

Erlösprognose mit Predictive Analytics

Vorstellung des Forschungsprojekts „ReComMeND“ und erste Ergebnisse zur Erlösprognose im öffentlichen Personennahverkehr.

Robert Knappe / Jonas Krembsler / Sandra Spiegelberg / Nicki L. Kämpf / Nicola Winter / Thomas Winter



„Revenue Controlling mit mathematischer Modellierung auf Basis empirischer Daten für Nahverkehrs-Dienst-

leistungen“ (ReComMeND) lautet der Titel des dreijährigen Forschungsprojekts, dem sich die Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin, die Beuth Hochschule für Technik Berlin gemeinsam mit den Praxispartnern Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), ICV Arbeitskreis Berlin-Brandenburg, Lufthansa Systems und Lufthansa Industry Solutions widmen. Gefördert wird dieses Projekt aus öffentlichen Mitteln des Instituts für angewandte Forschung Berlin e.V.

Die Ausgangssituation

Praktischer Ausgangspunkt ist das Controlling der Erträge aus Verkehrsdienstleistungen (kurz: Verkehrserträge), die im Wesentlichen aus Umsatzerlösen aus Fahrschein- und Abonnementverkauf stammen. Ein geringer Teil der Erträge ist auf Kompensationen des Trägers Land Berlin für politisch motivierte Preisreduktionen bestimmter Fahrscheinkategorien zurückzuführen. Die BVG erwirtschaftete vor der Coronakrise jährlich rund 900 Mio. € Verkehrserträge (2019, inkl. Erstattungen) mit einer langfristig stetig steigenden Tendenz bis zum Ausbruch der Pandemie¹. Für die Planung und Prognose ist ebenso ein Einnahme-Umverteilungssystem des ört-

lichen Verkehrsverbunds Berlin-Brandenburg (VBB) zu berücksichtigen. Folglich können die Erträge durch unternehmens-externe Umsatzerlöse sowohl erhöht als auch geschmälert werden. Die Gesamtzusammenhänge der zu prognostizierenden Verkehrserträge sind in Abb. 1 dargestellt.

Das etablierte Ertragscontrolling der BVG praktiziert bislang ein Excel-basiertes Forecasting durch Fortschreibung, Analogschlüsse und Experten-Schätzungen unter Einbeziehung von sechs Treibergrößen. Dabei wird bereits eine relativ hohe Prognosegüte erreicht. Jeden Monat wird ein voraussichtliches Ist zum Jahresende rollierend neu prognostiziert. Dies ist nicht nur für das Reporting relevant, sondern auch für mittelfristige Planungen sowie verkehrs- und unternehmenspolitische Entscheidungen.

Verfahren der Descriptive Analytics sind im Rahmen der Business Intelligence seit langem etabliert. Mit diesem Projekt soll der Reifegrad des Controllings um eine Niveaustufe hin zum Advanced Analytics weiterentwickeln, vgl. Abb. 2. Im Rahmen eines neu zu schaffenden Predictive Analytics-Ansatzes sollen die Erträge datengestützt unter Einsatz von Algorithmen und maschinellem Lernen vorhergesagt werden². Aber auch die Implementierung in die bestehende Controllingorganisation ist eine Fragestel-

lung im Rahmen des Projekts: Wie kann dieser Schritt hin zur digitalen Transformation des Controllings in die vorhandenen Strukturen und Abläufe nachhaltig und wirtschaftlich verankert werden? Nicht zuletzt spielt auch die Übertragbarkeit der Ergebnisse sowohl innerhalb der Verkehrsdienstleistungsbranche als auch für andere Branchen eine Rolle, in denen ähnliche Treiber eingesetzt werden.



Summary

Im Forschungsprojekt ReComMeND werden Predictive Analytics-Ansätze für die Prognose von Erlösen im ÖPNV am Beispiel der Berliner Verkehrsbetriebe entwickelt. Neben der quantitativen Modellierung ist auch die Weiterentwicklung der Controllingpraxis ein Untersuchungsgegenstand. Der ICV ist einer der Praxispartner dieses Projekts. In diesem Beitrag werden die Herausforderungen, methodische Ansätze und erste Ergebnisse dargestellt. Leser:innen mit einschlägigen Erfahrungen sind dazu eingeladen, sich in Workshops aktiv zu beteiligen.

Ertragsprognose V-IST im Kontext des Verkehrsverbunds VBB

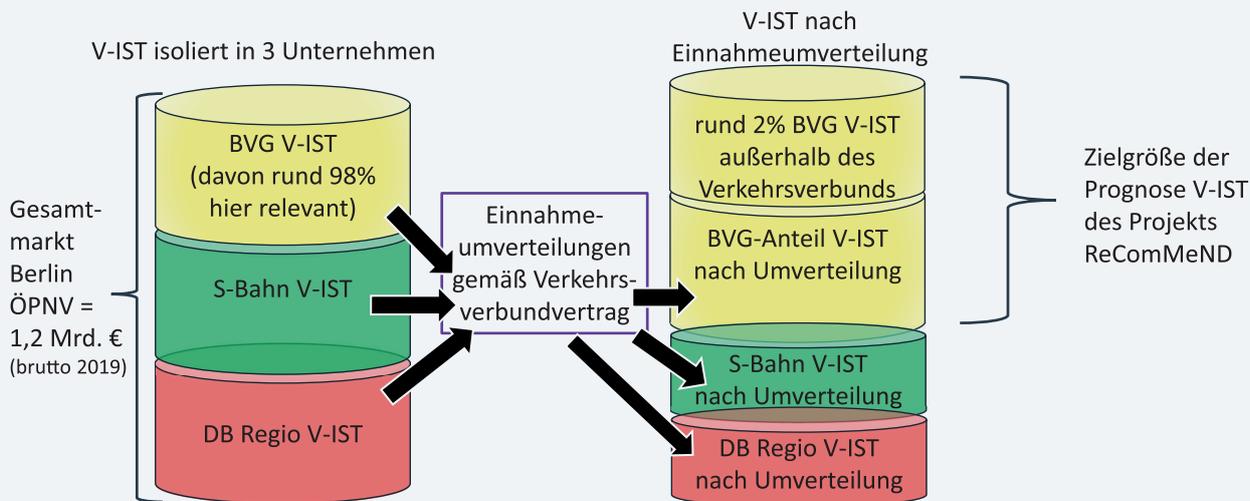


Abb. 1: Gesamtzusammenhang der zu prognostizierenden Verkehrserträge

Das interdisziplinär besetzte Forschungsteam und die beteiligten Praxispartner (vgl. Infokasten) arbeiten daher an einer quantitativen Modellierung der betriebswirtschaftlichen Fragestellung. Dabei sind u. a. folgende Herausforderungen zu bewältigen:

- Es sind über 300 verschiedene Produkte zu berücksichtigen, die zu Produktgruppen geclustert werden können. Es liegt

eine Umsatzkonzentration in bestimmten Produktgruppen vor. Neben dem Gesamtmarkt werden auch mittels Partialanalysen einzelne Produktgruppen im Projekt ReComMeND prognostiziert.

- In Abhängigkeit vom jeweiligen Vertriebsweg liegen die Verkaufsdaten in verschiedenen Aggregationsniveaus vor, teilweise auch relativ hoch aggregiert. Wegen der

monatsbasierten Prognose ist das Kriterium „Volume“ der Big Data-Definition nicht erfüllt³, dennoch können Verfahren der Künstlichen Intelligenz eingesetzt werden⁴.

- Die Abbildung der relativen Preisentwicklung der Produktgruppen zueinander und Schlussfolgerungen zu Substitutionseffekten sind nicht trivial⁵.

Von der Business Intelligence zu Advanced Analytics

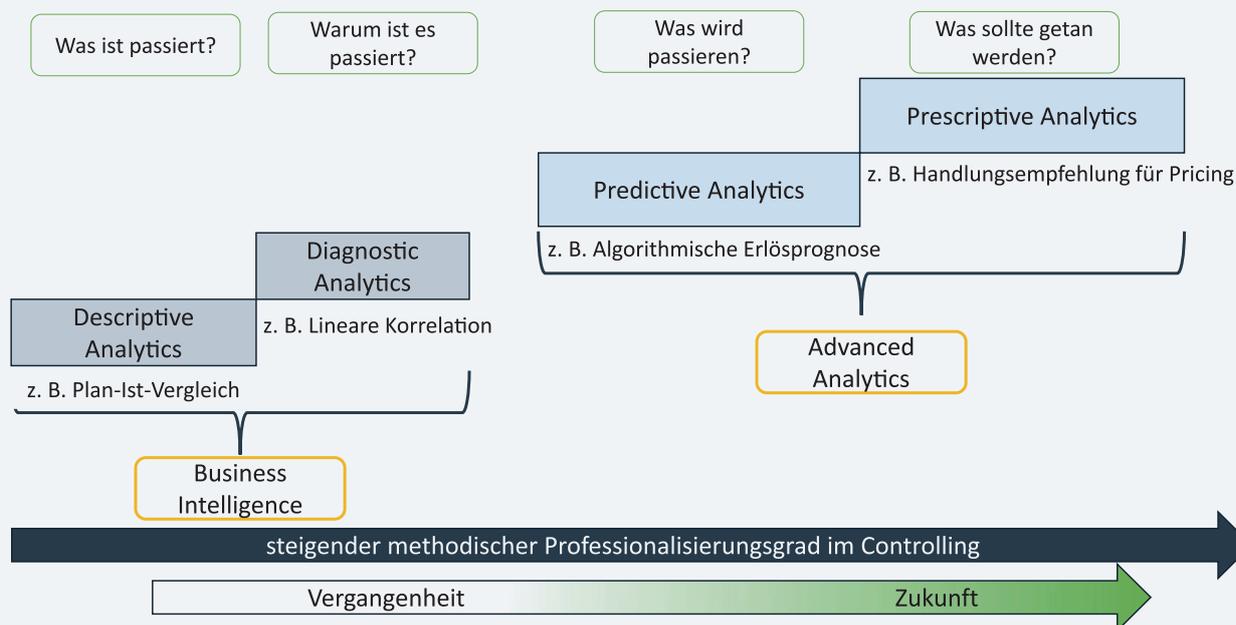


Abb. 2: Reifegradentwicklung des Controllings

Method	BVG Gesamt	Abos	Einzel-fahrscheine	Monats-karten	Tages-karten
Lineare Regression	7,19	7,28	5,18	18,66	11,12
Multivariate lineare Regression	2,92	8,61	3,07	8,05	6,70
RIDGE Regression	4,70	10,50	2,95	9,81	5,58
LASSO Regression	4,69	10,64	2,66	9,28	4,29
ARIMA	5,96	9,37	5,59	14,58	19,58
SARIMA	2,86	6,67	2,09	9,98	5,21
SARIMAX	2,03	10,78	2,93	11,52	5,11
Holt-Winters	2,62	6,4	3,09	7,09	4,82

Abb. 3: Gütekriterium mittlere absolute Abweichung in % (MAPE) für verschiedene Prognosemethoden für die Einnahmen 2019 ausgewählter Fahrscheingruppen der BVG. Unter „BVG Gesamt“ wurden die Gesamteinnahmen vor Einnahmeumverteilungen erfasst. Die grüne Markierung zeigt das jeweils vorteilhafteste Prognoseverfahren auf. Die Methoden ARIMA, SARIMA und Holt-Winters kommen ohne jegliche Treiber aus und erzeugen dennoch bereits für 3 von 5 betrachteten Fahrscheinkategorien die qualitativ besten Prognosen gemessen am MAPE. Für die übrigen Methoden wurden für die Treiber Ist-Werte des Jahres 2019 eingesetzt, was eine Vereinfachung gegenüber der späteren Anwendung von Prognoseverfahren darstellt. Quelle: Projekt ReComMeND

- Aufgrund der Verbundsituation müssen auch die Umsatzerlöse der S-Bahn Berlin sowie der Deutschen Bahn Regio im Forecast berücksichtigt und für das Stadtgebiet Berlin abgegrenzt werden. Somit werden auch externe Unternehmensdaten benötigt. Hier treten typische Schnittstellenprobleme auf.
- Die Zeitpunkte der Umsatzerlöse durch Fahrscheinverkauf, der zugehörigen Zahlungsströme, der Nutzung von Fahrdienstleistungen, der Abrechnung aus dem Verkehrsverbund sowie weiterer Tickets (Semesterticket, touristische Kombinationsangebote etc.) fallen häufig auseinander. Zudem werden die Umsatzerlöse periodengerecht abgegrenzt. Folglich sind die verfügbaren Datensätze jeweils auf Konsistenz und Verwertbarkeit zu überprüfen sowie ggf. manuell zu überarbeiten.
- Nahverkehrsdienstleister haben relativ wenig Wissen über die Motive des Kauf- und Nutzungsverhaltens ihrer Kunden.
- Die möglichen internen und externen Treiber des Kundenverhaltens sind komplex. Die Daten der Treiber liegen teilweise erst mit Verzögerung vor bzw. müssen für die Zukunft ebenso nach treiberspezifisch zu wählenden Methoden geschätzt werden.
- Verschiedene Typen von schwer vorhersehbaren externen Schocks (bspw. Streik von Teilen des Personals, kurzfristige politische Eingriffe in das Tarifsysteem) beeinflussen die Verkehrserträge.
- Die Coronakrise könnte nicht nur einen ausgeprägten exogenen Schock, sondern

einen Paradigmenwechsel im Nutzungsverhalten des öffentlichen Personennahverkehrs nach sich ziehen. Dies hat erhebliche Konsequenzen für das Training und die Validierung des Modells.

Von hoher Bedeutung ist der Umgang mit den Treibergrößen, die das Kundenverhalten und somit die Verkehrserträge beeinflussen⁶. Es ist auch ein eigenständiges Projektziel, den Erklärungsgehalt ausgewählter Treiber und deren Interdependenzen empirisch fundiert zu erforschen. Bereits berücksichtigt wurden die Treiber Bevölkerungswachstum, Witterung gemessen an diversen Wetterdaten, Tourismus gemessen an der Übernachtungsanzahl, Beschäftigungsgrad / Arbeitslosigkeit, Benzinpreis, Mengenentwicklung von Pendlern, Auszubildenden, Schülern, Studierenden. Weitere Treiber, die noch untersucht werden sollen, lauten Altersstruktur der Bevölkerung, Kalendereffekte, Auswertung von App-Daten soweit datenschutzrechtlich zulässig, Preisentwicklungen der Fahrscheine, alternative Mobilitätsangebote⁷, weitere angebotsorientierte Treiber (bspw. Nutzplatzkilometer) sowie weitere kundenorientierte Treiber (bspw. Daten aus der Marktforschung). Bei allen Treibern spielen die Datenverfügbarkeit und -qualität (ex post) sowie Datengranularität eine zentrale Rolle. Treiberentwicklungen der Zukunft unterliegen als exogene Größen in der Modellbildung ggf. selbst Prognosen, die wiederum methodisch abgesichert werden müssen. Bereits aufgetretene Schocks wurden und werden weiterhin ana-

lysiert und kategorisiert. Hier zeichnen sich Grenzen maschineller Prognosen ab; bei disruptiven Ereignissen muss eine manuelle Nachbearbeitung der Datensätze ermöglicht werden⁸.

Erkenntnisse zur Halbzeit des Projekts

Etwa die Hälfte der Projektlaufzeit (Ende: 31. 12. 2022) ist zu diesem Zeitpunkt vergangen. Wie bei KDD-Projekten (Knowledge Discovery in Databases) üblich⁹, waren umfangreiche Zeitressourcen allein für die Aufarbeitung und Qualitätssicherung der vorliegenden Daten erforderlich, sowohl für die unternehmensbezogenen Daten als auch die einbezogenen Treiber. Zur Schätzung der Zeitreihen wurden statistische Modelle mit Daten von 2005 bis 2018 und Modelle mit exogenen Variablen von 2012 bis 2018 trainiert. Die monatlichen Fahrgelderträge des Jahres 2019 wurden genutzt, um die Ergebnisse der verschiedenen Modelle mit den realen Daten abzugleichen. Für das Jahr 2020 kommt bei der analogen Vorgehensweise jedoch als methodisches Hindernis die Coronakrise hinzu. Die Anwendung relativ einfach gehaltener Prognosemethoden wie bspw. einfache und multivariate lineare Regression, RIDGE und LASSO-Regression, Holt-Winters, ARIMA, SARIMA, SARIMAX haben bereits gezeigt, dass die Vorteilhaftigkeit dieser Verfahren gemessen am Gütekriterium der mittleren absoluten Abweichung (in %) in Abhängigkeit von der prognostizierten Fahrscheingruppe schwankt, vgl. Abb. 3. Zugleich wurden bereits Prognosegüten im niedrigen einstelligen Prozentbereich erreicht. Gegenwärtig werden Verfahren aus den algorithmischen Kategorien Regression Trees, Random Forests und Neuronale Netze konstruiert und getestet.

Die bereits geschilderten und in Abb. 1 dargestellten übergeordneten Zusammenhänge im Verkehrsverbund veranlassten das Forschungsteam, eine differenziertere Modellarchitektur auszuarbeiten, die sich grundlegend von der bisherigen Prognosepraxis der BVG unterscheidet, vgl. Abb. 4: Ausgangspunkt und zugleich **wichtigste Säule (A)** sind die Verkehrserträge der BVG, die aus dem isolierten Datenbestand der BVG selbst heraus geschätzt werden. Dies geschieht auf Basis eines hybriden Modells, in welchem mehrere mathematische Methoden zur Erhöhung der Prognosequalität

Segmentierte Modellbildung (A, B, C) inklusive Hybridmodellierung für Modell A

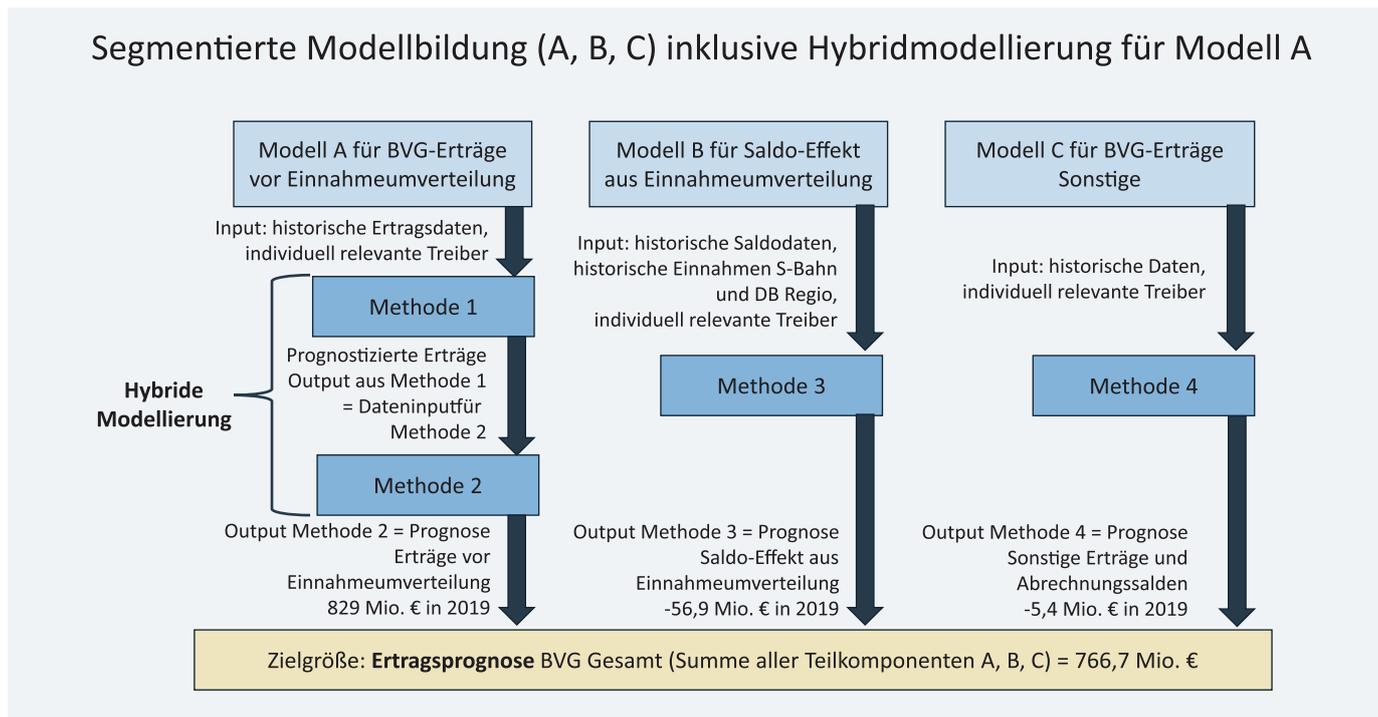


Abb. 4: Segmentierte Modellbildung (A, B, C) zur Prognose der periodengerechten Fahrgelderträge nach Einnahmeaufteilung unter Einsatz von hybriden Modellen (Methoden 1 und 2 im Rahmen von Modell A)

sequentiell aufeinander folgen. Die **zweite Säule (B)** ist die davon unabhängige Schätzung des Netto-Effekts für die BVG aus der Einnahmeumverteilung des Verkehrsverbunds. Dies ist eine pragmatische Antwort auf die Problematik der Datenverfügbarkeit und Datenkonsistenz der beteiligten Unternehmen. Hier kann der Versuch unternommen werden, lediglich die Residualgröße des Netto-Zahlungseffekts für die BVG mittels Treiber zu prognostizieren. Im abgebildeten Beispiel ist diese negativ, d. h. die BVG zahlt in die Einnahmeumverteilung des Verkehrsverbunds mehr ein, als sie nach Einnahmeaufteilungsschlüssel ausgezahlt bekommt. Zur Kompensation und Erhöhung der Schätzqualität ist es jedoch möglich, hier im Rahmen des Modells (B) andere Treiber und andere Algorithmen anzuwenden. Die **dritte und am wenigsten komplexe Säule (C)** der Modellbildung sind sonstige BVG-Erträge von geringerer wirtschaftlicher Bedeutung, die sich systematisch nicht den beiden Säulen (A) und (B) zuordnen lassen. Auch hier werden individuelle Treiber und Methoden eingesetzt. Das Projektteam hat der Splittung des Gesamtumsatzes in drei Komponenten, die durch verschiedenartige Modelle zunächst separat geschätzt und später aufaddiert werden, den Namen „segmentierte Prognose“ gegeben. An der weiteren Ausgestaltung dieses Modells wird intensiv gearbeitet.

Der Innovationsschritt hin zum Einsatz von Advanced Analytics erfordert personelle, organisationale und informationstechnologische Ressourcen und Kompetenzen. In zahlreichen öffentlichen, aber auch privatwirtschaftlichen Unternehmen dürften diese Voraussetzungen einer datengetriebenen Steuerung noch nicht in dem erforderlichen Ausmaß gegeben sein¹⁰. Vor diesem Hintergrund gehört es ebenso zu den Zielsetzungen des Projekts, auf einer bereits getätigten Organisationsanalyse aufbauend Wege aufzuzeigen, wie die geschaffenen Verfahren dauerhaft in die Softwarearchitektur und Controllingprozesse implementiert werden können, bspw. durch den Einsatz von Standardtools, die mit externem Code individuell konfiguriert werden können, ohne dass eigene Programmierkenntnisse im Controlling erforderlich sind. Im Nachgang ist auch das Verhältnis von Prognose zu Planung für die Unternehmenssteuerung durch das Controlling zu überprüfen und ggf. anzupassen¹¹ sowie die Potenziale der neu geschaffenen datenbasierten Ansätze für die Planung zu bewerten und zu realisieren¹². Die Konsequenzen für das Rollen- und Berufsbild der Controller sind differenziert auszuloten¹³, insbesondere das Verhältnis zum Kompetenzprofil der Data Scientists¹⁴. Die Beteiligung des ICV als Kooperationspartner des ReComMeND-Projekts stellt insbesondere für die in die-

sem Abschnitt beschriebenen Aufgaben und Ziele einen wertvollen Beitrag dar.

Der Einsatz von Advanced Analytics muss einem kritischen und rationalen Blick auf das Kosten-Nutzen-Verhältnis Stand halten können. Dabei spielt auch eine Rolle, welche mittelbaren Zusatznutzen noch generiert werden können. Der datenbasierte Erkenntnisgewinn über das Nutzungsverhalten des ÖPNV könnte beispielsweise einen Mehrwert für die nachhaltige verkehrspolitische Ausgestaltung des ÖPNV in der Metropolregion Berlin erzeugen¹⁵, d. h. Gestaltung der public policy für die Erzeugung öffentlicher Güter und Dienstleistungen¹⁶. Ein weiterer Zusatznutzen für das Management der Verkehrsbetriebe ist das aus der Advanced Analytics resultierende fundiertere Wissen zur Bedeutung (Feature Importance) und Kausalität der Treiber.

Eine Vorstellung des Projekts samt seinen Zielsetzungen und ersten vorläufigen Ergebnissen im Rahmen der Controlling Inspiration Berlin (CIB) durch den Hauptautor dieses Beitrags und den wissenschaftlichen Mitarbeiter Jonas Krembsler am 7. November 2020¹⁷ zeigte ein reges Interesse der Teilnehmenden. Es wurde offensichtlich ein Nerv der Controllingpraxis im Kontext der digitalen Transformation getroffen. Bei einer Spontanumfrage während des Vortrags so-



Prof. Dr. Robert Knappe

lehrt Betriebswirtschaftslehre der öffentlichen Verwaltung mit dem Schwerpunkt Controlling an der HWR Berlin. Er leitet den betriebswirtschaftlichen Part des Forschungsprojekts ReComMeND.
robert.knappe@hwr-berlin.de



Jonas Krembsler

Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt ReComMeND an der HWR Berlin. Zuvor studierte er Economics (B.Sc.) und Public Economics (M.Sc.) an der Freien Universität Berlin.
jonas.krembsler@hwr-berlin.de



Dipl.-Math. Sandra Spiegelberg

Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt ReComMeND an der Beuth Hochschule für Technik Berlin. Zuvor studierte sie Mathematik (Dipl.) mit Schwerpunkt Dynamische Systeme an der Humboldt Universität zu Berlin.
sandra.spiegelberg@beuth-hochschule.de

Bitte bewerten Sie für das Unternehmen, in dem Sie tätig sind: Wir praktizieren...

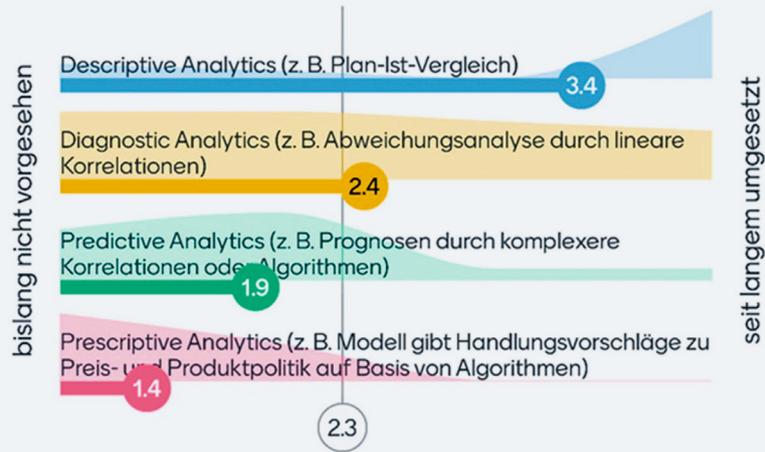


Abb. 5: Nicht-repräsentative Spontanumfrage während des Vortrags zum Projekt ReComMeND auf der CIB-Tagung am 7. 11. 2020, von ca. 50 Zuhörern haben sich hier 25 Personen beteiligt. Quelle: Projekt ReComMeND / www.mentimeter.com

wie im anschließenden Round Table-Gespräch zeigte sich Einigkeit unter den Teilnehmenden, dass Verfahren der Advanced Analytics für die Entwicklung des Controllings von Bedeutung sind, jedoch zugleich der Umsetzungsstand relativ niedrig ausgeprägt ist und diesbezüglich Unsicherheiten und Fragen bestehen, vgl. Abb. 5. Dies deckt sich auch mit anderen empirischen Befunden¹⁸, u. a. des Fachkreises BI/Big Data und Controlling im ICV. Dieser führte in 2017 die empirische Studie „Digitalisierung der Wirtschaft – Herausforderungen und Potenziale von BI, Big Data und Cloud“ durch, welche insbesondere für Prognosemodelle ein großes Potenzial aufgezeigt hat (zwischen 58,1% und 67,4% der 288 Befragten attestierten einen erwarteten positiven Nutzen), jedoch nur einen geringen tatsächlichen Umsetzungsgrad (je nach Prognosereifegrad zwischen 9,5% und 30,7%)¹⁹.

Aufruf zur Mitarbeit

Die Controlling-Community befindet sich hier unzweifelhaft auf einem gemeinsamen Weg. Die Beteiligten des ReComMeND-Projekts möchten Sie zusammen mit dem ICV zu einem Dialog zu ausgewählten Fragestellungen einladen. Wir möchten einmalige Online-Workshops veranstalten, deren Termine mit den Beteiligten abgestimmt werden. Als konkrete Fragestellungen wurden bislang herausgearbeitet:

- In welchen Verkehrsbetrieben und mit welchen Erfahrungen werden bereits mathematische/statistische Prognosemodelle bzw. -methoden für die Erlöse eingesetzt?
- Welche Treiber zur Erlösplanung/-prognose werden von Verkehrsbetrieben a) als relevant angesehen und b) in ihren Controlling-Prozessen bereits berücksichtigt?

- Welche Informationen aus dem Marketing könnten darüber hinaus zur Verfügung stehen, um Erlösprognosen zu verbessern? Welche davon werden im Controlling genutzt?

Wir wollen mit diesen Fragestellungen bewusst nicht nur den ÖPNV adressieren, sondern auch benachbarte Branchen wie bspw. den Fernverkehr und Tourismus mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln.

Haben wir Ihr Interesse am Austausch geweckt? Sie verfügen über einschlägige Erfahrungen? Dann laden wir Sie ein, sich per E-Mail an den Arbeitsgruppensprecher Kyanusch Kay des ICV AK Berlin-Brandenburg zu wenden, um an den geplanten einmaligen Workshops mitwirken zu können: ICV-Bbg.Kay@email.de

Wir freuen aus auf den Dialog mit Ihnen! ■

Fußnoten

- 1 Vgl. Geschäftsbericht 2019 der Berliner Verkehrsbetriebe, <https://www.bvg.de/images/content/unternehmen/medien/geschäftsbericht/BVG-Geschäftsbericht-2019.pdf>, letzter Abruf: 22. 2. 2021, S. 52
- 2 Vgl. Satzger, Gerhard; Holtmann, Carsten u. a.: Advanced Analytics im Controlling – Potenzial und Anwendung für Umsatz- und Kostenprognosen. In: Controlling – Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung, Heft 4-5/2015, S. 229-235
- 3 Vgl. ICV (Hrsg.): Big Data. Potenzial für den Controller, https://www.icv-control-ling.com/fileadmin/Assets/Content/AK/Ideenwerkstatt/Files/ICV_Ideenwerkstatt_DreamCar-Bericht_BigData.pdf, letzter Abruf: 22. 2. 2021, S. 4
- 4 Vgl. Djefal, Christian: Künstliche Intelligenz in der öffentlichen Verwaltung. Berichte des NGEZ Nr. 3, Berlin, 2018, S. 6-9
- 5 Vgl. Bastians, Martin: Preiselastizitäten im öffentlichen Personenverkehr (ÖPV), Diss., Kiel, 2009, S. 83ff., 108, 178ff.

6 Vgl. Nobach, Kai; Zirkler, Bernd u. a.: Implikationen der Digitalisierung für das Controlling. In: Controller Magazin, Heft 6/2020, S. 59f.; vgl. auch Erfahrungsbericht bei Lillig, Gerrit; Sturm, Jan u. a.: Treiberbasierte Prognose und Simulation bei der Telekom Deutschland. In: Controller Magazin, Heft 5/2020, S. 58-63

7 Zu den Potenzialen datenbasierter Mobilitätsforschung in Städten mit verschiedensten Verkehrsmitteln vgl. Resch, Bernd; Szell, Michael: Human-Centric Data Science for Urban Studies. In: International Journal of Geo-Information, 8/2019, S. 2

8 Vgl. Lillig, Gerrit u. a., a. a. O., S. 62

9 Vgl. Iffert, Lars: Predictive Analytics richtig einsetzen. In: Controlling & Management Review, Sonderheft 1/2016, S. 19f.

10 Vgl. Seufert, Andreas; von Künssberg, Cecile u. a.: Die Digitalisierungslücke. Digitale Transformation zwischen Wunsch und Wirklichkeit. In: Controller Magazin, Heft 6/2020, S. 68-73

11 Vgl. Rieg, Robert: Eine Prognose ist (noch) kein Plan. In: Controlling – Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung, Heft 6/2018, S. 22-28; vgl. Burow, Lothar; Gerards, Yvonne u. a.: Effektiv und effizient steuern mit Predictive Analytics. In: Controlling & Management Review, Heft 9/2017, S. 52-55

12 Vgl. Binder, Bettina C.K.; Dillerup, Ralf: Planung im digitalen Zeitalter. In: Controller Magazin, Heft 1/2021, S. 73-79

13 Vgl. Koch, Rosemarie; Storm, Lisa: Controller 4.0. Die Rolle des Controllers im digitalen Zeitalter. In: Zeitschrift Führung + Organisation, Heft 1/2020, S. 38-42

14 Vgl. Möller, Klaus; Federmann, Frank u. a.: Predictive Analytics zur kurzfristigen Umsatzprognose. In: Controlling – Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung, Heft 8-9/2016, S. 510

15 Vgl. Rostami-Tabar, Bahmann u. a.: Forecasting for Social Good, Pre-Print 7. 2. 2021 / Under Review in the International Journal of Forecasting, <https://www.bahmanrt.com/papers/fsg.pdf>, S. 15, letzter Abruf: 22. 2. 2021

16 Vgl. Maciejewski, Mariusz: To do more, better, faster and more cheaply: using big data in public administration. In: International Review of Administrative Sciences, Ausg. 83/2017, S. 123f.

17 Präsentation online unter https://www.icv-controlling.com/fileadmin/Veranstaltungen/VA_Dateien/CIB/Vortraege/2020/Knappe_Kremsler_Ertragscontrolling_im_oeffentlichen_Personennahverkehr_CIB_2020.pdf, letzter Abruf: 22. 2. 2021

18 Vgl. IDG-Studie „Predictive Analytics 2018“, <https://www.lufthansa-industry-solutions.com/de-de/studien/idg-studie-predictive-analytics-2018/>, letzter Abruf: 22. 2. 2021

19 Vgl. Seufert, Andreas; Engelbergs, Jörg u. a.: „Digitale Transformation und Controlling. Erkenntnisse aus der empirischen Forschung des ICV“. In: Controller Magazin, 1-2/2019, S. 4-12



Nicki Lena Kämpf

promoviert zur Zeitreihenvorhersage mittels Machine Learning-Verfahren. Sie untersucht im Forschungsprojekt "ReComMeND" die Vorhersage mit Hilfe von Neuronalen Netzwerken. nickilena.kaempf@beuth-hochschule.de



Prof. Dr. Nicola Winter

ist Professorin für Mathematik für Ingenieurwissenschaften und Informatik an der HWR Berlin. Sie leitet den mathematischen Part des Forschungsprojekts ReComMeND. nicola.winter@hwr-berlin.de



Prof. Dr. Thomas Winter

ist Professor für Mathematik an der Beuth Hochschule für Technik, Berlin. Im Forschungsprojekt ReComMeND übernimmt er die Teilprojektleitung im Bereich Zeitreihenanalyse und Prognoseverfahren. thomas.winter@beuth-hochschule.de



Forschungsprojekt ReComMeND

Revenue Controlling mit mathematischer Modellierung auf Basis empirischer Daten für Nahverkehrs-Dienstleistungen

Laufzeit: 1. 10. 2019 – 31. 12. 2022

Finanziert durch IFAF - Institut für angewandte Forschung Berlin e.V.

HWR Berlin: Prof. Dr. Nicola Winter, Prof. Dr. Robert Knappe, Jonas Kremsler

Beuth HS Berlin: Prof. Dr. Thomas Winter, Sandra Spiegelberg, Nicki L. Kämpf

Ziele von ReComMeND:

- Prognosemethodik unter Einsatz mathematischer Modelle optimieren
- Treibereinflüsse besser verstehen
- Controlling in Richtung des Predictive Analytics weiterentwickeln
- Verallgemeinerbare Erkenntnisse für (Nah-)Verkehrsdienstleistungen ableiten

Praxispartner: Berliner Verkehrsbetriebe AöR, Internationaler Controller Verein e.V. (Arbeitskreis Berlin-Brandenburg), Lufthansa Systems GmbH & Co. KG, Lufthansa Industry Solutions GmbH & Co. KG,



Lufthansa Systems



Lufthansa Industry Solutions

Gefördert durch:

