

I. Digitales Datenmanagement und automatisierter Abrechnungsprozess am Beispiel von Injektionsarbeiten

Dipl.-Ing. Melanie Piskernik

Dipl.-Ing. Leopold Winkler

Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik

Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement

Technische Universität Wien

Karlsplatz 13/234-1

1040 Wien

melanie.piskernik@tuwien.ac.at

leopold.winkler@tuwien.ac.at

www.ibb.tuwien.ac.at

Inhalt

Zusammenfassung	2
1 Einleitung	2
1.1 Industrie 4.0 im Baugewerbe	2
1.2 Szenarien der Entwicklungsarbeit.....	3
2 Tradierter Dokumentations- und Abrechnungsprozess	3
2.1 Herstellen des Bohrloches.....	4
2.2 Einbau des Manschettenrohres und der Sperrflüssigkeit.....	4
2.3 Packer setzen und stufenweise Verpressen.....	4
2.4 Erneutes Verpressen der einzelnen Stufen.....	6
3 Digitales Datenmanagement und automatisierte Abrechnung	6
3.1 Prozessmanagement für die automatisierte Dokumentation und Abrechnung.....	6
3.2 Abrechnungstool „eguana IDM“	7
3.3 Potenziale der Digitalisierung und Automatisierung.....	8
Literaturverzeichnis	9

Zusammenfassung

Die Digitalisierung der Arbeitswelt wurde geprägt durch mehrere Entwicklungsstufen. Aktuell werden jene des „Internet der Dinge“ (IdD), sowie das Industriezeitalter „Industrie 4.0“ diskutiert und finden auch in der Baubranche in Insellösungen bereits ihre Anwendung. Nach Kagermann et al. versteht man unter „Industrie 4.0“ die vierte industrielle Revolution, die durch die Integration von cyber-physischen Systemen in die Produktion und die Logistik, sowie die Nutzung des IdD in industriellen Prozessen gekennzeichnet ist.¹ Nach dieser Definition ergeben sich neue Arbeitsprozesse und Wertschöpfungen, die das Baugewerbe zunehmend revolutionieren.

Das Forschungsprojekt „drahtloses Baudatenmonitoring im Spezialtiefbau“ von der eguana GmbH und dem Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement der TU Wien findet neue Lösungen, um tradierte Arbeitsprozesse im Baubetrieb zu automatisieren und zu erneuern. Die Forschungstätigkeiten sollen am Beispiel des entwickelten Tools „automatisierte Abrechnung für Injektionstätigkeiten“ dargestellt werden. Der Vergleich des tradierten mit dem neu entwickelten Abrechnungsvorgang zeigt, wie sich die damit verbundenen Prozesse verändern. Die implementierten Automatismen führen zu einer Reduktion der routinemäßigen Tätigkeiten des Baustellenführungspersonals.

1 Einleitung

1.1 Industrie 4.0 im Baugewerbe

Der Bericht zur „Substituierbarkeit von Berufen im Zuge der Automatisierung durch Industrie 4.0“ zeigt auf, dass der Wirtschaftszweig „Baugewerbe“ im Durchschnitt mit einer Automatisierungswahrscheinlichkeit von 59 % zu rechnen hat. Dies bedeutet, dass durch den potentiellen Destruktionseffekt 59 %² der Tätigkeitsstrukturen innerhalb des Baugewerbes automatisiert werden können.³ Wie sehr durch die Schaffung neuer Betätigungsfelder diese automatisierten Tätigkeiten kompensiert werden können, bleibt offen. Die hohe Automatisierungswahrscheinlichkeit führt außerdem nicht zwingend dazu, dass jede menschliche Arbeitskraft in einer Berufsgruppe hinfällig wird, sondern dass durch Automatisierung, Zeit verfügbar wird, die für andere Tätigkeiten aufgewandt werden kann.⁴ Beispielsweise kann ein Bauleiter und Techniker durch die Implementierung von digitalem Datenmanagement auf seiner Baustelle den Anteil für Dokumentations-tätigkeiten senken und verstärkt vernachlässigten Tätigkeiten nachgehen. Ein genauerer Blick auf die einzelnen Berufsgruppen zeigt, dass beispielsweise Ingenieure nur einer durchschnittlichen tätigkeitsbasierten Automatisierungswahrscheinlichkeit von 35 % unterliegen, im Vergleich zu Hilfsarbeitern im Baugewerbe mit 66 %.⁵

¹ Vgl. Kagermann et al. (2013): „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“, Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft, S.18

² Die Studie für Österreich beruht auf der Datengrundlage von Frey und Osborne (2013) für USA. Der Herausgeber weist drauf hin, dass die Ergebnisse als qualitativer Befund verstanden werden soll.

³ Vgl. Nagl, W./ Titlbach, G. / Valkova, K. (2017): „Digitalisierung der Arbeit: Substituierbarkeit von Berufen im Zuge der Automatisierung durch Industrie 4.0“, Endbericht der Studie im Auftrag des Sozialministeriums, Institut für höhere Studien, Wien, S.22 - Tabelle 6

⁴ Vgl. Nagl, W./ Titlbach, G. / Valkova, K. (2017), S.5

⁵ Vgl. Nagl, W./ Titlbach, G. / Valkova, K. (2017), S.19 – Tabelle 5

1.2 Szenarien der Entwicklungsarbeit

Bei der Entwicklung von automatisierten Prozessen wird von zwei Entwicklungsszenarien ausgegangen. Mit dem Charakter eines Assistenzsystems werden beim „Werkzeugszenario“ Systeme entwickelt, die qualifizierten Facharbeitern die Möglichkeit geben, fundierte Entscheidungen zu treffen. Der Gesamtprozess steht im Mittelpunkt bei der Entwicklung solcher Entscheidungshilfeprogramme. Die Anforderungsprofile an die Anwender sind geprägt von einem starken Überblickswissen und der Fähigkeit Prozesse zu kontrollieren. Dem entgegen steht das „Automatisierungsszenario“, das geprägt ist von einer Dequalifizierung des Anwenders. Bei diesem Szenario steht die Minimierung von Fehlern bei Routinetätigkeiten im Arbeitsprozess im Mittelpunkt.⁶

Abhängig von dem Beschäftigungsfeld auf der Baustelle sind beide Entwicklungsansätze zu verfolgen. So soll etwa das gewerbliche Personal in seinen routinemäßigen Tätigkeiten, wie etwa den Dokumentationspflichten oder der Steuerung von Arbeitsprozessen, durch das „Automatisierungsszenario“ unterstützt werden. Das Potential für geringere Einlernzeiten und höhere Produktionsleistung sei in diesem Zusammenhang erwähnt. Bauleiter und Techniker können in gleicher Weise bei routinemäßigen Arbeiten der Datenverarbeitung unterstützt werden. Die Entwicklung in dieser Führungsebene richtet sich jedoch verstärkt nach dem „Werkzeugszenario“ und der Unterstützung für den Entscheidungsfindungsprozess bei Spezialfällen. In diesem Zusammenhang sei die Wichtigkeit eines „Prozesscontrollers“⁷ erwähnt, der die Fähigkeit besitzt mit Technikern und Softwareentwicklern zusammenzuarbeiten, Schnittstellen zu anderen Bereichen wie Disposition und Abrechnung herzustellen und die Implementierung und Wartung im Arbeitsprozess zu gewährleisten.

2 Tradierter Dokumentations- und Abrechnungsprozess

Die erfolgreiche Abwicklung des Injektionsprozesses auf der Baustelle ist bereits heute verknüpft mit der Anwendung und Auswertung von Maschinendaten. Die Bohrdaten des Bohrgerätes und die Injektionsdaten aus der Steuerung und Überwachung der festgelegten Injektionskriterien werden zwar digital erfasst, dann aber – je nach Entwicklungsstufe – analog bis teilweise digital weiterverarbeitet. Die Datenverarbeitung ist daher geprägt von routinemäßigen manuellen Arbeitsschritten und einer sich daraus ergebenden erschwerter Schnittstellenproblematik.⁸

Generell ist festzuhalten, dass der Abrechnungs- und Dokumentationsprozess abhängig von den, zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer getroffenen Vereinbarungen im Bauvertrag bzw. dem Leistungsverzeichnis ist. Kutzner⁹, sowie die zugrunde liegenden Normen DIN 18301¹⁰ und DIN 18309¹¹ geben an, in welchen Abrechnungseinheiten¹² und in welchem Detailgrad die Bauleistungen für geotechnische Injektionen im

⁶ Vgl. Windelband, L./ Spöttl, G. (2012): „Diffusion von Technologie in die Facharbeit und deren Konsequenzen für die Qualifizierung am Beispiel des „Internet der Dinge“, S. 217

⁷ Vgl. Zinn, B./ Tenberg, R. (2014): „Zukunft der Facharbeit im Zeitalter „Industrie 4.0“ in Journal of Technical Education (JOTED) Band 2 - Heft 2, S.153

⁸ Vgl. Winkler, L./ Maroschek P./ Piskernik M. (2017): „Cooperative knowledge management systems for grouting works at tunnel sites“ – three stage approach for efficient data management S.6

⁹ Vgl. Kutzner, C (1991): „Injektionen im Baugrund“, S.332 - 333

¹⁰ Vgl. DIN 18301: 2015-08: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Bohrarbeiten, S.8

¹¹ Vgl. DIN 18309: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Einpressarbeiten, S.6

¹² Für Österreich ist als Werkvertragsnorm für Spezialtiefbauarbeiten die ÖNORM B 2279 anzuwenden.

Leistungsverzeichnis anzugeben sind. Diese wesentlichen Regelungen wurden in standardisierten Leistungsbeschreibungen (LB) übernommen. Als Basis für die weiteren Ausführungen und Vergleiche wird die Leistungsgruppe (LG) 2205 der LB-VI Verkehr und Infrastruktur der österreichischen Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr (FSV) herangezogen.¹³

Im Folgenden werden die Teilprozesse einer Manschettenrohrinjektion dargestellt¹⁴, welche mit dem standardisierten Leistungsverzeichnis und üblichen Dokumentationsprozessen in Verbindung gebracht werden.

2.1 Herstellen des Bohrloches

Das verwendete Bohrverfahren richtet sich nach der Festigkeit des Baugrundes sowie anderer baubetrieblichen Randbedingungen wie Bohrtiefe oder geforderte Genauigkeit. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen Spül- und Trockenbohrung.¹⁵ Bereits beim Herstellen des Bohrlochs entsteht eine Vielzahl von abrechnungsrelevanten Daten, wie Bohrparameter, ggf. Spülparameter oder Daten zum Werkzeugverschleiß. Bei Injektionsbohrungen wird die Bohrtiefe gestaffelt in Leistungspositionen angeführt, da die Erschwerisse mit zunehmender Tiefe ansteigen. Die Bohrrichtung, die Lage des Bohrpunktes sowie der zu bohrende Baugrund sind ebenfalls abrechnungsrelevante Parameter die dokumentiert werden müssen.

2.2 Einbau des Manschettenrohres und der Sperrflüssigkeit

Manschettenrohre werden vor dem Injektionsvorgang eingebaut, um einen Einpresskörper zuverlässig in Passen, standardmäßig in einem Abstand von 33 cm, herstellen zu können und eine Nachverpressung zu ermöglichen. Das Manschettenrohr wird durch eine Mantelmischung im Bohrloch fixiert. Dieses Sperrmittel sichert die Lage des Rohres und verhindert das spätere Aufsteigen des Injektionsgutes im Ringraum. Das Verpressen der Mantelmischung sowie das Liefern und der Einbau des Manschettenrohres werden grundsätzlich in einer gemeinsamen Position im Leistungsverzeichnis angeführt. Das Manschettenrohrmaterial und die Geometrie sowie die erfolgreiche Verdämmung des Ringraumes mit Suspension, gestaffelt nach Tiefenstufe, sind abrechnungsrelevante Parameter, die für eine spätere Zuordnung der Tätigkeiten zu den Leistungspositionen zu dokumentieren sind.

2.3 Packer setzen und stufenweise Verpressen

Injektionsarbeiten im Baugrund werden nach den Prinzipien „Injektionen mit oder ohne Baugrundverdrängung“ unterschieden. Ein häufig angewendetes Verfahren ist die Poreninjektion mittels Manschettenrohr. Das Setzen von Packern ermöglicht die positionsgenaue Errichtung des Injektionsköpers. Grundsätzlich wird das Versetzen von Packern pro Injektionspunkt verrechnet. Das Freihalten des Rohres durch eine geeignete Spülung kann der Position der Pumpenbetriebsstunden sowie der Packer zugeschrieben werden.

Das auf der Baustelle tätige Führungspersonal gibt für die eigentliche Injektion dem Fachpersonal in einem händisch erstellten Schichtauftrag täglich die zu verpressenden Manschetten vor. Die dabei einzuhaltenden Abbruchkriterien werden – abhängig vom Injektions- und Bauverfahren – vorab durch die geotechnischen Planer definiert.

¹³ LB-VI (2015): standardisierte Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur (LB-VI), S.1056 bis 1065

¹⁴ Vgl. Maybaum, G. et al. (2011): „Verfestigung durch Injektionen“, S. 246

¹⁵ Vgl. Kutzner, C. (1991): „Injektionen im Baugrund“, S.157

Beim Injizieren müssen bei jeder Manschette folgende Parameter digital aufgezeichnet werden, um in weiterer Folge eine vollständige Dokumentation und Abrechnung zu ermöglichen:¹⁶

- Pumpennummer
- Suspensionsart
- Bohrloch (Nummer oder Name)
- Pässe
- Druck (Betriebsdruck bzw. besser Druck am Bohrlochmund)
- Injektionsrate in Liter/Minute
- Injektionsmenge in Liter

Die beim Verpressen eingesetzten Pumpensteuerungen verfügen über eine Druck- und Mengenratenbegrenzung. Ein integrierter Injektionsdatenschreiber zeichnet die Injektionsparameter mit einem Zeitstempel auf. Üblicherweise werden auf der Baustelle die Injektionsmenge und der Pumpendruck zusätzlich händisch vom Pumpenführer notiert, um einen möglichen Datenverlust auszuschließen.

Die Abrechnung des Verpressvorgangs erfolgt grundsätzlich getrennt nach Pumpenbetriebsstunden und Injektionsmittel. In den Pumpenbetriebsstunden werden Leistungen eingerechnet, die für die Aufbereitung und Förderung von Injektionsmittel notwendig sind. Teilleistungen für die Einrichtung, Räumung und das Vorhalten von Geräten wird in eigenen Positionen berücksichtigt.

Zur Weiterverarbeitung der digital erfassten Injektionsdaten werden diese aus dem Injektionsdatenschreiber exportiert und in einem Tabellenkalkulationsprogramm zum Injektionsreport aufbereitet. In diesem erfolgt anhängig von der Injektionsmenge in Liter, der verwendeten Suspensionsart, dem vorgegebenen Wasser-/Bindemittelgehalt und der zugehörigen Grundsatzprüfung die Rückrechnung auf die entsprechenden Einheiten der Leistungspositionen.

Feste Bestandteile für Injektionsmittel, wie Zement oder Zuschlagsstoffe werden in Gewicht, flüssige Bestandteile können im Raummaß abgerechnet werden. Um diese abrechnungsrelevanten Mengen feststellen zu können, ist im Injektionsreport eine entsprechende Umrechnung zu hinterlegen. In dieser wird ausgehend vom Wasser-/Bindemittelgehalt der verwendeten Suspension der Zementanteil in Kilogramm bestimmt. Abhängig vom Zementgehalt werden die Anteile der Zusatzstoffe und -mittel errechnet. Über die Dichten der verwendeten Stoffe erhält man das Verhältnis pro Liter injizierter Suspension. Über diese Umrechnung ergibt sich die anzurechnende Feststoffmenge der massenmäßig erfassten Leistungspositionen.

Je nach Anforderung des Vertrages werden die Injektionsreporte in Tages- oder Wochenprotokollen zusammengefasst und dem Auftraggeber digital und/oder in Papier zur Prüfung vorgelegt. Für die Abrechnung erfolgt ein Übertrag der bereits geprüften Protokolle in eine Abrechnungssoftware, in welcher die erbrachte Leistung in Form von Aufmaßblättern zusammengestellt wird.

Die wichtigsten Injektionsdaten – Druck, Menge und Abbruchkriterium – sind darüber hinaus zur vollständigen Dokumentation optisch und im Bezug zum künftigen Bauwerk darzustellen. Durch eine Visualisierung im Lageplan kann dies erreicht werden.¹⁷

¹⁶ Vgl. Kommentar zur EN 12715 (2016): „Kommentar zur EN 12715 – Injektionen“, S.61

¹⁷ Vgl. Kommentar zur EN 12715 (2016): „Kommentar zur EN 12715 – Injektionen“, S.61

2.4 Erneutes Verpressen der einzelnen Stufen

Hebungsinjektionen oder ein kompliziertes Injektionsschema mit unterschiedlichen Injektionsmitteln können ein erneutes Verpressen der gleichen Manschette erforderlich machen. Ein erneutes Beaufschlagen bereits injizierter Injektionspunkte kann mit den gleichen Positionen wie im Schritt 2.3 verrechnet werden.

3 Digitales Datenmanagement und automatisierte Abrechnung

Der in Kapitel 2 beschriebene herkömmliche Dokumentations- und Abrechnungsprozess ist gekennzeichnet durch periodische, routinemäßige Tätigkeiten die vom Baustellenpersonal durchzuführen sind. Diese Tätigkeiten unterliegen nach Kapitel 1.1 dem größten Automatisierungspotential. Der dargestellte optimierte Prozessablauf wurde im Hinblick auf das „Werkzeugszenario“ entwickelt. Das Abrechnungstool „eguana IDM“, zeigt wie dieser optimierte Prozessablauf in der realen Bauausführung umgesetzt werden kann.

3.1 Prozessmanagement für die automatisierte Dokumentation und Abrechnung

Der optimierte Abrechnungsprozess wird durch folgende Vorgangsweise gewährleistet:

- Sichere Übertragung der Daten während der Ausführung ermöglichen

Sensorik und Hardware für Datenlogger mit sicherer Übertragung ermöglichen, dass Datenströme durchgängig gemessen, gespeichert, aufbereitet und analysiert werden können. Die vorhandenen Bohrdaten- bzw. Injektionsdatenschreiber werden dafür mit Übertragungstechnologie¹⁸ ausgerüstet, die eine drahtlose Sendung der Daten ermöglicht. Parallele „Sicherheitsdokumentation“ auf Papier kann entfallen, wenn die Logger über autarke oder akkugestützte Energieversorgung verfügen und selbst Daten temporär speichern können.

- Ist – Verbräuche von Materialien ohne Rückrechnung erfassen

Im Gegensatz zu der tradierten Mengenermittlung, die mittels Mischrezepturen der Grundsatzprüfung auf Massen rückrechnet, ist Sensorik und Übertragungstechnologie für Silo, Vorratsbehälter und Mischer von Injektionsmitteln auf der Baustelle nachzurüsten. Dadurch können Ist-Mengen erst zuverlässig ermittelt werden.

- Materialdatenbank anlegen

Grundlage für alle Injektionsprozesse ist eine Datenbank aller zugelassenen Injektionsmittel samt Parametern, die in das digitale Datenmanagement integriert ist. Die vordefinierten Mittel müssen bei jedem Injektionsvorgang durch den Injektionsführer angegeben werden.

- Prozesszeitmanagement implementieren

Abrechnungsrelevante Daten sind gekoppelt mit Zeiten des Injektionsprozesses und der Vorhaltung der erforderlichen Anlagen und Geräte. Ein Prozesszeitmanagement für „Bohren“ und „Injizieren“ ist daher erforderlich. Als Grundlage für die tägliche Aufzeichnung der Prozesszeiten dienen Maschinendaten. Durch logische Sequenzierung von Bauprozessen, gekoppelt mit dem Leistungsverzeichnis, kann das Prozesszeitmanagement im ungestörten Bauablauf automatisiert vervollständigt werden. Kommt es zu Stillständen oder anderen Störungen, so muss die Prozesszeitdokumentation vom Baustellenpersonal überprüft werden.

¹⁸ Die Datenübertragung erfolgt vorzugsweise kabellos mit GSM/GPRS, NB-IoT, WLAN oder mittels Gateway im Sub-GHz Bereich (868 MHz)

- Aufbereitung der Daten, Visualisierung und Freigabe durch die Bauleitung

Gesammelte Daten der täglichen Arbeiten werden durch die Bauleitung kontrolliert. Dabei stehen die Injektionsverläufe im Mittelpunkt. In einem System müssen die täglichen Prozesse kontrolliert und anschließend freigeben werden. Freigebende Daten werden für den Auftraggeber im zentralen Datensystem sichtbar und sind die zentrale Abrechnungsgrundlage. Redundante Ausdrücke für handschriftliche Unterschriften können durch digitale Signaturen ersetzt und mit Freigaben hinterlegt werden.

- Freigabe der Injektionsprozesse durch Auftraggeber

Injektionsverläufe, verbrauchte Materialien sowie Prozesszeiten werden täglich der Projektleitung sichtbar gemacht. Änderungen von Daten sind in einem zentralen System vermerkt. Redundanzen sind ausgeschlossen, da von derselben Datengrundlage ausgegangen wird. Durch die Freigabe der Prozessdaten und eine qualifizierte elektronische Signatur¹⁹ bestätigt der Auftraggeber, dass diese als Grundlage für die monatliche Abrechnung herangezogen werden können.

- Zuordnung der Prozessdaten und Materialmengen zum Vertragsmodell

Geht man von einem Vertrag mit Leistungsbeschreibung aus, so werden zu Beginn eines Bauprojektes Leistungspositionen definiert. Prozesszeiten sowie Materialmengen werden durch intelligente Algorithmen in einem zentralen System vertraglichen Leistungspositionen zugeordnet.

- Erstellung der Aufmaßblätter

Das Datenmanagementsystem muss mit einer übergeordneten Baustellensoftware kompatibel sein. Die Verknüpfung ist durch ein Export-/ Importfile der generierten Daten in einem standardisierten Datenformat²⁰ herzustellen. Dadurch können die generierten Leistungspositionen in einer beliebigen übergeordneten Baustellensoftware abgerechnet werden.

3.2 Abrechnungstool „eguana IDM“

Seit Ende 2015 wird das von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) geförderte Forschungsprojekt „drahtloses Baudatenmonitoring im Spezialtiefbau“ von eguana und dem Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik am Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement der TU Wien vorangetrieben. Der baupraktische Fokus lag im ersten Forschungsjahr unter anderem auf Prozess- und Datenstromanalysen von Bohr- und Injektionstechnik.

Eine Web-Plattform mit den Modulen „Visualisierung, Daten, Prozessmanagement und Aufmaß“ dient zur Beseitigung von manuellen Schnittstellen. Neben der Software werden innerhalb des Forschungsprojektes neue drahtlose Messeinheiten und Übertragungseinheiten entwickelt, um bestehende Prozesse nachzurüsten.

Die unmittelbaren Vorteile ergeben sich durch die Beseitigung manueller Schnittstellen im Datenfluss sowie aus der Prozesszeitverkürzung für die automatisierte Erstellung von Protokollen und Entscheidungsgrundlagen während der Herstellung von Tiefbauarbeiten. Das zentrale System gewährleistet eine Ist-Darstellung der Bauabläufe und eine Erhöhung der Abrechnungsgenauigkeit.

¹⁹ Laut Verordnung (EU) Nr. 910/2014 ersetzt die qualifizierte elektronische Signatur eine eigenständige Unterschrift

²⁰ IFC, XML Schema nach ÖNORM A 2063, A11 Files oder ähnlich compatible Datenformate

Die in Kapitel 3.1 beschriebenen Prozesse werden für eine automatisierte Abrechnung im Modul „Aufmaß“ implementiert. Im jetzigen Projektstadium ist es möglich die Injektion- und Bohrschreiber technisch nachzurüsten und Daten ohne Schnittstellen auf die Web-Plattform zu übertragen. Durch die Integration eines Prozesszeitmanagements gelingt eine Zuordnung zu den Leistungspositionen. Die Implementierung einer elektronischen Signatur im Freigabeprozess der Daten sowie eine Schnittstelle zur übergeordneten Baustellensoftware sind in der jetzigen Form noch nicht umgesetzt (Projektstatus 05.2017).

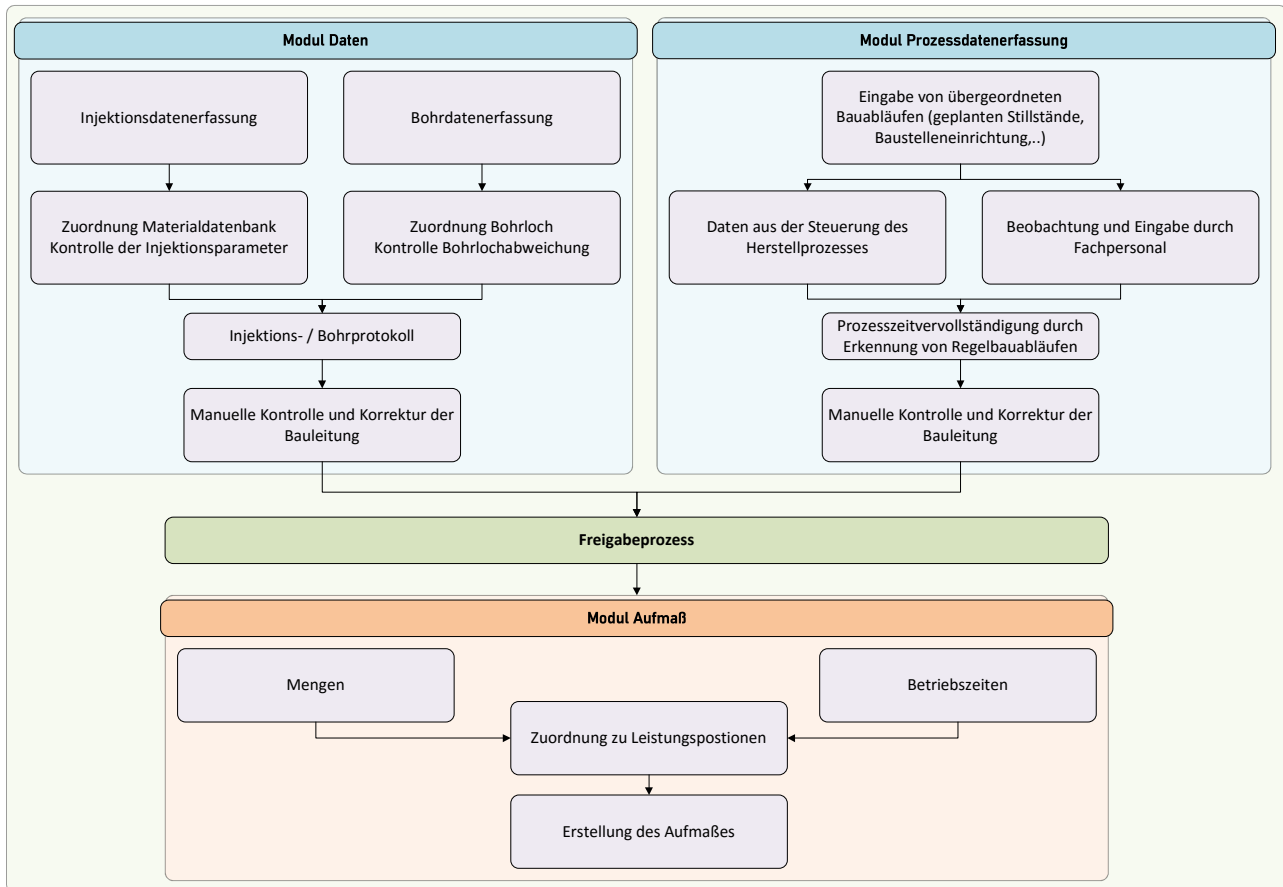


Abbildung I-1: Verknüpfung der Module „Daten, Prozessdatenerfassung und Aufmaß“ im eguana IDM²¹

3.3 Potenziale der Digitalisierung und Automatisierung

Erste Quantifizierungen des automatisierten Abrechnungsprozesses und Vergleichsrechnungen zum tradierten papiergebundenen Prozess zeigen die Reduktionspotentiale der Lohnstunden beim Dokumentationsprozess.

Arbeitsaufwände durch manuelles Datenauslesen können durch die direkte Datenübertragung ausgeschlossen werden. Die benötigte Arbeitszeit für die Erstellung von Injektionsdiagrammen und Aufmaßblättern kann erheblich reduziert werden. Der monatliche Arbeitsaufwand für die Datenauslese, Auswertung und Verarbeitung wird mit einem Einsparungspotential von bis zu 70 % für derzeit geltenden Abgabezyklen in den bestehenden Vertragsstrukturen eingeschätzt²² und bestätigt die Automatisierungswahrscheinlichkeit im Baugewerbe von 59 % (vgl. Kapitel 1.1) in diesem Teilbereich.

²¹ Eigene Darstellung

²² Die Vergleichsrechnung wurde für zwei Anlagen mit 220 Injektionspunkten pro Tag durchgeführt.

Literaturverzeichnis

- Zinn, B./ Tenberg, R. (2014): „Zukunft der Facharbeit im Zeitalter „Industrie 4.0“ in Journal of Technical Education (JOTED) Band 2 - Heft 2, ISSN 2198-0306
- Nagl, W./ Titelbach, G./ Valkova, K. (2017): „Digitalisierung der Arbeit: Substituierbarkeit von Berufen im Zuge der Automatisierung durch Industrie 4.0“, Enderbericht der Studie im Auftrag des Sozialministeriums, Institute für höhere Studien, Wien
- Kagermann et al. (2013): „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“, Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft
- Windelband, L./ Spöttl, G. (2012): „Diffusion von Technologie in die Facharbeit und deren Konsequenzen für die Qualifizierung am Beispiel des „Internet der Dinge“ in Faßhauer, U., et al (Hrsg.), Berufs- und wirtschaftspädagogische Analyse. Opladen & Farmington Hills: Barbara Budruch, 205-219
- Winkler, L./ Maroschek P./ Piskernik M. (2017): „Cooperative knowledge management systems for grouting works at tunnel sites“, Tagungsband und Vortrag bei 4th Arabian Tunnelling Conference 2017, UAE
- Maybaum, G. et al. (2011): „Verfestigung durch Injektionen“ in „Verfahrenstechnik und Baubetrieb im Grund- und Spezialtiefbau, 2.Auflage, Vieweg + Teubner Verlag, ISBN 978-3-8348-1614-6
- Kutzner, C. (1991): „Injektionen im Baugrund“, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, ISBN 3-432-98901-6
- DIN 18309:2015-08 (2015): VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Einpressarbeiten, Deutsche Norm, 2015
- DIN 18301: 2015-08 VOB (2015): Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Bohrarbeiten, Deutsche Norm, 2015
- LB-VI (2015): standardisierte Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur (LB-VI), FSV Wien, Version 4, 2015
- ÖNORM B 2279 (2006): „Spezialtiefbauarbeiten Aufschluss-, Brunnen- und Grundbauarbeiten“, Werkvertragsnorm, Österreichisches Normungsinstitut, 2006
- ÖNORM EN 12715 (2000): „Ausführen von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Injektionen“, CEN, 2000
- Kommentar zur EN 12715 (2016): „Kommentar zur EN 12715 – Injektionen“, Österreichische Gesellschaft für Geomechanik, 2016