

# Parametrisierung für die BAföG-OCEL-Simulation

Business Process Management (WS 25/26)  
Group 10

Alina Thoden  
Haya Edris  
Mansour Dukhan  
David Derr  
Büsra Bugrahan  
Jan Gödicke

24. Dezember 2025

## 1 Prozesskontext

### 1.1 Szenario und Datengrundlage

Gegenstand der Simulation sind Eingänge von BAföG-Anträgen für Hamburg zum Wintersemester 2024/2025. Die Spitzenlast wird durch den Semesterstart geprägt, wobei etwa 63 % der Anträge um den Winterstart eingehen (Studentenwerk SH, 2024). Als Datengrundlage für Hamburg werden 15.564 geförderte Studierende im Jahr 2024 zugrunde gelegt (Destatis, 2024).

### 1.2 Prozessfokus

Der Fokus liegt auf der Bearbeitung von Erstanträgen, die ausschließlich digital über BAföG-Digital eingereicht werden. Das Szenario betrachtet damit nur Anträge über BAföG-Digital und schließt Papier- oder Mischkanäle sowie Folgeanträge, Schüler- und Auslands-BAföG aus. Eine Trennung zwischen Inlands- und Auslands-BAföG ist möglich, da die Personalkapazität auf diese aufgeteilt wird (Bundesregierung, 2012).

Startpunkt ist „Application started“, also der Zeitpunkt des Dateneingangs im System. Vorarbeiten des Studierenden bleiben unberücksichtigt, da sie die Amtsdurchlaufzeit nicht beeinflussen.

### 1.3 Volumenannahmen

Wir simulieren ein High-Load-Szenario, bei dem das gesamte Antragsvolumen (9.800 bei Start des Wintersemesters) als Erstanträge behandelt wird, um die Belastbarkeit des Systems unter maximaler Komplexität zu prüfen.

### 1.4 Modellierungsansatz

Neues BPMN ist stärker datengetrieben als die initialen Version Abbildung 1.

## 2 Interarrival

Die Lastspitzen orientieren sich am Wintersemester-Start. Nach (Studentenwerk SH, 2024) gehen etwa 63 % der Anträge rund um den Winterstart ein. Auf Hamburg übertragen entspricht

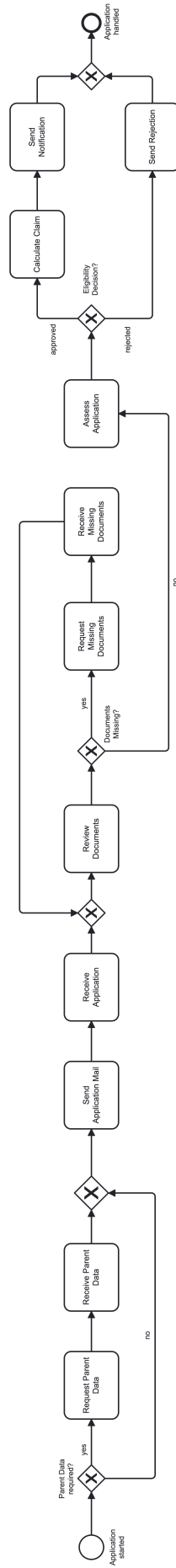


Abbildung 1: Aktuelles BPMN des BAföG-Prozesses

das etwa 9.800 von 15.564 geförderten Studierenden (Destatis, 2024). Wir nehmen folgende Interarrival-Zeiten an:

Zeitfenster	Wochentage	Verteilung	Parameter	Annahme
08:00–16:00	Mo–Fr	Exponential	Mittel 120 min	Hauptgeschäftszeit, moderater Strom digitaler Eingänge
16:00–21:00	Mo–Fr	Exponential	Mittel 30 min	Feierabend-Peak bei Online-Abgabe.
21:00–23:59	Mo–Fr	Exponential	Mittel 180 min	Spätabgabe, geringere Dichte.
Ganztags	Sa–So	Exponential	Mittel 300 min	Wochenende, geringere Interarrival-Dichte (Online-only).

Tabelle 1: Interarrival-Zeiten für die Simulation

### 3 Gateways

#### 3.1 Parent Data Required?

Gemäß Statistik Bayern 2022 (Statistik Bayern, 2022) sind etwa 18% der Geförderten elternunabhängig (13.637 von 74.771). Daraus leiten wir ab, dass in 80% der Fälle Elternunterlagen benötigt werden, während 20% elternunabhängig gefördert werden. Dies steuert das Attribut `Application.is_parent_independent` (FALSE = Elternunterlagen nötig).

#### 3.2 Documents Missing?

Nach Fachliteratur sind nur 1–2% der Papier-Erstanträge vollständig (Bundesregierung, 2010), während bei Weiterförderungen etwa 35% komplett eingereicht werden (Studentenwerk SH, 2024). Da der Fokus ausschließlich auf Erstanträgen liegt, ist das Risiko unvollständiger Unterlagen höher (ca. 98% bei Papier). Durch die Nutzung des digitalen Assistenten BAföG Digital wird eine Verbesserung angenommen, weshalb wir das Risiko “Documents Missing” auf 70% und “Complete” auf 30% setzen. Dieses Gateway wird durch das Attribut `Document.status` (“Missing” vs. “Received”) gesteuert.

#### 3.3 Eligibility Decision?

Nach (Bundesregierung, 2012) liegt der Anteil nicht bewilligter Anträge bei 16%. Die Pfadwahrscheinlichkeiten betragen somit 84% für bewilligt und 16% für abgelehnt. Dieses Gateway wird durch das Attribut `Application.status` (“Approved” vs. “Rejected”) gesteuert.

## 4 Aktivitätsdauern

Zur Ableitung der Aktivitätsdauern wurden die Standardzeiten aus Tabelle 22 („Durchschnittliche Standardzeiten der Antragsbearbeitung im Studierendenwerk Hamburg für die Inlandsförderung“) (Bundesregierung, 2012) herangezogen. Für das Szenario Erstantrag ergibt sich daraus eine Gesamtsumme von 83 Minuten. Die Anteile der Einzelaktivitäten wurden proportional zu den in Tabelle 22 angegebenen Standardzeiten bestimmt und auf die nachfolgend aufgeführten Aktivitätsgruppen verteilt:

- **Receive Application:** entspricht Anlegen der Papierakte  $\approx 13$  min

- **Review:** entspricht Vollständigkeitsprüfung  $\approx 13$  min.
- **Request Missing Data** entspricht fehlende Daten oder Informationen einholen  $\approx 12$  min.
- **Assess:** entspricht Hälfte der Zeit von Berechnungen/Bewertungen durchführen  $\approx 15$  min.
- **Calculate:** entspricht Hälfte der Zeit von Berechnungen/Bewertungen durchführen inkl. Ergebnisse prüfen und korrigieren  $\approx 20$  min.
- **Notification/Rejection:** entspricht Aufbereiten, Versenden  $\approx 10$  min.

Die Aktivitätsdauern der Sachbearbeitung wurden zur Parametrisierung in stochastische Verteilungen überführt. Manuelle Tätigkeiten werden durch Normalverteilungen modelliert (mit plausiblen Standardabweichungen  $\sigma$  sowie angegebenen Minimal- und Maximalwerten), systemseitige Aktivitäten durch Uniformverteilungen und Wartezeiten durch Exponentialverteilungen.

Aktivität	Ressource	Verteilung	Parameter	Begründung
Application started	System	-	0 min	Start-Event (Dateneingang)
Request Parent Data	System	Uniform	0,5–2 min	Automatische Mail an Eltern
Receive Parent Data	System	Exponential	Mittel 10,080 min, min 1,440, max 20,160	Wartezeit auf Elterndaten
Send Application Mail	System	Uniform	1–3 min	Automatisches Generieren + Versand
Receive Application	Clerk	Normal	$\mu = 13, \sigma = 4$ , min 5, max 25 min	Entspricht Anlegen der Papierakte
Review Documents	Clerk	Normal	$\mu = 13, \sigma = 4$ , min 5, max 25 min	Vollständigkeitsprüfung
Request Missing Documents	Clerk	Normal	$\mu = 12, \sigma = 3$ , min 5, max 25 min	Fehlende Daten oder Informationen einholen
Receive Missing Documents	System	Exponential	Mittel 10,080 min, min 1,440, max 20,160	Wartezeit auf fehlende Dokumente
Assess Application	Clerk	Normal	$\mu = 15, \sigma = 4$ , min 5, max 30 min	Hälfte der Zeit von Berechnungen/Bewertungen
Calculate Claim	Clerk	Normal	$\mu = 20, \sigma = 5$ , min 10, max 40 min	Hälfte Berechnungen + Ergebnisse prüfen
Send Notification	Clerk	Normal	$\mu = 10, \sigma = 3$ , min 5, max 20 min	Aufbereiten, Versenden
Send Rejection	Clerk	Normal	$\mu = 10, \sigma = 3$ , min 5, max 20 min	Analog Notification.
Application handled	System	-	0 min	End-Event (Technischer Abschluss)

Tabelle 2: Verteilung der Aktivitätsdauern

## 4.1 Dokumenttypen und Komplexitätsfaktoren

Für eine detaillierte Simulation können die Bearbeitungszeiten basierend auf dem Dokumenttyp skaliert werden. Die Faktoren beruhen auf Annahmen.

## 4.2 Object-Centric Logic & Mapping

### 4.2.1 Object-to-Event Mapping

Um den Lebenszyklus des Antrags und der einzelnen Dokumente getrennt voneinander, aber synchronisiert abzubilden, wird folgendes Mapping-Schema angewendet:

Dokument	Bedingung	Komplexitätsfaktor
Formblatt 1 (Antrag)	immer	1.0
Immatrikulationsbescheinigung	immer	0.5
Formblatt 3 (Einkommen Eltern)	falls <code>Application.is_parent_independent = FALSE</code>	1.5
Einkommensnachweise (Eltern)	falls Formblatt 3 vorhanden (i.d.R. 2 Stück)	1.3
Mietbescheinigung (Wohnnachweis)	falls <code>Application.housing_type ≠ 'Eltern'</code>	0.8

Tabelle 3: Dokumenttypen und Komplexitätsfaktoren

- **Leading Object:** Das Objekt `Application` wird mit **allen** Aktivitäten verknüpft, um den durchgängigen Prozessfluss zu gewährleisten.
- **Secondary Object:** Das Objekt `Document` wird **exklusiv** mit Aktivitäten verknüpft, die eine physische Bearbeitung oder Zustandsänderung eines Dokuments darstellen (z. B. *Request, Receive, Review*).

Dies ermöglicht im Process Mining die Analyse von 1:n-Beziehungen (ein Antrag hat  $n$  Dokumente, die sich unterschiedlich verhalten).

Aktivität	Verknüpfte Objekte	Begründung
Application started	Application	Initialisierung des Cases
Request Parent Data	Application, <b>Document</b>	Erzeugung/Anforderung der Eltern-Objekte
Receive Parent Data	Application, <b>Document</b>	Eingang der Eltern-Unterlagen
Send Application Mail	Application	System-Notifikation an das BAföG-Amt Hamburg über Antragseingang
Receive Application	Application, <b>Document</b>	Eingang der Basis-Dokumente
Review Documents	Application, <b>Document</b>	Inhaltliche Prüfung pro Einzel-Dokument
Request Missing Documents	Application, <b>Document</b>	Nachforderung fehlender Dokumente
Receive Missing Documents	Application, <b>Document</b>	Eingang der nachgereichten Dokumente
Assess Application	Application	Prüfung des Gesamtantrags
Calculate Claim	Application	Berechnung des BAföG-Satzes
Send Notification	Application	Positiver Bescheid (Bewilligung)
Send Rejection	Application	Negativer Bescheid (Ablehnung)
Application handled	Application	Technischer Abschluss des Cases

Tabelle 4: Object-to-Event Mapping

#### 4.2.2 Synchronisations-Logik und Dokumentenkategorien

Um die Modellkomplexität zu reduzieren, werden Elternunterlagen nicht in individuelle Rollen (Mutter/Vater) aufgeteilt, sondern als ein aggregiertes Nachweisobjekt behandelt. Die OCPM-Logik greift hier durch die Synchronisation unterschiedlicher Dokumentenkategorien:

1. **Differenzierte Wartezeiten:** Das Dokument der Kategorie „Parent“ (z. B. Einkommensnachweis) erhält in der Simulation eine signifikant längere Wartezeit (Exponentialverteilung,  $\mu \approx 7$  Tage) als Dokumente der Kategorie „Student“ ( $\mu \approx 2$  Tage).
2. **Synchronisation am Gateway:** Der Prozessschritt „Assess Application“ fungiert als Synchronisationspunkt. Er darf erst starten, wenn **alle** verknüpften Dokumente (sowohl Student als auch Eltern) den Status „Received“ erreicht haben.

Dies demonstriert den Core-Benefit von Object-Centric Process Mining: Die Analyse zeigt, dass der Gesamtprozess oft durch ein einzelnes, komplexes Objekt (hier: Elternnachweis) blockiert wird, während andere Objekte (z. B. Immatrikulationsbescheinigung) bereits vorliegen (Wartezeiten-Paradoxon).

## 5 Ressourcen

### 5.1 System

- 24/7 verfügbar, Kapazität hoch (9999)
- Verfügbarkeit: 00:00–23:59, alle Tage.

### 5.2 Clerk (Sachbearbeitung)

- Anzahl: Inlandsförderung mit 32 Sachbearbeitern (Bundesregierung, 2012)
- Verfügbarkeit: Mo–Fr 07:30–16:00.

## 6 Geplante Deviations

Um einen Conformance Check zu demonstrieren, werden gezielt Abweichungen in den Simulationsdaten erzeugt, die vom Standardprozess (Happy Path) abweichen.

### 6.1 Switched Activities

**Szenario:** Bei 10 % der Fälle wird der Schritt „Assess Application“ mit „Calculate Claim“ in der Reihenfolge vertauscht.

**Bedeutung:** Dies simuliert eine Abweichung der Prozessreihenfolge. Im Conformance Check muss dies als **Sequence Violation** (Reihenfolgeverletzung) erkannt werden.

### 6.2 Direkte Ablehnung (Shortened Path)

**Szenario:** Bei 5 % der Fälle bricht der Prozess nach „Review Documents“ (oder direkt bei Eingang) sofort ab und springt zu einem End-Event (z. B. „Application Rejected“), ohne die weiteren Prüfungsschritte („Assess“, „Calculate“) zu durchlaufen.

**Bedeutung:** Simuliert eine sofortige Ablehnung (z. B. wegen offensichtlicher Formfehler), die im Standardmodell so nicht vorgesehen ist. Im Conformance Check erkennbar als **Skipped Activities** oder **unerlaubter Pfad** (fehlende Kante im Modell).

### 6.3 Ablehnung wegen Fristablauf

**Szenario:** Bei 4 % springt der Prozess nach „Request Missing Documents“ – nach einer Wartezeit >30 Tage – direkt zu „Send Rejection“ (ohne Assess/Calculate).

**Bedeutung:** Fehlende Nachreichung führt zu automatischer Ablehnung. Da diese Timeout-Regel nicht im Modell vorgesehen ist, führt dies zu **Skipped Activities**.

## 7 Simulationsempfehlungen

- KPIs: Cycle Time je Antrag, Auslastung Sachbearbeiter, Wartezeiten pro Queue, Bewilligungsquote.
- Experimente: Sensitivität auf Dokumentvollständigkeit (Gateway), Variation Receive-Document-Mittelwert, Personalkapazität (z.B. 10–16 FTE), saisonale Peaks vs. Normalsemester.

## Literatur

- Bundesrechnungshof (2024): *Bericht zum BAföG – Volltext*. Textziffern (Tz.) 2.2.1, 3.2, 9.1, 9.2 u. a. URL: [https://www.bundesrechnungshof.de/SharedDocs/Downloads/DE/Berichte/2024/bafoeg-volltext.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesrechnungshof.de/SharedDocs/Downloads/DE/Berichte/2024/bafoeg-volltext.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- Bundesregierung; Nationale Normenkontrollrat (2010): *Einfacher zum Studierenden-BAföG – Abschlussbericht*. URL: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/2065474/396444/d606b826f7415afb0c091c30e968e383/2010-03-17-abschlussbericht-einfacher-zum-bafoeg-data.pdf?download=1>
- Bundesregierung (2012): *Projektbericht zur BAföG-Verwaltung – Bewilligungsquoten Inland*. Tabellen 22 und 23. URL: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/455514/00c68b52fe5801d0f59643345aa942a2/2012-06-22-projektbericht-7-data.pdf?download=1>
- Studentenwerk Schleswig-Holstein (2024): *Warum dauert die BAföG-Bearbeitung länger? – FAQ*. URL: <https://studentenwerk.sh/de/bafoeg-warum-die-antragstellung-laenger-dauert>
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2024): *BAföG-Geförderte nach Ländern*. GENESIS-Tabelle 21411-0020. URL: <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/statistic/21411/table/21411-0020>
- Bayerisches Landesamt für Statistik (2022): *BAföG-Geförderte – Anteil elternunabhängiger Förderung*. Statistische Berichte, Kennziffer K9100C. URL: [https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroeffentlichungen/statistische\\_berichte/k9100c\\_202200.pdf](https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroeffentlichungen/statistische_berichte/k9100c_202200.pdf)