Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Spring Security

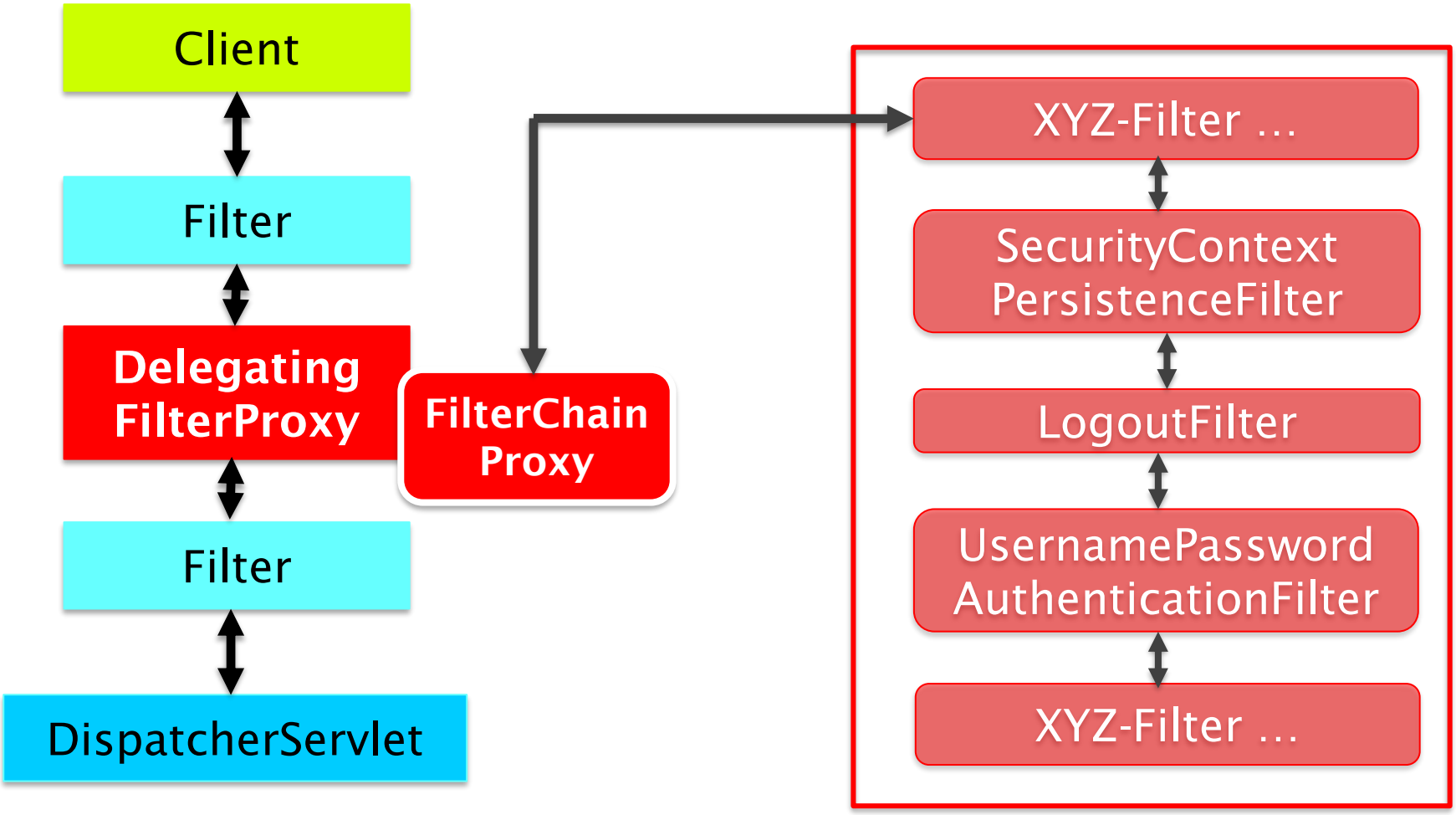
Peter Andres, ISC-EJPD

Architektur

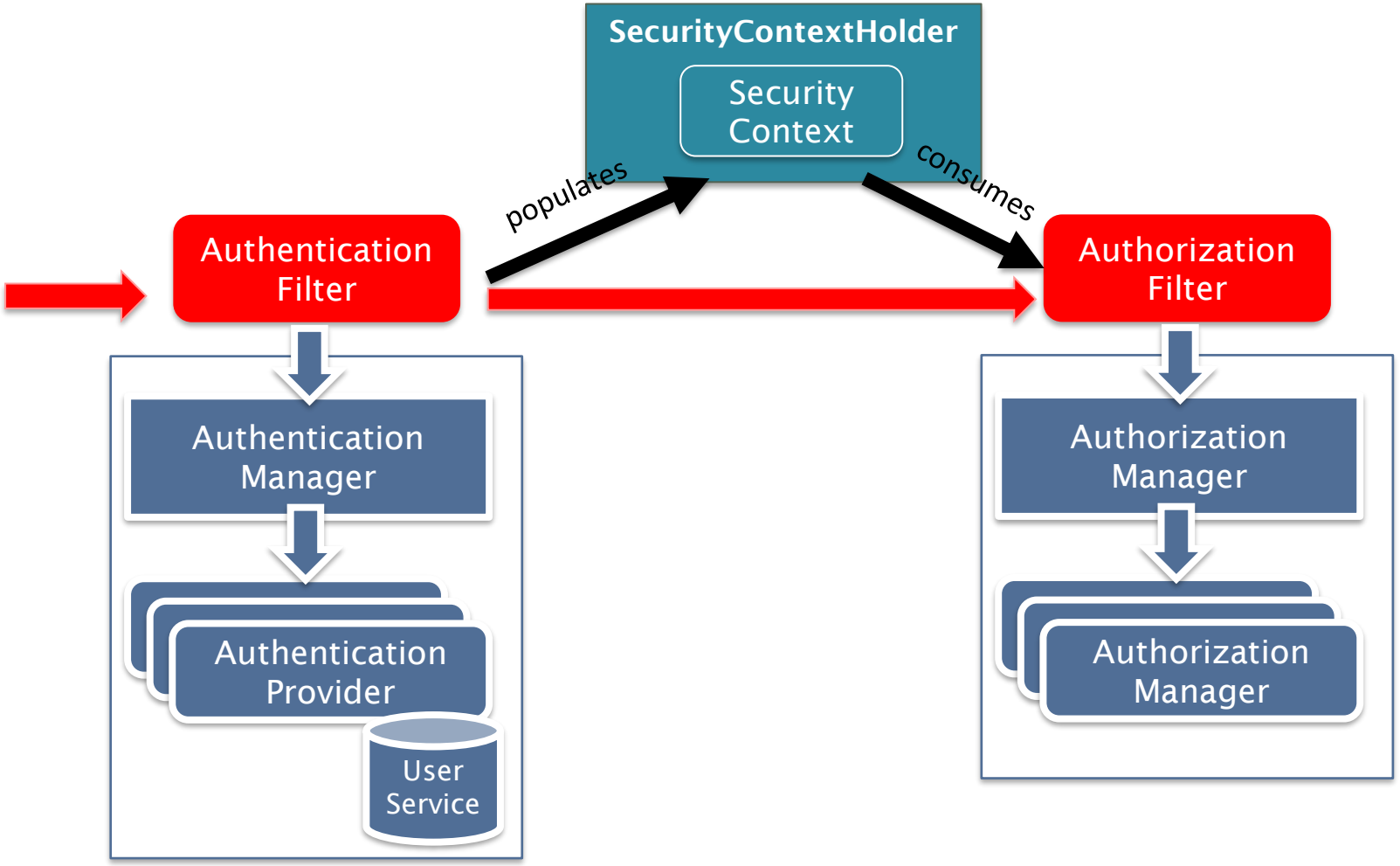
Einführung

- Spring Security wurde als Teilprojekt von Spring 2003 von Ben Alex ins Leben gerufen und 2008 als Spring Security 2.0 released
- Spring Security ist ein umfassendes, flexibles und mächtiges Framework und basiert auf der Servlet-Spezifikation
- Spring unterstützt eine grosse Anzahl von Authentifizierungs-protokollen wie Basic Authentication, LDAP, OAuth2 und OpenID Connect
- Spring implementiert verschiedene Autorisierungsverfahren:
  - URL-basierter Zugriffsschutz (für Webanwendungen)
  - Methoden-basierter Zugriffsschutz
  - Access Control-Listen (ACL) für einen feingranularen Zugriffsschutz auf Ressourcen oder Objekte

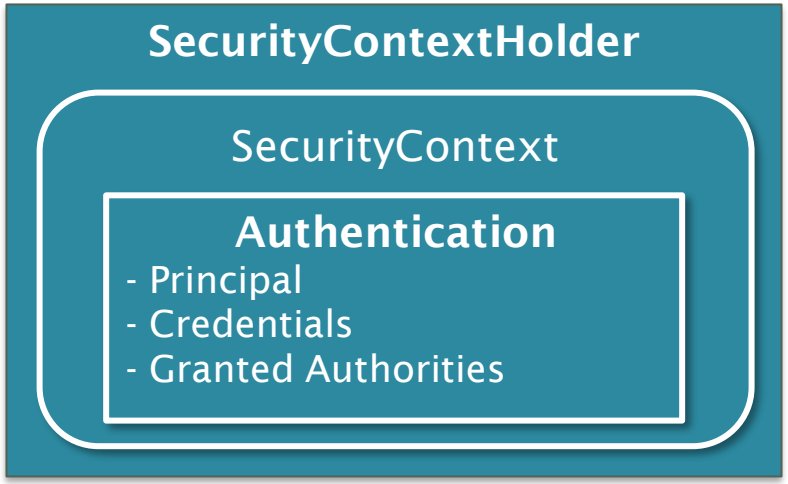
Security-Filterkette



Spring Security-Architektur



Security-Kontext




```
SecurityContext context = SecurityContextHolder.getContext();
Authentication authentication = context.getAuthentication();

// get principal username
User user = (User) authentication.getPrincipal();
String name = user.getUserName();
```

Konfiguration

Maven-Konfiguration

- Der Security Starter aktiviert die `SecurityAutoConfiguration`-Klasse mit der Default Security-Konfiguration:
  - sichert alle Endpunkte der Applikation, sodass nur authentisierte Requests zugelassen sind
  - generiert einen (in-memory) User mit Name *user* und einem Random-Passwort (Ausgabe auf der Konsole)
  - setzt die wichtigsten Security-HTTP-Headers
  - aktiviert CSRF-Tokens

```
<dependency>
    <groupId>org.springframework.boot</groupId>
    <artifactId>spring-boot-starter-security</artifactId>
</dependency>
```

Default Security-Konfiguration

- Die Default Security-Konfiguration verwendet folgende Application Properties, welche angepasst werden können:

```
spring.security.user.name=user     # default user name
spring.security.user.password=     # password of the default user
spring.security.user.roles=        # granted roles of the default user
```

Custom Security-Konfiguration

```
@Configuration
public class SecurityConfig {

    @Bean
    public SecurityFilterChain filterChain(HttpSecurity http) throws Exception {
        // configure authentication method and URL authorization
    }

    @Bean
    public UserDetailsService userService() {
        // create user details service
    }

    @Bean
    public PasswordEncoder passwordEncoder() {
        // create password encoder
    }
}
```

Authentifizierung

Benutzerverwaltung

- Soll ein Softwaresystem von mehreren Benutzern benutzt werden, so muss es über eine Benutzerverwaltung (Identity Store) verfügen, in dem die Benutzerattribute und Credentials abgelegt sind

- Identity Stores können sein:
  - Benutzer-Datenbank
  - LDAP / Active Directory
  - Filesystem

- Die Authentifizierung kann auch über einen externen Service erfolgen:
  - Identity-Provider (z.B. Google, GitHub, usw.)
  - CAS (Central Authentication Service)
  - RSA-Server (SecureID)

Ablauf Authentifizierung

1) Der Request wird vom *Authentication Filter* intercepted

6) Das *Authentication*-Objekt wird im *Security Context* gespeichert

2) Die Authentifizierung wird an den *Authentication Manager* delegiert

Authentication filter

Security Context

5) Das Resultat der Authentifizierung wird an den Filter zurückgegeben

Authentication manager

3) Der *Authentication Manager* nutzt die *Authentication Provider*, welche die Authentifizierungslogik implementieren

Authentication provider

User details service

Password encoder

4) Der *Authentication Provider* lädt den User via UserDetailsService und validiert die Credentials (z.B. Password)

Authentication Provider

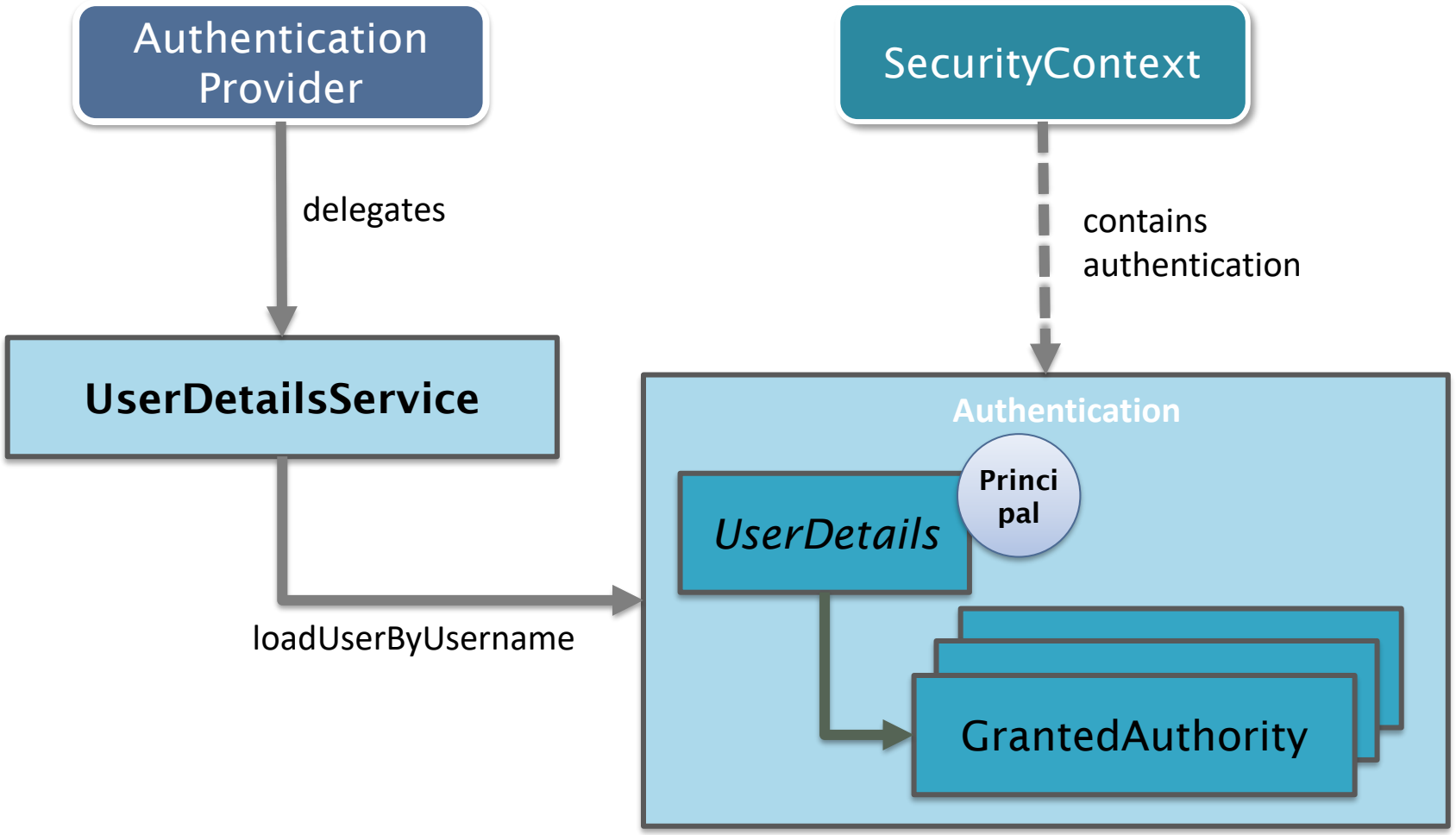
- Ein Authentication-Provider ist zuständig für die Authentifizierung und kann
  - ein `Authentication`-Objekt zurückgeben, wenn er die Credentials des Benutzers validieren konnte
  - eine `AuthenticationException` werfen, wenn die Validierung fehlschlägt
  - null zurückgeben, wenn er sich nicht entscheiden kann

```
public interface AuthenticationProvider {
   boolean supports(Class<?> clazz);
   Authentication authenticate(Authentication auth)
       throws AuthenticationException;
}
```

User Details Service

- Der Authentication Provider verwendet einen `UserDetailsService`, um Detailinformationen über Benutzer zu laden
- Dazu ruft er die Methode `loadUserByUsername` auf, welche ein `UserDetails`-Objekt zurückgibt oder im Fehlerfall eine `UsernameNotFoundException` wirft
- Der `UserDetailsService` kann zum Beispiel so implementiert werden, dass Benutzer von einer Datenbank oder einem Legacy System geladen werden

User Details Service



In-Memory User Details Service

```
@Configuration
public class SecurityConfig {

    @Bean
    public UserDetailsService inMemoryUsers(PasswordEncoder encoder) {
        UserDetails user = User.withUsername("user")
            .password(encoder.encode("12345"))
            .roles("USER").build();
        UserDetails admin = User.withUsername("admin")
            .password(encoder.encode("s3cr3t"))
            .roles("ADMIN").build();
        return new InMemoryUserDetailsManager(user, admin);
    }

    @Bean
    public PasswordEncoder passwordEncoder() {
        return new BCryptPasswordEncoder(10);
    }
}
```

Custom User Details Service

```
@Service
public class CustomUserDetailsService implements UserDetailsService {

    @Autowired
    private UserRepository userRepository;

    @Override
    public UserDetails loadUserByUsername(String username)
            throws UsernameNotFoundException {
       AppUser appUser = userRepository.findByUsername();
       if (appUser == null)
           throw new UsernameNotFoundException("User not found");
       return User.withUsername(username)
            .password(appUser.getPassword())
            .roles(appUser.getRoles())
            .build();
    }
}
```

Password Encoder

- Spring verwendet Hash-Algorithmen mit einem Salt, um Passwörter mit hoher Güte sicher zu speichern

- Spring verwendet standardmässig den `DelegatingPasswordEncoder`, welcher
  - mehrere konfigurierbare Hashverfahren ermöglicht
  - das Format *{hashID}passwortHash* unterstützt
  - einen `DefaultEncoder` (in der Regel BCrypt) verwendet, falls die Hash-ID fehlt

Authentifizierungsmethode

- Die Authentifizierungsmethode definiert, welche Art Credentials verwendet werden, um Benutzer zu authentifizieren
- Die Authentifizierungsmethode wird in der `SecurityFilterChain` festgelegt, welche in einer Bean-Methode mit dem `HttpSecurity`-Objekt erzeugt werden kann
- Über das `HttpSecurity`-Objekt können zudem die URL-basierte Autorisierung von Requests, das Session-Management und die Verwendung von CSRF-Tokens konfiguriert werden

Authentifizierungsmethode

```
@Configuration
public class SecurityConfig {

    @Bean
    public SecurityFilterChain filterChain(HttpSecurity http) throws Exception {
        http.httpBasic(withDefaults());
        http.authorizeHttpRequests(auth -> auth.anyRequest().authenticated());
        http.sessionManagement(
            session -> session.sessionCreationPolicy(STATELESS));
        http.csrf(csrf -> csrf.disable());
        return http.build();
    }
}
```

Autorisierung

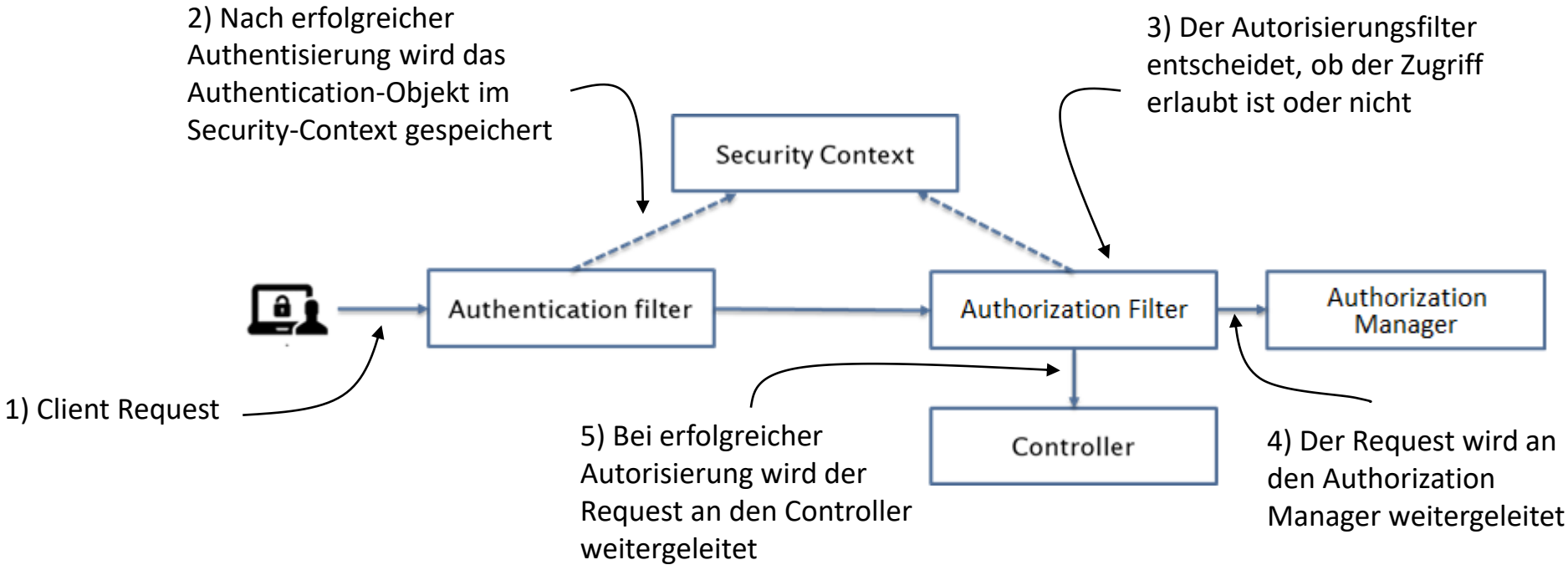
Grundlagen

- Nach der Authentisierung muss ein Benutzer (oder Client) für den Zugriff auf geschützte Ressourcen autorisiert (berechtigt) werden

- Autorisierungen können erfolgen auf Stufe
  - URL (mit Servlet-Filter)
  - Methode (mit dynamischen Proxies)
  - Objekt (mit ACL-Listen)

- Das `UserDetails`-Objekt enthält eine Liste von `GrantedAuthority`-Objekten, die Berechtigungen beschreiben als
  - grobgranulare Rollen (mit Präfix *ROLE_*)
  - feingranulare Berechtigungen
  - Access Control List (ACL) bezogen auf ein Objekt

Ablauf Autorisierung



URL-basiere Zugriffskontrolle

- Die URL-basierte Zugriffskontrolle kann über das `HttpSecurity`-Objekt konfiguriert werden:
  - Mit der Methode `authorizeRequests` werden Zugriffsregeln für URLs erstellt (Security-Policy)
  - Mit der Methode `requestMatchers` wird definiert, für welche URLs und welche HTTP-Methode eine Konfiguration gilt (Scope)
  - Mit den Methoden `permitAll`, `hasRole` usw. werden Zugriffe erlaubt

- Die Konfiguration muss von fein nach grob erfolgen, da die erste passende Regel verwendet wird

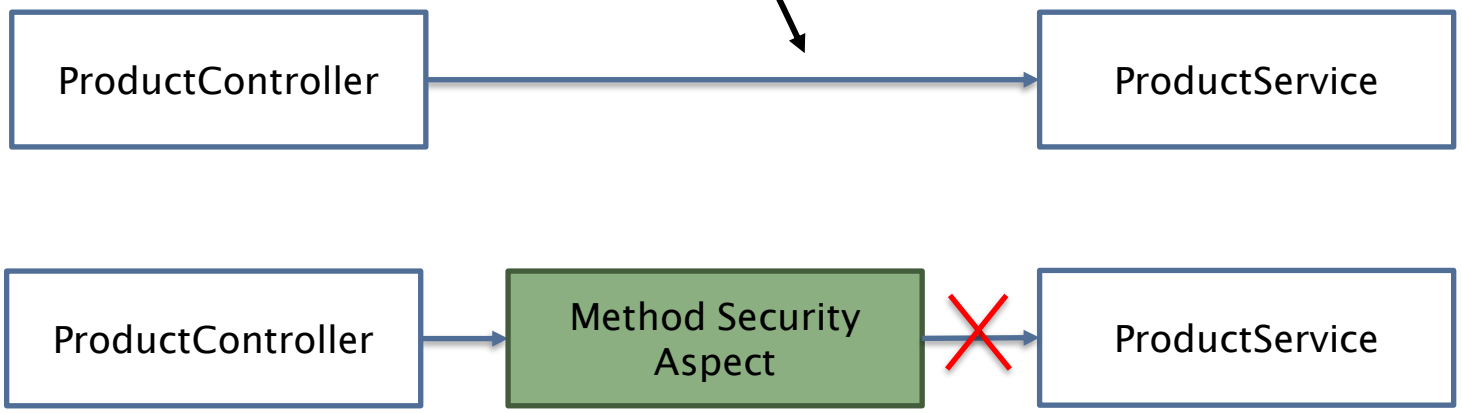
URL-basierte Zugriffskontrolle

```
@Configuration
public class SecurityConfig {

    @Bean
    public SecurityFilterChain filterChain(HttpSecurity http) throws Exception {
        http.httpBasic(withDefaults());
        http.authorizeRequests(authorize -> authorize
            .requestMatchers("/login/**").permitAll()
            .requestMatchers("/view/**").authenticated()
            .requestMatchers("/admin/**").hasRole("ADMIN")
            .requestMatchers(HttpMethod.GET, "/monitor/**").hasRole("ADMIN")
            .anyRequest().denyAll();
        ...
    }
}
```

Methodenbasierte Zugriffskontrolle

Ohne Method-Security wird der Request vom Controller direkt an den Service weitergeleitet



Mit Method-Security wird der Request vom Security-Aspect intercepted (AOP) und der Request nur weitergeleitet, wenn die Sicherheitskonfiguration (Policy) es zulässt

Methodenbasierte Zugriffskontrolle

- Mit der Annotation @EnableMethodSecurity auf einer Konfigurationsklasse wird die Methodensicherheit aktiviert

- Über die Attribute prePostEnabled (Default), jsr250Enabled und securedEnabled können folgende Annotationen aktiviert werden:
  - @PreAuthorize, @PostAuthorize, @PreFilter, @PostFilter (SPEL-Ausdrücke
  - @PermitAll, @DenyAll, @RolesAllowed, @RunAs (Servlet Security)
  - @Secured (ursprüngliche Spring-Annotation)

- Methodensicherheit kann in einem Controller oder Service auf Stufe Methode oder Klasse verwendet werden

Methodenbasierte Zugriffskontrolle

```
public class PostService {

    @PreAuthorize("hasAuthority('POST')")
    public void doPost(Post post) { ... }

    @PreAuthorize("hasRole('USER')")
    public void doPost(Post post) { ... }

    @PreAuthorize("#post.name == authentication.name")
    public String updatePost(Post post) { ... }

    @PostAuthorize("returnObject.name = authentication.name")
    public Post readPost(Long id) { ... }
}
```

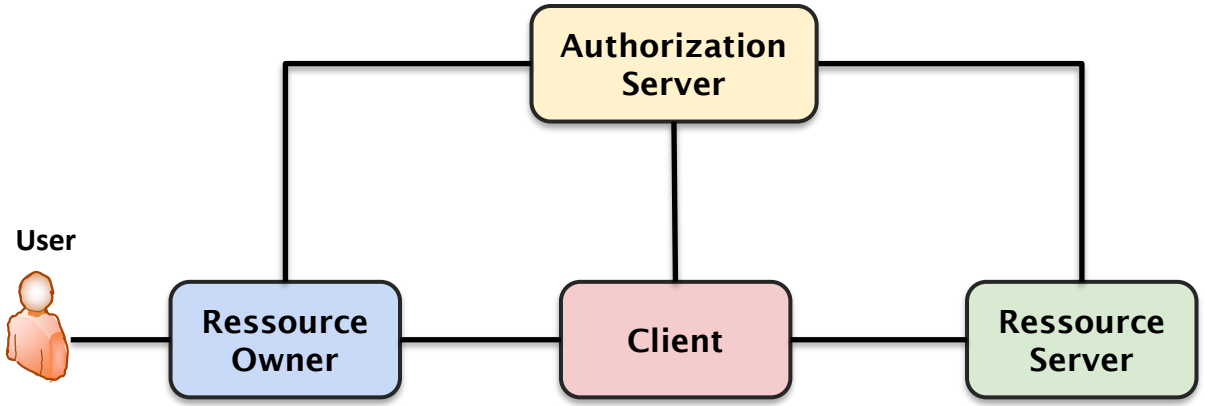
OAuth2 und OpenID Connect

Einführung

- OAuth 2.0 ist ein Autorisierungsprotokoll und -framework
- Endbenutzer können einer Zielanwendung erlauben, auf ihre Daten eines Dienstes zuzugreifen, ohne ihre Credentials preisgeben zu müssen (delegierte Autorisierung)
- OpenID Connect (OIDC) ergänzt OAuth2 mit Identitätsdaten und ermöglicht so einer Zielanwendung, die Identität von Benutzern zu prüfen (delegierte Authentifizierung)

OAuth2 Parteien

- Der **Ressource-Owner** (Benutzer) kann den Zugriff auf eine Ressource (Daten oder Dienste) gewähren
- Der **Client** (Zielapplikation) greift im Namen des Benutzers auf eine seiner geschützten Ressourcen zu
- Der **Autorisierungsserver** authentisiert den Benutzer und stellt dem Client eine Erlaubnis (Token) für den Zugriff auf die Ressource aus
- Der **Ressource-Server** enthält die Ressourcen des Benutzers und liefert diese bei erfolgreicher Autorisierung aus



OAuth2 Parameter

- Damit der Client eine Autorisierungsanfrage an den Autorisierungs-Server durchführen kann, braucht er in der Regel
  - einen **Client Identifier**
  - ein **Client Secret**
  - einen **Scope** (Umfang der Autorisierung)

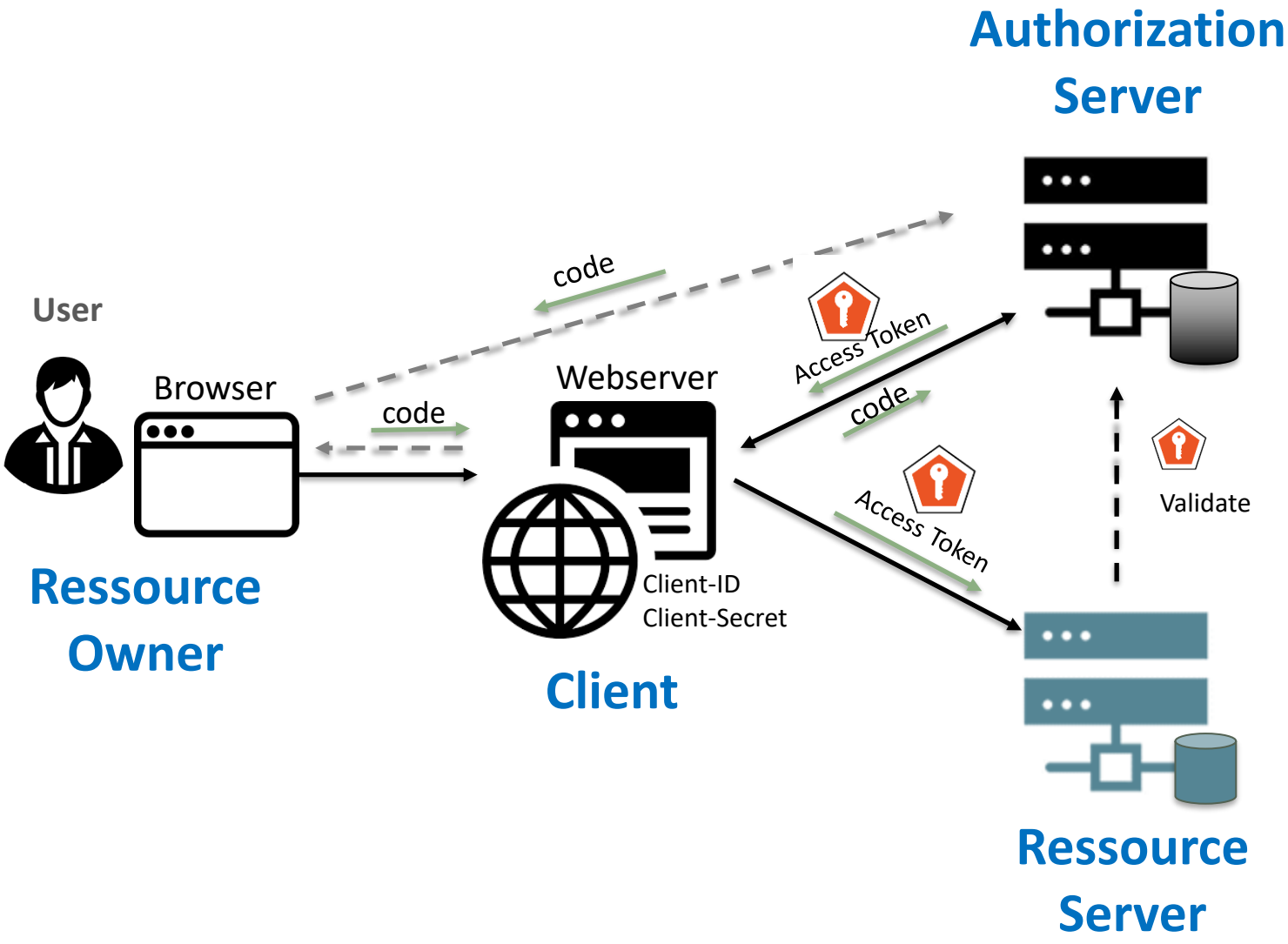
- Der Autorisierungsserver erteilt Berechtigungen in Form von **Access Tokens** (nicht standardisiert)
  - Non-opaque Tokens enthalten Benutzer- und Berechtigungs-informationen (e.g. JSON Web Tokens)
  - Opaque Tokens müssen zuerst durch den Autorisierungsserver verifiziert werden, um die Zugriffsdaten zu erhalten

OAuth2 Client-Typen

- OAuth2 unterscheidet grundsätzlich zwei Client-Typen:
  - **Public** Clients
    Single Page Application(SPA), mobile Apps, usw.
  - **Confidential** Clients
    Klassische, serverbasierte Webapplikationen

- Der Unterschied der beiden Typen liegt in der Fähigkeit, das Client-Secret sicher zu speichern

OAuth2 Ablauf



OAuth2 Grants

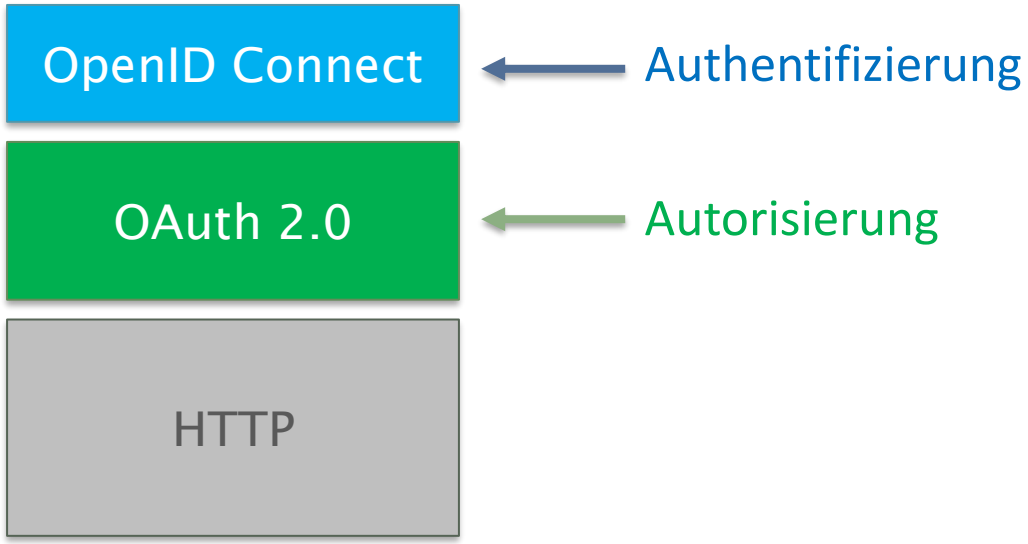
- OAuth2 unterstützt verschiedene Abläufe (sogenannte **Grants** oder **Flows**), um ein Access-Token zu erhalten
  - Authorization Code Grant (häufigster Grant)
  - Implicit Grant (gilt heute als unsicher)
  - Resource Owner Credentials Grant (nur für interne Anwendungen)
  - Client Credentials Grant
  - Refresh Token Grant

- Die Entscheidung für einen bestimmten Flow hängt vom Anwendungsfall (in der Regel vom Client-Typ) ab

- Der Authorization Code Grant wird bei public Clients um einen Proof Key for Code Exchange (PKCE) ergänzt

OpenID Connect (OIDC)

- OpenID Connect ist ein Authentifizierungsprotokoll, das auf dem OAuth2-Framework aufbaut
- Es ermöglicht Drittanwendungen, die Identität eines Benutzers anhand eines ID-Tokens zu überprüfen und grundlegende Benutzer-informationen abzurufen



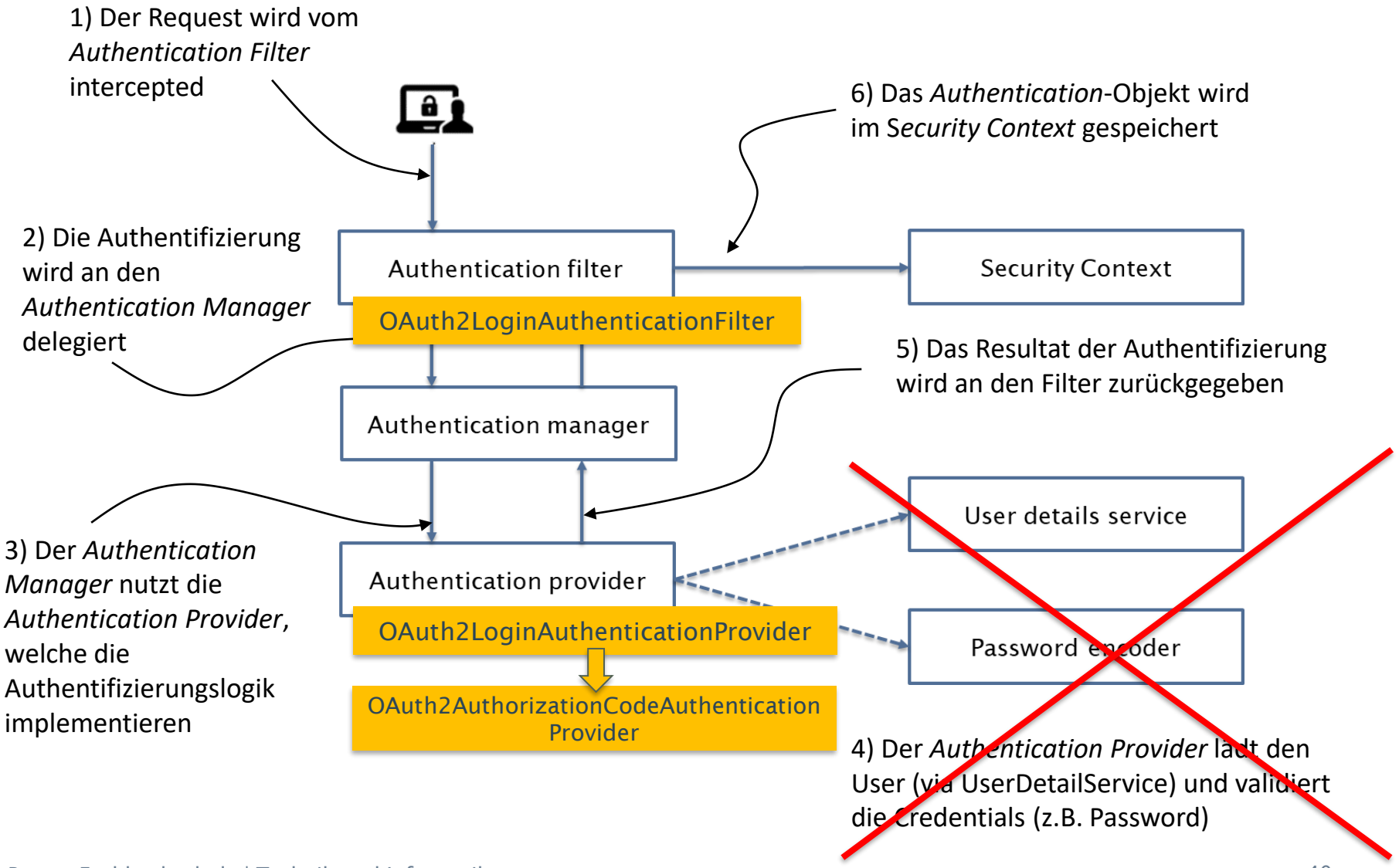
ID-Token

- Ein OAuth2-Client kann die OpenID-Erweiterung verwenden, indem er den Scope **openid** zu einem Autorisierungs-Request hinzufügt

- Der Client erhält dann ein ID-Token, das ein signiertes JSON-Web-Token (JWT) ist und verschiedene Claims enthalten kann:
  - Registrierte Claims (sub, iss, exp, iat)
  - Standard-Claims (name, given_name, email)
  - Adressen-Claims (country, street_address)
  - Selbstdefinierte Claims

Spring Ressourcen-Server

Ablauf Authentifizierung



Maven-Konfiguration

- Ein OAuth2 Ressource-Server kann sehr einfach mit dem entsprechenden Starter konfiguriert werden

```
<dependency>
    <groupId>org.springframework.boot</groupId>
    <artifactId>spring-boot-starter-oauth2-resource-server</artifactId>
</dependency>
```

Konfiguration Autorisierungsserver

- Der Ressource-Server muss prüfen können, ob ein Access-Token (in der Regel ein JWT-Token) gültig ist oder nicht
- Dazu muss der entsprechende Autorisierungsserver, welcher das Token ausgestellt hat, im Ressource-Server konfiguriert werden

```
spring.security.oauth2.resourceserver.jwt.issuer-uri=
    https://example.org/auth/realms/foo
```

Web Security Konfiguration

- Die Security-Konfiguration eines Ressource-Servers kann wie folgt aussehen:

```
@Configuration
public class SecurityConfig {

    @Bean
    public SecurityFilterChain filterChain(HttpSecurity http) throws Exception {
        http.oauth2ResourceServer(oauth2 -> oauth2.jwt(withDefaults());
        http.authorizeRequests(...);
        http.sessionManagement(session -> session)
            .sessionCreationPolicy(SessionCreationPolicy.STATELESS);
        http.csrf().disable();
    }
}
```

Custom Claims Mapping

- Spring Boot Security bietet Converter an, um JWT-Tokens individuell auszuwerten:

```
@Configuration
public class SecurityConfig {

    @Bean
    public JwtAuthenticationConverter jwtConverter() {
        JwtAuthenticationConverter jwtConverter =
            new JwtAuthenticationConverter();
        jwtConverter.setPrincipalClaimName("email");
        JwtGrantedAuthoritiesConverter authConverter =
            new JwtGrantedAuthoritiesConverter();
        authConverter.setAuthoritiesClaimName("roles");
        authConverter.setAuthorityPrefix("ROLE_");
        jwtConverter.setJwtGrantedAuthoritiesConverter(authConverter);
        return jwtConverter;
    }
}
```

Authentication-Objekt

- Das Authentication-Objekt ist vom Typ `JwtAuthenticationToken`
- Der User, die Authorities und das Token selbst können einfach abgefragt werden

```
@GetMapping(path = "/authInfo")
public AuthInfo getAuthInfo(Authentication auth) {
    String name = auth.getName();
    List<String> authorities = auth.getAuthorities().stream()
        .map(GrantedAuthority::getAuthority).toList();
    String token = ((JwtAuthenticationToken) auth).getToken().getTokenValue();
    return new AuthInfo(name, authorities, token);
}
```

OAuth2 für Microservices

Microservices Architektur