



HEXAGON

BOOM
NEXTSENSE

VORAUSSCHAUENDES RADSATZMANAGEMENT

Von der Messung bis zur Bedarfsplanung



Robin KÜHNAST-BENEDIKT

Head of Product Management
BOOM Software AG



Peter LEHOFER

Head of Product Management
NEXTSENSE GmbH

ALLES NUR EIN
WUNSCHTRAUM?

BEGRIFFE UNSERER ZEIT

- * Predictive Maintenance
- * Vorausschauendes Radsatzmanagement
- * Optimierte Instandhaltungsprozesse
- * Verschleißprognosen
- * Zustandsorientiertes Flottenmanagement
- * Optimierte Bedarfsplanung und Lagerhaltung
- * Geringe Lebenszykluskosten
- * ...

DATENERFASSUNG (MESSUNG)



Datenqualität ist das A & O – sie ist entscheidend für die Zuverlässigkeit jeglicher Analysen und Prognosen



Daten für Analysen und Prognosen müssen

- * fehlerfrei sein
- * präzise sein
- * dem richtigen Objekt eindeutig zugeordnet sein
- * in 'ausreichendem Maße' zur Verfügung stehen

Radsatzmessungen

- * müssen regelmäßig durchgeführt werden (sicherer Eisenbahnbetrieb)
- * werden entsprechend Standards (EN15313) ausgeführt

DATENVERARBEITUNG

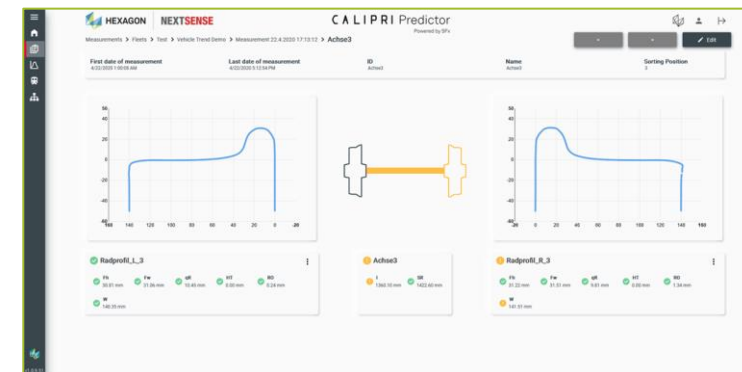
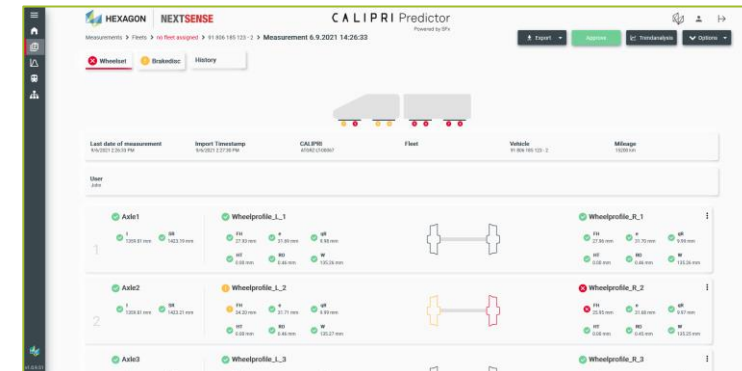


Messdaten müssen

- * strukturiert gespeichert werden
- * fehlerfrei (automatisiert) übertragen werden
- * Mit seinem Kontext versehen sein
 - * Messobjekt
 - * Zeitpunkt
 - * Laufleistung
 - * ...

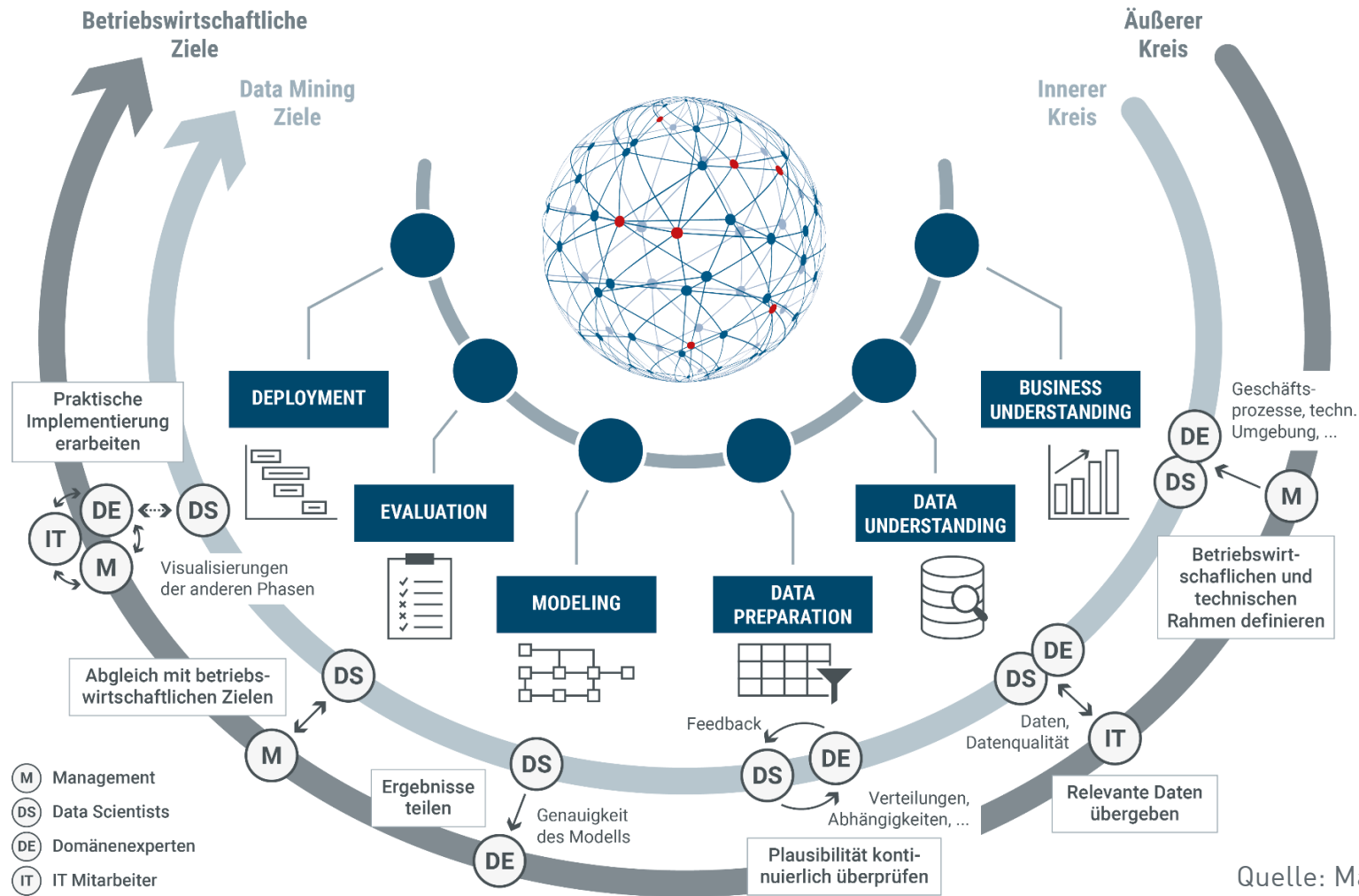
Ermöglichen damit:

- * Condition based maintenance
- * Analyse von Verschleißverhalten
- * Erstellung von Prognosemodellen



DATA SCIENCE

ENTLANG DES CRISP-DM-STANDARDVORGEHENS



PHASE: GESCHÄFTSVERSTÄNDNIS



Aufgaben und Ziele der Phase

- * Hintergrund
- * Betriebswirtschaftliche Zielsetzung
- * Erfolgsfaktoren für den Anwendungsfall definieren

Best-Practices

- * Klare Zielsetzung formulieren
- * Saubere Stammdaten und Verknüpfungen sind Schlüsselfaktoren

Aufgaben und Ziele der Phase

Hintergrund:

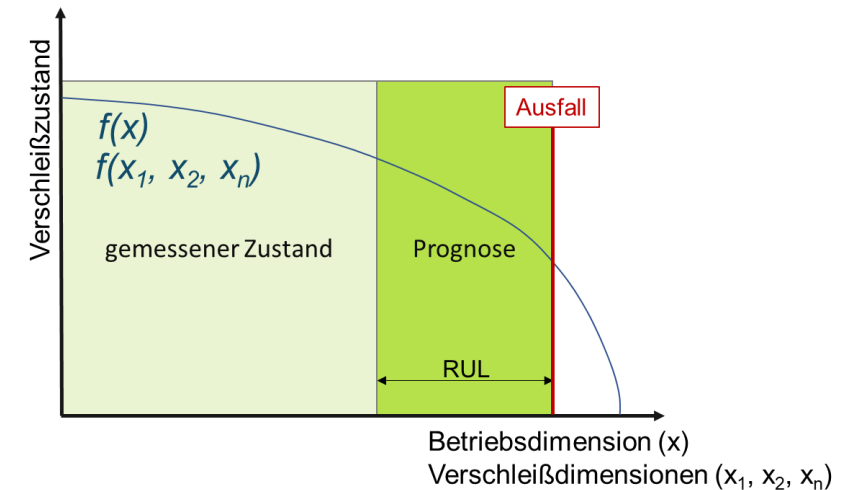
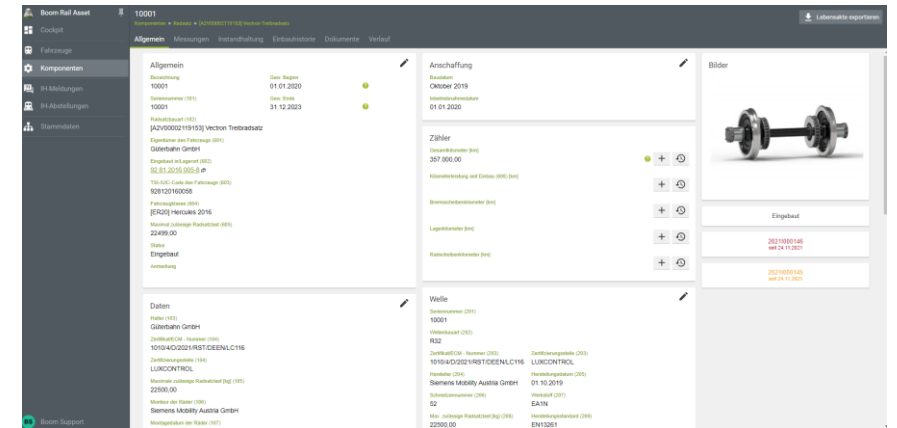
- * Radsätze sicherheitskritische, teure Bauteile
- * Problemstellung Literatur
- * Problemstellung Software

Zielsetzung: Prognose (km bis zur & Datum der) Reprofilierung von Radsätzen

- * Ermittlung Einflussfaktoren
- * Ermittlung Interdependenzen
- * Ermittlung Known Unknowns

Erfolgsfaktoren:

- * Datenqualität
- * Prozess zur Datenerfassung



PHASE: DATENVERSTÄNDNIS



HEXAGON

BOOM
NEXT**SENSE**

Aufgaben und Ziele der Phase

- * Datenakquise
- * Datenbeschreibung
- * Datenexploration
- * Visualisierungen
- * Korrelationen
- * Datenqualität bewerten

Best-Practices

- * Jedes Datenfeld mit Domänenexperten beschreiben und benutzen
- * Datenqualität mit Reifegradmodell bewerten

Aufgaben und Ziele der Phase

Datenakquise:

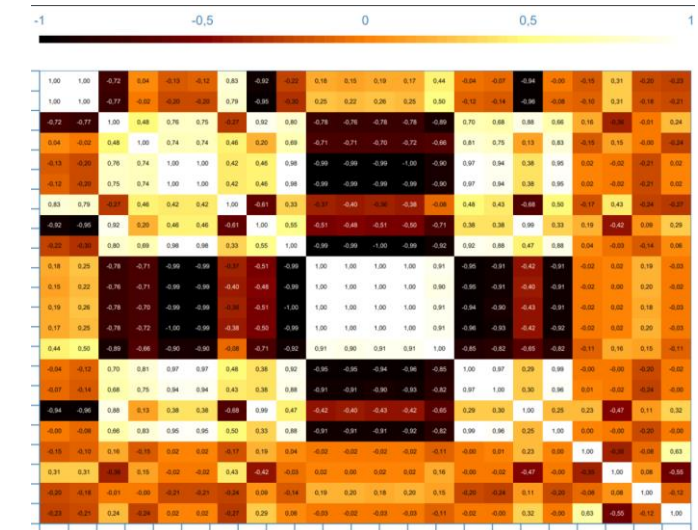
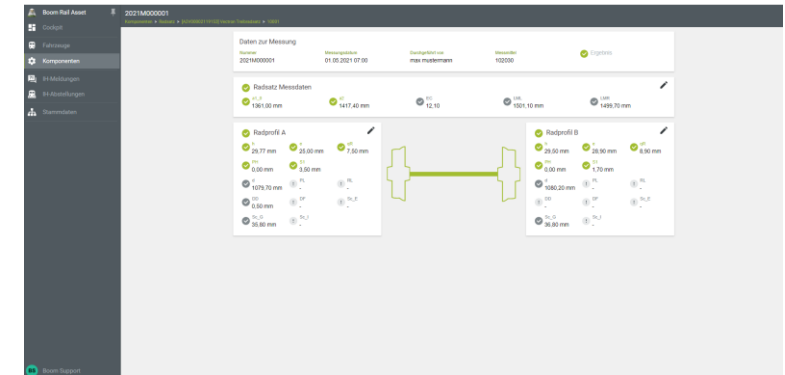
- * Messgröße (Spurmaß, Spurkranzhöhe & -dicke, Laufkreisdurchmesser,...)
- * Fahrzeug und Radsatzdaten (Fahrzeugnummer, Fahrzeugtyp, Seriennummer, Einbauposition)
- * Zählerstände (Reprofilierung, Rad-Tausch, Lager-Tausch, Ultraschall, Gesamt-km)
- * Fahrzeugdaten (Fahrzeugnummer und -typ)

Datenbeschreibung:

- * Messprozess
- * Verschleißprozess
- * Befundungsprozess

Datenexploration:

- * Verläufe
- * Histogramme
- * Korrelationen



PHASE: DATENAUFBEREITUNG



Aufgaben und Ziele der Phase

- * Daten selektieren
- * Daten bereinigen
- * Neue Datenfelder berechnen
- * Datenfelder verknüpfen
- * Daten formatieren

Best-Practices

- * Ausreichend Kapazität einplanen (33 – 50% des Gesamtaufwands entsteht hier)

Aufgaben und Ziele der Phase

Daten selektieren:

- * Spurkranzhöhe
- * Spurkranzdicke
- * ...

Daten bereinigen:

- * Ausreißer
- * Null-Werte
- * Plausibilitätsprüfung (aus Domänenexpertise)

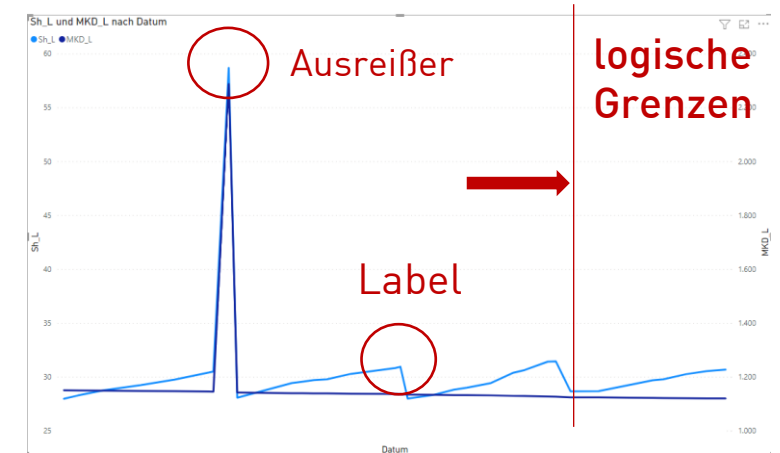
Neue Datenfelder berechnen:

- * Label
- * Zusätzliche Features

Datenfelder verknüpfen:

- * Fahrzeugdaten – Radsatzdaten – Instandhaltungsereignisse - Messungen

Daten formatieren



Prozessschritte	HEIMES ET AL.	CIOŠ & KURGAN	MUNSON
Geschäftsmodell verstehen	11,2%	15%	10%
Daten verstehen	14,5%	15%	Keine Angabe (nicht herauslesbar)
Daten aufbereiten	33,7% (inkl. Daten sammeln)	45%	50% (inkl. Daten sammeln)
Modellierung (Data-Mining)	14,0%	18%	18%
Evaluation	13,7	8%	11%
Einsatz	12,9%	8%	11%

Quelle: Bernerstätter (2019)

Aufgaben und Ziele der Phase

- * Auswahl der geeigneten Modellierungstechnik
- * Testdesign gestalten
- * Modell bauen
- * Evaluierung

Best-Practices

- * Gefahr des Overfittings nicht übersehen
- * Hohe Prognosegüte in der Praxis erforderlich

Aufgaben und Ziele der Phase

Auswahl der geeigneten Modellierungstechnik:

- * Überwachtes Lernen
 - * Random Forest
 - * RNN
 - * XGBoost
 - * Multivariate Regression

Testdesign gestalten:

- * Train zu Test: 2/3 zu 1/3

Modell bauen

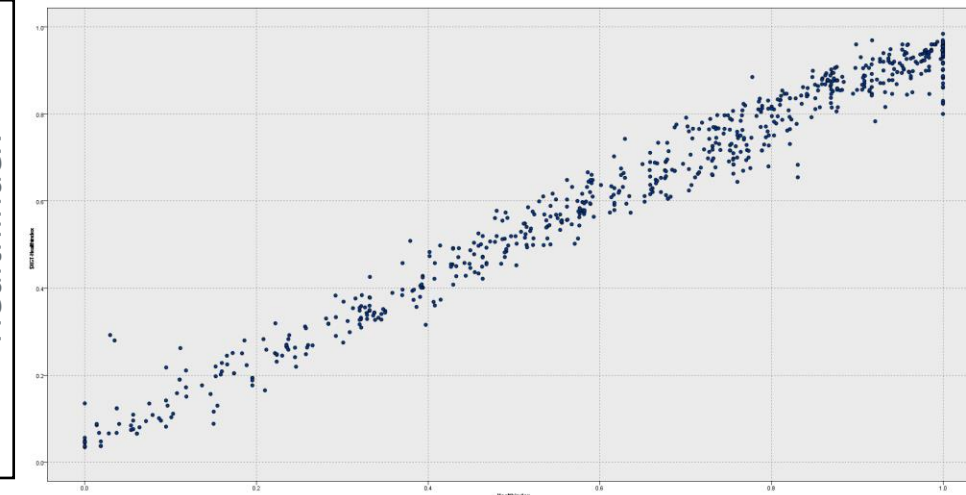
- * Crossvalidation

Modell evaluieren

- * Prognosegüte ausreichend für die Praxis?
- * Betriebswirtschaftliche Zielsetzung erreicht?
- * Ergebnis für die Praxis freigebbar?

Modell	Modellierung 1	Modellierung 2
XGBOOST	3,2%	5%
Random Trees	8,2%	11%
Neuronales Netz	15,7%	13%

Prognostizierter Healthindex



Realer Healthindex

PHASE: IMPLEMENTIERUNG

Aufgaben und Ziele der Phase

Unterstützung der Praxis

- * Deskriptive Analysen
- * Diagnostische Analysen
- * Prognostische Analysen
- * Simulationen

Best-Practices

- * Analysen sind teilweise aufeinander aufbauend – eine Prognose führt immer über eine Diagnose

Aufgaben und Ziele der Phase

Deskriptive Unterstützung

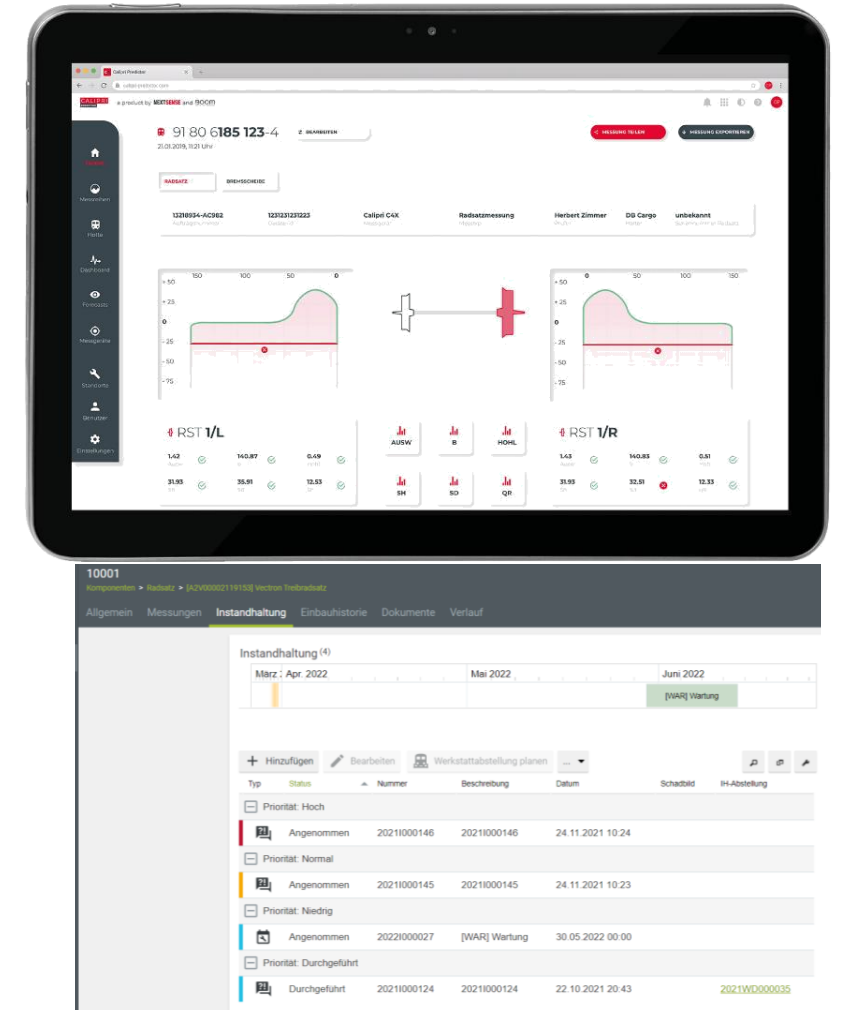
- * Übersicht Einflussfaktoren
- * Übersicht Messwertverlauf
- * Trendanalysen
- * Einfache Abweichungen

Kapazitätsplanung

- * Prognose Radsatzverschleiß für die Kapazitätsplanung von Werkstätten

Bedarfsplanung

- * Invest-Entscheidung: Anzahl Bedarf Radsätze



ZUSAMMENFASSUNG & AUSBLICK

Messung

- * Präzise Messungen als Fundament datenanalytischer Anwendungen

Analyse / Simulation

- * Vielseitige Anwendungsfälle
- * Prognosegüte praxistauglich

Weitere Schritte

- * Punktwolke
- * Weiterer Einsatz Machine Learning / Machine Vision



HEXAGON

BOOM
NEXTSENSE



LITERATUR

- * Mazarov, J. Schmitt, R. Richter, J. Deuse, R. Kühnast-Benedikt, H. Biedermann (2020): Visualisierung in Industrial-Data-Science-Projekten – Nutzen grafischer Darstellung von Informationen und Daten in Industrial-Data-Science-Projekten
- * Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., & Wirth, R. (1999): CRISP-DM: Step-by-step data mining guide
- * Bernerstätter (2019): Reifegradmodell zur Bewertung der Inputfaktoren für datenanalytische Anwendungen-Konzeptionierung am Beispiel der Schwachstellenanalyse (Dissertation)

VORAUSSCHAUENDES RADSATZ MANAGEMENT



HEXAGON

BOOM

NEXTSENSE

KONTAKT

BOOM Software AG

Hasendorfer Straße 96
8430 Leibnitz

+43 3452 76216-0
office@boomsoftware.com

rail.boomsoftware.com

NEXTSENSE GmbH

Straßganger Straße 295
8053 Graz

+43 316 232400-0
office@nextsense-worldwide.com

www.nextsense-worldwide.com