert werden. Am Devisenmarkt ist eine Spekulation auf fallende Kurse ohne weiteres möglich, so kann auf eine fallende Heimatwährung spekuliert werden, indem eine andere Währung gekauft wird.[11]

---

[7] Vgl. Metz, 2006, S.53

[8] Vgl. Statista, 2018a

[9] Vgl. Statista, 2018b

[10] Vgl. Metz, 2006, S.55

[11] Vgl. Metz, 2006, S.51

## 2.3. Wechselkurse

Im Rahmen der Notierung von Wechselkursen unterscheidet man zwischen Mengennotierung und Preisnotierung. Die Mengennotierung zeigt, wie viele Einheiten der Fremdwährung man für eine Einheit der eigenen Währung erhält. [12] Für einen Europäer lautet die Notierung des Euro zum Beispiel 1,1 EUR/USD, also 1 € entspricht 1,10 USD. Die Mengennotierung ist auch die für den Euro genutzte Notierung.[13]

Demgegenüber steht die Preisnotierung, sie entspricht dem Kehrwert der Mengennotierung und gibt also an, wie viele Einheiten der inländischen Währung eine Einheit der ausländischen Währung kostet. Also 0,91 USD/EUR.[14]

[12] Vgl. Metz, 2006, S. 35

[13] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2018a

[14] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2018b

## 2.4. Wechselkursregime

Als Wechselkursregime bezeichnet man die Art und Wiese wie sich die Relation zwischen zwei Währungen bildet. Im Wesentlichen kann hier zuerst zwischen den beiden Extremformen fixer und flexibler Wechselkurs unterschieden werden.

Fixer Wechselkurs:

In einem System fixer (fester) Wechselkurse wird das Austauschverhältnis zwischen den beiden beteiligten Währungen langfristig festgeschrieben. Die Zentralbank bzw. die beiden Zentralbanken intervenieren also permanent, um den Wechselkurs auf dem festgeschriebenen Niveau zu halten.[15] Ein fixer Wechselkurs zwischen CNY und USD zwischen 1995 und 2005 ist in Abbildung 1 gut zu erkennen.

*Abbildung 1 - CNY/USD als Beispiel für einen fixen Wechselkurs*

*Quelle: Thomson Reuters*

Flexibler Wechselkurs:

In einem System flexibler Wechselkurse bildet sich der Kurs durch Angebot und Nachfrage, es erfolgt keine Intervention der Zentralbanken. [16]

Neben diese beiden Formen gibt es noch diverse Mischformen. So zum Beispiel die Wechselkursbandbreiten (Pegged within a band). Hier bildet sich der Wechselkurs grundsätzlich frei, die Zentralbank überwacht jedoch die Einhaltung einer

[15] Vgl. Büter, 2013, S. 365

[16] Vgl. Büter, 2013, S. 365

Bandbreite. Sollte diese Bandbreite verlassen werden, interveniert die Zentralbank wieder entsprechend. Ein Beispiel hier ist die Dänische Krone, sie wird in einer Bandbreite von 2,25 % zum Euro gehalten.[17] Dies ist in Abbildung 2 sehr gut ab dem Jahr 1999 zu erkennen. Die kleinen Kursschwankungen innerhalb der vorgegebenen Bandbreite sind gut zu erkennen.

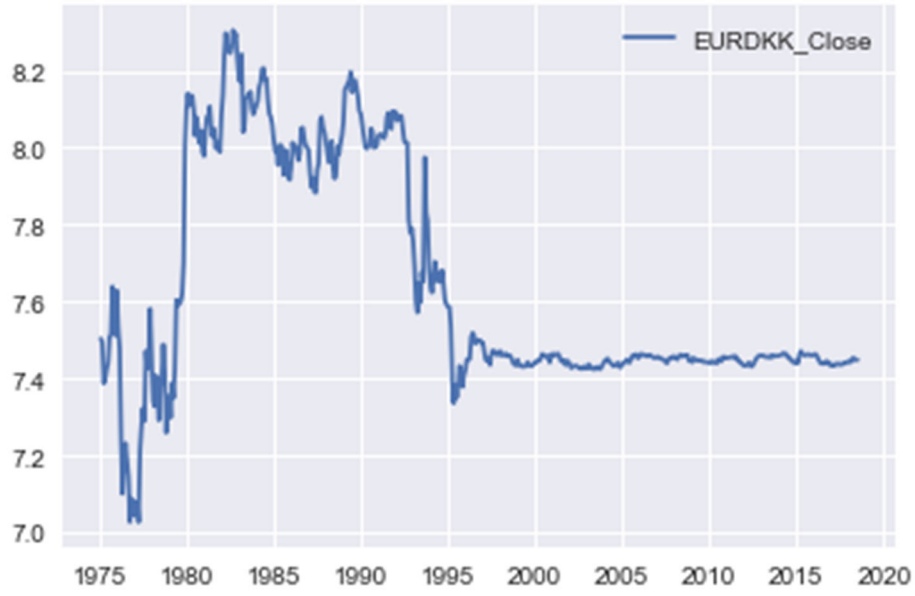



*Abbildung 2 - DKK/EUR als Beispiel für einen Wechselkurs mit Bandbreite*

*Quelle: Eigene Darstellung, Daten aus Thomson Reuters*

Ein anderes Beispiel für eine Mischform ist der Wechselkurs mit Ober- oder Untergrenze. Beispielhaft kann man hier den Schweizer Franken heranzeihen. Um die ständige Aufwertung gegenüber dem Euro zu unterbinden, hat die Schweizer Notenbank am 6. September 2011 eine Obergrenze zum Euro bei 1,20 festgelegt und einseitig ohne Kooperation mit der EZB durch Devisenkäufe gehalten.[18] Am 15. Januar 2015 hat sie diese Obergrenze aufgehoben, weil sich die Überbewertung des CHF in der Zwischenzeit verringert hatte. [19]

[17] Vgl. IMF, 2003

[18] Vgl. Schweizerische Nationalbank, 2011

[19] Vgl. Schweizerische Nationalbank, 2015

Auch diese Entwicklung ist in Abbildung 3 gut zu erkennen:

*Abbildung 3 - CHF/EUR als Beispiel für einen Wechselkurs mit Obergrenze*

*Quelle: Eigene Darstellung, Daten aus Thomson Reuters*

## 2.5. Wechselkurstheorien

In der Volkswirtschaft existieren verschiedene Theorien, die versuchen die Veränderung von Wechselkursen zu beschreiben. Vorherrschend sind hier Ansätze, die sich auf Stromgrößenänderungen beziehen. Hier sind im Wesentlichen das Mundell-Fleming-Modell, die Zinsparitätentheorie und die Kaufkraftparitätentheorie zu nennen, auf die im Folgenden eingegangen werden soll.[20]

### 2.5.1. Mundell-Fleming-Modell

Das Mundell-Fleming-Modell greift auf die Annahmen des keynsianisch geprägten IS-LM-Modell zurück und erweitert dieses in sich abgeschlossene Modell um die Außenwirtschaft in Form des Leistungsbilanzsaldos (häufig auch FE-Kurve genannt).

[20] Vgl. Gärtner; Lutz, 2009, S. 22f

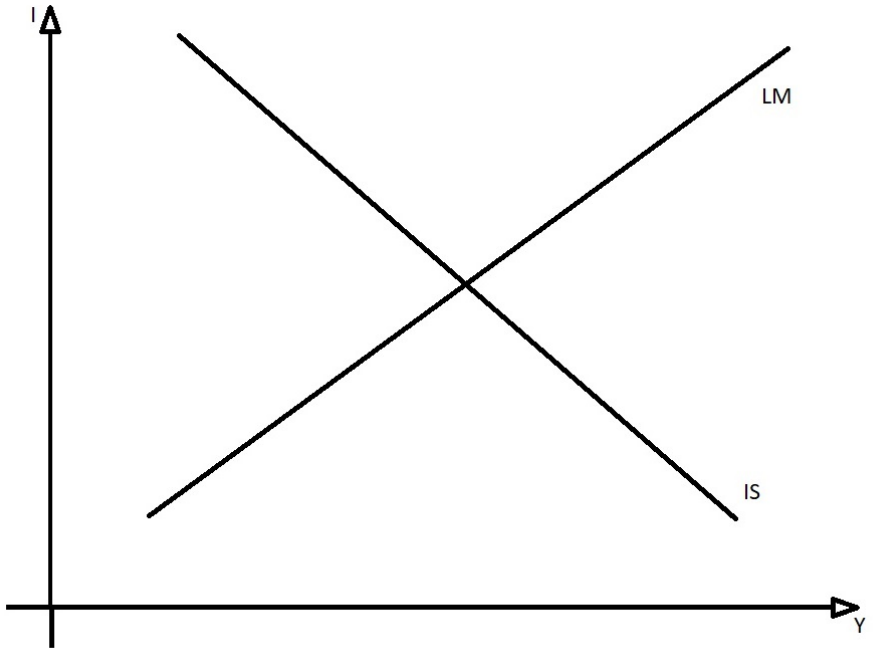



*Abbildung 4 - IS-LM-Modell*

*Quelle: Eigene Darstellung*

Die vier Faktoren im IS-LM-Modell, expansive bzw. restriktive Fiskalpolitik und expansive bzw. restriktive Geldpolitik wirken im Mundell-Fleming-Modell abhängig von der Art des Wechselkursregimes in unterschiedlichem Maße auf den Wechselkurs.[21] Im Folgenden werden nur die idealtypischen Regime fixer und variabler Wechselkurs betrachtet.

So führt in einem System flexibler Wechselkurse eine expansive Fiskalpolitik zu einer Rechtsverschiebung der IS-Kurve. Der neue Schnittpunkt bei nun erhöhtem Output bedingt einen höheren Zins. Durch diesen höheren Zins, der nun oberhalb des „fairen Zins“, den ausländische Kapitalgeber fordern würden, liegt, sind diese nun geneigt im Inland zu investieren. Diese Erhöhung der Nachfrage nach der inländischen Währung sorgt für ein Aufwerten der inländischen Währung, was zu einem Rückgang der Exporte und somit einem Rückgang des Outputs führt, was die IS-Kurve wieder nach links verschiebt. Eine expansive Fiskalpolitik hat also keine bzw. nur eine kurzfristige Auswirkung auf den Wechselkurs.[22]

[21] Vgl. Gärtner; Lutz, 2009, S. 55

[22] Vgl. Gärtner; Lutz, 2009, S. 38f

Ganz anders sieht es bei einer expansiven Fiskalpolitik in einem System fixer Wechselkurse aus. Zunächst einmal ist der Effekt derselbe, die Rechtsverschiebung der IS-Kurve führt ebenfalls zu einer erhöhten Nachfrage der inländischen Währung aus dem Ausland und somit zu einem steigen des Wechselkurs. Genau das versuchen die Zentralbanken in einem System fixer Wechselkurse aber durch Interventionen zu verhindern. Die Zentralbank beginnt also die eigene Währung durch Ausweitung der Geldmenge und einem damit verbundenen niedrigeren Zins zu schwächen. Hierdurch verschiebt sich die LM-Kurve ebenfalls nach rechts und zwar genau bis zu dem Punkt, an dem der Zinssatz wieder gleich ist. Hier hat sich also der Output erhöht.[23]

Beide Beispiele zeigen, dass die Fiskalpolitik einen Einfluss auf den Wechselkurs hat.

Das gleiche gilt ebenso für die Geldpolitik. So bewirkt eine expansive Geldpolitik eine Rechtsverschiebung der LM-Kurve. Der neue Schnittpunkt liegt also bei niedrigerem Zins und erhöhtem Output. Dieser niedrigere Zins sorgte dafür, dass ausländische Kapitalgeber sowie Inländer geneigt sind im Ausland zu investieren, was die Nachfrage nach der Inländischen Währung verringert und somit zu einer Abwertung der inländischen Währung führt.

In einem System flexibler Wechselkurse führt diese Abwertung der Währung zu einer Erhöhung der Exportnachfrage und einem steigenden Output und somit einer Rechtsverschiebung der IS-Kurve. Der Output steigt also noch weiter.[24]

In einem System fixer Wechselkurse muss die Zentralbank aufgrund der Abwertung der eigenen Währung wieder intervenieren, was sie tut, indem sie die ausländische Währung verkauft. Dieser Verkauf der Fremdwährung zugunsten der eigenen Währung verringert das Angebot an inländischer Währung und löst somit eine Linksverschiebung der LM-Kurve aus, was die vorherige Rechtsverschiebung wieder neutralisiert.[25]

---

[23] Vgl. Gärtner; Lutz, 2009, S. 41f

[24] Vgl. Gärtner; Lutz, 2009, S. 40

[25] Vgl. Gärtner; Lutz, 2009, S. 42f

Alles in allem kann man also sagen, dass Veränderungen des Leistungsbilanzsaldos also auf die eine oder andere Art und Weise, Auswirkungen auf den Wechselkurs haben.[26]

Das Mundell-Fleming-Modell identifiziert also den Leistungsbilanzsaldo, Importe und Exporte als die wichtigen makroökonomischen Größen für den Wechselkurs. Diese Größen sollen im Rahmen dieser Arbeit genauer betrachtet werden. Siehe hierzu Kapitel 2.7.

### 2.5.2. Zinsparitätentheorie

Der Zinsparitätenansatz hat sich als Mittel zur kurzfristigen Erklärung von Wechselkursänderungen in der Literatur herausgebildet. Er erklärt Wechselkursänderungen mit Hilfe von internationalen Kapitalströmen. Die Zinsparität unterstellt, dass die inländische Rendite der ausländischen Rendite entspricht. Das setzt jedoch voraus, dass Aktiva mit vergleichbarer Risikostruktur in jedem Land die gleiche Renditeerwartung aufweisen. Hier sind also alle Kapitalmarktteilnehmer ertragsorientiert, risikoneutral und völlig indifferent hinsichtlich der Zusammensetzung ihres Portfolios. [27]

Bei der Zinsparitätentheorie nutzen Investoren jede vorhandene Arbitragemöglichkeit und sorgen dafür, dass Zinsunterschiede zwischen den Ländern durch Wechselkurse ausgeglichen werden. [28]

Grundsätzlich wird im Zusammenhang mit der Zinsparitätentheorie (ZPT) zwischen der gedeckten und der ungedeckten ZPT unterschieden.

Bei der gedeckten ZPT wird davon ausgegangen, dass sich alle Marktteilnehmer am Terminmarkt gegenüber Wechselkursänderungen absichern. Demgegenüber nutzen Anleger bei der ungedeckten ZPT nicht die Möglichkeit, um sich gegen Wechselkursänderungen abzusichern, sondern versuchen diese gewinnbringend zu verwenden. [29]

---

[26] Vgl. Wang, 2008, S.139

[27] Vgl. Moritz; Stadtmann, 2010, S. 145

[28] Vgl. Dreger, 1996, S. 75

[29] Vgl. Wang, 2008, S. 49

Die Zinsparitätentheorie identifiziert also Zinsen bzw. Relationen zwischen Zinsen sowie Geldmengenveränderungen als die wichtigen makroökonomischen Größen für den Wechselkurs. Diese Größen sollen im Rahmen dieser Arbeit ebenfalls genauer betrachtet werden. Siehe hierzu Kapitel 2.7.

### 2.5.3. Kaufkraftparitätentheorie

Die Kaufkraftparitätentheorie (KKP) gilt als älteste Wechselkurstheorie und identifiziert Preisniveauänderungen der jeweiligen Handelspartner als Ursache für Wechselkursänderungen.

Die absolute Form der KKP liegt vor, wenn ein Warenkorb im In- und Ausland nach Umrechnung mit den entsprechenden Wechselkursen, den selben Preis hat.

Auch diese Theorie setzt wieder einige Prämissen voraus. Hierzu zählen keine Handelshemmnisse, keine Transportkosten, das Vorliegen eines vollkommenen Markts sowie eine uneingeschränkte Handelbarkeit aller im Warenkorb enthaltenen Güter zwischen den Ländern.[30]

Dieser Zusammenhang wird in Abbildung 5 deutlich. Hier wurde die Entwicklung der Verbraucherpreise bzw. der Relation im oberen Bild der Entwicklung der Wechselkurse im unteren Bild gegenübergestellt. In der Idealform der KKP sollte der reale Wechselkurs eigentlich konstant bleiben. Durch die starken Schwankungen ist die KKP zumindest zwischen USA und Deutschland nicht erfüllt.

[30] Vgl. Moritz; Stadtmann, 2010, S. 127

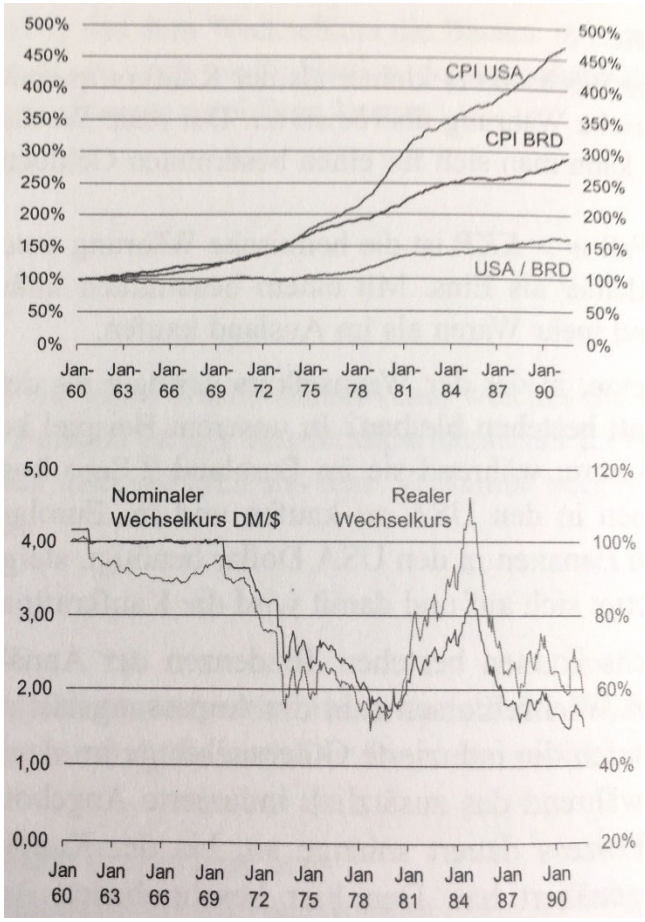



*Abbildung 5 - Zinsparitätentheorie*

*Quelle: Moritz; Stadtmann, 2010, S. 130*

Die KKP hat noch einige weitere Schwächen, auf die im Folgenden kurz eingegangen wird. So verwenden einzelne Staaten unterschiedliche Arten von Inflationsmessung. Auch die zugrunde liegenden Warenkörbe sind häufig unterschiedlich gewichtet oder die enthaltenen Güter sind nicht vollständig homogen. [31]

Ein weiteres Problem der enthaltenen Güter ist die teilweise sehr eingeschränkte oder fehlende Wandelbarkeit. So sind Immobilien oder Bahntickets zwar im Warenkorb enthalten und beeinflussen mit ihrem Gewicht teils erheblich die jeweilige Inflationsmessung und somit die Kaufkraft, sind aber zwischen den Ländern nicht handelbar. [32] Insgesamt kann man sagen, dass sich die KKP insbesondere für kurzfristige Wechselkursprognosen nicht eignet. Trotzdem wird sie

[31] Vgl. Moritz; Stadtmann, 2010, S. 131

[32] Vgl. Moritz; Stadtmann, 2010, S. 132

in der Praxis immer wieder zur Kursprognose herangezogen, da es einfach ist mit ihr eine vermeintliche Über bzw. Unterbewertung einer Währung zu ermitteln. Hier ist jedoch anzumerken, dass die Wahl des verwendeten Basiszeitpunkts erheblichen Einflusses auf die Feststellung einer Über bzw. Unterbewertung hat.[33]

Die Kaufkraftparitätentheorie identifiziert also das Preisniveau bzw. Relationen zwischen Preisniveaus als die wichtigen makroökonomischen Größen für den Wechselkurs. Diese Größen sollen im Rahmen dieser Arbeit ebenfalls genauer betrachtet werden. Siehe hierzu Kapitel 2.7.

## 2.6. Devisenhandel

Im Devisenhandel existieren diverse Arten von Geschäften. Die für das Verständnis dieser Arbeit erforderlichen Geschäfte werden im Folgenden kurz erläutert.

### 2.6.1. Finanzinstrumente

Wenn man die Devisenumsätze nach der Art der Transaktion aufschlüsselt fällt auf, dass es verschiedene Arten von Geschäften am Devisenmarkt bzw. Finanzinstrumente am Devisenmarkt gibt. Die folgende Abbildung 6 verdeutlicht welchen Anteil die einzelnen Geschäfte/Finanzinstrumente am deutschen bzw. weltweiten Devisenhandel haben.

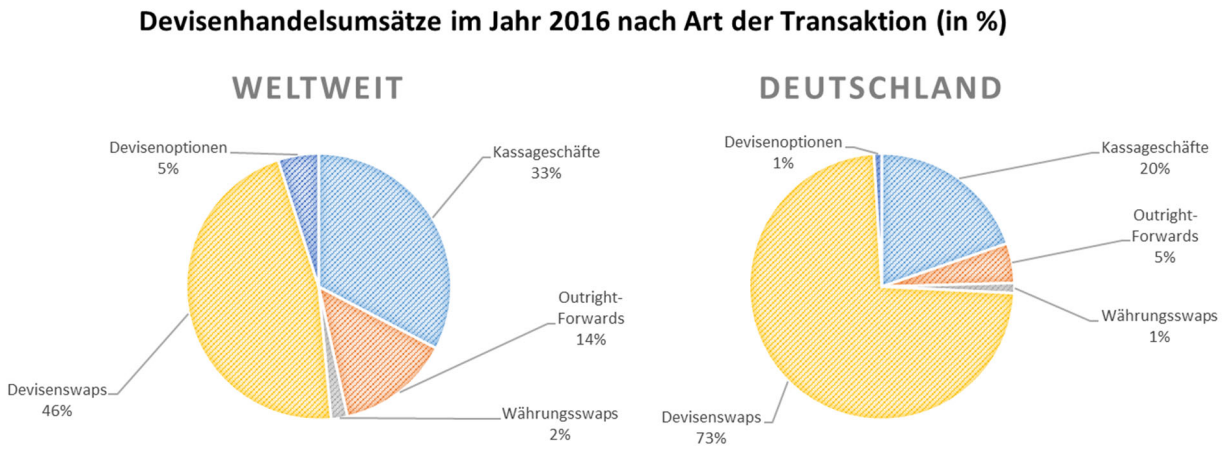



*Abbildung 6 - Devisenhandelsumsätze nach Art der Transaktion*

*Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Deutsche Bundesbank, 2016 und BIZ, 2016, S. 6*

[33] Vgl. Ochynski, 2004, S 273

### 2.6.2. Kassageschäfte

Bei einem Kassageschäft erfolgt der Kauf oder Verkauf einer Währung sofort zum aktuellen Kurs (auch Kassakurs oder Spot Rate genannt). [34] Sofort bedeutet, dass die physische Lieferung spätestens zwei Bankarbeitstage nach Abschluss des Geschäfts erfolgt.[35] Dieses so genannte Settlement erfolgt in der Regel nicht durch physische Auslieferung, sondern durch Verrechnung der Devisenguthaben der beteiligten Banken. [36] Mit einem Anteil von 33 % bzw. 22 % sind die Kassageschäfte vom Volumen zwar nicht größte Transaktionsart, ihnen kommt aber trotzdem eine große Bedeutung zu, denn sie bilden die Grundlage für die im Folgenden erläuterten Finanzinstrumente.

### 2.6.3. Termingeschäfte bzw. Outright-Forwards

Im Gegensatz zur sofortigen Abrechnung beim Devisenkassageschäft, erfolgt die Abrechnung hier zu einem bei Abschluss des Geschäfts vereinbarten Kurs zu einem Zeitpunkt in der Zukunft.[37] Sie stellen somit eine Form eines unbedingten Termingeschäfts dar. [38] Forwards sind nicht standardisiert und stellen immer eine Vereinbarung zwischen den beiden Vertragsparteien dar und werden daher ausschließlich Over-The-Counter (OTC) gehandelt. [39] Hier liegt dementsprechend auch der Vorteil dieser Geschäfte. Sie lassen sich sehr gut als Absicherungsgeschäfte für eine Zahlung in Fremdwährung in der Zukunft nutzen, da die zu Grunde liegenden Termine und Zahlungsbedingungen konkret vereinbart werden können. [40]

Wenn diese Forwards nun standardisiert börsengehandelt werden, bezeichnet man sie als Futures.[41]

---

[34] Vgl. Niedermeier, 1989, S. 22

[35] Vgl. Europäische Union, 2006, Artikel 38 Absatz 2 i. V. m. DZ Bank, 2018

[36] Vgl. Jahrmann, 2010, S 326f

[37] Vgl. Brown, 1983, S 44f

[38] Vgl. Büter, 2013, S. 381

[39] Vgl. boerse.de, 2018a

[40] Vgl. Brown, 1983, S 44f

[41] Vgl. Heldt, o. J.

### 2.7. Relevante makroökonomische Größen zur Wechselkursprognose in Standardtheorien und Praxis

Aus den vorherigen Kapiteln konnten nun diverse Größen identifiziert werden, die als relevant für den Devisenmarkt gelten. Im Wesentlichen sind das Leistungsbilanzsaldo, Importe und Exporte, Zinsen bzw. Relationen zwischen Zinsen, Geldmengen sowie Preisniveau bzw. Relationen zwischen Preisniveaus.

Eine Studie unter 20 im Devisenhandel tätigen Großbanken identifiziert darüber hinaus außerdem Aktienmarktentwicklungen sowie Arbeitslosenquoten in den einzelnen Ländern als Bestimmungsfaktoren für Kapitalbewegungen und somit auch den Wechselkurs.[42]

Diese Größen sollen im Rahmen dieser Arbeit untersucht werden.

## 3. Emergente Gesetze

Im Folgenden Kapitel wird nun der Emergenzbasierte Ansatz erläutert.

### 3.1. Warum Emergente Gesetze?

*„Wirtschaftswissenschaft: das einzige Fach, in dem jedes Jahr auf dieselben Fragen andere Antworten richtig sind.“*

-Danny Kaye[43]

Im Folgenden soll nun der alternative Ansatz erläutert werden, der im folgenden Teil dieser Arbeit verwendet wird, um den Devisenmarkt zu untersuchen. Gegenüber den in Kapitel 2. erläuterten Modellen, die unzählige Prämissen und Einschränkungen voraussetzen, soll dieser andere Ansatz angewendet werden. Das folgende Zitat von Jim Simons beschreibt sehr gut, warum überhaupt ein alternativer Ansatz sinnvoll ist: „*We don’t start with models. We start with data. We don’t have any preconceived notions. We look for things that can be replicated thousands of times. A trouble with convergence trading is that you don’t have a time*

[42] Vgl. Schultheiß; Schultze, 2018, S. 157

[43] Kaye, 1976, S. 41

*scale. You say that eventually things will come together. Well, when is eventually?"* [44]

André Kuck führt an, dass die Wirtschaftswissenschaften es bisher nicht geschafft haben ein empirisches Gesetz, eine Prognoseregel, zu finden, die eine immer wahre Prognose ermöglicht. Somit haben die Wirtschaftswissenschaftler es nicht geschafft ihre Fachrichtung zu einer wahren Wissenschaft zu machen. [45]

Hier wird der Unterscheid zwischen den Naturwissenschaften und den Sozialwissenschaften (zu denen üblicherweise die Wirtschaftswissenschaften gezählt werden) deutlich.

Claus Peter Oertlieb, emeritierter Professor für angewandte Mathematik und Modellierung an der Universität Hamburg, beschreibt, dass die Verbindung zwischen Realität und Modell generell das Experiment sein muss. Ein solches Experiment muss im Labor unter Idealbedingungen stattfinden, um eine Theorie bestätigen oder eben wiederlegen zu können. In den Wirtschaftswissenschaften sind solche Experimente kaum möglich. Es existieren nur Beobachtungen. Also lässt sich der Wahrheitsgehalt der ökonomischen Gesetze in der Realität nicht überprüfen. [46]

Er kritisiert weiterhin, dass die entwickelten Modelle in der Ökonomie auf diversen Prämissen beruhen, jedoch bei der Anwendung in der Realität, zum Beispiel in der Wirtschaftspolitik, nicht berücksichtigt wird, dass die vorhandenen Prämissen nicht vorliegen bzw. gar nicht vorliegen können.[47]

So verwendet zum Beispiel das vielfach verwendete Black-Scholes-Modell zur Optionspreisbestimmung diverse Prämissen wie z.B. konstanter Zinssatz, keine Transaktionskosten oder Dividendenlosigkeit, die so in der Realität nicht auftreten.[48] Doch welche Auswirkungen das Stützen auf nicht erfüllte Prämissen und alte Modelle hat, zeigt der Hedge-Fund Long-Term Capital Management (LTCM) in den

---

[44] Simons, James Harris zitiert bei: 25iq.com, 2014

[45] Vgl. Kuck; Harries; Kuck, 2015b, S. 3

[46] Vgl. Frankfurter Allgemeine Zeitung, 2010

[47] Vgl. Oertlieb, 2004, S 2ff

[48] Vgl. Ender, 2008, S. 4F

90er Jahren eindrucksvoll. Er musste mit einem Rettungspaket in Höhe von 3,6 Mrd. USD gerettet werden, um Auswirkungen auf den gesamten Kapitalmarkt zu begrenzen. [49]

## 3.2. Einführung in die emergenzbasierte Statistik

Bevor der oben bereits angesprochene Ansatz auf den Devisenmarkt angewendet werden kann, wird in den folgenden Kapiteln auf die verwendeten Begrifflichkeiten, Definitionen und Methoden eingegangen. Eine Einordnung des Ansatzes in das Wissenschaftstheoretische Fundament erfolgt ebenfalls.

Ohne die folgenden Kapitel können Emergente Gesetze jedoch sehr einfach beschrieben werden.

Emergente Gesetze sind Regeln, die zu bisher immer wahren Prognosen geführt haben.[50]

### 3.2.1. Emergenz

Der Begriff Emergenz lässt sich aus dem lateinischen „ermego“ ableiten, es bedeutet so viel wie auftauchen oder sich herausarbeiten. [51] Der Begriff Emergenz ist nicht eindeutig definiert und wird in unterschiedlichen Zusammenhängen und unterschiedlichen wissenschaftlichen Bereichen verwendet. Der Physiker Philipp Warren Anderson beschreibt, dass Emergenz der Prozess ist, bei dem Materie Eigenschaften entwickelt, die für die einfacheren Teilchen, aus denen sie besteht, keine Bedeutung hat. Beispielhaft führt er an, dass eine einzelne Zelle noch kein Tiger ist oder, dass ein Goldatom nicht gelb ist und auch nicht glänzt. [52]

Im Kontext dieser Arbeit bedeutet Emergenz ganz konkret, dass sich Gesetze bzw. Prognoseregeln aus vorhandenen Beobachtungen herausbilden.

---

[49] Vgl. Frankfurter Allgemeine Zeitung, 2008, S. 25

[50] Vgl. Kuck; Harries; Kuck, 2015a, S. 1

[51] Vgl. Menga, 2006, S. 190

[52] Vgl. Brockmann, 2003, S. 178

### 3.2.2. Induktion und Falsifikation

Im Folgenden soll nun der emergenzbasierte Ansatz in die Wissenschaftstheorie eingeordnet werden.

Grundsätzlich basiert der emergente Ansatz auf Induktionsschlüssen.[53] Bei der Induktion wird generell von Einzelfällen auf Allgemeingültige Sätze geschlossen.[54]

Anders als die Deduktion, bei ihr wird vom Allgemeinen auf das Besondere geschlossen. [55]

Die typische Einordnung von Induktion und Deduktion in den Erkenntnisgewinnungsprozess zeigt Abbildung 7:

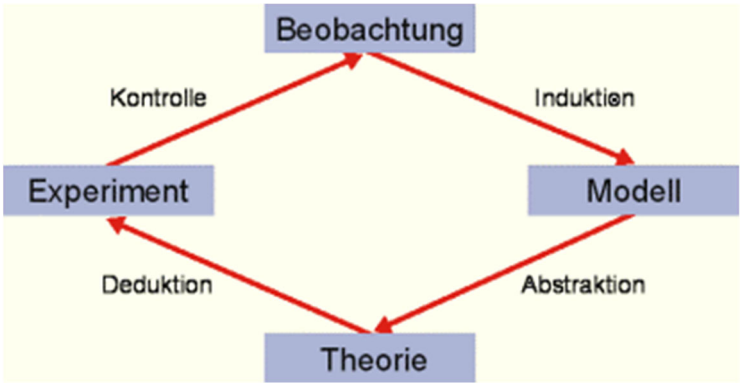



*Abbildung 7 - Induktion und Deduktion*

*Quelle: Universität Erlangen, 2018*

In den Wirtschaftswissenschaften ist die Anzahl der aus nicht bestätigten Annahmen deduzierten Gesetzeshypothesen immer weiter gestiegen, ohne dass die Möglichkeit besteht, falsche auszusortieren. Es können sogar kontraindikatorische Hypothesen auftreten und über Jahre hinweg koexistieren. [56] Der seit Jahrzenten vorhandene Disput zwischen Neoklassikern und Keynsianern ist nur ein Beispiel dafür.[57]

---

[53] Vgl. Kuck; Frischhut, 2015, S. 7

[54] Vgl. Seiffert, 1996, S. 154

[55] Vgl. Mohr, 1999, S. 36ff

[56] Vgl. Kuck; Frischhut, 2015, S. 17

[57] Vgl. van Treeck, 2017

Der entscheidende Unterscheid zu den stochastischen, deduktiven Gesetzeshypothesen der Wirtschaftswissenschaften liegt darin, dass der emergenzbasierte Ansatz die eindeutige, objektive Falsifikationen von Gesetzeshypothesen möglich macht. [58]

Die Grundidee ist exakt formulieren zu können, wann ein Gesetz bzw. eine Hypothese wahr ist und wann sie falsifiziert wurde. Der emergenzbasierte Ansatz verfolgt ja eben nicht das Ziel, metaphysische bis in alle Ewigkeit gültige Allaussagen zu treffen. Der Grundlegende Schluss ist ja eben, dass Gesetze, die bisher immer wahr gewesen sind, bzw. Prognoseregeln, die bisher immer besser waren, auch beim nächsten Mal wahr bzw. besser sind.

Das Grundlegende hier erläuterte Konzept basiert auf den Arbeiten von Karl Popper und wird am Beispiel in der folgenden Abbildung 8 gut erläutert.

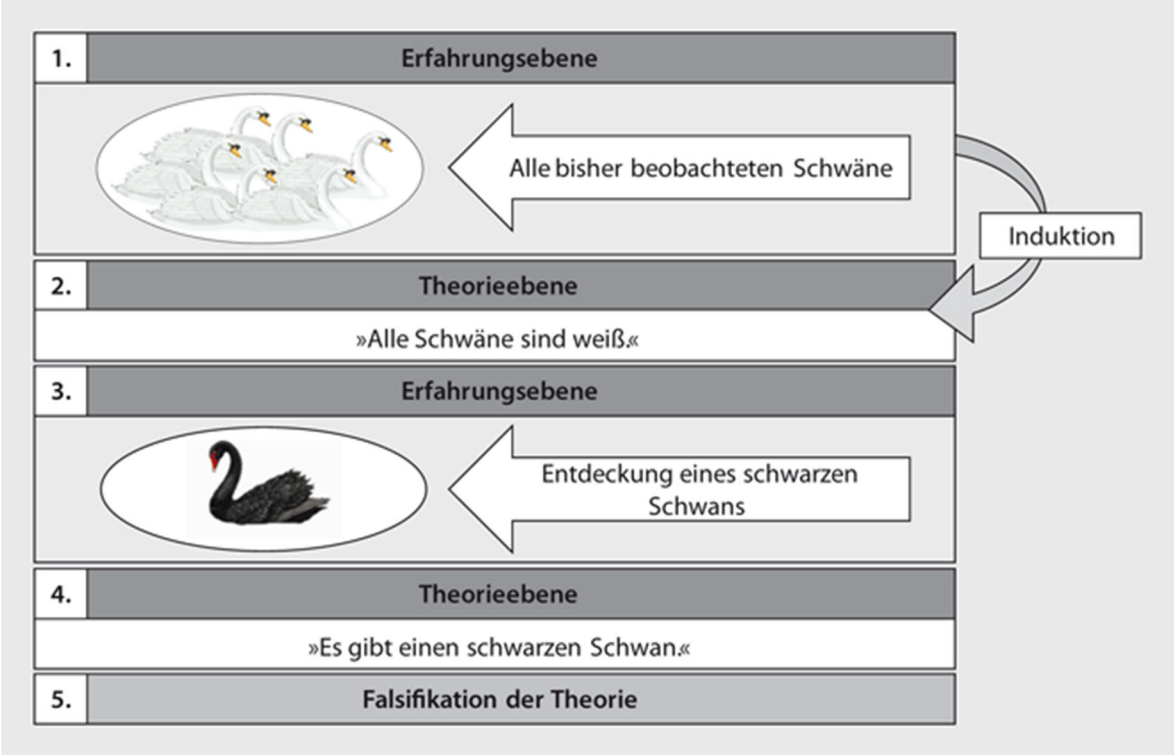



*Abbildung 8 - Induktionsschluss*

*Quelle: Frey; Schmalzried, 2013, S. 257*

[58] Vgl. Kuck; Frischhut, 2015, S. 17

### 3.2.3. Wichtige Begrifflichkeiten

Das wichtigste bei der Suche nach Emergenten Gesetzen ist der verwendete Datensatz, ein Verständnis über den Aufbau und die einzelnen enthaltenen Daten.

Die in dieser Arbeit verwendeten Daten werden an anderer Stelle in Kapitel 4. noch ausgiebig beschrieben.

Ein jeder verwendete Datensatz besteht aus den folgenden Elementen:

Messergebnisse sind die Urelemente, also die einzelnen Messungen, die in einem Gedächtnis (z.B. Gehirn, Datenbank oä.) gespeichert werden.[59] Diese Messergebnisse müssen eindeutig identifizierbar und unveränderlich sein.[60]

Jede Teilmenge der Menge aller Messergebnisse wird als Beobachtung bezeichnet.

Die soeben erläuterten Beobachtungen können durch Funktionen beschreiben werden. Zum Beispiel: Summen, Differenzen, Mittelwerte usw.

Die Beobachtungen können außerdem durch Relationen (<, >, = usw.) ausgewählt werden. [61]

Gruppen von Beobachtungen bzw. Regeln zur Auswahl von Zeitpunkten werden als Objekte bezeichnet.[62] Objekte wählen Zeitpunkte aus, die im Vergleich zu allen anderen Situationen vergleichbarer Fensterlänge für zumindest eines der Ziele immer unterschiedlich waren. Im Kontext dieser Arbeit bedeutet das konkret, dass Objekte gesamtwirtschaftliche Situationen sind, die im Vergleich zu allen anderen Situationen vergleichbarer Fensterlänge für ein oder sogar mehrerer Ziele immer unterschiedlich waren.

Ein einfaches Objekt könnte zum Beispiel die Situation beschreiben, dass in einem Monat sowohl die Arbeitslosenquote als auch das BIP eine positive Wachstumsrate hat.

---

[59] Vgl. Kuck; Harries; Kuck, 2015b, S. 13

[60] Vgl. Kuck; Harries; Kuck, 2015b, S. 14

[61] Vgl. Kuck; Harries; Kuck, 2015b, S. 15

[62] Vgl. Kuck; Frischhut; Kratz, 2017, S. 2

Außerdem muss zwischen endogenen und exogenen Variablen unterschieden werden.

Endogene Variablen sind die Prognoseziele. Also zum Beispiel der Wechselkurs der prognostiziert werden soll. Exogene Variablen sind die Daten, die als potentiell erklärende Größe herangezogen werden könnten. Also zum Beispiel makroökonomische Größen wie der Leistungsbilanzsaldo, der wie in Kapitel 2.5.1. vermutet, eine Wechselkursänderung erläutern kann. Die exogenen Variablen werden auch Features genannt.[63]

### 3.2.4. Emergenzmenge und universelle Emergenzmenge

Die Emergenzmenge (T) beschreibt die Menge an Beobachtungen, die man zusammenfassen muss, damit ein Gesetz überhaupt entstehen kann.[64]

So ist die Emergenzmenge im Beispiel in Kapitel 3.3.2. T=32. Das bedeutet also ganz konkret, dass 32 Monate zusammengefasst werden müssen, bis sich das Emergente Gesetz herausgebildet hat. Neben der Emergenzmenge (T) gibt es noch den Begriff der universellen Emergenzmenge (TU). Sie ist definiert als die Mindestgröße der Emergenzmenge für die bei allen T ≥ TU das Gesetz immer wahr war.[65]

Am konstruierten Beispiel in Abbildung 9 ist zu erkennen, dass beim Zusammenfassen von sechs Beobachtungen bereits ein Gesetz emergiert ist. Aber bei acht Beobachtungen liegt kein Gesetz vor. Daher kann nicht von der universellen Emergenzmenge gesprochen werden. Erst bei 14 Beobachtungen liegt die universelle Emergenzmenge vor, denn es gibt keine größere Gruppe von Beobachtungen, für die kein Gesetz emergiert.

---

[63] Vgl. Kuck; Frischhut, 2018

[64] Vgl. Kuck; Harries; Kuck, 2015b, S. 32

[65] Vgl. Kuck; Harries; Kuck, 2015b, S. 32

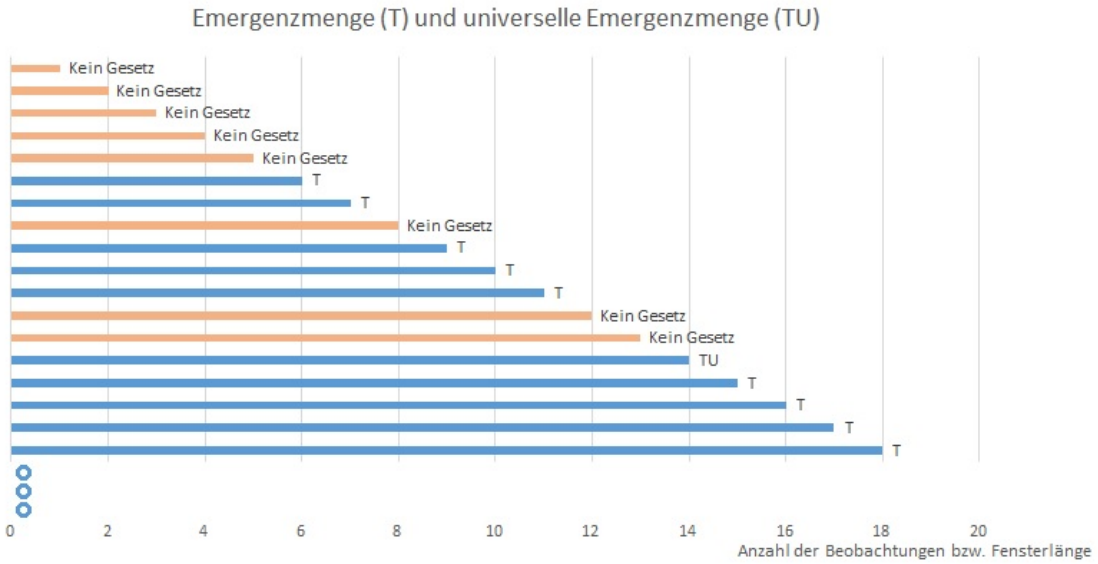



*Abbildung 9 - Emergenzmenge und Universelle Emergenzmenge*

*Quelle: Eigene Darstellung*

### 3.2.5. Degree of inductive Verification

Als Grad der induktiven Bestätigungen bzw. Degree of inductive Verification (DiV) bezeichnet man die Anzahl der Bestätigungen des Gesetzes seit dem ersten Auftauchen der Hypothese. [66] Wichtig ist hierbei zu beachten, dass nur nicht überlappende Zeitfenster bei der Berechnung betrachtet werden.[67]

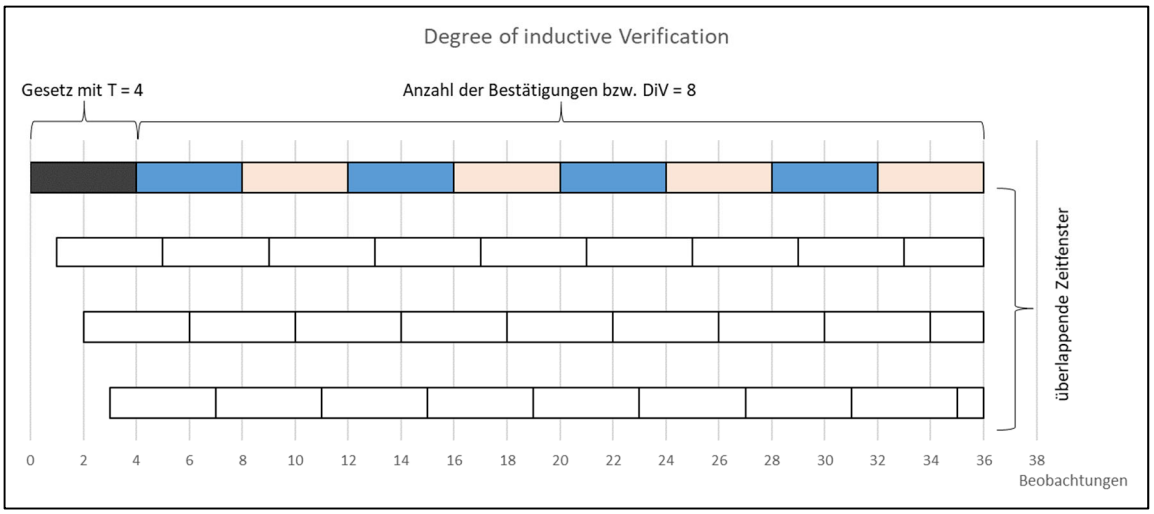



*Abbildung 10 - Degree of inductive Verification*

*Quelle: Eigene Darstellung*

[66] Vgl. Kuck; Harries; Kuck, 2015b, S. 32

[67] Vgl. Frischhut, 2016, Kapitel 2.2.4.

Das DiV ist also definiert als:

$$DiV = \frac{Anzahl\ der\ Beobachtungen}{T} - 1 \qquad \left[DiV_{Abb.\ 10} = \frac{36}{4} - 1 = 8\right]$$

Das DiV muss aber nicht immer eine Ganzzahl sein.[68] Im Beispiel in Kapitel 3.3.2. z.B. sieht man ein DiV von 20,06. Das bedeutet dann also, dass noch weitere Beobachtungen notwendig sind, um das Gesetz ein weiteres Mal zu bestätigen.

### 3.2.6. Reliability

Aus der Idee der Meta-Gesetze (vgl. Kapitel 3.2.7.) ist eine Kennzahl entstanden, die die Prognosegüte von Emergenten Gesetzen ausdrückt. Die sogenannte Reliability:

$$Reliability = \frac{Anzahl\ der\ korrekten\ Prognosen}{Summe\ aller\ Prognosen}$$

In Abbildung 11 ist klar zu erkennen, dass mit steigendem DiV die Prognosequalität immer weiter steigt. [69] Es ist auch zu erkennen bzw. auch nur logisch, dass sehr häufig bestätigte Gesetze seltener anzutreffen sind, als Gesetze, mit einem niedrigen DiV. Die Reliability stellt jedoch explizit keine Wahrscheinlichkeit dar, sie ist einzig und allein eine Kennzahl für die Rate richtiger Prognosen.

[68] Vgl. Frischhut, 2016, Kapitel 2.2.4.

[69] Vgl. Frischhut, 2016, Kapitel 2.2.4.

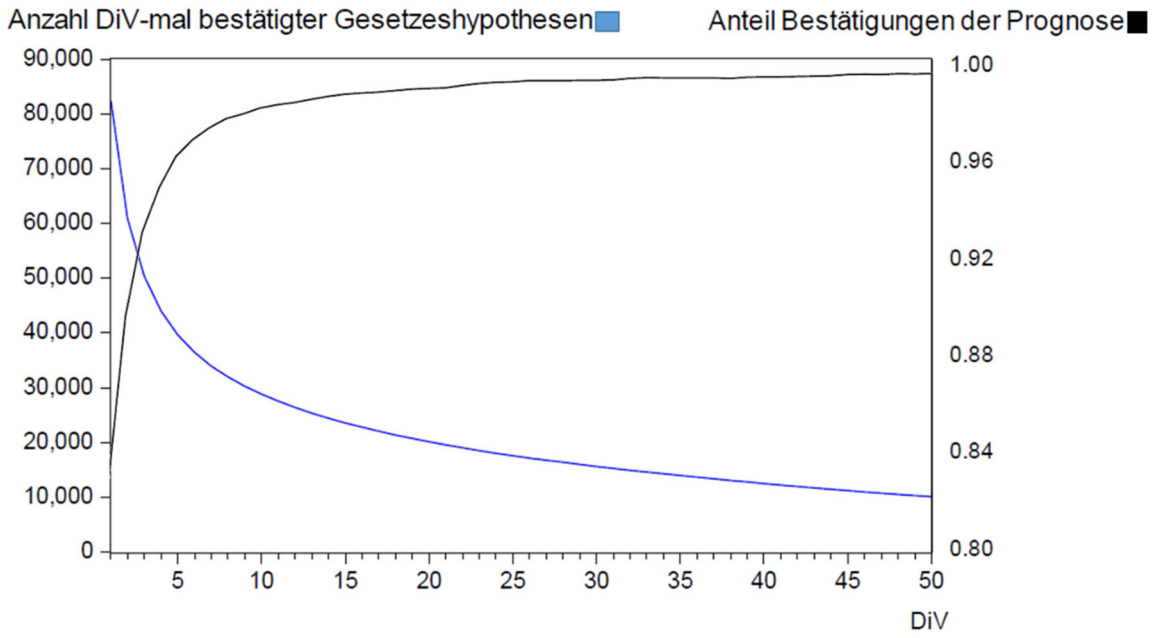



*Abbildung 11 - Prognosequalität und Reliability*

*Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Kuck; Frischhut, 2015, S. 5*

### 3.2.7. Meta-Gesetze

Eine weitere konsequente Verfolgung des hier vorgestellten Ansatzes ist die Suche nach Emergenten Gesetzen über die Prognosegüte von Emergente Gesetze. Diese Gesetze werden auch als Meta-Gesetze bezeichnet.[70]

Die Meta-Gesetze stellen das Gegenstück zu den Prämissen in der klassischen Statistik dar.[71]

Die Suche nach Meta-Gesetzen wurde mit Datensätzen aus verschiedenen Bereichen durchgeführt. So zum Beispiel mit Gesetzen über die Volatilität oder Rendite des S&P 500-Index, über die Anzahl verliehener Fahrräder oder über den Abschluss eines Termingeldes in Abhängigkeit von persönlichen Informationen des Bankkunden.[72]

Die hieraus entstandenen Meta-Gesetze liefern Aufschluss über die Güte von Prognoseprozessen.

---

[70] Vgl. Frischhut, 2016, Kapitel 2.4.

[71] Vgl. ZES, 2018f

[72] Vgl. Frischhut, 2016, Kapitel 3.2.

Es hat sich gezeigt, dass es für Prognosen, die aus derselben DiV-Klasse und derselben T-Klasse stammen, Emergente Gesetze über die Mindest-Reliability gibt.[73]

Dieser Zusammenhang wird in Abbildung 12 deutlich:

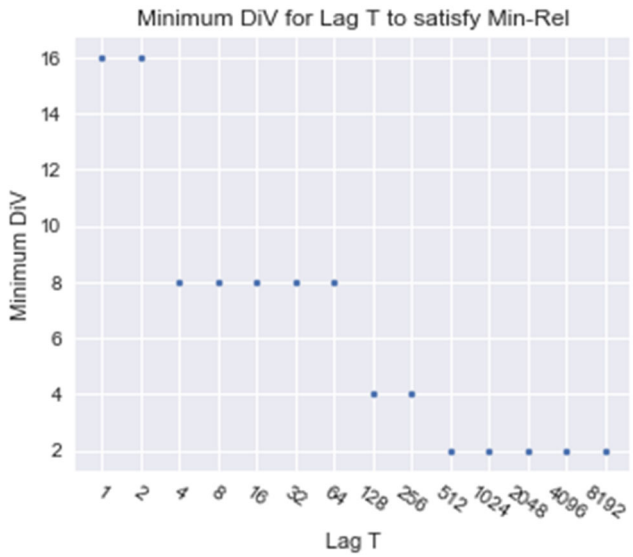



*Abbildung 12 - Mindest-Reliability 0,8*

*Quelle: Methodenserver des ZES*

Ein Gesetz welches in Fenstern der Länge T=2 aufgetreten ist, muss also mindestens 16-mal bestätigt sein, um eine Mindest-Reliability von 0,8 zu erreichen.

Ein Gesetz welches in Fenstern der Länge T=512 aufgetreten ist, muss hingegen nur 2-mal bestätigt worden sein, um eine Mindest-Reliability von 0,8 zu erreichen.

Es kann hier also rein empirisch die Aussage getroffen werden, dass mit einer Mindest-Reliability von 0,8 erreicht wird, dass nur Gesetze gefunden werden, bei denen die resultierende Prognose bisher immer in mindestens 80% der Fälle richtig war.

Diese Aussage ist rein empirisch, denn die gefundenen Emergenten Gesetze sind empirisch. Und die Meta-Gesetze zur Steuerung der Reliability sind ebenfalls empirisch entstanden.

---

[73] Vgl. Kuck; Frischhut; Kratz, 2017, S. 3

Mithilfe dieser Meta-Gesetze kann sogar das lange bestehende Problem des Induktionsschlusses (vgl. Kapitel 3.2.2.) rein empirisch gelöst werden, denn Meta-Gesetze erlauben die Anwendung des emergenten Induktionsprinzips auf Induktionsergebnisse.[74]

Abbildung 13 stellt diesen Zusammenhang grafisch dar. Es ist zu erkennen, dass Prognosen aus einer höheren DiV-Klasse gesetzmäßig eine bessere Prognosequalität erreichen, als Prognosen einer niedrigeren DiV-Klasse und, dass die Reliability innerhalb einer DiV-Klasse im Zeitablauf sehr stabil ist. Das Beispiel in Abbildung 13 bezieht sich auf Prognosen im Lending-Club-Datensatz.[75]

Dieser Zusammenhang konnte bisher in allen Datensätzen beobachtet werden. Beispielhaft findest sich in Anhang 4 die gleiche Grafik nochmal für die Prognose von $NO_2$-Konzentrationen sowie für die Prognose von Gebrauchtwagenpreisen.

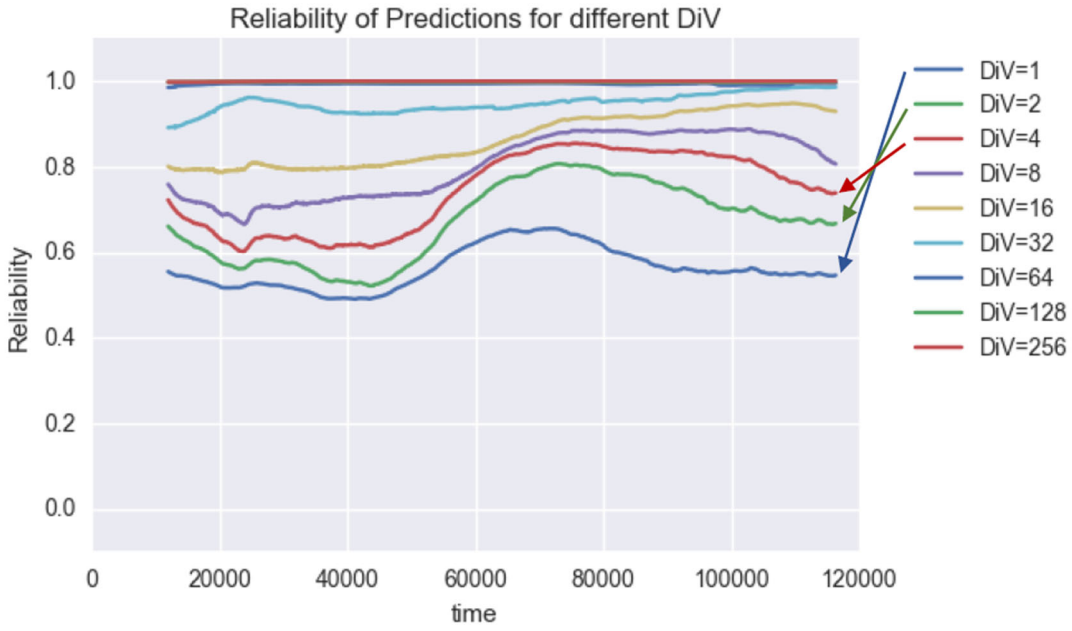



*Abbildung 13 - Reliability nach DiV-Klassen*

*Quelle: Kuck; Frischhut; Kratz, 2017, S. 3*

Durch Analyse diverser Datensätze unterschiedlicher Anwendungsgebiete, konnte eines der wichtigsten Meta-Gesetze gefunden werden. Tabelle 1 stellt dies dar:

---

[74] Vgl. Kuck, 2017

[75] Vgl. Kuck; Frischhut; Kratz, 2017, S. 3f

| Reliability-Level | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.99 | 0.999 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DiV-Group | | | | | | |
| 1 | 16777216.0 | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |
| 2 | 134217728.0 | 8388608.0 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| 4 | 67108864.0 | 268435456.0 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| 8 | 8388608.0 | 67108864.0 | 67108864.0 | NaN | NaN | NaN |
| 16 | 8388608.0 | 4194304.0 | 33554432.0 | 16777216.0 | NaN | NaN |
| 32 | 262144.0 | 524288.0 | 4194304.0 | 67108864.0 | NaN | NaN |
| 64 | 65536.0 | 262144.0 | 4194304.0 | 4194304.0 | 2097152.0 | NaN |
| 128 | 262144.0 | 2097152.0 | 65536.0 | 524288.0 | 524288.0 | NaN |
| 256 | 16384.0 | 32768.0 | 32768.0 | 131072.0 | 131072.0 | 2097152.0 |
| 512 | 8192.0 | 16384.0 | 16384.0 | 32768.0 | 1048576.0 | 524288.0 |
| 1024 | 2048.0 | 4096.0 | 8192.0 | 16384.0 | 262144.0 | 131072.0 |
| 2048 | 1024.0 | 1024.0 | 2048.0 | 4096.0 | 65536.0 | 65536.0 |
| 4096 | 128.0 | 128.0 | 256.0 | 512.0 | 8192.0 | 8192.0 |
| 8192 | 16.0 | 16.0 | 32.0 | 64.0 | 512.0 | 4096.0 |
| 16384 | 8.0 | 16.0 | 32.0 | 64.0 | 512.0 | 4096.0 |
| 32768 | 8.0 | 8.0 | 16.0 | 32.0 | 256.0 | 2048.0 |
| 200000 | 4.0 | 4.0 | 8.0 | 16.0 | 128.0 | 1024.0 |

*Tabelle 1 - Meta-Gesetz - DiV/Rel-Level*

*Quelle: Kuck, 2017*

Die Tabelle zeigt, dass nach jeder Sequenz von T Prognosen, mindestens der Anteil der Prognosen mit DiV mal bestätigten Gesetzen, richtig war.

Wenn nun z.B. eine Prognosestrategie bisher 64-mal bestätigt wurde (DiV=64), dann ist es empirisch so, dass dies eine Prognose ist, die bisher in jeder Sequenz von 2097152 zu mindestens 99 % richtigen Prognosen geführt hat. Dies wird an einem konkreten Beispiel in Kapitel 3.3.3. nochmal erläutert.

### 3.2.8. Prognose vs. Heuristik und T-Dominanz

Im Folgenden werden alle Vorhersagen, die auf Grundlage bisher immer wahrer Gesetze getroffen wurden, als Prognose bezeichnet.

Vorhersagen, die auf Grundlage von bereits falsifizierten Regeln (Heuristiken) getroffen wurden, werden Schätzungen genannt. [76]

Rein logisch betrachtet, wird man sich für jene Heuristik entscheiden, die in der Vergangenheit die besseren Schätzungen geliefert hat. [77]

Eine solche Vorteilhaftigkeit lässt sich mit Emergenten empirischen deterministischen Gesetzen leicht nachweisen. [78]

Wie genau diese Auswahl einer immer besseren (dominanten) Heuristik umgesetzt wird, wird in Kapitel 3.5. konkreter erläutert.

---

[76] Vgl. Kuck; Frischhut, 2015, S. 10

[77] Vgl. ZES, 2018g

[78] Vgl. Kuck; Frischhut, 2015, S. 10

## 3.3. Beispiele

Zur Verdeutlichung des Ansatzes werden nun drei Emergente Gesetze aus dem in dieser Arbeit verwendeten und in Kapitel 4. genauer beschriebenen Datensatz erläutert.

### 3.3.1. Einfaches Emergentes Gesetz

Das Erste Emergente Gesetz bezieht sich auf den Verbraucherpreisindex in Deutschland, es ist in Abbildung 14 zu erkennen:

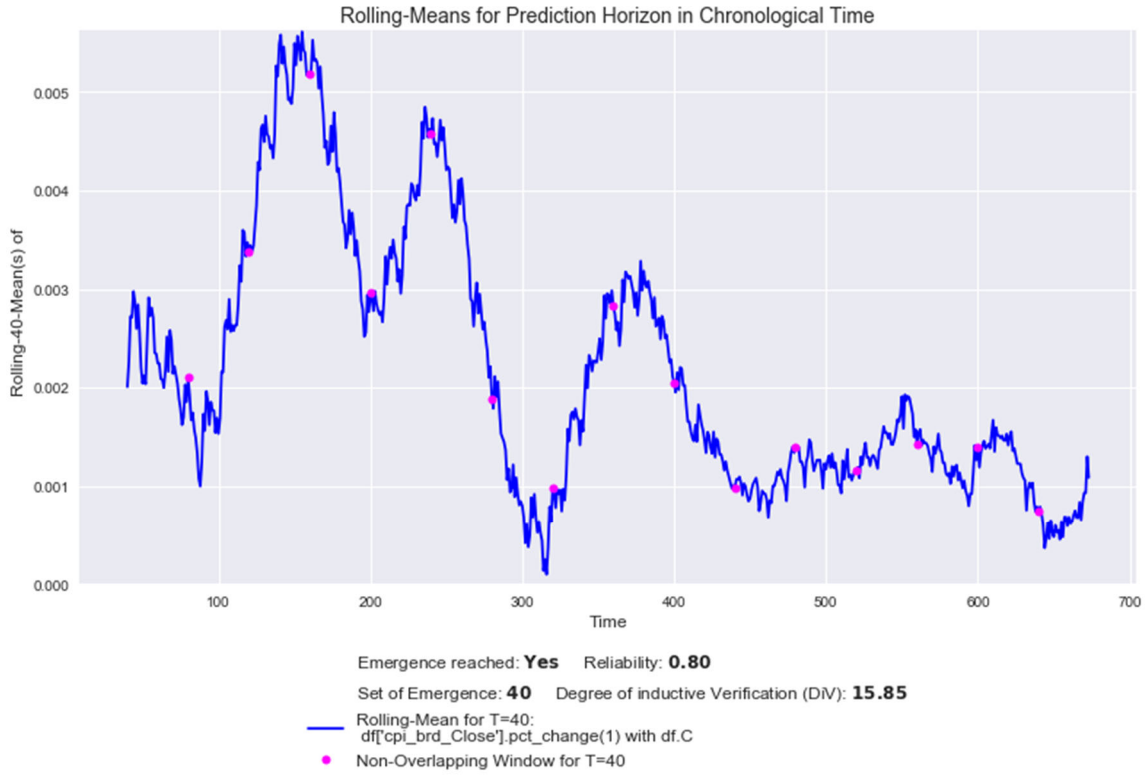



*Abbildung 14 - Einfaches Emergentes Gesetz - Verbraucherpreisindex*

*Quelle: Eigene Darstellung mit Methodenserver des ZES*

Hier ist zu erkennen, dass sich ein emergentes Gesetz gebildet hat, denn es war immer so, dass in Fenstern der Länge 40 (also 40 Monate) der Mittelwert des Verbraucherpreisindex in Deutschland größer war als 0.

In Abbildung 14 wird außerdem durch die pinken Punkte der Beginn eines neuen nicht überlappenden Zeitfensters dargestellt. Es sind insgesamt etwas mehr als 15 nicht überlappende Zeitfenster zu erkennen.

Mit der Formel aus Kapitel 3.2.5. kann nun das DiV genau bestimmt werden:

$$DiV = \frac{Anzahl\ der\ Beobachutngen}{T} - 1 = \frac{674}{40} - 1 \approx 15{,}85$$

Das vorliegende Emergente Gesetz wurde also bereits 15,85-mal bestätigt. Es sind also noch weitere 30 Beobachtungen notwendig, um das Gesetz zum 16-mal bestätigen zu können. Sollte das Gesetz in diesem Zeitraum nicht bestätigt werden, wäre es für immer falsifiziert.

### 3.3.2. Emergentes Gesetz mit Auswahlregel

Nun wird ein weiteres Emergentes Gesetz zur Entwicklung des BIP in den USA im Verhältnis zur amerikanischen Arbeitslosenquote erläutert. Hier wird also eine Auswahlregel angewendet.

Die folgende Abbildung 15 zeigt den gleitenden Mittelwert der 3-Monats-Entwicklung des BIP der USA.

*Abbildung 15 - Gleitender Mittelwert BIP USA*

*Quelle: Eigene Darstellung mit Methodenserver des ZES*

Betrachtet werden hier jedoch nur Beobachtungen, wenn im vorherigen Quartal die Arbeitslosenquote gesunken ist (Auswahlregel). Dieser Datensatz umfasst insgesamt 674 Beobachtungen.

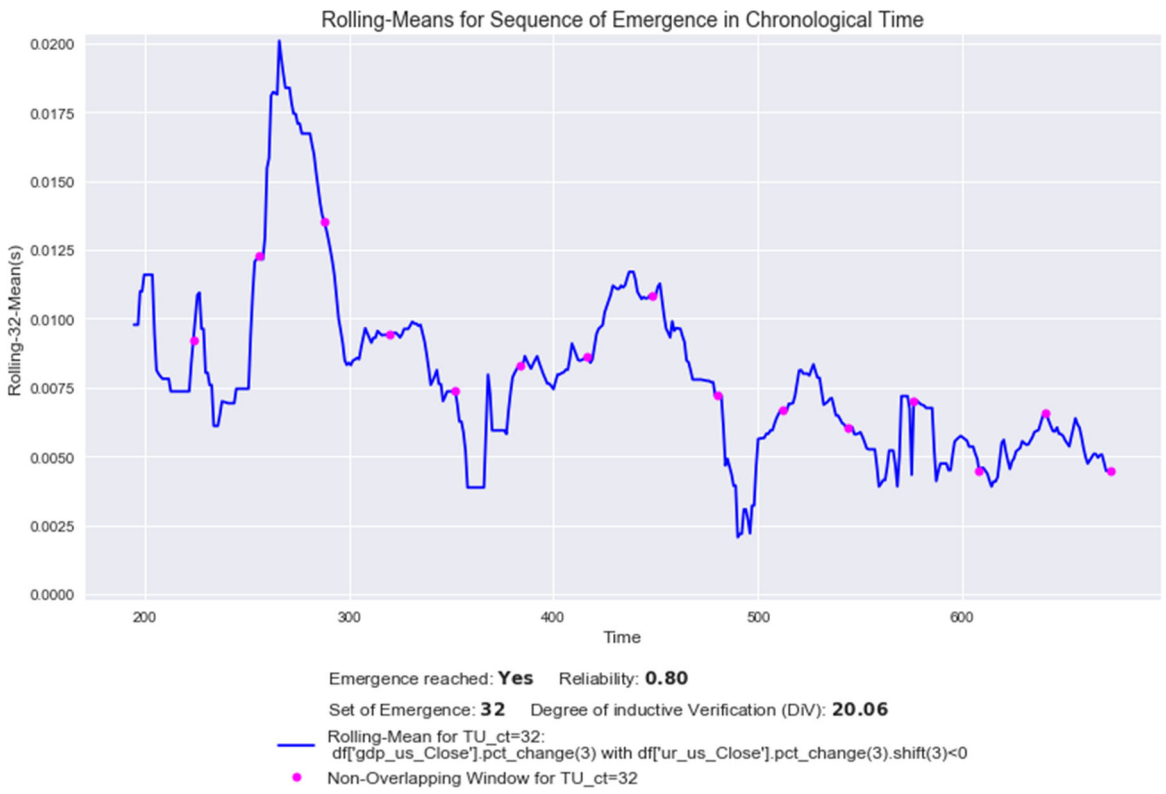



*Abbildung 16 - Emergentes Gesetz mit Auswahlregel - BIP USA*

*Quelle: Eigene Darstellung mit Methodenserver des ZES*

Hier hat sich ein emergentes Gesetz gebildet, denn es war bisher immer so, wenn die amerikanische Arbeitslosenquote im vorherigen Quartal gefallen ist, war das durchschnittliche prozentuale Wachstum des BIP in einem Fenster von 32 Monaten immer positiv.

Das betrachtete Objekt ist hier also die quartalsmäßige Entwicklung des BIP.

In Abbildung 16 wird außerdem durch die pinken Punkte der Beginn eines neuen nicht überlappenden Zeitfensters dargestellt. Es sind insgesamt etwas mehr als 20 nicht überlappende Zeitfenster zu erkennen.

Mit der Formel aus Kapitel 3.2.5. kann nun das DiV genau bestimmt werden:

$$DiV = \frac{Anzahl\ der\ Beobachtungen}{T} - 1 = \frac{674}{32} - 1 \approx 20{,}06$$

Das vorliegende Emergente Gesetz wurde also bereits 20,06-mal bestätigt. Es sind also noch weitere 30 Beobachtungen notwendig, um das Gesetz zum 21-mal

bestätigen zu können. Sollte das Gesetz in diesem Zeitraum nicht bestätigt werden, wäre es für immer falsifiziert.

### 3.3.3. Emergentes Gesetz mit Benchmark

Ein weiteres Beispiel für ein emergentes Gesetz, dieses Mal mit einer Benchmark, zeigt die folgende Abbildung 17:

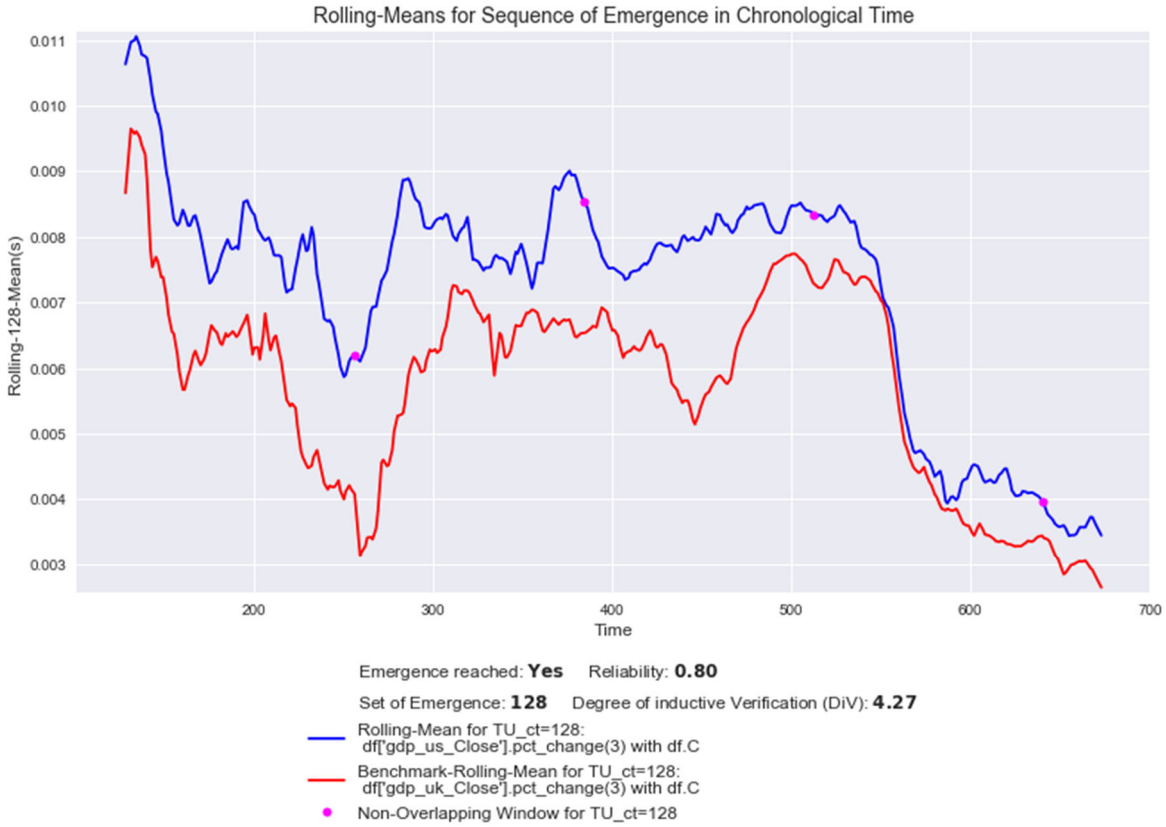



*Abbildung 17 - Emergentes Gesetz mit Benchmark - BIP USA vs. BIP UK*

*Quelle: Eigene Darstellung mit Methodenserver des ZES*

Sie zeigt den gleitenden Mittelwert der 3-Monats-Entwicklung des BIP der USA (in blau) sowie den gleitenden Mittelwert der 3-Monats-Entwicklung des BIP in UK (in rot). Hier wird deutlich, dass für rollierende Fenster von 128 Monaten das durchschnittliche Quartalswachstum des BIP der USA immer größer war als das durchschnittliche Quartalswachstum des BIP in Großbritannien.

Dieses Gesetz wurde bisher 4,27-mal bestätigt.

Mit den Meta-Gesetzen aus Kapitel 3.2.7. kann man sagen, dass die Prognose, dass der gleitende Mittelwert der 3-Monats-Entwicklung des BIP der USA auch in der nächsten Sequenz von T=128 Monaten wieder größer ist als der gleitende

Mittelwert der 3-Monats-Entwicklung des BIP in UK, mit einer Prognosestrategie erstellt wurde, die bisher in jeder Sequenz von T=268435456 Prognosen zu mindestens 70% richtigen Prognosen geführt hat.

## 3.4. Knowledge-Net

Der erste Schritt in dem Prozess der Modellbildung mit Emergenten Gesetzen ist die Erstellung eines Knowledge-Nets, was sehr plastisch mit Wissensnetz übersetzt werden kann.[79]

Das gesammelte Wissen in einem Knowledge-Net besteht aus empirischen Erkenntnissen, die bisher immer wahr gewesen sind.

Die Erstellung eines Knowledge-Nets wird durch einen Algorithmus automatisch mit kreativer Suche durchgeführt und bildet somit eine Art lernender Prozess.[80]

Bei der Erstellung des Knowledge-Net werden die für das Prognoseziel relevanten Daten aus dem Datensatz extrahiert. Es soll sichergestellt werden, dass alle Emergenten Gesetze im Zusammenhang mit der konkreten Zielvariable, mit der gewünschten Qualität (gesteuert durch Meta-Gesetze) gefunden und im Knowledge-Net gespeichert sind.[81]

Auch wenn hierdurch die Rechenzeit wieder steigt, wird durch Iteration dieses Prozess sichergestellt, dass das Knowledge-Net alle notwendigen Informationen enthält.[82]

Abbildung 18 zeigt die Entwicklung eines Knowledge-Nets. Die roten Punkte sind jeweils die gefundenen Objekte, also Regeln zur Auswahl von Zeitpunkten bzw. ganz konkret in dieser Arbeit einer gesamtwirtschaftlichen Situation.

---

[79] Vgl. ZES, 2018c

[80] Vgl. Kuck; Frischhut; Kratz, 2017, S. 2

[81] Vgl. Kuck; Frischhut; Kratz, 2017, S. 1

[82] Vgl. Kuck; Frischhut, 2017b, Kapitel 3

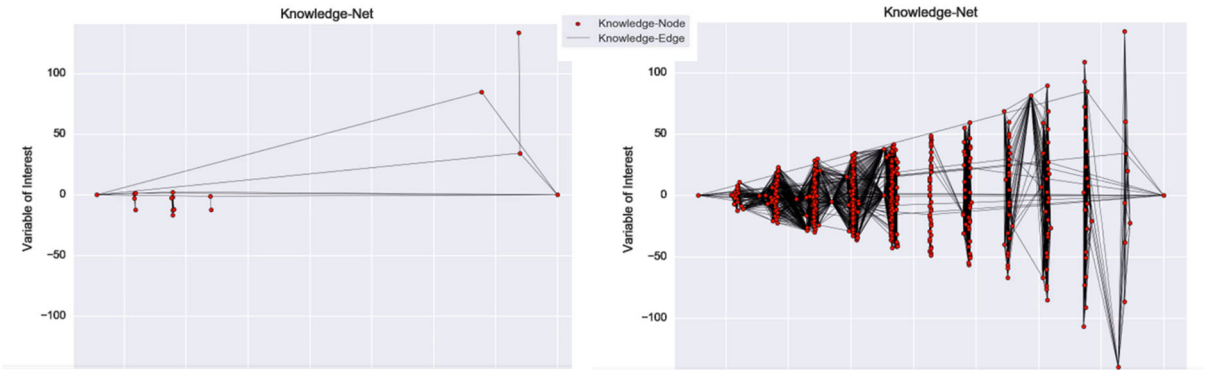



*Abbildung 18 - Bildung eines Knowledge-Net*

*Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von ZES, 2018c, Video 1*

Abbildung 19 zeigt nun ein ganz konkretes Knowledge-Net aus dem Ergebnis dieser Arbeit:

*Abbildung 19 - Knowledge-Net - Arbeitslosenquote in Deutschland*

*Quelle: Eigene Darstellung mit Methodenserver des ZES*

Zur Verdeutlichung der einzelnen Objekte im Knowledge-Net wurde das blau markierte Objekt aus dem Ergebnis dieser Arbeit herausgegriffen:

((~(df.C&(~(categorize(df['exp_swiss_Close'].pct_change().rolling(window=2).mean(),2)==1.0))))&(ext_quant(df['exp_swiss_Close'].pct_change().rolling(window=4).mean(),0.85)==True))

Dieses Objekt ist schon relativ komplex, es sei daher an dieser Stelle nur gesagt, dass dieses Objekt die Exporte der Schweiz als eine der Einflussgrößen auf die deutsche Arbeitslosenquote identifiziert hat. Ein einfacheres Beispiel zur Interpretation einer Objektauswahlregel ist in Kapitel 5.1. zu finden.

Diese Objekte stehen immer in einer Beziehung zueinander und unterscheiden sich innerhalb ihrer Peer-Group bezüglich der verschiedenen rollierende Mittelwerte über eines oder mehrere Ziele (z.B. höhere Rendite oder geringere Rendite) zu den anderen Objekten im Knowledge-Net.

Bei einer Peer-Group werden Gesetze, mit gleicher Emergenzgröße, zusammengefasst und hinsichtlich ihrer Mittelwerte verglichen.

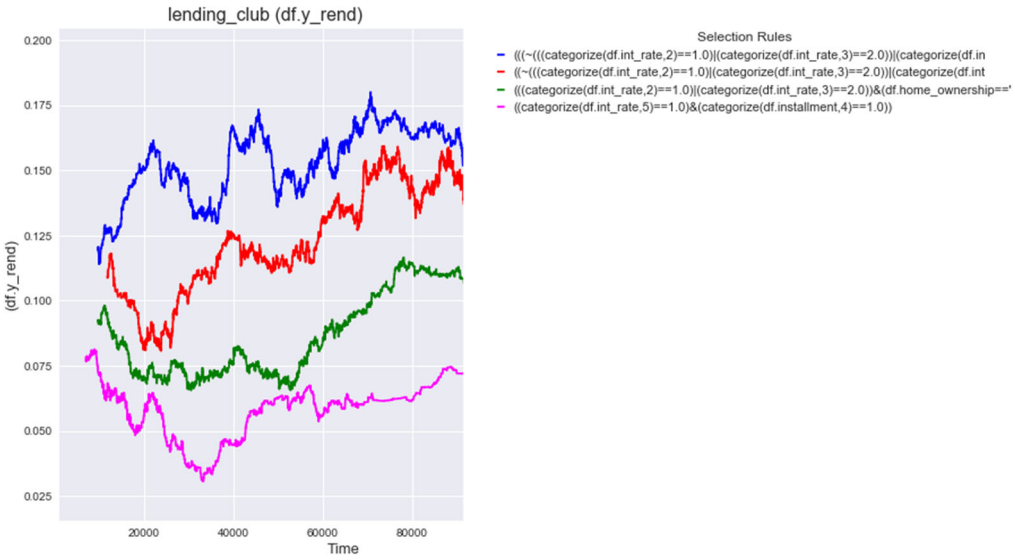



*Abbildung 20 - Peer-Group am Beispiel Lending-Club*

*Quelle: Eigene Darstellung aus Basis von Kuck, 2017*

Abbildung 20 zeigt ein Beispiel für eine mögliche Peer-Group.

Die Punkte im Knowledge-Net sind also jeweils Emergente Gesetze.[83] Im hier gewählten Beispiel steht jede der Linien für eine Auswahlregel von Kundenkrediten im Lending-Club. Sie haben jeweils eine sehr ähnliche Emergenzmenge und unterscheiden sich immer bezüglich des Mittelwerts der Zielvariable (hier die Rendite) und erreichen dabei gleichzeitig die aus den Meta-Gesetzen resultierende Mindest-Reliability. Jedes Objekt (bzw. jede Linie in Abbildung 20) stellt somit ein Emergentes Gesetz dar, denn sie zeigen innerhalb des Beobachtungszeitraums einen immer größeren (oder immer kleineren) rollierenden Mittelwert, als die anderen Objekte.

[83] Vgl. Kuck; Frischhut; Kratz, 2017, S. 2

Rein empirisch sagt also ein solches Gesetz aus, dass mit einer Reliability von 80%, auch in den kommenden Fällen der Mittelwert eines Objekts emergent größer (oder kleiner) ist, als ein Objekt mit kleinerem (oder größerem) Mittelwert.

Diese Aussage bedeutet aber eben nicht, dass sich diese Rangordnung der Mittelwerte auch so in die Zukunft überträgt.[84] Wenn nun das Beispiel aus Abbildung 20 out-of-sample überprüft wird, fällt in Abbildung 21 auf, dass der Mittelwert der roten Linie nun phasenweise über der Blauen liegt.

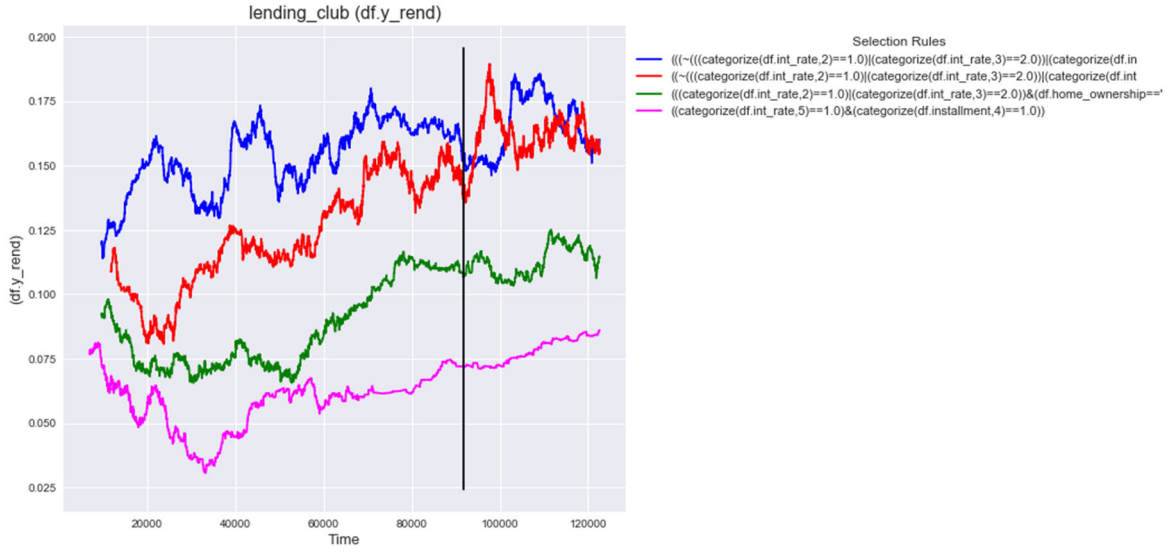



*Abbildung 21 - Peer-Group - Evaluation am Beispiel Lending-Club*

*Quelle: Kuck, 2017*

In den Anhängen 6 - 29 dieser Arbeit sind Grafiken enthalten, die die Mittelwerte des jeweiligen Objekts in der Schätzstichprobe den Mittelwerten in der Evaluierungsstichprobe gegenüberstellen.

Zwei solcher Grafiken zeigt die folgende Abbildung 22.

[84] Vgl. Kuck; Frischhut, 2018

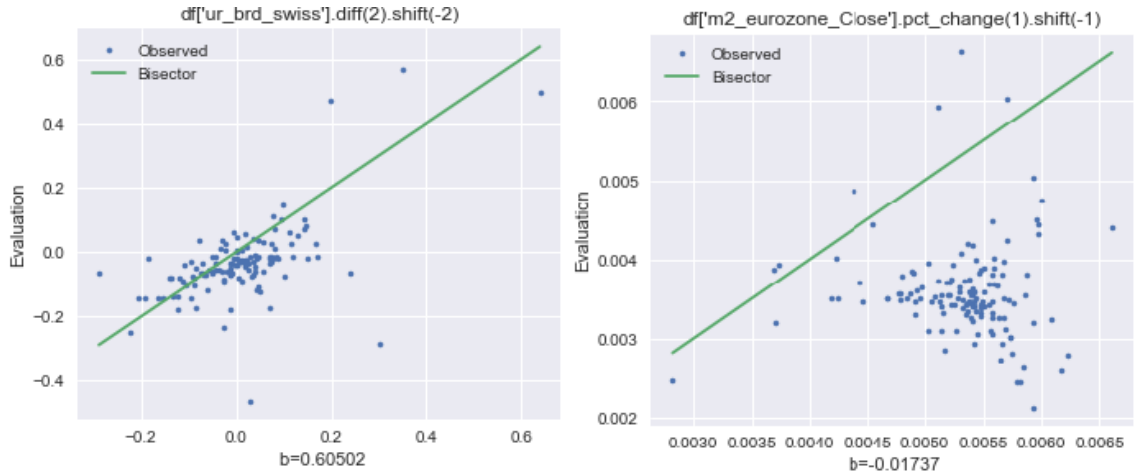



*Abbildung 22 - Beispiel in-sample-out-of-sample-Übertragung*

*Quelle: Eigene Darstellung mit Methodenserver des ZES*

Wenn sich ein Modell perfekt out-of-sample Übertragen würde, würden alle blauen Punkte in Abbildung 22 auf der grünen Winkelhalbierenden liegen. Im linken Bild, also bei der relativen Veränderung der Arbeitslosenquote zwischen Deutschland und der Schweiz, ist eine gute Übertragung des Modells erkennbar.

Im rechten Bild sieht man, dass die out-of-sample Übertragung der Geldmenge in der Eurozone nicht gut funktioniert. Es ist sogar zu erkennen, dass mit den in-sample Modellen das Geldmengenwachstum meistens unterschätzt wurde, da die out-of-sample Werte unterhalb der Winkelhalbierenden liegen. Dies ist vermutlich auf das starke Geldmengenwachstum in der Eurozone in Folge der Finanzkrise zurückzuführen, das in dieser Form im in-sample-Zeitraum nie dagewesen ist.

Knowledge-Nets bilden somit die Grundlage für die Modellbildung und eigenen sich zur Ableitung von Handlungsstrategien.[85] Die Objekte im Knowledge- Net sind keine Blackbox, sie sind einfach interpretierbar und beobachtbar.[86]

Knowledge-Nets können jedoch nicht nur für einzelne Ziele erzeugt werden. Es können auch Netze für mehrere Ziele erzeugt werden. Hierbei muss zwischen Und- und Oder-Netzen unterscheiden werden.[87]

---

[85] Vgl. Kuck; Frischhut, 2017b, Kapitel 4 i. V. m. Kuck; Frischhut, 2018

[86] Vgl. Kuck; Frischhut; Kratz, 2017, S. 2

[87] Vgl. Kuck; Frischhut, 2017a

Oder-Netze generieren Objekte, die für mindestens ein Ziel in der Peer-Group immer unterschiedlich waren. Das Ziel ist hierbei eine möglichst große Anzahl an potenziell Interessanten Regeln zu finden. In einem Oder-Netz können daher Objekte enthalten sein, die nicht für alle Ziele innerhalb der Peer-Group unterschiedlich waren. Wenn ein Oder-Netz nun um diese Objekte bereinigt wird, spricht man von einem Und-Netz.[88]

Solche Multiziel-Netze geben eine Zusammenfassung der in den Daten zu findenden Strukturen wieder. Es hat sich sogar empirisch gezeigt, dass Objekte für ein bestimmtes Ziel aus einem Multiziel-Oder-Netz bei der Suche nach Objekten für andere Ziele hilfreich sind.[89]

Im Rahmen dieser Arbeit wurden für jedes Ziel Knowledge-Nets gebildet. Alle hier gebildeten Knowledge-Nets sind in Anhang 1 bzw. 2 zu sehen. In Kapitel 5.1. wird an einem Beispiel auch ein Objekt aus einem Knowledge-Net mit der Zielvariable „Arbeitslosenquote in Deutschland“ erläutert.

## 3.5. Modellbildungsprozess

Aufbauend auf dem gebildeten Knowledge-Net, kann nun ein auf Emergenten Gesetzen basierendes Modell erzeugt werden.

Bei diesem Modell geht es nicht mehr darum, die endogene Variable an sich zu prognostizieren. Es geht hier konkret darum, die Prognosegüte von Prognoseheuristiken für Punktschätzungen einer exogenen Variablen immer weiter zu steigern. Das ist kein Widerspruch zum emergenzbasierten Ansatz, denn es macht Sinn, nicht nur nach Prognoseregeln zu suchen, die immer wahre Ergebnisse liefern. Denn für Fälle, in denen solche Gesetze nicht existieren, müssen in der Realität jedoch häufig Entscheidungen getroffen werden. Und genau dann ist es sinnvoll dominante Heuristiken zu nutzen. Ein Heuristik H1, die hinsichtlich einer Bewertungsmetrik immer besser war als eine Heuristik H2, wird als T-Dominant bezeichnet.[90] Die Ermittlung dieser Dominanzbeziehung folgt ebenfalls wieder dem

[88] Vgl. Kuck; Frischhut, 2017a

[89] Vgl. Kuck; Frischhut, 2018

[90] Vgl. ZES, 2018g

emergenzbasierten Ansatz, denn es werden ja die Heuristiken gewählt, die gesetzmäßig immer dominieren.

Die Prognosegüte wird mit statistischen Standardverfahren wie mittlerer absoluter Fehler, mittlerer quadrierter Fehler, Receiver Operating Characteristic Area under curve (ROCAUC), Korrelation, Bestimmtheitsmaß oder mittlerer logarithmierter Prognosefehler bewertet.[91]

### 3.5.1. Gütemaße

Als Zielfunktionen die zur Bewertung der Schätzheuristiken herangezogen werden könnten, sind grundsätzlich alle Verfahren geeignet, mit denen die Genauigkeit von Vorhersagen beurteilt werden kann. Im Algorithmus für die Modellbildung sind diverse Gütemaße implementiert. Die für diese Arbeit relevanten Gütemaße werden im Folgenden kurz erläutert.[92]

#### Korrelation bzw. Korrelationskoeffizient

Die Korrelation beschreibt die Stärke der Abhängigkeit zweier Variablen. Die Stärke und Richtung dieses Zusammenhangs wird mithilfe des Korrelationskoeffizienten r konkret ausgedrückt.

Sein absoluter Betrag schwankt zwischen 0 (keine Erklärung) und 1 (vollständige Erklärung).[93]

#### Bestimmtheitsmaß

Das Bestimmtheitsmaß ($r^2$) beschreibt die Anpassungsgüte der Daten an das gebildete Regressionsmodell.[94]

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}[\hat{y}_i - \bar{y}]^2}{\sum_{i=1}^{n}[y_i - \bar{y}]^2}$$

$$n = Anzahl\ der\ Prognose;\ \hat{y} = Prognose;\ y = Beobachtung$$

---

[91] Vgl. Kuck; Frischhut, 2017b

[92] Vgl. Kuck; Kratz, o. J.

[93] Vgl. Bleymüller; Weißbach, 2015, S. 177ff

[94] Vgl. Bleymüller; Weißbach, 2015, S. 177ff

**Mittlerer Absoluter Prognosefehler**

Eine geeignete gängige Kennzahl zur Bestimmung der Prognosegüte einer Vorhersage ist der mittlere absolute Fehler (AbsAb):[95]

$$AbsAb = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|\hat{y}_i - y_i|$$

$$n = Anzahl\ der\ Prognose;\ \hat{y} = Prognose;\ y = Beobachtung$$

Der Vorteil des AbsAb ist, dass es durch die Betrachtung der absoluten Abweichung nicht zur Saldierung von Über- bzw. Unterschätzungen kommt.[96]

**Mittlerer quadrierter Prognosefehler**

Eine weitere Kennzahl zur Bestimmung der Prognosegüte einer Vorhersage ist der mittlere quadrierte Fehler (QAb):[97]

$$QAb = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[\hat{y}_i - y_i]^2$$

$$n = Anzahl\ der\ Prognose;\ \hat{y} = Prognose;\ y = Beobachtung$$

Gegenüber dem AbsAb hat der QAb den Vorteil, dass durch das Quadrieren starke Abweichungen stärker gewichtet werden, als geringe Abweichungen.[98]

### 3.5.2. Modellarten

Bei der Modellbildung wird zwischen 2 Arten von Modellen unterscheiden.

Von einem 0-Modell spricht man, wenn Prognoseheuristiken gesetzmäßig für alle Beobachtungen die Bewertungsmetrik verbessern.

Bei einem vollständigen Modell wird der komplette oben beschriebene Modellbildungsprozess verwendet. Es werden außerdem Objektauswahlregeln, auf Basis der gefundenen Objekte im Knowledge-Net, in den Modellbildungsprozess einbezogen.

---

[95] Vgl. Hofer; Kotz; Simmert, 2004, S. 259

[96] Vgl. Andres; Spiwoks, 2000, S. 13

[97] Vgl. Hofer; Kotz; Simmert, 2004, S. 259

[98] Vgl. Andres; Spiwoks, 2000, S. 26

Im Rahmen dieser Arbeit werden grundsätzlich erst 0-Modelle gesucht und zur Reduktion des verbleibenden Schätzfehler werden die Objekte aus dem Knowledge-Net mit einbezogen.

### 3.5.3. Prognoseheuristiken

Der Algorithmus im Modellbildungsprozess sucht also nach Heuristiken, die die Prognosegüte immer weiter verbessern.

Auch einige der bekannten Börsenweisheiten stellen schon sehr konkrete Heuristiken dar.

So ist die Aussage „Sell in may and go away“ oder „The trend is your friend“ schon eine konkrete überprüfbare Handlungsheuristik.[99] Es sei jedoch erwähnt, dass die Prognosegüte dieser Heuristiken nicht Teil dieser Arbeit ist.

Im Algorithmus sind diverse Heuristiken implementiert. [100]

| Bezeichnung | Interpretation |
|---|---|
| est_null | Prognose ist immer 0 |
| est_mean | Prognose auf Basis des rollierenden bzw. expandierenden Mittelwert |
| est_yt | Prognose ist immer die vorherige Beobachtung |
| estkq | Prognose auf Basis der expandierenden Kleinste-Quadrate-Methode |

*Tabelle 2 - Prognoseheuristiken*

*Quelle: Eigene Darstellung*

Hier ist schon zu erkennen, dass die verwendeten Prognoseheuristiken deutlich formaler sind, als bei den vielzitierten Börsenweisheiten. Sie sehen zum Beispiel so aus:

est_mean-eval((y-yd).loc[obj],(y-yd).loc[obj].shift(1),105…)

Das Prognoseziel hier war die Geldmenge M0 in Großbritannien. Die vorliegende Prognoseheuristik sagt also die nächste Beobachtung der Geldmenge M0 in

[99] Vgl. finanzen.net, 2018 und welt.de, 2009

[100] Vgl. Kuck; Kratz, o. J.

Großbritannien mit Hilfe des expandierenden Mittelwerts über die vergangenen 105 Beobachtungen voraus.

### 3.5.4. Evaluierung

Zur Evaluierung der Prognoseheuristiken werden die Datensätze in in-sample und out-of-sample eingeteilt. Der in-sample Teil des Datensatz wird genutzt, um die Prognoseheuristik und ggf. die zugehörigen Objektauswahlregeln zu finden. Hier haben sich die ersten 80% bzw. 90% des Datensatz etabliert.

Die verbleibenden 10% bzw. 20% werden als out-of-sample bezeichnet. In diesem Teil des Datensatz wird nun überprüft, welche Prognosegüte die Heuristiken erreichen.

## 3.6. KnowledgeWarehouse

Ein weiterer Kritikpunkt an den in Kapitel 2 beschrieben Ansätzen zur Beurteilung des Devisenkurses ist, dass mit jedem dieser Modelle eine unterschiedliche Kursbewegung prognostiziert wird. Je nach Wahl der Prämissen, kann sogar mit ein und derselben Theorie ein anderer Kurs prognostiziert werden.

Eine Zusammenfassung aller beschrieben Modelle ist somit unmöglich. Eine Auswahl des richtigen Modells wird dadurch unmöglich. Mal erzielt ein Modell A die richtige Prognose und im nächsten Moment ist es Modell B, selbst wenn die Modelle A und B sich grundlegend widersprechen, werden sie weiterhin verwendet. Eine Zusammenfassung von empirischem stochastischen Wissen ist somit nicht möglich.

Emergente Gesetze ermöglichen eine solche Ansammlung, denn Konflikte oder Widersprüche innerhalb der Gesetze können nicht auftreten.

Eine solche Ansammlung von Wissen bzw. Emergenten Gesetzen wird als KnowledgeWarehouse bezeichnet.[101]

Ein makroökonomisches KnowledgeWarehouse ist das Resultat dieser Arbeit, es findet sich in Anhang 3.

[101] Vgl. ZES, 2018d

## 3.7. Lernendes System

Mithilfe des Knowledge-Net und KnowledgeWarehouse kann also ein lernendes System entstehen was permanent aktuelles Wissen über Gesetze bereithält, die bisher immer wahr waren.[102] Hierfür ist Verarbeitung von Echtzeitdaten notwendig.[103]

Ein lernendes System muss in der Lage sein, selbstständig Beobachtungen auf Basis von Regeln auszuwählen, um zukünftige Beobachtungen prognostizieren zu können. Von Entscheidender Bedeutung ist dann aber die Fähigkeit ex-post beurteilen zu können, ob eine Beobachtung eine Regel erfüllt oder eben nicht.[104]

Dadurch könnten in Echtzeit Gesetze aus dem KnowledgeWarehouse bestätigt werden. Es können aber auch in Echtzeit Gesetze falsifiziert und dementsprechend aus dem KnowledgeWarehouse entfernt werden.

Das Wissen im KnowledgeWarehouse kann also permanent auf dem aktuellen Stand gehalten werden. [105]

Die folgende Abbildung 23 zeigt idealtypisch den Aufbau eines lernenden Systems.

---

[102] Vgl. ZES, 2018a

[103] Vgl. ZES, 2018e

[104] Vgl. Kuck; Harries; Kuck, 2015b, S. 17

[105] Vgl. ZES, 2018e

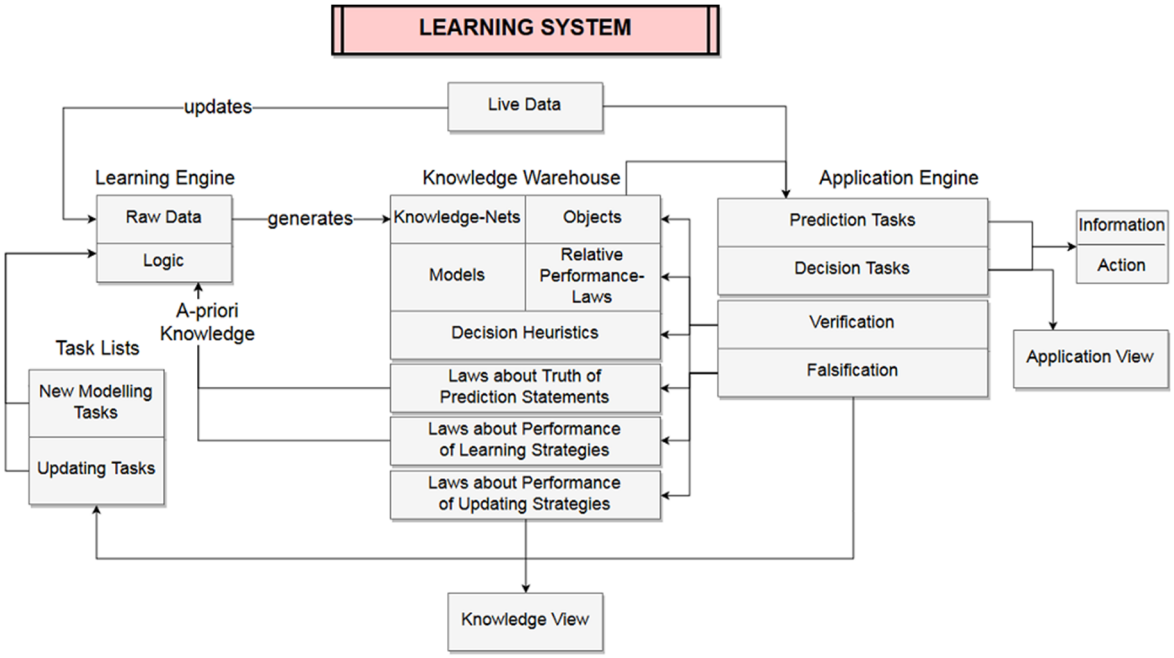



*Abbildung 23 - Auf einem Knowledge-Net basierendes lernendes System*

*Quelle: ZES, 2018e*

## 3.8. Induktives Filtern

Das Induktive Filtern bezeichnet das fortwährende Entfernen von einmal falsifizierten Hypothesen aus der Menge der Emergenten Gesetze.[106]

Hiermit wird dem Falsifikationsprinzip aus Kapitel 3.2.2. Rechnung getragen. Der hier erläuterte Ansatz nimmt eben für sich nicht in Anspruch ein metaphysisches Gesetz, im Sinne von bis in alle Ewigkeit wahren Aussagen zu liefern, sondern nur im Verhältnis vom aktuell betrachteten Messsystem und seinem aktuellen Gedächtnisinhalt.

Wenn also eine Prognoseregel einmal wiederlegt wurde oder eine Entscheidungsregel einmal von einer anderen dominiert wurde, ist sie für immer falsifiziert und muss nicht mehr untersucht werden. [107]

Es kann jedoch bei der Auswahl von Emergenten Gesetzen Sinn machen, auf das induktive Filtern zu verzichten.

---

[106] Vgl. ZES, 2018b

[107] Vgl. Kuck; Harries; Kuck, 2015b, S. 53

Es kann zum Beispiel sein, dass ein Gesetz für die Gesamtheit aller Beobachtungen eindeutig falsifiziert wurde, aber für einen begrenzten Anwendungsbereich durchaus brauchbar ist.[108]

So könnte zum Beispiel am Devisenmarkt ein Gesetz emergieren, dass bis zum Zusammenbruch des Bretton-Woods-System immer wahr war und erst danach falsifiziert wurde. Natürlich kann es hier Sinn machen, auf induktives Filtern zu verzichten, um Zusammenhänge in der Vergangenheit erkennen zu können. Wenn man jedoch Gesetze sucht, um Zusammenhänge in der heutigen Zeit zu erkennen, wäre es sinnvoller, dieses Gesetz per induktivem Filter zu entfernen.

Es kann hier keine klare Aussage getroffen werden, welche Methode hier die bessere ist. Es muss hier im Einzelfall in Abhängigkeit von den Daten, der Struktur des Datensatz und natürlich auch der zu erreichenden bzw. geforderten Prognosegüte entschieden werden.[109] Für aktuelle Prognosen ist induktives Filtern jedoch zwingend erforderlich.

## 3.9. Vorteile des gewählten Ansatzes

An dieser Stelle sollen nochmal zusammenfassend die wesentlichen Vorteile des emergenzbasierten Ansatz dargestellt werden.

Emergente deterministische Gesetze sind jederzeit **reproduzierbar**. Sofern also die Datengrundlage sich nicht geändert hat, kann ein einmal gefundenes Gesetz von jedem mit dem gleichen Ergebnis erzeugt werden **ohne Zusatzannahmen** zu treffen oder Parameter a-priori festgelegt werden müssen bzw. so gewählt werden können, dass das gewünschte Ergebnis erzielt wird. Emergente Gesetze sind also auch **objektiv und neutral**.[110] So würde eine Studie auf Basis von Emergenten Gesetzen eben nicht, wie es häufig anzutreffen ist, zu unterschiedlichen Ergebnissen führen je nachdem wer Auftraggeber oder Herausgeber ist.[111]

---

[108] Vgl. Frischhut, 2016, Kapitel 2.3.

[109] Vgl. Frischhut, 2016, Kapitel 2.3.

[110] Vgl. Kuck; Harries; Kuck, 2015b, S. 37

[111] Vgl. Christensen; Christensen, 2015

Darüber hinaus sind Emergente Gesetze wie Kapitel 3.6. bereits gezeigt hat, in einem KnowledgeWarehouse **speicherbar** und könnten somit **frei verfügbar** gemacht werden.

Außerdem sind Emergente Gesetze wie Kapitel 3.6. darlegt **logisch kombinierbar**, es können also niemals zwei gegensätzliche Gesetze entstehen.

Durch das Konstrukt des Knowledge-Net, können die **Zusammenhänge** in einem Datensatz gut strukturiert dargestellt werden. Die Erkennung von Zusammenhängen ist also nicht mehr nur das Ergebnis menschlicher Deduktion. Gerade das ist in einer zunehmend vernetzten zunehmend komplizierten Welt ein weiterer Vorteil. Denn es hat sich gezeigt, dass komplexe Situationen wie Finanzkrisen oder Umweltkatastrophen das menschliche Vorstellungsvermögen überfordern.[112]

Im **Vergleich** zu anderen Ansätzen erzielt der Emergenzbasierte Ansatz außerdem gute Ergebnisse. In dem bereits erwähnten Datensatz zu der Prognose der verliehenen Fahrräder, erreicht das mit dem Emergenten Ansatz gebildete Modell einen AbsAb von 32,76. Dieser AbsAb liegt im Bereich von anderen gängigen Algorithmen wie zum Beispiel Random Forrest (AbsAb = 40,56) oder Gradient Boosting (AbsAb = 33,77). [113]

Der emergenzbasierte Ansatz ermöglicht außerdem natives **Multiziel-Lernen**. Das heißt es können problemlos beliebig viele Ziele betrachtet werden, anstatt nur ein Modell für ein Ziel zu erstellen.[114] Im Rahmen dieser Arbeit wurden zum Beispiel insgesamt 471 Ziele berücksichtigt. Im KnowledgeWarehouse in Anhang 3 sind für jede der verwendeten makroökonomischen Größen Knowledge-Nets und Modelle gespeichert. Gerade in der Makroökonomie mit mannigfachen Einflussgrößen und Verflechtungen ist dies ein entscheidender Vorteil des Ansatzes.

---

[112] Vgl. Zeit, 2015

[113] Vgl. Kuck; Frischhut, 2017b, Kapitel 5

[114] Vgl. Kuck; Frischhut, 2018

All diese Vorteile sowie der Wissenschaftstheoretische Hintergrund, haben die Eignung der emergenzbasierten Statistik für die Untersuchung des vorliegenden Datensatz sowie der Problemstellung dieser Arbeit dargelegt.

# 4. Datengrundlage

## 4.1. Wechselkurse

Auf Basis der in Kapitel 2.5. beschrieben Modelle wurden Wechselkurse sowie einige makroökonomische Größen identifiziert.

Um die Berechnungen in annehmbarer Zeit durchzuführen, wurde die Auswertung auf fünf Länder begrenzt. Es wurden ausschließlich die USA (us), Großbritannien (uk), Deutschland (brd), Japan (ja) und die Schweiz (swiss) sowie für einige wenige Größen die Eurozone (eurozone) verwendet.

Neben den jeweiligen Kassa-Schlusskursen von USD, GBP, EUR, JPY und CHF, wurden auch die jeweiligen 3-Monats-Forwardrates (fwfx) aufgenommen.

Es sind also folgende Kassa-Schlusskurse enthalten:

EUR/CHF, EUR/GBP, EUR/JPY, EUR/USD, CHF/JPY, CHF/USD, GBP/CHF, GBP/JPY und GBP/USD

Es sind folgende Forwardrates enthalten:

GBP/USD, EUR/USD, CHF/USD und JPY/USD

## 4.2. Makroökonomische Größen

Neben den Devisenkursen und Forwardrates beinhaltet der verwendete Datensatz außerdem:

| Makroökonomische Größen | Bezeichnung | Rhythmus |
|---|---|---|
| Bruttoinlandsprodukt | gdp | Quartalsweise |
| Geschäftsklimaindex | bi | Monatlich |
| Nationaler Aktienindex | ai | Täglich |
| Arbeitslosenquote | ur | Monatlich |
| Leistungsbilanzsaldo | cab | Monatlich |
| Verbraucherpreisindex | cpi | Monatlich |
| Produzentenpreisindex | ppi | Monatlich |
| Zentralbankzins | pr | Monatlich |
| Exporte | exp | Monatlich |
| Importe | imp | Monatlich |
| Häuserpreisindex | hpi | Monatlich |
| Geldmenge M0 | m0 | Monatlich |
| Geldmenge M1 | m1 | Monatlich |
| Geldmenge M2 | m2 | Monatlich |
| Geldmenge M3 | m3 | Monatlich |

*Tabelle 3 - Makroökonomische Größen*

*Quelle: Eigene Darstellung*

Insgesamt kann man die vorliegenden Daten in drei Kategorien einteilen. Bei der ersten Gruppe werden nur prozentualen Veränderungen der jeweiligen Größe berücksichtigt. Bei der zweiten Gruppe werden Differenzen berücksichtigt und bei der dritten Gruppe Differenzen und Niveaus. Tabelle 4 zeigt die konkrete Zuordnung der Größen.

| | Gruppe 1 | Gruppe 2 | Gruppe 3 |
|---|---|---|---|
| Größe: | Wechselkurse, ai, fwfx, gdp | Zinssätze, Geldmengen, bi, cab, pr, ur, cpi, ppi | Zinssätze, Geldmengen, pr, cab, bi |
| Berücksichtigung von: | prozentuale Veränderungen | Differenzen | Differenzen und Niveaus |
| Volatilitäts-maß: | Standardabweichung der täglichen Renditen des jeweiligen Monats | Standardabweichung der täglichen Differenzen des jeweiligen Monats | zusätzlich die Standardabweichung der täglichen Niveaus des jeweiligen Monat |

*Tabelle 4 - Einteilung der Makroökonomischen Größen in Gruppen*

*Quelle: Eigene Darstellung*

Die Folgende Tabelle 5 zeigt die Generierung bzw. Einteilung der endogenen Variablen:

| | Gruppe 1 | Gruppe 2 | Gruppe 3 |
|---|---|---|---|
| Variable 1: | prozentuale Veränderung | Differenz | zusätzlich zu Gruppe 2-Variablen: Niveau-Werte |
| Beispiel: | df['CHFJPY_Close'].pct_change(1).shift(-1) | df['pr_brd_Close'].diff().shift(-1) | df['pr_brd_Close'].shift(-1) |
| Variable 2: | absolute prozentuale Veränderung | absolute Differenz | |
| Beispiel: | df['CHFJPY_Close'].pct_change(1).abs().shift(-1) | df['pr_brd_Close'].diff(1).abs().shift(-1) | |
| Prognosehorizont: | | | |
| Prognosehorizont: | | 2, 4, 8 und 16 Monate | |
| Anzahl Endogener Variablen insgesamt: | | 471 | |

*Tabelle 5 - Endogene Variablen*

*Quelle: Eigene Darstellung*

Die Folgende Tabelle 6 zeigt die Generierung bzw. Einteilung der exogenen Variablen:

| | Gruppe 1 | Gruppe 2 | Gruppe 3 |
|---|---|---|---|
| Variable 1: | prozentuale Veränderung zum Vormonat | Differenz zum Vormonat | Zusätzlich zu Gruppe 2-Variablen: Niveau-Werte |
| Beispiel: | df['CHFJPY_Close'].pct_change() | df['pr_brd_Close'].diff() | df['pr_brd_Close'] |
| Variable 2: | absolute prozentuale Veränderung zum Vormonat: | absolute Veränderung zum Vormonat | |
| Beispiel: | df['CHFJPY_Close'].pct_change().abs() | df['pr_brd_Close'].diff().abs() | |
| Variable 3: | rollierenden mittleren prozentualen Veränderungen | rollierenden mittleren Veränderungen | |
| Beispiel: | df['CHFJPY_Close'].pct_change().rolling(window=2).mean() | df['pr_brd_Close'].diff().rolling(window=2).mean() | |
| Variable 4: | rollierenden mittleren absoluten prozentualen Veränderungen | rollierenden mittleren absoluten Veränderungen | |
| Beispiel: | df['CHFJPY_Close'].pct_change().abs().rolling(window=2).mean() | df['pr_brd_Close'].diff().abs().rolling(window=2).mean() | |
| Fensterlänge für rollierenden Größen: | | | |
| -Monats- und Tagesdaten: | | 2, 4, 8 und 16 Monate | |
| -Quartalsdaten: | | 3, 6, 12 und 24 Monate | |
| Anzahl Exogener Variablen insgesamt: | | 890 | |

*Tabelle 6 - Exogene Variablen*

*Quelle: Eigene Darstellung*

Neben den Größen selber wurden auch jeweils die Relationen zwischen den einzelnen Ländern ermittelt. Für die Größen ai, cpi und ppi werden die Differenz der prozentualen Änderungen, für ur und pr werden die Differenz der Niveaugrößen und für cab und bi werden die Differenz der Niveaugrößen als Vielfaches der expandierenden Standardabweichung in Paaren von Ländern berechnet. So bezeichnet „ur_brd_swiss“ die relative Veränderung der Arbeitslosenquote zwischen Deutschland und der Schweiz.

Bei der cab hat sich gezeigt, dass eine sinnvolle Betrachtung der prozentualen Veränderung nicht möglich ist. Die cab als Differenz der Zu- und Abflüsse kann

positiv, negativ und nah bei null liegen, was zu teilweise erheblichen prozentualen Änderungen führt (vgl. Abbildung 24 links). Für eine Verwendung von einfachen Differenzen ist die cab ebenfalls ungeeignet. In Folge des zunehmenden Außenhandels aller betrachteten Länder steigt die cab im Laufe der Zeit stark an (vgl. Abbildung 24 rechts).

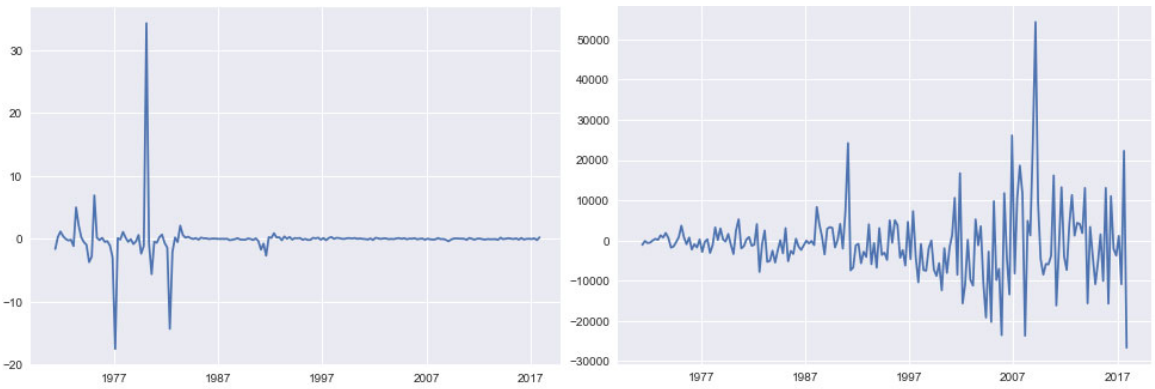



*Abbildung 24 - Problem Current-Account Balance am Beispiel der prozentualen Veränderung (links) und der Differenzen (rechts) der cab in den USA*

*Quelle: Eigene Darstellung mit Methodenserver des ZES*

Um diesem Problem zu begegnen, wurde die cab in dieser Arbeit immer im Verhältnis zum gdp gesetzt, was zu relativ konstanten Werten führt, wie Abbildung 25 zeigt.

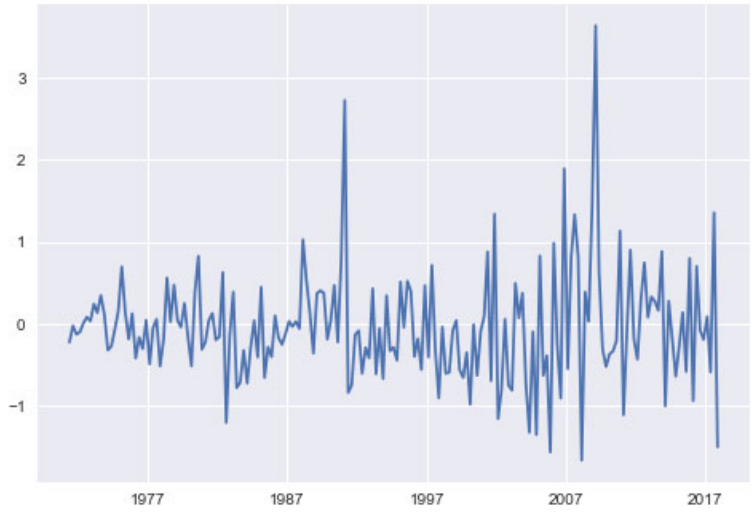



*Abbildung 25 - cab/gdp am Beispiel USA*

*Quelle: Eigene Darstellung mit Methodenserver des ZES*

Außerdem werden im Rahmen der Netz- bzw. Modellbildung alle Beobachtungen in Quantile eingeteilt. Die Anzahl der Quantile wird bei der Erstellung des Knowledge-

Net vorgegeben. Wenn also maximal drei Qunatile gebildet werden sollen, ist eine eindeutige Zuordnung jeder Beobachtung zum höchsten, mittleren oder niedrigsten Quantil möglich. Die Anzahl der zu bildenden Quantile wird durch die gewünschte Performance bzw. die vorhandene Rechenleistung limitiert. Je mehr Quantile gebildet werden, desto länger dauert der Prozess der Netzbildung.

Die verwendeten Daten stammen alle von der Nachrichtenagentur Thomson Reuters. Sie wurden entweder direkt aus Thomson-Reuters-Eikon exportiert oder entstammen der Ökonomie-Datenbank Thomson-Reuters-Datastream. Die genauen Feldbezeichnungen und Parameter für die Erzeugung der Zeitreihen bzw. auch die Zeitreihen selber können Anhang 30 - 142 entnommen werden.

## 4.3. Datenaggregation

Eine große Herausforderung bei der Datenaggregation ist die korrekte Auswahl und Zusammenführung der Daten. Um das möglicherweise auftretende Problem aufzuzeigen, eignen sich Devisenkurse sehr gut. Wie in Kapitel 2.2. aufgezeigt können die gängigen Währungspaare permanent eigentlich 24 Stunden an verschiedenen Börsen oder direkt über die jeweiligen Banken gehandelt werden. In Abbildung sind 26 sind die Handelszeiten fünf wichtiger Börsen dargestellt. Wenn nun also bei der Datenauswahl jeweils der Schlusskurs verwendet werden soll, wird ein Problem schnell deutlich. Es muss also erst einmal entschieden werden, welcher Schlusskurs verwendet werden soll, da es hier nicht die eine richtige Lösung gibt. Es könnte zum Beispiel für alle Währungen der Schlusskurs in London um 19:00 UTC verwendet werden. Damit sind manche Währungspaare jedoch vielleicht nicht korrekt repräsentiert. So ist bei der Verwendung des LSE-Schlusskurs der USDJPY-Kurs vermutlich nicht richtig repräsentiert, da der meiste Handel zu den Handelszeiten in Japan bzw. den USA stattfindet.

Eine andere Alternative wäre immer den Schlusskurs der „Heimatbörse“ zu verwenden. Also zum Beispiel Frankfurt für EUR, Tokio für JPY oder New York für USD. Eine solche Auswahl verursacht dann aber ein weiteres Problem, den sogenannten Lookahead-Bias, auf den im Folgenden kurz eingegangen werden soll.

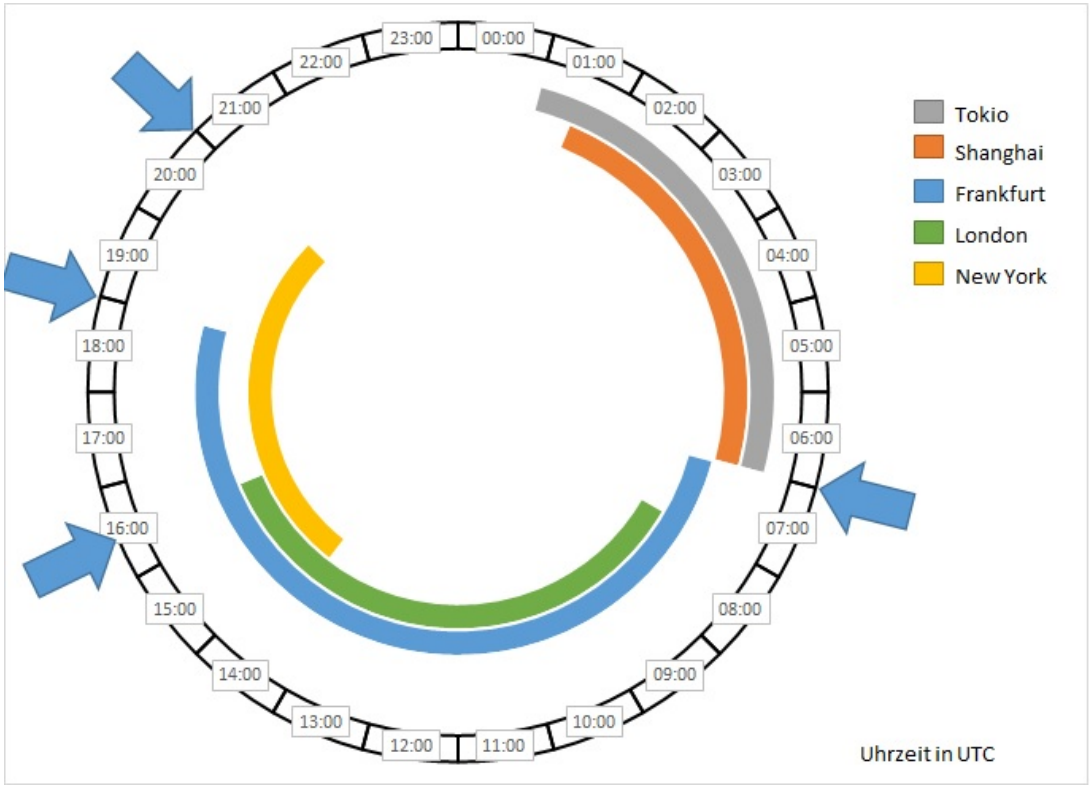



*Abbildung 26 - Handelszeiten*

*Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von boerse.de, 2018b und sbroker, 2018*

Unter Lookahead-Bias versteht man das Problem, dass für die Entscheidung zu einem Trade Informationen verwendet werden, die bei dem Trade eigentlich nicht vorgelegen hätten. Wenn also zum Beispiel ein Aktientrade nach der Regel „Kaufe wenn der niedrigste Kurs des Tages erreicht ist“, dann ist dieses Information bei dem Trade noch nicht vorhanden. [115] Das gleiche Problem liegt bei Devisenkursen vor, wenn auf Tagesbasis gehandelt werden soll. Wenn für eine Entscheidung zum Kauf von EUR in Japan der USD Schlusskurs von New York in die Entscheidungsfindung mit einbezogen wird, dann wurden Daten verwendet, die erst knapp 12,5 Stunden später zur Verfügung gestanden hätten. Das würde zu einem signifikant besseren Performance der Auswahlregel führen.

## 4.4. Prognosegröße

Der Datensatz umfasst insgesamt 665 Beobachtungen auf Monatsbasis, das entspricht also genau 55 Jahren und 5 Monaten.

[115] Vgl. Chan, 2009, S. 58

Als in-sample wurden 90% des Datensatz gewählt.

Als out-of-sample also dementsprechend die verbleibenden 10% des Datensatz.

Das bedeutet also konkret, dass für die in-sample-Suche alle Beobachtungen bis zum 31.12.2012 herangezogen wurden.

Für die Evaluierung wurden dann out-of-sample alle Beobachtungen vom 01.01.2013 bis zum 30.06.2018 verwendet.

# 5. Prognoseergebnis

Im folgenden Kapitel werden nun die Ergebnisse dieser Arbeit beschrieben. Hier ist nochmal explizit klarzustellen, dass eben nicht Ziel dieser Arbeit war, ein Modell deduktiv zu entwickeln und dann mit den vorhandenen Daten empirisch zu belegen. Ziel war, in den Devisenkursen bzw. den makroökonomischen Größen, denen in der Standardliteratur eine Auswirkung auf den Devisenmarkt zugeschrieben wird, mit Hilfe des emergenzbasierte Ansatz auf Zusammenhänge und die Prognostizierbarkeit zu untersuchen. Das Ergebnis ist das makroökonomische KnowledgeWarehouse in Anhang 3.

In diesem Kapitel sollen einige interessante Ergebnisse aus dem KnowledgeWarehouse ausgewählt und exemplarisch beschrieben werden. Dieses Kapitel kann demnach nur einen kleinen Einblick in das gesammelte Wissen liefern.

Das erste Ergebnis unter dem Punkt Arbeitslosenquote erläutert außerdem den Aufbau des KnowledgeWarehouse genauer.

## 5.1. Arbeitslosenquote

Die 1-Monats-Prognose der Arbeitslosenquote in Deutschland liefert in-sample wie auch out-of-sample gute Ergebnisse.

Im KnowledgeWarehouse wird das Prognoseziel „Arbeitslosenquote in Deutschland in einem Monat“ wie folgt ausgedrückt:

Df[‚ur_brd_Close‘].diff(1).shift(-1)

Die gefundenen Prognoseheuristiken zeigt die folgende Abbildung 27:

| id_ | id_ | objective_name | AnzIt | Rel | R_S | R_E | Gini_S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 887 | 233 | df['ur_brd_Close'].diff(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,80660204412349 | 0,71934385720547 | |

| id_ | ic | Rel | heuristic | AnzIt | T | Div |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2191 | 2 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['m1_brd_Close'].pct_change().rolling(window=2).mean()).loc[obj],83,False,0.0( | 0 | 83 | 5 |
| 2192 | 2 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['m0_ja_Close'].pct_change().rolling(window=2).mean()).loc[obj],83,False,0.005 | 0 | 83 | 5 |
| 2193 | 656 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['ur_brd_Close'].diff()).loc[obj],55,False,-0.0750902527076,0.0,0.499085952644,S | 1 | 55 | 5 |
| 2194 | 606 | 0,75 | estkq_eval((y).loc[obj],(df['m2_ja_Close'].pct_change()).loc[obj],15,False,0.00247479236527,0.0,-17.63603892( | 1 | 15 | 9 |
| 2195 | 541 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['exp_us_swiss'].diff().rolling(window=4).mean()).loc[obj],49,False,-0.01089527 | 1 | 49 | 5 |
| 2196 | 584 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['hpi_uk_Close'].pct_change()).loc[obj],56,False,0.0046553164733,0.0,-4.0929919 | 1 | 56 | 5 |
| 2197 | 657 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['ur_brd_swiss'].diff().rolling(window=4).mean()).loc[obj],44,False,0.016953125 | 1 | 45 | 5 |
| 2198 | 581 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['cpi_brd_Close'].pct_change().rolling(window=2).mean()).loc[obj],49,False,0.0( | 1 | 49 | 5 |
| 2199 | 610 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['m1_ja_Close'].pct_change().rolling(window=2).mean()).loc[obj],39,False,3.242 | 1 | 39 | 5 |
| 2200 | 465 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['ur_us_brd'].diff()).loc[obj],34,False,-0.0655172413793,0.0,-0.139852262251,Seri | 1 | 34 | 5 |
| 2201 | 490 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['cab_us_uk'].diff().rolling(window=4).mean()).loc[obj],32,False,-0.22050317408 | 1 | 32 | 5 |

*Abbildung 27 - Prognoseheuristiken Arbeitslosenquote Deutschland*

*Quelle Eigene Darstellung*

Insgesamt gibt es also 11 Heuristiken die die Prognose der Arbeitslosenquote immer verbessern konnten. Die erste Prognoseregel identifiziert die Geldmenge M1 in Deutschland als Einflussgröße auf die Arbeitslosigkeit. Die zweite Prognoseheuristik nutzt die Geldmenge in Japan. Die dritte Prognoseregel nutzt die Arbeitslosenquote in Deutschland.

| id_ | id_ | objective_name | AnzIt | Rel | R_S | R_E | Gini_S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 887 | 233 | df['ur_brd_Close'].diff(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,80660204412349 | 0,71934385720547 | |

| id_ | ic | Rel | heuristic | AnzIt | T | Div |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2191 | 2 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['m1_brd_Close'].pct_change().rolling(window=2).mean()).loc[obj],83,False,0.0( | 0 | 83 | 5 |
| | | | obj: df.C | | | |
| 2192 | 2 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['m0_ja_Close'].pct_change().rolling(window=2).mean()).loc[obj],83,False,0.005 | 0 | 83 | 5 |
| 2193 | 656 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['ur_brd_Close'].diff()).loc[obj],55,False,-0.0750902527076,0.0,0.499085952644,S | 1 | 55 | 5 |
| | | | obj: (df.C&(~(categorize(df['bi_us_uk'].diff().rolling(window=2).mean(),3)==1.0))) | | | |
| 2194 | 606 | 0,75 | estkq_eval((y).loc[obj],(df['m2_ja_Close'].pct_change()).loc[obj],15,False,0.00247479236527,0.0,-17.63603892( | 1 | 15 | 9 |
| 2195 | 541 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['exp_us_swiss'].diff().rolling(window=4).mean()).loc[obj],49,False,-0.01089527 | 1 | 49 | 5 |
| 2196 | 584 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['hpi_uk_Close'].pct_change()).loc[obj],56,False,0.0046553164733,0.0,-4.0929919 | 1 | 56 | 5 |
| 2197 | 657 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['ur_brd_swiss'].diff().rolling(window=4).mean()).loc[obj],44,False,0.016953125 | 1 | 45 | 5 |
| 2198 | 581 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['cpi_brd_Close'].pct_change().rolling(window=2).mean()).loc[obj],49,False,0.0( | 1 | 49 | 5 |
| 2199 | 610 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['m1_ja_Close'].pct_change().rolling(window=2).mean()).loc[obj],39,False,3.242 | 1 | 39 | 5 |
| 2200 | 465 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['ur_us_brd'].diff()).loc[obj],34,False,-0.0655172413793,0.0,-0.139852262251,Seri | 1 | 34 | 5 |
| 2201 | 490 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['cab_us_uk'].diff().rolling(window=4).mean()).loc[obj],32,False,-0.22050317408 | 1 | 32 | 5 |

*Abbildung 28 - Prognoseheuristiken Arbeitslosenquote Deutschland mit Objektauswahlregeln*

*Quelle: Eigene Darstellung*

Abbildung 28 zeigt nochmal, dass die erste Prognoseheuristik auf den gesamten Datensatz angewendet werden kann. Sie ist also Teil des 0-Modells. Das wird durch die Objektauswahlregel

df.C

deutlich.

Die sechste Prognoseheuristik hingegen gilt nur unter der Bedingung der Objektauswahlregel:

(df.C&(~(categorize(df['bi_us_uk'].diff().rolling(window=2).mean(),3)==1.0)))

Konkret bedeutet das, dass alle Zeitpunkte im Datensatz ausgewählt werden (df.C), außer (~) die Zeitpunkte, an denen die relative Entwicklung des Geschäftsklimaindex in Fenstern der Länge 2 zwischen den USA und Großbritannien zum unteren (1) 33%-quantil (categorize(xxx,3) gehört, damit diese Prognoseheuristik gilt.

Diese Objektauswahlregeln resultieren wiederum direkt aus dem Knowledge-Net.

Das zugehörige Knowledge-Net ist in Abbildung 29 zu sehen. Die rot markierten Objekte sind die, die für das Modell verwendet wurden. Die blauen Objekte sind zwar weiterhin Teil des Knowledge-Nets, es existiert jedoch für diese Objekte keine Prognoseheuristik, die zu einer Verbesserung der Bewertungsmetrik geführt hat.

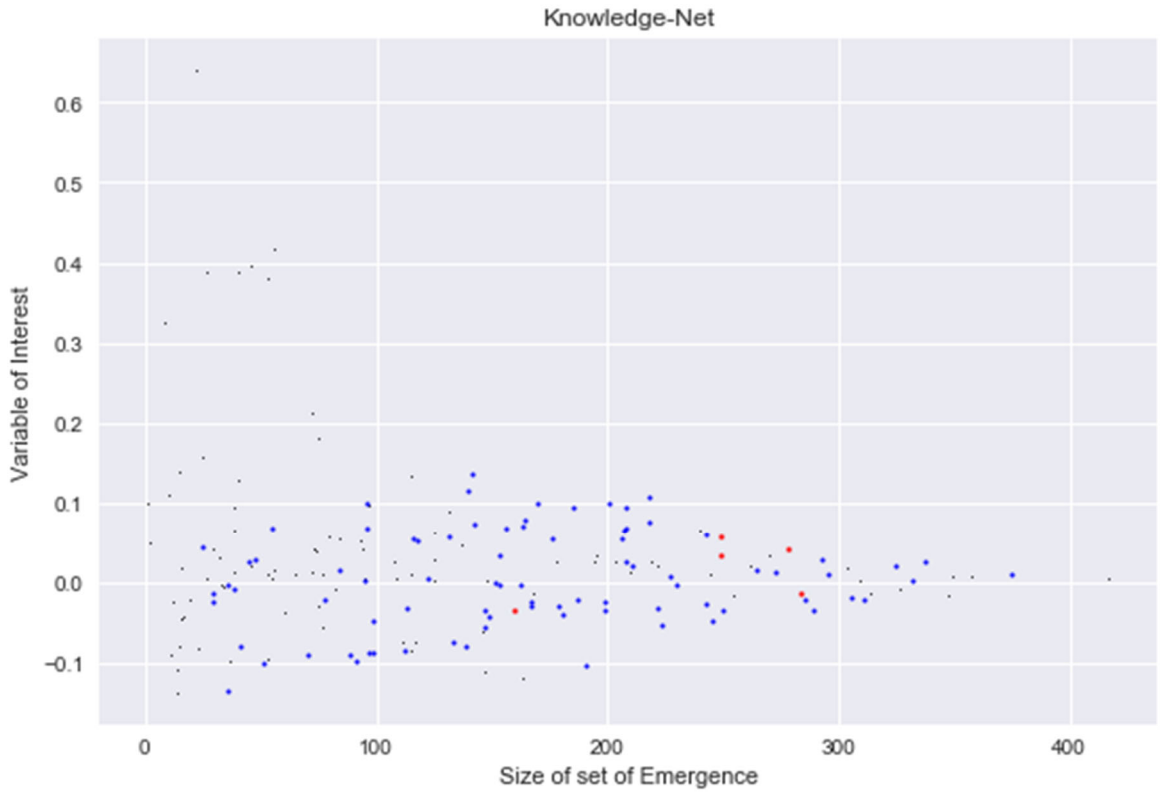



*Abbildung 29 - Knowledge-Net Arbeitslosenquote in Deutschland*

*Quelle: Eigene Darstellung mit Methodenserver des ZES*

Abbildung 30 zeigt nun die Prognosegüte in-sample, hier wurde jedoch nur das 0-Modell verwendet, also Prognoseheuristiken, die auf den gesamten Datensatz angewendet werden können. Die rote Linie entspricht der Prognose, die einzelnen Punkte sind die gemessenen Beobachtungen.

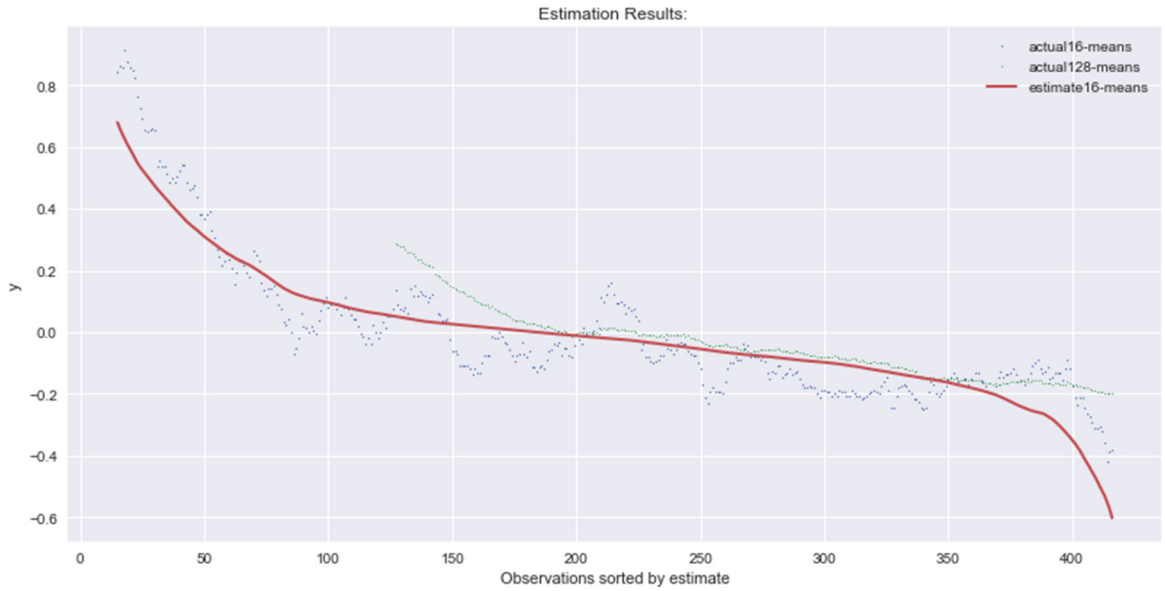



*Abbildung 30 - Übertragung der Prognoseheuristiken zur Arbeitslosenquote in Deutschland - 0-Modell*

*Quelle: Eigene Darstellung mit Methodenserver des ZES*

Wie Abbildung 31 zeigt, konnte die Prognosegüte in-sample deutlich gesteigert werden, wenn auch die Prognoseheuristiken mit den speziellen Objektauswahlregeln mit einbezogen wurden.

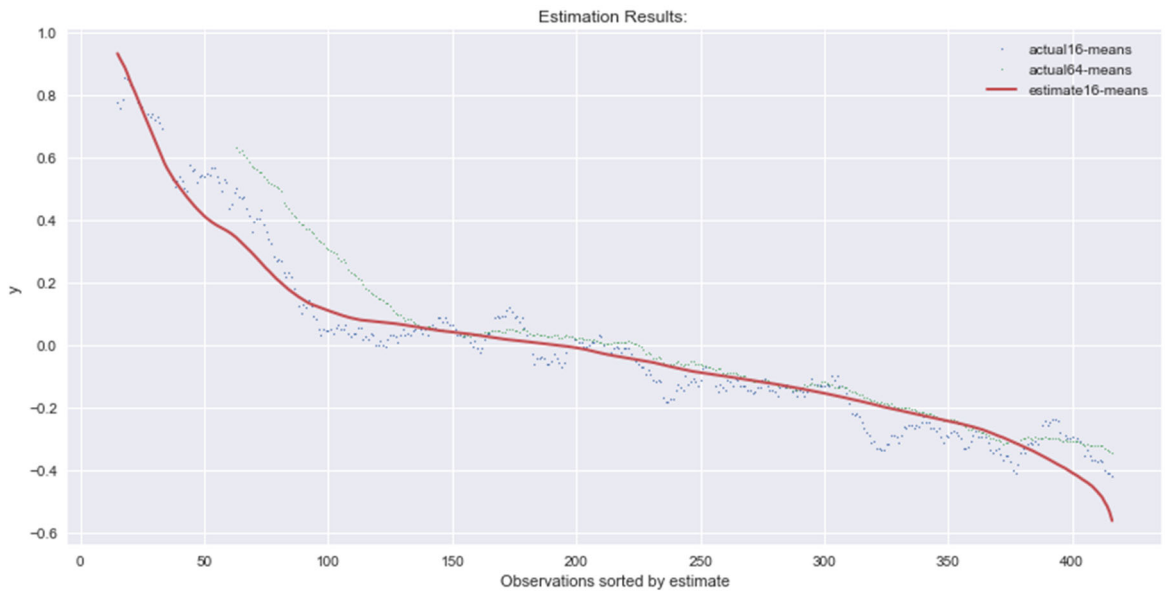



*Abbildung 31 - Übertragung der Prognoseheuristiken zur Arbeitslosenquote in Deutschland - Vollständiges Modell*

*Quelle: Eigene Darstellung mit Methodenserver des ZES*

In Abbildung 32 ist nun zu erkennen welche Prognosegüte das vollständige Modell out-of-sample erreicht hat.

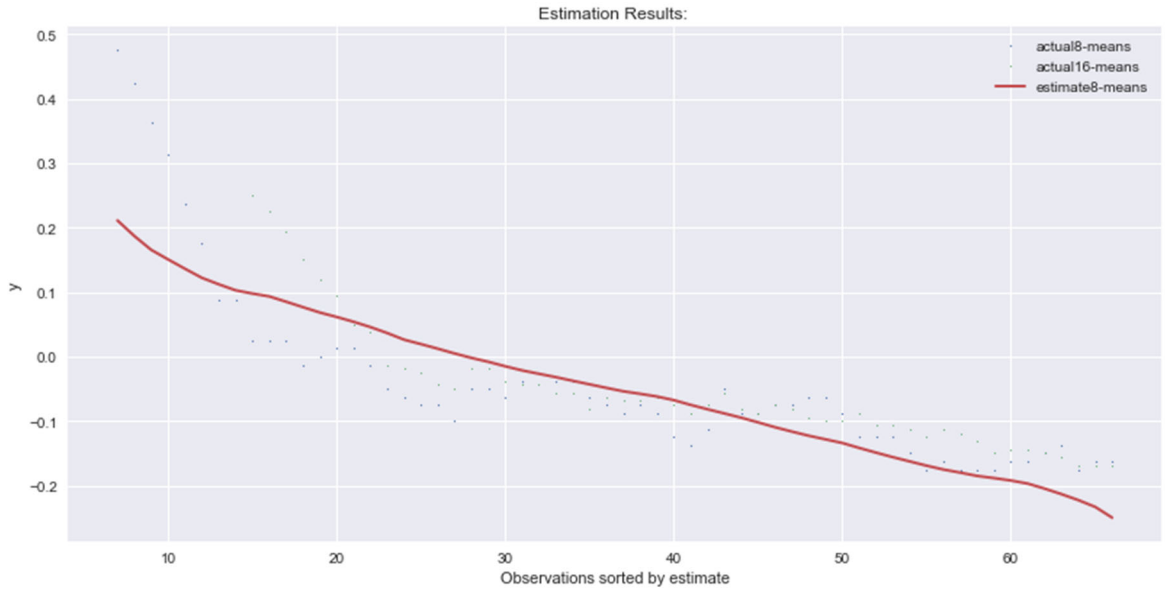


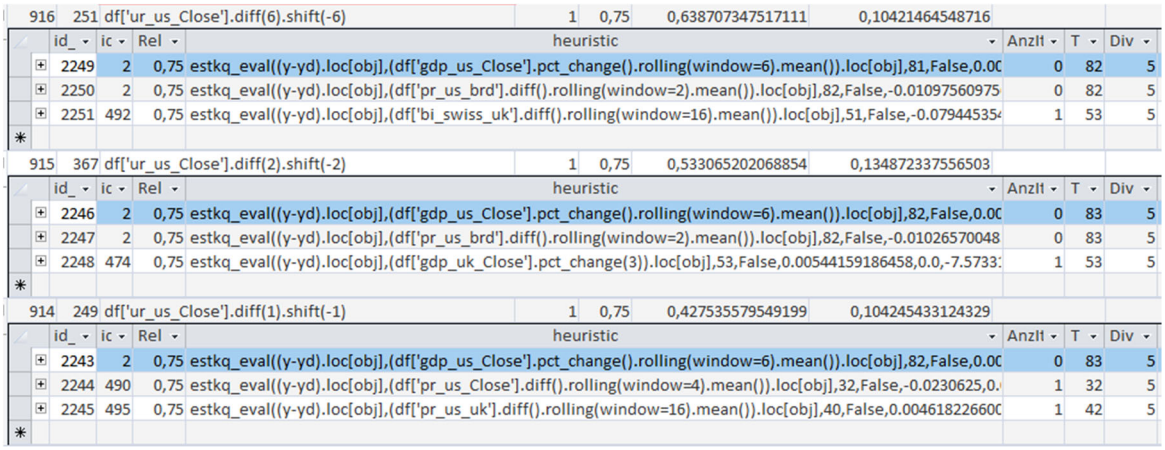

*Abbildung 32 - Übertragung der Prognoseheuristiken zur Arbeitslosenquote in Deutschland - out-of-sample*

*Quelle: Eigene Darstellung mit Methodenserver des ZES*

An diesem Beispiel sind sehr gut die verschiedenen Einflussgrößen auf die Arbeitslosenquote in Deutschland zu erkennen. Zum einen existieren rein nationale Einflussgrößen wie die Geldmenge oder der Verbraucherpreisindex. Zum anderen

sind internationalen Verflechtungen mit Japan, der Schweiz, Großbritannien und den USA, die in Form der (relativen) Veränderungen von Geldmenge, Häuserpreisindizes, Leistungsbilanzsalden und Exporten Auswirkungen auf die deutsche Arbeitslosenquote haben, ebenfalls zu erkennen.

Wenn man diesem Ergebnis nun die Prognoseheuristiken für die Arbeitslosenquote in den USA gegenüberstellt, fällt auf, dass die USA in diesem Bereich kaum internationale Verflechtungen hat und im Wesentlichen nur amerikanische Größen relevant sind.



| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 916 | 251 | df['ur_us_Close'].diff(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,638707347517111 | 0,10421464548716 | | | |
| | id_ | ic | Rel | heuristic | | | AnzIt | T | Div |
| ⊞ | 2249 | 2 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['gdp_us_Close'].pct_change().rolling(window=6).mean()).loc[obj],81,False,0.0( | | | 0 | 82 | 5 |
| ⊞ | 2250 | 2 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['pr_us_brd'].diff().rolling(window=2).mean()).loc[obj],82,False,-0.01097560975 | | | 0 | 82 | 5 |
| ⊞ | 2251 | 492 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['bi_swiss_uk'].diff().rolling(window=16).mean()).loc[obj],51,False,-0.079445354 | | | 1 | 53 | 5 |
| 915 | 367 | df['ur_us_Close'].diff(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,533065202068854 | 0,134872337556503 | | | |
| | id_ | ic | Rel | heuristic | | | AnzIt | T | Div |
| ⊞ | 2246 | 2 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['gdp_us_Close'].pct_change().rolling(window=6).mean()).loc[obj],82,False,0.0( | | | 0 | 83 | 5 |
| ⊞ | 2247 | 2 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['pr_us_brd'].diff().rolling(window=2).mean()).loc[obj],82,False,-0.01026570048 | | | 0 | 83 | 5 |
| ⊞ | 2248 | 474 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['gdp_uk_Close'].pct_change(3)).loc[obj],53,False,0.00544159186458,0.0,-7.5733 | | | 1 | 53 | 5 |
| 914 | 249 | df['ur_us_Close'].diff(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,427535579549199 | 0,104245433124329 | | | |
| | id_ | ic | Rel | heuristic | | | AnzIt | T | Div |
| ⊞ | 2243 | 2 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['gdp_us_Close'].pct_change().rolling(window=6).mean()).loc[obj],82,False,0.0( | | | 0 | 83 | 5 |
| ⊞ | 2244 | 490 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['pr_us_Close'].diff().rolling(window=4).mean()).loc[obj],32,False,-0.0230625,0. | | | 1 | 32 | 5 |
| ⊞ | 2245 | 495 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['pr_us_uk'].diff().rolling(window=16).mean()).loc[obj],40,False,0.004618226600 | | | 1 | 42 | 5 |

*Abbildung 33 - Prognoseheuristiken zur Arbeitslosenquote in den USA*

*Quelle: Eigene Darstellung*

## 5.2. Währungskurse

Es fällt auf, dass für diverse Währungspaare in-sample gute Prognosen möglich sind.

Out-of-sample funktionieren diese Prognosen nicht mehr zufriedenstellend.

In dem Auszug aus dem KnowledgeWarehouse in Abbildung 34 ist das gut zu erkennen:

| id_ | id_ | objective_name | AnzIt | Rel | R_S | R_E |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 535 | 9 | df['EURGBP_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,394518058202903 | 0,15169776730565 |
| 541 | 19 | df['EURUSD_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,264825166839746 | -7,68789582249399E-02 |
| 537 | 11 | df['EURGBP_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,258589324233739 | -0,288530045251646 |
| 544 | 257 | df['GBPJPY_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,245008338188412 | 0,371709271547613 |
| 533 | 254 | df['CHFUSD_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,231456580459474 | -3,69844478263759E-02 |
| 531 | 253 | df['CHFJPY_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,217088420179217 | 2,67078672171527E-02 |
| 536 | 301 | df['EURGBP_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 0 | 0,75 | 0,206884048191687 | -0,191934856893258 |
| 543 | 25 | df['GBPJPY_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,205294233141622 | -0,13196108320198 |
| 534 | 256 | df['EURCHF_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,205092236903549 | -4,5413619719138E-03 |
| 529 | 1 | df['CHFJPY_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,202106994398522 | 0,106898016069615 |
| 538 | 15 | df['EURJPY_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,197665836529187 | -0,164560883166744 |
| 546 | 304 | df['GBPUSD_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,196045538398624 | 0,238401639870506 |
| 545 | 28 | df['GBPUSD_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,181116969444523 | -0,142737247831853 |
| 530 | 299 | df['CHFJPY_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,178067825186705 | -2,00100770925994E-02 |
| 539 | 17 | df['EURUSD_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,174779220105148 | -6,63615150979588E-02 |
| 542 | 303 | df['GBPCHF_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,172672687014883 | -2,93398432515351E-02 |
| 547 | 30 | df['GBPUSD_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,170399574298527 | -5,65672087050782E-02 |
| 540 | 302 | df['EURUSD_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,155236121929185 | 0,1437211340558 |
| 532 | 300 | df['CHFUSD_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,130698933605809 | -0,102002919570583 |

*Abbildung 34 - Auszug KnowledgeWarehouse - Währungen*

*Quelle: Eigene Darstellung*

Hier ist zu erkennen, dass z.B. die Prognose von EURGBP mit einer in-sample-Korrelation (Spalte „R_S“) von 0,395 und einer out-of-sample-Korrelation (Spalte „R_E“) von 0,152 noch einigermaßen funktioniert, wohingegen die EURUSD-Prognosen mit in-sample-Korrelation von 0,265 und out-of-Sample-Korrelation von -0,07 nicht mehr funktionieren.

Die Prognosen fungieren hier teilweise sogar als Kontraindikator. Sie weisen eine negative Korrelation auf.

Dieser Effekt kann verschiedene Ursachen haben. Zwei Ursachen sind hier jedoch naheliegend.

Zum einen ist der Devisenmarkt aufgrund der in Kapitel 2.2. beschriebenen Eigenschaften gerade für institutionelle Investoren interessant. Doch genau diese institutionellen Investoren sind seit einigen Jahren mit Algorithmic-Trading am Markt aktiv. Sie versuchen also ebenfalls erkennbare Muster auszunutzen. Durch das Ausnutzen von Mustern werden diese jedoch schnell wieder verworfen, insbesondere, wenn hohe Handelsvolumina verwendet werden.

Ein anderer Aspekt kann die nie da gewesene Geldpolitik der letzten Jahre sein.

## 5.3. Aktienindex

Bei den Aktienkursen ist ähnlich wie bei den Währungskursen zu erkennen, dass die in-sample-Prognosen deutlich besser funktionieren als die out-of-sample-Prognosen. Insgesamt übertragen sich die Prognosen der Aktienindizes, wie Abbildung 35 zeigt jedoch etwas besser als die der Währungskurse.

| id_ | id_ | objective_name | AnzIt | Rel | R_S | R_E |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 559 | 52 | df['ai_swiss_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,409744155432102 | 0,184467397437837 |
| 568 | 60 | df['ai_us_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,335189384352115 | -0,179650171218408 |
| 556 | 48 | df['ai_ja_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,331250079355231 | -0,282868066534193 |
| 558 | 307 | df['ai_swiss_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,28311986268137 | 0,102052583663823 |
| 557 | 50 | df['ai_swiss_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,264214415726503 | 6,65826993916267E-02 |
| 550 | 44 | df['ai_brd_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,261277409205243 | 8,42177532867753E-02 |
| 554 | 46 | df['ai_ja_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,211916579710844 | 4,75372572594144E-02 |
| 563 | 54 | df['ai_uk_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,175017829645587 | 0,140426007479258 |
| 567 | 309 | df['ai_us_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,171253384510151 | 7,49394608014842E-02 |
| 555 | 306 | df['ai_ja_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,166603059139187 | 0,22021277510398 |
| 564 | 308 | df['ai_uk_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,163680003701444 | 0,122617960106918 |
| 566 | 58 | df['ai_us_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,154017280060426 | 5,71592840144415E-02 |
| 549 | 305 | df['ai_brd_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,116861716352701 | -4,89082479129042E-02 |
| 565 | 56 | df['ai_uk_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,108882581863808 | 0,376863529902424 |
| 548 | 42 | df['ai_brd_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 3,36009816809021E-02 | 7,72888688124726E-02 |

*Abbildung 35 - Auszug KnowledgeWarehouse - Aktienindizes*

*Quelle: Eigene Darstellung*

Auch hier ist dieser Sachverhalt vermutlich darauf zurückzuführen, dass die vielen institutionellen Anleger und Anlage-Algorithmen durch das Erkennen und Ausnutzen von Mustern, diese wieder aufheben.

## 5.4. Verbraucherpreisindex

Bei den Verbraucherpreisen in Deutschland ist ein ähnliches Bild wie bei der deutschen Arbeitslosenquote zu erkennen, denn hier dominieren ebenfalls die internationalen Verflechtungen die relevanten Größen für die Prognose.

Abbildung 36 zeigt dies genauer:

| id_ | id_ | objective_name | AnzIt | Rel | R_S | R_E | Gini_S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 643 | 74 | df['cpi_brd_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,482676685864243 | 0,443390924028778 | |

| id_ | ic | Rel | heuristic | AnzIt | T | Div |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1653 | 510 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['m2_ja_Close'].pct_change().rolling(window=4).mean()).loc[obj],36,False,0.007 | 1 | 41 | 5 |
| 1654 | 469 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['cpi_brd_swiss'].diff().rolling(window=4).mean()).loc[obj],77,False,1.95106257( | 1 | 77 | 5 |
| 1655 | 511 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['cpi_us_brd'].diff()).loc[obj],112,False,0.00135190900552,0.0,0.208924371821,Se | 1 | 112 | 5 |
| 1656 | 512 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['exp_us_swiss'].diff().rolling(window=8).mean()).loc[obj],34,False,-0.00424214 | 1 | 35 | 5 |
| 1657 | 513 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['cpi_brd_Close'].pct_change()).loc[obj],52,False,0.0021917435486,0.0,-0.166195 | 1 | 52 | 5 |
| 1658 | 514 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['m0_ja_Close'].pct_change().rolling(window=2).mean()).loc[obj],57,False,0.007 | 1 | 66 | 5 |

*Abbildung 36 - Prognoseheuristiken zum Verbraucherpreisindex in Deutschland*

*Quelle: Eigene Darstellung*

## 5.5. Importe und Exporte

Auch die Prognose der deutschen Exporte liefert in- und out-of-sample gute Übertragungsraten.

Wie Abbildung 37 zeigt, sind drei Faktoren zu erkennen, die für eine Prognose der deutschen Exporte relevant sind.

| id_ | id_ | objective_name | AnzIt | Rel | R_S | R_E | Gini_S | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 681 | 271 | df['exp_brd_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,42876951161655 | 0,466480351503996 | | |

| | id_ | ic | Rel | heuristic | AnzIt | T | Div |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ⊞ | 1688 | 2 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['exp_brd_Close'].pct_change()).loc[obj],119,False,0.00691769435343,0.0067765 | 0 | 119 | 5 |
| ⊞ | 1689 | 532 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['ppi_brd_Close'].pct_change()).loc[obj],108,False,0.00191632183137,0.0,1.17036 | 1 | 108 | 5 |
| ⊞ | 1690 | 533 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['pr_us_brd'].diff().rolling(window=2).mean()).loc[obj],35,False,-0.00901129943 | 1 | 35 | 5 |
| ⊞ | 1691 | 461 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['exp_us_brd'].diff().rolling(window=16).mean()).loc[obj],80,False,0.0026748677 | 1 | 84 | 5 |
| ⊞ | 1692 | 534 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['exp_us_brd'].diff().rolling(window=2).mean()).loc[obj],101,False,0.003398715 | 1 | 101 | 5 |

*Abbildung 37 - Prognoseheuristiken zu den deutschen Exporten*

*Quelle: Eigene Darstellung*

Die erste Prognoseheuristik ist ein reiner Zeitreiheneffekt, hier wird also auf Grundlage der vergangenen Exporte geschätzt.

Die zweite Einflussgröße ist der Produzentenpreisindex in Deutschland.

Der dritte Faktor ist die Handelsbeziehung zu den USA, denn sowohl das relative Verhältnis der Exporte zwischen USA und Deutschland sowie das amerikanische Zinsniveau sind relevant. Vor dem Hintergrund, dass die USA der bedeutendste Handelspartner sind, ist das gut nachvollziehbar.[116]

Die amerikanischen Importe auf der anderen Seite erzielen out-of-sample zwar nicht so gute Übertragungsraten wie in-sample, doch passen die gefundenen Einflussgrößen gut zum oben erläuterten Ergebnis. Für die amerikanischen Importe sind im Wesentlichen das amerikanische Zinsniveau, die Arbeitslosenquote sowie der Geschäftsklimaindex relevant.

## 5.6. Geldmengenaggregate

Auch die Prognose der Geldmengenaggregate funktioniert in-sample in der Regel gut.

Out-of-sample wird diese Übertragungsrate nicht erreicht.

[116] Vgl. Statistisches Bundesamt, 2018

Auch hier liegt nah, diesen Effekt auf die noch nie da gewesene Geldpolitik der letzten Jahre zurückzuführen.

Gerade bei Japan liegt hier ein ganz anderes Muster vor.

Die Prognosequalität bei Japan ist sowohl in-sample wie auch out-of-sample gut.

Die Tatsache, dass Japan bereits seit Ende der 80er Jahre eine andere Geldpolitik verfolgt und im Rahmen der letzten Finanzkrisen hier keine Veränderungen vorgenommen hat, untermauert die These, die schlechten Übertragungsraten bei den Geldmengenprognosen auf die neuartige Geldpolitik der letzten Jahre zurückzuführen.

Dieses Ergebnis zeigt der in Abbildung 38 dargestellte Auszug aus dem KnowledgeWarehouse ebenfalls:

| id_ | id_ | objective_name | AnzIt | Rel | R_S | R_E |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 789 | 145 | df['m1_ja_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,760758156071679 | 0,546316595292092 |
| 790 | 339 | df['m1_ja_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,704455275255625 | 0,567232929559575 |
| 784 | 337 | df['m1_brd_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,578212003057494 | 0,103001366647702 |
| 794 | 151 | df['m1_swiss_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,533700472795697 | -0,040896702377209 |
| 800 | 159 | df['m1_us_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,521158681010176 | 0,134886456304241 |
| 783 | 137 | df['m1_brd_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,517487627045496 | 0,122548239399488 |
| 792 | 149 | df['m1_swiss_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,489572903304116 | -9,19338712388133E-02 |
| 798 | 157 | df['m1_us_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,411899890635401 | -0,246526052881405 |
| 799 | 342 | df['m1_us_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,408009989597285 | 2,58947236524702E-02 |
| 788 | 143 | df['m1_eurozone_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,370906889199248 | 0,017111375225729 |
| 793 | 340 | df['m1_swiss_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,368215930952314 | 1,43062519605128E-02 |
| 785 | 139 | df['m1_brd_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,363845177074388 | -6,84801475029897E-02 |
| 791 | 147 | df['m1_ja_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 1 | 0,75 | 0,289360857420753 | 0,260046531415139 |
| 787 | 338 | df['m1_eurozone_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 0,275108900950832 | 5,23304442141869E-02 |
| 786 | 141 | df['m1_eurozone_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,222600991440356 | -1,62576607308289E-02 |
| 795 | 153 | df['m1_uk_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 6,41707565340236E-02 | -0,125326041783682 |
| 796 | 341 | df['m1_uk_Close'].pct_change(2).shift(-2) | 1 | 0,75 | 3,19975475754511E-02 | 8,37893652791233E-02 |
| 797 | 155 | df['m1_uk_Close'].pct_change(6).shift(-6) | 0 | 0,75 | 2,04978169050098E-02 | 0,343139914351492 |

*Abbildung 38 - Auszug KnowledgeWarehouse - Geldmengen*

*Quelle: Eigene Darstellung*

## 5.7. Häuserpreisindex

Mit einer in-sample-Korrelation von 89,5% und einer out-of-sample-Korrelation von 74,8% erzielt die Prognose des amerikanischen Case-Shiller-Häuserpreisindex sehr gute Übertragungsraten. Interessanterweise sind, wie Abbildung 39 zeigt, für die USA untypisch viele makroökonomische Größen anderer Länder für die Prognose relevant.

| id_ | id_ | objective_name | Anzlt | Rel | R_S | R_E | Gini_S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 728 | 113 | df['hpi_us_Close'].pct_change(1).shift(-1) | 1 | 0,75 | 0,895387995501396 | 0,748300407866486 | |

| id_ | ic | Rel | heuristic | Anzlt | T | Div |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1802 | 501 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['m0_swiss_Close'].pct_change().rolling(window=8).mean()).loc[obj],56,False,0 | 1 | 56 | 5 |
| 1803 | 464 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['imp_brd_swiss'].diff().rolling(window=2).mean()).loc[obj],51,False,0.0104488 | 1 | 51 | 5 |
| 1804 | 584 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['ai_us_Close'].pct_change().rolling(window=4).mean()).loc[obj],59,False,0.007 | 1 | 60 | 5 |
| 1796 | 582 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['hpi_us_Close'].pct_change()).loc[obj],87,False,0.00415335359595,0.0041722229 | 1 | 87 | 5 |
| 1797 | 583 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['ur_brd_ja'].diff().rolling(window=4).mean()).loc[obj],79,False,0.003472222222 | 1 | 87 | 5 |
| 1798 | 526 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['ur_us_brd'].diff().rolling(window=8).mean()).loc[obj],66,False,-0.01423716012 | 1 | 75 | 5 |
| 1799 | 517 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['m1_ja_Close'].pct_change()).loc[obj],80,False,0.00544600340951,0.0,0.0064240 | 1 | 80 | 5 |
| 1800 | 499 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['imp_us_ja'].diff().rolling(window=2).mean()).loc[obj],47,False,0.003405792331 | 1 | 47 | 5 |
| 1801 | 557 | 0,75 | estkq_eval((y-yd).loc[obj],(df['ur_brd_swiss'].diff().rolling(window=4).mean()).loc[obj],58,False,0.010916095 | 1 | 61 | 5 |

*Abbildung 39 - Prognoseheuristiken zum amerikanischen Häuserpreisindex*

*Quelle: Eigene Darstellung*

# 6. Schlussfolgerung, kritische Würdigung und Fazit

Kapitel 5 sowie das KnowledgeWarehouse im Anhang haben gezeigt, dass es mit Hilfe der emergenzbasierten Statistik möglich ist, makroökonomische Zusammenhänge zu identifizieren sowie viele der Größen mit einer hohen Qualität zu prognostizieren.

Die Qualität der gefundenen Gesetze bzw. Prognosen kann in Zukunft durch einige Maßnahmen sicherlich noch verbessert werden.

Auch wenn im Rahmen dieser Arbeit versucht wurde eine hohe Datenqualität zu erreichen, sollte die Datengrundlage kritisch hinterfragt werden. Problematisch ist zum Beispiel die Berücksichtigung der Veröffentlichungszeitpunkte von Daten. So wird zum Beispiel das CPI zum 31. eines Monats in Deutschland in der Regel erst um den 15. des Folgemonats veröffentlicht. In weiteren Staaten kann ein anderer Termin verwendet werden. Hier sei auch darauf hingewiesen, dass manche Daten teilweise einige Tage später nochmal ein Update erfahren, wenn Werte, die ursprünglich geschätzt wurden, nun genau vorliegen. Dieses Problem ist mit dem in Kapitel 4.3. erläuterten Lookahead-Bias vergleichbar.

Auch die Veränderung von Berechnungsmethoden stellt ein Problem dar. So können solche Veränderungen zu Sprüngen in Zeitreihen führen, ohne dass es makroökonomische Veränderungen gegeben hat. Hierdurch könnten zum Beispiel Emergente Gesetze bzw. Prognoseheuristiken irrtümlicherweise falsifiziert werden.

Durch eine größere Anzahl an exogenen Variablen wird die Anzahl der Gesetze bzw. der geeigneten Prognoseheuristiken weiter steigen. Hier können zum einen weitere makroökonomische Größen aufgenommen werden.

Einige denkbare Beispiele wären zum Beispiel: Lohn- und Gehaltsentwicklungen, demographische Veränderungen wie Bevölkerungsbestand und Altersstruktur oder Verschuldungsgrade von Staaten, Unternehmen oder privaten Haushalten.

Auf der anderen Seite kann auch die Menge der untersuchten Staaten bzw. Regionen weiter erhöht werden.

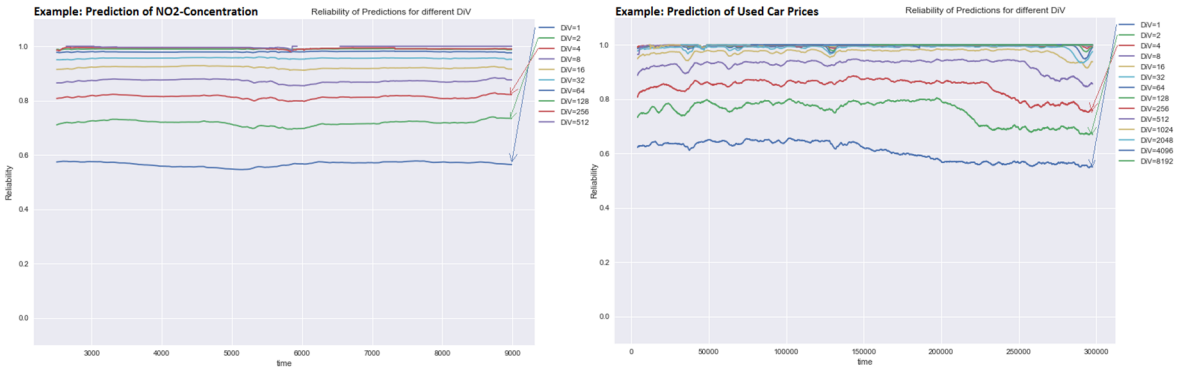
Gerade bei einer Erweiterung der Daten ist es jedoch wichtiger auf eine geeignete Datenqualität zu achten.

Der nächste logische Schritt ist also die Datengrundlage qualitativ zu verbessern und auszuweiten. Im Anschluss kann mit Hilfe der Implementierung einer Echtzeitaktualisierung der Daten ein vollwertiges lernendes System, wie in Kapitel 3.7. beschrieben, gebildet werden. Dieses System könnte dann ohne weiteres als Entscheidungsgrundlage in der Wirtschaftspolitik oder auch in den Research-Abteilungen der betreffenden Marktteilnehmer Verwendung finden.

# Anhang

Alle nicht gedruckten Anhänge befinden sich gemäß Anhangverzeichnis auf der beiliegenden CD.

*Anhang 4 - Reliability nach DiV-Klassen - weitere Beispiele*




*Quelle: Kuck; Frischhut, 2017a*

# Literaturverzeichnis


| | |
|---|---|
| 25iq.com | A Dozen Things I've Learned from Jim Simons, auf https://25iq.com/2014/07/09/a-dozen-things-ive-learned-from-jim-simons/, erschienen im Juli 2014, zuletzt abgerufen am 08.05.2018 |
| Andres, Peter<br>Spiwoks, Markus | Prognosegütemaße, Darmstadt, Sofia-Studien, 2000 |
| BIZ | Triennial Central Bank Survey Foreign exchange turnover in April 2016, Basel, September 2016 |
| Bleymüller, Josef<br>Weißbach, Rafael | Statistik für Wirtschaftswissenschaftler, 17. Aufl, Vahlen, 11.05.2015 |
| Bloss, Michael<br>Eil, Nadine<br>Ernst, Dietmar<br>Fritsche; Harald<br>Häcker, Joachim | Währungsderivate, Oldenbourg Verlag, Januar 2009 |
| boerse.de | (2018a) Börsenlexikon - Forward-Kontrakt, auf https://www.boerse.de/boersenlexikon/Forward-Kontrakt, zuletzt abgerufen am 15.07.2018 |
| boerse.de | (2018b) Handelszeiten, auf https://www.boerse.de/handelszeiten/, zuletzt abgerufen am 15.07.2018 |
| Brockmann, John | Die wichtigsten Erfindungen der letzten 2000 Jahre, Berlin, Ullstein, März 2003 |
| Brown, Brendan | The Forward Market in Foreign Exchange, 1. Aufl, Routledge Library Editions, 1983 |
| Büter, Clemens | Außenhandel, 3. Aufl, Koblenz, Springer, 2013 |
| Chan, Ernest | Quantitative Trading: How to Build Your Own Algorithmic Trading Business, John Wiley & Sons, 12.01.2009 |
| Christensen, Björn<br>Christensen, Sören | Wir würfeln uns eine "Studie", auf http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/umfragen-in-deutschland-wir-wuerfeln-uns-eine-studie-a-1052493.html, erschienen am 16.09.2015, zuletzt abgerufen am 18.07.2018 |

| | |
|---|---|
| Deutsche Bundesbank | (2016) Pressenotiz: Devisenhandel und Geschäfte in Derivaten, auf https://www.bundesbank.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/BBK/2016/2016_09_01_devisenhandels_und_derivateumsaetze_banken.html, erschienen am 01.09.2016, zuletzt abgerufen am 10.07.2018 |
| Deutsche Bundesbank | (2018a) Mengennotierung, auf https://www.bundesbank.de/Redaktion/DE/Glossareintraege/M/mengennotierung.html, zuletzt abgerufen am 20.07.2018 |
| Deutsche Bundesbank | (2018b) Preisnotierung, auf https://www.bundesbank.de/Redaktion/DE/Glossareintraege/P/preisnotierung.html, zuletzt abgerufen am 20.07.2018 |
| Dreger, Christian | Monetäre Modelle der Wechselkurserklärung, Wiesbaden, Gabler, 1996 |
| DZ Bank | Devisenhandel, auf https://www.dzbank.de/content/dzbank_de/de/home/unsere_kunden/institutionelle_kunden/produkt_serviceangebot/kapitalmarktpartner/liquidratesundfx/Foreign_Exchange.html, zuletzt abgerufen am 18.05.2018 |
| Ender, Manuela | Modellrisiko bei der Bewertung von Optionen in einem Vergleich von Modellen mit stochastischer Volatilität, auf https://kups.ub.uni-koeln.de/2304/1/Modellrisiko_ManuelaEnder_KUPS_neues Datum.pdf, erschienen 2008, zuletzt abgerufen am 12.05.2018 |
| Europäische Union | VERORDNUNG (EG) Nr. 1287/2006 DER KOMMISSION vom 10. August 2006 zur Durchführung der Richtlinie 2004/39/EG des Europäischen Parlaments und des Rates betreffend die Aufzeichnungspflichten für Wertpapierfirmen, die Meldung von Geschäften, die Markttransparenz, die Zulassung von Finanzinstrumenten zum Handel und bestimmte Begriffe im Sinne dieser Richtlinie |
| finanzen.net | "Sell in May and go away": Studie kommt zu erstaunlichen Ergebnissen, auf https://www.finanzen.net/nachricht/aktien/boersenspruch-auf-pruefstand-34-sell-in-may-and-go-away-34-studie-kommt-zu-erstaunlichen-ergebnissen-5310958, erschienen am 07.02.2017, zuletzt abgerufen am 30.06.2018 |

| | |
|---|---|
| Frankfurter Allgemein Zeitung | (2010) Ökonomie ist eigentlich keine Wissenschaft - Interview mit Peter Oertlieb, auf http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/oekonomie-ist-eigentlich-keine-wissenschaft-11418489.html, erschienen am 08.05.2010, zuletzt abgerufen am 12.05.2018 |
| Frankfurter Allgemein Zeitung | (2008) Der Schock durch den Fonds der Nobelpreisträger, 11.03.2008 |
| Frey D.<br>Schmalzried L. | Der Kritische Rationalismus, in: Philosophie der Führung, Berlin, Springer, 2013 |
| Frischhut; Hans | Meta-Properties of Emergent Laws, auf http://www.udpl.info/wp-content/uploads/2017/03/HansFrischhut_BA_Internet.html, zuletzt abgerufen am 25.07.2018 |
| Gärtner, Manfred<br>Lutz, Matthias | Makroökonomik flexibler und fester Wechselkurse, 4. Aufl, St. Gallen (CH), Springer, April 2009 |
| Heldt, Cordula | Financial Future, auf https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/financial-future-33155, zuletzt abgerufen am 30.06.2018 |
| Hofer, Markus B.<br>Kotz, Hans-Helmut<br>Simmert, Diethard B. | Geld- und Wirtschaftspolitik in gesellschaftlicher Verantwortung, 1. Aufl, Berlin, Duncker & Humblot, 2004 |
| IMF | Classification of Exchange Rate Arrangements and Monetary Policy Frameworks, auf https://www.imf.org/external/np/mfd/er/2003/eng/1203.html, erschienen 2003, zuletzt abgerufen am 15.05.2018 |
| Jahrmann, Fritz-Ulrich | Außenhandel, 13. Aufl, Herne, Kiehl, 2010 |
| Kaye, Danny | Capital, 15. Ausgabe, Capital Verlag, 1976 |
| Kuck, André | (2017) Emergenzbasierte Anlagealgorithmen - Automatisierte Geldanlage auf Basis empirischer Gesetze über die emergente relative Vorteilhaftigkeit von Anlageregeln, auf http://www.udpl.info/wp-content/uploads/2017/11/Kuck-Pr%C3%A4sentation-Bankentag.html, zuletzt abgerufen am 25.07.2018 |

| | |
|---|---|
| Kuck, André<br>Frischhut, Hans | (2015) Die Suche nach emergenten deterministischen empirischen Gesetzen als Alternative zur wahrscheinlichkeitsbasierten Statistik, auf http://www.udpl.info/wp-content/uploads/2017/03/Kuck_Frischut_.pdf, zuletzt abgerufen am 25.07.2018 |
| Kuck, André<br>Frischhut, Hans | (2017a) Lektion 2: KnowledgeNets, Version 1, Villingen-Schwenningen, 21.12.2017 |
| Kuck, André<br>Frischhut, Hans | (2017b) The process of emergent law based model building, auf http://www.udpl.info/wp-content/uploads/2017/03/ProcessOfModelBuilding.html, zuletzt abgerufen am 25.07.2018 |
| Kuck, André<br>Frischhut, Hans | (2018) Geldmengenaggregate, Aktienindizes, Häuserpreise - eine empirische Analyse makroökonomischer Größen mithilfe Emergenzbasierter Statistik, auf http://www.udpl.info/wp-content/uploads/2018/03/B1_Makro-Anwendungsbeispiel.html, zuletzt abgerufen am 25.07.2018 |
| Kuck, André<br>Frischhut, Hans<br>Kratz, Norbert | (2017) Applying “Emergent Law based Statistics” to prediction and decision tasks, auf http://www.udpl.info/wp-content/uploads/2017/03/EmergentLawBasedStatistics.pdf, zuletzt abgerufen am 25.07.2018 |
| Kuck, André<br>Harries, Jan P.<br>Kuck, Elsbeth | (2015a) Emergenz statt Metaphysik - Übersicht über die Methodik von UDPL, auf http://www.udpl.info/wp-content/uploads/2017/03/Deterministische-Gesetze.pdf, zuletzt abgerufen am 25.07.2018 |
| Kuck, André<br>Harries, Jan P.<br>Kuck, Elsbeth | (2015b) Der Weg zu wahren empirischen Gesetzen und rationalem Handeln, auf http://www.udpl.info/wp-content/uploads/2017/03/Kuck_Harries_WahreGesetze.pdf, zuletzt abgerufen am 25.07.2018 |
| Kuck, André<br>Kratz, Norbert | Lektion 3: Modelle, Villingen-Schwenningen, o. J. |
| Kuck, André<br>Kratz, Norbert<br>Frischhut, Hans | (2018) Objektives Wissen und dominante Entscheidungsregeln auf Basis emergenzbasierten Maschinenlernens, auf http://www.udpl.info/wp-content/uploads/2018/03/Vortrag_Fachtagung_DH_ZES.html, zuletzt abgerufen am 25.07.2018 |
| Menge, Hermann | Taschenwörterbuch Latein, 9. Aufl, Berlin und München, Langenscheidt-Redaktion, 2006 |

| | |
|---|---|
| Metz, Dennis | Devisenhandel - Profitieren von Dollar, Euro &Co., Nachdruck, FinanzBuch, München, Februar 2006 |
| Mohr, Hans | Wissen Prinzip und Ressource, Springer, 17.09.1999 |
| Moritz, Karl-Heinz<br>Stadtmann, Georg | Monetäre Außenwirtschaft, 2. Aufl, München, Vahlen, Juli 2010 |
| Niedermeier, Doris | Einführung in den Geld- und Devisenhandel, 1. Aufl, Wiesbaden, Gabler 1989 |
| Ochynski, Walter | Strategien an den Devisenmärkten, 5. Aufl, Wiesbaden, Gabler, November 2004 |
| Oertlieb, Claus Peter | Methodische Probleme und methodische Fehler der mathematischen Modellierung in der Volkswirtschaftslehre, Heft 18 - Hamburger Beiträge zur Modellierung und Simulation, Universität Hamburg, Januar 2004, auf https://www.math.uni-hamburg.de/home/ortlieb/hb18MethFehlerVWL.pdf, zuletzt abgerufen am 12.05.2018 |
| sbroker | Internationale Börsen, auf https://www.sbroker.de/handel/boersenhandel/internationale-boersen.html, zuletzt abgerufen am 15.07.2018 |
| Schultheiß, Rainer<br>Schultze, Wolfgang | Wechselkurse in der Unternehmensbewertung, in WPg 2018 Heft 3, März 2018 |
| Schweizerische Nationalbank | (2011) Medienmitteilung - Nationalbank legt Mindestkurs von 1.20 Franken pro Euro fest, Zürich (CH), 6. September 2011 |
| Schweizerische Nationalbank | (2015) Medienmitteilung - Nationalbank hebt Mindestkurs auf und senkt Zins auf −0,75%, Zürich (CH), 15. Januar 2015 |
| Seiffert, Helmut | Einführung in die Wissenschaftstheorie 1, 12. Aufl, München, C. H. Beck'sche, 1996 |
| Spiegel | Zitate, 1988 - Heft 1, 04.01.1988 |
| Statista | (2018a) Entwicklung des durchschnittlichen Umsatzes pro Handelstag am weltweiten Devisenmarkt von 1995 bis 2016, auf https://de.statista.com/statistik/daten/studie/239512/umfrage/umsaetze-pro-handelstag-am-weltweiten-devisenmarkt/, zuletzt abgerufen am 07.05.2018 |

| | |
|---|---|
| Statista | (2018b) Volumen des weltweiten Aktienhandels von 1980 bis 2016, auf https://de.statista.com/statistik/daten/studie/239389/umfrage/volumen-des-weltweiten-aktienhandels/, zuletzt abgerufen am 07.05.2018 |
| Statistisches Bundesamt | Außenhandel - Rangfolge der Handelspartner im Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland, auf https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Aussenhandel/Tabellen/RangfolgeHandelspartner.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt abgerufen am 20.07.2018 |
| Universität Erlangen | Lernprozesse, auf http://www2.chemie.uni-erlangen.de/projects/vsc/chemoinformatik/erlangen/einfuehrung/lernprozess.html, zuletzt abgerufen am 15.07.2018 |
| van Treeck, Till | Zur historischen Entwicklung von Neoklassik und Keynesianismus, auf http://www.bpb.de/politik/wirtschaft/schuldenkrise/239934/neoklassik-und-keynesianismus, erschienen am 09.06.2017, zuletzt abgerufen am 15.07.2018 |
| Wang, Peijie | The Economics of Foreign Exchange and Global Finance, 2. Aufl, Hull(UK), Springer, Dezember 2008 |
| welt.de | Was taugt die Regel "The Trend ist your Friend"?, auf https://www.welt.de/finanzen/article4519687/Was-taugt-die-Regel-The-Trend-ist-your-Friend.html, erschienen am 12.09.2009, zuletzt abgerufen am 28.06.2018 |
| Zeit.de | Unser Gehirn ist nicht mitgewachsen, auf https://www.zeit.de/2015/23/psychologie-globale-probleme-mensch-gehirn, erschienen am 18.06.2015, zuletzt abgerufen am 15.07.2018 |
| ZES | (2018a) Emergent law based Statistitcs, auf http://www.udpl.info/#elbs, zuletzt abgerufen am 25.07.2018 |
| ZES | (2018b) Inductive filter, auf http://www.udpl.info/inductive-filter/, zuletzt abgerufen am 25.07.2018 |
| ZES | (2018c) Knowledge-Net, auf http://www.udpl.info/knowledgenets/, zuletzt abgerufen am 25.07.2018 |

ZES (2018d) KnowledgeWarehouses, auf http://www.udpl.info/knowledgewarehouses/, zuletzt abgerufen am 25.07.2018

ZES (2018e) Learning systems, auf http://www.udpl.info/learning-systems/, zuletzt abgerufen am 25.07.2018

ZES (2018f) Meta-Laws, auf http://www.udpl.info/meta-laws/, zuletzt abgerufen am 25.07.2018

ZES (2018g) T-Dominance, auf http://www.udpl.info/t-dominance/, zuletzt abgerufen am 25.07.2018

# Selbstständigkeitserklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine Bachelorarbeit mit dem Thema

„Prognose makroökonomischer Größen, die als relevant für Wechselkursbildung gelten“

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Mülheim an der Ruhr, den 29. Juli 2018

Chris Philippin