Ktor

REST APIs mit Kotlin entwickeln

Werner Eberling

E-Mail: werner.eberling@mathema.de
Mastodon: @Wer_Eb@social.dev-wiki.de
X / Twitter: @Wer_Eb

Der Sprecher

Werner Eberling

Principal Consultant / Autor

Email: werner.eberling@mathema.de

Mastodon: @Wer_Eb@social.dev-wiki.de

X (fka. Twitter): @Wer_Eb

Was haben wir vor?

- Was ist Ktor?
- Ktor Projekte erzeugen
- Routing und Serialisierung
- Unit Testing
- Endpunkte absichern
- Ktor erweitern
- Ausblick: Laufzeitszenarien

Und vorallem …

Folien und Musterlösung:

https://github.com/wern/ktor-sample

Scan me:

Post It PNGs by Vecteezy
https://www.vecteezy.com/free-png/post-it

Was ist Ktor?

„Ktor is a framework to easily build connected applications – web applications, ***HTTP services***, mobile and browser applications. “

https://ktor.io

Ktor auf einer Folie

```
fun main() {
    embeddedServer(Netty, port = 8080, host = "0.0.0.0") {
        routing {
            route("/hello") {
                get {
                    call.respondText("Hallo Ktor!")
                }
            }
        }
    }.start(wait = true)
}
```

- Kotlin DSL zur Definition von HTTP Endpunkten

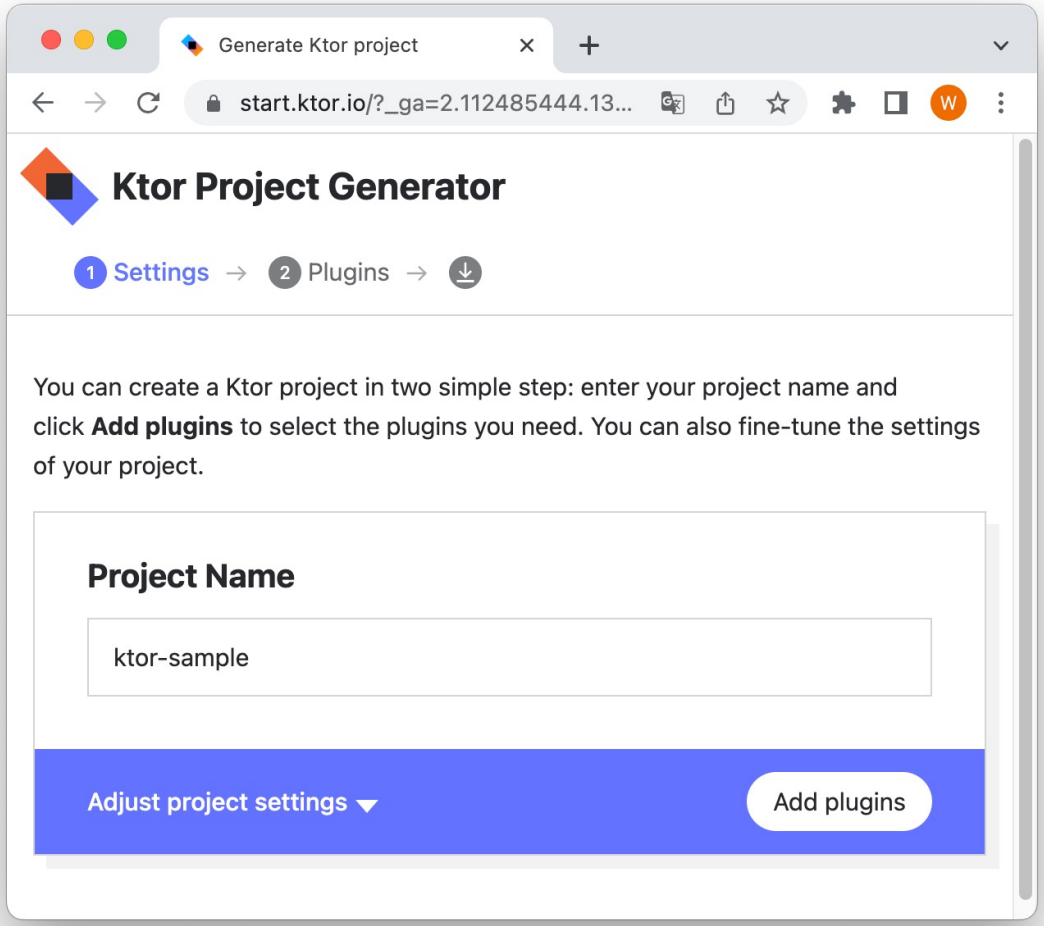
  Ok, eigentlich „nur“ Funktionen und Funktionsaufrufe in „normaler“ Kotlin Syntax ;)

Live Code Beispiel

Sit back and watch ;-)

Post It PNGs by Vecteezy
https://www.vecteezy.com/free-png/post-it

Aufsetzen eines Ktor Projektes



- Ktor Project Generator erzeugt Projektrümpfe mit den gewünschten Plugins
  - Ähnlich Spring Boot Starter
- Alternativ:
  IntelliJ IDEA Ultimate + Ktor Plugin

Übung

1. Campus Project konfigurieren
2. Projekt herunterladen, auspacken, öffnen und starten
3. http://localhost:8080 aufrufen

Post It PNGs by Vecteezy
https://www.vecteezy.com/free-png/post-it

Definition der unterstützten Routen

```
fun Route.greetingRouting(){
   route("/greetings") {
      get {
         call.respond(greetingStore.map { e -> e.value })
      }
   }
}
```

```
@Serializable
data class Greeting(val type:String, val greeting: String)

val greetingStore = mutableMapOf<String, Greeting>()
```

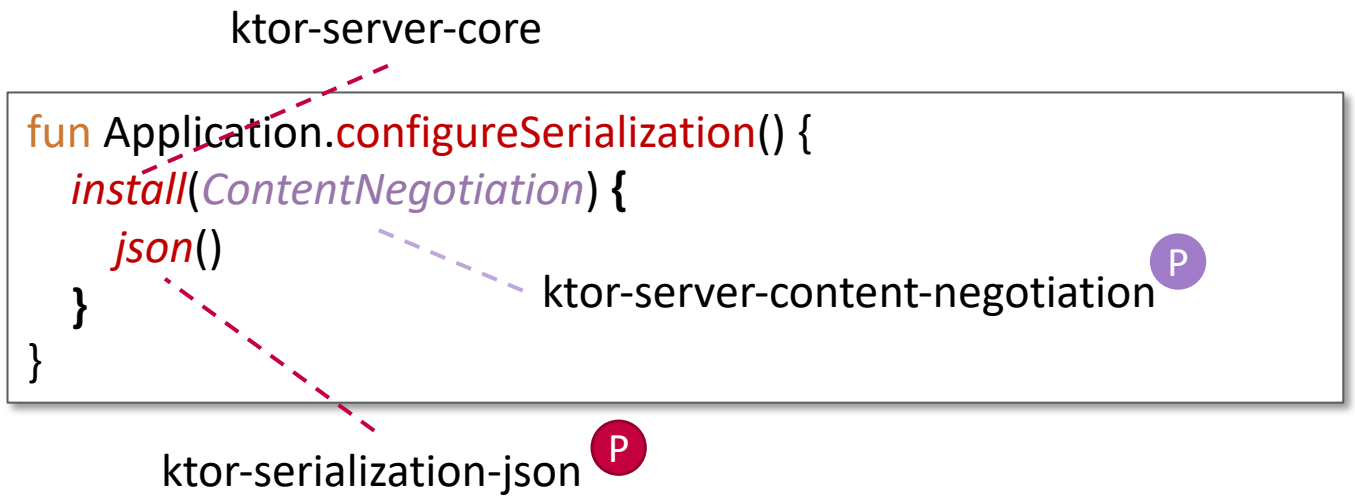
- Routendefinition über die Funktion `route`
- Nutzung von Lambda Ausdrücken für unterstütze Verben und deren hinterlegte Funktionen

Arbeiten mit Variablen

```
fun Route.greetingRouting(){
    route("/greetings") {
        // [...]
        get("{type}") {
            val type = call.parameters["type"]
            call.respond(greetingStore[type] ?:
                HttpStatusCode.NotFound
            )
    }
}
```

- Erweiterung des Pfades am HTTP Verb
  - Angabe von Pfadvariablen möglich
- Zugriff auf Pfadvariablem über `call.parameters`

Content (De-)Serialisierung



- Content Negotiation und Serialisierung werden über entsprechende Plugins P realisiert
  - Funktion muss im Rahmen der Anwendungskonfiguration aufgerufen werden

Zugriff auf den Request Body

```
fun Route.greetingRouting(){
   route("/greetings") {
      // [...]
      post {
         val greeting = call.receive<Greeting>()
         greetingStore[greeting.type] = greeting
         call.respond(HttpStatusCode.Created)
      }
   }
}
```

- Auslesen des Inhalts des Bodies über `call.receive`
  - Angabe des Zieltyps via Typ-Parameter
- Deserialisierung erfolgt automatisch bei entsprechend konfiguriertem Plugin

Start des embedded Servers

```
fun main() {
    embeddedServer(Netty, port = 8080, host = "0.0.0.0") {
        configureRouting()
        configureSerialization()
    }.start(wait = true)
}
```

```
fun Application.configureRouting() {
    routing {
        greetingRouting()
    }
}
```

```
fun Application.configureSerialization() {
    install(ContentNegotiation) {
        json()
    }
}
```

- Programmatischer Start und Konfiguration des Servers
  - Verschiedene Laufzeitumgebungen möglich
- Konfiguration der benötigten Plugins via Funktionsaufruf
  - Implementierung als Extension Functions

Übung

1. Greeting & Store implementieren
2. Endpunkte zur Anlage & Abfrage von Greetings implementieren
3. http://localhost:8080 aufrufen & manuell testen

Post It PNGs by Vecteezy
https://www.vecteezy.com/free-png/post-it

Testen der Anwendung

```
class ApplicationTest {
    @Test
    fun testStartWithEmptyGreetingStorage() = testApplication {
        application {
            configureRouting()
            configureSerialization()
        }
        client.get("/greetings").apply {
            assertEquals(HttpStatusCode.OK, status)
            assertEquals("[]", bodyAsText())
        }
    }
}
```

- Eigene Test Applikation
  - ohne Serverinstanz
  - ohne Netzwerkanbindung
  - mit eigener Konfiguration
- Ktor HTTP Client zum
  - Absetzen von Anfragen
  - Verarbeiten der Antwort

Übung

1. Tests für gerade implementierte Endpunkte implementieren
2. Tests starten
3. Roten Test provozierren & fixen.

Post It PNGs by Vecteezy
https://www.vecteezy.com/free-png/post-it

Konfiguration via application.conf

```
ktor {
    deployment {
        port = 8080
    }
    application {
        modules = [ de.mathema.ApplicationKt.module ]
    }
}
```

```
fun main (args: Array<String>) =
                        io.ktor.server.netty.EngineMain.main(args)

fun Application.module() {
    configureRouting()
    configureSerialization()
}
```

- Anwendung zieht sich ihre Konfiguration automatisch
  - Mögliche Auswirkungen auf Tests!
- Konfiguration wird über Module geladen
  - Wirkung über Modulgrenzen hinweg!

Übung

1. Neue Applikation & passende Konfiguration anlegen
2. Modulfunktion implementieren & Anwendung starten (Tests?)
3. http://localhost:8080 aufrufen & manuell testen

Post It PNGs by Vecteezy
https://www.vecteezy.com/free-png/post-it

Zugriff Absichern – Plugins

```
<dependency>
        <groupId>io.ktor</groupId>
        <artifactId>ktor-server-auth-jvm</artifactId>
        <version>${ktor_version}</version>
</dependency>
```

```
fun Application.configureAuthentication() {
    install(Authentication) {
        // ...
    }
}
```

```
fun main() {
    embeddedServer(Netty, port = 8080, host = "0.0.0.0") {
        configureAuthentication()
        // ...
    }.start(wait = true)
}
```

- Ktor bietet Plugins zur Authentifizierung
  - Basic
  - Bearer Token
  - JWT
  - ...
- Benötigt zusätzliche Bibliothek(en) und Plugin Konfiguration

Zugriff Absichern – Routen schützen

```
fun Route.greetingRouting(){
   route("/greetings") {
      authenticate("auth-bearer") {
         get {
           // ...
         }
         post {
           // ...
         }
         // ...
      }
   }
}
```

- Zuordnung der Endpunkte zur Absicherung erfolgt im Rahmen der Routen-definition

Basic Authentication

```
fun Application. configureBasicAuthentication() {
    install(Authentication) {
        basic("auth-basic") {
            realm = "Ktor Sample realm"
            validate { credentials ->
                if (credentials.name == "Ktor" &&
                        credentials.password == "KtorWorkshop") {
                    UserIdPrincipal(credentials.name)
                } else {
                    null
                }
            }
        }
    }
}
```

- Jeder Authentifizierungs-mechanismus bekommt einen eindeutigen Namen
  - Zur Referenzierung in Routendefinition
- Weitere Konfiguration vom Typ anbhängig
  - Hier: Realm & Definition einer Validierungsfunktion

Bearer Authentication

```
fun Application. configureBasicAuthentication() {
    install(Authentication) {
        bearer("auth-bearer") {
            realm = "Ktor Sample realm"
            authenticate { credential ->
                if (credential.token == "KtorWorkshop") {
                    UserIdPrincipal("Ktor")
                } else {
                    null
                }
            }
        }
    }
}
```

- Authentifizierung erfolgt auf Basis des übergebenen Tokens
  - Shared secret
  - Username ergibt sich „im echten Leben“ implizit aus dem Tokenwert

Übung

1. Neue Abhängigkeit definieren und herunterladen
2. Authentifizierungsmethode Bearer Token implementieren
3. http://localhost:8080 aufrufen & manuell testen

Post It PNGs by Vecteezy
https://www.vecteezy.com/free-png/post-it

Authentication in Unit Tests

```
class ApplicationTest {
    @Test
    fun testStartWithEmptyGreetingStorage() = testApplication {
        application {
            configureBearerAuthentication()
            configureRouting()
            configureSerialization()
        }
        client.get("/greetings") {
            headers {
                header("Authorization", "Bearer KtorWorkshop")
            }
        }.apply {
            assertEquals(HttpStatusCode.OK, status)
            assertEquals("[]", bodyAsText())
        }
    }
}
```

- Durch die Definition der entsprechenden Header Werte kann die Authentifizierung im Test genutzt / getestet werden


Übung
1. Unit Tests um Authentication erweitern
2. Test erfolgreich durchführen
Post It PNGs by Vecteezy
https://www.vecteezy.com/free-png/post-it

Zugriff Absichern – JWT

```
<dependency>
        <groupId>io.ktor</groupId>
        <artifactId>ktor-server-auth-jwt-jvm</artifactId>
        <version>${ktor_version}</version>
</dependency>
```

```
fun Application.configureAuthentication() {
    install(Authentication) {
      // ...
    }
}
```

```
fun main() {
    embeddedServer(Netty, port = 8080, host = "0.0.0.0") {
        configureAuthentication()
      // ...
    }.start(wait = true)
}
```

- JWT Authentifizierung benötigt zusätzliche Bibliothek und ggf. weitere Logik zur Token Erstellung

JWT Authentication

```
fun Application. configureBasicAuthentication() {
    install(Authentication) {
        jwt("auth-jwt") {
            realm = "Ktor Sample realm"
            verifier { … }
            validate { … }
            challenge { … }
        }
    }
}
```

- Authentifizierung erfolgt auf Basis des übergebenen Tokens
  - *Verifier* prüft ob der Token gültig ist
  - *Validator* prüft ob der Inhaber des Tokens die benötigten Rechte hat
  - *Challenge* definert die Antwort im Fehlerfall (optional)

JWT Authentication – Token Verifizierung

```
fun Application. configureBasicAuthentication() {
    install(Authentication) {
      jwt("auth-jwt") {
         realm = "Ktor Sample realm"
         verifier {
            JWT
               .require(Algorithm.HMAC256("KtorWorkshop"))
               .withAudience("http://localhost:8080/greetings")
               .withIssuer("http://localhost:8080")
               .build()
         }
         validate { … }
         challenge { … }
      }
   }
}
```

- Ist der Token grundsätzlich gültig?
- Verschiedene Algorithmen möglich
  - HMAC256 – Shared Secret
  - RSAC256 – Public/Private RSA KeyPair
  - …

JWT Authentication – Token Validierung

```
fun Application. configureBasicAuthentication() {
    install(Authentication) {
        bearer("auth-jwt") {
            realm = "Ktor Sample realm"
            verifier { … }
            validate { credential ->
                if (credential.payload.getClaim(“username")
                                                .asString() == "Ktor") {
                    JWTPrincipal(credential.payload)
                } else {
                    null
                }
            }
            challenge { … }
        }
    }
}
```

- Hat der Tokeninhaber die notwendigen Rechte?
- Genaue Logik ist anwendungsabhängig!

JWT Authentication – Antwort im Fehlerfall

```
fun Application. configureBasicAuthentication() {
    install(Authentication) {
        bearer("auth-jwt") {
            realm = "Ktor Sample realm"
            verifier { … }
            validate { … }
            challenge { defaultScheme, realm ->
                call.respond(HttpStatusCode.Unauthorized,
                                "Token is not valid or has expired")
            }
        }
    }
}
```

- Optionale Antwort falls Verifizierung oder Validierung fehlschlagen.

JWT Authentication – Tokenerstellung

```
fun Route.authenticationRouting(){
   route("/auth") {
      post("login") {
         val user = call.receive<User>()
         call.respond(
            if(user.password == “KtorWorkshop") {
               val token = JWT.create()
                  .withAudience("http://localhost:8080/greetings")
                  .withIssuer("http://localhost:8080")
                  .withClaim("username", user.username)
                  .withExpiresAt(
                        Date(System.currentTimeMillis() + 60000))
                  .sign(Algorithm.HMAC256("KtorWorkshop"))
               hashMapOf("token" to token)
            } else {
               HttpStatusCode.Unauthorized
            }
         )
   }
}
```

- Woher kommt der Token?
  - Zentraler IDP
  - Endpunkt innerhalb der Anwendung
- Konfiguration muss zwischen Erstellung und Prüfung des Tokens geteilt werden!

```
@Serializable
data class User(val username:String, val password: String)
```

Übung

1. Neue Abhängigkeit definieren und herunterladen
2. JWT Auth als Plugin konfigurieren & Endpunkt zur Token Erzeugung implementieren.
3. http://localhost:8080 aufrufen & manuell testen

Post It PNGs by Vecteezy
https://www.vecteezy.com/free-png/post-it

Modulare Funktionalität durch Plugins

```
fun main() {
    embeddedServer(Netty, port = 8080, host = "0.0.0.0") {
        configureAuthentication()
        configureRouting()
        configureSerialization()
    }.start(wait = true)
}
```

```
fun Application.configureRouting() {
    routing {
        greetingRouting()
    }
}
```

```
fun Application.configureSerialization() {
    install(ContentNegotiation) {
        json()
    }
}
```

```
fun Application.configureAuthentication() {
    install(Authentication) {
        // ...
    }
}
```

- Ktor organisiert die meisten Funktionalitäten in Form von Plugins
  - Content Negotiation
  - Routing
  - Authentication
  - ...

Ktor mit Custom Plugins erweitern

```
fun main() {
    embeddedServer(Netty, port = 8080, host = "0.0.0.0") {
        configureAuthentication()
        configureRouting()
        configureSerialization()
        configureCustomPlugin()
    }.start(wait = true)
}
```

```
val TypeAlwaysLowerCase = createApplicationPlugin(
                                name = "TypeAlwaysLowerCase") {
    println("TypeAlwaysLowerCasePlugin is installed!")
}
```

```
fun Application.configureAuthentication() {
    install(TypeAlwaysLowerCase)
}
```

- Eigene Plugins können über die Funktion *createApplicationPlugin()* erzeugt werden

Eingriff in verschiedenen Aufruf Phasen

```
val TypeAlwaysLowerCase = createApplicationPlugin(
                                    name = "TypeAlwaysLowerCase") {
   println("TypeAlwaysLowerCasePlugin is installed!")

   onCall { call -> println("onCall() received") }

   onCallReceive { …}

   onCallRespond() { call -> println("onCallRespond() received") }
}
```

- Ein Plugin kann auf verschiedene Ereignisse reagieren
  - Request Verarbeitung
  - (De)Serialisierung
  - Anwendungsübergänge

Ergebnis der Deserialisierung ändern

```
val TypeAlwaysLowerCase = createApplicationPlugin(
                                    name = "TypeAlwaysLowerCase") {
  //...
  onCallReceive { call ->
     transformBody { data ->
        if (call.request.origin.uri == "/greetings") {
           val body = data.readUTF8Line()?:""
           try {
                val type = Json { ignoreUnknownKeys = true}
                                  .parseToJsonElement(body)
                                  .jsonObject.get("type")
                                  ?.jsonPrimitive?.content  ?: ""
              ByteReadChannel(body.replace(type,
                                               type.lowercase()))
           } catch (ex : Exception){ ByteReadChannel(body) }
        } else { data }
     }.also { println("onCallReceive() received")  }
  }
}
```

- Der Typ des übergebenen Greetings soll automatisch immer klein gespeichert werden
  - Reihenfolge beachten!
  - Beispiel ändert nur den Request Body bei Greeting Erzeugung!


Übung
1. Neues Plugin erzeuge & installieren
2. Greeting.type in lowercase() ändern
3. http://localhost:8080 aufrufen & manuell testen
Post It PNGs by Vecteezy
https://www.vecteezy.com/free-png/post-it

Ausblick

Laufzeitszenarien

- Neben der Nutzung eines Embedded Servers (z.B. Netty, Jetty, oder Tomcat) auch andere Betriebsarten möglich
  - WAR Deployment
  - Docker Container
  - Cloud Deployment

- Als besonderes embedded „Schmankerl“: CIO (Coroutine-based I/O)

Einfach mal ausprobieren ;)

- Keine Annotationswüste
  - (Fast) alles ist eine Funktion
- Leichtgewichtige Testmöglichkeiten
- Leicht erweiterbar
- Strukturierte Nebenläufigkeit durch Koroutinen
  - Bodys der Verb-Funktionen sind Suspending Functions
- Leichtgewichtige Alternative zu Spring MVC
  - Falls keine weiteren Spring Features benötigt werden!
  - Keine magische „Dependency triggered“ Funktionalität ;)
  - Bei Bedarf auch WAR Deployment möglich

Vielen Dank! Fragen?

Werner Eberling

E-Mail: werner.eberling@mathema.de
Mastodon: @Wer_Eb@social.dev-wiki.de
X / Twitter: @Wer_Eb

Beispiele: https://github.com/wern/ktor-sample

www.mathema.de

Beispiele?
Scan me ;)