

3., aktualisierte Auflage

# Moderne Webanwendungen für .NET-Entwickler

*Server-Anwendungen, Web APIs, SPAs & HTML-Cross-  
Platform-Anwendungen mit ASP.NET,  
ASP.NET Core, JavaScript, TypeScript & Angular*

*mit Beiträgen von Dr. Holger Schwichtenberg,  
Jörg Krause, Dr. Joachim Fuchs,  
Sebastian Kleinschmager und Manfred Steyer*

**O'REILLY**

# Inhalt

Vorwort zur 3. Auflage	XXIII
Warum dieses Buch?	XXIII
Was ist der Inhalt dieses Buchs?	XXIV
Welche Voraussetzungen sollten Sie für dieses Buch mitbringen? . . .	XXV
Was ist das Ziel des Buchs?	XXV
Welche Versionen werden in diesem Buch behandelt?	XXVI
Welche Programmiersprache wird in diesem Buch verwendet? . . . .	XXVII
Welche Werkzeuge werden in diesem Buch verwendet?	XXVII
Welche Sprachversion wird in diesem Buch verwendet?	XXVII
Woher bekommen Sie die Code-Beispiele und die drei Bonuskapitel zu diesem Buch?	XXVIII
Wem ist zu danken?	XXX
Die Autoren	XXX
TeilA Web-Basiswissen	1
1 Protokolle, Standards und Konzepte	3
Standardisierung	3
RFCs	3
World Wide Web Consortium (W3C)	4
European Computer Manufacturers Association (ECMA)	4
Hypertext Transfer Protocol (HTTP)	4
Protokollaufbau, Header, Body	5
Kommandoaufbau	6
Die HTTP-Statuscodes	7
Ablauf einer HTTP-Kommunikation	7
Kopffelder	8
HTTP 2.0	9
Ergänzende Standards zu HTTP	10
Web-Sockets	10
WebDAV	11

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) oder Extended SMTP (ESMTP)	11
File Transfer Protocol (FTP)	11
REpresentational State Transfer (REST)	12
Webdienste	12
Merkmale	12
REST-Beispiel	13
URI	14
HTTP-Methoden für REST	15
Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME)	16
JavaScript Object Notation (JSON)	17
Atom Syndication Format (ATOM)	18
Grenzen von REST: GraphQL und OData	19
Single Page Application (SPA)	19
Asynchronous JavaScript and XML (AJAX)	20
Responsive Web Design (RWD)	21
2 Hypertext Markup Language (HTML)	23
Grundlagen HTML	23
Geschichte	23
XML – Grundlage für HTML	24
Markup	25
XML-Dokumente	25
Verarbeitung	26
Der Begriff »Markup«	26
Seitenaufbau	29
Document Object Model (DOM)	30
Der Dokumenttyp (Doctype)	30
Codierungen	30
HTML5-Seitenstruktur	31
Elemente der Seite	34
Textelemente	34
Fließtextauszeichnung	36
Verweise	37
Tabellen	37
Multimedia und Grafiken	38
Formulare	38
Skripte	39
Interaktive Elemente	39
Allgemeine und universelle Attribute	39
id	40
class	40
accesskey	41
contenteditable	41
contextmenu	42

dir	42
draggable	42
dropzone	43
hidden	43
lang	43
spellcheck	43
style	44
tabindex	44
title	44
3 Cascading Style Sheets (CSS)	45
Grundlagen	45
Syntax	46
Selektor	47
Elemente (Tags)	47
ID	47
Klassen	47
Attribute	48
Logische Auswahl	48
Weitere Selektoren	48
Das Box-Modell	51
Bausteine der Box	52
Zählweise	53
Ausnahmen	53
Das Box-Modell in CSS3	53
Das Flexbox-Modell	53
Prinzipien	53
Eigenschaft der Container	55
Beachtung von Medien	56
Syntax	56
Parameter	59
Der Viewport	63
Viewport einstellen	63
Parameter für den Viewport	65
Einheiten	65
Absolute Einheiten	66
Relative Einheiten	67
4 Bootstrap	69
Einführung in Bootstrap	69
Neuerungen in Bootstrap 4	69
Installation	70
Struktur der CSS-Dateien	72
Seitenaufbau	73
Browserunterstützung	74

ARIA	75
Optimierung	76
Hilfsklassen	78
Reboot	78
Struktur der Seite	79
Einführung	79
Das Rastersystem	80
Das Flex-Raster	89
Typografie	94
Überschriften	95
Text und Textelemente	96
Listen	101
Tabellen	103
Hilfsklassen	112
Formulare	114
Struktur eines Formulars	114
Eingabeelemente	124
Schaltflächen	139
Weitere Bausteine	144
Symbole	144
Responsive Bilder	148
Eingebettete Quellen	149
Farben und Hintergründe	149
Ausrichtung von Elementen im Fluss	151
Inhalte anzeigen und verstecken	152
Komponenten	152
Klappmenüs (dropdown)	153
Werkzeugleisten (toolbar)	156
Schaltfläche mit Menü (button group)	159
Navigation (nav, navbar)	162
Pfadnavigation (breadcrumb)	170
Seitenweises Blättern (pagination)	171
Kennzeichnungen (tag)	173
Großbildleinwand (jumbotron)	175
Seitenüberschriften (page header)	176
Meldungen (alert)	177
Fortschrittsbalken (progress)	178
Medien (media)	182
Allgemeine Listen (list group)	183
Karten (cards)	187
Aktive Komponenten	197
Einrichtung und Aktivierung	197
Die Programmierschnittstelle	198
Übergänge (transition)	199
Modale Dialoge (modals)	200

Klappmenü (dropdown)	208
Scrollbar-Überwachung (scrollspy)	209
Angeheftete Navigation (affix)	211
Umschaltbare Tabulatoren (tab)	211
Tooltips (tooltip)	213
Inhaltsüberlagerung (popover)	216
Meldungen (alert)	219
Interaktive Schaltflächen (button)	220
Inhaltseinblendung (collapse)	221
Bilderkreisel (carousel)	225

## TeilB Webserververprogrammierung mit ASP.NET 229

5 ASP.NET MVC	231
Geschichte und Verbreitung von ASP.NET	231
Architektur von ASP.NET MVC	232
Erste Schritte mit ASP.NET MVC	233
ASP.NET-MVC-Projekt anlegen	233
Projektaufbau	235
Nuget-Pakete	236
Controller anlegen	238
View anlegen	240
Webanwendung testen	245
Einträge editieren	246
Vorschlagswerte über Drop-down-Listenfelder anbieten	251
Controller	254
Models entgegennehmen	254
View auswählen	256
Auf Ausnahmen reagieren	257
URL-Mapping beeinflussen (Routing)	257
Asynchrone Controller	260
Vereinfachte Implementierung asynchroner Controller seit .NET 4.5	261
Views	262
Razor	262
Razor-Helper	265
Layoutseiten	265
Partielle Views	267
Vorlagen für Felder und Models	269
Views für mobile Anwendungen	272
Zwischen unterschiedlichen Ansichten wechseln	273
Minification und Bundling	274

Models	275
Metadaten im Model festlegen	275
HTML-Text übermitteln	276
Validieren von Benutzereingaben	276
Globalisierung	282
Sprach- und Ländereinstellungen festlegen	282
Über Ressourcdateien mehrsprachige Inhalte bereitstellen	284
Codierung festlegen	285
Areas	286
Filter	288
Überblick	289
Umsetzung	289
Filter auf Controller und Action-Methoden anwenden	291
Globale Filter	292
Authentifizierungsfilter	292
6 ASP.NET Web API	295
Einen einfachen HTTP-Service erstellen	295
Parameter und Rückgabewerte	296
HTTP-Services konfigurieren	298
HTTP-Services mit Fiddler testen	300
Mehr Kontrolle über HTTP-Nachrichten	301
Antworten mit HttpResponseMessage beeinflussen	301
Anfragen als HttpRequestMessage darstellen	303
HttpRequestMessage und HttpResponseMessage am Beispiel	
Conditional Get	304
Antworten über IHttpActionResult zurückgeben	305
HTTP-Services über HttpClient konsumieren	306
Routing	309
Benutzerdefinierte Routen über die Konfiguration festlegen	309
Attributbasiertes Routing	310
Weiterführende Schritte mit der Web API	313
Dynamische Parameter	314
Tracing	315
Request Batching	316
Cross Origin Resource Sharing (CORS)	318
Validieren	319
Querschnittsfunktionen implementieren	320
Message-Handler	320
Filter	323
Filterüberschreibungen	330
Benutzerdefinierte Formate unterstützen	330
Formatter implementieren	331
Formatter mit HttpClient verwenden	333

Serialisierung beeinflussen	334
JSON-Serializer konfigurieren	334
XML-Serializer konfigurieren	335
Eigenschaften von der Serialisierung ausschließen	335
Zirkuläre Referenzen serialisieren	336
Binary JSON (BSON)	338
Web API und HTML-Formulare	338
Einfache Formularfelder übermitteln	338
Datei-Upload via HTML-Formular	339
Fortschritt ermitteln	341
Feingranulare Konfiguration	343
Controllerbasierte Konfiguration	343
Routenbasierte Konfiguration	344
7 ASP.NET SignalR	345
Long-Polling	345
Web-Sockets	346
Überblick über ASP.NET SignalR	347
PersistentConnection	348
Erste Schritte mit SignalR und PersistentConnection	348
Lifecycle-Methoden	349
URL-Mapping für persistente Verbindungen	349
Einfacher Client für eine persistente Verbindung	350
Einfacher JavaScript-Client für eine persistente Verbindung	351
Hubs	353
Methoden und Callbacks mit SignalR und Hubs	353
URL-Mapping für Hubs	355
Lifecycle-Methoden	355
Hubs konsumieren	355
Hubs über JavaScript konsumieren	357
Gruppen	361
Pipeline-Module für Querschnittsfunktionen	362
SignalR konfigurieren	364
Cross Origin Resource Sharing (CORS)	364
SignalR skalieren	364
Überlegungen zum Skalieren von SignalR	365
SignalR mit SQL Server skalieren	366
Implementierung eines SignalR-Clients	368
Das Skalierungsszenario testen	369
Azure Service Bus und Redis als Alternative zu SQL Server	370



8	ASP.NET-Programmierschnittstellen	371
	Direkt mit HTTP interagieren	371
	HttpContext	371
	Server (HttpServerUtility)	373
	Request (HttpRequest)	374
	Response (HttpResponse)	376
	Zustandsverwaltung auf Sitzungsebene	377
	Überblick	378
	Weitere Optionen	379
	Programmieren mit dem Sitzungszustand	380
	URL-basierte Sitzungsverwaltung ohne Cookies	380
	Konfiguration des Sitzungszustands	381
	Speicherort der Sitzungstabelle wählen	382
	Komprimierung des Sitzungszustands	383
	Deaktivieren des Sitzungszustands	383
	Caching	383
	Überblick	384
	Pro und Contra der Zwischenspeicherung	384
	Zwischenspeicherung ganzer Seiten (Output-Caching)	385
	Caching von Seitenteilen (Fragmentzwischenspeicherung)	387
	Programmatisches Caching	388
	Cacheinvalidierung	389

## TeilC Webserverprogrammierung mit ASP.NET Core 393

9	Einführung in ASP.NET Core	395
	Klassisches ASP.NET oder ASP.NET Core?	395
	Einführung in die Core-Welt	396
	.NET Standard	397
	Windows Compatibility Pack für .NET Core	402
	Open Source	405
	Dokumentation	405
	Werkzeuge	408
	Kommandozeilenwerkzeug dotnet	408
	Editoren	410
	Erste Schritte mit ASP.NET Core (auf .NET Core)	410
	Installation	410
	Projekt anlegen	411
	Projektaufbau	414
	Die Klasse Program	415
	Klasse Startup und Middleware	418

Referenzen/Pakete	420
Übersetzen und Debugging	423
Deployment	426
ASP.NET Core auf dem klassischen .NET Framework	429
Einsatzszenarien	429
Anlegen von ASP.NET-Core-Projekten mit dem klassischen .NET Framework	430
Projektaufbau	430
Referenzen/Pakete	432
Deployment	433
In ASP.NET Core integrierte Webserver: Kestrel versus HTTP.sys (WebListener)	435
Kestrel	435
HTTP.sys	436
10 ASP.NET Core MVC und Razor Pages	439
POCO-Controller	440
Controller und View	441
TagHelper	442
Wie funktionieren Tag Helper?	442
Eingebaute Tag Helper	443
Eigene Tag Helper	444
Beispiel: Tag <autor>	445
Beispiel: Tag <row>	446
Beispiel: Tag <condition>	448
Beispiel: Tag <repeater>	448
View Components	450
Razor Pages	452
Von Webforms über MVC zu Razor Pages	453
Razor Pages versus MVC	454
Page Model als Code-Behind	455
URL-Parameter	456
Eingebaute Objekte	458
Datenbindung	459
Praxisbeispiel zu Razor Pages	460
Drittanbieterkomponenten für ASP.NET Core	468
11 ASP.NET-Core-Klassenbibliotheken	469
Dependency Injection in ASP.NET Core	470
Implementierung eines Diensts	471
Registrierung von Diensten	472
Injektion in einen Konstruktor	473
Manuelle Beschaffung	473
Injektion in eine View	474
Vordefinierte Dienste der ASP.NET-Core-Infrastruktur	474

Konfiguration in ASP.NET Core	475
Sitzungen in ASP.NET Core	477
Cookies	480
URL-Rewriting in ASP.NET Core	480
Benutzerverwaltung und Authentifizierung	483
12 ASP.NET Core Web APIs	487
Die Grundlagen von ASP.NET Core Web API	487
Abfragen von Daten	487
Arbeiten mit Statuscodes	490
Anlegen, Aktualisieren und Löschen von Daten	491
Nutzung von Sub-Routen für Teil-Ressourcen	494
Nutzung weiterer Model-Binding-Funktionen	495
Anbieten unterschiedlicher Repräsentationen von Ressourcen. . .	497
Nutzung des PATCH-Verbs mit JSON-Patch	497
Cross Origin Resource Sharing	499
Bereitstellung von OpenAPI-Beschreibungen über Swagger	501
Starten von Hintergrundprozessen über IHostedService	504
Integrationstests mithilfe des TestHosts	505
Service-Kommunikation mit HttpClient	506
Abfragen von Daten	506
Versenden von Daten und Reaktion auf Statuscodes	508
Arbeiten mit Headern und HttpRequestMessage	509
Generieren von Clients für Swagger-Spezifikationen	509
Ausblick auf Neuerungen durch ASP.NET Core 2.1	510
Annotation [ApiController]	510
ActionResultT>-Rückgabewerte	511
Optimierte Input-Verarbeitung	511
13 Microservices mit ASP.NET Core Web API und RabbitMQ	515
Grundlagen von Microservices	515
Mögliche Vorteile von Microservices	517
Mögliche Nachteile von Microservices	518
Modellierung von Microservices	519
Integration und Kommunikation von Microservices	520
Synchrone und asynchrone Kommunikation	520
Messaging-basierte versus Request-Response-Kommunikation . . .	521
Gesteuerte (orchestriert) versus Event-getriebene	
Kommunikation (choreografiert)	522
.NET-Core-Technologien zur Umsetzung von	
Service-Kommunikation	523
Asynchrone Service-Kommunikation über RabbitMQ	523
Microservices-Fallstudie	530
Umgebung und fachlicher Kontext	531
Der HumanResourcesService	532

Der ProjectsService	534
Der ManagementDashboardService	543
Der InvoicingService	545
Fazit	550
Nützliche Patterns und Best-Practices im Bereich Microservices . . .	550
Resilienz-Patterns	551
Serviceübergreifender Code und serviceübergreifende Funktionen	558
14 ASP.NET Core SignalR	561
Hub-Klassen	561
Hub-Client mit .NET Core 2.1	563
Hub-Client mit Angular	564
Serverseitig initiierte Benachrichtigungen und Gruppen	569
TeilD Web-Client-Programmierung	575
15 JavaScript-Grundlagen	577
Grundlagen der Sprache	577
Sprachmerkmale und Entwurfsmuster	578
Vergleich mit Programmiersprachen	578
JavaScript-Syntax	578
Typen	582
Objekte	593
Symbole	594
Arrays	594
Operatoren	596
Anweisungen – Statements	598
Fehlerbehandlung	604
Variablen und Scope	606
Objektorientierung	607
Erstellen von Objekten	607
Klassen	609
Statische Mitglieder	615
Vererbung	615
Exkurs Objekthierarchie	619
Ableiten von internen Typen	625
Tipps zum Umgang mit objektorientierten Techniken	625
Globale Standardfunktionen	626
Timer-Funktionen	626
Prüffunktionen	627
Konvertierungsfunktionen	627
Module	628
Entwurfsmuster	628
Module	635

Funktionen	635
Pfeilfunktionen (Lambdas)	635
Erweiterte Objektliterale	638
Destrukturierung	638
Umgang mit Argumenten	639
Generatoren und Iteratoren	640
Asynchrone Programmierung	643
Klassische asynchrone Programmierung	643
Promise	650
Set und Map	654
Set	654
Map	656
Schlüsselvergleiche	656
Iteratoren	657
WeakMap und WeakSet	658
Reguläre Ausdrücke	658
Einführung	658
Kopieren oder Konstruieren?	659
Und wie funktioniert das?	659
Gruppierungen	668
Vorwärtsreferenzen	669
Die JavaScript-Funktionen	670
Zusammenfassung	674
Reflektions-API	676
Einfache Methoden	676
Reflect	676
Erzeugerfunktionen	677
Operatoren für Schlüsselwörter	677
Dynamische Argumentlisten	678
Funktionsaufrufe	678
Proxy-Fallen	678
Zusammenfassung der Reflect-Methoden	679
Stellvertreter: Proxies	680
Einführung	680
Proxy-Fallen anwenden	681
Schemaprüfung mit Proxies	683
Entfernbare Proxies	684
Übersicht	685
16 TypeScript	687
Geschichte von TypeScript	687
Open-Source-Projekt	688
TypeScript-Compiler	688
Übersetzung von TypeScript in JavaScript	689
TypeScript Playground	690

TypeScript in Visual Studio	691
TypeScript-Kommandozeilencompiler tsc	694
TypeScript in Visual Studio Code	695
TypeScript in Gulp	696
Datentypen	698
Arrays und Tupel	700
Klassen	701
Generische Klassen	703
Strukturelle Typäquivalenz (Duck Typing)	704
Funktionen und Lambda-Ausdrücke	704
Dekoratoren	706
Module und Verweise	707
TypeScript ohne externes Modulsystem (interne Module)	707
Externe Module	708
Re-Export	710
Deklarationsdateien	710
Einbindung von Deklarationsdateien (altes Verfahren)	711
Import von Deklarationsdateien	711
Deklarationsdateien und tsconfig.js	711
Mixins	712
Mixin-Konstruktortypen	714
Deklaratives Mischen	715
Module mischen	716
Nicht mögliche Vermischungen	719
Reflektion: Metadaten per Programmcode	719
Die Metadaten-API für Reflektion	720
Ermitteln von Typinformationen	720
Ermitteln von Parameterinformationen	721
Ermitteln von Rückgabeinformationen	721
Asynchrone Programmierung	721
Generatoren und Iteratoren	722
Iteratoren	722
Generatoren	723
Asynchrone Iteration	723
Asynchrone Generatoren	724
17 Angular	725
Ziele und Architektur von Angular	725
Browserunterstützung	726
Veröffentlichungszyklus von Angular	727
Dokumentation	728
Beispielsammlung	729
Komponenten	731
Datenbindung und Pipes	734
Syntaxübersichten	736

Strukturelle Direktiven	736
Datenbindungssyntax	737
Angular-Pipes	737
Module	738
Formulare	739
Routing	742
Dienste und Dependency Injection	744
Animationen	745
Werkzeuge	745
JiTvS.AOT	746
Angular Universal	748
18 ASP.NET Blazor	749
Silverlight wurde eingestellt	749
Web Assembly	749
Architektur von Blazor	750
Erste Schritte mit ASP.NET Blazor	751
Beispielprojekt	752
Weitere Möglichkeiten	755
Ausblick	755
Teil E  Hosting von ASP.NET und ASP.NET Core	757
19  Internet Information Services (IIS)	759
Versionsgeschichte	759
Kernfunktionen des IIS	760
Installation des IIS	761
Modularisierung	763
Skriptbasierte Installation	764
Integration zwischen ASP.NET und IIS	765
Test der Installation	765
IIS Express	766
IIS-Administration	767
IIS-Manager	768
Administration per Kommandozeile und Skript	769
IIS-Websites (virtuelle Webserver)	769
Websites erstellen	770
Websites erstellen per Skript	771
Wichtige Einstellungen für Websites	773
Beschränken der möglichen Clients	773
Authentifizierung	774
Transport Layer Security (TLS)/Secure Socket Layer (SSL)	775

Server für Nicht-HTTP-Protokolle	III
Virtuelle Verzeichnisse im IIS	777
IIS-Anwendungen	779
Rahmenbedingungen einer IIS-Anwendung	779
Anlegen einer IIS-Anwendung	780
IIS-Anwendungspools	781
Eigenschaften eines Anwendungspools	781
Liste der Anwendungspools	782
Zuordnung von Websites und IIS-Anwendungen zu Anwendungspools	782
ASP.NET-Version	783
Erweiterte Einstellungen für Anwendungspools	784
Anwendungspoolidentität	785
Wiederverwendung (Recycling)	785
Leistungseinstellungen	786
Zustandsüberwachung	787
Besonderheiten für ASP.NET-Anwendungen	787
IIS-Autostart	787
IIS-Verarbeitungspipeline	790
20 Microsoft Azure	793
Azure-Konzepte	793
Anlegen einer Subscription	794
Anlegen einer Ressource Group	794
Anlegen eines App Service Plans	795
Anlegen eines Azure App Service	796
Anlegen eines Azure App Service mit der PowerShell	799
21 Verteilen von Webanwendungen aus Visual Studio heraus	801
Web Deploy-Werkzeug	801
Web Deploy in einen IIS-Webserver	802
Web Deploy nach Azure	804
Konfigurationstransformationen	805
Erstellen der Transformationsdateien	805
Syntax der Transformationsdateien	805
Ergebnis der Transformation	807
Continuous Integration und Continuous Delivery	807
22 Webanwendungen in Docker	809
Docker auf Windows	809
Installation der Docker-Unterstützung von Microsoft	811
Installation von Docker for Windows	813
Ein Image beschaffen	814
Einen Container starten	815
Ein Visual-Studio-Container-Projekt erstellen	816



Debugging eines Containers	817
Verwendung des Containers	817
Images aus Containern erstellen	821
.NET Core-Container	821
Container in Windows Server 2016 hosten	824
Images verbreiten	825
Teil F Fallbeispiel: MiradeList	829
23 Das Fallbeispiel »MiradeList«	831
Das Szenario	831
Links	834
24 Das MiradeList-Backend	835
Architektur	837
Entitätsklassen	840
Entity Framework Core-Kontextklasse	842
Lebensdauer der Kontextklasse in ASP.NET Core-Anwendungen. .	843
Geschäftslogik	844
Web API	853
25 MiradeList-Web-Client	865
Technikeinsatz im Web-Client	865
Angular-CLI	866
Webserver starten	868
Zusatzkomponenten	869
Proxy für REST-Dienste	870
Daten darstellen	871
Navigation zu den Aufgaben	873
Datumsanzeigen	876
Zeilenumbrüche	878
Aufgabenstatus ändern	878
Aufgaben anlegen	881
Suchfunktion	882
Komponentenbildung	883
Schritt 1: Routing-Modul	885
Schritt 2: Kommunikationsdienst	885
Schritt 3: Teilaufgabenliste in SubTaskList-Komponente	886
Schritt 4: Auslagerung in TaskView	888
Schritt 5: Aufgaben bearbeiten	890
Schritt 6: Integration in AppComponent	891

Datepicker	892
Kontextmenü verwenden	893
Nachfragen beim Löschen	896
Animationen	897
Sortieren der Aufgabenliste	898
Benutzeranmeldung	899
Hauptmenü	901
Testen	902
Auslieferung	905
26 MiradeList-Electron-Client	907
Hybride Apps	908
Architektur von Electron	908
Electron-Projekt anlegen	909
Kommunikation zwischen Main und Renderer	918
Erweiterungen in der Webanwendung	918
Start der Electron-Anwendung	921
Debugging	922
Deployment	923
27 MiradeList-Cordova-Client	925
Architektur von Cordova	926
Cordova-Projekt anlegen	927
Cordova-Anwendung starten	929
Erweiterungen in der Webanwendung	930
Cordova-APIs verwenden	931
Plug-ins verwenden	932
Responsive Web Design mit Bootstrap	935
Index	937