



Projektdokumentation ServDEA

Arbeitspaket D.5 – Entwicklung eines Softwareassistenten

Das Arbeitspaket „D.5“ umfasst die Implementierung eines einfach zu benutzenden Softwareassistenten, mit dem DEA-Modelle im Rahmen eines angeleiteten Prozesses definiert und berechnet werden können. Im Folgenden wird dessen Benutzung in einem Beispiel-Szenario präsentiert.

Demonstration der Software

Das Software-Tool ServDEA wird im Folgenden anhand des Beispielunternehmens „G&D Robotics AG“ vorgestellt.

Beschreibung der Beispiel-Produktionsfirma

Die G&D Robotics AG ist ein weltweit operierender und europaweit führender Hersteller von High-Tech-Robotern für komplexe Fertigungsaufgaben mit Hauptsitz in München. Die AG beschäftigt knapp 4.000 Mitarbeiter weltweit. Kunden der G&D Robotics AG kommen hauptsächlich aus der Automobilindustrie, aber auch in der Metall-, Lebensmittel- und Kunststoffindustrie finden die Fertigungsroboter Anwendung. Das Unternehmen stellt zudem Software her, um ihre Robotersysteme zu steuern. Die AG besitzt weltweit Servicegesellschaften, deren Mitarbeiter die Instandhaltung (Wartung) und Instandsetzung (Reparatur) direkt beim Kunden vor Ort durchführen. Durch dieses flächendeckende Servicenetz soll Nähe zum Kunden geschaffen werden. Aufgrund von steigendem Konkurrenzdruck und damit verbundenem Kostendruck in Europa möchte das Unternehmen die Produktivität dieser Dienstleistungen in den Servicegesellschaften analysieren und so ggf. in einem zweiten Schritt die Effizienz ausgewählter Servicegesellschaften bei der Instandhaltung und Instandsetzung steigern.

Dazu wird eine Produktivitätsanalyse mit dem Software-Tool „ServDEA“ durchgeführt. Das Tool wird den Nutzer bestmöglich unterstützen und ihn Schritt für Schritt durch die Produktivitätsanalyse führen.

Modellierung in Ebenen (Operationalisierung und Faktoren)

Die Produktivitätsanalyse erfolgt in sieben Phasen, durch die der Nutzer Schritt für Schritt geführt wird. Hierfür braucht er keine Vorkenntnisse in der Funktionsweise der DEA. In den ersten fünf

Phasen wird das Produktivitätsmodell definiert. In den letzten beiden Phasen werden die erforderlichen Rohdaten importiert und die Produktivität einzelner DMUs (Decision Making Unit) auf Grundlage des Produktivitätsmodells berechnet. Eine DMU kann beispielsweise eine regionale Servicegesellschaft sein, die Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten beim Kunden durchführt. Durch die klare Struktur der Analyse, die durch die sieben Phasen gegeben ist, wird die Qualität der Produktivitätsmodelle verbessert.

Auf der rechten Seite des Bildschirms befindet sich der Assistent, der den Nutzer über die verwendbare Funktionalität in der aktuellen Phase informiert.

Schritt 1: Produktivitätsanalyse starten

Produktivitätsanalyse Arbeitsbereich Langzeitwissen Einstellungen Abmelden

1. Produktivitätsanalyse starten 2. Faktoren zuordnen 3. Faktorerhebungen beschreiben 4. Analyseeigenschaften festlegen 5. Analysedetails überprüfen 6. Messdaten importieren 7. Produktivitätsergebnisse vergleichen

Produktivitätsanalyse

Suche nach bestehenden Analysen

Beschreiben Sie Ihren Analysekontext.

Beschreibung des Analysekontextes
Instandhaltung und Instandsetzung von Industrierobotern in Europa

Branche
Maschinenbau

Region
Europa

Beschreiben Sie Ihre Produktivitätsanalyse.

Name der Produktivitätsanalyse
G&D Robotics AG, Instandsetzung und Instandhaltung

Beschreibung der Ziele von der Produktivitätsanalyse
Die Europäischen Servicegesellschaften der G&D Robotics AG für Instandsetzung & Instandhaltung sollen auf ihre Effizienz untersucht werden.

Quelle

Assistent

Geben Sie bitte links die Rahmendaten Ihrer Analyse ein.
Dazu ordnen Sie zunächst Ihre Produktivitätsmessung in einen Analysekontext ein.
Bitte beschreiben Sie Ihre Produktivitätsanalyse näher, damit Sie diese später in Ihrem Arbeitsbereich wiederfinden können.

Mit diesem Symbol können Sie nach bestehenden Produktivitätsanalysen suchen, um diese in Ihrer eigenen Analyse zu verwenden.

Mit diesem Symbol haben Sie die Möglichkeit Ihre aktuelle Auswahl in die von Ihnen auszufüllenden Felder auf der linken Seite zu ziehen. Es werden dabei alle Angaben automatisch übernommen.

Weiter

Dokumentationskomponente

Wichtige Entscheidungen, die vom Modellierer getroffen werden, müssen im System dokumentiert werden, um die Qualität des Produktivitätsmodells zu sichern. Zudem sollen die entwickelten Produktivitätsmodelle auch zukünftig in anderen Szenarien wiederverwendet werden können. Dies erfordert eine aussagekräftige Dokumentation der betrieblichen Kontexte, in denen die Produktivitätsmodelle entwickelt wurden.

Im ersten Schritt zur Entwicklung des Produktivitätsmodells (Produktivitätsanalyse starten) beschreibt der Modellierer die Grunddaten der geplanten Analyse. Neben textuellen Beschreibungen, beispielsweise des Kontexts und der Ziele der Analyse, stehen dem Nutzer hier auch vordefinierte Kriterien, wie beispielsweise Branche und Region, zur Verfügung, um das Produktivitätsmodell zu beschreiben. Durch die Vorgabe von Beschreibungsstrukturen ist zu erwarten, dass dem Modellierer eine detailreichere, zutreffendere und für Dritte besser nachvollziehbare Eingrenzung seines Untersuchungsgegenstandes gelingt. Dies soll dazu beitragen, dass die Analyse auch von anderen Mitar-

beitern leichter verstanden werden kann. Zudem dienen die dokumentierten Grunddaten später dazu, historische Produktivitätsmodelle aufzufinden, die mit einer ähnlichen Zielstellung entwickelt worden sind.

Wissensdatenbank

Die Beschreibung des Analysekontextes, beispielsweise Branche und Region, sind wichtig für die Führung der Wissensdatenbank, da durch diese Attribute beispielsweise ähnliche Produktivitätsanalysen gefunden werden können. Die Attribute des Kontextes, wie beispielsweise *Branche* und *Region*, können unter *Einstellungen/ Attribute des Analysekontextes* individuell vom Nutzer angepasst werden. Hier können also beliebig viele Attribute hinzugefügt werden.

Die Wissensdatenbank wird hier zunächst verwendet, um nach bestehenden Produktivitätsanalysen zu suchen. Der Nutzer kann sich durch bestehende Analysen inspirieren lassen oder Teile davon übernehmen und individuell anpassen. Die Suche kann mit einem Suchbegriff oder mithilfe einer Synonymsuche stattfinden. Bei der Synonymsuche wird nicht nur nach dem eingegebenen Wort gesucht, sondern auch nach ähnlichen Faktoren, um das Suchergebnis zu verbessern. Außerdem kann nach einem Wort, also einer Stichwort oder nach einem Text für die Suche in den Beschreibungen von Produktivitätsmodellen recherchiert werden. Weiterführend kann der Nutzer hier verschiedene zusätzliche Filter definieren, wobei Sucharten für die verschiedenen Attribute verwendet werden. Bei der Suche nach Branchen wird beispielsweise das „North American Industry Classification System (NAICS)“ verwendet, eine hierarchische Gliederung von Branchen. Bei der Suche nach einer Region kann beispielsweise ein hierarchisches Modell von Städten und Ländern verwendet werden.

Das Suchen und Wiederverwenden von Produktivitätsmodellen läuft prinzipiell nach dem „case-based-reasoning“-Verfahren ab, welches aus vier Phasen besteht:

1. Auf der Basis der spezifizierten Attribute (z.B. Name, Beschreibung, Branche, Region, Faktoren und Faktorerhebungen) werden ähnliche Analysen gesucht.
2. Die gefundenen Produktivitätsmodelle können ganz oder teilweise wiederverwendet werden.
3. Die gefundenen Produktivitätsmodelle können erweitert oder verändert werden.
4. Das neue Produktivitätsmodell wird in die Wissensdatenbank übernommen, um selbst als Referenzmodell für später zu entwickelnde Produktivitätsmodelle zur Verfügung zu stehen.

Durch das Suchen von bestehenden Analysen, die Dokumentation und die Wiederverwendung von Produktivitätsmodellen wird nicht nur die Produktivitätsanalyse selbst verbessert, sondern auch die Qualität zukünftiger Analysen gesteigert. Das System zeigt dem Nutzer hier Möglichkeiten auf, wie er die Produktivitätsanalyse definieren kann. Es wird demnach jede Analyse in die Wissensdatenbank aufgenommen, was die Mächtigkeit dieses Features und die Qualität und Richtigkeit von zukünftigen Produktivitätsmodellen kontinuierlich verbessert.

Schritt 2: Faktoren zuordnen

Produktivitätsanalyse Arbeitsbereich Langzeitwissen Einstellungen Abmelden

1. Produktivitätsanalyse starten 2. **Faktoren zuordnen** 3. Faktorerhebungen beschreiben 4. Analyseeigenschaften festlegen 5. Analysedetails überprüfen 6. Messdaten importieren 7. Produktivitätsergebnisse vergleichen

Faktoren zuordnen

Suche nach bestehenden Faktoren
Suche und Inspiration durch bestehende Analysen
Faktorempfehlungen

Inputfaktoren	Outputfaktoren
Neuer Inputfaktor	Neuer Outputfaktor
Budget Technikerteam	Gelöste Instandhaltungsfälle
Budget Hotline-Team	Gelöste Instandsetzungsfälle
Schulungsbudget	Bearbeitungszeit eines Auftrags
Regionale Ersatzteilverfügbarkeit	Kundenzufriedenheit

Assistent

Legen Sie hier die verschiedenen Input- und Outputfaktoren Ihrer Produktivitätsanalyse fest.

Sollten Sie im vorherigen Schritt eine schon bestehende Analyse ausgewählt haben, so sind die dort zugeordneten Faktoren schon übernommen worden.

- Suchen Sie nach bestehenden Faktoren und lassen Sie sich durch andere Analysen für Faktoren inspirieren lassen.
- Klicken Sie auf das Faktorempfehlungssymbol, um Faktorempfehlungen anzuzeigen, die auf Ihren bisher eingegebenen Faktoren basieren.
- Mit diesem Symbol haben Sie die Möglichkeit Ihre aktuelle Auswahl in die von Ihnen auszufüllenden Felder auf der linken Seite zu ziehen. Es werden dabei alle Angaben automatisch übernommen.

Für die einzelnen Faktoren stehen Ihnen folgende Funktionalitäten zur Verfügung:

- Mit diesem Symbol können Sie einen Faktor bearbeiten.
- Mit diesem Symbol können Sie den aktuellen Faktor löschen.

Klicken Sie auf **Neuer Input-** oder **Outputfaktor** um einen neuen Faktor zu erstellen.

Zurück Weiter

Im zweiten Schritt der Produktivitätsanalyse benennt der Modellierer Input- und Outputfaktoren, mit denen er die Produktivität des Anwendungskontextes konzeptualisiert. Inputfaktoren bezeichnen Ressourcen, die zur Erbringung der zu analysierenden Dienstleistungen erforderlich sind. Outputfaktoren bezeichnen das Leistungsergebnis der Dienstleistungserbringung. Das Produktivitätsmodell repräsentiert also ein Verständnis davon, welche Ressourcen und Leistungsergebnisse die Produktivität einer Dienstleistung ausmachen. Das Produktivitätsmodell bestimmt also alle folgenden Phasen der weiteren Analyse maßgeblich und muss daher mit Bedacht erstellt werden.

Nutzung mehrerer Faktoren gleichzeitig

Da mehrere Input- und Outputfaktoren nötig sind, um die Produktivität von Dienstleistungen zu berechnen, ist die DEA ein geeignetes Verfahren zur Messung der Dienstleistungsproduktivität. Die DEA kann viele verschiedene Faktoren in die Analyse einbeziehen, solange die zur Verfügung stehende Datensituation ausreichend ist. Die DEA erfordert keine (subjektive) Gewichtung der Faktoren ("Qualität ist uns 1,7 mal wichtiger als Termintreue"), sondern berechnet die Gewichte anhand der verfügbaren Daten, in dem optimale Gewichte durch komplexe mathematische Algorithmen bestimmt werden. Es ist also keine subjektive Bewertung der Faktoren mittels Preisen, Kosten oder anderen Gewichten notwendig.

1. Produktivitätsanalyse starten 2. Faktoren zuordnen 3. Faktorerhebungen beschreiben 4. Analyseeigenschaften festlegen 5. Analysedetails überprüfen 6. Messdaten importieren 7. Produktivitätsergebnisse vergleichen

Faktoren zuordnen

Suche nach bestehenden Faktoren
Suche und Inspiration durch bestehende Analysen
Faktorempfehlungen

Inputfaktoren	Outputfaktoren
Neuer Inputfaktor	Neuer Outputfaktor
Budget Technikerteam	Gelöste Instandhaltungsfälle
Budget Hotline-Team	Gelöste Instandsetzungsfälle
Schulungsbudget	Bearbeitungszeit eines Auftrags
regionale Ersatzteilverfügbarkeit	Kundenzufriedenheit

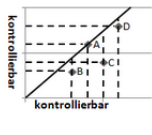
Legen Sie bitte alle Eigenschaften des Faktors fest

Handelt es sich um einen kontrollierbaren oder nicht-kontrollierbaren Faktor?

Hier können Sie festlegen, ob es sich der betrachtete Faktor von Ihnen beeinflussen lässt

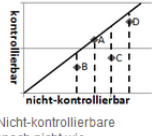
1. Es handelt sich um einen kontrollierbaren Faktor

Wählen Sie diese Einstellung, wenn es sich um einen kontrollierbaren Faktor handelt. Kontrollierbare Faktoren sind nicht durch externe Gegebenheiten festgelegt, sondern lassen sich direkt durch das Unternehmen bzw. dessen Leitung beeinflussen. Beispiele sind Budgets (für Technikerteams, Hotline-Teams, Schulungsbudgets, etc.).



2. Es handelt sich um einen nicht-kontrollierbaren Faktor

Wählen Sie diese Einstellung, wenn es sich um einen nicht-kontrollierbaren Faktor handelt. Nicht-kontrollierbare Faktoren sind durch externe Gegebenheiten festgelegt, lassen sich somit nicht direkt durch das Unternehmen bzw. dessen Leitung beeinflussen und werden oft als Umweltfaktoren bezeichnet. Beispiele hierfür sind die regionale Infrastruktur, die allgemeine Wirtschaftslage (Kaufkraft, etc.) oder relevante gesetzliche Anforderungen. Nicht-kontrollierbare Inputfaktoren eines outputorientierten Modells werden demnach nicht wie kontrollierbare Inputfaktoren minimiert, sondern dienen nur als reiner Vergleich. Dies gilt dementsprechend auch für nicht-kontrollierbare Outputfaktoren eines inputorientierten Modells.



Zurück Zurücksetzen Speichern

Dokumentationskomponente

Wenn der Modellierer neue Faktoren anlegt, ist pro Faktor ein Name und eine Beschreibung anzugeben. Außerdem wird vom Modellierer festgelegt, ob ein Faktor kontrollierbar oder nicht kontrollierbar ist. Ein nicht kontrollierbarer Faktor ist durch externe Gegebenheiten bestimmt. Hier wäre dies beispielsweise eine ungünstige Infrastruktur einer Region, die zu schlechterer Ersatzteilverfügbarkeit und zu längeren Fahrzeiten führt, ohne dass dies durch das Unternehmen beeinflusst werden kann. Die Angabe, ob ein Faktor kontrollierbar ist, wird im weiteren Verlauf an die DEA-Berechnung weitergegeben. Da ein nicht kontrollierbarer Faktor in der Berechnung anders behandelt wird als ein kontrollierbarer, ist diese Unterscheidung sehr wichtig für die Berechnung der Effizienz. Alle Eingaben werden anschließend in der Wissensdatenbank verfügbar gemacht und können so in späteren Produktivitätsanalysen wiederverwendet werden.

Wissensdatenbank

Der Modellierer kann in der Wissensdatenbank nach bereits definierten Input- und Outputfaktoren suchen und sie ggf. übernehmen, er kann sich von bestehenden Faktoren inspirieren lassen und sich Faktoren für sein Modell empfehlen lassen. Außerdem kann er auf Faktoren zurückgreifen, die er selbst über den Arbeitsbereich erstellt hat.

Bei der Suche nach bestehenden Faktoren wird wiederum das Verfahren des „case-based reasoning“ angewendet. Auch hier ist eine Suche auf der Basis von Synonymen möglich. Allerdings wird hier exakter gesucht, da die Faktoren weniger Attribute haben als Produktivitätsmodelle. Es wird mit verschiedenen Methoden geprüft, ob die Synonyme eine allgemeine und semantische Ähnlichkeit zum Suchwort aufweisen. Die Suchergebnisse können einfach per Drag&Drop in das Modell übernommen werden.

Zur Inspiration werden dem Modellierer nun ähnliche Analysen angezeigt, die schon früher erstellt wurden. Wie im ersten Schritt kann er aber auch gezielt nach Produktivitätsmodellen suchen. Auch hier zeigt sich die Wichtigkeit der Angabe von Attributen eines Modells. Je treffender die Attribute, beispielsweise Branche und Region, im ersten Schritt benannt wurden, desto besser können in diesem Schritt ähnliche Analysen gefunden werden.

Als dritte Komponente der Wissensdatenbank ist es in diesem Schritt möglich, dass der Modellierer sich Faktoren durch das ServDEA-Tool empfehlen lässt. Die Faktorempfehlungen werden berechnet aus den Faktoren, die in der Wissensdatenbank gespeichert sind und den Faktoren, die bereits im entstehenden Modell vorhanden sind. Hierzu werden die Faktoren und ihre Beziehungen als Graph betrachtet, wobei die Faktoren als Knoten dargestellt werden und die Beziehungen als Kanten. Der Wert der Beziehung bzw. Kante stellt die Anzahl dar, in wie viel verschiedenen Produktivitätsmodellen die zwei Faktoren zusammen verwendet wurden. Um die Faktorempfehlungen nun zu erstellen und gewichten, kommen drei verschiedene mathematische Verfahren zum Einsatz, deren Gewichtung untereinander der Nutzer selbst einstellen kann. Außerdem lässt sich einstellen, wie viele Faktorempfehlungen angezeigt werden sollen. Die drei mathematischen Bewertungen sind die Gewichtung durch direkte Nachbarn, durch gemeinsame Nachbarn und durch die Pearson-Korrelation. Die entstehenden drei Listen werden nach Nutzereinstellungen gewichtet und zusammengeführt. Auch hier können die Faktorempfehlungen einfach per Drag & Drop in das Modell übernommen werden.

Da die Berechnungen der Effizienz einer DMU und somit die Qualität der Produktivitätsanalyse maßgeblich von den Input- und Outputfaktoren abhängt, sind die Faktoren, die hier der Modellierer festlegt, von sehr hoher Bedeutung. Durch die Suche, die Inspirationen und die Empfehlungen wird der Modellierer durch das Tool bestmöglich unterstützt, um die Qualität und Richtigkeit der Analyse und dessen Ergebnis zu sichern. Die so gewählten Faktoren stehen danach wiederum in der Wissensdatenbank bzw. im Langzeitwissen des Tools für zukünftige Analysen zur Verfügung. Auch in zukünftigen Produktivitätsmodellen wird so der Nutzer bei der Wahl von Faktoren optimal unterstützt. In dieser Weise wird eine kontinuierliche Lernkurve angestrebt, so dass ein neuer Nutzer direkt auf die Erfahrungen, die durch ältere Produktivitätsmodelle gesammelt wurden, zugreifen kann.

Schritt 3: Faktorerhebungen beschreiben

Produktivitätsanalyse Arbeitsbereich Langzeitwissen Einstellungen Abmelden

1. Produktivitätsanalyse starten 2. Faktoren zuordnen 3. Faktorerhebungen beschreiben 4. Analyseeigenschaften festlegen 5. Analysedetails überprüfen 6. Messdaten importieren 7. Produktivitätsergebnisse vergleichen

Faktorerhebungen beschreiben

Suche nach bestehenden Faktorerhebungen
Inspiration durch bestehende Analysen

Hier können Sie Faktorerhebungen für Ihre Inputs und Outputs angeben.

Faktorerhebungen für Inputs		
Budget Technikerteam	€/ Monat	
Butget Hotline-Team	€/ Monat	
Schulungsbudget	€/ Monat	
Regionale Ersatzteilverfügbarkeit	Kehrwert der durchschnittlichen Zeit von Bestellung bis Wareneingang in Tagen	

Faktorerhebungen für Outputs		
Gelöste Instandhaltungsfälle	Anzahl/ Monat	
Gelöste Instandsetzungsfälle	Anzahl/ Monat	
Bearbeitungszeit eines Auftrags	Kehrwert der durchschnittlichen Zeit von Auftragseingang bis Lösung in Tagen	
Kundenzufriedenheit	Durchschnittswert der Bewertungsskala [1, ..., 10]	

Assistent

Beschreiben Sie in diesem Schritt, auf welche Weise die Faktoren erhoben werden.

Sollten Sie schon vorhandene Faktoren genutzt haben, die eine Beschreibung der Faktorerhebung besitzen, wurden diese automatisch übernommen.

- Mit diesem Symbol können Sie nach bestehenden Faktorerhebungen suchen.
- Mit diesem Symbol können Sie sich durch andere Analysen für Faktorerhebungen inspirieren lassen.
- Mit diesem Symbol haben Sie die Möglichkeit Ihre aktuelle Auswahl in die von Ihnen auszufüllenden Felder auf der linken Seite zu ziehen. Es werden dabei alle Angaben automatisch übernommen.

Für die einzelnen Faktorerhebungen stehen Ihnen folgende Funktionalitäten zur Verfügung:

- Mit diesem Symbol können Sie eine Faktorerhebung bearbeiten.
- Mit diesem Symbol wird die entsprechende Faktorerhebung gelöscht.

Klicken Sie auf **Zurück**, wenn Sie etwas an den Einstellungen Ihrer Faktoren ändern möchten.

ZurückWeiter

Im dritten Schritt beschreibt der Modellierer, wie die definierten Faktoren genau erhoben werden sollen. Den Input- und Outputfaktoren, die im zweiten Schritt benannt werden, fehlt es in der Regel an einer eindeutigen Operationalisierung. Die Faktoren müssen also konkretisiert werden, indem beispielsweise Dimensionen und Berechnungsvorschriften von Faktoren festgelegt werden. Auch hier sind die Features Dokumentationskomponente und Wissensdatenbank von hoher Relevanz.

Dokumentationskomponente

Jede Faktorerhebung wird in vier Schritten dokumentiert.

1. Der Name, die Beschreibung und die Quelle der Faktorerhebung werden festgelegt.
2. Es wird festgelegt, wie jeder Faktor zu messen ist. Dies heißt, dass hier die Dimensionen, wie beispielsweise die Zeitspanne des Faktors, festgelegt werden.
3. Es besteht die Möglichkeit, eine Berechnungsvorschrift für Faktorerhebung zu definieren. Diese kann sich aus Faktorerhebungen der Wissensdatenbank zusammensetzen oder als Freitext definiert werden.
4. DEA-Eigenschaften der Faktorerhebung werden festgelegt. Es wird beispielsweise bestimmt, ob es sich bei der Faktorerhebung um eine Indexkennzahl oder um eine absolute Zahl handelt. Dies ist wichtig für die Auswahl des DEA-Modells. Die DEA-Attribute, die hier definiert werden, können unter Einstellungen erweitert und bearbeitet werden.

Sofern Faktoren im vorherigen Schritt aus anderen Analysen übernommen wurden, werden auch ihre Faktorerhebungen übernommen. Diese können hier mit den beschriebenen vier Schritten bearbeitet werden.

Durch die vier Schritte entsteht eine genaue Dokumentation der Faktorerhebung, die in die Wissensdatenbank aufgenommen wird. Durch diese Dokumentation werden die Wiederverwendbarkeit der Faktorerhebung und die Qualität dieses Modells und zukünftiger Modelle gesteigert.

Wissensdatenbank

Durch die Wissensdatenbank kann auch in diesem Schritt nach bestehenden Elementen, in diesem Fall Faktorerhebungen, gesucht werden. Die Suche findet hier analog zu der Suche nach Faktoren statt. Die gefundenen Faktorerhebungen können ganz einfach per Drag & Drop für eigene Faktoren verwendet werden. Hierbei wird erneut das „case-based reasoning“ Verfahren verwendet. Die Wissensdatenbank macht wiederum Inspirationen durch bestehende Analysen möglich. Dabei gibt es drei Arten von Inspirationen.

1. Vorgeschlagene Faktorerhebungen können angezeigt werden. Hier werden Faktorerhebungen gezeigt, die mit dem markierten Faktor bereits in anderen Analysen genutzt wurden.
2. Ähnliche Analysen können angezeigt werden. Hierfür werden alle bisherigen Eingaben der Produktivitätsanalyse mit Attributen von Analysen aus der Wissensdatenbank verglichen. Hieraus wird eine Liste erstellt und dem Nutzer angezeigt.
3. Der Nutzer kann zudem gezielt nach vorher entwickelten Produktivitätsmodellen suchen und sich durch diese inspirieren lassen, bzw. eine bereits entwickelte Analyse mit aktuellen Daten erneut ausführen.

Die Wissensdatenbank liefert also auch in diesem Schritt wichtige Informationen zur Unterstützung und Verbesserung der Modellierung. Außerdem wird diese wiederum selbst durch ggf. neue Faktorerhebungen erweitert, was die Qualität von zukünftigen Analysen verbessert. Es ist zudem möglich, Faktorerhebungen über den Arbeitsbereich zu erstellen und danach der Analyse zuzuordnen.

Durch die Teilung von Faktoren und deren Erhebung wird folglich nicht nur die Wiederverwendbarkeit, sondern auch die Qualität der Berechnungsmodelle erhöht, da so die im zweiten Schritt erstellten Faktoren genau konkretisiert werden. Dieser weitere Schritt der Produktivitätsanalyse verbessert zudem die Dokumentation des Modells, wobei der Nutzer durch die Wissensdatenbank unterstützt wird. Zudem wird die Datenbank kontinuierlich erweitert, was wiederum zu einer steigenden Lernkurve des Tools führt.

Schritt 4: Analyseeigenschaften festlegen

Produktivitätsanalyse Arbeitsbereich Langzeitwissen Einstellungen Abmelden

1. Produktivitätsanalyse starten 2. Faktoren zuordnen 3. Faktorerhebungen beschreiben 4. Analyseeigenschaften festlegen 5. Analyse details überprüfen 6. Messdaten importieren 7. Produktivitätsergebnisse vergleichen

Analyseeigenschaften festlegen

Beantworten Sie bitte die folgenden Fragen, damit ein zu Ihren Wünschen passendes Modell zur Berechnung gewählt wird.

Wollen Sie bei Ihrer Produktivitätsanalyse Skaleneffekte beachten?

Produktivitätsanalyse mit Beachtung von Skaleneffekten

Produktivitätsanalyse ohne Beachtung von Skaleneffekten

Welche Faktoren sollen bei der Produktivitätsanalyse optimiert werden?

Inputorientierte Produktivitätsanalyse

Skaleneffekte

Wollen Sie bei Ihrer Produktivitätsanalyse Skaleneffekte beachten?

1. Produktivitätsanalyse ohne Beachtung von Skaleneffekten

Keine Betrachtung von Skaleneffekten setzt voraus, dass nur konstante Skalenerträge auftreten. Die DEA erstellt hier eine lineare Funktion (Randfunktion) ausgehend von der effizientesten DMU. Die Annahme ist hierbei, dass bei gleichem Verhältnis der optimal gewichteten Input- und Outputfaktoren auch die Effizienz der DMU stets identisch ist. Wählen Sie diese Einstellung, wenn Sie von einem linearen Zusammenhang von Input- und Outputfaktoren und der Produktivität ausgehen.

2. Produktivitätsanalyse mit Beachtung von Skaleneffekten

Skaleneffekte sollten betrachtet werden, wenn variable Skalenerträge auftreten. Die DEA erstellt hier mehrere lineare Funktionen ausgehend von den effizientesten DMU. Es entsteht in der Regel eine Randfunktion mit mehreren Knicken an Stellen von effizienten DMU. Hier ist es also möglich, dass DMU mit verschiedenen Verhältnissen der optimal gewichteten Input- und Outputfaktoren trotzdem effizient sind. Wählen Sie diese Einstellung, wenn Sie von einem nicht-linearen Zusammenhang von Input- und Outputfaktoren und der Produktivität ausgehen.

Zurück Weiter

Im vierten Schritt: „Analyseeigenschaften festlegen“ werden wichtige Einstellungen für die Berechnung der Produktivität mit der DEA vorgenommen. Die Einstellungen werden benötigt, um im nächsten Schritt ein passendes DEA-Berechnungsmodell auszuwählen. Die erforderlichen Einstellungen können jedoch auch durch Nutzer vorgenommen werden, die nicht mit den mathematischen Details der DEA vertraut sind. Dazu bietet der Softwareassistent eine benutzerfreundliche Schnittstelle an, die den Nutzer gezielt durch die erforderlichen Einstellungen führt.

Die erste Einstellung gibt an, ob Skaleneffekte berücksichtigt werden oder nicht. Wenn keine Skaleneffekte berücksichtigt werden (bzw. bei konstanten Skalenerträgen) erstellt die DEA eine lineare Funktion ausgehend von der effizientesten DMU. Die Annahme ist hierbei, dass bei gleichem Verhältnis der optimal gewichteten Input- und Outputfaktoren auch die Effizienz der DMU stets identisch ist. Diese Annahme gilt bei der Beachtung von Skaleneffekten (variable Skalenerträge) nicht. Es kann hier demnach DMUs geben, die ein gleiches Verhältnis aber verschiedene Effizienzen aufweisen, was der Praxis in der Regel deutlich näher kommt. Bei der zweiten Einstellung kann zwischen einer input- und einer outputorientierten Analyse gewählt werden. Inputorientiert bedeutet hier, dass der Input gegeben ist und der Output maximiert werden soll. Wenn eine outputorientierte Analyse durchgeführt werden soll, ist dementsprechend der Output gegeben und der Input soll minimiert werden. Unter Einstellungen ist es möglich, diese Eigenschaften zu bearbeiten und weitere DEA-Attribute hinzuzufügen.

Dieser Schritt ist somit notwendig für die spätere Berechnung der Effizienzen der DMU und bietet dem Nutzer Möglichkeiten, die Analyse nach seinen Vorstellungen anzupassen. Hierbei muss er sich aber nicht mit komplexen mathematischen Algorithmen befassen, um diese Einstellungen zu verstehen. Er wird durch intuitive Beschreibungen und Grafiken durch diesen Schritt geleitet.

Schritt 5: Analysedetails überprüfen

Produktivitätsanalyse Arbeitsbereich Langzeitwissen Einstellungen Abmelden

1. Produktivitätsanalyse starten 2. Faktoren zuordnen 3. Faktorhebungen beschreiben 4. Analyseeigenschaften festlegen 5. Analysedetails überprüfen 6. Messdaten importieren 7. Produktivitätsergebnisse vergleichen

SERV DEA

Beschreibung des Analysekontextes:
Instandhaltung und Instandsetzung von Industrierobotern in Europa
Branche: Maschinenbau
Region: Europa
Name der Produktivitätsanalyse: G&D Robotics AG, Instandsetzung und Instandhaltung
Beschreibung der Ziele von der Produktivitätsanalyse: Die Europäischen Servicegesellschaften der D&G Robotics AG für Instandsetzung & Instandhaltung sollen auf ihre Effizienz untersucht werden.
Quelle: D&G Robotics AG
[Produktivitätsanalyse bearbeiten](#)

Inputfaktoren
Budget Technikerteam: €/ Monat
Butget Hotline-Team: €/ Monat
Schulungsbudget: €/ Monat
Regionale Ersatzteilverfügbarkeit: Kehrwert der durchschnittlichen Zeit von Bestellung bis Wareneingang in Tagen

Outputfaktoren
Gelöste Instandhaltungsfälle: Anzahl/ Monat
Gelöste Instandsetzungsfälle: Anzahl/ Monat
Bearbeitungszeit eines Auftrags: Kehrwert der durchschnittlichen Zeit von Auftragseingang bis Lösung in Tagen
Kundenzufriedenheit: Durchschnittswert der Bewertungsskala [1, ..., 10]
[Faktoren bearbeiten](#) [Faktorhebungen bearbeiten](#)

Zugeordnete Co-Editoren der Produktivitätsanalyse
Sie haben die Möglichkeit Ihrer Produktivitätsanalyse Co-Editoren hinzuzufügen. Diese Co-Editoren können dann ebenfalls auf die Analyse zugreifen und diese gegebenenfalls bearbeiten.
Der Produktivitätsanalyse sind keine Co-Editoren zugeordnet.
Um einen Co-Editor hinzuzufügen, suchen Sie nach dem entsprechenden Namen im Suchfeld und klicken Sie auf hinzufügen in der Ergebnisliste.


Co-Editor hinzufügen

Berechnungsmodell auswählen
Wählen Sie ein mathematisches Modell zur Berechnung aus oder verwenden Sie das vorgeschlagene Modell:
Vorgeschlagenes Berechnungsmodell
BCC Input generisch (kontrollierbar / nicht-kontrollierbar)

Die eingegebenen Daten werden abschließend auf ihre Konsistenz geprüft. Die eingegebene Spezifikation des Produktivitätsmodells wird im linken Teil der Bildschirmmaske angezeigt. Der Modellierer kann hier sämtliche Eingaben und Einstellungen überprüfen und bei falschen Eingaben direkt zu dem entsprechenden Schritt zurückspringen. Zusätzlich kann der Nutzer in diesem Schritt zwischen passenden Berechnungsmodellen wählen. Anhand der DEA-Attribute, die im vorherigen Schritt eingestellt wurden, schlägt das Tool DEA-Modellvarianten vor. Bei keiner Beachtung von Skaleneffekten wird das Modell CCR, sonst das Modell BCC angewandt. Diese beiden Modellvarianten sind zudem in input- und outputorientierter Version vorhanden und werden den DEA-Attributen entsprechend vom Tool ausgewählt. Es werden nur Optionen angeboten, die auf der Grundlage des entwickelten Produktivitätsmodells korrekt sind.

Mit dem Abschluss dieses Schritts ist das Produktivitätsmodell vollständig erstellt. Die letzten beiden Schritte umfassen das Importieren von Daten und die Berechnung der Analyse. Dieser Schritt dient demzufolge hauptsächlich der Überprüfung von Daten, um so die Richtigkeit der Produktivitätsanalyse zu sichern. Zudem wird durch diesen Schritt vermieden, dass Produktivitätsmodelle, die nicht zweckmäßig sind, in die Wissensdatenbank einfließen, damit so nur richtige bzw. zweckmäßige Modelle als Referenzmodelle für zukünftige Analysen dienen.

Schritt 6: Messdaten importieren

Produktivitätsanalyse Arbeitsbereich Langzeitwissen Einstellungen Abmelden **SERV**  **DEA**

1. Produktivitätsanalyse starten 2. Faktoren zuordnen 3. Faktorerhebungen beschreiben 4. Analyseeigenschaften festlegen 5. Analysedetails überprüfen 6. Messdaten importieren 7. Produktivitätsergebnisse vergleichen

Messdaten importieren

Geben Sie hier Ihre Daten ein oder laden Sie eine .csv Datei hoch:

Import einer Datendatei
1. Erzeugen Sie eine Vorlage für eine .csv Datei mit den richtigen Spaltenbeschriftungen:
Vorlage erzeugen

2. Wählen Sie eine .csv Datei mit den zu analysierenden Daten aus (Bitte beachten Sie, dass die Kodierung der Zahlen der aktuellen Sprache entsprechen muss):
 Browse...

3. Laden Sie die ausgewählte Datei hoch:
Datei hochladen

Ihre Datei wurde erfolgreich hochgeladen.

Manuelle Dateneingabe
Hier können Sie die Daten, die zur Analyse verwendet werden sollen, manuell eingeben. Als Dezimaltrennzeichen wird ein Punkt (.) verwendet.
DMU hinzufügen

DMU Name	Budget Technikerteam	Budget Hotline-Team	Schulungsbudget	Regionale Ersatzteilverfügbarkeit	Gelöste Instandhaltungsfälle	Gelöste Instandsetzungsfälle	Bearbeitungszeit eines Auftrags	Kunde
Berlin, DEU	52000.0	19000.0	9800.0	0.6	326.0	59.0	0.125	4.6
Birmingham, GBR	59000.0	21700.0	12400.0	0.8	311.0	81.0	0.16	5.2
Burgos, ESP	33000.0	12300.0	6400.0	1.3	142.0	42.0	0.62	7.6
Dortmund, DEU	68000.0	23500.0	10300.0	0.5	375.0	87.0	0.28	5.8
Krakow, POL	35000.0	13000.0	5800.0	1.6	119.0	36.0	0.8	9.1
München, DEU	72000.0	26000.0	11000.0	0.7	301.0	74.0	0.32	6.2

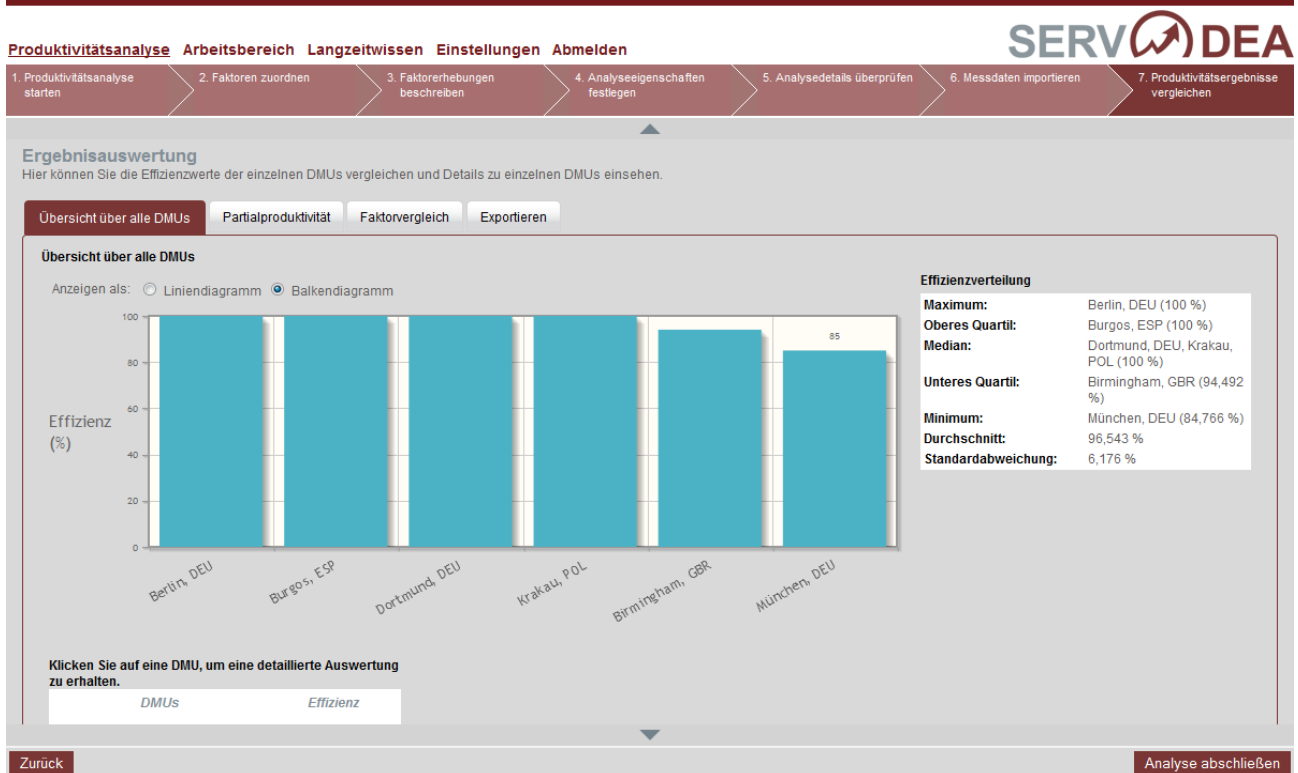
Zurück **Weiter**

Importschnittstelle

In diesem Schritt werden die Messdaten entweder per Eingabemaske manuell eingetragen oder mit einer CSV-Datei importiert, wofür eine Importschnittstelle verwendet wird. Die Importschnittstelle ist notwendig, da Daten für die Input- und Outputfaktoren im Unternehmen häufig bereits vorliegen und für die Analyse bereitgestellt werden müssen. Der Datenimport wird in drei Schritten durchgeführt. Zunächst kann das Tool eine Vorlage definieren, mit welcher die Daten der DMU eingetragen oder kopiert werden können. Diese Vorlage zeigt dem Nutzer, wie die Daten in die CSV-Datei geschrieben werden müssen, damit das Tool diese richtig erkennt. Nachfolgend wird die gefüllte Datei ausgewählt und schließlich in das Tool geladen.

CSV steht hier für Comma-separated values. Es handelt sich um eine Textdatei, in der Spalten durch ein Semikola getrennt sind und Zeilen durch einen Zeilenumbruch. Diese Tabellen lassen sich sehr einfach von gängigen Tabellenkalkulationsprogrammen und Texteditoren lesen. Somit ist die CSV-Datei praktisch an jedem PC-Arbeitsplatz verwendbar. Zudem wird die CSV-Datei oft eingesetzt, um Daten zwischen Computerprogrammen auszutauschen. Die CSV-Datei bietet Kompatibilität beispielsweise zu SAP BW und SAP ERP. Das heißt, dass die benötigten Daten im Unternehmen ggf. bereits in dieser Form vorliegen und somit direkt weiter verarbeitet werden können. Als Ergebnis dieses Schrittes liegen sowohl das Produktivitätsmodell als auch die zur Berechnung erforderlichen Rohdaten im Tool vor.

Schritt 7: Produktivitätsergebnisse vergleichen



Im letzten Schritt wird die Auswertung der Produktivitätsanalyse angezeigt. Hierbei kann der Nutzer zwischen vier verschiedenen Fenstern zum Anzeigen der Analyseergebnisse wählen.

Transformationsroutine

Damit das Tool Ergebnisse der Analyse anzeigen kann, müssen diese erst aus dem Produktivitätsmodell und den Messdaten berechnet werden. Hierbei zeigt sich ein weiteres Feature des Tools: die Transformationsroutine. Die Transformationsroutine überführt das in Schritt fünf fertiggestellte Produktivitätsmodell automatisch in ein lösbares DEA-Modell. Dadurch werden mögliche Fehler beim Übertragen vermieden. Zudem wird vermieden, dass sich der Nutzer in mathematische Spezialsoftware und komplexe Optimierungsprobleme einarbeiten muss, was zur Überwindung von Akzeptanzbarrieren beitragen kann. Für diese Überführung sind im hohen Maße die Eingaben vom vierten Schritt, die DEA-Attribute und die Auswahl des DEA-Berechnungsmodells im fünften Schritt relevant, um die richtige DEA-Modellvariante beispielsweise das CCR-Modell zu erstellen. Die Transformation findet für den Nutzer unsichtbar statt (sog. Dunkelverarbeitung).

Im ersten der vier Fenster („Übersicht über alle DMUs“) können die Effizienzen der einzelnen DMUs als Linie oder Säulen in einem Diagramm dargestellt werden. Darunter kann sich der Nutzer genauere Informationen zu der gerade markierten DMU anzeigen lassen.

Visualisierung

In diesem Schritt zeigt sich die Visualisierung der Analyseergebnisse als weiteres Feature des Tools. Beim Anzeigen der Ergebnisse der Produktivitätsanalyse werden im ersten Fenster die DMU in einem Liniendiagramm oder in einem Säulendiagramm dargestellt. Hierbei sind diese mit absteigen-

der relativer Effizienz von links nach rechts sortiert. Beim Klick auf eine DMU werden dem Nutzer genauere Informationen angezeigt. Diese einfache Darstellung ermöglicht es, dass der Nutzer die Ergebnisse versteht, ohne den Algorithmus der DEA verstehen zu müssen. Der Nutzer sieht sofort, welche DMUs effizient sind, welche ineffizient sind und wie die Effizienzen der DMUs in Beziehung zueinander stehen.

Produktivitätsanalyse Arbeitsbereich Langzeitwissen Einstellungen Abmelden

1. Produktivitätsanalyse starten 2. Faktoren zuordnen 3. Faktorerhebungen beschreiben 4. Analyseeigenschaften festlegen 5. Analysedetails überprüfen 6. Messdaten importieren 7. Produktivitätsergebnisse vergleichen

Klicken Sie auf eine DMU, um eine detaillierte Auswertung zu erhalten.

DMUs	Effizienz
Berlin, DEU	100 %
Burgos, ESP	100 %
Dortmund, DEU	100 %
Krakau, POL	100 %
Birmingham, GBR	94,492 %
München, DEU	84,766 %

Birmingham, GBR Relative Effizienz: **94%**

Referenz DMUs Berlin, DEU: 77% Dortmund, DEU: 23%

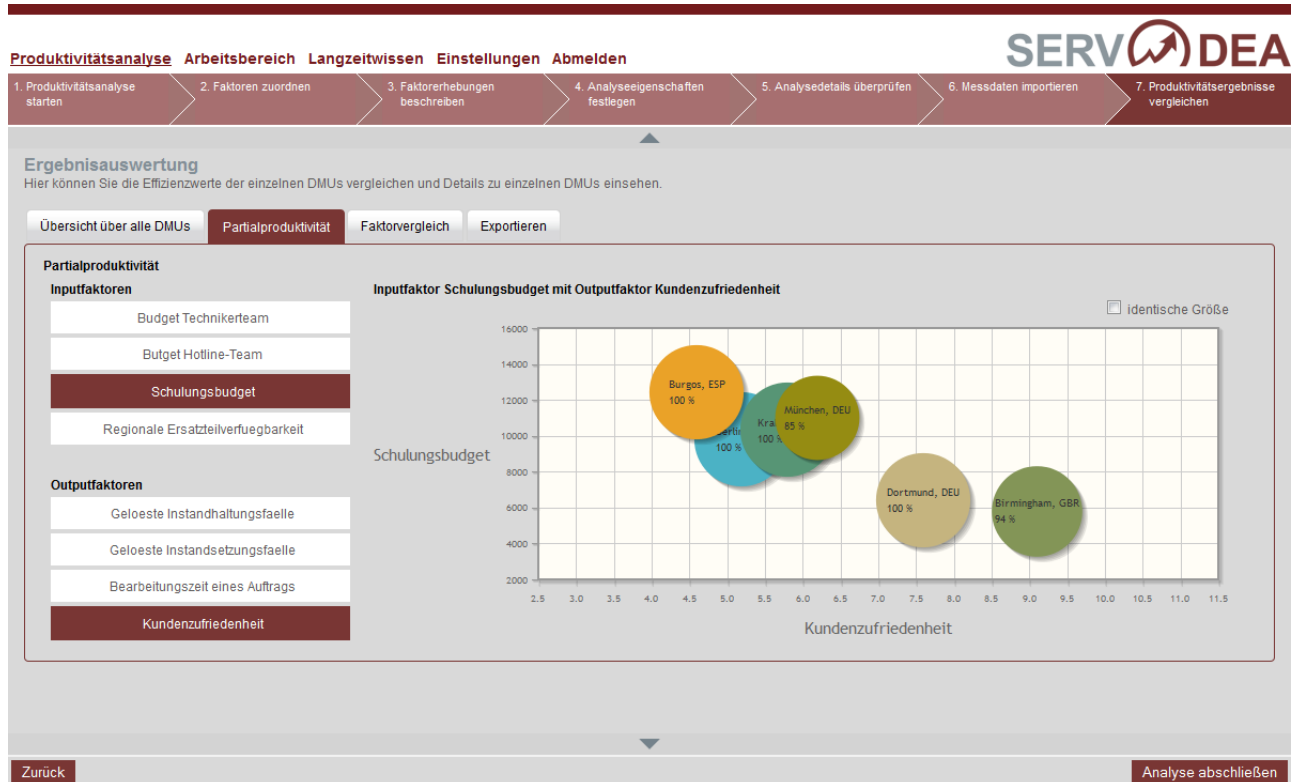
Faktoren	Wert	Gewicht	Virtueller Faktor	Schlupf
(in) Budget_Technikerteam	35.000	0	0,593	
(in) Budget_Hotline-Team	13.000	0	0	449,974
(in) Schulungsbudget	5.800	0	0	1.799,762
(in) Regionale_Ersatzteilverfügbarkeit	1,6	-0	-0	0,223
(out) Geloeste_Instandhaltungsaelle	119	0,004	0,504	
(out) Geloeste_Instandsetzungsaelle	36	0	0	23,406
(out) Bearbeitungszeit_eines_Auftrags	0,8	0	0	0,063
(out) Kundenzufriedenheit	9,1	0	0	0,741

Anteil dieser DMU als Referenz für andere DMUs 0%

Zurück Analyse abschließen

Die genauen Informationen, die beim Markieren einer DMU angezeigt werden, bestehen aus der relativen Effizienz, der Referenz-DMU, den gewichteten Faktoren, den virtuellen Faktoren und den Schlupfwerten. Die relative Effizienz gibt die Effizienz einer DMU in Relation zu der höchsten Effizienz an. Liegt die relative Effizienz bei 100%, ist die DMU effizient und wird mit ggf. anderen effizienten DMU links angeordnet. Liegt die relative Effizienz unter 100%, ist die DMU ineffizient. Die Referenz-DMUs geben an, mit welchen effizienten DMUs die DMU verglichen worden ist. Die Prozentzahl dahinter zeigt, wie stark die Referenz-DMU mit der markierten DMU verglichen worden ist. Die geschieht auf Basis der gewählten Orientierung der Analyse. Die Gewichte der Faktoren wurden durch das DEA-Berechnungsmodell bestimmt und sind die optimalen Gewichte der Input- und Outputfaktoren. Die virtuellen Faktoren geben den relativen Anteil eines optimal gewichteten Faktors an der Effizienz der jeweiligen DMU an. Ein virtueller Faktor ist also groß, wenn die Multiplikation aus dem jeweiligen Faktor mit dem zugehörigen optimalen Gewicht im Verhältnis sehr groß ist. Das heißt, dass durch die virtuellen Faktoren in der Analyse beispielsweise gezeigt werden kann, welche Faktoren die DMU ineffizient machen. So kann der Nutzer ablesen, an welchen Faktoren gearbeitet werden muss, um die DMU effizient zu gestalten. Der Schlupf gibt ebenfalls an, bei welchen Faktoren die DMU sich verbessern muss, um effizient zu werden. Bei einer effizienten DMU sind diese Schlupfwerte gleich null.

Die Informationen, die beim Markieren einer DMU angezeigt werden, informieren nicht nur über die markierte DMU, sondern gehen auch auf einzelne Faktoren ein. So werden beispielsweise die optimalen Gewichte und virtuelle Faktoren angezeigt, um den Nutzer möglichst viele Informationen an der richtigen Stelle zur Verfügung zu stellen. Dem Nutzer wird somit auch gezeigt, welche Faktoren er verändern muss, um die Produktivität einer DMU zu verbessern.



Im zweiten Fenster (Partialproduktivität) wird die Produktivität auf Basis eines Inputfaktors und eines Outputfaktors berechnet. Diese zwei Faktoren kann der Nutzer selbst bestimmen. Die Ergebnisse werden grafisch dargestellt. So kann der Nutzer auf einem Blick sehen, ob eine bestimmte Abhängigkeit zwischen den Faktoren besteht.

Im Fenster „Faktorenvergleich“ werden die DMUs anhand von zwei ausgewählten Input- oder zwei Outputfaktoren grafisch in einem Diagramm dargestellt. So können Abhängigkeiten zwischen zwei Input- oder zwei Outputfaktoren erkannt werden.

Exportschnittstelle

Über eine Exportschnittstelle können die Analyseergebnisse zur Weiterverwendung in anderen Tools verfügbar gemacht werden. Diese Funktionalität zeigt sich im vierten Fenster (Exportieren). Hier können die Ergebnisse sowie die Eingabedaten der Produktivitätsanalyse als CSV-Datei exportiert werden. Aufgrund der hohen Kompatibilität, die das CSV-Format aufweist, wird es auch zur Definition der Exportschnittstelle verwendet.

Im letzten Schritt werden also die Ergebnisse der Produktivitätsanalyse vorgestellt, wobei der Nutzer keine komplexen mathematischen Algorithmen verstehen muss. Die DMUs werden so dargestellt, dass auf einen Blick sichtbar ist, welche effizient sind und wie ineffizient die anderen DMUs sind. Weiterführend lassen sich mit wenigen Klicks reichhaltige Informationen und andere Ergeb-

nisse anzeigen, um beispielsweise zu erkennen, welche Input- oder Outputfaktoren verändert werden müssen, um eine Produktivität einer bestimmten DMU zu verbessern.

Diese Ergebnisse sind nachfolgend durch einen Analysten zu interpretieren, so dass Implikationen für das Management der betrachteten Dienstleistungssysteme abgeleitet werden können.