

**Maik Schmidt**

# Arduino

**Ein schneller Einstieg  
in die Microcontroller-Entwicklung**



**dpunkt.verlag**

Lektorat: Dr. Michael Barabas  
Übersetzung: Volkmar Gronau  
Copy-Editing: Anja Stiller  
Satz: G&U Language & Publishing Services GmbH, Flensburg ([www.GundU.com](http://www.GundU.com))  
Herstellung: Nadine Thiele  
Umschlaggestaltung: Helmut Kraus, [www.exclam.de](http://www.exclam.de)  
Druck und Bindung: M.P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, 33100 Paderborn

Copyright der englischen Originalversion © 2011 The Pragmatic Programmers, LLC.  
All rights reserved.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;  
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-89864-764-9

1. Auflage 2012  
Copyright © 2012 dpunkt.verlag GmbH  
Ringstraße 19 B  
69115 Heidelberg

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne die schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und daher strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die im Buch verwendeten Soft- und Hardware-Bezeichnungen sowie Markennamen und Produktbezeichnungen der jeweiligen Firmen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

Alle Angaben und Programme in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt kontrolliert. Weder Autor noch Verlag können jedoch für Schäden haftbar gemacht werden, die in Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buches stehen.

5 4 3 2 1 0

*Für Yvonne,  
die großartigste kleine Schwester der Welt.*



# Inhalt

|                         |             |
|-------------------------|-------------|
| <b>Danksagung</b> ..... | <b>xiii</b> |
|-------------------------|-------------|

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| <b>Vorwort</b> ..... | <b>xv</b> |
|----------------------|-----------|

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Für wen dieses Buch gedacht ist ..... | xv |
|---------------------------------------|----|

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| Was Sie in diesem Buch finden ..... | xvi |
|-------------------------------------|-----|

|                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| Arduino Uno und die Arduino-Plattform ..... | xvii |
|---------------------------------------------|------|

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Programmcode und Konventionen ..... | xviii |
|-------------------------------------|-------|

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| Online-Material ..... | xviii |
|-----------------------|-------|

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| <b>Was Sie benötigen</b> ..... | <b>xix</b> |
|--------------------------------|------------|

|                   |     |
|-------------------|-----|
| Startpakete ..... | xix |
|-------------------|-----|

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| Die vollständige Teileliste ..... | xx |
|-----------------------------------|----|

|               |                                   |          |
|---------------|-----------------------------------|----------|
| <b>Teil 1</b> | <b>Erste Schritte mit Arduino</b> | <b>1</b> |
|---------------|-----------------------------------|----------|

|          |                                     |          |
|----------|-------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Willkommen bei Arduino</b> ..... | <b>3</b> |
|----------|-------------------------------------|----------|

|     |                         |   |
|-----|-------------------------|---|
| 1.1 | Was Sie benötigen ..... | 3 |
|-----|-------------------------|---|

|     |                                         |   |
|-----|-----------------------------------------|---|
| 1.2 | Was ist Arduino eigentlich genau? ..... | 4 |
|-----|-----------------------------------------|---|

|     |                                  |   |
|-----|----------------------------------|---|
| 1.3 | Das Arduino-Board erkunden ..... | 5 |
|-----|----------------------------------|---|

|     |                                    |   |
|-----|------------------------------------|---|
| 1.4 | Die Arduino-IDE installieren ..... | 9 |
|-----|------------------------------------|---|

|     |                                     |    |
|-----|-------------------------------------|----|
| 1.5 | Begegnung mit der Arduino-IDE ..... | 11 |
|-----|-------------------------------------|----|

|     |                                           |    |
|-----|-------------------------------------------|----|
| 1.6 | Programme kompilieren und hochladen ..... | 15 |
|-----|-------------------------------------------|----|

|     |                         |    |
|-----|-------------------------|----|
| 1.7 | Arbeiten mit LEDs ..... | 18 |
|-----|-------------------------|----|

|     |                                  |    |
|-----|----------------------------------|----|
| 1.8 | Wenn es nicht funktioniert ..... | 19 |
|-----|----------------------------------|----|

|     |               |    |
|-----|---------------|----|
| 1.9 | Übungen ..... | 21 |
|-----|---------------|----|

|               |                                                 |           |
|---------------|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>2</b>      | <b>Arduino intern</b>                           | <b>23</b> |
| 2.1           | Was Sie benötigen                               | 23        |
| 2.2           | Projekte und Programme verwalten                | 24        |
| 2.3           | Voreinstellungen ändern                         | 25        |
| 2.4           | Serielle Schnittstellen einsetzen               | 27        |
| 2.5           | Wenn es nicht funktioniert                      | 35        |
| 2.6           | Übungen                                         | 35        |
| <b>Teil 2</b> | <b>Acht Arduino-Projekte</b>                    | <b>37</b> |
| <b>3</b>      | <b>Binäre Würfel</b>                            | <b>39</b> |
| 3.1           | Was Sie benötigen                               | 39        |
| 3.2           | Mit Breadboards arbeiten                        | 40        |
| 3.3           | Eine LED auf dem Breadboard verwenden           | 42        |
| 3.4           | Die erste Version des binären Würfels           | 44        |
| 3.5           | Mit Tastern arbeiten                            | 48        |
| 3.6           | Ihren eigenen Taster einbauen                   | 52        |
| 3.7           | Ein Würfelspiel                                 | 54        |
| 3.8           | Wenn es nicht funktioniert                      | 58        |
| 3.9           | Übungen                                         | 59        |
| <b>4</b>      | <b>Ein Morse-Code-Generator</b>                 | <b>61</b> |
| 4.1           | Was Sie benötigen                               | 61        |
| 4.2           | Die Grundlagen des Morse-Codes                  | 61        |
| 4.3           | Den Morse-Code-Generator bauen                  | 62        |
| 4.4           | Das Generator-Interface zurechtbauen            | 63        |
| 4.5           | Ausgeben von Morsezeichen                       | 65        |
| 4.6           | Die Klasse Telegraph installieren und verwenden | 66        |
| 4.7           | Der Endschliff                                  | 69        |
| 4.8           | Wenn es nicht funktioniert                      | 71        |
| 4.9           | Übungen                                         | 71        |

|          |                                                                |            |
|----------|----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5</b> | <b>Die Außenwelt wahrnehmen .....</b>                          | <b>75</b>  |
| 5.1      | Was Sie benötigen .....                                        | 75         |
| 5.2      | Entfernungen mit einem Ultraschallsensor messen .....          | 76         |
| 5.3      | Die Genauigkeit mit Fließkommazahlen erhöhen .....             | 82         |
| 5.4      | Die Genauigkeit mithilfe eines Temperatursensors erhöhen ..... | 84         |
| 5.5      | Daten mit Processing an den Computer übertragen .....          | 91         |
| 5.6      | Sensordaten darstellen .....                                   | 93         |
| 5.7      | Das Fundament der Anwendung legen .....                        | 95         |
| 5.8      | Serielle Kommunikation in Processing implementieren .....      | 96         |
| 5.9      | Sensordaten grafisch darstellen .....                          | 98         |
| 5.10     | Wenn es nicht funktioniert .....                               | 100        |
| 5.11     | Übungen .....                                                  | 101        |
| <b>6</b> | <b>Ein bewegungsgesteuerter Game-Controller .....</b>          | <b>103</b> |
| 6.1      | Was Sie benötigen .....                                        | 103        |
| 6.2      | Den Beschleunigungsmesser verdrahten .....                     | 104        |
| 6.3      | Den Beschleunigungsmesser zum Leben erwecken .....             | 106        |
| 6.4      | Eckwerte finden und korrigieren .....                          | 107        |
| 6.5      | Ihren eigenen Game-Controller bauen .....                      | 110        |
| 6.6      | Ihr eigenes Spiel .....                                        | 113        |
| 6.7      | Weitere Projekte .....                                         | 121        |
| 6.8      | Wenn es nicht funktioniert .....                               | 121        |
| 6.9      | Übungen .....                                                  | 121        |
| <b>7</b> | <b>Experimente mit dem Wii-Nunchuk .....</b>                   | <b>123</b> |
| 7.1      | Was Sie benötigen .....                                        | 124        |
| 7.2      | Den Wii Nunchuk anschließen .....                              | 124        |
| 7.3      | Mit dem Nunchuk kommunizieren .....                            | 125        |
| 7.4      | Die Klasse Nunchuk erstellen .....                             | 127        |
| 7.5      | Die Klasse Nunchuk verwenden .....                             | 130        |
| 7.6      | Einen farbigen Würfel drehen .....                             | 131        |
| 7.7      | Wenn es nicht funktioniert .....                               | 136        |
| 7.8      | Übungen .....                                                  | 136        |

|           |                                                                 |            |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>8</b>  | <b>Netzwerken mit Arduino .....</b>                             | <b>137</b> |
| 8.1       | Was Sie benötigen .....                                         | 137        |
| 8.2       | Sensordaten mit Ihrem PC ins Internet übertragen .....          | 138        |
| 8.3       | Eine Anwendung bei Twitter anmelden .....                       | 140        |
| 8.4       | Nachrichten über Processing twittern .....                      | 142        |
| 8.5       | Mit einem Ethernet-Shield über das Netzwerk kommunizieren ..... | 146        |
| 8.6       | E-Mails von der Kommandozeile .....                             | 151        |
| 8.7       | E-Mails direkt von Arduino versenden .....                      | 153        |
| 8.8       | Bewegungserkennung mit einem passiven Infrarotsensor .....      | 157        |
| 8.9       | Alles zusammenbauen .....                                       | 159        |
| 8.10      | Wenn es nicht funktioniert .....                                | 163        |
| 8.11      | Übungen .....                                                   | 164        |
| <b>9</b>  | <b>Eine Universalfernbedienung konstruieren .....</b>           | <b>165</b> |
| 9.1       | Was Sie benötigen .....                                         | 166        |
| 9.2       | Die Grundlagen von Infrarot-Fernbedienungen .....               | 167        |
| 9.3       | Steuercodes abgreifen .....                                     | 167        |
| 9.4       | Eine eigene Apple-Fernbedienung bauen .....                     | 171        |
| 9.5       | Geräte im Browser fernsteuern .....                             | 174        |
| 9.6       | Einen Infrarotproxy bauen .....                                 | 176        |
| 9.7       | Wenn es nicht funktioniert .....                                | 183        |
| 9.8       | Übungen .....                                                   | 183        |
| <b>10</b> | <b>Motoren mit Arduino steuern .....</b>                        | <b>185</b> |
| 10.1      | Was Sie benötigen .....                                         | 185        |
| 10.2      | Einführung in Motoren .....                                     | 186        |
| 10.3      | Servomotoren: Die ersten Schritte .....                         | 187        |
| 10.4      | Einen Beschuldigomaten bauen .....                              | 191        |
| 10.5      | Wenn es nicht funktioniert .....                                | 195        |
| 10.6      | Übungen .....                                                   | 196        |



|               |                                                              |            |
|---------------|--------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Teil 3</b> | <b>Anhänge</b>                                               | <b>197</b> |
| <b>A</b>      | <b>Grundlagen der Elektronik</b>                             | <b>199</b> |
| A.1           | Stromstärke, Spannung und Widerstand                         | 199        |
| A.2           | Ein kleiner Lötkurs                                          | 203        |
| <b>B</b>      | <b>Fortgeschrittene Arduino-Programmierung</b>               | <b>209</b> |
| B.1           | Die Arduino-Programmiersprache                               | 209        |
| B.2           | Bit-Operationen                                              | 210        |
| <b>C</b>      | <b>Fortgeschrittene serielle Programmierung</b>              | <b>213</b> |
| C.1           | Mehr über serielle Kommunikation                             | 213        |
| C.2           | Serielle Kommunikation mit verschiedenen Programmiersprachen | 215        |
| <b>D</b>      | <b>Bibliografie</b>                                          | <b>227</b> |
|               | <b>Stichwortverzeichnis</b>                                  | <b>229</b> |