ID Linkage Clearing

2024.3

E-PIX

Identitätsmanagement & Record Linkage

Unabhängige Treuhandstelle
UNIVERSITÄTSMEDIZIN GREIFSWALD

HERAUSGEBER: Unabhängige Treuhandstelle der Universitätsmedizin Greifswald

AUTOR: Christopher Hampf

WEBSEITE: https://www.ths-greifswald.de

KONTAKT: kontakt-ths@uni-greifswald.de

VERÖFFENTLICHUNG: 20. Dezember 2024

Inhaltsverzeichnis

II Konfiguration

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Einführung

1. Grundlagen

1.1 Hintergrund

Um beispielsweise Medizinische Daten (MDAT) einer Person eindeutig zuordnen zu können, verwenden Einrichtungen wie Kliniken oder Register typischerweise lokal eindeutige Kennungen (sog. Lokaler Identifier). Diese Kennungen haben jedoch nur innerhalb der jeweiligen Domäne (z.B. Klinik) Gültigkeit. Zudem können Identifizierende Daten (IDAT) einer Person, wie Name und Geburtsdatum, aus verschiedenen Quellen aufgrund von Schreibfehlern oder zwischenzeitlichen Änderungen voneinander abweichen, so dass eine Zusammenführung von Daten (Record Linkage) gegebenenfalls nicht erfolgen kann. In diesem Fall spricht man von einem Synonymfehler. Derartige Fehler sind in der Regel nur unter Zuhilfenahme weiterer Daten auflösbar. Werden Daten verschiedener Personen fälschlicherweise einer einzigen Person zugeordnet, entsteht ein Homonymfehler. Diese Fehlerform ist fatal und im Nachgang nur mit sehr hohem Aufwand korrigierbar.

Um Forschungsdaten aus mehreren Projekten und Studien zusammenführen und einer einzigen Person zuordnen zu können, ist sowohl ein Record Linkage als auch eine eineindeutige systemweite Kennung erforderlich, der sowohl die IDAT einer Person, als auch die einzelnen lokalen Kennungen des Quellsystems (z.B. Labore, Studienzentralen, etc.) zugeordnet sind. Da dies auch bei unvollständigen oder fehlerhaften Personendaten fehlertolerant und nachvollziehbar erfolgen muss, ist ein nachhaltiges ID-Management erforderlich.

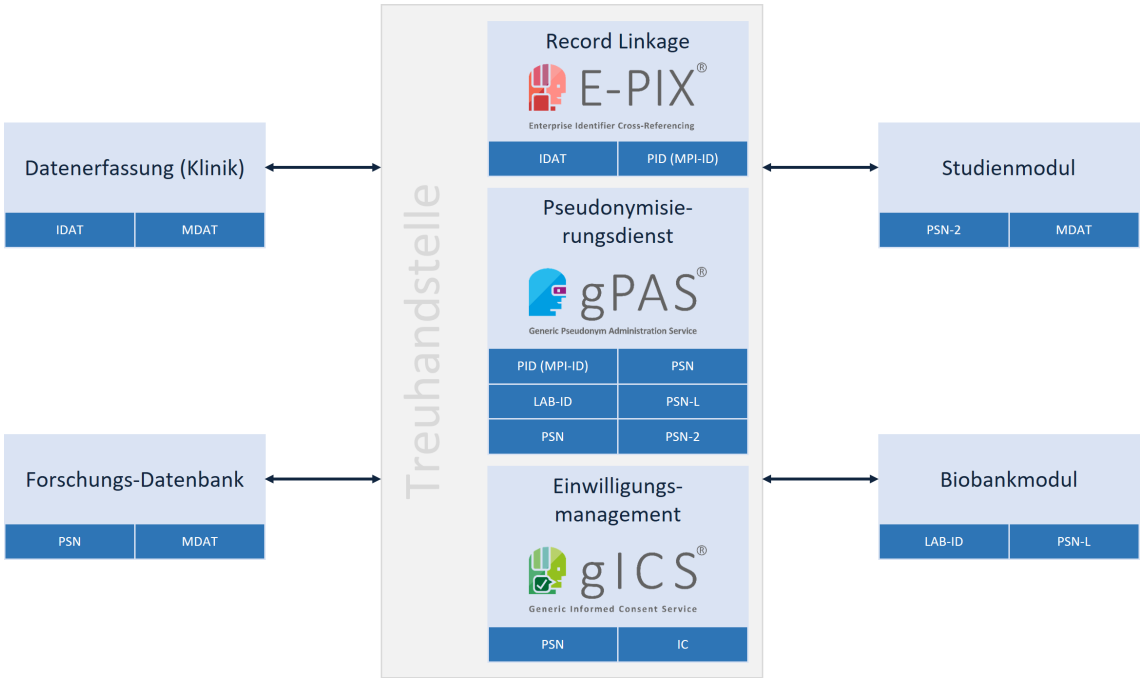


Abbildung 1.1: Das Identitätsdatenmanagement stellt eine zentrale Komponente im medizinischen Forschungskontext dar. Verschiedene Module verwalten modulspezifische Daten und ordnen diese Personen mittels spezifischen Pseudonymen zu. Die Abbildung ist adaptiert vom Maximalmodell des Generischen Datenschutzkonzepts der TMF.

Zweck des ID-Managements ist es, Personendaten unter Vermeidung von Homonymfehlern sicher bereits vorhandenen Datensätzen zuzuordnen und potentielle Dubletten zu erkennen und zusammen zu führen. Ergebnis dieser Zuordnung ist eine systemübergreifende eineindeutige Kennung. Diese stellt gemäß den Konzepten[1]. der TMF ein Pseudonym erster Stufe dar (Quelle: TMF 2004, `https://www.tmf-ev.de/Themen/Projekte/V015_01_PID_Generator.aspx`, Stand: 07. Dezember 2015).

In der Abteilung Versorgungsepidemiologie und Community Health des Instituts für Community Medicine der Universitätsmedizin Greifswald wurde hierfür der Webservice E-PIX entwickelt. Der E-PIX ist als Open Source Software lizensiert (AGPLv3) und kostenfrei für kommerzielle und nicht-kommerzielle Zwecke einsetzbar.

[1] POMMERENING, Klaus; HELBING, Krister; GANSLANDT, Thomas; DREPPER, Johannes: Leitfaden zum Datenschutz in medizinischen Forschungsprojekten. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 2014. - ISBN 978-3-95466-123-7

1.2 E-PIX

Der E-PIX setzt das Konzept eines Master Patient Index (MPI) um und stellt die notwendige technische Funktionalität zur eindeutigen Identifizierung von Personen in Form eines Webservices bereit. Frei konfigurierbare Personenattribute, typischerweise Vorname, Nachname, Geburtsdatum, Geschlecht, sind Grundlage für die probabilistischen Verfahren zur Zusammenführung von Datensätzen.

Zur Dublettenerkennung wird ein Algorithmus nach Fellegi-Sunter verwendet. Für den Vergleich von Attributen stehen mehrere Vergleichsfunktionen zur Verfügung. Standardmäßig kommt die Levenshtein-Distanz zum Einsatz. Auf diese Weise kann die Zuordnung von Person und eindeutiger systemübergreifender Kennung auch bei unvollständigen bzw. fehlerhaften demografischen Informationen korrekt erfolgen.

Der E-PIX unterstützt neben den erwähnten Vergleichsfunktionen auf Basis von Personendaten im Klartext auch ein Privacy-Preserving Record Linkage (PPRL). Hierbei werden Personendaten derart codiert, sodass keine Rückschlüsse mehr auf die eigentliche Person gezogen werden kann, jedoch dennoch auf Basis dieser codierten Daten vergleiche durchgeführt werden können.

Der E-PIX ermöglicht außerdem die Speicherung domänenspezifischer Lokaler Identifier und standardisierter IHE-Profile (PIX, PDQ). Zudem setzt der E-PIX das Konzept multipler Identitäten um, d.h. einer real existierenden Person können mehrere Ausprägungen (ähnlicher) demografischer Daten zugeordnet sein. Darüber hinaus wird die Auflösung von Synonymfehlern (s. Abschnitt 4) unterstützt.

1.3 Das Konzept von Haupt- und Nebenidentitäten

Vor allem bei epidemiologischen Kohortenstudien ist es oftmals erforderlich, die Variationen von IDAT beispielsweise in Bezug auf die (möglicherweise fehlerhafte) Schreibweise eines Namens (z.B.: Müller, Mueller, Muller, Mülller, etc.) im jeweiligen Quellsystem zu erhalten und dennoch die Datensätze eineindeutig einer real existierenden Person fehlerfrei zuordnen zu können.

Innerhalb des E-PIX kann eine Person daher mehrere (Personen-)Identitäten besitzen, wovon nur eine als Hauptidentität (auch als Referenzidentität bezeichnet) deklariert werden kann. Die Hauptidentität wird als “die korrekte Ausprägung” der IDAT angesehen. Jede weitere Ausprägung wird als Nebenidentität gespeichert. Ein nachträgliches Ändern der Identitätenbeziehungen ist problemlos möglich,

sollte jedoch nur durch autorisiertes Personal und nach eingehender Recherche der Sachlage erfolgen.

Das Konzept von Hauptidentitäten und Nebenidentitäten ist in epidemiologischen Kohortenstudien von besonderer Relevanz und ist gleichzeitig Grundlage für das Beheben möglicher Synonymfehler.

Insbesondere bei der Verwaltung von IDAT, die aus mehreren Quellen stammen, in Abhängigkeit der Eingabemethode und Zeitpunkt der IDAT verschiedene Ausprägungen entstehen (Tippfehler, Namensänderung durch Heirat, etc.). Der E-PIX vereint all diese Ausprägungen zu einer Person und ermöglicht, die Person über die verschiedenen Ausprägungen zu finden. Mittels der Hauptidentität ist es möglich, die korrekte Ausprägung anzugeben und so bei Bedarf andere Systeme zu aktualisieren.

2. Betrieb

2.1 Funktionalitäten

2.1.1 Was leistet der Dienst

- Erstellung und Verwaltung einer systemweit eindeutigen Kennung mittels Indexgenerator nach dem Konzept des MPI
- Zusammenführung von Personendaten aus unterschiedlichen Quellsystemen anhand demographischer Informationen
- Umgang mit fehlerhaften/unvollständigen Personendaten
- Unterstützung bei der Rekontaktierung durch die integrierte Personenverwaltung
- Unterstützung beim Auflösen bei Möglichen Matches durch das Konzept von Hauptidentitäten und Nebenidentitäten (siehe Abschnitt 1.3)
- Unterstützung der IHE-Profile PIX & PDQ (PIX ist derzeit noch ohne Update Notification)
- Protokollierung von Systemprozessen und (kritischen) Systementscheidungen
- Beschleunigtes Matching durch Caching: die für den Matching-Prozess erforderliche Datenbasis wird vollständig im Zwischenspeicher gehalten und erlaubt beispielsweise Antwortzeiten beim Anlegen oder Aktualisieren einer Person und einem Datenbestand von bereits 1.000.000 Personen in deutlich weniger als 1 Sekunde
- Einfache Bedienung durch eine intuitive grafische Oberfläche
- Versenden von Notifications bei Zustandsänderungen, um andere Systeme zu informieren

2.1.2 Was leistet der Dienst nicht

- Eine automatisierte Transkription und Transliteration von demografischen Informationen sind nicht möglich. Diese erfolgt im Bedarfsfall vor der Eintragung in den E-PIX.
- Die Vergabe von Pseudonymen zweiter und weiterer Stufen findet nicht im E-PIX statt, sondern kann in Kombination mit dem gPAS erzielt werden.

2.2 Installation

Der E-PIX wird als standardmäßig als Docker-Container bereitgestellt. Die Verwendung von Docker wird empfohlen. Alternativ dazu kann der E-PIX als Servlet im Applikationsserver WildFly betrieben werden. Die Voraussetzungen hierfür sind im Abschnitt 2.2.1 aufgeführt.

2.2.1 Systemanforderungen

Technisch / Infrastruktur

- Installierte aktuelle Version von Docker[1] und Docker-Compose[2]
- Administrative Rechte
- Keine Nutzungsbeschränkungen auf die bereitgestellten Service- und Client-URLs
- Windows[3] oder Ubuntu Server (oder vergleichbar) mit min. 8 GB Arbeitsspeicher, 5 GB Festplattenspeicher, Prozessor (benötigter Arbeitsspeicher und Prozessor-Leistung sind abhängig von erwarteter Datenmenge und -durchsatz)

Anwendungs- und Datenbankserver (ohne Verwendung von Docker)

- JDK 17 oder höher
- WildFly 26 oder höher
- EclipseLink 2.7.11
- MySQL-Connector 8 oder höher
- MySQL-Server 8 oder höher

Personell

- Mitarbeiter mit grundlegenden IT-Kenntnissen zur Administration des Servers und zur Einrichtung des E-PIX-Dienstes (zuzüglich der Wartung und regelmäßiger Sicherungen der E-PIX-Datenbank)
- Ein autorisierter Verantwortlicher zur Administration der E-PIX-Inhalte inkl. zur Auflösung bei Möglichen Matches nach ausführlicher Prüfung der individuellen Sachlage

[1] Weitere Informationen unter https://docs.docker.com/install/

[2] Weitere Informationen unter https://docs.docker.com/compose/install/

[3] Beim Betrieb unter Windows ist zu beachten, dass bei der Verwendung von Volumes und parallel betriebenen VPN-Clients Probleme auftreten können.

2.2.2 Download

Um den E-PIX als Docker-Container zu starten, werden die Programme Docker und Docker-Compose benötigt. Beide Programme müssen hierfür installiert sein. Da zwischen beiden Programmen Inkompatibilitäten auftreten können, wird empfohlen die jeweils aktuellsten Versionen zu installieren.

Der E-PIX benötigt zur Ausführung zwei Container (vgl. Abbildung 2.1). Damit diese nicht einzeln gestartet und entsprechend zusammengeschaltet werden müssen, wird der Dienst mit Docker-Compose gestartet. Die entsprechenden Ressourcen können von der THS-Webseite[4] heruntergeladen werden.

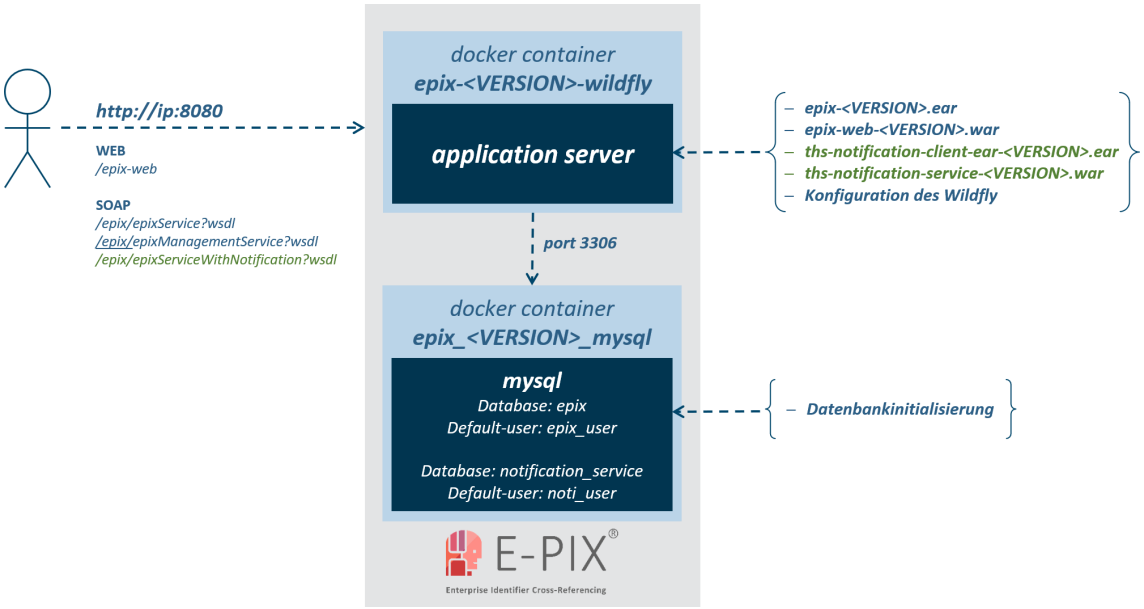


Abbildung 2.1: Architektur des E-PIX mit Docker.

Das Docker-System besteht aus zwei getrennten Containern. Zum einen aus einer Datenbankinstanz (MySQL) und zum anderen aus dem Anwendungsserver (WildFly inkl. Datenbank-Konnektoren). Der Anwendungsserver kommuniziert mit dem MySQL-Server über den Port 3306. Der Zugriff auf das System von "außen" erfolgt über den Web-Browser. Die Inhalte werden über den Port 8080 (E-PIX) für den Anwender bereitgestellt.

> **Hinweis:** Weitere Details zur Nutzung von Docker-Compose und E-PIX sind der beigelegten Beschreibung `docker-compose/README_E-PIX.md` zu entnehmen.

[4] https://www.ths-greifswald.de/forscher/e-pix/

Hinweis: Für einen **Produktivbetrieb** sollte die `docker-compose.yml` angepasst werden. Hierzu sollte der Speicherpfad des MySQL-Volumes festgelegt werden. Andernfalls sind alle Daten, die im Container liegen, nach einem Herunterfahren gelöscht. Die Datenbank-Skripte prüfen selbst, ob die entsprechenden Datenbanken bereits angelegt wurden. Die Datenbanken werden bei einem Neustart daher **nicht** überschrieben.

Hinweis: Beachten Sie, dass beim Wechsel von E-PIX Versionen die Docker-Compose Komponenten stets komplett aktualisieren sollten. Dies beinhaltet die Aktualisierung von *.yml-Dateien, CLI-Dateien und die Übernahme eventueller individueller Konfigurationen auf neue ENV-Files. Eine Übersicht aller Konfigurationsdateien, deren Zweck und aller relevanten Parameter ist der beigelegten Beschreibung `docker-compose/README_E-PIX.md` zu entnehmen. Eine ausführliche Anleitung zur Aktualisierung von produktiv genutzten Containern ist dem Produkt beigelegt (Docker-Update.md) und online verfügbar (https://www.ths-greifswald.de/e-pix/update).

2.2.3 Starten unter Linux

Um die folgenden Schritte problemlos durchführen zu können, wird ein Account mit administrativen Rechten benötigt. Exemplarisch werden die folgenden Befehle mit `sudo` ausgeführt.

Download der benötigten Dateien

Laden Sie die aktuellste Version von https://www.ths-greifswald.de/forscher/e-pix/#download herunter und entpacken Sie die ZIP-Datei. Diese enthält alle relevanten Docker-Compose-Dateien. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass der Ordner in das Verzeichnis `/opt/` entpackt wurde. Der Pfad kann bei Bedarf angepasst werden.

Vergabe von Schreibrechten

```
1 sudo chmod -R 755 /opt/compose-wildfly/
2 sudo chown -R 1111:1111 /opt/compose-wildfly/logs/\
3     /opt/composewildfly/deployments/
```

Aus Gründen von Leistung und Ausfallsicherheit sollten die Container des E-PIX auf einem dedizierten Server eingerichtet werden. Zur Administration werden der User `epix` (uid 1111) aus der Gruppe `users` (gid 1111) genutzt.

Wechseln in das E-PIX-Verzeichnis für die Standard-Version

```
cd /opt/compose-wildfly/
```

Starten des E-PIX mithilfe von Docker-Compose

```
sudo docker compose up
```

Damit werden die benötigten Komponenten heruntergeladen[5] und die Konfiguration von MySQL und WildFly gestartet. Danach wird die aktuelle Version des E-PIX bereitgestellt. Der Installationsvorgang kann in Abhängigkeit der vorhandenen Internetverbindung etwa 5 Minuten dauern. Der erfolgreiche Start des Dienstes wird mit der folgenden Ausgabe abgeschlossen.

```
Wildfly 26.1.2.Final [...] started in ...
```

2.2.4 Starten unter Windows

Zur Installation und Starten des E-PIX ist ein Benutzeraccount mit Adminrechten erforderlich.

Entpacken Sie das Archiv an der gewünschten Stelle. Danach kann der E-PIX über Docker-Compose gestartet werden. Die notwendigen Schritte hierzu auf einem Windows-System sind im Folgendem beschrieben.

Starten Sie die Windows Console CMD mit Adminrechten und wechseln Sie in das gewählte Verzeichnis (enthält die Datei `docker-compose.yml`). Damit der E-PIX bei Windows problemlos gestartet werden kann, setzen Sie in der Datei `envs/ttp_commons.env` den Parameter `#WF_MARKERFILES = AUTO` auf `FALSE` und entfernen Sie die vorangehende Raute (#).

Anhand folgenden Befehlesin der Konsole können Sie nun den E-PIX über Docker-Compose starten:

```
sudo docker compose up
```

Das Starten der Software kann wenige Minuten in Anspruch nehmen. E-PIX wurde erfolgreich installiert, wenn Ihnen folgender Befehl angezeigt wird:

```
Wildfly 26.1.2.Final [...] started in ...
```

[5] Sollte Ihre Maschine keinen Zugang zum Internet haben, können die benötigten Images (MySQL und WildFly) von einer anderen Maschine heruntergeladen werden und dann auf Ihr Zielsystem kopiert werden (siehe https://docs.docker.com/engine/reference/commandline/image_save/ und https://docs.docker.com/engine/reference/commandline/load/).

2.3 Update

Am folgenden Beispiel wird die Aktualisierung der Docker-Container vom E-PIX gezeigt.
Im Beispiel wird die bestehende und laufende Instanz vom E-PIX als <epix-old> bezeichnet. Die existierende Version (<old-version>) soll gesichert und ein Update auf eine neue Version vom E-PIX (<epix-new>, <new-version>) durchgeführt werden, ohne die bereits vorhandenen Daten in der MySQL-Datenbank zu verändern.
Ob die Instanzen vom E-PIX laufen, kann mit folgenden Befehl geprüft werden:

```
sudo docker ps -a
```

Neue Tool-Version von der THS-Webseite herunterladen

Die aktuelle Version von https://www.ths-greifswald.de/forscher/e-pix/ herunterladen und entpacken, sowie auf das Host-System kopieren und sicherstellen, dass entsprechende Berechtigungen zum Ausführen der Dateien gesetzt sind.

```
sudo chmod -R 755 /PFAD
```

Sichern der aktuellen Docker-Konfiguration

Um auf dem Host-System den derzeitigen Stand der E-PIX-Konfiguration (WildFly-Skripte, etc.) zu sichern, den entsprechenden Ordner per TAR-Archiv sichern:

```
tar czf backup-epix-2022-03-31.tgz <epix-old>/
```

Sichern der existierenden Datenbank

Um zusätzlich die Sicherung der existierenden Datenbank durchzuführen, wird ein MySQL-Dump über die Docker-Konsole angestoßen und die resultierende Export-Datei im Dateisystem vom Host abgelegt.

```
sudo docker exec epix-<old-version>-mysql\
    /usr/bin/mysqldump -u epix_user -p epix\
    > backup-epix-<old-version>-2022-03-31.sql
```

Der Name der bestehenden MySQL-Instanz muss entsprechend angepasst werden.

Aktualisieren der Datenbank

Für alle Versionen sind die Datenbank-Aktualisierungsskripte jeweils im Docker-Verzeichnis unter <epix-new>/update_scripts zu finden. Die Update-Skripte müssen in den Docker-Container kopiert werden, wobei nur die Skripte erforderlich sind, welche die Version zwischen <epix-old> zu <epix-new> betreffen.

```
sudo docker cp <epix-new>/update_scripts/\
    epix-<old-version>-mysql:/update-files/
```

Je nachdem von welcher Version aus E-PIX aktualisiert werden soll, müssen die relevanten SQL-Skripte chronologisch durchlaufen werden.
Beispiel: Für ein Update von Version 2.11.0 auf 2.13.0 sind demzufolge die Skripte `update_database_epix_2.11.x-2.12.x.sql` und `update_database_epix_2.12.x-2.13.x.sql` auszuführen.
Hierzu muss per MySQL Client eine Verbindung mit der bestehenden Datenbank erfolgen und die Update-Skripte nacheinander durchlaufen werden. Dies kann per Docker realisiert werden (Nutzernamen und Passwörter ggf. anpassen).

Beispiel:

```
1 docker exec -it epix-2.11.0-mysql /usr/bin/mysql -u epix_user -p
     -e "USE␣epix;$(cat␣
     epix-new/standard/update_database_epix_2.11.x-2.12.x.sql)"
2 docker exec -it epix-2.11.0-mysql /usr/bin/mysql -u epix_user -p
     -e "USE␣epix;$(cat␣
     epix-new/standard/update_database_epix_2.12.x-2.13.x.sql)"
```

Aktualisierung der Deployments und Wildfly-Konfiguration

Den Datenbank-Container herunterfahren:

```
1 docker epix-<old-version>-mysql down
```

Die Deployments im `<epix-old>` Verzeichnis auf dem Host-System löschen und die neuen Deployments hinein kopieren:

```
1 rm -f <epix-old>/deployments/*
2 cp -R <epix-new>/deployments/ <epix-old>/deployments/
```

Aktualisierung der Bezeichnung des MySQL Containers:

```
1 sudo docker rename epix-<old-version>-mysql\
2     epix-<new-version>-mysql
```

JBOSS Konfiguration aktualisieren:

```
1 cp -R <epix-new>/jboss/ <epix-old>/jboss/
```

Docker-Compose-Konfiguration aktualisieren:

```
1 cp -R <epix-new>/docker-compose.yml <epix-old>/docker-compose.yml
```

Anpassen des Eigentümer-Benutzers:

```
1 chown 999 <epix-new>/sqls
2 chown 1111 <epix-new>/deployments
3 chown 1111 <epix-new>/logs
4 chown 1111 <epix-new>/jboss
```

Starten des aktualisierten Containers

Den aktualisierten Container mittels folgendem Befehl starten (`-d` um Container im Hintergrund zu starten):

```
1 docker compose up -d
```

Den Erfolg der Aktualisierung prüfen durch Aufruf des Web-Frontends unter `http://IPADDRESS:8080/epix-web`.

Im Fehlerfall: Wiederherstellung der Datenbank
Im Fehlerfall, kann die bisherige Datenbank wiederhergestellt werden (sofern die Anleitung befolgt wurde). Nutzernamen und Passwort ggf. anpassen.

```
1 docker exec -it epix-<new-version>-mysql /usr/bin/mysql -u
    epix_user -p -e "USE␣epix;$(cat␣backup-epix-2022-03-31.sql)"
```

Hinweis: Bei großen Beständen kann es passieren, dass der E-PIX nach einem Update nicht mehr hochfährt. Daher kann es erforderlich sein, die Konfiguration für den WildFly anzupassen. Hierzu werden in der `./envs/wf_commons.env` die Variablen `WF_BLOCKING_TIMEOUT` und `WF_TRANSACTION_TIMEOUT` entsprechend verändert. Die Werte müssen dabei heraufgesetzt werden[a].

[a] Eine detaillierte Beschreibung aller Variablen ist zu finden unter: https://hub.docker.com/r/mosaicgreifswald/wildfly/

2.4 Trennung von Applikations- und Datenbankserver

Der E-PIX bzw. der Applikationsserver (Wildfly) kann separat vom Datenbankserver (MySQL) betrieben werden. Dies kann beispielsweise erwünscht sein, wenn der Datenbankserver auf einem anderen System betrieben werden soll. Standardmäßig werden die THS-Werkzeuge als Docker bereitgestellt. Im Folgenden sind die Anpassungen erläutert, um auf dieser Basis eine Trennung von Applikationsserver und Datenbankserver zu erreichen.

Zunächst muss die beiliegende `docker-compose.yml` angepasst werden. Diese besteht aus den zwei *Services* “mysql” und “wildfly”. Der “mysql”-Teil beginnend mit `mysql:` muss entfernt werden. Im “wildfly”-Teil müssen folgende Anpassungen vorgenommen werden:

- Die Zeilen `depends_on:` und `- mysql` müssen entfernt werden.
- Die Zeile `entrypoint: /bin/bash` muss entfernt werden.
- Die Zeile `command: ...` muss entfernt werden.

Mit diesen Anpassungen wird kein MySQL-Server im Docker-Compose hochgefahren und der Wildfly-Server wartet entsprechend nicht mehr darauf, dass ein MySQL-Server hochgefahren wird. Dies hat zur Folge, dass der MySQL-Server im Vorfeld gestartet werden muss.

Die Verbindung zum MySQL-Server wird in der `/envs/ttp_epix.env` definiert. In der Datei müssen folgende Variablen auskommentiert werden (# entfernen) und entsprechend angepasst werden: `TTP_EPIX_DB_HOST`, `TTP_EPIX_DB_PORT`, `TTP_EPIX_DB_NAME`, `TTP_EPIX_DB_USER` und `TTP_EPIX_DB_PASS`.

Konfiguration

3. Allgemein

3.1 Datenquellen

Eine Datenquelle gibt an, woher die später registrierten Personendaten stammen. Je nachdem wo der E-PIX betrieben wird, kann dies eine bestimmte Studie, ein Forschungsnetzwerk oder ein konkretes System wie einem Krankenhausinformationssystem (KIS) sein. Beim Anlegen einer Domäne (Abschnitt 4.3 per Weboberfläche oder Abschnitt 5.3 per SOAP-Schnittstelle) wird eine Sichere Datenquelle definiert. Diese gibt an, woher die Hauptidentität einer Person stammt. Die Datenquelle kann bei einer Personenregistrierung über die Weboberfläche aus der Liste der zuvor angelegten Einträge ausgewählt werden (Abschnitt 8.1) oder wird über die SOAP-Schnittstelle in der Anfrage angegeben (Abschnitt 9.1). Entspricht die angegebene Datenquelle nicht der Sichere Datenquelle, so werden im Fall abweichender IDAT, diese der Person als Nebenidentität angefügt. Die Datenquelle hat daher Einfluss darauf, ob eine Identität als Hauptidentität oder als Nebenidentität hinterlegt wird. Weitere Informationen zu diesem Konzept, sind in Abschnitt 1.3 zu finden.

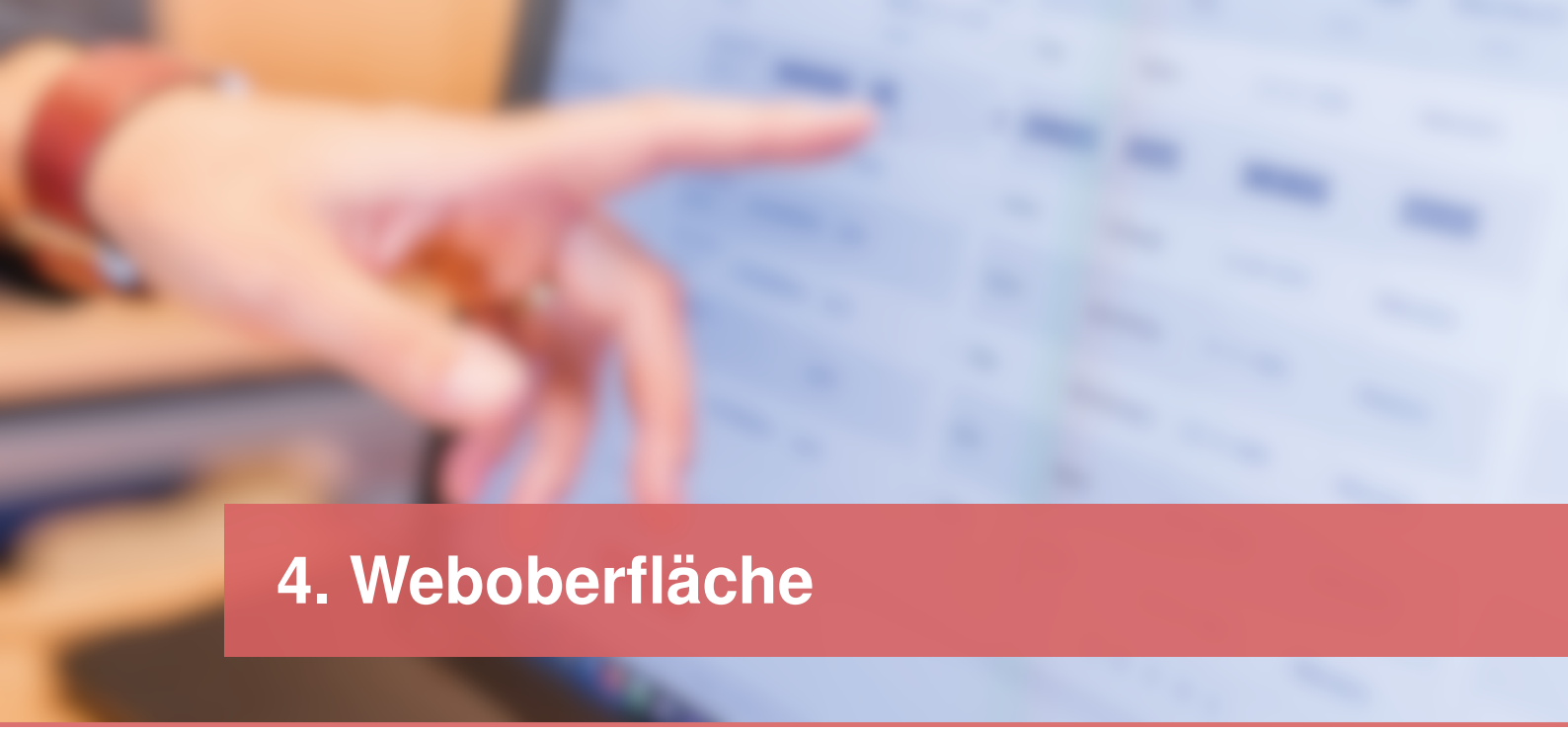
3.2 Identifier-Domänen

In einer Identifier-Domäne werden alle Identifier zu einem Kontext gespeichert. Dies umfasst zum einen MPIs, die der E-PIX automatisch für Personen erzeugt, als auch Identifier, die von externen Systemen vergeben wurden und im E-PIX hinterlegt werden. Letzteres umfasst zum Beispiel Fallnummern. Jede Identifier-Domäne erhält einen eindeutigen Namen und einen eindeutigen Objekt-Identifikator (OID). Jede Forschungseinrichtung besitzt typischerweise einen OID, welcher hier angegeben werden kann. Für andere Quellen wie ein KIS, eine Studie etc., kann

der OID frei gewählt werden. Wird kein OID angegeben, erzeugt der E-PIX automatisch eine eindeutige Kennung. Im E-PIX ist standardmäßig bereits eine Identifier-Domäne für einen MPIs angelegt. Diese kann beim Anlegen einer Domäne als Identifier-Domäne angegeben werden. Der E-PIX erzeugt in dieser Identifier-Domäne bei einer späteren Personenregistrierung die eindeutigen Kennungen. Dieselbe Identifier-Domäne kann für mehrere Domänen eingetragen werden. Dabei werden dann Domänen-übergreifend eindeutige Kennungen vergeben. Soll für jede Domäne eine eigene Identifier-Domäne verwendet werden, so muss für jede Domäne zunächst eine Identifier-Domäne angelegt werden und bei der Konfiguration als Identifier-Domäne angegeben werden. Dabei ist zu beachten, dass MPIs im E-PIX immer eindeutig sein müssen. Es ist daher erforderlich, dass in den Domäne verschiedene Präfixe (siehe Abschnitt 4.3.1) angegeben werden. Dies ist nicht erforderlich, wenn eine übergreifende Identifier-Domäne für die MPIs genutzt wird.

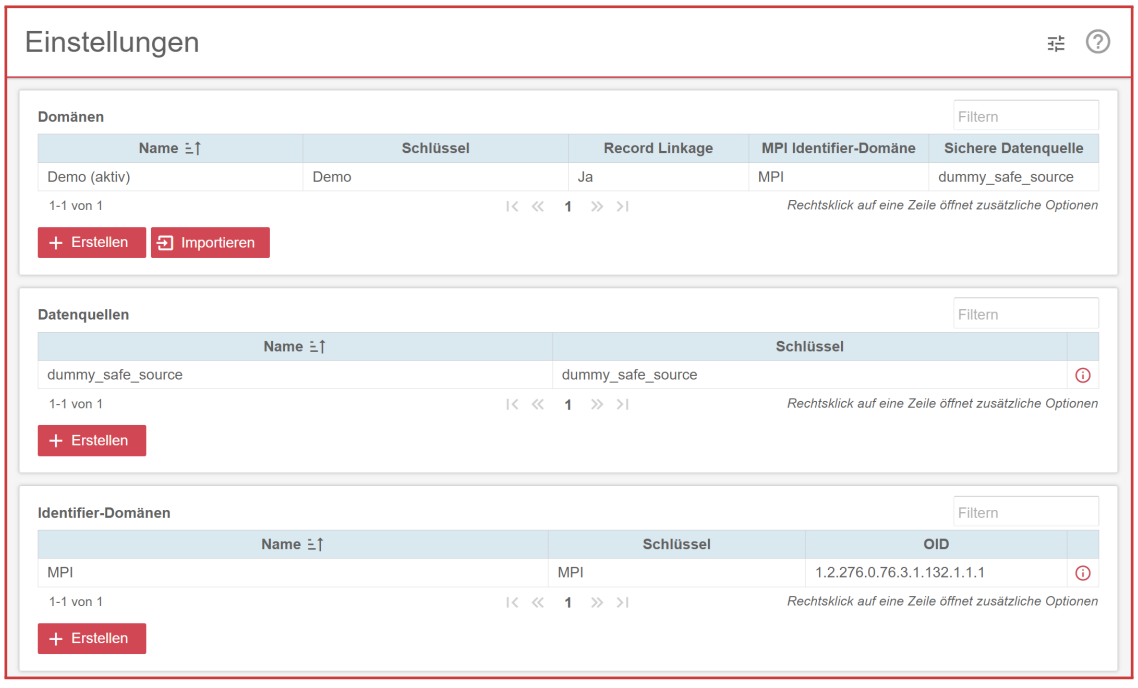
3.3 Domänen

Eine Domäne stellt den Kontext dar, in dem das Record Linkage ausgeführt wird. Eine Domäne kann eine Studie, ein Standort-übergreifendes Forschungsprojekt oder die Personenverwaltung eines Institutes oder Systems darstellen. Innerhalb vom E-PIX können mehrere Domänen verwaltet werden. Eine im E-PIX registrierte Person ist innerhalb einer Domäne immer eindeutig. Diese Person kann aber, sofern mehrere Domänen im E-PIX verwaltet werden, mehrfach registriert werden, jedoch immer nur einmal pro Domäne. Zu jeder Person können jedoch mehrere Ausprägungen von IDAT in Form von Identitäten vorliegen. Jede Domäne hat dabei eine Sichere Datenquelle hinterlegt (Abschnitt 3.1). Wird eine Person registriert, so wird die Datenquelle angegeben, von wo die IDAT stammen. Jeder Domäne kann eine eigene Identifier-Domäne hinterlegt werden (Abschnitt 3.2). Jede Domäne hat eine spezifische Konfiguration hinterlegt, die unter anderem das Verhalten vom Record Linkage bestimmt. Der E-PIX definiert Felder für die IDAT vor. Dabei kann festgelegt werden, welche Felder Pflichtangaben sind, ob weitere Felder definiert werden sollen und ob und wie diese für das Record Linkage verwendet werden sollen. Diese Einstellungen sind oft spezifisch für Projekte, da nicht immer alle Angaben vorliegen. Einige Standardfälle werden in Kapitel 7 dargestellt.



4. Weboberfläche

Der E-PIX erlaubt die Verarbeitung von Personendatensätzen mehrerer Mandanten innerhalb einer Datenbank, durch die Verwendung von Domänen. Die registrierten Personen sind nur innerhalb einer Domäne eindeutig. Ein Record Linkage findet demnach ebenfalls nur innerhalb einer Domäne statt. Um Personen registrieren zu können, muss eine entsprechende Domäne angelegt werden. Für jede Domäne müssen eine Sichere Datenquelle und eine Identifier-Domäne angegeben werden. Diese müssen vor dem Anlegen der Domäne im System angelegt werden. Die nötigen Schritte sind unter dem Menüpunkt Domänen vorzunehmen und werden im Folgenden beschrieben.



4.1 Anlegen einer Datenquelle

Unter dem Menüpunkt *Domänen / Quellen / Identifier* können bestehende Datenquellen eingesehen und neue Datenquellen hinzugefügt werden. Mithilfe der Schaltfläche + Erstellen unter der Gruppe *Datenquellen* wird ein neuer Eintrag für eine neue Datenquelle angelegt. Im Folgenden muss ein eindeutiger *Name* und idealer Weise eine *Beschreibung* angegeben werden. Der *Schlüssel* wird automatisch erzeugt, sofern dieser nicht explizit angegeben wurde. In der Weboberfläche wird stets der *Name* verwendet. Bei Nutzung der SOAP-Schnittstelle muss der *Schlüssel* angegeben werden. Im Gegensatz zum *Schlüssel* kann der *Name* zu einem späteren Zeitpunkt geändert werden.

4.2 Anlegen einer Identifier-Domäne

Unter dem Menüpunkt *Domänen / Quellen / Identifier* können bestehende Lokale Identifier eingesehen werden. Der E-PIX hat standardmäßig eine Identifier-Domäne *MPI* hinterlegt. Das Anlegen weiterer Identifier-Domänen ist nur erforderlich, wenn Identifier anderer Systeme hinterlegt werden sollen. Hierzu wird unter der Gruppe *Identifier-Domänen* mit der Schaltfläche + Erstellen ein neuer Eintrag angelegt. Dabei muss ein eindeutiger *Name* vergeben werden. Dieser wird später in der Weboberfläche angezeigt. Der *Schlüssel* wird automatisch generiert, sofern dieser nicht explizit angegeben wurde. Dieser wird bei der Verwendung der SOAP-Schnittstelle verwendet. Optional kann eine kurze Beschreibung der Identifier-Domäne angegeben werden. Außerdem kann ein OID angegeben werden. Wenn dieser explizit angegeben wird, muss dieser eindeutig sein. Wird kein OID angegeben, so erzeugt der E-PIX automatisch einen eindeutigen OID. Nach dem Anlegen der Identifier-Domäne kann diese beim Anlegen einer Domäne angegeben werden.

4.3 Anlegen einer Domäne

Die Konfiguration der Domäne kann vollständig per Weboberfläche durchgeführt werden. Alternativ kann die Konfiguration im XML-Format (Kapitel 6) erfolgen und über die Weboberfläche eingespielt werden. Die Konfiguration ist auch über die SOAP-Schnittstelle möglich (Abschnitt 5).

Nachdem die Sichere Datenquelle und die Identifier-Domäne angelegt wurden, kann ein neuer Domänen-Eintrag über die Schaltfläche + Erstellen erzeugt werden. Die Konfiguration der Domäne erfolgt in mehreren Schritten. Hierfür können verschiedene Reiter angewählt werden und die entsprechenden Einstellungen darin vorgenommen werden. Einige Felder sind bereits entsprechend einer Standard-

Konfiguration (vgl. Abschnitt 7.1) vor ausgefüllt, die bei Bedarf angepasst werden können.

> **Hinweis:** Nach der ersten Personenregistrierung in eine Domäne, kann die Konfiguration nur noch eingeschränkt bearbeitet werden. Andernfalls müsste der E-PIX alle Ergebnisse des Record Linkages anhand der neuen Konfiguration prüfen und ggf. zusammengeführte Identitäten auftrennen. Soll tatsächlich eine neue Konfiguration auf einen Bestand angewandt werden, muss eine neue Domäne angelegt werden und alle Datensätze der vorhandenen Domäne dort registriert werden.

Die Beschreibung der Domänen-Konfiguration mit den einzelnen Reitern (*Einstellungen* in Abschnitt 4.3.1, *Personenfelder* in Abschnitt 4.3.2, *Vorverarbeitung* in Abschnitt 4.3.4, *Matching* in Abschnitt 4.3.5, *Privatsphäre* in Abschnitt 4.3.6,) erfolgt im Folgendem.

> **Info:** In der Weboberfläche sind bereits einige Einstellungen vorausgefüllt. Diese entsprechen der mitgelieferten Standardkonfiguration (siehe Abschnitt 7.1). Die Einstellungen können belassen, ergänzt oder entfernt werden. Für viele Projekte kann die Standardkonfiguration bereits zufriedenstellende Ergebnisse liefern. Werden Projekt-spezifische Parameter benötigt, können diese entsprechend ergänzt werden.

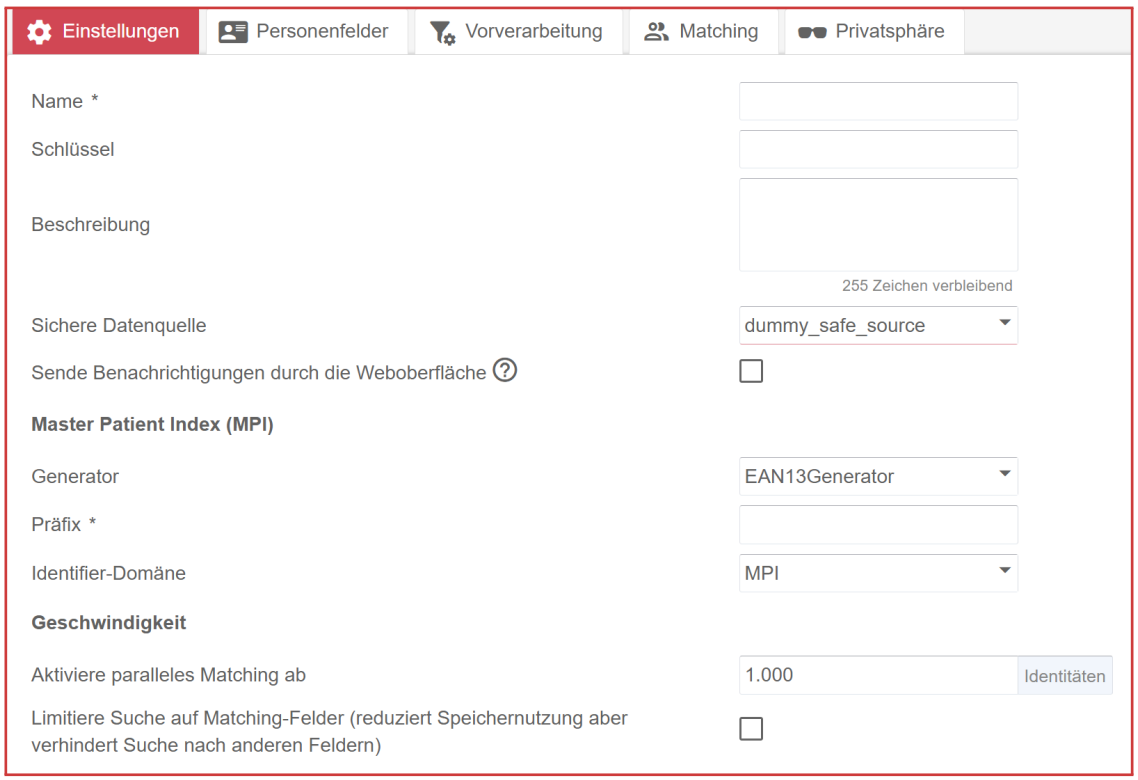
4.3.1 Einstellungen

Unter dem Reiter Einstellungen werden der Name, die Beschreibung, die Sichere Datenquelle, die Identifier-Domäne und weitere allgemeine Einstellungen vorgenommen.

Eine Domäne muss einen eindeutigen Namen aufweisen. Der E-PIX erzeugt anhand dessen einen Schlüssel (der wahlweise auch manuell definiert werden kann), welcher zum Ansprechen der Domäne über die SOAP-Schnittstelle verwendet wird. Der Name wird in der Oberfläche angezeigt und kann zu einem späteren Zeitpunkt geändert werden. Der Schlüssel hingegen kann nachträglich nicht mehr geändert werden und bleibt daher beim Ansprechen über die SOAP-Schnittstelle auch nach einer Änderung des Namens unverändert. Eine Beschreibung sollte insbesondere bei der Verarbeitung von Personen für mehrere Mandanten oder Projekte innerhalb eines E-PIX eingetragen werden. Die Sichere Datenquelle kann aus der Liste der vorhandenen Einträge ausgewählt werden. Mit Aktivierung der Checkbox *Sende Benachrichtigungen...*, benachrichtigt der E-PIX den Notification-Service (vgl. Kapitel 11), bei Änderungen in der Oberfläche (z.B. nach Bearbeitung

eines Personendatensatzes).

Der E-PIX erzeugt für jede Person einen MPI. Der E-PIX wird hierfür mit einem entsprechenden Generator (*EAN13Generator*) ausgeliefert. Soll der MPI ein anderes Format aufweisen, können eigene Generatoren implementiert werden. Das Präfix gibt dabei an, ob und welche Zeichenkette einem MPI vorangestellt wird (Standardmäßig: 1001). Das Präfix darf dabei nur Zahlen enthalten. Der *EAN13Generator* berücksichtigt dieses Präfix, eine etwaige eigene Implementierung muss dies nicht. Zusätzlich wird die Identifier-Domäne ausgewählt, in der die MPIs erzeugt werden sollen (der E-PIX hat standardmäßig hierfür die Identifier-Domäne "MPI" hinterlegt).



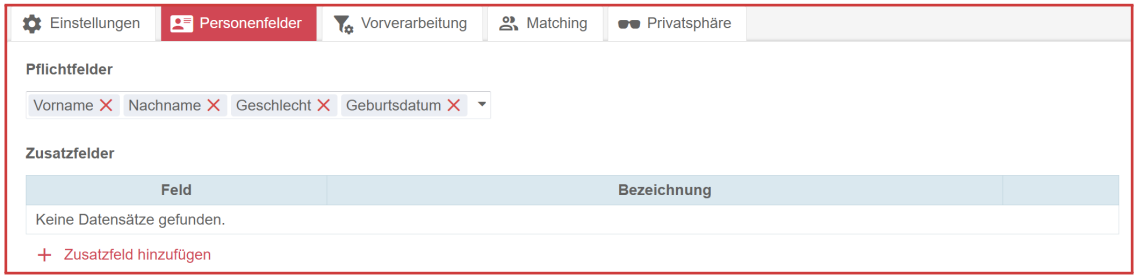
Hinweis: Wird dieselbe Identifier-Domäne für mehrere Domänen verwendet, so erzeugt der E-PIX Domänen-übergreifende eindeutige Kennungen (MPIs). Soll pro Domäne eine eigene Identifier-Domäne verwendet werden, so müssen zunächst mehrere Identifier-Domänen angelegt werden (Abschnitt 4.2). Es ist zu beachten, dass wenn derselbe Generator verwendet wird (z.B. `EAN13Generator`) auch verschiedene Präfixe vergeben werden müssen. Andernfalls würde der E-PIX versuchen, dieselben Kennungen in mehreren Domänen zu vergeben, was eine spätere Personenregistrierung verhindert.

Zur Verbesserung der Performance können weitere Einstellungen vorgenommen werden. Diese Einstellungen können in der Regel unverändert bleiben. Der E-PIX

führt dabei standardmäßig, bevor 1.000 Identitäten registriert wurden, das Record Linkage seriell durch. Danach werden Berechnungen auf einem Mehrkern-System auf die verschiedenen Prozessorkerne aufgeteilt. Zudem kann der Arbeitsspeicherbedarf reduziert werden, indem nur die Felder, die für das Record Linkage erforderlich sind, im Arbeitsspeicher bleiben. Dabei ist zu beachten, dass dabei auch die Suche auf diese Felder beschränkt wird.

4.3.2 Personenfelder

Unter dem Reiter Personenfelder werden die Pflichtfelder und Zusatzfelder festgelegt.



Standardmäßig sind die Felder Vorname, Nachname, Geschlecht und Geburtsdatum als *Pflichtfelder* hinterlegt. Bei Bedarf kann diese Restriktion durch entfernen der Einträge aufgehoben werden. Dabei ist zu beachten, dass mindestens die Felder, die später für das Record Linkage verwendet werden sollen, als Pflichtfelder anzugeben sind. Pflichtfelder müssen bei einer Personenregistrierung ausgefüllt sein. Weitere Felder können aus der Liste ausgewählt werden.

Darüber hinaus können *Zusatzfelder* definiert werden (die bei Bedarf auch als Pflichtfelder gesetzt werden können). Der E-PIX hat hierfür zehn Freitextfelder, die aus einer Liste gewählt werden können (*Zusatzfeld hinzufügen*). Dabei ist zu beachten, dass diese Felder Restriktionen bzgl. der Länge der eingegebenen Daten aufweisen. Die maximale Anzahl der Zeichen, ist hinter dem jeweiligen Feld angegeben (vgl. *value1 - value10* in Tabelle 9.1). Für jedes Zusatzfeld kann ein Bezeichner gewählt werden, der bei der Personenregistrierung am entsprechenden Feld steht.

4.3.3 Validatoren

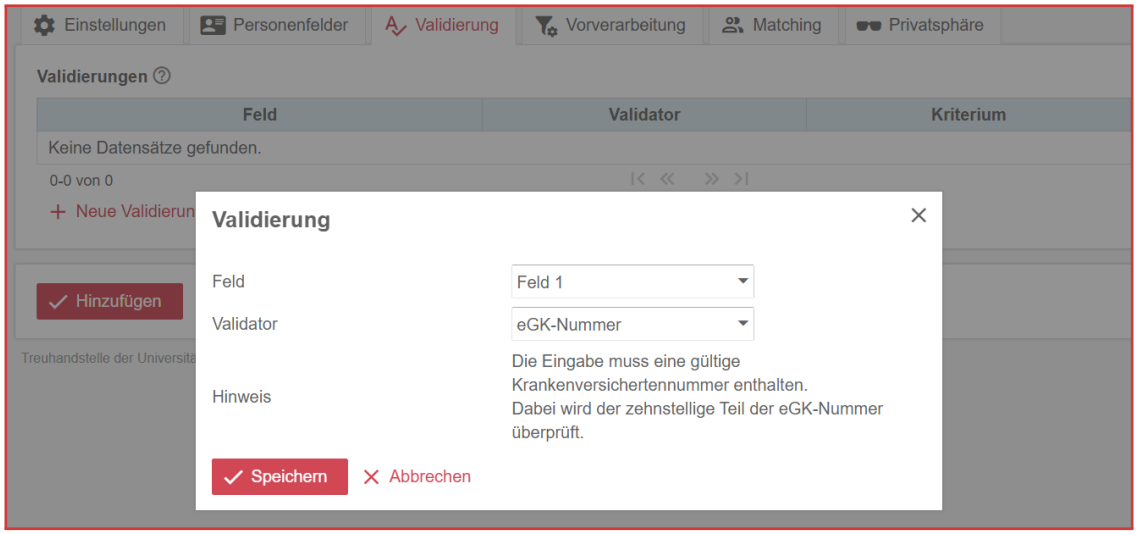
Bei der Personenregistrierung können die eingegebenen Angaben validiert werden. Der Registrierungsvorgang wird abgebrochen, wenn mindestens eine Angabe nicht valide ist. Eine Validierung findet dabei nur statt, wenn für ein entsprechendes Feld zumindest ein Validator hinterlegt wurde. Hierbei ausgenommen sind Geschlechtsangaben, welche einem internen Format entsprechen müssen und

das Geburtsdatum, welches nur valide Datumseingaben akzeptiert.

Muss die Eingabe eines Feldes mehreren Validierungskriterien entsprechen, so können mehrere Validatoren angegeben und gruppiert werden. Validatoren innerhalb einer Gruppe werden logisch verknüpft. Die Verknüpfung bestimmt, ob alle, keins oder nur exakt ein Validierungskriterium erfüllt sein soll. Auch mehrere Validator-Gruppen können logisch miteinander verknüpft werden. Eine detaillierte Beschreibung ist im Kapitel 6.9 in Tabelle 6.3 zu finden.

Es werden mehrere Validatoren bereitgestellt, welche entweder einen spezifischen Fall prüfen (z.B. die KVNR) oder mittels zusätzlicher Parameter flexibel konfiguriert werden können. Eine Auflistung aller Validatoren mit den dazugehörigen Parametern ist im Kapitel 6.9 in Tabelle 6.4.

Unter dem Reiter *Validierung* können die entsprechenden Validatoren konfiguriert werden. Über die Schaltfläche + Neue Validierung kann im Dialog ein Validator konfiguriert werden. Hierbei wird das Feld angegeben, welches validiert werden soll. Außerdem wird der zu verwendetende Validator ausgewählt. Für jeden Validator gibt es einen kurzen Hinweistext. In der folgenden Abbildung wurde für *Feld 1* der *eGK-Nummer*-Validator ausgewählt, welcher das Feld auf eine korrekte KVNR prüft.



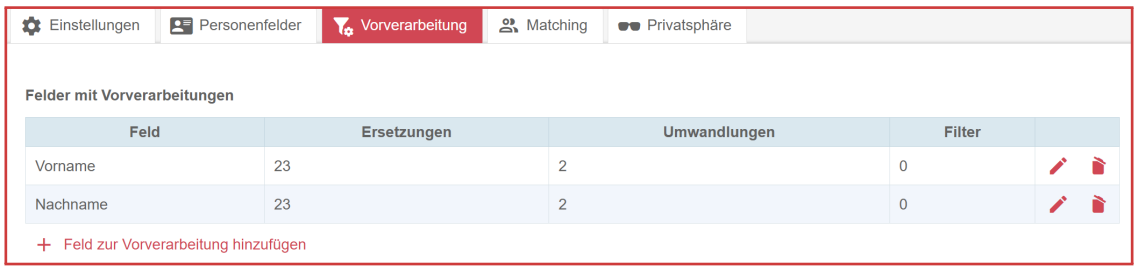
Über die Schaltfläche Neue Validierungs-Gruppe kann eine neue Gruppe angelegt werden. Hierbei wird im Dialog das Feld angegeben werden, welche durch die Gruppe validiert wird und die Art der Verknüpfung. In der folgenden Abbildung wurde für *Feld 1* eine Validator-Gruppe hinterlegt. Bei einer Validierung darf nur das Kriterium eines Validators erfüllt sein (*Genau einer*). Nach dem Speichern können der Validator-Gruppe über die Schaltflächen + und + mehrere Validatoren

oder weitere Validator-Gruppen hinzugefügt werden.

Info: Mittels RegEx-Validator können sehr flexibel Validierungsregeln modeliert werden. Für komplexe Validierungen, bieten sich die Validierungs-Gruppen an, welche die Validierung auf mehrere Validatoren aufteilen. Soll ein Feld beispielsweise nur eine bestimmte Anzahl von definierten Zeichen enthalten, so kann dies per RegEx erfolgen. Alternativ kann auch der Alphabet- und Längen-Validator per Validierungs-Gruppe kombiniert werden, wobei die Verknüpfung die Erfüllung beider Bedingungen vorsieht.

4.3.4 Vorverarbeitung

Bei der Personenregistrierung eingegebene IDAT können für ein Record Linkage aufbereitet werden. Dies umfasst bspw. das Entfernen von unerwünschten Zeichenketten oder die Vereinheitlichung von Umlauten. Dies betrifft aber nur die interne Verarbeitung. Die IDAT werden wie eingegeben in der Oberfläche dargestellt. Die Vorverarbeitung verbessert das Record Linkage und damit die Zusammenführung von Datensätzen, die zu einer Person zugehörig sind.



Standardmäßig sind für die Felder Vorname und Nachname entsprechende Vorverarbeitungen hinterlegt. Diese können bearbeitet oder entfernt werden. Zudem kann für weitere Felder eine Vorverarbeitung definiert werden. Der E-PIX unterscheidet zwischen Ersetzungen, Umwandlungen und Filtern. Es können jeweils mehrere Vorverarbeitungen pro Feld hinterlegt werden. Bei einer Ersetzung wird eine definierte Zeichenkette, mit einer anderen ersetzt (wenn die ersetzende Zeichenkette

leer ist, wird die zu ersetzende Zeichenkette entfernt. Bsp.: Zu ersetzen: „Dr.“, „Ersetzung: „. Damit wird die Zeichenkette „Dr.“ restlos aus dem entsprechenden Feld entfernt.). Dabei ist zu beachten, dass die Groß- und Kleinschreibung berücksichtigt wird. Für Standardfälle, wie die Ersetzung von Umlauten, gibt es Umwandlungen. Der E-PIX wird mit vier Umwandlungen ausgeliefert:

- **ToUpperCaseTransformation:** Ersetzt alle Zeichen durch den entsprechenden Großbuchstaben. Beim Record Linkage werden so Unterschiede bei der Groß- und Kleinschreibung nicht berücksichtigt.
- **CharsMutationTransformation:** Ersetzt alle Umlaute: „ä“ durch „ae“, „Ä“ durch „AE“, „ü“ durch „ue“, „Ü“ durch „UE“, „ö“ durch „oe“, „Ö“ durch „OE“ und „ß“ durch „SS“.
- **CharNormalizationTransformation:** Überführt eine Zeichenkette in ASCII[1]. Dies entfernt z.B. Akzente. Dabei ist zu beachten, dass Umlaute wie ä nicht in ae, sondern in a überführt werden. Eine Kombination mit *CharsMutationTransformation* ist möglich.
- **TrimTransformation:** Entfernt führende und folgende Leerzeichen. Bsp.: „ Müller “ → „Müller“.

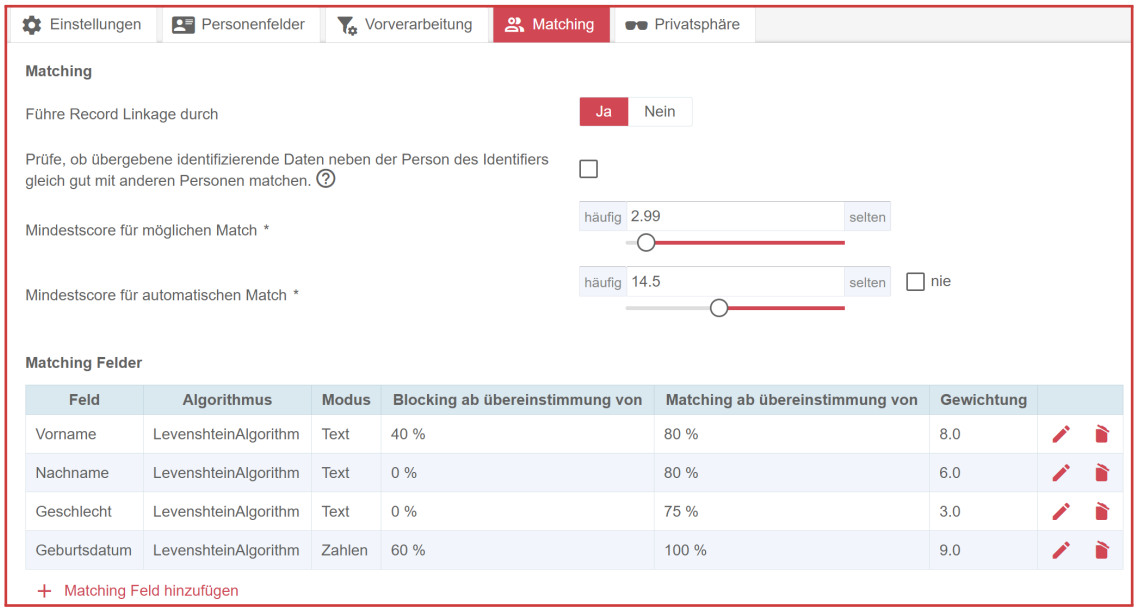
Beim Filtern kann ein Alphabet mit zulässigen Zeichen angegeben werden. Alle anderen Zeichen, werden bei der Vorverarbeitung durch das angegebene Zeichen ersetzt. Wenn letzteres leer ist, dann werden unzulässige Zeichen entfernt. Dieser Filter sollte nur dann angewandt werden, wenn die Menge der zulässigen Zeichen bekannt ist (z.B. die Postleitzahl darf nur Zahlen enthalten) oder begrenzt werden muss (z.B. um Bloomfilter zu erzeugen).

> **Hinweis:** Die Vorbearbeitung hat Einfluss auf das Record Linkage und kann zu unerwarteten Verhalten führen. So führt das Entfernen der Trennzeichen von *multiple-values* (Abschnitt 6.13.7) dazu, dass z.B. mehrere Vornamen nicht mehr einzeln betrachtet werden und zu schlechteren Matching-Ergebnissen führt.

4.3.5 Matching

Unter dem Reiter *Matching* werden die Parameter für das Record Linkage festgelegt. Dies umfasst das Setzen von Schwellwerten, also ab wann zwei Datensätze zu einer Person zugeordnet werden und welche Felder für den Abgleich verwendet werden sollen.

[1] wikipedia.org/wiki/American_Standard_Code_for_Information_Interchange



Der E-PIX unterscheidet zwischen zwei Modi. Zum einen kann der E-PIX Personendaten selbst mittels Record Linkage zusammenführen, MPIs vergeben usw. (Führe Record Linkage durch: ja). Es besteht ebenso die Möglichkeit, dass der E-PIX Personendatensätze nur ablegt (Führe Record Linkage durch: nein). Dies kann gewünscht sein, wenn ein Record Linkage bereits in einem anderen System durchgeführt wurde (z.B. in einem KAS). In beiden Fällen wird eine Matching-Konfiguration hinterlegt, damit der E-PIX Personendatensätze korrekt zuordnen kann. Sollen die Personendatensätze nur abgelegt werden, erfolgt dies unter bestimmten Bedingungen. Beispielsweise müssen zwei Personendatensätze mit derselben übergebenen (externen ID) komplett übereinstimmen, oder zumindest laut der angegebenen Konfiguration eine gewisse Übereinstimmung aufweisen. Soll der E-PIX ein Record Linkage durchführen, bestimmt die Konfiguration, wann zwei Personendatensätze zur selben Person als Identitäten zugeordnet werden und dementsprechend dieselbe MPI erhalten.

Beim Record Linkage klassifiziert der E-PIX die Datensätze in Match-Typen (eine detaillierte Beschreibung ist in Abschnitt 8.1 zu finden). Ein Möglicher Match entsteht, wenn die Übereinstimmung über dem Schwellwert für einen Möglichen Match liegt, jedoch niedriger als der Schwellwert für einen Automatischer Match ist. Bei einem Möglicher Match kann später manuell entschieden werden (siehe Abschnitt 8.5), ob zwei Datensätze zur selben Person zugehörig sind, oder zwei verschiedene Personen darstellen. Bei der Entscheidung können entsprechend weitere Informationen zugezogen werden. Sind beide Schwellwerte identisch, so werden keine Möglichen Matches angelegt.

Liegt die ermittelte Übereinstimmung über dem Schwellwert für einen Automatischer Match, so führt der E-PIX die entsprechenden Datensätze entsprechend zusammen, auch wenn keine vollständige Übereinstimmung (z.B. durch Tippfehler) vorliegt. Im Ergebnis werden die Datensätze als Identitäten einer Person zugeordnet. Ein automatisches Zusammenführen kann unterbunden werden, indem das Kontrollkästchen *„nie“* angewählt oder der Wert auf 1000 gesetzt wird.

Die Übereinstimmung zweier Datensätze, ermittelt der E-PIX anhand der definierten *Matching Felder*. Für jedes Feld kann ein Vergleichsalgorithmus, eine Wichtung und Schwellwerte für das Blocking und den Abgleich definiert werden. Der E-PIX unterstützt verschiedene Vergleichsalgorithmen. Für die meisten Fälle ist jedoch der Algorithmus `LevenshteinAlgorithm` zu empfehlen. Dieser ermittelt die Levenshtein-Distanz zweier Zeichenketten, anhand derer die Übereinstimmung berechnet werden kann. Alle unterstützten Algorithmen sind in Tabelle 6.10 aufgelistet und beschrieben.

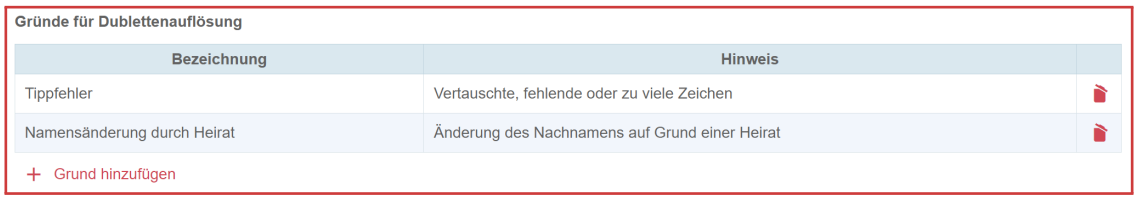
Das Blocking beschleunigt das Record Linkage, indem es zunächst nur grob Datensätze miteinander abgleicht und bei hinreichender Übereinstimmung alle *Matching Felder* zum Abgleich verwendet. Der Schwellwert sollte daher nicht zu hoch gewählt werden, damit das Blocking nicht Datensätze aussortiert, die bei einem genaueren Vergleicht einer Person zugeordnet werden würden. Der Modus gibt an, welcher Datentyp im Feld enthalten ist (Text oder Zahlen) und betrifft nur das Blocking. Dieser optimiert den internen Abgleich und wird in den meisten Fällen auf „Text“ gesetzt.

Der Schwellwert für das Matching gibt an, ab welcher Übereinstimmung zwei *Matching Felder* übereinstimmen. Das Ergebnis fließt der angegebenen *Gewichtung* entsprechend, in das Ergebnis mit ein. Wird anhand aller *Matching Felder* eine der oben genannten Schwellwerte überschritten, werden die betreffenden Datensätze entsprechend als Möglicher Match oder Automatischer Match klassifiziert. Andernfalls wird der zu registrierende Datensatz als Kein Match klassifiziert und entsprechend als neue Person angelegt.

Felder können als *Multi-Wert Feld* angegeben werden. Dabei werden die Inhalte eines Feldes anhand eines *Trennsymbols* aufgeteilt und separat abgeglichen. Wird z.B. erwartet, dass im Feld Vorname mehrere Vornamen angegeben werden, können so die einzelnen Vornamen zwischen zwei Personendatensätzen abgeglichen werden. Eine detailliertere Beschreibung, inkl. der hierfür anzugebenden Schwellwerte, ist in Abschnitt 6.13.7 zu finden.

> **Hinweis:** Die Konfiguration basiert auf Erfahrungswerten und ist häufig Projekt-abhängig. Je nach zu erwartender Datenqualität können höhere Schwellwerte gewählt werden, um beispielsweise weniger von Möglichen Matches zu erzeugen. Für verschiedene Anwendungsszenarien sind in Kapitel 7 diverse Konfigurationen vorgestellt.

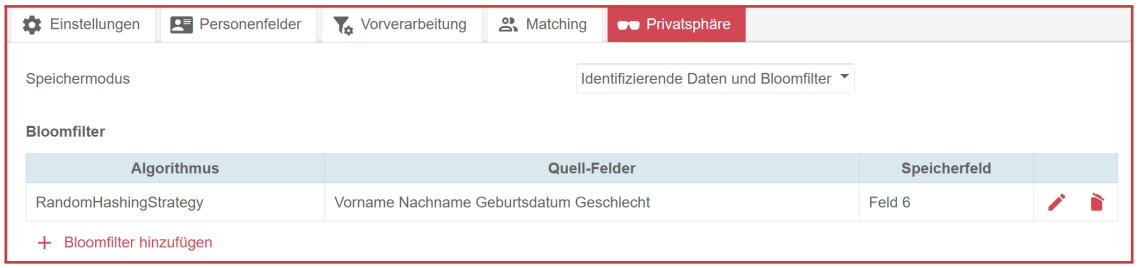
Bei der Dublettenauflösung können Gründe angegeben werden. Dies erfolgt mittels Freitextfeld. Für häufig auftretende Gründe, können entsprechende Vorlagen definiert werden.



Hierfür wird für jeden Grund ein Bezeichner gewählt, der bei der Dublettenauflösung angewählt werden kann. Der angegebene Hinweis wird dann entsprechend protokolliert.

4.3.6 Privatsphäre

Der E-PIX ermöglicht das Anlegen eines Bloomfilters für eine Identität, um ein PPRL durchzuführen. Dies kommt normalerweise bei Standort-übergreifenden Abgleichen zum Einsatz. Der E-PIX kann sowohl Bloomfilter anlegen, als auch miteinander vergleichen. Der Vergleich wird mittels Matching Felder definiert. Standort-interne Vergleiche finden üblicherweise über die Klartextdaten der IDAT statt. Standardmäßig wird kein Bloomfilter angelegt. Die Konfiguration erfolgt üblicherweise projektspezifisch.



Im Bild wurde exemplarisch die Konfiguration eines Bloomfilters hinterlegt.

> **Hinweis:** Der E-PIX unterstützt mehrere Algorithmen zur Erzeugung von Bloomfiltern und zusätzliche Härtungsverfahren, die kombiniert werden können. Achten Sie darauf, dass die Bloomfilter-Konfiguration auf die Bedürfnisse des jeweiligen Projekts angepasst werden muss und so mitunter ein Abwägen zwischen Sicherheit und Qualität stattfinden muss. Ein Bloomfilter stellt immer eine Verallgemeinerung der Eingangsdaten dar und kann zu schlechteren Matching-Ergebnissen führen, sofern der Bloomfilter zum Record Linkage genutzt wird.

Über die Schaltfläche + Bloomfilter hinzufügen wird eine neue Bloomfilter-Konfiguration angelegt. Zunächst wird der zu verwendende Algorithmus angegeben. Eine Auflistung mit kurzer Erläuterung ist in Tabelle 6.6 zu finden.

Je nach verwendetem Algorithmus, kann ein Alphabet angegeben werden. Dabei ist zu beachten, dass zur Bloomfilter-Generierung die vor-verarbeiteten Werte verwendet werden. Damit muss sichergestellt werden, dass die verwendeten IDAT-Felder so vor-verarbeitet wurden (Abschnitt 4.3.4 und 6.12), dass diese nur Zeichen enthalten, die auch im angegebenen Alphabet enthalten sind. Besteht das Alphabet nur aus Großbuchstaben, so sollte zuvor das Feld zuvor mit `ToUpperCaseTransformation` transformiert worden sein. Umlaute sollten zuvor mit `CharsMutationTransformation` und Akzente etc. per `CharNormalizationTransformation` entfernt worden sein. Mit einem Filter kann sichergestellt werden, dass Felder nur Zeichen beinhalten, die auch im Alphabet vorkommen. Zu beachten ist, dass die Groß- und Kleinschreibung beachtet wird. Sollen die Zustände vom Feld Geschlecht berücksichtigt werden (intern kodiert mit m, f, o, u, x), so müssen diese Zeichen entsprechend auch im Alphabet vorkommen.

Die Länge gibt die Anzahl der Bits pro Bloomfilter an. Zwar ist die Wahl des Speicherfeldes frei, jedoch ist zu beachten, dass der E-PIX die Feldlängen intern begrenzt. Außerdem werden die Bloomfilter intern im Base64-Format kodiert. Die meisten Felder vom E-PIX erlauben eine maximale Länge von 255 Zeichen[2]. Werden längere Bloomfilter benötigt, sollten die frei definierbaren Felder (*value8* - *value10*, Tabelle 9.1) verwendet werden. Die tatsächlich benötigte Länge kann durch die Verwendung von Härtungsverfahren beeinflusst werden. So halbiert jede Faltung beim *XOR-Folding* die resultierende Länge. Die Nutzung eines *Balanced Bloomfilters* verdoppelt die resultierende Länge.

Mit der Länge der N-Gramme wird angegeben, wie lang die Teil-Zeichenketten

[2] Die benötigte Speicherlänge kann über die folgende Formel ermittelt werden: $z = 4 \times \lceil \frac{\frac{Bits}{8}}{3} \rceil$ Für eine Länge von 1000 Bits ergibt sich ein Bedarf von $z = 4 \times \lceil \frac{\frac{1000}{8}}{3} \rceil = 167$ Zeichen.

beim kodieren der Felder in den Bloomfilter sein sollen. Üblicherweise werden hierfür Bigramme (N=2) genutzt.

Mit Bits pro N-Gramm kann die Anzahl der Bit-Positionen pro N-Gramm angegeben werden. Je höher dieser Wert gewählt wird, desto mehr Positionen werden im resultierenden Bloomfilter belegt.

Die Anzahl der XOR-Faltungen (*XOR-Folding*[3]) gibt an, wie oft ein Bloomfilter gefaltet werden soll. Dies härtet den Bloomfilter gegen Angriffe. Mit jeder Faltung halbiert sich die Länge des Bloomfilters. Zu beachten ist, dass die Anzahl der Faltungen ein ganzzahliger Teiler der Länge sein muss. Die Anzahl der Faltungen sollte gering gehalten werden, da andernfalls die Qualität des Record Linkages negativ beeinflusst werden kann.

Mit der Aktivierung des Kontrollkastens Balanced Bloomfilter[4], wird bei der Erzeugung des Bloomfilters eine negierte Kopie angefügt und die Bit-Positionen mittels des angegebenen Werts (*Seed*) zufällig vertauscht. Der *Seed* muss eine Ganzzahl sein.

Das *Speicherfeld* gibt an, in welchem Feld der resultierende Bloomfilter gespeichert werden soll. Dabei muss beachtet werden, dass zum einen der Bloomfilter in das ausgewählte Feld passt (siehe auch *Länge*) und zum anderen, dass etwaige Informationen im Feld überschrieben werden (Bsp.: Wenn das Feld Vorname als Speicherfeld gewählt wurde, ist nach einer Personenregistrierung der Vorname durch den Bloomfilter überschrieben). Es ist daher ratsam, dass Speicherfeld auf ein Value-Feld (*Zusatzfeld*) zu setzen.

Jedem Bloomfilter können beliebig viele *Quell-Felder* zugeordnet werden. Auf Basis der darin enthaltenen Werte, wird bei der Registrierung der Bloomfilter erzeugt. Je nach Verfahren muss zusätzlich ein *Seed* (als Ganzzahl), ein *fester Salt* (beliebige Zeichenkette) oder ein Feld als *Salt* angegeben werden. Ein *Salt* ist ein Wert, der intern vor der Kodierung jedem N-Gramm angefügt wird. Wird ein Feld als *Salt* gewählt, so wird vom jeweiligen Datensatz der Wert des Feldes hierzu

[3] Schnell, Rainer and Borgs, Christian, XOR-Folding for Bloom Filter-based Encryptions for Privacy-preserving Record Linkage (December 22, 2016). German Record Linkage Center, NO. WP-GRLC-2016-03, DECEMBER 22, 2016, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3527984 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3527984

[4] R. Schnell and C. Borgs, "Randomized Response and Balanced Bloom Filters for Privacy Preserving Record Linkage," 2016 IEEE 16th International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW), Barcelona, Spain, 2016, pp. 218-224, doi: 10.1109/ICDMW.2016.0038.

verwendet. Hierzu eignen sich festgelegte Pflichtfelder (z.B. das Geburtsdatum).

Info: Field-Level Bloomfilter oder Cryptographic Long Term Key (CLK)?
Der E-PIX unterstützt sowohl die Erzeugung von Field-Level Bloomfilter (ein Bloomfilter pro Feld), als auch die Erzeugung von Cryptographic Long Term Keys (Bloomfilter kodiert mehrere Felder). Zum Erzeugen von Field-Level Bloomfilter, wird pro Feld ein Bloomfilter definiert. Dabei wird als Quell-Feld nur das entsprechende Feld ausgewählt. Beim Cryptographic Long Term Keys werden mehrere Quell-Felder angegeben, die alle im selben Bloomfilter kodiert werden.

Soll der E-PIX nur zur Erzeugung von Bloomfiltern genutzt werden (bspw. weil die Verwaltung der IDAT in einem anderen System erfolgt), so kann der *Speichermodus* zu *Nur Bloomfilter* geändert werden. Die angegebenen Quell-Felder werden nur zu Generierung des Bloomfilters verwendet. Alle IDAT-Felder werden nicht persistiert. Ein Record Linkage kann dann nur über die Bloomfilter durchgeführt werden. Standardmäßig werden sowohl Bloomfilter, als auch IDAT-Felder persistiert.

Hinweis: Abweichend von anderen Konfigurationen, kann während eines laufenden Projekts das Hinzufügen der Bloomfilter-Einstellungen notwendig sein. In Abschnitt 9.4 wird dies entsprechend erläutert.

5. SOAP-Schnittstelle

Neben der grafischen Benutzerschnittstelle, steht eine maschinenverständliche Web-Schnittstelle zur Verfügung. Diese kann mit dem SOAP-Protokoll angesprochen werden. Beim laufenden Dienst werden je nach Zweck die dazu vorhandenen Definitionen der SOAP-Schnittstellen mit dem folgenden Pfaden abgerufen (die URLs müssen entsprechend angepasst werden).

Personenverwaltung (inkl. Record Linkage):
`http://example.org:8080/epix/epixService?wsdl`

Konfiguration und Domänenmanagement:
`http://example.org:8080/epix/epixManagementService?wsdl`

Versenden von Notifications:
`http://example.org:8080/epix/epixServiceWithNotification?wsdl`

Die Entwicklerdokumentation ist unter der folgenden URL zu finden:
`https://www.ths-greifswald.de/epix/doc`

Für das Anlegen einer Datenquelle (Abschnitt 5.1), Identifier-Domäne (Abschnitt 5.2) und Domäne (Abschnitt 5.3) wird die Managemenent-Schnittstelle zur Konfiguration verwendet.

5.1 Anlegen einer Datenquelle

In Listing 5.1 ist die exemplarische Darstellung eines SOAP-Requests zur Erstellung einer neuen Datenquelle gezeigt. Mit dem Element `description` kann eine

kurze Beschreibung für die Datenquelle angegeben werden. Über das Element `label` wird ein Bezeichner gewählt, der in der Weboberfläche angezeigt wird. Die Referenzierung der Datenquelle erfolgt stets über den Namen. Der Name kann über das Element `name` festgelegt werden. Dieser muss eindeutig sein und kann im Gegensatz zu dem Label nicht mehr geändert werden. Wann immer über die SOAP-Schnittstelle eine Datenquelle angegeben werden muss, muss der Name dieser Datenquelle angegeben werden.

```
<soapenv:Envelope
    xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
    xmlns:ser="http://service.epix.ttp.icmvc.emau.org/">
  <soapenv:Header/>
  <soapenv:Body>
    <ser:addSource>
      <source>
        <description>Eine kurze Beschreibung</description>
        <label>Neue Datenquelle</label>
        <name>data_source</name>
      </source>
    </ser:addSource>
  </soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>
```

Listing 5.1: SOAP-Anfrage zur Erstellung einer neuen Datenquelle.

5.2 Anlegen einer Identifier-Domäne

In Listing 5.2 ist exemplarisch das Anlegen einer Identifier-Domäne gezeigt. Mit dem Element `name` wird ein eindeutiger Name vergeben. Eine Referenzierung der Identifier-Domäne erfolgt über die SOAP-Schnittstelle stets über den Namen. Dieser kann später nicht mehr verändert werden. Mit dem Element `label` kann ein sprechender Name vergeben, der in der Weboberfläche angezeigt wird. Das Label kann später geändert werden. Optional kann mit dem Element `description` eine kurze Beschreibung der Identifier-Domäne angegeben werden. Außerdem kann mit dem Element `oid` ein OID angegeben werden. Wenn dieser explizit angegeben wird, muss dieser eindeutig sein. Wird kein OID angegeben, so erzeugt der E-PIX automatisch einen eindeutigen OID. Nach dem Anlegen der Identifier-Domäne kann diese beim Anlegen einer Domäne angegeben werden.

```
<soapenv:Envelope
    xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
    xmlns:ser="http://service.epix.ttp.icmvc.emau.org/">
  <soapenv:Header/>
```

```
3     <soapenv:Body>
4       <ser:addIdentifierDomain>
5         <identifierDomain>
6           <description>Beschreibung zum Identifier</description>
7           <label>Personenidentifikator</label>
8           <name>PID</name>
9           <oid>123.456.789</oid>
10        </identifierDomain>
11      </ser:addIdentifierDomain>
12    </soapenv:Body>
13  </soapenv:Envelope>
```

Listing 5.2: SOAP-Anfrage zur Erstellung einer neuen Identifier-Domäne.

5.3 Anlegen einer Domäne

Zum Anlegen einer Domäne ist es erforderlich, eine Konfiguration im XML-Format anzugeben. Die Zusammensetzung ist im Kapitel 6 erläutert.Die XML-Konfiguration wird im Element `config` angegeben. Weitere Einstellungen, werden direkt in der SOAP-Anfrage vorgenommen. In Listing 5.3 ist exemplarisch eine SOAP-Anfrage zum Anlegen einer Domäne gezeigt. Die XML-Konfiguration ist im Sinne der Übersichtlichkeit nicht aufgeführt. Mit dem Element `description` kann eine kurze Beschreibung für die Domäne hinterlegt werden. Mit dem Element `label` wird ein sprechender Name für die Domäne hinterlegt. Dieser wird in der Weboberfläche angezeigt und kann jederzeit geändert werden. Mit dem Element `name` wird ein Name vergeben, mitdessen die Domäne referenziert wird. Dieser Name kann später nicht mehr geändert werden. Mit dem Element `name` unter `mpiDomain` wird der Name der Identifier-Domäne angegeben. Der E-PIX erzeugt später die eindeutigen Kennungen innerhalb dieser Identifier-Domäne. Der Name entspricht dem Element `name`, der beim Anlegen der Identifier-Domäne gewählt wurde (Abschnitt 5.2). Mit dem Element `name` unter `safeSource` wird der Name der Sichere Datenquelle angegeben. Dieser entspricht dem Namen der im Element `name` beim Anlegen der Datenquelle angegeben wurde (Abschnitt 5.1).

```
1   <soapenv:Envelope
      xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
      xmlns:ser="http://service.epix.ttp.icmvc.emau.org/">
2     <soapenv:Header/>
3     <soapenv:Body>
4       <ser:addDomain>
5         <domain>
6           <config>
7             <![CDATA[ XML-Konfiguration ]]>
```

```
8           </config>
9           <description>Beschreibung des Projekts</description>
10          <label>Projekt-A</label>
11          <mpiDomain>
12            <name>PID</name>
13          </mpiDomain>
14          <name>project-a</name>
15          <safeSource>
16            <name>data_source</name>
17          </safeSource>
18        </domain>
19      </ser:addDomain>
20    </soapenv:Body>
21  </soapenv:Envelope>
```

Listing 5.3: SOAP-Anfrage zur Erstellung einer neuen Domäne.

6. XML-Konfiguration

Abbildung 6.1: Alle Elemente, die bei der Konfiguration der Domäne verwendet werden können.

Die Konfiguration einer Domäne kann vollständig über die Weboberfläche (siehe Abschnitt 4.3) erfolgen. Alternativ kann über diese eine vordefinierte XML-Datei

importiert werden. Über die SOAP-Schnittstelle erfolgt die Konfiguration ausschließlich im XML-Format.

In Abbildung 6.1 ist die Struktur der Konfiguration illustriert. Es sind alle Elemente aufgelistet, die bei der Konfiguration verwendet werden können. Das Element `MatchingConfiguration` ist das Wurzelelement. Alle Elemente sind diesem Element untergeordnet. Die Struktur gibt an, welche Elemente anderen Elementen untergeordnet sind. Die angegebene Reihenfolge der Elemente ist dabei einzuhalten. Eine Erläuterung aller Elemente mit Beispielen und validen Wertebereichen folgt im nächsten Abschnitt.

6.1 Match Modus

Mithilfe des Elements `matching-mode` kann definiert werden, ob ein Record Linkage durchgeführt werden soll, oder nicht. Mit dem Modus `MATCHING_IDENTITIES`, findet ein Record Linkage statt. Mit dem Modus `NO_DECISION` wird kein Record Linkage durchgeführt und Personendaten werden nur übernommen und im E-PIX hinterlegt. Dies kann gewünscht sein, wenn Personendaten z.B. durch ein KIS übermittelt werden und bereits Identifizierer vergeben wurden und bereits ein Record Linkage durchgeführt wurde. In Tabelle 6.1 sind die zwei Modi im Detail erläutert.

Tabelle 6.1: Unterstützte Matching-Modes.

Wert	Beschreibung
`MATCHING_IDENTITIES`	Bei der Registrierung von Personen wird ein Record Linkage durchgeführt (Verwendung von `addPerson` nicht möglich). Die Konfiguration des Record Linkages wird mit dem Element `matching` angegeben.
`NO_DECISION`	Bei der Registrierung von Personen findet kein Record Linkage statt und die Personendaten werden nur übernommen. Bei jedem Registriervorgang (mit der Funktion `addPerson`) wird dabei eine neue Person angelegt.

```
<matching-mode>MATCHING_IDENTITIES</matching-mode>
```

Listing 6.1: XML-Code zum Definieren des Matching-Modes.

> **Hinweis:** Auch im *Matching-Mode* `NO_DECISION` wird eine Matching-Konfiguration hinterlegt. Der E-PIX prüft anhand dessen, ob die IDAT der Identitäten mit verschiedenen Identifier auch verschiedenen Personen zugeordnet werden würde.

6.2 MPI Generator

Wird eine Person im E-PIX erstmalig eingetragen, so erhält diese einen MPI. Die Erzeugung eines MPI wird dabei durch einen Generator durchgeführt. Derzeit ist im E-PIX ein Generator (`EAN13Generator`) integriert, welcher eindeutige MPIs erzeugt. Weitere Generatoren können implementiert werden. In Listing 6.2 ist die Angabe des Generators dargestellt.

```
<mpi-generator>
    org.emau.icmvc.ttp.epix.gen.impl.EAN13Generator
</mpi-generator>
```

Listing 6.2: XML-Code zum Definieren des MPI-Generators.

6.3 MPI Präfix

Die ersten Ziffern im MPI können mithilfe eines Präfixes festgelegt werden. Jeder MPI enthält damit die angegebene Ziffernfolge (es können nur Zahlen angegeben werden). Ob das Präfix verwendet wird, hängt davon ab, ob der genutzte MPI-Generator das Präfix berücksichtigt. Der mitgelieferte Generator (`EAN13Generator`) berücksichtigt das Präfix. Wird beispielsweise das Präfix 1001 gesetzt, so könnte ein resultierender MPI so aussehen: `1001000000035`. In Listing 6.3 ist dargestellt, wie ein Präfix definiert werden kann.

```
<mpi-prefix>1001</mpi-prefix>
```

Listing 6.3: XML-Code zum Definieren des MPI-Präfixes.

6.4 Benachrichtigungen

Das Element `use-notifications` dient dazu, bei Änderungen von Datensätzen im E-PIX andere Systeme zu benachrichtigen. Diese Benachrichtigungen werden beispielsweise vom THS-Dispatcher abgerufen. Mit dem Wert `true` wird die Benachrichtigung aktiviert und mit dem Wert `false` deaktiviert. Sind Benachrichti-

gungen aktiviert, so werden diese versendet, wenn das Web-Interface verwendet wird.

Hinweis: Die SOAP-Schnittstelle stellt für die jeweiligen Methoden eine Variante mit und ohne Versendung von Benachrichtigungen bereit. Beim Aufruf einer Methode mit Versenden von Benachrichtigungen, wird in jedem Fall eine Benachrichtigung versendet, auch wenn in der Domänen-Konfiguration dies anders definiert wurde. Die Domänen-Konfiguration bezieht sich hierbei nur auf die Weboberfläche.

Hinweis: Der Abruf der Benachrichtigungen erfolgt über einen separaten Dienst, der mit dem E-PIX ausgeliefert wird (`ths-notification-service-<version>.war`). Die Konfiguration ist in der beiliegenden Anleitung unter `/docs/notification-service-<version>-README.pdf` beschrieben.

In Tabelle 6.2 sind alle derzeit unterstützen Benachrichtigungen aufgelistet.

Tabelle 6.2: Unterstütze Benachrichtigungen im E-PIX.

Name	Beschreibung
EPIX.AddIdentifierToPersonNotification	Anfügen eines neuen Identifiers an eine Person.
EPIX.AddLocalIdentifierTo-IdentifierNotification	Anfügen eines neuen lokalen Identifiers an eine Person mit vorhandenen Identifier.
EPIX.UpdatePersonNotification	Aktualisierung von Personendaten.
EPIX.AddPersonNotification	Person hinzugefügt.
EPIX.DeactivatePersonNotification	Person deaktiviert.
EPIX.DeletePersonNotification	Person gelöscht.
EPIX.SetReferenceIdentityNotification	Identität als Hauptidentität einer Person gesetzt.
EPIX.DeactivateIdentityNotification	Identität einer Person deaktiviert.
EPIX.DeleteIdentityNotification	Identität einer Person gelöscht.
EPIX.AddContactNotification	Kontaktinformation an eine Person angefügt.
EPIX.MoveIdentitiesFor-IdentifierToPersonNotification	Identitäten einer Person mit dem Identifier an eine andere Person übertragen.

EPIX.AssignIdentity	Mögliche Dublette zusammengeführt.

Im Listing 6.4 ist beispielhaft die Benachrichtigung aktiviert.

```
<use-notifications>true</use-notifications>
```

Listing 6.4: XML-Code zum Aktivieren der Benachrichtigungen.

6.5 Speicher-Reduktion

Das Element `limit-search-to-reduce-memory-consumption` dient zur Reduzierung der Belegung des Arbeitsspeichers. Diese Option reduziert den benötigten Arbeitsspeicher, schränkt dafür jedoch die Attribute ein, nach denen eine Person gesucht werden kann. Wenn die Option auf `true` gesetzt wird, dann können die Personen nur anhand der Felder gesucht werden, die auch für das Matching (Abschnitt 6.13.6) verwendet werden. In Listing 6.5 wird exemplarisch das deaktivieren dieser Option dargestellt.

```
<limit-search-to-reduce-memory-consumption>
    false
</limit-search-to-reduce-memory-consumption>
```

Listing 6.5: XML-Code zum Deaktivieren der Option zur Reduzierung des benötigten Arbeitsspeichers.

6.6 Speicher-Modus

Das Element `persist-mode` legt den Modus fest, wie IDAT gespeichert werden. Dabei kann zwischen `IDENTIFYING` und `PRIVACY_PRESERVING` gewählt werden. Standardmäßig wird (wenn dieses Element nicht angegeben wurde) der Modus `IDENTIFYING` verwendet. Dabei werden alle Daten, die bei der Personenregistrierung übermittelt wurden im E-PIX persistiert. Wird der Modus `PRIVACY_PRESERVING` gewählt, werden alle Daten die nicht einem Ziel-Feld eines Bloomfilters entsprechen, entfernt. Die Daten werden zu keiner Zeit persistiert. Ein Record Linkage kann dann nur auf Basis von Bloomfiltern durchgeführt werden. Weitere Informationen zum Bloomfilter sind unter Abschnitt 6.11.1 zu finden. In Listing 6.6 wird exemplarisch die Festlegung des Persist-Modes dargestellt.

```
<persist-mode>IDENTIFYING</persist-mode>
```

Listing 6.6: XML-Code zum Wählen des Persist-Modes.

6.7 Pflichtfelder

Mit dem Element `required-fields` kann festgelegt werden, welche Felder für eine Registrierung verpflichtend übermittelt werden müssen. Eine Auflistung der entsprechenden Felder findet über das Element `name` statt. Eine Auflistung der Feldnamen ist in Tabelle 9.1 zu finden. In dem nachfolgenden Listing 6.7 ist exemplarisch eine Konfiguration dargestellt, wodurch zur Registrierung die Felder Vorname, Nachname, Geburtsdatum und Geschlecht übermittelt werden müssen.

```
<required-fields>
    <name>firstName</name>
    <name>lastName</name>
    <name>birthDate</name>
    <name>gender</name>
</required-fields>
```

Listing 6.7: XML-Code zur Festlegung der Pflichtfelder, die für eine Registrierung übermittelt werden müssen.

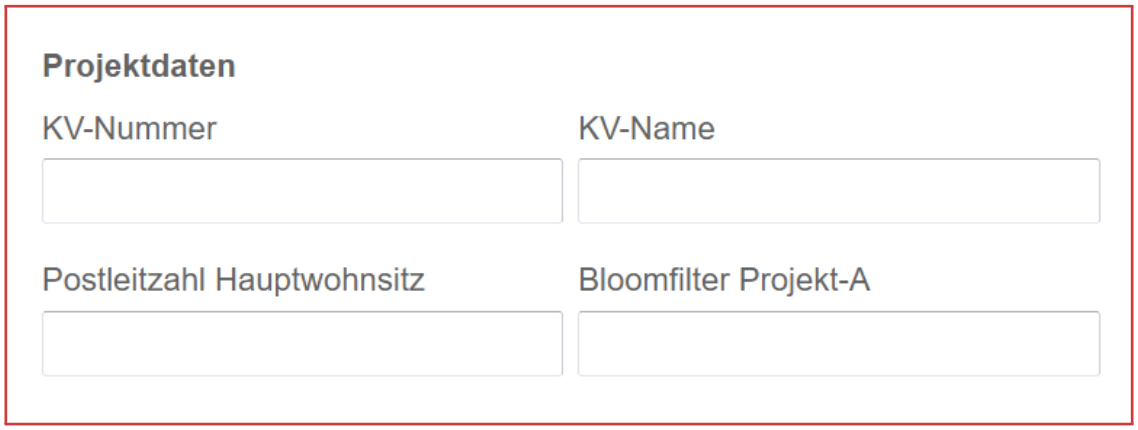
6.8 Zusatzfelder

Die Felder `value1` – `value10` können für beliebige Werte verwendet werden. Die entsprechenden Felder können mit sprechenden Namen versehen werden, welche in der Weboberfläche (*Zusatzfelder* in Abschnitt 4.3.2) dargestellt werden. Es handelt sich dabei jedoch nur um ein Label, für etwaige weitere Konfigurationen oder spätere Anfragen über die SOAP-Schnittstelle wird weiterhin der Feldname (also `value` - `value10`) verwendet. In Listing 6.8 wird exemplarisch die Vergabe von Labeln für die Felder `value1` und `value2` dargestellt.

```
<value-fields-mapping>
    <value1>KV-Name</value1>
    <value2>KV-Nummer</value2>
    <value3>Postleitzahl Hauptwohnsitz</value3>
    <value8>Bloomfilter Projekt-A</value8>
</value-fields-mapping>
```

Listing 6.8: XML-Code zum Definieren von Labeln für `value`-Felder.

Im Menüpunkt *Hinzufügen* werden die Zusatzfelder unter dem Abschnitt *Projektdaten* aufgeführt. Die Sortierung ergibt sich anhand des Feldnamens (1-10). In der folgenden Abbildung ist die entsprechende Oberfläche gezeigt, die sich aus dem gezeigten Code-Beispiel ergibt.



6.9 Validatoren

Mithilfe von Validatoren können Eingaben im Registrierungsprozess überprüft werden. Eine Registrierung wird dabei abgebrochen, wenn ein Eingabewert nicht die Bedingung zum jeweiligen Feld entspricht. Standardmäßig sind keine Validatoren für die Felder hinterlegt. Das Geburtsdatum und das Geschlecht hingegen, werden immer validiert, da diese im E-PIX in einem speziellen Format abgelegt werden. So werden z.B. nur gültige Datumsangeben akzeptiert. Weitere Informationen dazu sind in der Tabelle 9.1 zu finden.

Ein Validator liefert entweder `true`, wenn das Feld den Validierungskriterien entspricht oder `false`, wenn dies nicht der Fall ist. Für jedes Feld können beliebig viele Validatoren angegeben werden. Mehrere Validatoren werden dabei gruppiert und innerhalb dieser Gruppe logisch verknüpft. Mehrere dieser Gruppen können ebenfalls logisch verknüpft werden. Die Operatoren sind in Tabelle 6.3 aufgeführt. Erfüllen alle Felder die jeweils hinterlegten Validierungskritierien, so wird die Registrierung abgeschlossen. Andernfalls liefert der E-PIX jene Felder zurück, welche die Validierungskrierien nicht erfüllen. Ein Beispiel ist unten im Listing 6.10 zu finden.

Tabelle 6.3: Operatoren, um Validator-Gruppen miteinander zu verknüpfen.

Verknüpfung	Beschreibung
`ALL`	Alle Validierungskriterien müssen erfüllt sein.
`AT_LEAST_ONE`	Mindestens ein Validierungskriterium muss erfüllt sein.
`EXACT_ONE`	Genau ein Validierungskriterium muss erfüllt sein.
`ALL_OR_NONE`	Alle oder keines der Validierungskrierien muss erfüllt sein.

Der E-PIX definiert bereits einige Validatoren, welche auf konkrete Krierien zugeschnitten sind. Darüber hinaus werden Validatoren angeboten, die flexibel Kriterien

zulassen. In Listing 6.9 ist eine generelle Definition eines Validators eines Feldes dargestellt. Pro Feld, welches validiert werden soll, wird per `validator-config`-Element ein oder mehrere Validatoren bzw. Gruppen hinterlegt. Der *FELDNAME* gibt das Feld an, welches validiert werden soll. Der *VALIDATOR* gibt den Klassennamen des zu verwendendenden Validators an (beginnend mit dem Namespace `org.emau.icmvc.ttp.deduplication.impl.validation.`). Mit *PARAMETER* kann das Verhalten des jeweiligen Validators beeinflusst werden.

```
<validation>
    <validator-config>
        <field>FELDNAME</field>
        <validator>
            <qualified-class-name>VALIDATOR</qualified-class-name>
            <validation-criterion>PARAMETER</validation-criterion>
        </validator>
    </validator-config>
    ...
</validation>
```

Listing 6.9: Allgemeiner XML-Code zum Definieren von Validatoren.

In Tabelle 6.4 sind die unterstützen Validatoren aufgeführt.

Tabelle 6.4: Unterstütze Validatoren mit den erforderlichen Parametern.

Validator	Parameter	Beschreibung
`Alphabet-Validator`	Zeichen, die im Feld akzeptiert werden.	Prüft, ob ein Feld nur Zeichen des angegebenen Alphabets beinhaltet.
`Balanced-BloomFilter-Validator`	*Keiner*	Prüft, ob ein Feld den Kriterien eines Balanced Bloomfilter entspricht. Dieser muss Base64 kodiert sein.
`Base64-Validator`	*Keiner*	Prüft, ob ein Feld in Base64 kodiert ist.
`EGKValidator`	*Keiner*	Prüft, ob das Feld der zehnstelligen KVNR auf der Elektronische Gesundheitskarte (eGK) entspricht.
`EMail-Validator`	*Keiner*	Prüft, ob das Feld einer E-Mail Adresse entspricht.
`EmptyField-Validator`	`true`, wenn Leerzeichen ignoriert werden sollen, ansonsten `false`.	Prüft, ob ein Feld leer ist. Dabei können wahlweise ignoriert oder berücksichtigt werden.

GermanZipCode-Validator	*Keiner*	Prüft, ob das Feld eine deutsche Postleitzahl beinhaltet.
Length-Validator	Zahl, welche die erlaubte Länge des Feldes angibt.	Prüft, ob das Feld die angegebene Anzahl an Zeichen aufweist.
RegEx-Validator	Regex-Zeichenkette	Prüft, ob das Feld der Bedingung des angegebenen Regex entspricht.
PhoneNumber-Validator	*Keiner*	Prüft, ob das Feld eine Telefonnummer enthält. Dabei wird nur geprüft, ob die Zeichen im entsprechendem Alphabet beinhaltet sind. Es wird auf kein spezifisches Format geprüft.

In Listing 6.10 ist ein Beispiel dagrstellt, welches für das Feld *value1* eine Validatorgruppe definiert. Das Feld ist valide, wenn es entweder (Operator EXACT_ONE) eine KVNR beinhaltet oder leer (woebei Leerzeichen erlaubt sind) ist.

```
<validator-config>
    <field>value1</field>
    <validator-group>
        <validator>
            <qualified-class-name>
                org.emau.icmvc.ttp.deduplication.impl.
                validation.EGKValidator
            </qualified-class-name>
        </validator>
        <validator>
            <qualified-class-name>
                org.emau.icmvc.ttp.deduplication.impl.
                validation.EmptyFieldValidator
            </qualified-class-name>
            <validation-criterion>True</validation-criterion>
        </validator>
        <link>EXACT_ONE</link>
    </validator-group>
</validator-config>
```

Listing 6.10: XML-Code zum Definieren von einer Validator-Gruppe.

6.10 Dublettenauflösungsgründe

Bei einer Dublettenauflösung (Abschnitt 8.5) kann entweder eine Begründung in einem Freitextfeld angegeben werden, oder eine zuvor definierte Begründung

ausgewählt werden. Letztere Auswahlmöglichkeiten werden in der Domänen-Konfiguration hinterlegt. Im Element `deduplication` kann hierfür eine Liste von Begründungen angelegt werden, welches im Form eines oder mehrerer `reason`-Elemente stattfindet. Jede Begründung erhält einen Namen und eine kurze Beschreibung. In Listing 6.11 wird exemplarisch eine Dublettenauflösungsbegründung definiert.

```
<deduplication>
    <reason>
        <name>Tippfehler</name>
        <description>
            Vertauschte oder fehlende Zeichen
        </description>
    </reason>
    ...
</deduplication>
```

Listing 6.11: Exemplarisches Beispiel zum Anlegen von Dublettenauflösungsbegründungen. Hier am Beispiel der Begründung “Tippfehler” mit einer kurzen erklärenden Beschreibung.

6.11 Privatsphäre

Das `privacy`-Element ist ein Container für alle Bloomfilter-Konfigurationen. Der E-PIX unterstützt die Generierung mehrerer Bloomfilter (mittels unterschiedlicher Konfiguration) auf Basis der IDAT. Jeder Bloomfilter besteht dabei aus einem `bloomfilter-config`-Element, welches die jeweilige Konfiguration beinhaltet.

6.11.1 Bloomfilter-Konfiguration

Die Bloomfilter-Konfiguration enthält alle Einstellungen für einen Bloomfilter. Dabei ist zu beachten, dass das Feld in dem der Bloomfilter gespeichert wird, die Länge des Bloomfilters zulässt (vgl. Tabelle 9.1). Außerdem wird der Bloomfilter aus normalisierten bzw. aus aufbereiteten Werten generiert (Abschnitt 6.12). Der Bloomfilter kann wie andere Felder auch zum Matching verwendet werden. Hierzu stehen entsprechende Vergleichsverfahren zur Verfügung. Im Abschnitt 6.13.6.6 sind weitere Informationen dazu enthalten. Zu beachten ist, dass Bloomfilter im E-PIX im Base64-Format gespeichert werden.
In der nachfolgenden Tabelle 6.5 sind alle Elemente zur Bloomfilter-Konfiguration aufgeführt. Ein Beispiel ist in Listing 6.12 dargestellt.

Tabelle 6.5: Elemente der Bloomfilter-Konfiguration.

Element	Beschreibung	Beispiel
`algorithm`	Angabe des Algorithmus, welcher das Verfahren zur Erzeugung des Bloomfilters implementiert. Eine Auflistung von den unterstützen Algorithmen ist in Tabelle 6.6 zu finden.	org.emau.icmvc.ttp.-deduplication.impl.-bloomfilter.-RandomHashingStrategy
`field`	Das Feld in das der Bloomfilter gespeichert werden soll. Dabei zu ist beachten, dass das Feld ggf. überschrieben wird und die Länge des Bloomfilters durch das Feld unterstützt werden muss. Obwohl alle Felder grundsätzlich verwendet werden können, wird die Wahl der Value-Felder 6-8 (Tabelle 9.1) empfohlen (je nach Konfiguration).	value8
`length`	Länge des Bloomfilters in Bits.	1000
`ngrams`	Länge der N-Gramme, die für die Erzeugung des Bloomfilters verwendet werden. Klassischerweise wird hier ein Wert von 2 angegeben, um Bi-Gramme zu erzeugen.	2
`bits-per-ngram`	Anzahl der Bits, die pro N-Gramm im Bloomfilter gesetzt werden. Beim Doube-Hashing wird von Iterationen gesprochen. Beim Random-Hashing handelt es sich um die Anzahl der generierten Zufallspositionen.	25

`fold`	Der E-PIX unterstützt ein *XOR-Folding* von Bloomfiltern nach Schnell et al.[1]. Der Wert gibt die Anzahl der Faltungen an. Zu beachten ist, dass der Wert+1 ein ganzzahliger Teiler von der Länge des Bloomfilters sein muss $n + 1 \vert Laenge$. Wird 0 angegeben, wird der Bloomfilter nicht gefaltet. Pro Faltung halbiert sich die Länge des resultierenden Bloomfilters.	Bei Bloomfilter der Länge 1000 wären möglich: 0, 1, 3, 4, 7, ...
`alphabet`	Das Alphabet, welches beim Random-Hashing berücksichtigt werden soll (nur erforderlich, wenn das Random-Hashing verwendet wird).	ABCDEF12345-.
`balanced`	Der E-PIX unterstützt das Generieren von Balanced Bloomfiltern (Schnell et al.[2]). Das Element `balanced` enthält ein Feld `seed`, welches einen Zahlenwert enthält. Dieser stellt den Seed-Wert des Zufallsgenerators dar. Wird dieses Element (`balanced`) nicht angegeben, wird kein Balanced Bloomfilter erzeugt. Der Balanced Bloomfilter führt zu einer Verdopplung der resultierenden Bloomfilter-Länge.	462945623209

[1] Schnell, Rainer and Borgs, Christian, XOR-Folding for Bloom Filter-based Encryptions for Privacy-preserving Record Linkage (December 22, 2016). German Record Linkage Center, NO. WP-GRLC-2016-03, DECEMBER 22, 2016, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3527984 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3527984

[2] https://ieeexplore.ieee.org/document/7836669

`source-field`	Jeder Bloomfilter kann aus einem oder mehreren Feldern zusammengesetzt werden. Dabei wird je Feld (Element: `field` (enthält Feldnamen, siehe Tabelle 9.1)) der Wert entsprechend gehashed. Beim Random-Hashing kann pro Feld ein Seed-Wert (Element: `seed` (enthält einen Zahlenwert)) gesetzt werden. Beim Double-Hashing kann ein Salt auf Basis einer statischen Zeichenkette (Element: `salt-value` (enthält eine feste Zeichenkette (z.B.: a3ghd5o36#sz3)) oder dynamisch auf Basis eines anderen Feldes (Element: `salt-field` (enthält Feldnamen, siehe Tabelle 9.1)) der Identität gesetzt werden.	

Hinweis: Der E-PIX unterstützt mehrere Generierungsverfahren und zusätzliche Härtungsverfahren, die kombiniert werden können. Dabei ist zu beachten, dass die Bloomfilter-Konfiguration auf die Bedürfnisse des jeweiligen Projekts angepasst werden muss und so mitunter ein Abwägen zwischen Sicherheit und Qualität stattfinden muss. Ein Bloomfilter stellt immer eine Verallgemeinerung der Eingangsdaten dar und kann bei falscher Konfiguration zu schlechteren Matching-Ergebnissen führen, sofern der Bloomfilter zum Record Linkage genutzt wird. Untersuchungen zeigen, dass Bloomfilter zu vergleichbaren Ergebnissen führen, wie der Abgleich von IDAT[a].

[a] Randall SM, Ferrante AM, Boyd JH, Bauer JK, Semmens JB. Privacy-preserving record linkage on large real world datasets. J Biomed Inform. 2014 Aug;50:205–12.

Der E-PIX unterstützt mehrere Verfahren, um Bloomfilter zu erzeugen. In der nachfolgenden Tabelle sind alle unterstützen Algorithmen angegeben.

Tabelle 6.6: Unterstütze Algorithmen zur Generierung von Bloomfiltern.

Algorithmus	Beschreibung
`org.emau.icmvc.ttp.deduplication.impl.bloomfilter.RandomHashingStrategy`	Random Hashing[3]
`org.emau.icmvc.ttp.deduplication.impl.bloomfilter.DoubleHashingStrategy`	Double Hashing[4]
`org.emau.icmvc.ttp.deduplication.impl.bloomfilter.DoubleHashingStrategyFaster`	Optimierte Variante vom Double Hashing (Nicht Kompatibel mit `DoubleHashingStrategy`)

```
<privacy>
    <bloomfilter-config>
        <algorithm>
            org.emau.icmvc.ttp.deduplication.impl.bloomfilter.
            RandomHashingStrategy
        </algorithm>
        <field>value8</field>
        <length>1000</length>
        <ngrams>2</ngrams>
        <bits-per-ngram>15</bits-per-ngram>
        <fold>1</fold>
        <alphabet>
            ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ .-0123456789
        </alphabet>
        <balanced>
            <seed>4623829476</seed>
        </balanced>
        <source-field>
            <name>firstName</name>
            <seed>456542343</seed>
        </source-field>
        <source-field>
            <name>lastName</name>
            <seed>374027465</seed>
        </source-field>
    </bloomfilter-config>
    <bloomfilter-config>
        <algorithm>
            org.emau.icmvc.ttp.deduplication.impl.bloomfilter.
            DoubleHashingStrategy
        </algorithm>
```

```
        <field>value6</field>
        <length>500</length>
        <ngrams>2</ngrams>
        <bits-per-ngram>15</bits-per-ngram>
        <source-field>
            <name>firstName</name>
            <salt-field>birthDate</salt-field>
        </source-field>
        <source-field>
            <name>gender</name>
            <salt-value>Q2fh-Fk2#CjP+s5#</salt-value>
        </source-field>
    </bloomfilter-config>
</privacy>
```

Listing 6.12: Verkürzte exemplarische Konfiguration von zwei Bloomfiltern.

6.12 Vorverarbeitung

Mithilfe der Vorverarbeitung können Felder aufbereitet werden. Dies ermöglicht beispielsweise, dass für das Record Linkage z.B. die Vornamen ohne Berücksichtigung der Groß- und Kleinschreibung miteinander verglichen werden. Eine Vorverarbeitung muss maximal für die Felder durchgeführt werden, die beim Record Linkage verwendet werden. Die Felder werden in jedem Fall im unbearbeiteten Zustand, demnach so wie diese übermittelt wurden, im E-PIX abgelegt.

Im Element `preprocessing-config` werden alle `preprocessing-fields` aufgelistet. In Listing 6.13 ist ein einfaches Beispiel aufgeführt, welches die Konfiguration zur Aufbereitung des Vornamen-Feldes zeigt. In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Elemente erläutert.

```
<preprocessing-config>
    <preprocessing-field>
        <field-name>firstName</field-name>
        <simple-transformation-type
            xsi:type="ma:SimpleTransformation">
            <input-pattern> </input-pattern>
            <output-pattern></output-pattern>
        </simple-transformation-type>
        <complex-transformation-type
            xsi:type="ma:ComplexTransformation">
            <qualified-class-name>org.emau.icmvc.ttp.
                deduplication.preprocessing.impl.
                ToUpperCaseTransformation
            </qualified-class-name>
```

```
15          </complex-transformation-type>
16      </preprocessing-field>
17  <preprocessing-config>
```

Listing 6.13: Exemplarischer XML-Code mit allen Elementen für ein Vorverarbeitung eines Feldes.

6.12.1 Felder

Im Element `preprocessing-field` ist zum einen das betroffene Feld angegeben und alle Transformationen, die für die Aufbereitung eines Feldes verwendet werden sollen. Dabei wird zwischen einfachen und komplexen Transformationen unterschieden, die sich jeweils in ihrer Konfiguration unterscheiden. Eine einfache Transformation stellt ein einfaches Ersetzen dar. Hierbei wird eine bestimmte Zeichenkette in einem Feld gesucht und durch eine andere Zeichenkette ersetzt. Eine komplexe Transformation bezieht sich auf den Inhalt eines gesamten Feldes. Die durchgeführte Operation hängt dabei von der verwendeten Transformation ab.

> **Hinweis:** Die Reihenfolge der Transformationen ist nicht sichergestellt und kann von der Reihenfolge der Definition in der XML-Datei abweichen. Es gilt jedoch, dass `complex-transformation-type` stets nach `simple-transformation-type` verarbeitet werden.

6.12.2 Feldnamen

Das Element field-name gibt das Feld an, welches aufbereitet werden soll. Die Bezeichnungen für die jeweiligen Felder sind in Tabelle 9.1 angegeben.

6.12.3 Einfache Transformationen

Mithilfe des Elements `simple-transformation-type` kann eine definierte Zeichenkette durch eine andere ersetzt werden. Hierzu wird mittels des Elements `input-pattern` die Zeichenkette definiert, die ersetzt werden soll. Mit dem Element `output-pattern` kann die Zeichenkette angegeben werden, die eingefügt wird. Diese kann auch leer sein, dann wird die gefundene Zeichenkette nur entfernt. In Listing 6.14 sind zwei `simple-transformation-type` dargestellt. Die erste Transformation dient zum Entfernen von allen Leerzeichen aus einem Feld, die Zweite ersetzt das Zeichen A durch a.

```
1  ...
2  <simple-transformation-type xsi:type="ma:SimpleTransformation">
3      <input-pattern> </input-pattern>
4      <output-pattern></output-pattern>
5  </simple-transformation-type>
```

```
<simple-transformation-type xsi:type="ma:SimpleTransformation">
    <input-pattern>A</input-pattern>
    <output-pattern>a</output-pattern>
</simple-transformation-type>
...
```

Listing 6.14: XML-Code zur Definition zweier einfacher Transformationen.

> **Hinweis:** Das Entfernen der definierten Trennzeichen von `multiple-values` (vgl. Abschnitt 6.13.7) führt dazu, dass die Werte nicht mehr voneinander getrennt werden können. Werden bei der Vorverarbeitung z.B. Leerzeichen entfernt, so können im späteren nicht mehr mehrere Vornamen anhand von Leerzeichen entfernt werden.

6.12.4 Komplexe Transformationen

Mithilfe des Elements `complex-transformation-type` kann eine Transformation auf ein gesamtes Feld angewendet werden. Dies bedeutet nicht, dass alle Zeichen betroffen sind. Welche Transformation angewendet werden soll, wird mithilfe des Elements `qualified-class-name` angegeben. Die derzeit implementierten Transformationen sind in Tabelle 6.7 genannt und beschrieben. Dabei ist zu beachten, dass bei der Angabe der Transformation immer noch `org.emau.icmvc.ttp.deduplication.preprocessing.impl.` vorangestellt werden muss.

Tabelle 6.7: Unterstützte Transformationen für `complex-transformation-type`.

Transformation	Beschreibung	Beispiel
`ToUpperCase-Transformation`	Alle Kleinbuchstaben werden durch Großbuchstaben ersetzt.	Anna → ANNA
`CharsMutation-Transformation`	Ersetzt Umlaute.	München → Muenchen
`TrimTrans-formation`	Entfernt führende und nachfolgende Leerzeichen.	“ An na ” → “AN NA”
`CharNormalization-Transformation`	Normalisiert alle Zeichen nach ASCII[5]	â → a é → e

In Listing 6.15 wird exemplarisch gezeigt, wie führende und nachfolgende Leerzeichen für das Record Linkage mittels Transformator entfernt werden.

```
...
```

[5] wikipedia.org/wiki/American_Standard_Code_for_Information_Interchange

```
<complex-transformation-type xsi:type="ma:ComplexTransformation">
    <qualified-class-name>
        org.emau.icmvc.ttp.deduplication.preprocessing.impl.
        TrimTransformation
    </qualified-class-name>
</complex-transformation-type>
...
```

Listing 6.15: XML-Code zur Definition eines Transformators zum Entfernen führender und nachfolgender Leerzeichen.

6.12.5 Filter

Mit dem Element `simple-filter-type` kann ein Alphabet (`pass-alphabet`) bestimmt werden. Alle Zeichen die davon abweichen, werden durch das angegebene Ersatz-Zeichen (`replace-character`) ersetzt. Ist das Ersatz-Zeichen leer, so werden die Zeichen entfernt, die nicht im Alphabet enthalten sind. In Listing 6.16 ist ein einfaches Beispiel zum Entfernen ungültiger Zeichen dargestellt.

```
...
<simple-filter-type xsi:type="ma:SimpleFilter">
    <pass-alphabet>ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ</pass-alphabet>
    <replace-character></replace-character>
</simple-filter-type>
...
```

Listing 6.16: XML-Code zur Definition eines Filters, zum Entfernen aller Zeichen, die nicht Teil des Alphabets A-Z sind.

> **Hinweis:** Das Entfernen der definierten Trennzeichen von `multiple-values` (vgl. Abschnitt 6.13.7) führt dazu, dass die Werte nicht mehr voneinander getrennt werden können. Werden bei der Vorverarbeitung z.B. Leerzeichen entfernt, so können im späteren nicht mehr mehrere Vornamen anhand von Leerzeichen entfernt werden.

6.13 Matching

Das Record Linkage wird mithilfe des Elements `matching` konfiguriert. Im E-PIX wird das Verfahren von Fellegi-Sunter zur Bestimmung von Wahrscheinlichkeiten verwendet. Hierzu werden die Felder konfiguriert, welche für das Blocking und das Matching verwendet werden sollen. Mithilfe von zwei Schwellwerten (`threshold-possible-match` und `threshold-automatic-match`) kann zwischen 4 Match-Typen unterschieden werden. In Tabelle 8.1 sind alle Match-Typen aufgeführt und entsprechend erläutert. Die Schwellwerte können dem Verfahren

entsprechend angepasst werden. Werden die Elemente nicht angegeben, werden Standardwerte gesetzt. In Tabelle 6.8 sind die empfohlenen und Standard-Schwellwerte dargestellt.

Tabelle 6.8: Schwellwerte für einen Automatischen Match und einen Möglichen Match.

Schwellwert	Wert (gemäß Standardkonfiguration in Abschnitt 7.1)	Standardwert (wenn nicht angegeben)
`threshold-automatic-match`	14,5	20
`threshold-possible-match`	2,99	4

6.13.1 Schwellwert für mögliche Matches

Mit dem Element `threshold-possible-match` kann der Schwellwert für einen Möglicher Match (vgl. Tabelle 6.8) definiert werden. Überschreitet die ermittelte Ähnlichkeit den angegeben Wert (und unterschreitet den Schwellwert für einen Automatischen Match (`threshold-automatic-match`)), so wird der Match-Typ Möglicher Match als Ergebnis des Record Linkages zurückgegeben. In Listing 6.17 ist die Definition des Schwellwert dargestellt.

```
1 <threshold-possible-match>2.99</threshold-possible-match>
```

Listing 6.17: XML-Code zur Definition des Schwellwerts zur Klassifizierung von Möglichen Matches.

6.13.2 Schwellwert für automatische Matches

Mit dem Element `threshold-automatic-match` kann der Schwellwert für einen Automatischer Match (vgl. Tabelle 6.8) definiert werden. Unterscheiden sich die abgeglichenen Datensätze voneinander und die ermittelte Ähnlichkeit liegt jedoch über den angegebenen Wert, so wird der Match-Typ Automatischer Match als Ergebnis des Record Linkages zurückgegeben. In Listing 6.18 ist die Definition des Schwellwert dargestellt.

```
1 <threshold-automatic-match>14.5</threshold-automatic-match>
```

Listing 6.18: XML-Code zur Definition des Schwellwerts zur Klassifizierung von Automatischen Matches.

Info: Wie können automatische Zusammenführungen deaktiviert werden?
Eine automatische Zusammenführung kann auf Perfekte Matches. mgenitive beschränkt werden. Fälle mit sehr höher Übereinstimmung, die trotz kleiner Unterschiede zusammengeführt werden würden (Automatischer Match), können somit manuell geprüft werden. Hierzu wird der Schwellwert für `threshold-automatic-match` auf 1000 gesetzt. Damit liegt dieser beim internen Wert für Perfekte Matches. mgenitive und wird so niemals "vor" einem Perfekter Match erreicht.

6.13.3 CEMFIM

CEMFIM steht für *Check Equal Match for Identifier Match* und dient dazu das Matchingergebnis zu beeinflussen. Dabei kann definiert werden, wie sich der E-PIX verhalten soll, wenn ein übermittelter Identifier (siehe auch Lokaler Identifier) mit dem einer Identität übereinstimmt, jedoch mindestens ein Match mit einer Identität einer anderen Person vorhanden ist. Das Element kann die Werte `true` oder `false` annehmen. Das Verhalten des E-PIX kann aus Tabelle 6.9 entnommen werden.

Tabelle 6.9: Verhalten des E-PIX, je nachdem wie das Element `use-cemfim` definiert wurde.

CEMFIM	Mehr als 1 Match vorhanden (mit anderer Person)	Verhalten
`true`	Ja	Fehler: Ein Identifier darf nur einer Person pro Domäne zugeordnet sein.
`false`	Ja	Die Identität wird gespeichert und als Möglicher Match hinterlegt.
`true`	Nein	Die Identität wird gespeichert und als Möglicher Match hinterlegt.
`false`	Nein	Die Identität wird gespeichert und als Möglicher Match hinterlegt.

In Listing 6.19 ist exemplarisch die Definition dargestellt.

```
1 <use-cemfim>true</use-cemfim>
```

Listing 6.19: XML-Code zur Definition des `use-cemfim`-Wertes.

6.13.4 Paralleles Record Linkage

Der E-PIX unterstützt Multithreading, wodurch die Performance gesteigert wird. Bei einer niedrigen Anzahl von registrierten Identitäten ist es performanter einen sequenziellen Abgleich durchzuführen. Mit dem Element `parallel-matching-after` kann daher definiert werden, ab wie viel registrierten Identitäten ein paralleler Abgleich, also verteilt auf mehrere Threads, stattfinden soll. Der Wert ist abhängig von der Rechenleistung des verwendeten Systems. Bei einem erwarteten Datenbestand von mehreren Tausend registrierten Identitäten sollte der Wert nicht zu hoch gewählt werden. Wird der Wert nicht definiert, so wird standardmäßig 1000 gesetzt. In Listing 6.20 ist exemplarisch die Definition dargestellt.

```
1 <parallel-matching-after>1000</parallel-matching-after>
```

Listing 6.20: XML-Code zur Definition der Anzahl registrierter Personen, ab denen der E-PIX Multithreading verwendet.

6.13.5 Multithreading

Mithilfe des Elements `number-of-threads-for-matching` kann die Anzahl der verwendeten Threads definiert werden. Dabei wird diese in Abhängigkeit des verwendeten Systems eingestellt. Wenn das Element nicht definiert wird, liegt der Wert standardmäßig bei 4 Threads. Je nachdem, wie viele Threads der E-PIX verwenden soll, kann der Wert erhöht oder verringert werden. Eine höhere Anzahl von Threads bedeutet, dass im optimalen Fall ein Abgleich von Personen schneller durchgeführt werden kann, da die Vergleiche auf mehrere Threads aufgeteilt werden. Insbesondere bei großen Datenbeständen kann eine Verteilung auf mehrere Threads deutlich performanter sein. In Listing 6.21 ist die exemplarische Definition der Anzahl der verwendeten Threads dargestellt.

```
1 <number-of-threads-for-matching>4</number-of-threads-for-matching>
```

Listing 6.21: XML-Code zur Definition der Anzahl der verwendeten Threads.

> **Hinweis:** Eine Parallelisierung findet erst statt, wenn die jeweilige Domäne die definierte Anzahl an Identitäten überschreitet (vgl. Abschnitt 6.13.4).

6.13.6 Matching-Feld

Mit dem Element `field` werden alle Felder definiert, die im Rahmen des Blockings oder/und Matchings verwendet werden. Jedes Feld wird hierfür separat konfiguriert. Dabei ist zu beachten, dass wenn nur ein Feld zu Matching genutzt wird, dass das Gewicht auf 100 gesetzt wird. Werden mehrere Felder verwendet, werden die

Felder im Verhältnis ihres Gewichts in die Berechnung einbezogen. In Listing 6.22 ist exemplarisch angegeben, wie eine Konfiguration eines Feldes aussehen kann. Im Folgenden werden die einzelnen Elemente erläutert.

```
<field>
    <name>gender</name>
    <matching-threshold>0.75</matching-threshold>
    <weight>3</weight>
    <algorithm>
        org.emau.icmvc.ttp.deduplication.impl.LevenshteinAlgorithm
    </algorithm>
</field>
```

Listing 6.22: XML-Code zur exemplarischen Konfiguration eines Felders, welches zum Matching verwendet wird.

6.13.6.1 Feldname

Das Element `name` gibt an, welches Feld für das Blocking oder/und Matching verwendet werden soll. Die Bezeichnungen für die jeweiligen Felder sind in Tabelle 9.1 angegeben. In Listing 6.23 ist exemplarisch der Wert `gender` angegeben, wenn das Geschlecht z.B. für das Blocking verwendet werden soll.

```
<name>gender</name>
```

Listing 6.23: XML-Code zur Definition des Feldes für das Record Linkage.

6.13.6.2 Schwellwert für Blocking

Beim Blocking wird ein erster Abgleich durchgeführt, um eine erste Selektierung durchzuführen. Die Schwellwerte sollten hierfür niedriger angesetzt werden, damit potentielle Duplikate nicht aufgrund eines Abgleichs mit reduzierter Anzahl von abgeglichenen Feldern aussortiert werden. Wird keine entsprechende Schwelle gesetzt, wird standardmäßig der Wert 0.0 gesetzt. Dieser Schwellwert besitzt einen Wertebereich von 0.0 bis 1.0, wobei 0.0 als 0% und 1.0 als 100% zu verstehen ist. In Listing 6.24 wird exemplarisch ein Schwellwert definiert.

```
<blocking-threshold>0.8</blocking-threshold>
```

Listing 6.24: XML-Code zur Definition eines Schwellwertes für das Blocking von einem Feld.

6.13.6.3 Blocking-Modus

Das Blocking unterstützt zwei Datentypen für einen Abgleich zweier Felder. Zum einen `TEXT`, für beliebige Zeichenketten und `NUMBERS` für Zahlen. Letzteres stellt

für Zahlen eine Optimierung dar und ist performanter. Dies kann beispielsweise beim Feld Geburtsdatum (`birthDate`, vgl. Tabelle 9.1) verwendet werden. Wenn das Element `blocking-mode` nicht angegeben wurde, wird standardmäßig `TEXT` verwendet. In Listing 6.25 ist die Definition von `blocking-mode` exemplarisch für Zahlenvergleiche dargestellt.

```
1 <blocking-mode>NUMBERS</blocking-mode>
```

Listing 6.25: XML-Code zur Definition der Blocking-Vergleichsmethode.

6.13.6.4 Schwellwert für Match

Ist beim Matching der ermittelte Wert der Übereinstimmung gleich oder höher dem im Element `matching-threshold` definierten Wert, dann liegt ein Match für das entsprechende Feld vor. Anders als beim Blocking sollte der Schwellwert höher angesetzt werden, weil beim Matching nur tatsächliche Duplikate ermittelt werden sollen. Trotzdem sollte der Schwellwert genug Raum für etwaige Fehler (z.B. Tippfehler, Zahlendreher) lassen, damit beim Abgleich diese dennoch als Duplikate erkannt werden können. Der Schwellwert hängt von dem entsprechenden Feld ab und muss dementsprechend an das Feld angepasst werden. Der Schwellwert besitzt einen Wertebereich von 0.0 bis 1.0, wobei 0.0 als 0% und 1.0 als 100% zu verstehen ist. In Listing 6.26 ist exemplarisch eine Schwelle definiert.

```
1 <matching-threshold>0.8</matching-threshold>
```

Listing 6.26: XML-Code zur Definition eines Schwellwertes für das Matching von einem Feld.

6.13.6.5 Gewichtung für Feld

Mit dem Element `weight` kann eine Gewichtung definiert werden. Damit kann bestimmt werden, wie sehr das Ergebnis eines Vergleichs in das Gesamtergebnis einfließt. Je höher der Wert ist, desto höher gewichtet wird das Feld. Wenn kein Wert angegeben wurde, wird der Wert 1 standardmäßig verwendet. In Listing 6.27 ist exemplarisch eine Gewichtung angegeben.

```
1 <weight>3</weight>
```

Listing 6.27: XML-Code zur Gewichtung eines Feldes.

6.13.6.6 Algorithmus

Der Abgleich der Felder kann mittels unterschiedlicher Verfahren durchgeführt werden. Hierfür wird im Element `algorithm` der Algorithmus eingetragen, welcher für das Matching verwendet werden soll. In Tabelle 6.10 sind alle derzeit unterstützten

Verfahren aufgelistet und erläutert. Bei der Angabe des Algorithmus muss immer ein `org.emau.icmvc.ttp.deduplication.impl.` vorangestellt werden.

Tabelle 6.10: Unterstütze Algorithmen für das Matching.

Algorithmus	Beschreibung
`ColognePhoneticAlgorithm`	Vergleicht zwei Werte nach ihrem Sprachklang. Die Nachnamen Maier, Meyer und Meier würden beispielsweise als gleich gewertet werden.
`DeterministicAlgorithm`	Vergleicht zwei Werte auf exakte Gleichheit. Bei exakter Gleichheit zweier Werte ist das Ergebnis 1, bei einer Abweichung 0.
`LevenshteinAlgorithm`	Vergleicht zwei Werte anhand ihrer Levenshtein-Distanz. Dabei werden durch Einfügen oder Löschen von Zeichen zwei Zeichenketten aneinander angeglichen. Je weniger Operationen nötig sind, desto Ähnlicher sind sich zwei Werte. Dies stellt die empfohlene Methode für das Matching dar und wird standardmäßig verwendet.
`SorensenDiceCoefficient-Coded`	Vergleicht zwei (Base64-kodierte) Bloomfilter auf Ähnlichkeit. Dabei wird der Sørensen-Dice Koeffizient verwendet. Dieser Algorithmus wird verwendet, wenn der Bloomfilter direkt im E-PIX erzeugt wurde.
`JaccardSimilarity-AlgorithmCoded`	Vergleicht zwei (Base64-kodierte) Bloomfilter auf Ähnlichkeit. Dabei wird der Jaccard-Koeffizient verwendet. Dieser Algorithmus wird verwendet, wenn der Bloomfilter direkt im E-PIX erzeugt wurde.

SorensenDiceCoefficient	Vergleicht zwei (0 und 1 basierte Strings) Bloomfilter auf Ähnlichkeit. Dabei wird der Sørensen-Dice Koeffizient verwendet. Dieser Algorithmus wird verwendet, wenn der Bloomfilter nicht im Base64-Format dem E-PIX übermittelt wird, sondern in einem 0 und 1 basierten String vorliegt.
JaccardSimilarityAlgorithm	Vergleicht zwei (0 und 1 basierte Strings) Bloomfilter auf Ähnlichkeit. Dabei wird der Jaccard-Koeffizient verwendet. Dieser Algorithmus wird verwendet, wenn der Bloomfilter nicht im Base64-Format dem E-PIX übermittelt wird, sondern in einem 0 und 1 basierten String vorliegt.

In Listing 6.28 wird exemplarisch die Definition eines Algorithmus zum Abgleich von einem Feld definiert.

```
<algorithm>
    org.emau.icmvc.ttp.deduplication.impl.LevenshteinAlgorithm
</algorithm>
```

Listing 6.28: XML-Code zur Definition des Algorithmus für das Matching.

6.13.7 Multiple-Value Feld

Der E-PIX unterstützt sogenannte Multiple-Value Fields. Hierbei werden Teil-Zeichenketten innerhalb eines Feldes in unterschiedlichen Reihenfolgen abgeglichen. Sind beispielsweise mehrere Vornamen innerhalb des Feldes Vorname angegeben, so werden bei einem Vergleich alle Permutationen der Reihenfolgen abgeglichen. Es wäre somit beispielsweise irrelevant, ob eine Person die Vornamen “Klaus Dieter” oder “Dieter Klaus” angegeben hat. Hierzu kann ein Separator definiert werden, anhand dessen die Teil-Zeichenketten ermittelt werden. In Listing 6.29 ist exemplarisch das Element `multi-values` dargestellt. Die enthaltenen Elemente werden im Folgenden erläutert.

```
<multiple-values>
    <separator> </separator>
    <penalty-not-a-perfect-match>0.1</penalty-not-a-perfect-match>
    <penalty-one-short>0.1</penalty-one-short>
    <penalty-both-short>0.2</penalty-both-short>
```

```
6 </multiple-values>
```

Listing 6.29: XML-Code zur Definition eines `multiple-values`-Feldes.

6.13.7.1 Separator

Mit dem Element `separator` kann ein Zeichen definiert werden, anhand dessen ein Wert in mehrere Zeichenketten aufgespalten wird. Beim Feld Vorname könnte dies beispielsweise ein Leerzeichen sein, sodass sich z.B. aus “Klaus Dieter” die Teil-Zeichenketten “Klaus” und “Dieter” ergeben. Ein Abgleich findet dann unabhängig der Reihenfolge der Teil-Zeichenketten statt. Zu beachten ist, dass nur ein Zeichen als Separator dienen kann. In Listing 6.30 ist die Definition eines Leerzeichens als Separator dargestellt.

```
1 <separator> </separator>
```

Listing 6.30: XML-Code zur exemplarischen Definition eines Leerzeichens als Separator eines `multiple-values`-Feldes.

6.13.7.2 Abzug bei Nicht-Perfect Match

Mit dem Element `penalty-not-a-perfect-match` kann ein Wert definiert werden, der dem Wahrscheinlichkeitswert einer Übereinstimmung abgezogen wird, wenn bei einem Multiple-Value-Feld zwar alle Teil-Zeichenketten eine hinreichende Ähnlichkeit haben, aber nicht exakt gleich sind. Beispiel: “Klaus Dieter” und “Klaas Dieter”. “Klaas” und “Klaus” sind ähnlich genug und haben daher eine hinreichende Ähnlichkeit. Sie sind aber nicht identisch. In Listing 6.31 ist exemplarisch gezeigt, wie ein Wert hierfür definiert wird.

```
1 <penalty-not-a-perfect-match>0.1</penalty-not-a-perfect-match>
```

Listing 6.31: XML-Code zur exemplarischen Definition des `penalty-not-a-perfect-match`-Wertes.

6.13.7.3 Abzug bei einzelnen Übereinstimmungen

Mit dem Element `penalty-one-short` kann ein Wert definiert werden, der dem Wahrscheinlichkeitswert einer Übereinstimmung abgezogen wird, wenn bei einem Multiple-Value-Feld nicht alle Teil-Zeichenketten eine hinreichende Ähnlichkeit aufweisen. Beispiel: “Klaus Dieter” und “Klaus”. “Klaus” ist vorhanden, “Dieter” fehlt jedoch in einem Datensatz. In Listing 6.32 ist exemplarisch gezeigt, wie ein Wert hierfür definiert wird.

```
<penalty-one-short>0.1</penalty-one-short>
```

Listing 6.32: XML-Code zur exemplarischen Definition des `penalty-one-short`-Wertes.

6.13.7.4 Abzug bei Teilübereinstimmung

Mit dem Element `penalty-both-short` kann ein Wert definiert werden, der dem Wahrscheinlichkeitswert einer Übereinstimmung abgezogen wird, wenn bei beiden Multiple-Value-Feldern nicht alle Teil-Zeichenketten eine hinreichende Ähnlichkeit aufweisen. Beispiel: “Klaus Dieter” und “Dieter Erhardt”. In Listing 6.33 ist exemplarisch gezeigt, wie ein Wert hierfür definiert wird.

```
<penalty-both-short>0.2</penalty-both-short>
```

Listing 6.33: XML-Code zur exemplarischen Definition des `penalty-both-short`-Wertes.

7. Anwendungsbeispiele

Jedes Projekt und jedes Forschungsvorhaben haben unterschiedliche Anforderungen bei der technischen Umsetzung zu berücksichtigen. Register, wie das Klinische Krebsregister MV (KKR-MV), verzeichnen alle Krebspatienten aus Mecklenburg-Vorpommern. Hier ist eine besonders hohe Genauigkeit bei der Zusammenführung von Informationen (bei bislang mehr als 400.000 Personen) aus den beteiligten Registerstellen und bei der Identifikation der Personen erforderlich. Jede Abweichung in den demografischen Informationen, sei es nur ein Zeichen, soll dem Treuhandstellenpersonal signalisiert werden und muss einer genauen Prüfung unterzogen werden.

In der NAKO Gesundheitsstudie werden die demografischen Daten der potentiellen Studienteilnehmer von den Meldeämtern abgerufen. Da hier von einer gewissen Grundqualität der Daten auszugehen ist, sind die Schwellwerte deutlich höher als im KKR-MV gewählt. Dies hat zur Folge, dass bei mehr als 2 Mio. eingeschlossenen Personen die nötige manuelle Nacharbeit zum Auflösen von Möglichen Matches (Dublettenauflösung), bei gleichzeitiger Gewährleistung der Qualität, auf ein Mindestmaß reduziert werden konnte.

Beide Beispiele lassen sich problemlos über entsprechende Schwellwerte und Parameter mit Hilfe der E-PIX Konfiguration abbilden.

Grundlage der Erkennung der Personen, ist der Matching-Prozess des E-PIX. Das beabsichtigte Verhalten (welche Felder sollen wie abgeglichen werden) und die nötige Genauigkeit (wann soll der E-PIX entscheiden und wann soll ein Möglicher Match signalisiert werden) kann über einer Vielzahl von Schwellwerten und Parametern konfiguriert werden.

Je niedriger die Schwellwerte für einen Möglicher Match gewählt wird desto mehr Matching-Paare von Personen werden signalisiert und umso mehr manuelle Kontrolle dieser möglichen Matches durch das Treuhandstellenpersonal ist erforderlich.

Die Konfiguration des E-PIX erfolgt je Domäne. Um die Vielzahl der Anpassungsmöglichkeiten zu verstehen, werden nachfolgend einige Beispiele im Detail erläutert. Diese können als Grundlage genutzt werden, um projekt-spezifische Anpassungen vorzunehmen. Die einzelnen Matching-Mechanismen und möglichen Konfigurationsoptionen wurden im Kapitel 6 beschrieben.

Hinweis: Die Konfiguration des E-PIX sollte stets vor produktivem Beginn des Vorhabens erfolgen. Der E-PIX entscheidet über den Matching-Zustand einer Person auf Basis der bereits vorhandenen Daten und der aktuellen Konfiguration. Aktualisiert man die Konfiguration bzgl. des Matchings oder der Aufbereitung der Eingabedaten, obwohl bereits Daten in der Datenbank vorhanden sind, müssen diese erneut eingespielt werden (idealerweise in eine leere Domäne), um die Korrektheit der Matching-Bewertung gemäß der neuen Konfiguration gewährleisten zu können. Da im produktiven Betrieb keine Änderungen an der Konfiguration vorgesehen sind, kann die Domänen-Konfiguration nach erstmalige Personenregistrierung nicht mehr verändert werden.

Hinweis: Standardkonfigurationen (mit und ohne Bloomfilter) werden beim E-PIX mitgeliefert und können als Grundlage für Änderungen oder Erweiterungen verwendet werden. Zu finden sind diese im Verzeichnis `/examples` als .xml-Dateien. Zudem befindet sich dort eine Demo-Datenbank (.sql) mit exemplarischen Daten.

7.1 Standardkonfiguration

Dem E-PIX ist eine Standardkonfiguration für Domänen beigelegt. Diese kann für Projekte bereits ohne Anpassungen ausreichend sein. Grundsätzlich gilt, dass während des produktiven Betriebs die Konfiguration nicht mehr geändert werden soll. Für eine korrekte Bewertung des Matchings ist bei einer Änderung der Konfiguration eine komplette Neuregistrierung aller Datensätze erforderlich. Demnach kann die Standardkonfiguration als Grundlage herangezogen werden, sollte jedoch wenn erforderlich durch Projekt-spezifische Parameter angepasst werden.

Die Standardkonfiguration nutzt für das Record Linkage die Felder `firstName` (Vorname), `lastName` (Nachname), `birthDate` (Geburtsdatum) und `gender` (Geschlecht). Die Felder `firstName` und `lastName` werden für den Abgleich mittels

Vorverarbeitung (pre-processing) (Abschnitt 4.3.4 oder 6.12) aufbereitet. Diese umfasst das Ersetzen von Zeichen mit Diakritika und Umlauten im Vor- und Nachname. Außerdem werden bekannte Titel oder akademische Grade entfern. Für das Blocking werden die Felder `firstName` und `birthDate` verwendet. Für das Feld `firstName` werden zudem Multiple-Values (Abschnitt 4.3.5 oder 6.13.7) genutzt. Als Trennzeichen wird ein Leerzeichen verwendet, weshalb Leerzeichen nicht bei der Vorverarbeitung entfernt werden. Ein Matching findet mithilfe aller vier Felder statt. Für einen Abgleich wird immer die Levenshtein-Distanz verwendet[1]. In Tabelle 7.1 sind die Felder zur Übersicht dargestellt.

Tabelle 7.1: Felder, Schwellwerte und Wichtungen der Standardkonfiguration.

Feld	Blocking-Schwellwert	Matching-Schwellwert	Wichtung
firstName	0,4	0,8	8
lastName	*Kein Blocking*	0,8	6
birthDate	0,6	1,0	9
gender	*Kein Blocking*	0,75	3

Für alle Feldvergleiche wird der Algorithmus zur Berechnung der Levenshtein-Distanz verwendet (Tabelle 6.10). In Tabelle 7.2 sind die Schwellwerte für die automatische Zusammenführung (Automatischer Match) und zur Erkennung von Möglichen Matches.

Tabelle 7.2: Schwellwerte für automatische und mögliche Matches.

Schwellwert	Wert
`threshold-automatic-match`	14,5
`threshold-possible-match`	2,99

Die Standardkonfiguration berücksichtigt *Multiple-Value*-Felder (Abschnitt 6.13.7). Für das Geburtsdatum wird der optimierte Blocking-Modus `NUMBERS` verwendet (Abschnitt 6.13.6.3).

Info: Die Weboberfläche hat beim Anlegen einer neuen Domäne die Einstellungen der Standardkonfiguration hinterlegt (Abschnitt 4.3). Daher sind die Felder entsprechend vorausgefüllt.

[1] Weitere Vergleichsmöglichkeiten sind implementiert (siehe Tabelle 6.10)

7.2 Krebsregister

Die Konfiguration des Krebsregisters MV nutzt für das Record Linkage die Felder `firstName` (Vorname), `lastName` (Nachname), `birthDate` (Geburtsdatum), `gender` (Geschlecht) und `value3` (Feld3). Das Feld `value3` enthält die Postleitzahl des Hauptwohnsitzes der registrierten Person. Letzteres wird über ein *Value*-Feld übermittelt, da die Adresse/Kontaktdaten nicht zum Matching verwendet werden können. Es ist daher erforderlich, hierfür ein Freitextfeld zu verwenden und die Postleitzahl zusätzlich dort einzutragen. Die Felder `firstName` und `lastName` werden für den Abgleich mittels Vorverarbeitung (pre-processing) (Abschnitt 4.3.4 oder 6.12) aufbereitet. Für das Blocking werden die Felder `firstName` und `birthDate` verwendet. Für das Feld `firstName` werden zudem Multiple-Values (Abschnitt 4.3.5 oder 6.13.7) genutzt. Ein Matching findet mithilfe aller fünf Felder statt. In Tabelle 7.3 sind die Felder zur Übersicht dargestellt.

Tabelle 7.3: Verwendete Felder mit Schwellwerten und Wichtungen im Krebsregister MV.

Feld	Blocking-Schwellwert	Matching-Schwellwert	Wichtung
firstName	0,4	0,8	8
lastName	*Kein Blocking*	0,8	6
birthDate	0,6	1,0	11
gender	*Kein Blocking*	0,75	3
value3	*Kein Blocking*	0,9	5

Für alle Feldvergleiche wird der Algorithmus zur Berechnung der Levenshtein-Distanz verwendet (Tabelle 6.10). In Tabelle 7.4 sind die Schwellwerte für die automatische Zusammenführung (Automatischer Match) und zur Erkennung von Möglichen Matches.

Tabelle 7.4: Schwellwerte für automatische und mögliche Matches im Krebsregister MV.

Schwellwert	Wert
`threshold-automatic-match`	1001
`threshold-possible-match`	3,15

Der Schwellwert für einen Automatischen Match wurde mit `1001` so gewählt, dass keine automatischen Zusammenführungen stattfinden. Wird ein Perfekter Match erkannt, so liegt der ermittelte Ähnlichkeitswert beim Maximalwert von `1000`.

Der Schwellwert für automatische Zusammenführungen kann daher nie erreicht werden (Abschnitt 6.8). Für das Geburtsdatum wird der optimierte Blocking-Modus `NUMBERS` verwendet (Abschnitt 6.13.6.3).

7.3 Matching mit Krankenversicherungsnummern

Der E-PIX unterstützt das Matching von KVNR der eGK. Im Registrierungsprozess kann anhand der enthaltenen Prüfziffer validiert werden, ob die angegebene KVNR gültig ist. Es ist zu beachten, dass die vollständige KVNR 20 oder 30 Stellen aufweisen kann, wobei diese einen 10-stelligen unveränderlichen Teil aufweist. Dieser bleibt auch beim Wechsel der Krankenkasse der Person erhalten. Die Prüfung bzw. das Matching bezieht sich nur auf diesen Teil, da Datensätze auch dann zusammengeführt werden sollen, wenn zwischenzeitlich ein Wechsel der Krankenkasse erfolgt ist. Da das Matching sich nur auf den 10-stelligen Teil bezieht, wird im Folgendem davon ausgegangen, dass das verglichene Feld nur diesen 10-stelligen Teil beinhaltet. Soll die komplette KVNR erfasst werden, so kann dies in einem separaten Feld erfolgen.

Der E-PIX bietet Validatoren zur Validierung an (vgl. Abschnitt 4.3.3 oder 6.9). Hierbei steht auch ein Validator zur Prüfung der KVNR zur Verfügung[2]. Beim Matching von Identifikatoren wie der KVNR, wird auf exakte Übereinstimmung geprüft. Auch wenn zwei KVNR sehr ähnlich sind, können diese valide und zu zwei unterschiedlichen Personen gehören. Daher findet ein Abgleich mittels `DeterministicAlgorithm` (vgl. Abschnitt 4.3.5 und 6.13.6.6) statt. Zwei KVNR werden somit nur dann als Match gewertet, wenn diese übereinstimmen. Grundsätzlich ist es möglich, noch weitere Matching-Parameter zu definieren.

In Tabelle 7.5 ist die Konfiguration des Abgleichs von der KVNR dargestellt. Da in diesem Beispiel nur die KVNR verglichen werden soll und diese demnach als einziges Feld verwendet wird, wird der Matching-Schwellwert auf 1,0 festgelegt. Dies stellt einen Sonderfall dar, weil üblicherweise mehrere Felder in die Matching-Berechnung eingezogen werden. Ein Blocking ist nicht erforderlich, da bei nur einem Matching-Feld kein Performance-Gewinn erzielt werden kann.

[2] Dieser prüft nur den 10-stelligen festen Teil der KVNR, auch wenn die vollständige KVNR angegeben wurde

Tabelle 7.5: Matching mit KVNR mit Schwellwert und Wichtung.

Feld	Matching-Schwellwert	Wichtung
value1	1,0	1

Die Schwellwerte für `threshold-automatic-match` und `threshold-possible-match` können auf den Standardwerten bleiben. Da nur ein Feld verwendet wird und dieses nur bei exakter Übereinstimmung zusammengeführt werden soll, geschieht dies nur bei einem Perfekten Match. Alternativ kann `threshold-automatic-match` auf `1001` gesetzt werden, um zu signalisieren, dass nur bei exakter Übereinstimmung eine Zusammenführung erfolgt.

7.4 Privacy-Preserving Record Linkage

Der E-PIX unterstützt ein PPRL mittels Bloomfilter. Ein PPRL kann in Projekten mit Standort-übergreifenden Record Linkage erforderlich sein, damit keine Klartextdaten den Standort verlassen. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen einem Daten-liefernden Standort, der auf Basis von lokal vorliegenden IDAT einen Bloomfilter erzeugt und z.B. einer föderierten Treuhandstelle, welche die Bloomfiltern entgegennimmt und miteinander abgleicht.

7.4.1 Bloomfilter erzeugen

Der Bloomfilter wird während des Registrierungsprozesses erzeugt. Klassischerweise werden hierbei auch jene Attribute verwendet, die lokal für einen Abgleich herangezogen werden (z.B. Vorname, Nachname, Geburtsdatum, Geschlecht, ggf. weitere Felder). Der E-PIX unterstützt zwar mehrere Verfahren zur Generierung (um kompatibel zu anderen Werkzeugen zu sein, siehe Tabelle 6.6), jedoch, sofern es ein Projekt zulässt, wird empfohlen nach aktuellen Verfahren Bloomfiltern zu erzeugen. Das Random-Hashing Verfahren wird dem Double-Hashing vorgezogen, erfordert jedoch in jedem Fall eine Abstimmung der Bloomfilter-erzeugenden Standorte, um Bloomfilter einheitlich zu erzeugen, damit diese vergleichbar sind. Dies ist bei Double-Hashing-Verfahren reduziert auf die Attribute, die codiert werden sollen. Beim Random-Hashing mussen zudem noch einheitliche *Seeds* abgesprochen werden.

Bei der Erzeugung vom Bloomfilter wird die vor-verarbeitete Identität verwendet. Insbesondere beim Random-Hashing muss darauf geachtet werden, dass die Vorverarbeitung das entsprechend beim Random-Hashing verwendete Alphabet berücksichtigt. Eine gute zusätzliche Härtung des Bloomfilters besteht in der

Erzeugung eines Balanced Bloomfilters. Hierbei sollte jedoch darauf geachtet werden, dass das Speicherfeld entsprechend lang gewählt wird (siehe auch Tabelle 9.1). Ein Balanced Bloomfilter verdoppelt die Bit-Länge des Bloomfilters. Die Länge des Bloomfilters muss anhand der Anzahl der zu codierenden Attribute und der Anzahl der Bits pro *n*-Gramm gewählt werden. Der E-PIX unterstützt die Generierung von Bloomfiltern pro Attribut oder die Kombination mittels CLK. Ist der Bloomfilter zu kurz oder die Anzahl der Positionen pro n-Gramm zu hoch, führt dies im schlimmsten Fall dazu, dass alle Positionen im Bloomfilter auf 1 gesetzt werden und damit keine Unterscheidung mehr von unterschiedlichen Datensätzen möglich ist. Eine Länge von 1.000 Bit bei 25-50 Positionen pro Bi-Gramm ($n = 2$) und einer Kombination der Attribute Vorname, Nachname, Geschlecht und Geburtsdatum führt in den meisten Fällen zu zufriedenstellenden Ergebnissen. Eine Wichtung (bzw. unterschiedliche Anzahl von Bit-Positionen) je Attribut ist derzeit im CLK nicht möglich.

Es werden weitere Härtungen unterstützt. Mit dem *XOR-Folding* wird der Bloomfilter gefaltet. Jede Faltung halbiert die Länge des Bloomfilters, kann aber auch die Matching-Qualität verschlechtern. Bei Verwendung oder Kombination mit anderen Härtungsverfahren, sollte geprüft werden, ob ausreichend gute Matching-Ergebnisse anhand eines Test-Datensatzes erzielt werden.

Am Bloomfilter-erzeugenden Standort kann und sollte auf Basis der IDAT ein Record Linkage erfolgen. Ein Abgleich sollte nur erfolgen, wenn nur der Bloomfilter zur Verfügungsteht (z.B. in übergreifenden Projekten). Der E-PIX kann derart betrieben werden, dass dieser nur Bloomfilter erzeugt und keine IDAT speichert. Der E-PIX aggiert dann nur als Bloomfilter-Generator und das Identitätsmanagement findet in einem anderen Werkzeug oder Instanz statt (siehe Abschnitt 4.3.6 oder 6.6). In diesem Fall muss auch ein Abgleich der Bloomfilter konfiguriert werden, damit der E-PIX die Identitäten unterscheiden kann.

7.4.2 Bloomfilter abgleichen

Der Abgleich von Bloomfiltern findet unabhängig vom verwedneten Verfahren zur Generierung statt, sodass das Verfahren der abgleichenden Stelle (z.B. der föderierten Treuhandstelle) nicht bekannt sein muss. Werden mehrere Bloomfilter erzeugt (z.B. für jedes Attribut), können diese einzeln abgeglichen werden, ähnlich wie andere Attribute abgegblichen werden (siehe Abschnitt 4.3.5 oder 6.13.6). Zu beachten ist, dass der E-PIX für Bloomfilter entsprechende Vergleichsalgorithmen bereitstellt (siehe Tabelle 6.10). Um Bloomfilter auf exakte Übereinstimmung zu vergleichen, kann auch der Algorithmus `DeterministicAlgorithm` verwendet wer-

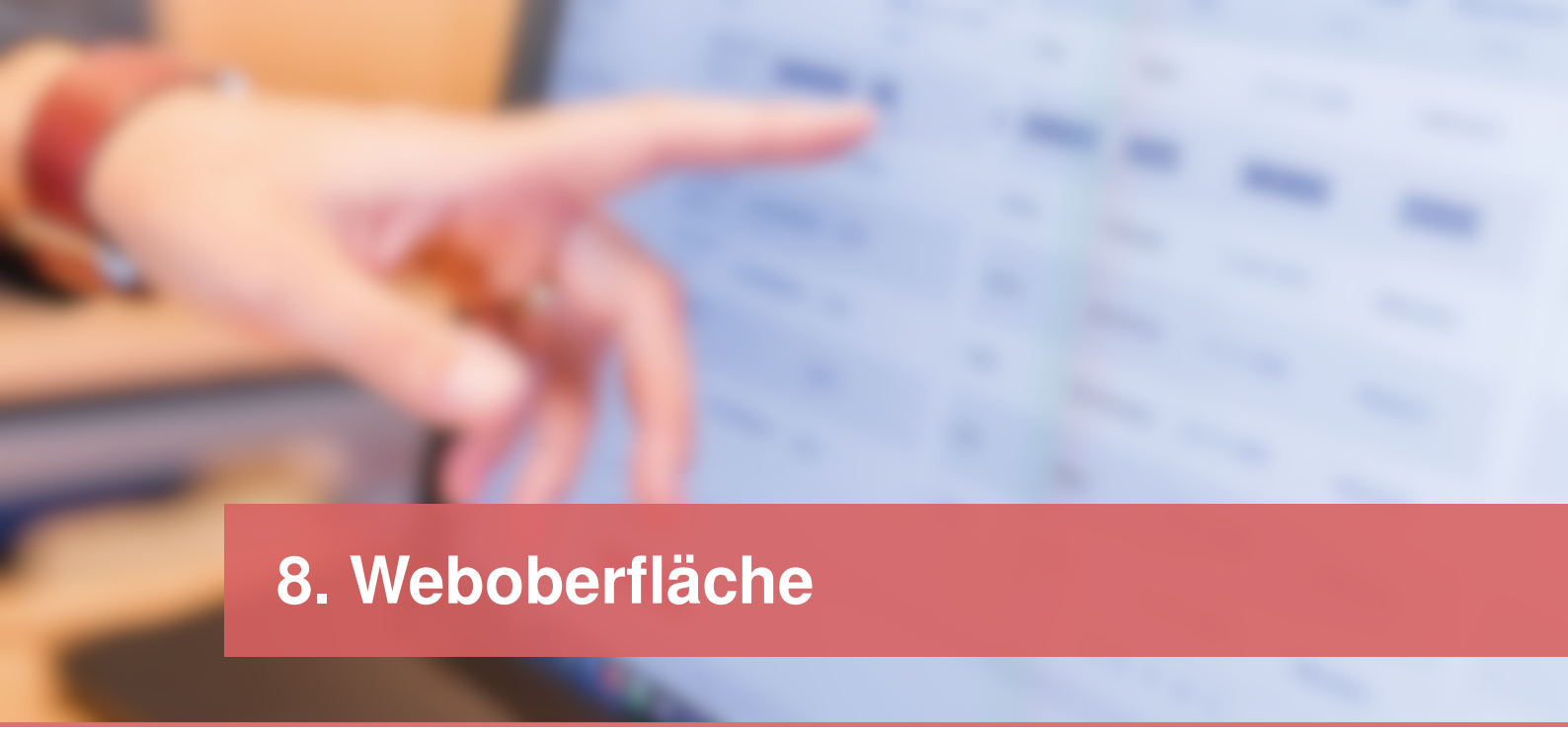
den, sofern die Bloomfilter wie im E-PIX üblich, als Base64-Zeichenkette verwaltet und übertragen werden.

Werden CLKs verwendet, werden diese wie ein Attribut verglichen. Die einzelnen codierten Attribute sind in diesem verschleiert, sodass keine Wichtung einzelner Attribute stattfinden kann. Bloomfilter lassen einen Ähnlichkeitsvergleich zu. Damit ist es möglich, dass beim Abgleich ein Möglicher Match erzeugt. Da ein manueller Abgleich (Dublettenauflösung) mittels Bloomfilter nicht möglich ist bzw. auch kein nachgelagerter Prozess dies ermöglichen soll[3], müssen die Schwellwerte dies entsprechend berücksichtigen.

Die konkrete Umsetzung hängt davon ab, ob automatische Zusammenführungen stattfinden sollen. Sollen die Bloomfilter auf **exakte Übereinstimmung** verglichen werden, muss der Matching-Schwellwert (siehe Abschnitt 4.3.5 oder 6.13.6, konkret: 6.13.6.4) auf 1 gesetzt werden (die Wichtung ist bei nur einem Attribut irrelevant), oder der Algorithmus `DeterministicAlgorithm` verwendet werden. Der Schwellwert für einen Automatischen Match kann auf 1001 (siehe Abschnitt 6.13.2) gesetzt werden. Der Schwellwert von 1 beim Matching-Schwellwert führt dazu, dass ein Attribut nur bei exakter Übereinstimmung als Match gewertet wird. Wenn eine **automatische Zusammenführung** bei hinreichender Ähnlichkeit erfolgen soll, muss der Matching-Schwellwert entsprechend verringert werden (z.B. auf 0.8, sodass bei einer 80%-igen Übereinstimmung der Bloomfilter als Match gewertet wird). Der Algorithmus `DeterministicAlgorithm` kann hierfür nicht verwendet werden, da dieser nur 1 bei exakter Übereinstimmung und andernfalls 0 zurückliefert! Daher sollte entweder der Algorithmus `SorensenDiceCoefficientCoded` oder `JaccardSimilarityAlgorithmCoded` verwendet werden. Die Schwellwerte für einen Automatischen Match und einen Möglichen Match sollten identisch sein, um keine Möglichen Matches zu erzeugen. Die Schwellwerte müssen dabei so gewählt werden, dass gedultete Abweichungen in einer automatischen Zusammenführung resultieren. Dies hängt sehr stark von den verwendeten Daten und codierten Attributen ab. Zur Ermittlung geeigneter Schwellwerte sollte mittels Test-Datensatz geprüft werden, ob ausreichend gute Matching-Ergebnisse erzielt werden.

[3] Je nach Konzept kann eine föderierte Treuhandstelle einen nachgelagerten Prozess aufweisen, der **nur** für Fälle, die nicht eindeutig aufgelöst werden können, entsprechende IDAT nachfordert. Dies erfolgt jedoch in einer getrennten Komponenten, sodass IDAT und Bloomfilter nicht zusammengeführt werden können. Die IDAT werden nach der Dublettenauflösung in der föderierten Treuhandstelle gelöscht.

II Bedienung



8. Weboberfläche

Um dem Treuhandstellenpersonal die Administration der Identitätsdaten zu erleichtern, verfügt der E-PIX über eine grafische Benutzeroberfläche, die speziell für den Einsatz im Web-Browser entwickelt wurde. Der Aufbau der Oberfläche orientiert sich an typischen Arbeitsabläufen innerhalb einer Treuhandstelle.

8.1 Registrierung einer Person

Bevor eine Person angelegt bzw. registriert werden kann, muss die *Aktive Domäne* ausgewählt werden, für die die Person hinzugefügt wird. Hierzu wird im linken Menü die entsprechende Domäne über das Auswahlmenü gewählt. Wenn nur eine Domäne angelegt wurde, ist diese standardmäßig aktiv. Über den Menüpunkt *Hinzufügen*, wird ein Formular aufgerufen, in welches die Stammdaten/Personendaten eingetragen werden können. Pflichtfelder sind mit einem Stern (*) gekennzeichnet. Welche Felder Pflichtfelder sind, wird in der Konfiguration der Domäne festgelegt (vgl. Abschnitt 4.3.2). Es können zu jeder Person außerdem noch Adress- bzw. Kontaktdaten und beliebig viele Lokale Identifier hinterlegt werden. Weitere Adress- bzw. Kontaktdaten können auf der Detailseite der Person hinzugefügt werden (siehe Abschnitt 8.3). Beim Anlegen können Ein- und ein Auszugsdatum angegeben werden. Die Aktualität einer Adresse kann zusätzlich bearbeitet werden. Mithilfe der Domäne-Konfiguration können noch weitere Felder definiert und benannt werden (vgl. Abschnitt 4.3.2). Die Datenquelle aus der die Daten stammen muss ebenfalls angegeben werden. Entspricht die angegebene Datenquelle der Sicheren Datenquelle der jeweiligen Domäne, dann wird bei Feststellung eines Duplikates die Identität als Hauptidentität deklariert. Diese gilt dann als fehlerfrei (Änderungen und Fehlerkorrekturen können später trotzdem vorgenommen werden. Grundsätzlich kann die Hauptidentität frei gewählt werden). Andernfalls

wird eine neue Nebenidentität angelegt. Vor der Registrierung führt der E-PIX ein Record Linkage durch, welcher ermittelt, ob die Person bereits in dieser oder ähnlichen Form hinterlegt ist. Über das Ergebnis dieses Vorgangs informiert der E-PIX. In Abbildung 8.1 wird exemplarisch das Eintragen der Pflichtfelder dargestellt.

Hinweis: Jeder Domäne wird eine MPI-Identifier-Domäne zugeordnet. In diese Identifier-Domäne erzeugt der E-PIX automatisch die MPIs. Daher kann diese nicht für andere Identifier ausgewählt werden. Um Identifier aus einem anderen System abzubilden, muss zunächst eine entsprechende Identifier-Domäne angelegt werden (siehe Abschnitt 4.2), die den Bereich der Identifier darstellt (z.B. Fallnummern, Identifikator/ID im KIS, usw.).

Info: Was passiert, wenn ein Identifier bei zwei Identitäten identisch ist?
Wenn die beiden Identitäten zu einem hohen Grad (konfigurationsabhängig) übereinstimmen, dann werden beide Identitäten einer Person zugeordnet. Können die Identitäten nicht einer Person zugeordnet werden, weil keine oder nur eine geringe Übereinstimmung vorliegt, so wird ein Fehler zurückgemeldet. Der Grund hierfür ist, dass jeder Identifier nur einer Person zugeordnet sein darf (mehrere Identitäten können denselben Identifier aufweisen, diese müssen dann aber derselben Person zugeordnet sein).

Info: Was passiert, wenn zwei Identitäten identisch sind, aber die Identifier aus derselben Identifier-Domäne verschieden sind?
Die Identifier werden der bereits vorhandenen Identität angefügt. Es können mehrere Identifier einer Identitäten angefügt werden, auch wenn diese aus derselben Identifier-Domäne stammen (Beispiel: Fallnummern). Voraussetzung ist, dass derselbe Identifier niemals unterschiedlichen Personen zugeordnet ist.

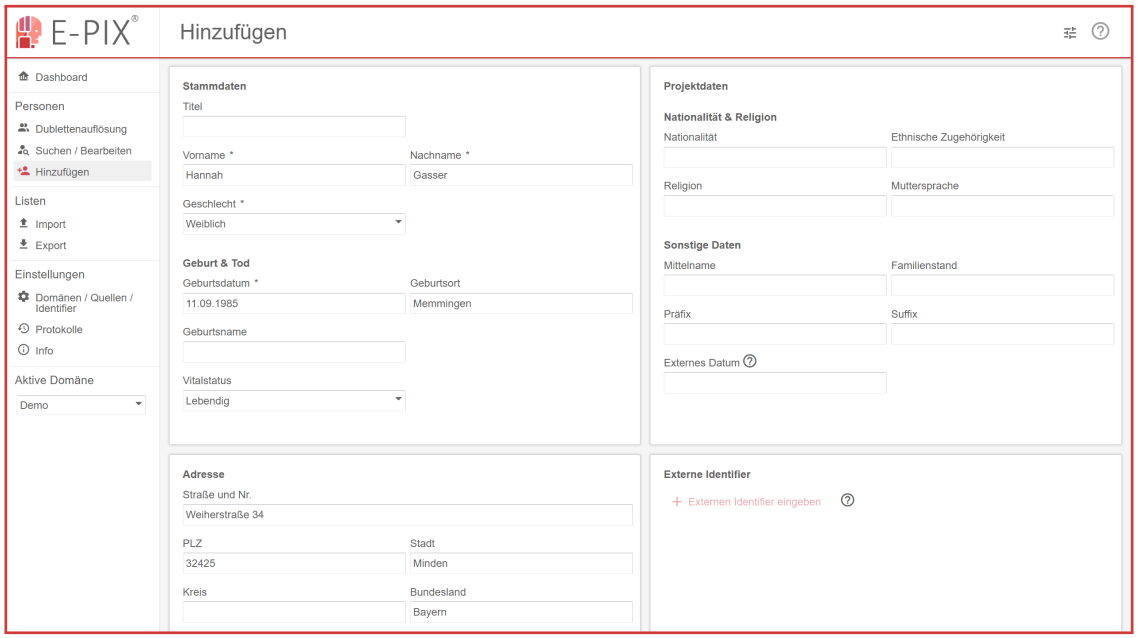


Abbildung 8.1: Weboberfläche zum Eintragen von Personendaten.

Record Linkage und Match-Typen

Bei der Registrierung der Person findet ein Abgleich der IDAT statt. Sind diese hinreichend ähnlich zu einer bereits zuvor registrierten Person, so werden diese Personen zusammengeführt. Eine Mitteilung informiert über Erfolg oder Misserfolg. Abhängig von der jeweiligen Domänen-Konfiguration unterscheidet man nach einem Record Linkage unterschiedliche Match-Typen. Diese sind in Tabelle 8.1 dargestellt.

Tabelle 8.1: Match-Typen, die Ergebnis vom Record Linkage sein können.

Match-Typ	Beschreibung
Perfekter Match	Exakte Übereinstimmung zweier Datensätze in Bezug auf die Matching-Parameter. Es wird keine neue Person und keine neue Identität angelegt, da die IDAT bereits in identischer Form hinterlegt sind.

Automatischer Match / Guter Match	Im Hinblick auf den konfigurierten Schwellwert haben zwei Datensätze eine hinreichende Ähnlichkeit. Die neu angegebenen IDAT werden der bereits bestehenden Person als neue Identität zugeordnet. Je nachdem, ob aus welcher Datenquelle die neue Identität stammt, wird diese als Hauptidentität (siehe auch Sichere Datenquelle) oder Nebenidentität hinterlegt.
Möglicher Match	Es besteht eine Ähnlichkeit zwischen zwei Datensätzen. Bei einem Möglichen Match findet jedoch keine automatische Zusammenführung statt. Eine Dublettenauflösung kann nur manuell im Nachgang unter Zuhilfenahme weiterer Informationen erfolgen (siehe Abschnitt 8.5).
Kein Match	Keine Ähnlichkeit zu einem bestehenden Datensatz. Wenn kein Duplikat festgestellt wurde, respektive die Person noch nicht bekannt ist, dann wird eine neue Person hinterlegt und die Identität als Hauptidentität angefügt.

8.2 Suchen anhand von Personendaten

Unter dem Menüpunkt *Suchen / Bearbeiten* kann nach Personen gesucht werden. Die Suche kann anhand von einem MPI, einem Identifier, den IDAT oder mit Projekt-spezifischen Daten, wie z.B. in der Domäne definierten Zusatzfelder (siehe Abschnitt 4.3.2) erfolgen. Hierbei können auch mehrere Felder ausgefüllt werden. Die Suchparameter sind dabei standardmäßig UND-Verknüpft, sodass die Ergebnisliste nur Personen enthält, die alle angegebenen Merkmale aufweisen. Alternativ kann auch eine ODER-Verknüpfung erfolgen, sodass die Ergebnisliste nur Personen aufweist, die zumindest mit einem der angegebenen Merkmale übereinstimmt. Zum Umschalten ist ein Schalter mit der Bezeichnung *Verknüpfung der Suchparameter* vorhanden. In Abbildung 8.2 wird exemplarisch eine Person anhand der Attribute Vorname, Nachname und Geschlecht gesucht. Die Ergebnisliste enthält genau einen Eintrag.

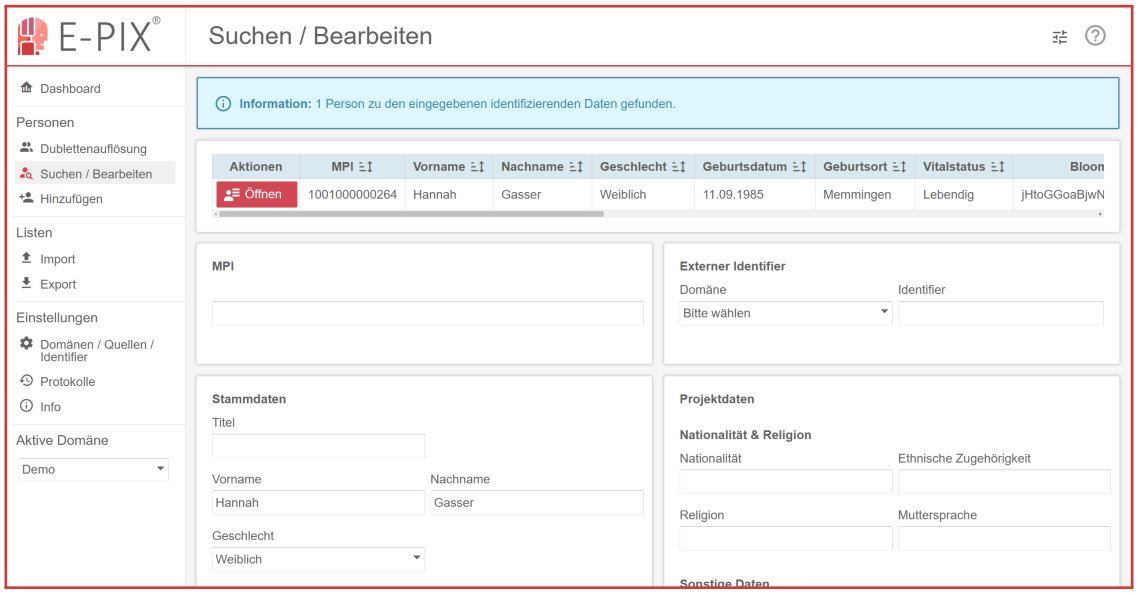


Abbildung 8.2: Weboberfläche zum Suchen von Personen.

8.3 Einsehen von Details zu einer Person

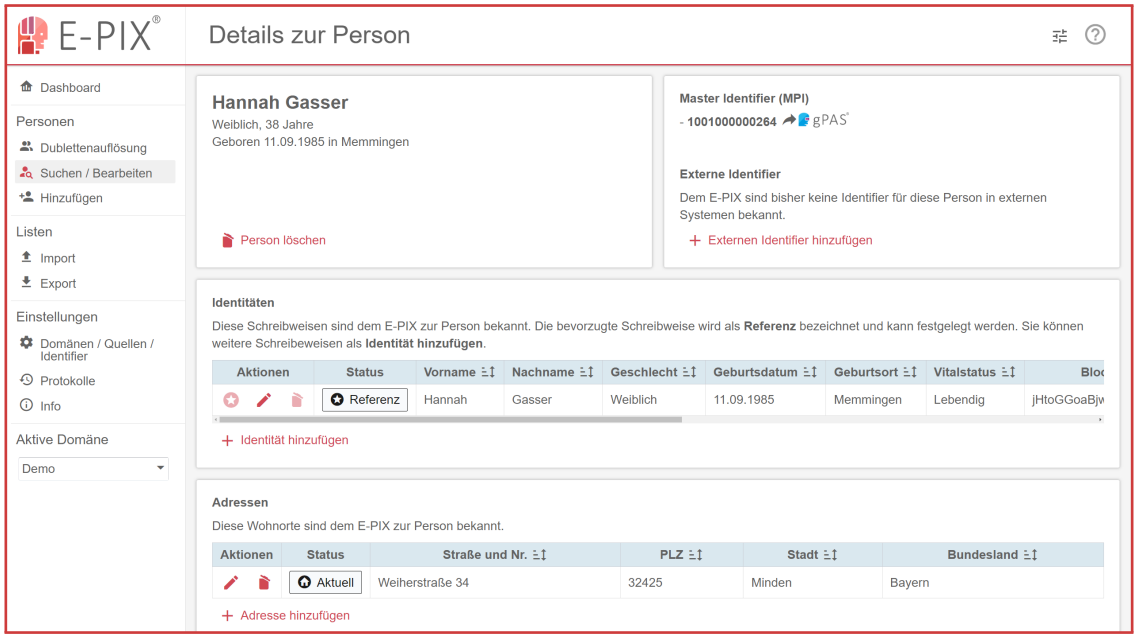


Abbildung 8.3: Detailseite zur Einsicht der hinterlegten Personendaten einer Person.

Um die Detailseite einer Person aufzurufen, muss zunächst nach der betreffenden Person gesucht werden (siehe Abschnitt 8.2). In der Ergebnisliste kann über die Schaltfläche Öffnen die Detailseite zur jeweiligen Person aufgerufen werden.

Neben den IDAT können über die Seite die bekannten Identitäten eingesehen werden. Darüber hinaus ist eine Auflistung aller bekannten Adressen vorhanden, sowie ein Zeitstrahl mit allen Änderungen, die diese Person betreffen. Wenn parallel auch ein gPAS zur Pseudonymverwaltung betrieben wird, kann direkt der Eintrag mit der entsprechenden MPI im gPAS aufgerufen werden. Änderungen werden ebenso über diese Seite durchgeführt. So lassen sich der Person weitere Identitäten oder Adressen hinzufügen. Sind mehrere Identitäten zur Person bekannt, so kann im Bereich Identitäten die Hauptidentität mit der Wahl des Sterns ausgewählt werden. Die Hauptidentität wird als Referenz markiert. In der Weboberfläche des E-PIX werden stets die IDAT dieser Identität aufgeführt. Einzelne Identitäten können in dieser Liste mit der entsprechenden Aktion bearbeitet oder entfernt werden. Existiert zu einer Person nur eine Identität, so ist diese automatisch die Hauptidentität und kann nicht gelöscht werden. Soll der Personeneintrag aus dem E-PIX entfernt werden, kann im oberen Teil die Schaltfläche Person löschen gewählt werden. Das Bearbeiten einer Identität führt dazu, dass eine neue Nebenidentität angelegt wird. Der bearbeitete Eintrag bleibt demnach erhalten. In Abbildung 8.3 ist exemplarisch die Detailseite einer Person dargestellt.

8.4 Bearbeiten und Löschen von Personendaten

Um beispielsweise fehlerhafte Eingaben zu korrigieren oder fehlende Daten zu ergänzen, kann es erforderlich sein, die Personendaten einer Person zu bearbeiten. Hierzu wird zunächst die Detailseite der betreffenden Person aufgerufen (siehe Abschnitt 8.3). Jede Identität einer Person kann entsprechend bearbeitet werden. Zur Gewährleistung der Integrität der Daten sollte ein Grund für die Änderungen angegeben werden. Eine Bearbeitung der Personendaten bedeutet, dass im E-PIX eine neue Identität mit den geänderten Informationen hinzugefügt wird. Daher wird erneut ein Record Linkage durchgeführt. In Abbildung 8.4 ist die Oberfläche zum Bearbeiten einer Person abgebildet.

> **Info: Was passiert, wenn sich die geänderten IDAT zu sehr von den Vorherigen unterscheiden?**
> In diesem Fall teilt der E-PIX dies mit einer Fehlermeldung mit. Die geänderten Daten werden dann nicht übernommen. Um dennoch die neuen Daten zu hinterlegen, kann die Checkbox *Neue Identität erzwingen* ausgewählt werden. Dann werden die neuen Daten in jedem Fall der Person zugeordnet.

Da lediglich eine neue Identität hinzugefügt wird, müssen die alten bzw. fehlerhaften Personendaten manuell aus der Liste der Identitäten entfernt werden. Standardmäßig werden diese Identitäten nicht gelöscht, da beispielsweise in ex-

ternen Systemen diese Informationen noch hinterlegt sein könnten und dadurch die Person auch über die zwischenzeitlich geänderten Personendaten noch im E-PIX auffindbar sein soll. Das Löschen einer Identität ist unwiederbringlich und sorgt dafür, dass jegliche Verweise und Informationen im E-PIX hierzu gelöscht werden. Zu jeder Person muss zumindest eine Identität vorhanden sein. Sollen alle Personendaten entfernt werden, so muss die Person als ganzes gelöscht werden. Dies beinhaltet auch, dass dazugehörige MPIs entfernt werden. Die Schaltfläche zum Löschen von Personen befindet sich im oberen Teil der Detailseite.

Sind bei einer Person mehrere Identitäten hinterlegt, kann die gewünschte Identität als Referenz bzw. Hauptidentität ausgewählt werden. Dies kann erforderlich sein, wenn alle Ausprägungen im E-PIX hinterlegt sein sollen, jedoch die korrekte Ausprägung von der gesetzten Hauptidentität abweicht.

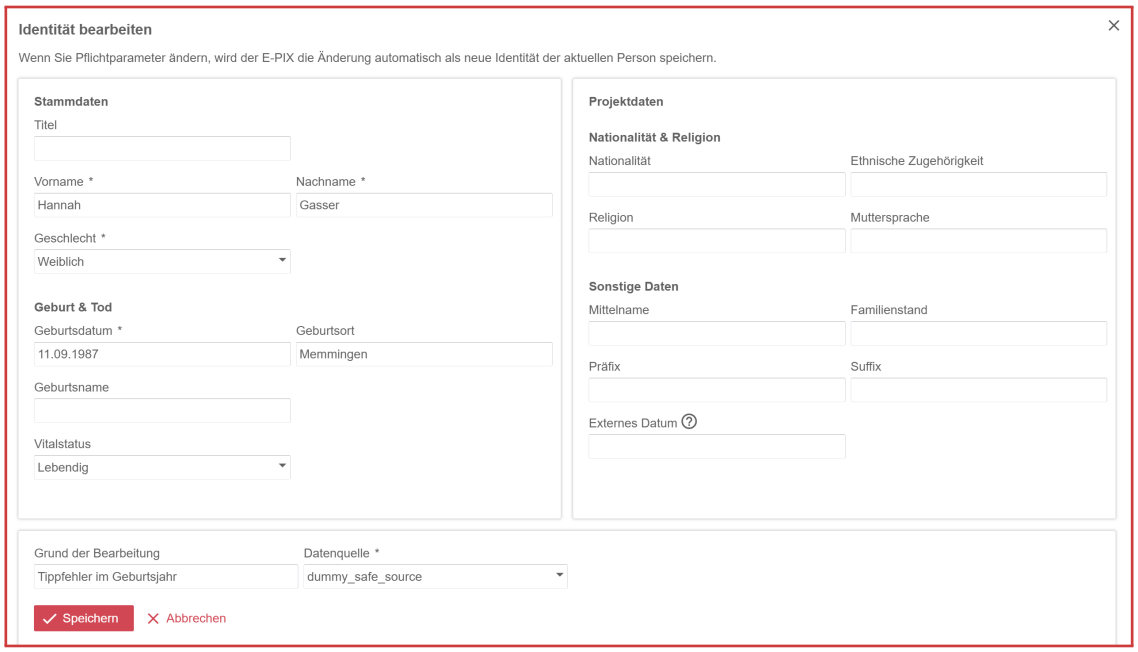


Abbildung 8.4: Weboberfläche zum Bearbeiten der Personendaten.

Zu jeder Person können beliebig viele Adressen verwaltet werden. Dabei kann ein Eintrag als aktuelle Adresse markiert werden. Beim Hinzufügen neuer Einträge wird stets die neuste Adresse als aktuell markiert. Unabhängig davon kann zu jeder Adresse ein Ein- und Auszugsdatum angegeben werden. Vorhandene Einträge können dupliziert und direkt bearbeitet werden. Vorhandene Einträge können entfernt werden.

Info: Wie können Änderungen an einer Identität anderen Systemen bekannt gemacht werden?
Dies kann auf zwei Weisen erfolgen. Der E-PIX kann Benachrichtigungen bei Veränderungen versenden. In der Weboberfläche kann dies bei der Einrichtung einer Domäne aktiviert werden (vgl. Abschnitt 4.3.1). Alternativ erfolgt die Aktivierung in der Domäne bei Nutzung einer Konfiguration im XML-Format (vgl. Abschnitt 6.4). Allgemeine Informationen zu Benachrichtigungen, sind im Kapitel 11 aufgeführt.

8.5 Dublettenauflösung

Zum Auflösen möglicher Synonymfehler, kann unter dem Menüpunkt *Dublettenauflösung* die Liste möglicher Dubletten eingesehen werden. Um einen Möglichen Match aufzulösen, wird ein Eintrag aus der Liste angewählt. Beide Personendatensätze werden tabellarisch gegenübergestellt und Unterschiede bei den jeweiligen Feldern farbig hervorgehoben (siehe Abbildung 8.5). So ist eine Entscheidung, ob es sich um ein und dieselbe Person oder zwei unterschiedliche Personen handelt komfortabel möglich. Handelt es sich um zwei Datensätze zu einer Person, wird mit der Schaltfläche Zusammenführen zur Person 1/2 der jeweilige Datensatz als korrekte Ausprägung ausgewählt. Der jeweils andere Datensatz wird der Person als Nebenidentität zugeordnet (dabei bleiben alle etwaigen Nebenidentitäten der beiden Personen erhalten). Wenn beide Datensätze zwei unterschiedlichen Personen zugehörig sind, bzw. keine Dublette darstellen, wird über die Schaltfläche Trennen ein Ausschluss als potentielle Dublette angegeben. Die Personen bleiben dabei getrennt und die Einträge werden aus der Dublettenauflösung entfernt. Für jede Dublettenauflösung kann ein entsprechender Kommentar hinterlegt werden, sodass auch später nachvollzogen werden kann, anhand welcher Kriterien die Entscheidung getroffen wurde. Projektspezifische Begründungen können in der Domänen-Konfiguration (siehe Abschnitt 4.3.5 bei Nutzung der Weboberfläche oder Abschnitt 6.10 für die Konfiguration im XML-Format) definiert werden und sind dann wählbar. Dies reduziert bei häufig auftretenden Fehlern die Schreibarbeit.

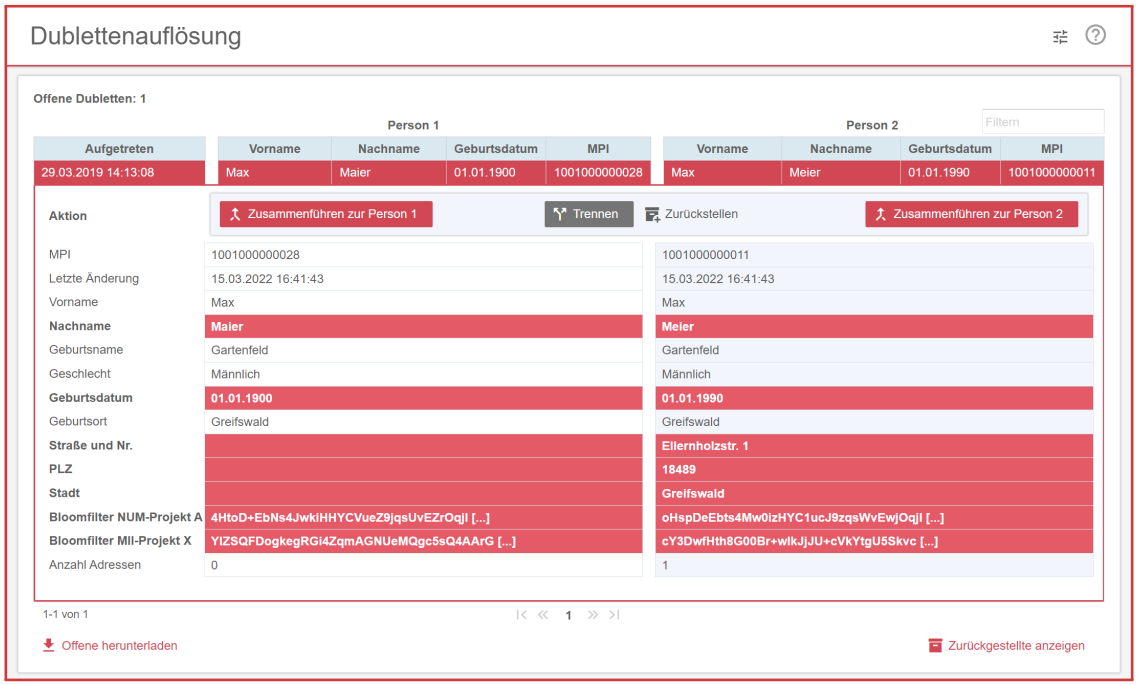


Abbildung 8.5: Gegenüberstellung von Personendaten zum Auflösen einer Dublette.

Sollte eine direkte Dublettenauflösung nicht sofort möglich sein, weil beispielsweise zunächst weitere Informationen eingeholt werden müssen, kann die Auflösung zurückgestellt werden (Schaltfläche Zurückstellen). Damit wird der Eintrag aus der Liste der offenen Dubletten entfernt. Zurückgestellte Dubletten können über die Schaltfläche Zurückgestellte anzeigen eingesehen werden. Beide Listen werden gleichermaßen bedient. Zurückgestellte Dubletten können bei Bedarf wieder als offene Dubletten (Schaltfläche Als offen markieren) angezeigt werden. Beide Listen können zudem als CSV-Datei exportiert werden (Schaltfläche Offene herunterladen).

Wenn zwei Identitäten nicht ähnlich genug sind, um automatisch als Mögliche Dublette erkannt zu werden, kann händisch ein entsprechender Eintrag angelegt werden. Hierzu kann die Schaltfläche Manuell eine Dublette hinzufügen angewählt werden. Dabei können Dubletten zwischen Personen oder Identitäten angegeben werden. Zwischen Personen werden die zugehörigen MPIs und bei Identitäten die jeweiligen IDs angegeben. Danach erfolgt die Auflösung wie zuvor beschrieben.

8.6 Daten exportieren

Die registrierten Personendaten können als CSV-Datei exportiert werden. Hierzu wird unter dem Menüpunkt *Export* der Modus gewählt, anhand dessen die Liste der zu exportierenden Personendaten bestimmt wird. Personendaten können entweder vollständig oder gefiltert nach einer bestimmten Identifier-Domäne oder anhand bestimmter IDAT exportiert werden. Je nach Modus können verschiedene Optionen gewählt werden. Die zu exportierenden Personendaten werden nach der Anwahl der Schaltfläche Suchen in einer Vorschau angezeigt. Dabei können die zu exportierenden Spalten bestimmt werden, indem durch Anwählen des ✕ oder + die jeweilige Spalte aus- oder einbezogen wird. Außerdem kann die Reihenfolge der Felder des resultierenden Exports durch verschieben der Spalten beeinflusst werden. Die resultierende CSV-Datei wird mit der Anwahl der Schaltfläche CSV herunterladen heruntergeladen. Die Spalten in der resultierenden Datei werden standardmäßig mit einem Semikolon separiert. Daher enthält die Datei in der ersten Zeile ein `sep=;`. Falls für den Import (Abschnitt 8.7) andere Separatoren verwendet werden sollen, kann darüber das entsprechende Zeichen angegeben werden. In Abbildung 8.6 wird die entsprechende Oberfläche exemplarisch dargestellt.

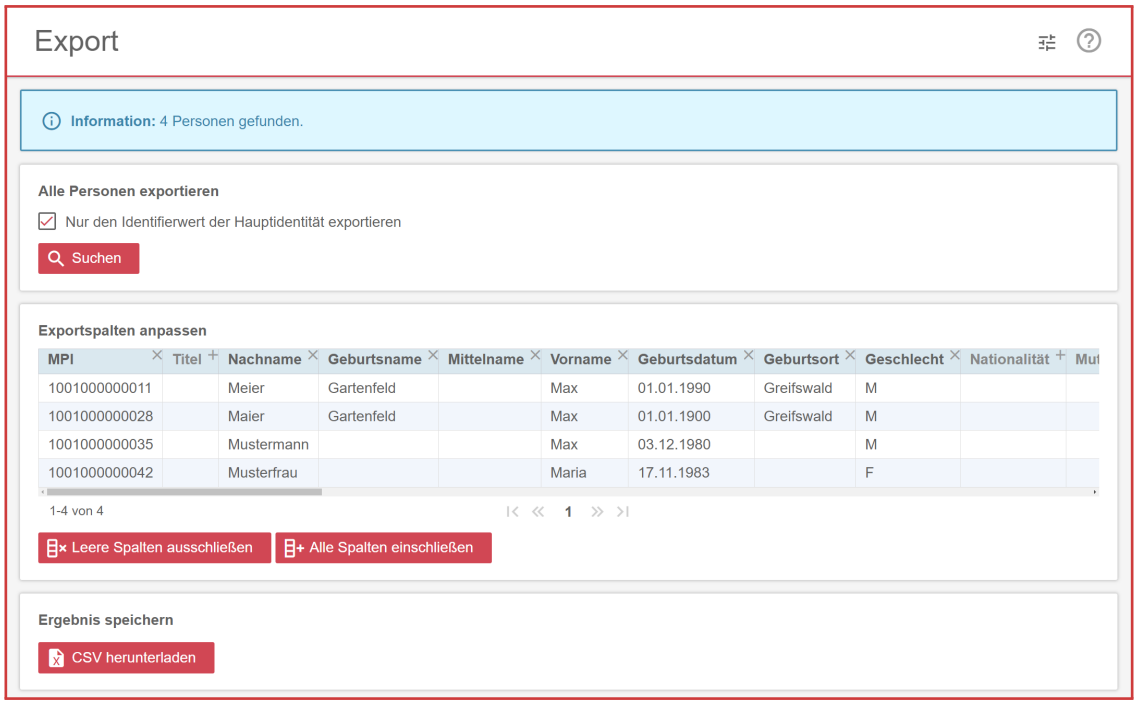


Abbildung 8.6: Weboberfläche zum Exportieren von Personendaten.

8.7 Daten importieren

Um Listen von Personen zu importieren, kann über den Menüpunkt *Import* eine CSV-Datei ausgewählt werden. In Abbildung 8.7 ist die Oberfläche zum Wählen der CSV-Datei dargestellt.

Abbildung 8.7: Weboberfläche zum Importieren von Personendaten.

Ist eine Überschrift in der CSV-Datei enthalten, so kann dies mittels der Checkbox *Datei besitzt eine Kopfzeile mit Spaltennamen* eingestellt werden. In diesem Fall wird die Kopfzeile nicht mitverarbeitet und führt nicht zu einem Eintrag in den Personendaten. Eine Separierung der Spalten erfolgt standardmäßig mit einem Semikolon. Soll ein anderes Trennzeichen verwendet werden, bspw. ein Komma, so kann dies mittels `sep=,` in der ersten Zeile der CSV-Datei definiert werden[1].

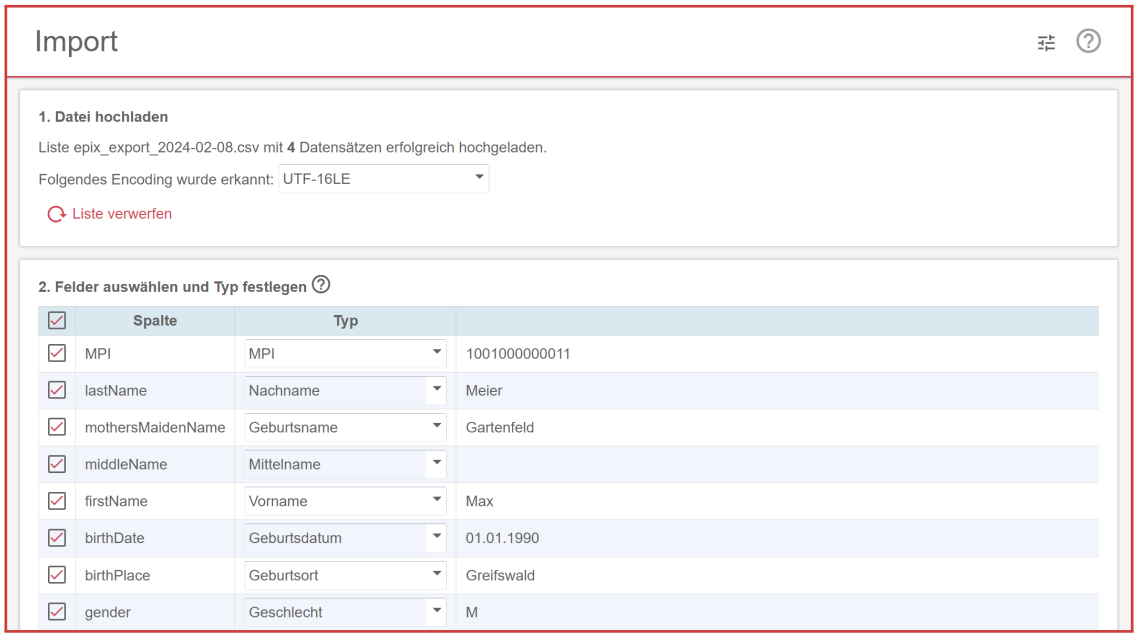


Abbildung 8.8: Weboberfläche mit Vorschau der ersten eingelesenen Zeilen.

[1] Dieser Eintrag wird beim Import nicht als Zeile eingelesen und beeinflusst nicht eine etwaig vorhandene Kopfzeile.

Als Vorschau wird der erste Datensatz aus der Datei dargestellt. Wurden in der CSV-Datei Spaltennamen verwendet, die den Feldnamen des E-PIX entsprechen (z.B., weil die CSV-Datei aus dem E-PIX exportiert wurde (Abschnitt 8.6)), erfolgt automatisch eine Zuordnung. Sollen die Spalten anderen Feldern zugeordnet werden oder wurden keine Spaltennamen vorgegeben, so kann über das Auswahlmenü jeder Spalte ein beliebiges Feld zugewiesen werden. Welche Spalten importiert werden sollen, kann über die Checkboxen bestimmt werden. Einträge mit dem Wert `null` zeigen an, dass es sich um einen Eintrag mit einem leeren Feld handelt. Nach dem Import sind diese Felder entsprechend leer. In Abbildung 8.8 ist die entsprechende Weboberfläche dargestellt.

Für den Import können weitere Optionen festgelegt werden:

- **Datenquelle:** Datenquelle der zu importierenden Daten.
- **Kennzeichnung von Änderungen bei einem Perfekten Match:** Bei einem Perfekten Match bei denen Nicht-Matching-Felder[2] geändert werden, werden diese Datensätze gesondert gekennzeichnet.
- **Vorschau ohne Daten zu speichern:** Der Datenbestand wird nicht verändert. Es wird lediglich das erwartete Ergebnis bei einem Import angegeben.
- **Schutz beim Import mit MPI vor ungültigen Updates[3]:** Der E-PIX prüft, ob bei identischen MPIs die Personendaten von Bestandsdaten und zu importierenden Personendaten übereinstimmen und ähnlich genug sind. Wenn keine hinreichende Ähnlichkeit erzielt wird, werden die Daten nicht importiert, bzw. der Person nicht zugeordnet. Diese Option ist standardmäßig aktiviert. Wird diese Option deaktiviert, dann werden Identitäten auch dann einer Person zugeordnet, wenn keine hinreichende Ähnlichkeit mit den vorhandenen Identitäten erreicht wird. Die Zusammenführung findet dann nur anhand des MPI statt.
- **Datenquelle:** Datenquelle der zu importierenden Daten.

[2] Felder, die nicht für das Record Linkage berücksichtigt werden.

[3] Diese Option wird nur dargestellt, wenn der MPI importiert wird. Andernfalls wird immer ein neuer MPI erzeugt.

Info: Was passiert, wenn Personendaten aus einer Domäne exportiert werden und in eine andere Domäne importiert werden?
Dies ist möglich. Dabei ist zu beachten, dass die Personendaten nur innerhalb einer Domäne eindeutig sind. Das heißt die Personendaten werden nicht Domäne-übergreifend abgeglichen und entsprechend in jeder Domäne gespeichert. Jedoch müssen die MPIs im E-PIX stets eindeutig sein. Demnach muss beim Import darauf geachtet werden, dass etwaig exportierte MPIs nicht importiert werden, sofern es Überlappungen gibt. Der E-PIX weißt entsprechend darauf hin, sofern MPIs aus anderen Domänen importiert werden. Der E-PIX vergibt neue MPIs, sofern keine MPIs importiert werden.

8.8 Einsehen von Protokollen

Um nachzuvollziehen, welche Ereignisse eingetreten sind, kann ein Protokoll unter dem Menüpunkt *Protokolle* eingesehen werden. Es stellt dar, welcher Match-Typ (vgl. Tabelle 8.1 durch das Record Linkage für die übertragenden Personendaten errechnet wurde (Kein Match, Möglicher Match, Automatischer Match, Perfekter Match). Es gibt zudem Aufschluss darüber, ob Personendaten aktualisiert oder Personen neu angelegt oder Identitäten an bestehende Personen angefügt (Nebenidentitäten) wurden. In Abbildung 8.9 ist eine exemplarische Auflistung dargestellt.

Das angezeigte Protokoll kann anhand der Ereignisse bzw. Events gefiltert werden. Hierzu werden in der Spalte Ereignis über eine Auswahlliste die darzustellenden Ereignisse des Record Linkages angewählt. Zudem können die Zeilen nach einer bestimmten Zeichenkette durchsucht werden. Hierfür steht ein Suchfeld zur Verfügung. Dabei werden nur jene Zeilen aufgelistet, welche die entsprechende Zeichenkette in zumindest einer beliebigen Spalte aufweisen. Zum Öffnen der Detailseite der jeweiligen Person, kann auf den MPI geklickt werden.

Das dargestellte Protokoll kann über die Schaltfläche CSV herunterladen heruntergeladen werden.

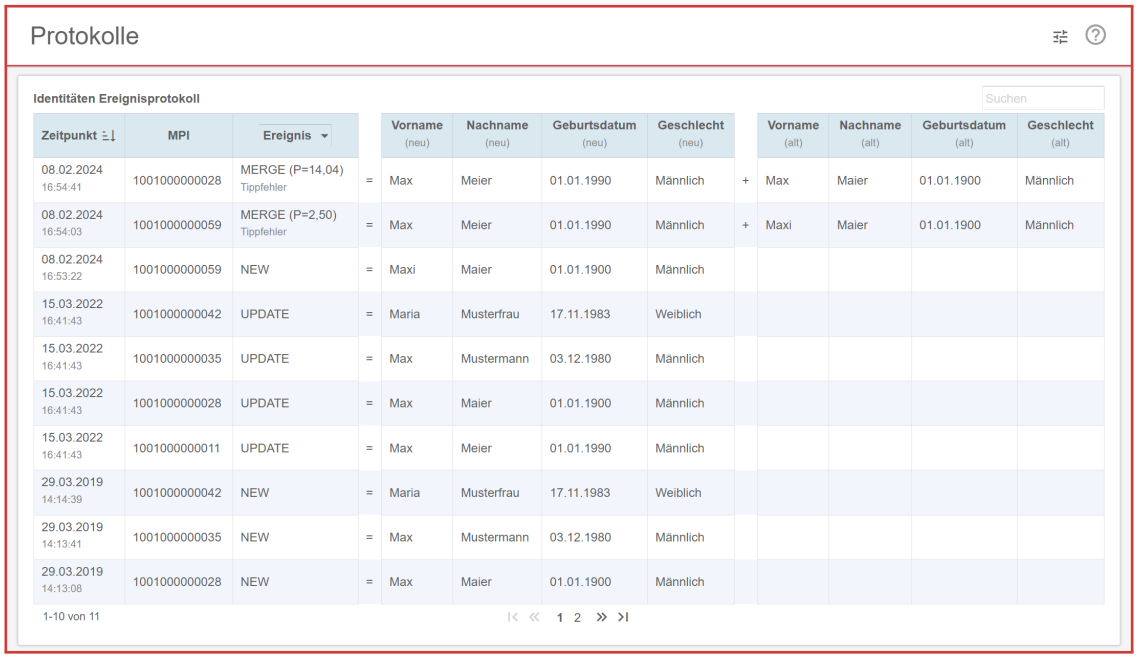


Abbildung 8.9: WeboberOberfläche zum Einsehen des Protokolls.

8.9 Statistiken einsehen

Unter dem Menüpunkt *Dashboard* können Domänen-spezifische und -übergreifende Statistiken eingesehen werden. Hierbei werden diverse Werte wie die Anzahl von vorhandenen Möglichen Matches, registrierte Personen, vorhandene Identitäten, aufgelöste Dubletten (separat aufgeführt als zusammengeführte und getrennte Personen), usw. gelistet und grafisch aufbereitet dargestellt.

Die Statistik kann als CSV über die jeweiligen Schaltflächen ( ) heruntergeladen werden. In Abbildung 8.10 ist das Dashboard gezeigt, welches die Statistiken für eine Domäne dargestellt.

Die gezeigten Statistiken werden asynchron, also nicht automatisch und nicht in Echtzeit, generiert. Die Aktualisierung kann jederzeit manuell über die Schaltfläche Aktualisieren angestoßen werden. Die dabei generierten Daten werden durch den E-PIX erzeugt und in der Datenbank dokumentiert.

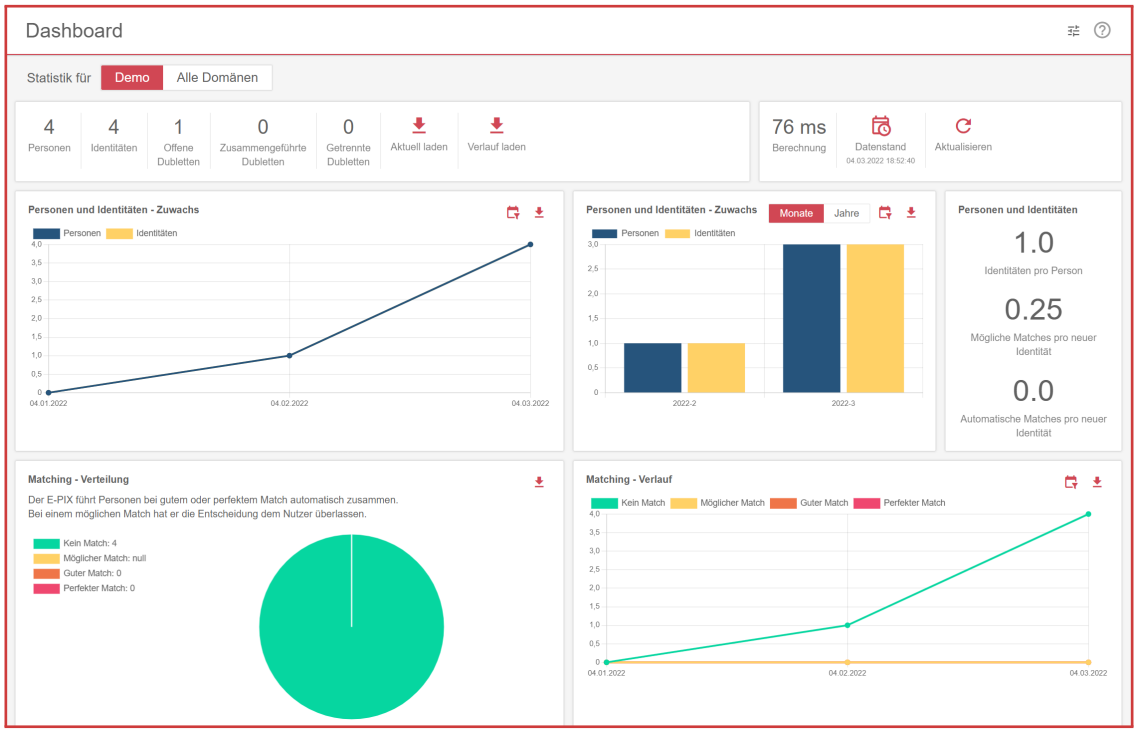


Abbildung 8.10: Dashboard zum Einsehen der Statistiken.

Info: Unterstützung bei regelmäßiger Community-Kennzahlenerhebung. Das Dashboard liefert einen schnellen Überblick über Zahlen zu Personen und Identitäten. Diese können als CSV-Datei exportiert und der *Unabhängigen Treuhandstelle Greifswald* per E-Mail `kontakt-ths@uni-greifswald.de` übermittelt werden. Das unterstützt bei statistischen Auswertungen über die Gesamtzahl von Personen und Identitäten in der Community. Vielen Dank fürs Mitmachen!

9. SOAP-Schnittstelle

9.1 Registrierung einer Person

Die Registrierung einer Person über die SOAP-Schnittstelle zur Personenverwaltung (Kapite 5) erfolgt in Abhängigkeit dazu, ob der E-PIX ein Record Linkage durchführen und Identitäten zusammenführen soll, oder nur ablegen soll (beispielsweise, weil das Record Linkage bereits in einem anderen System durchgeführt wurde) (*Matching-Mode*: Abschnitt 4.3.5 oder 6.1). Wird der *Matching-Mode* `MATCHING_IDENTITIES` verwendet, so findet die Registrierung mit der Methode `requestMPI`[1] statt. Dabei führt der E-PIX ein Record Linkage durch und vergibt eine MPI, wenn die Person zuvor noch nicht registriert war. Wenn der *Matching-Mode* `NO_DECISION` verwendet wird, so findet die Registrierung mit der Methode `addPerson` statt. Dabei führt der E-PIX Personen anhand des übergebenen Identifiers zusammen.

> **Hinweis:** Auch im *Matching-Mode* `NO_DECISION` wird eine Matching-Konfiguration hinterlegt. Der E-PIX prüft anhand dessen, ob die IDAT der Identitäten mit verschiedenen Identifier auch verschiedenen Personen zugeordnet werden würde.

Im Folgenden wird die Registrierung einer Person anhand der Methode `requestMPI` gezeigt. Die Registrierung mit `addPerson` funktioniert analog dazu.

Der E-PIX gibt für Identitäten verschiedene Felder für die IDAT vor. Je nach Feld wird standardmäßig eine formale Prüfung von Eingaben durchgeführt. So würde beispielsweise der 31.02. nicht als Geburtsdatum angenommen werden. Darüber hinaus gibt es Freitextfelder (mit unterschiedlichen Maximal-Längen). In

[1] Bzw. mit `requestMPIBatch` oder `requestMPIWithConfig`

Tabelle 9.1 sind alle vordefinierten Felder aufgelistet.

Tabelle 9.1: Alle im E-PIX definierten Felder.

Feldname	Beschreibung	Beispiel
firstName	Vorname	Anna
middleName	Weitere Vornamen	Lea
lastName	Nachname	Schmidt
birthDate	Geburtsdatum Format: JJJJ-MM-TT[2]	1980-03-12
gender	Geschlecht (wird intern auf mittels eines Buchstaben angegeben) *m* für male (männlich), *f* für female (weiblich), *o* für other (sonstige), *u* für unknown (unbekannt) und *x* für divers	f
externalDate	Freies Feld für ein Datum, welches im E-PIX nur gespeichert, aber nicht weiter prozessiert wird Format: JJJJ-MM-TT[3]	2019-04-30
birthPlace	Geburtsort	Berlin
race	Ethnizität	Kaukasier
religion	Religion	Christentum
mothersMaidenName	Geburtsname	Müller
degree	Abschluss	Mittlerer Schulabschluss
motherTongue	Muttersprache	deutsch
nationality	Nationalität/Staatsangehörigkeit	deutsch
civilStatus	Familienstand	ledig

[2] Betrifft nur SOAP-Schnittstelle
[3] Betrifft nur SOAP-Schnittstelle

value1 - value10	Felder dessen Werte je Projekt/ Studie individuell belegt werden können. Zusätzlich kann der Feldname für die Weboberfläche mittels eines Labels geändert werden (Abschnitt 4.3.2 und 6.8). Die Felder haben in der Datenbank unterschiedliche Längen und sind auf diese limitiert: value1-5: max. 50 Zeichen value6 und 7: max. 255 Zeichen value8 und 9: max. 1.000 Zeichen value10: max. 15.000 Zeichen	KVNR
prefix	Präfix (Name), Vorsatzwort	von
suffix	Suffix (Name), Namenszusatz	B. Sc.
city	Wohnort (Kontaktdaten)	Berlin
country	Land (Kontaktdaten)	Deutschland
countryCode	Ländercode (Kontaktdaten)	49
district	Bezirk/Stadtteil (Kontaktdaten)	Spandau
email	E-Mail-Adresse (Kontaktdaten)	a.schmidt@bsp.de
externalDate	Freies Feld für ein Datum, welches nur gespeichert, aber nicht weiter prozessiert wird (Kontaktdaten) Format: JJJJ-MM-TT	2019-06-27
municipalityKey	Amtlicher Gemeindeschlüssel (Kontaktdaten)	11000000
phone	Telefonnummer (Kontaktdaten)	030/123 456 789
state	Bundesland (Kontaktdaten)	Berlin
street	Straße (Kontaktdaten)	Spandauer Damm
zipCode	Postleitzahl (Kontaktdaten)	13593
comment	Kommentar	*beliebig*
vitalStatus	Vitalstatus Unterstützte Werte sind: *ALIVE* (lebendig), *DEAD* (verstorben), *UNKNOWN* (unbekannt)	*ALIVE*
dateOfDeath	Sterbedatum	2015-03-20

Diese Felder können bei der Registrierung angegeben werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Felder der Kontaktdaten nicht für das Matching verwendet werden können. Allerdings können solche Angaben zusätzlich in den Freitextfeldern `value1` - `value10` übermittelt werden und darüber beim Matching berücksichtigt werden. In Listing 9.1 wird exemplarisch die Registrierung einer Person gezeigt.

```
<soapenv:Envelope
    xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
    xmlns:ser="http://service.epix.ttp.icmvc.emau.org/">
   <soapenv:Header/>
   <soapenv:Body>
      <ser:requestMPI>
         <domainName>project-a</domainName>
         <identity>
            <birthDate>1990-07-18</birthDate>
            <firstName>Anna</firstName>
            <lastName>Schmidt</lastName>
            <gender>F</gender>
            <identifiers>
               <identifierDomain>
                  <name>PID</name>
               </identifierDomain>
               <value>pid_12345</value>
            </identifiers>
            <value1>A123456789</value1>
            <contacts>
               <city>Greifswald</city>
               <state>Mecklenburg-Vorpommern</state>
               <street>Bahnhofstrasse 3a</street>
               <zipCode>17489</zipCode>
            </contacts>
         </identity>
         <sourceName>data_source</sourceName>
      </ser:requestMPI>
   </soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>
```

Listing 9.1: SOAP-Anfrage zur Registrierung einer Person.

Die SOAP-Anfrage muss zumindest alle Felder beinhalten, die in der jeweiligen Domäne als Pflichtfelder definiert wurden. Identifier werden der Identität als Lokaler-Identifier hinterlegt. Jeder Identität können mehrere Kontakt-Adressen zugeordnet werden. Weitere Adressdaten können mit der Methode `addContact` hinzugefügt werden. Alle weiteren Felder werden in der jeweiligen Identität hinterlegt.

Wurde die Person erfolgreich registriert, wird der *HTTP-Code* `200 OK` zurückgeliefert. Die SOAP-Antwort enthält Informationen zum Match-Status (z.B. Möglicher Match) und der vergebenen MPI, sowieso der `Identity-Id`, welche benötigt wird, wenn konkret eine Ausprägung bearbeitet wird (z.B. beim Hinzufügen einer weiteren Adresse per `addContact`).

Im Vergleich zur Methode `requestMPI` stehen in der Methode `requestMPIWithConfig` über das Element `requestConfig` zwei zusätzliche Parameter zur Verfügung. In Listing 9.2 ist das entsprechende Element exemplarisch aufgeführt. Die Parameter werden in den zwei folgenden Abschmitten erläutert.

```
<soapenv:Envelope
    xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
    xmlns:ser="http://service.epix.ttp.icmvc.emau.org/">
    <soapenv:Header/>
    <soapenv:Body>
        <ser:requestMPIWithConfig>
            ...
            <requestConfig>
                <forceReferenceUpdate>False</forceReferenceUpdate>
                <saveAction>DONT_SAVE</saveAction>
            </requestConfig>
        </ser:requestMPIWithConfig>
    </soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>
```

Listing 9.2: SOAP-Anfrage zur Registrierung einer Person mit zusätzlichen Konfigurationsmöglichkeiten. In diesem Beispiel würde die Identität nicht gespeichert werden und nur das Match-Ergebnis zurückgegeben werden.

9.1.1 Aktualisieren der Hauptidentität

Wird bei der Registrierung ein Match ermittelt, so kann die zu registrierende Identität als Hauptidentität hinterlegt werden, auch wenn diese nicht aus der Sicheren Datenquelle stammt. Hierzu wird im Elemtent `forceReferenceUpdate` der Wert `true` gewählt. Mit `false` wird die Ermittlung der Hauptidentität über den üblichen Weg vorgenommen[4].

9.1.2 Beeinflussung der Persistierung

Mit dem Element `saveAction` kann die Persistierung der zu registrierenden Identität beeinfluss werden. So kann beispielsweise ermittelt werden, ob die zu

[4] Dies umfasst z.B. die Herkunft (Datenquelle) der Identität

registrierende Identität einen Match erzeugt, ohne die Identität zu speichern. Dies ermöglicht einen Abgleich des Datenbestandes, ohne diesen zu ändern. Es werden hierbei verschiedene Modi unterstützt, welche in Tabelle 9.2 aufgelistet sind.

Tabelle 9.2: Verhalten des E-PIX, je nachdem welche Save-Action gewählt wurde.

Save-Action	Beschreibung
SAVE_ALL	Speichert die Identität. DIes ist das standardmäßige Verhalten, wenn z.B. keine zusätzliche Konfiguration hinterlegt wurde. Im Fall eines Perfekter Match wird die vorhandene Identität aktualisiert.
DONT_SAVE_ON_-PERFECT_MATCH	Im Fall eines Perfekter Match wird keine Aktualisierung vorgenommen.
DONT_SAVE_ON_-PERFECT_MATCH_-EXCEPT_CONTACTS	Im Fall eines Perfekter Match wird keine Aktualisierung vorgenommen. Etwaig angegebene Kontaktdaten werden der bestehenden Identität angefügt.
DONT_SAVE	Unabhängig vom Ergebnis des Record Linkage werden keine Daten im E-PIX verändert.

9.2 Suchen anhand von Personendaten

Die Suche anahand von Personendaten erfolgt über die SOAP-Schnittstelle zur Personenverwaltung (Kapitel 5) mittels der Methode `searchPersonsByPDQ`. Die Suche erfolgt immer innerhalb einer Domäne, dessen Name über das Element `domainName` angegeben wird. Über das Element `and` kann angegeben werden, ob alle gesuchten Felder (`true`) oder zumindest ein Feld (`false`) übereinstimmen müssen. Unabhängig von der Angabe des Geburtsdatums (`birthDate`), können Personen anhand des Geburtsjahres (`yearOfBirth`), des Geburtsmonats (`monthOfBirth`) und/oder des Geburtstages (`dayOfBirth`) gesucht werden. Die Suche anhand von Identifier ist ebenfalls möglich. Hierfür stehen zudem gesonderte Methoden bereit, um Personen anhand des MPIs der Hauptidentität (`getPersonByFirstMPI`), anhand eines MPIs (`getPersonByMPI`) oder anhand eines Identifiers (`getPersonByLocalIdentifier`) zu suchen (Abschnitt 9.3).

> **Hinweis:** Adressen/Kontaktdaten werden bei der Suche nicht berücksichtigt, auch wenn diese bei der Suche angegeben werden können.

In Listing 9.3 ist eine exemplarische Suche dargestellt. Es werden alle Personen gefunden, die im Jahr *1983* geboren sind (*1983* in `yearOfBirth`) oder (`false` in `and`) den Nachnamen *Meier* haben (*Meier* in `lastname`).

```
<soapenv:Envelope
    xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
    xmlns:ser="http://service.epix.ttp.icmvc.emau.org/">
   <soapenv:Header/>
   <soapenv:Body>
      <ser:searchPersonsByPDQ>
         <searchMask>
            <and>false</and>
            <yearOfBirth>1983</yearOfBirth>
            <domainName>project-a</domainName>
            <identity>
                <lastName>Meier</lastName>
            </identity>
         </searchMask>
      </ser:searchPersonsByPDQ>
   </soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>
```

Listing 9.3: SOAP-Anfrage zur Suche von Personen anhand von IDAT.

Jede gefundene Person wird innerhalb eines `return` Elements zurückgeliefert. Dabei wird die Hauptidentität (auch Referenzidentität genannt) im Element `referenceIdentity` aufgeführt. Weitere Nebenidentitäten werden im Element `otherIdentities` aufgeführt.

> **Hinweis:** Das Element `identity` muss auch dann angegeben werden, wenn keine Elemente davon gesucht werden.

9.3 Suchen anhand von Identifiern

Die Suche anhand von Identifier erfolgt über die SOAP-Schnittstelle zur Personenverwaltung (Kapitel 5). Hierbei stehen diverse Methoden bereit, welche in Tabelle 9.3 aufgelistet sind.

> **Info: Wann erhält eine Identität einen MPI als Lokalen Identifier?**
> Der MPI wird bei der Registrierung einer Person erzeugt und der Person zugeordnet. Bei einer späteren Dublettenauflösung können dieser Person weitere Identitäten zugeordnet werden. Diese haben jeweils bei der erstmaligen Registrierung bereits einen MPI erhalten. Bei einer Zusammenführung werden diesen Identitäten die MPIs als Lokale Identifier zugeordnet.

Tabelle 9.3: Methoden zum Abrufen von Personen anhand von Identifiern.

Scope	Methode	Beschreibung
All	`getPersonByFirstMPI`	Liefert den Personendatensatz zurück, der den angegebenen MPI als *First MPI* enthält. MPIs, die durch eine Dublettenauflösung als Lokale Identifier angefügt wurden, bleiben hierbei unberücksichtigt. Es werden auch deaktivierte Personen zurückgeliefert, die nach einer Dublettenauflösung keine Identitäten zugehordnet haben.
	`getPersonByLocal-Identifier`	Liefert die Person, welche den angegebenen Lokalen Identifiers aufweist.
	`getPersonByMPI`	Liefert die Person anhand eines MPI zurück.
	`getPersonByMultiple-LocalIdentifier`	Liefert eine Person, die alle angegebenen Lokalen Identifier aufweist. Haben verschiedene Personen diese Identifier, so wird ein Fehler geliefert.
	`getPersonsByFirst-MPIBatch`	Wie `getPersonByFirstMPI`, es können mehrere MPIs angegeben werden, um mehrere Personen innerhalb einer Anfrage abzurufen.
	`getPersonsByMPIBatch`	Wie `getPersonByMPI`, es können mehrere MPIs angegeben werden, um mehrere Personen innerhalb einer Anfrage abzurufen.
Active	`getActivePersonBy-LocalIdentifier`	Liefert die aktive Person anahand eines Lokalen Identifiers zurück.
	`getActivePersonByMPI`	Liefert die aktive Person anhand eines MPI zurück.
	`getActivePersonBy-MultipleLocalIdentifier`	Liefert die aktive Person anhand mehrerer Lokale Identifier zurück. Haben verschiedene Personen diese Identifier, so wird ein Fehler geliefert.
	`getActivePersonsBy-MPIBatch`	Wie `getActivePersonByMPI`, es können mehrere MPIs angegeben werden, um mehrere aktive Personen innerhalb einer Anfrage abzurufen.

Info: Was ist eine “aktive” bzw. *active* Person?
Bei einer Zusammenführung durch eine Dublettenauflösung wird die Identität ausgewählt, welche der korrekten Ausprägung entspricht. Die jeweilige Person bleibt als Datensatz erhalten (auch Dublettengewinner) und erhält alle Identitäten als Nebenidentitäten der anderen Person zugeordnet. Diese Identitäten erhalten den MPI als Lokalen Identifier zugeordnet. Die Person nun ohne zugeordnete Identitäten (auch Dublettenverlierer) wird deaktiviert, bleibt jedoch erhalten und kann über den MPI gefunden werden. Werden explizit nur aktive Personen gesucht und dabei der MPI einer deaktivierten Person verwendet, so wird die Person zurückgeliefert, die bei einer Dublettenauflösung als Dublettengewinner hervorgegangen ist. Der *First MPI* der gelieferten Person weicht damit vom eigentlich gesuchten MPI ab. Diese Person enthält dann jedoch jene Identitäten, die zuvor der Dublettenverlierer Person zugeordnet waren und den gesuchten MPI als Lokalen Identifier zugeordnet haben.

Info: Was ist der First MPI?
Der First MPI wird bei der erstmaligen Registrierung einer Person vergeben. Wird die Identität durch eine Dublettenauflösung an eine andere Person angefügt, so wird die ursprüngliche Person deaktiviert, behält aber den First MPI. Die Identität erhält den MPI als Lokalen Identifier. Wird konkret nach dem First MPI gesucht, so werden nur Personendatensätze geliefert, welche den gesuchten MPI als First MPI hinterlegt hat. Identitäten die den MPI als Lokaler Identifier hinterlegt haben, bleiben in diesem Fall unberücksichtigt.

9.4 Nachträgliches Erzeugen von Bloomfiltern

Optimalerweise findet die finale Konfiguration einer Domäne vor der ersten Registrierung statt. Der E-PIX lässt eine Änderung der Konfiguration nicht über die Oberfläche zu, da der Datenbestand stets die Anforderungen der Matching-Konfiguration erfüllen muss. Bei Bestandsprojekten kann es vorkommen, dass die Konfiguration ergänzt werden muss. Für Datenbestände die nachträglich auch für Standort-übergreifende Zusammenführungen zur Verfügung gestellt werden sollen, kann z.B. die Ergänzung von Bloomfiltern erforderlich sein. Grundsätzlich kann hierfür auch eine separate Domäne angelegt, eine entsprechende Konfiguration hinterlegt und die Datensätze in diese Domäne importiert werden. Dies kann aber zu zusätzlichen Aufwänden bzgl. Dublettenauflösung führen. Daher wird hier beschrieben, wie eine Bloomfilter-Konfiguration nachträglich eingespielt werden kann und nachträglich Bloomfilter generiert werden können.

1. Anpassen der Datenbank

Sobald zumindest eine Registrierung in die Domäne erfolgt ist, kann die Konfiguration nicht mehr über die Weboberfläche verändert werden. Dies kann nur noch direkt über die Datenbank erreicht werden, indem der entsprechende Eintrag verändert wird und dann der E-PIX neu gestartet wird. Hierzu muss in der Datenbank die Tabelle `domain` ausgewählt werden und der entsprechende Eintrag zur Domäne herausgesucht werden. In dem Eintrag muss die Spalte `config` angepasst werden. Die Konfiguration liegt im XML-Format vor (siehe auch Kapitel 6). Stets direkt vor dem Element `preprocessing-config` muss das Element `privacy` eingefügt werden. Dieses beinhaltet ein oder mehrere Konfigurationen für Bloomfilter. Die Konfiguration ist in Kapitel 6.11.1 beschrieben. Im folgenden Listing 9.4 ist eine exemplarische Konfiguration dargestellt.

```
<privacy>
    <bloomfilter-config>
        <algorithm>
            org.emau.icmvc.ttp.deduplication.impl.
            bloomfilter.RandomHashingStrategy
        </algorithm>
        <field>value8</field>
        <length>1000</length>
        <ngrams>2</ngrams>
        <bits-per-ngram>15</bits-per-ngram>
        <fold>1</fold>
        <alphabet>
            ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ .-0123456789
        </alphabet>
        <balanced>
            <seed>4623829476</seed>
        </balanced>
        <source-field>
            <name>firstName</name>
            <seed>456542343</seed>
        </source-field>
        <source-field>
            <name>lastName</name>
            <seed>374027465</seed>
        </source-field>
    </bloomfilter-config>
</privacy>
```

Listing 9.4: Exemplarische Konfiguration eines Bloomfilters.

2. Neustarten des Dienstes

Nachdem die Datenbank angepasst wurde, muss der Dienst neu gestartet werden,

damit die neue Konfiguration geladen wird. Der Datenbestand wird dabei nicht verändert. Bei neuen Registrierungen greift nun jedoch die Bloomfilter-Konfiguration. Neue Datensätze erhalten demnach bereits einen Bloomfilter.

Je nach Größe des Bestands der jeweiligen Domäne und den technischen Spezifikationen des Systems, kann das nachträgliche Erzeugen der Bloomfilter höhere Laufzeiten verursachen. Es kann daher erforderlich sein zu diesem Zweck die Umgebungsvariablen des WildFlys anzupassen. Dies ist dann zu empfehlen, wenn beispielsweise über 100.000 Bloomfilter erzeugt werden sollen. Hierzu können in der Datei `./envs/wf_commons.env` die Variablen `WF_BLOCKING_TIMEOUT` und `WF_TRANSACTION_TIMEOUT` entsprechend angepasst werden[5]. Standardmäßig werden dadurch laufende Prozeduren nach einer gewissen Zeit abgebrochen.

3. Bloomfilter für Bestandsdaten erzeugen
Nachdem der Dienst vollständig hochgefahren ist, können die Bloomfilter erzeugt werden. Dies ist nur über die SOAP-Schnittstelle möglich. Hierzu wird die Methode `updatePrivacy` verwendet. Mit `domainName` wird der Name der Domäne angegeben. Mit dem Element `onlyReferenceIdentity` kann mit `true` angegeben werden, dass nur der Hauptidentität ein Bloomfilter zugeordnet werden soll. Wird `false` angegeben, wird allen Identitäten ein Bloomfilter zugeordnet. Mit Listing 9.5 wird allen Identitäten ein Bloomfilter zugeordnet.

```
<soapenv:Envelope
    xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
     xmlns:ser="http://service.epix.ttp.icmvc.emau.org/">
     <soapenv:Header/>
     <soapenv:Body>
          <ser:updatePrivacy>
               <domainName>project-a</domainName>
               <onlyReferenceIdentity>false</onlyReferenceIdentity>
          </ser:updatePrivacy>
     </soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>
```

Listing 9.5: SOAP-Anfrage zum nachträglichen Erzeugen von Bloomfiltern. Dabei wird allen Identität ein Bloomfilter zugeordnet.

Alternativ kann auch eine Liste mit MPIs übermittelt werden. Dann wird nur den Personen mit der jeweiligen MPI ein Bloomfilter zugeordnet. Hier wird mit dem

[5] Eine detaillierte Beschreibung aller Variablen ist zu finden unter: https://hub.docker.com/r/mosaicgreifswald/wildfly/

Element `mpiIds` ein oder mehrere MPIs angegeben. In Listing 9.6 ist dies entsprechend mit exemplarisch drei MPIs dargestellt.

```
<soapenv:Envelope
    xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
     xmlns:ser="http://service.epix.ttp.icmvc.emau.org/">
     <soapenv:Header/>
     <soapenv:Body>
         <ser:updatePrivacy>
             <domainName>project-a</domainName>
             <mpiIds>1001000000011</mpiIds>
             <mpiIds>1001000000042</mpiIds>
             <mpiIds>1001000000059</mpiIds>
             <onlyReferenceIdentity>false</onlyReferenceIdentity>
         </ser:updatePrivacy>
     </soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>
```

Listing 9.6: SOAP-Anfrage zum nachträglichen Erzeugen von Bloomfiltern. Dabei wird nur den Personen mit den entsprechenden MPIs ein Bloomfilter zugeordnet.

4. Optional: Anpassungen am WildFly rückgängig machen
Wurden Änderungen an den Umgebungsvariablen vorgenommen, sollten diese in der `./envs/wf_commons.env` wieder rückgängig gemacht werden.

IV Integration

10. Logging

> **Hinweis:** Details für die Anpassung der Logging-Konfiguration sind in der beigelegten Beschreibung `README\_E-PIX.md` (Abschnitt Logging) beschrieben.

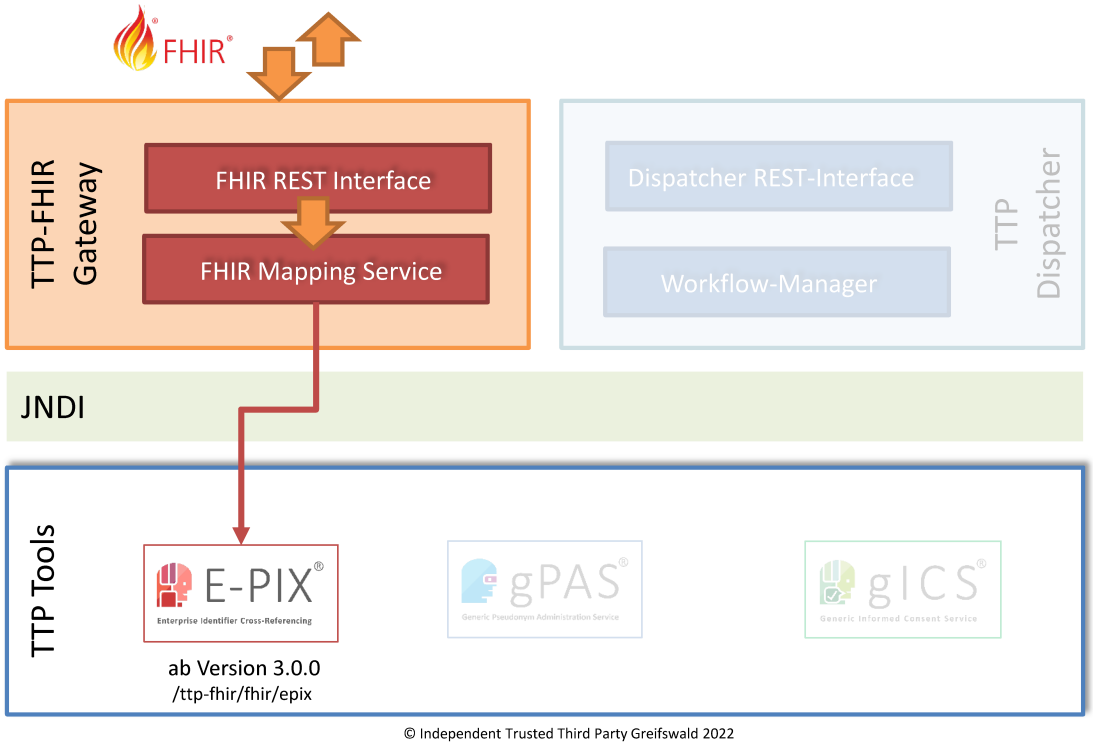
11. Benachrichtigungen

Bei Veränderungen im E-PIX (z.B. bei Registrierung einer Person oder Änderungen von Personendaten) kann dieser Benachrichtigungen an externe Systeme versenden. Dies kann per `http`, `MQTT` oder `EJB` erfolgen. Die Benachrichtigungen werden in einer separaten Notification-Datenbank im Notification-Dienst dokumentiert. Im E-PIX kann das Versenden von Benachrichtigungen pro Domäne konfiguriert werden. In Abschnitt 4.3.1 ist die Aktivierung bei der Domänen-Konfiguration über die Weboberfläche erläutert. Im XMLFormat ist dies im Abschnitt 6.4 dargestellt. Unabhängig davon bietet SOAP-Schnittstelle die Möglichkeit, unabhängig von der Konfiguration, Benachrichtigungen zu versenden.

> **Hinweis:** Der Abruf der Benachrichtigungen erfolgt über einen separaten Dienst, der mit dem E-PIX ausgeliefert wird (`ths-notification-service-<version>.war`). Die Konfiguration ist in der beiliegenden Anleitung unter `/docs/notification-service-<version>-README.pdf` beschrieben.

12. FHIR-Unterstützung

„Fast Healthcare Interoperability Resources (kurz: FHIR®) ist ein von HL7 erarbeiteter Standard. Dieser unterstützt den Datenaustausch zwischen Softwaresystemen im Gesundheitswesen. FHIR beschreibt Datenformate und Elemente als sogenannte „Ressourcen“ und bietet eine Schnittstelle an, um diese auszutauschen“[1].



Um sowohl bestehende Anwenderprojekte als auch künftige Nutzer bei der Umsetzung FHIR-orientierter Infrastrukturen und Prozesse zu unterstützen, wird ein

[1] https://de.wikipedia.org/wiki/Fast_Healthcare_Interoperability_Resources

zusätzliches Treuhandstellen-FHIR-Gateway (kurz: TTP-FHIR Gateway) als Mittler von FHIR-spezifischen Infrastrukturkomponenten und E-PIX bereitgestellt.

> **Hinweis:** Da der E-PIX als Daten-haltendes System sämtliche IDAT und Pseudonyme erster Stufe (MPI) verwaltet, ist der E-PIX auch für die Generierung und Verwaltung der erforderlichen FHIR-UUIDs verantwortlich.

Für ausgewählte Funktionalitäten zum Anlegen von Personendaten in FHIR wurden nachfolgende Funktionen umgesetzt und sind nach erfolgreichem Deployment des TTP-FHIR Gateways direkt per REST nutzbar. Der aktuelle Funktionsumfang (FHIR-Operations) des TTP-FHIR Gateway umfasst:

- Anlegen von Personendaten
- Aktualisieren von Personendaten

Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl von Suchfunktionen. Weitere Funktionalitäten werden sukzessive implementiert und bereitgestellt. Der zugehörige Implementation Guide mit konkreten Beispielen ist zu finden unter https://www.ths-greifswald.de/e-pix/fhir.

> **Hinweis:** Die Profilierung der erforderlichen Profile, Codesysteme und Operations erfolgte in Zusammenarbeit mit der Fa. Gefyra[a].

[a] https://www.gefyra.de/

13. Authentifizierung & Autorisierung

13.1 Global

Der E-PIX bietet unterschiedliche Umsetzungsoptionen der Authentifizierung und Autorisierung sowohl in der Docker- als auch in der Docker-Compose-Variante.

Standardmäßig ist im E-PIX keine Authentifizierung notwendig. Soll der E-PIX nur für bestimmte Nutzergruppen (Admin-Nutzer, Standard-Nutzer) zugänglich gemacht werden (vgl. Tabelle 13.1) oder das Anlegen von neuen Domäne beschränkt werden, stehen dafür zwei Authentifizierungsverfahren bereit. *gRAS* und *KeyCloak*, wobei es für *KeyCloak* zwei verschiedene Varianten gibt. Die Verwendung von *KeyCloak* wird empfohlen.

> **Hinweis:** Die Rollen-spezifische Domänen-Absicherung ist unter `https://www.ths-greifswald.de/ttp-tools/domain-auth` oder in der beiliegenden `/docs/TTP-Tools-Domain-Roles.md` beschrieben.

> **Hinweis:** Alle THS-Schnittstellen (Weboberfläche, FHIR-Gateway und SOAP-Webservices) können je Endpunkt und somit je Werkzeug (E-PIX, gICS, gPAS) mit *KeyCloak*-basierter (und damit OIDC-konformer) Authentifizierung abgesichert werden. Die Konfiguration der Authentifizierung erfolgt in der Docker-Compose Version innerhalb der `ttp\_epix.env`. Eine detaillierte Beschreibung ist unter `https://www.ths-greifswald.de/ttp-tools/keycloak` oder in der beiliegenden `/docs/TTP-Tools-Keycloak-Einrichtung.md` verfügbar.

13.1.1 Übersicht Nutzerrollen und Rechte

Tabelle 13.1: Nutzer-Zugriffsrechte in der Weboberfläche.

Bereich/Seite	Zugang ohne Login	Zugang mit User-Rechten	Zugang mit Admin-Rechten
Info	×	×	×
Dashboard		×	×
Administration: Domänen			×
Administration: Protokolle		×	×
Administration: Statistik		×	×
Personen: Dublettenauflösung		×	×
Personen: Suche / Bearbeiten		×	×
Personen: Hinzufügen		×	×
Listen: Import			×
Listen: Export			×

13.1.2 Verwendung von KeyCloak

Die Client-seitige *KeyCloak*-Konfiguration kann sowohl per Konfigurationsdatei als auch per Environment-Variablen bei Start des Docker-Compose erfolgen.

> **Hinweis:** Details können unter `https://www.ths-greifswald.de/ttp-tools/keycloak` oder aus der beiliegenden `/docs/TTP-Tools-Keycloak-Einrichtung.md` entnommen werden.

Neben der Absicherung der Weboberfläche gibt es die Möglichkeit, die SOAP-Schnittstelle per KeyCloak abzusichern. Hierfür wird ähnlich wie bei der Weboberfläche in Zugriffsrechte für Admin und User unterschieden.

13.1.3 Verwendung von gRAS

> **Hinweis:** Details können unter `https://www.ths-greifswald.de/ttp-tools/gras` oder aus der beiliegenden `/docs/gRAS-Einrichtung.md` entnommen werden.

13.2 Domänen-spezifische Rollen mit OpenID-Connect

Mit der rollenbasierter Domänen-Absicherung können einzelne Domänen für authentifizierte Benutzer, basierend auf den ihnen zugeordneten Rollen, ein- bzw. ausgeblendet werden. So werden über spezielle Rollen die Domänen beschrieben,

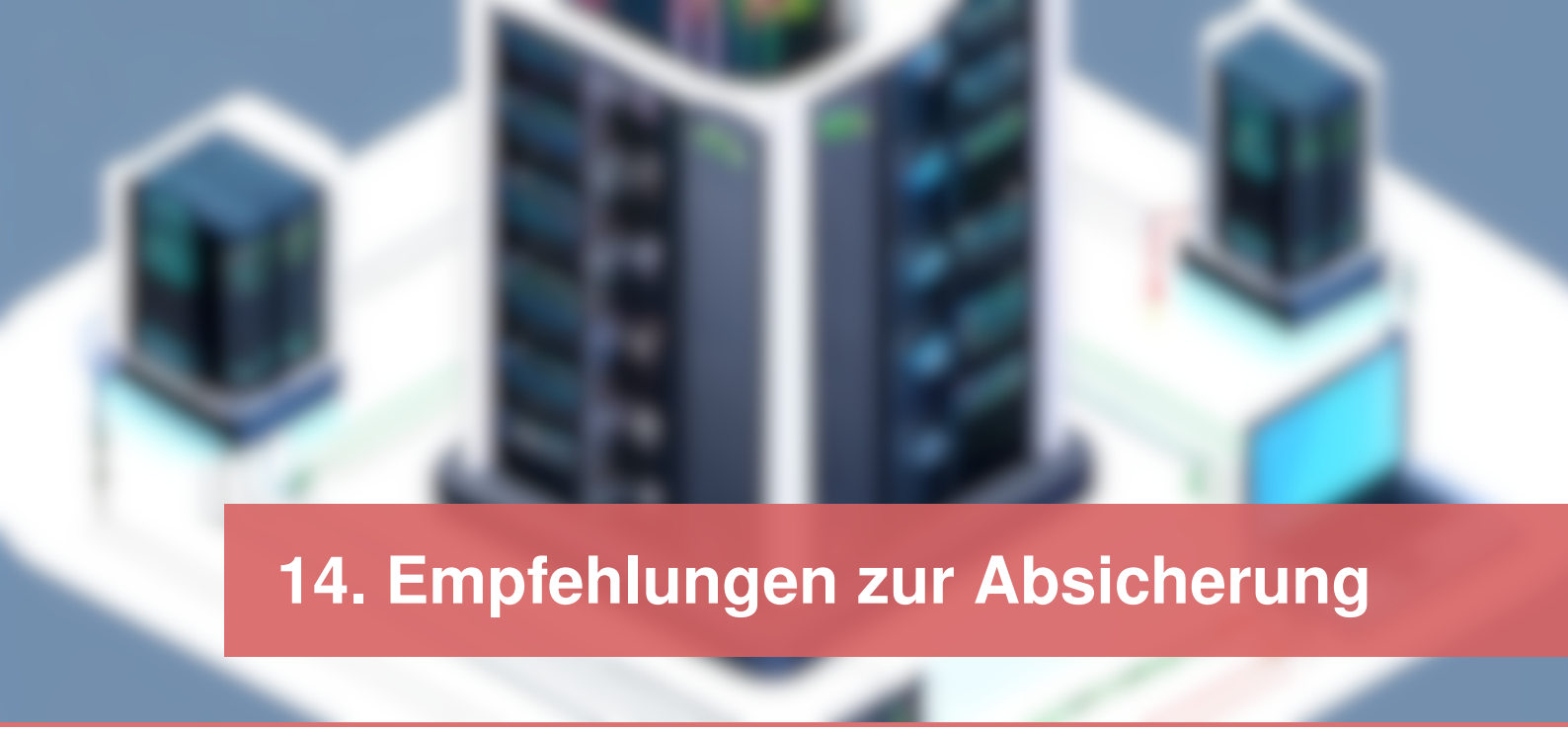
auf die der Zugriff erlaubt sein soll. Alle anderen Domänen werden “ausgeblendet” bzw. sind nicht zugänglich.

Als Paradigma wird dabei die transparente “Perspektive” (oder “View”) verwendet: Anfragen zur Domänen-Auflistung werden nur mit den Domänen beantwortet, zu denen es eine Autorisierung gibt. Zugriffsversuche auf andere Domänen werden so beantwortet, als gäbe es diese nicht. So ist es einem Nutzer auch nicht möglich, durch gezielte Anfragen herauszufinden, welche weiteren Domänen in der Instanz vorhanden sind.

Die “Filterung” der Domänen erfolgt im Backend, so dass die Zugriffe über SOAP und das Weboberfläche entsprechend eingeschränkt werden, sofern diese authentifiziert und mit aktivierter rollenbasierter Domänen-Absicherung erfolgen.

Das zweistufige Rollensystem mit Admin- und User-Rollen (vgl. Abschnitt 13.1) bleibt von rollenbasierter Domänen-Absicherung unberührt und ist komplementär dazu.

> **Hinweis:** Weitere inhaltliche Erläuterungen zur Verwendung und Konfiguration der Domänen-spezifischen Rollen und Rechte sind separat unter `https://www.ths-greifswald.de/ttp-tools/domain-auth` dokumentiert.



14. Empfehlungen zur Absicherung

Der Zugriff auf relevante Anwendungs- und Datenbankserver des E-PIX sollte nur für autorisiertes Personal und über autorisierte Endgeräte möglich sein. Wir empfehlen die Umsetzung nachfolgender IT-Sicherheitsmaßnahmen:

- Betrieb der relevanten Server in separaten Netzwerkzonen (getrennt von Forschungs- und Versorgungsnetz)
- Verwendung von Firewalls und IP-Filtern
- Verwendung von KeyCloak (siehe auch Kapitel 13)
- Zugangsbeschränkung auf URL-Ebene mit Basic Authentication (z.B. mit NGINX oder Apache)

15. Optimierungen

15.1 Optimierungen bei Multi-Millionen Beständen

Bei Datenbeständen mit mehreren Millionen zu verwaltenden Personen, können in Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit der verwendeten Hardware, höhere Laufzeiten entstehen. Dies kann es erforderlich machen, weitere Anpassungen vorzunehmen. Diese sollten aber ausdrücklich erst dann vorgenommen werden, wenn entsprechende Datenbestände erreicht oder erwartet werden. Dies umfasst beispielsweise das Hochsetzen von Timeouts, was nur bedingt durch den Datenbestand sinnvoll ist, aber nicht grundsätzlich.

1. Wert für Timeout in der Datenbank erhöhen
Bei großen Datenmengen können die standardmäßigen Zeiten bis zum Auslösen von Timeouts zu niedrig sein. Treten diese auf, so können diese in der Datenbank erhöhrt werden. Hier wird muss die (Datenbank-)Servervariable `innodb_lock_wait_timeout` erhöht werden. Standardmäßig liegt diese bei 50 Sekunden.

2. Werte für Timeout des WildFly Applikationsservers erhöhen
Wenn der Start eines Deployments zu lange dauert (standardmäßig mehr als 5 Min.), dann wird ein Timeout ausgelöst. Beim E-PIX kann das passieren, wenn der Datenbestand groß ist und nicht schnell genug alle Daten aus der Datenbank in den Cache geladen werden können. Dieser Abschnitt kann hierzu in die Konfiguration des Applikationservers WildFly eingefügt und der Wert angepasst werden:

```
1 <system-properties>
```

```
    <property name="jboss.as.management.blocking.timeout"
        value="DAUER␣IN␣SEKUNDEN" />
</system-properties>
```

Gleiches gilt für die Demployment-Dauer (standardmäßig 60 Sekunden). Folgende bereits vorhandene Konfiguration muss dafür angepasst werden:

```
<subsystem xmlns="urn:jboss:domain:deployment-scanner:2.0">
    <deployment-scanner deployment-timeout="DAUER␣IN␣SEKUNDEN" ...
        />
</subsystem>
```

15.2 Optimierungen bei Betrieb ohne Docker

Wird entgegen der hier beschrieben Vorgehensweise selbst ein Applikationsserver und Datenbankserver aufgesetzt, so kann eine Performance-Steigerung des E-PIX durch diverse Optimierungen erzielt werden. In den von der Treuhandstelle Greifswald ausgelieferten Docker Containern (WildFly und MySQL) sind diese bereits vorkonfiguriert. Diese Optimierungen sind relevant, wenn größere Datenbestände mit mehreren Zehn-Tausend Personen erwartet werden.

15.2.1 Speicher für MySQL erhöhen

Standardmäßig ist im MySQL-Server eine `innodb_buffer_pool_size` von 128 MB eingestellt. Es wird empfohlen diese auf 2 GB zu erhöhen. Dies geschieht entweder direkt in der Datenbank oder bei der Verwendung eines Docker-Containers als entsprechendes Kommando. Bei der Konfiguration dieses Wertes ist die offizielle MySQL-Dokumentation (`https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/innodb-buffer-pool-resize.html`) zu beachten. Die Anpassung dieses Wertes erfolgt unter Beachtung des verfügbaren Arbeitsspeichers.

15.2.2 Batch-Writing

Für jede Datenbankoperation (Insert, Update, Delete) wird standardmäßig separat auf die Datenbank zugegriffen. Zur Steigerung der Performance können die Anfragen jedoch zusammengefasst werden. Dies kann erreicht werden, indem in der `standalone.xml` vom WildFly der Parameter `rewriteBatchedStatements=true` an die `jdbc-connection-url` angefügt wird.

15.2.3 Lange Zeiten zum Hochfahren des Applikationsservers

Wurden viele Millionen Personen angelegt und ein Neustart des Systems ist erforderlich, so kann das Hochfahren des Applikationsservers WildFly mehr Zeit in Anspruch nehmen, als das konfigurierte Timeout zulässt. Das Timeout wird

standardmäßig nach 5 Minuten ausgelöst, sofern der WildFly bis dahin nicht hochgefahren ist. Es ist dann erforderlich, die Konfiguration des WildFly abzupassen. Hierzu wird in der `standalone.xml` des WildFly-Servers die Komponente `deployment-scanner` um das Attribut `deployment-timeout` ergänzt. Der Wert des Attributes gibt die Zeit in Sekunden an, ab wann ein Timeout ausgelöst wird. Im folgenden Beispiel wird das Timeout auf 15 Minuten (900 Sekunden) hoch gesetzt.

```
1 <subsystem xmlns="urn:jboss:domain:deployment-scanner:2.0">
2     <deployment-scanner [...] scan-interval="5000"
         deployment-timeout="900" [...] />
3 </subsystem>
```

Weitere Literatur

Publikationen

1. Bialke M, Bahls T, Havemann C, Piegsa J, Weitmann K, Wegner T und Hoffmann W. MOSAIC – A Modular Approach to Data Management in Epidemiological Studies. Methods Inf Med. 2015; 54:364–71. DOI: 10.3414/ME14-01-0133
2. Bialke M, Langner D, Geidel L, Bahls T, Havemann C und Piegsa J. Who Am I? And If so, How Many? The E-PIX as Innovative System to Manage Person Identities. Paper Presented at: 2nd Data Management Workshop. Band 2014. 2014
3. Bialke M, Penndorf P, Wegner T, Bahls T, Havemann C, Piegsa J und Hoffmann W. A Workflow-Driven Approach to Integrate Generic Software Modules in a Trusted Third Party. Journal of Translational Medicine. 2015 Jun 4; 13. DOI: ARTN17610.1186/s12967-015-0545-6
4. Hampf C, Geidel L, Zerbe N, Bialke M, Stahl D, Blumentritt A, Bahls T, Hufnagl P und Hoffmann W. Assessment of Scalability and Performance of the Record Linkage Tool E-PIX((R)) in Managing Multi-Million Patients in Research Projects at a Large University Hospital in Germany. Journal of Translational Medicine. 2020 Feb 17; 18:86. DOI: 10.1186/s12967-020-02257-4

Glossar

Balanced Bloomfilter Ein Balanced Bloomfilter stellt ein Härtungsverfahren von Bloomfiltern dar, bei dem ein Bloomfilter eine invertierte Kopie angefügt bekommt und die Bit-Positionen anhand eines bekannten Seeds zufällig vertauscht werden. Dies sorgt dafür, dass das Heimming-Weigth immer bei 1 liegt[1].

Base64 Base64 ist eine Kodierung zur Übertragung binärer Inhalte. Dabei wird der zu übermittelnde Inhalt in die Zeichen A-Z, a-z, 0-9, +, / überführt und besteht damit nur aus lesbaren Zeichen. Der Inhalt kann unabhängig von der binären Darstellung verschiedenerer Computersysteme übermittelt werden. Dies kann auch mittels Text-basierter Übertragung wie z.B. per E-Mail erfolgen.

Blocking Verfahren um zwei Identitäten anhand einer Teilmenge von Attributen zu vergleichen. Wird dabei eine hinreichende Ähnlichkeit erreicht, können weitere Attribute zum Vergleich verwendet werden (siehe Record Linkage).

Bloomfilter Ein Bloomfilter ist ein Hashing Verfahren, bei dem meist auf Basis von Hashfunktionen die Bit-Positionen eines Bit-Vektors auf 1 gesetzt werden. Bloomfilter können im Vergleich zu vielen anderen Hash-Methoden miteinander auf Ähnlichkeiten verglichen werden. Ähnliche Bloomfilter haben dabei auch ähnliche Eingabewerte Zugrunde. Dabei können keine direkten Rückschlüsse auf die Eingabewerte gezogen werden. Härtungsverfahren sorgen dafür, dass Versuche die zugrundeliegenden Eingabewerte zu ermitteln, erschwert oder verhindert werden.

Cryptographic Long Term Key Ein Cryptographic Long Term Key ist ein Härtungsverfahren von Bloomfiltern. Dabei werden mehrere Attribute in einen Bloomfilter codiert. Die Rückschlüsse auf die Eingabedaten eines Attributes werden damit erschwert[2].

Datenquelle Die Datenquelle ist die namentliche Nennung der Quelle, aus denen IDAT stammen können, z.B. ein Krankenhaus, ein Forschungsprojekt, eine Abteilung oder ein System (z.B. KIS). Eine tatsächliche Verknüpfung findet dabei nicht statt, sondern dient nur der Dokumentation und hat Einfluss auf

[1] Schnell R, Borgs C, editors. Randomized Response and Balanced Bloom Filters for Privacy Preserving Record Linkage. 2016 IEEE 16th International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW); 2016 12-15 Dec. 2016.

[2] Schnell R, Bachteler T, Reiher J. A novel error-tolerant anonymous linking code. 2011. German RLC Working Paper, German Record Linkage Center.

die Bewertung beim Record Linkage. Bei der Registrierung einer Identität wird die Quelle ausgewählt, aus der die jeweiligen IDAT stammen. Jeder Domäne kann eine Sichere Datenquelle zugeordnet werden. IDAT die über die Sichere Datenquelle registriert werden, werden als korrekte Ausprägung einer Identität angesehen (Hauptidentität).

Domäne Eine Domäne definiert die konkrete Konfiguration, welche zum Matchen von IDAT verwendet wird. Personen innerhalb einer Domäne sind immer eindeutig. Das Record Linkage findet immer nur innerhalb einer Domäne statt. Werden mehrere Mandaten innerhalb einer E-PIX-Instanz verwaltet, so muss für jeden Mandaten eine Domäne mit den spezifischen Matching-Parametern angelegt werden.

Dublettenauflösung Bei der Dublettenauflösung werden erkannte Möglichen Matches geprüft und oft unter Zuhilfenahme weiterer Informationen aus anderen Datenquellen aufgelöst. Dies umfasst häufig auch die Korrektur offensichtlicher Fehler, sodass eine eindeutige Zusammenführung oder Trennung zweier Identitäten möglich wird. Dieser Prozess erfolgt meist manuell.

Duplikat Ein Duplikat liegt vor, wenn zwei Patientendatensätze denselben Patienten beschreiben und gegebenfalls dennoch im selben Bestand gehalten werden. Mithilfe einer Duplikaterkennung (siehe Record Linkage) können Duplikate vor einer Eintragung ermittelt werden.

Field-Level Bloomfilter Ein Field-Level Bloomfilter ist ein Bloomfilter, in dem nur ein Attribut codiert wurde.

Hauptidentität Eine Hauptidentität ist die Identität die als korrekt angesehene Ausprägung einer Person angesehen wird. Jede Person kann beliebig viele Nebenidentitäten haben. In der Weboberfläche wird diese Ausprägung z.B. angezeigt, wenn anhand von IDAT nach einer Person gesucht wird. Die Hauptidentität wird vereinzelt auch als Referenz oder Referenzidentität bezeichnet.

Homonymfehler Ein Homonymfehler entsteht, wenn die Datensätze mehrere Personen fälschlicherweise nur einer Person zugeordnet werden. Im E-PIX wäre dies z.B. der Fall, wenn eine Person zwei Identitäten zugeordnet hat, die eigentlich zu verschiedenen Personen gehören.

Identifier Ein Identifier ist ein Identifikator, der eine Identität eindeutig identifiziert. Dieser Identifier kann vom E-PIX in Form eines MPIs selbst erzeugt worden sein, oder aus einem externen System stammen (z.B. Fallnummer oder Patienten-ID aus einem KIS). Im E-PIX können diese Identifier einer Person zugeordnet werden. Hierzu wird eine Identifier-Domäne angelegt, welche die Identifier z.B. eines externen Systems entspricht und diese Identifier beinhaltet.

Identifier-Domäne In einer Identifier-Domäne werden alle Identifier verwaltet, die zu einem Kontext gehören. Dies umfasst z.B. MPIs, die der E-PIX erzeugt hat oder Identifier aus anderen Systemen. Jede Identität kann mehrere Identifier aus einer oder verschiedenen Identifier-Domänen zugeordnet bekommen.

Identifizierende Daten Die identifizierenden Daten (IDAT) einer Person umfassen alle Daten, welche diese identifizieren können. Hierzu zählen z.B. der Vorname und Nachname, das Geburtsdatum, der Wohnort, der Geburtsort, der Geburtsname und gegebenenfalls weitere Attribute. Einzelne Attribute müssen dabei nicht per se identifizierend sein. Mit Zuhilfenahme weiterer Attribute kann die Kombination dieser jedoch identifizierend werden.

Identität Eine Identität ist eine Ausprägung von IDAT. Jeder Person können mehrere Identitäten in Form von einer Hauptidentität beliebig vielen Nebenidentitäten zugeordnet werden.

First MPI Der First MPI wird bei der erstmaligen Registrierung einer Person vergeben. Wird die Identität durch eine Dublettenauflösung an eine andere Person angefügt, so wird die ursprüngliche Person deaktiviert, behält aber den First MPI. Die Person ist damit immer über den First MPI findbar.

Lokaler Identifier Ein lokaler Identifier ist ein Identifikator, der durch ein externes System vergeben wurde, wie beispielsweise einem KIS. Der Lokale Identifier identifiziert dabei die Personenidentität eindeutig in diesem System. Aus einem System können dabei mehrere Lokale Identifier stammen (z.B. Patienten-ID und Fallnummer). Der Patientenidentifikator kann in seiner Funktion als Identifier auch als LID (“Lokaler (externer) Identifier”) betrachtet werden. Im E-PIX können diese Identifier einer Person zugeordnet werden. Hierzu wird eine Identifier-Domäne angelegt, welche die Identifier z.B. eines externen Systems entspricht und diese Identifier beinhaltet.

Match Ähnlichkeit zweier Identitäten überschreitet einen bestimmten Schwellwert. Der E-PIX unterscheidet zwischen Perfekter Match, Automatischer Match und Möglicher Match. Sofern die Ähnlichkeit unter dem Schwellwert für einen Möglicher Match liegt, dies als Kein Match bezeichnet.

Automatischer Match (engl.: Automatic Match) Die Ähnlichkeit zweier Identitäten überschreitet den Schwellwert für *automatische Matches*. Die zu registrierende Identität wird automatisch der vorhandenen Person zugeordnet. Es ist keine Dublettenauflösung erforderlich.

Guter Match (engl.: Good Match) → Automatischer Match

Kein Match (engl.: Non-Match) Die Ähnlichkeit zweier Identitäten unterschreitet den Schwellwert für einen Möglicher Match. Die Identitäten werden zwei verschiedenen Personen zugeordnet.

Möglicher Match (engl.: Possible Match) Zwei Identitäten weisen eine hohe Ähn-

lichkeit auf, sind jedoch nicht exakt gleich. Aufgrund der hohen Ähnlichkeit kann ein Verbinden der beiden Identitäten in Betracht gezogen werden

Perfekter Match (engl.: Perfect Match) Bei einem Perfect Match ergibt der Vergleich zweier Identitäten die völlige Übereinstimmung aller verglichenen IDAT.

Nebenidentität Eine Nebenidentität ist eine Ausprägung von IDAT. Jeder Person können mehrere Nebenidentitäten zugeordnet werden. Die Hauptidentität zeigt an, welche Identität die als korrekt angesehene Ausprägung angesehen wird.

Objekt-Identifikator Ein Objekt-Identifikator (OID) ist ein eindeutiger Bezeichner für ein Objekt. Im E-PIX erhält jede Identifier-Domäne einen OID. Bei der Vergabe von MPIs kann z.B. eine entsprechende Identifier-Domäne mit dem OID der Forschungseinrichtung hinterlegt werden.

Patientenidentifikator Ein Patientenidentifikator (PID) ist ein Pseudonym (siehe Pseudonym) erster Stufe. Demnach wird diese Kennung einem Patienten direkt zugeordnet.

Privacy-Preserving Record Linkage Das Privacy-Preserving Record Linkage ist ein Verfahren um Datensätze abzugleichen, ohne dabei die Identität einer Person offenbaren zu müssen. Eine Möglichkeit dies umzusetzen, ist der Einsatz von Bloomfiltern, welche zwar einen Abgleich von Personendaten ermöglicht, ohne jedoch Rückschlüsse auf diese Daten zu ermöglichen.

Pseudonym Ein Pseudonym ist eine nichtssagende Kennung. Mit diesem kann die Identität eines Patienten verschleiert werden, da mit alleiniger Nutzung der Kennung keine Rückschlüsse auf die Identität gezogen werden können. Pseudonyme können über eine Zufallskennung erzeugt werden. Ein Pseudonym erster Stufe wird durch einen Patientenidentifikator realisiert. Bei mehrstufigen Pseudonymen wird einem Pseudonym ein weiteres Pseudonym zugeordnet. So lassen sich beliebig viele Stufen abbilden.

Quelle → Datenquelle

Record Linkage Verfahren um zwei Identitäten auf Gleichheit zu prüfen. Dabei werden alle oder nur eine Teilmenge von Personenattributen bzw. IDAT miteinander verglichen. Je nachdem welche Ähnlichkeit diese in Summe aufweisen, werden die Identitäten als Duplikat erkannt und gehören demnach zur selben Person.

Referenz → Hauptidentität

Referenzidentität → Hauptidentität

Sichere Datenquelle Eine Sichere Datenquelle ist eine Datenquelle bei der die registrierten IDAT als korrekte Ausprägung angesehen werden. Siehe auch Datenquelle.

Synonymfehler Ein Synonymfehler entsteht, wenn mehrere Datensätze, die zu einer Person zugehörig sind, nicht dieser Person zugeordnet werden, sondern auf im Datenbestand als verschiedene Personen betrachtet werden. Im E-PIX wäre dies z.B. der Fall, wenn zwei Identitäten auf zwei Personen verteilt verwaltet werden, statt diese derselben Person zuzuordnen.

THS-Dispatcher Der Treuhandstellen-Dispatcher ist ein Workflowmanagementsystem. Damit lassen sich Prozesse im Treuhandstellenkontext abbilden. Hierbei stehen diverse Schnittstellen zur Verfügung, um z.B. Abläufe zwischen Systemen des Identitäts-, Pseudonym- und Einwilligungsmanagements abzubilden.

Abkürzungsverzeichnis

CLK Cryptographic Long Term Key *Glossar:* Cryptographic Long Term Key
eGK Elektronische Gesundheitskarte
E-PIX Enterprise Identifier Cross-Referencing
gPAS generic pseudonym administration service
IDAT Identifizierende Daten. *Glossar:* Identifizierende Daten
KIS Krankenhausinformationssystem
KVNR Krankenversichertennummer
MDAT Medizinische Daten
MPI Master Patient Index
OID Objekt-Identifikator
PPRL Privacy-Preserving Record Linkage
Glossar: Privacy-Preserving Record Linkage
TMF Technologie- und Methodenplattform für die vernetzte medizinische Forschung e.V.
XML Extensible Markup Language