

# Das Paket **robotkarol**

## Robot-Karol-Welten und Blockprogramme für Unterrichtsmaterial

Anselm Wagner\*

3. September 2026    Version 3.7

### Zusammenfassung

Das Paket **robotkarol** zeichnet Welten und Blockprogramme im Stil von *Robot Karol Online* (<https://karol.arrrg.de/>) für Arbeitsblätter, Präsentationen und Prüfungen. Welten können als 3D-Schrägbild oder als 2D-Draufsicht ausgegeben werden; Farben und Formen sind der Web-oberfläche nachempfunden. Einzelne Blöcke lassen sich als Inline-Blöcke in den Fließtext setzen, Aufgaben der Online-Umgebung mit `\karolonline` verlinken. Ein Druckmodus stellt alle Ansich-ten auf tonersparende Graustufen um. Das Paket benötigt Lua<sup>1</sup>TeX<sup>1</sup> und expl3. *English:* draws worlds and Blockly-style block programs of the German teaching environment Robot Karol for worksheets; 3D oblique or 2D top view; single blocks can be set inline in running text, aligned to the surrounding baseline; a toner-saving greyscale print mode; requires LuaLaTeX.

## Inhaltsverzeichnis

|          |                                                        |          |
|----------|--------------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Schnellstart</b>                                    | <b>2</b> |
| <b>2</b> | <b>Die Umgebung <code>karolwelt</code></b>             | <b>2</b> |
| 2.1      | Koordinatensystem . . . . .                            | 2        |
| 2.2      | Schlüssel der Umgebung . . . . .                       | 2        |
| 2.3      | Objekte . . . . .                                      | 2        |
| 2.4      | Beispiel in beiden Ansichten . . . . .                 | 3        |
| <b>3</b> | <b>Einzeilige Welten: <code>\karolzeile</code></b>     | <b>3</b> |
| 3.1      | Schlüssel . . . . .                                    | 4        |
| <b>4</b> | <b>Blockprogramme</b>                                  | <b>4</b> |
| 4.1      | Himmelsrichtungen . . . . .                            | 5        |
| <b>5</b> | <b>Inline-Blöcke im Fließtext</b>                      | <b>6</b> |
| <b>6</b> | <b>Text-Programme und Struktogramme</b>                | <b>6</b> |
| <b>7</b> | <b>Globale Einstellungen: <code>\karolsetup</code></b> | <b>7</b> |
| 7.1      | Schriften . . . . .                                    | 7        |
| 7.2      | Weltfarben . . . . .                                   | 7        |
| 7.3      | Figur der Welten . . . . .                             | 7        |

---

\*anselm.wagner@posteo.de

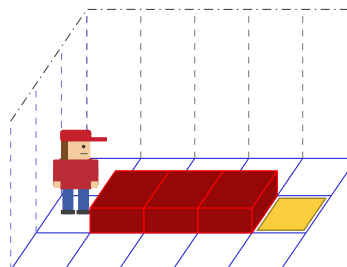
<sup>1</sup>Genauer: eine Engine mit `\directlua`; getestet mit LuaLaTeX.

|     |                                                         |    |
|-----|---------------------------------------------------------|----|
| 7.4 | Blockfarben . . . . .                                   | 8  |
| 7.5 | Druckmodus . . . . .                                    | 8  |
| 8   | Aufgaben verlinken: <code>\karolonline</code> . . . . . | 9  |
| 8.1 | Mit oder ohne <code>hyperref</code> . . . . .           | 9  |
| 9   | Hinweise und Migration . . . . .                        | 10 |

## 1 Schnellstart

```
\usepackage{robotkarol} % Kompilierung mit LuaLaTeX
```

```
\begin{karolwelt}[breite=5, laenge=3]
  \karol[x=1, y=2, richtung=osten]
  \ziegel[x=2, y=2, bisx=4]
  \marke[x=5, y=2]
\end{karolwelt}
```



## 2 Die Umgebung karolwelt

```
\begin{karolwelt}[<Schlüssel>]
  <Objekte>
\end{karolwelt}
```

### 2.1 Koordinatensystem

Die Koordinaten folgen Robot Karol Online:  $x$  zählt die *Spalten* von links (1 bis `breite`),  $y$  die *Zeilen von hinten* (1 bis `laenge`). In der 2D-Draufsicht ist die Zeile  $y = 1$  folglich die *oberste* Zeile; in der 3D-Ansicht liegt sie am weitesten hinten. `hoehe` bezeichnet wie in Karol Online die *Raumhöhe* (Anzahl Ziegellagen bis zum oberen Rahmen) und wirkt nur auf den 3D-Rahmen.

### 2.2 Schlüssel der Umgebung

|                         |    |                                        |
|-------------------------|----|----------------------------------------|
| <code>breite</code>     | 5  | Anzahl Spalten                         |
| <code>laenge</code>     | 5  | Anzahl Zeilen                          |
| <code>hoehe</code>      | 6  | Raumhöhe des 3D-Rahmens in Ziegellagen |
| <code>ansicht</code>    | 3d | 3d (Schrägbild) oder 2d (Draufsicht)   |
| <code>skalierung</code> | 1  | Skalierungsfaktor des Bildes           |
| <code>titel</code>      |    | Beschriftung über dem Bild             |
| <code>hinweis</code>    |    | kursiver Hinweis unter dem Bild        |

### 2.3 Objekte

Alle Objekte werden über Schlüssel platziert. `bisx/bisy` (auch `bisX/bisY`) füllen rechteckige Bereiche.

```
\karol[x=1, y=1, richtung=osten] % genau einmal je Welt
\ziegel[x=2, y=3, anzahl=4]      % Stapel aus 4 Ziegeln
```

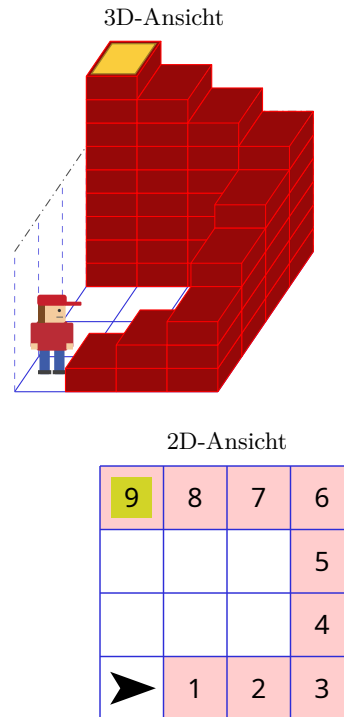
```

\ziegel[x=1, y=5, bisx=5]      % Reihe einzelner Ziegel
\marke[x=3, y=3]               % gelbe Marke
\marke[x=5, y=1, farbe=cyan!60] % Marke in eigener Farbe
\quader[x=4, y=1, bisy=5]      % Quaderwand; \wand = Synonym

```

richtung akzeptiert **osten**, **westen**, **norden** und **sueden** sowie die Synonyme **rechts**, **links**, **hinten** bzw. **oben** und **vorn**, **vorne** bzw. **unten** (Vorgabe: **sueden**). Marken liegen stets *oben auf* dem Ziegelstapel ihrer Zelle; Karol steht auf Stapel und Marke.

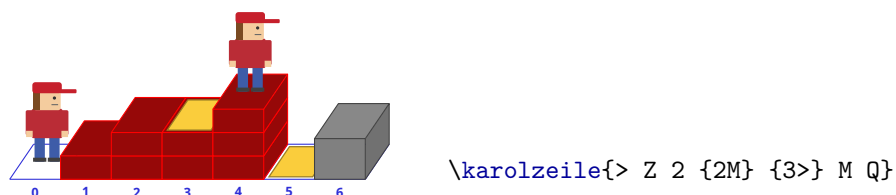
## 2.4 Beispiel in beiden Ansichten



In der 2D-Ansicht zeigen Zahlen die Stapelhöhe; Ziegelzellen sind rosa, Marken eine einfarbige Fläche, die kleiner als das Feld ist — so bleibt der Ziegel ringsum sichtbar und „Marke auf Ziegel“ erkennbar. Quader sind grau, Karol ist der schwarze Richtungskeil.

## 3 Einzeilige Welten: \karolzeile

Für schnelle eindimensionale Welten gibt es die kompakte Zeichenketten-Notation (bis Version 2.x hieß das Kommando `\karolwelt`). Gezeichnet wird mit denselben Bausteinen wie in der Umgebung `karolwelt`: gleiche Projektion, gleiches Bodengitter, gleiche Ziegel, Marken, Quader und derselbe Avatar. Eine Zeilen-Welt ist damit optisch nichts anderes als eine `karolwelt` mit `laenge=1` – nur die Eingabe ist kürzer.





|                                             |                                                                                         |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>\bbefehl[n]{Name}</code>              | Anweisung (violett); optionale Zahl als Pille                                           |
| <code>\bwiederholemal{n}{...}</code>        | Zählschleife                                                                            |
| <code>\bwiederholesolange{Bed}{...}</code>  | kopfgesteuerte Schleife                                                                 |
| <code>\bwiederholeimmer{...}</code>         | Endlosschleife                                                                          |
| <code>\bwenndann{Bed}{...}</code>           | einseitige Verzweigung                                                                  |
| <code>\bwenndannsonst{Bed}{...}{...}</code> | zweiseitige Verzweigung                                                                 |
| <code>\bbedingung{IstZiegel}</code>         | Bedingung mit linkem Stecker; auch im Fließtext;<br>leeres Argument = weißer Leersockel |
| <code>\bist{Norden}</code>                  | Himmelsrichtung als Auswahlmenü                                                         |
| <code>\bnichtist{Norden}</code>             | dasselbe verneint                                                                       |
| <code>\bluecke[Breite]</code>               | gestrichelter Geisterblock                                                              |
| <code>\bkommentar{Text}</code>              | Kommentar (khaki, //)                                                                   |
| <code>\baufruf[n]{Name}</code>              | Aufruf einer eigenen Anweisung (rot)                                                    |
| <code>\banweisung{Name}{...}</code>         | Definition einer eigenen Anweisung                                                      |
| <code>\bhauptprogramm</code>                | Hauptprogramm-Hut                                                                       |

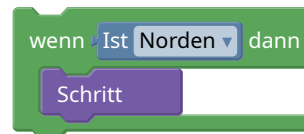
## 4.1 Himmelsrichtungen

Die acht Blöcke `Ist` / `NichtIst` zeigen die Richtung in Robot Karol Online nicht als Text, sondern als Auswahlmenü: eine helle Pille mit Auswahldreieck. `\bist{...}` und `\bnichtist{...}` bilden das nach und nehmen die Richtung als Argument.

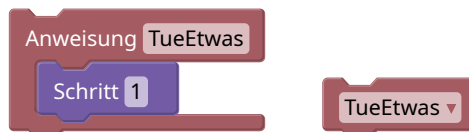


Für sich allein ergeben sie ein vollständiges Bedingungsplättchen. Als Argument eines Kontrollblocks steuern sie nur dessen Beschriftung bei – das Plättchen baut dort wie gewohnt `\bbedingung`:

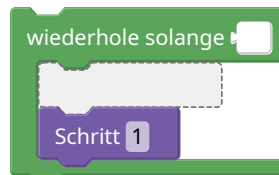
```
\bwenndann{\bist{Norden}}{%
  \bbefehl{Schritt}}
```



Dasselbe Auswahldreieck trägt der Aufrufblock `\baufruf`: dort wählt man in der Oberfläche die aufzurufende Anweisung aus. Die Definition `\banweisung` zeigt den Namen dagegen in einer Pille ohne Dreieck.



Beispiel Lückenaufgabe mit Leersockel und Geisterblock:



## 5 Inline-Blöcke im Fließtext

Die `\i...`-Kommandos setzen genau *einen* Block in die laufende Zeile. Die Textgrundlinie des Blocks liegt dabei exakt auf der Grundlinie des umgebenden Textes, und die Beschriftung übernimmt dessen Schriftgröße; Kerbe, Nase und Innenabstände sind flacher als im Stapel, damit die Blockhöhe der Zeilenhöhe nahekkommt.

Mit `\iwenndann{IstZiegel}` prüft Karol, ob ein Ziegel vor ihm liegt; `\iwiederholemal{5}` wiederholt fünfmal, `\ibefehl{Schritt}` geht weiter.

Mit `wenn IstZiegel dann` prüft Karol, ob ein Ziegel vor ihm liegt; `wiederhole 5 mal` wiederholt fünfmal, `Schritt` geht weiter.

Blöcke, die im Stapel mehrzeilig wären – Schleifen, Verzweigungen und eigene Anweisungen –, erscheinen inline **nur mit ihrem Kopf**. `\iwenndann{IstZiegel}` ergibt also den Block `wenn IstZiegel dann` ohne Rumpf. Für echte Rümpfe bleibt die Umgebung `karolbloecke` zuständig.

|                                       |                                                                                                  |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>\ibefehl[n]{Name}</code>        | Anweisung <code>Schritt 3</code>                                                                 |
| <code>\iaufruf[n]{Name}</code>        | Aufruf einer eigenen Anweisung                                                                   |
| <code>\ianweisung{Name}</code>        | Kopf einer eigenen Anweisung                                                                     |
| <code>\ikommentar{Text}</code>        | Kommentar                                                                                        |
| <code>\ihauptprogramm</code>          | Hauptprogramm-Hut                                                                                |
| <code>\iwiederholemal{n}</code>       | Kopf der Zählschleife <code>wiederhole 5 mal</code>                                              |
| <code>\iwiederholesolange{Bed}</code> | Kopf der kopfgesteuerten Schleife                                                                |
| <code>\iwiederholeimmer</code>        | Kopf der Endlosschleife                                                                          |
| <code>\iwenndann{Bed}</code>          | Kopf der Verzweigung                                                                             |
| <code>\isonst</code>                  | sonst-Balken <code>sonst</code>                                                                  |
| <code>\ibedingung{Bed}</code>         | Bedingung <code>IstMarke</code>                                                                  |
| <code>\iist{Norden}</code>            | Himmelsrichtung <code>Ist Norden ▾</code>                                                        |
| <code>\inichtist{Norden}</code>       | verneint <code>NichtIst Osten ▾</code>                                                           |
| <code>\iluecke[Breite]</code>         | Geisterblock  |

Die `\b...`-Kommandos erkennen den Fließtext selbst und setzen dort ebenfalls inline; die `\i...`-Fassungen ersparen nur die leeren Rumpf-Argumente und erzwingen den Modus auch im Stapel.

Inline-Blöcke sind breite, unzerbrechliche Kästen. In schmalen Spalten kann  $\text{\TeX}$  sie nicht immer umbrechen – dann hilft `\sloppy` oder eine höhere `\tolerance` für den Absatz.

## 6 Text-Programme und Struktogramme

Die Umgebung `karolcode` setzt Karol-Quelltext mit Syntaxhervorhebung (`listings`); `\kb{...}` und `\kw{...}` formatieren Bezeichner und Schlüsselwörter im Fließtext. Für Struktogramme lädt das Paket `struktex` und ergänzt `\leeranweisung` sowie `\stklucke[Breite]`.

## 7 Globale Einstellungen: `\karolsetup`

```
\karolsetup{felddbreite=8.4mm, befehlfarbe={RGB}{116,91,165}, ...}
```

### 7.1 Schriften

Die Oberfläche von Robot Karol Online setzt ihre Beschriftungen in *Noto Sans* und den Programmtext des Editors in *Hack*. Das Paket tut das seit v3.6 ebenso: Beschriftungen der Blöcke, Feldnummern und Stapelzahlen erscheinen in Noto Sans, `karolcode` sowie `\kb` und `\kw` in Hack. Dafür lädt das Paket `fontspec`. Noto Sans liegt in T<sub>E</sub>X Live; Hack nicht – ist es im System installiert, wird es benutzt, sonst DejaVu Sans Mono, aus dessen Vorläufer Hack hervorgegangen ist. Welche der beiden es geworden ist, steht in der `.log`-Datei.

Wer die Schriften des eigenen Dokuments übernehmen will – oder `fontspec` nicht geladen haben möchte –, lädt das Paket mit

```
\usepackage[schrift=dokument]{robotkarol}
```

Dann benutzt das Paket `\sffamily` und `\ttfamily` des Dokuments; die Ausgabe ist Zeichen für Zeichen dieselbe wie bis v3.5. Umschalten geht auch mitten im Dokument, in einer Gruppe nur dort:

|                                |                                                                 |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <code>schrift=karol</code>     | Noto Sans und Hack (Vorgabe)                                    |
| <code>schrift=dokument</code>  | <code>\sffamily</code> und <code>\ttfamily</code> des Dokuments |
| <code>textschrift={...}</code> | eigene Schrift für Beschriftungen                               |
| <code>codeschrift={...}</code> | eigene Schrift für Programmtext                                 |

Die beiden letzten Schlüssel nehmen den Umschaltbefehl selbst:

```
\karolsetup{textschrift={\fontspec{Fira Sans}}}
```

Ein `\karolsetup{schrift=karol}` in einem Dokument, das mit `schrift=dokument` geladen wurde, ist wirkungslos (mit Warnung) – die Schriften sind dann gar nicht geladen.

Titel und Hinweis einer Welt bleiben absichtlich in der Schrift des Dokuments: sie sind Text des Dokuments, keine Beschriftung der Zeichnung. Für eigenen Text in der Paketschrift gibt es die Umschalter `\karolschrift` und `\karolcodeschrift`.

### 7.2 Weltfarben

Sie wirken auf `\karolzeile` und die Umgebung `karolwelt`, die dieselben Bausteine zeichnen.

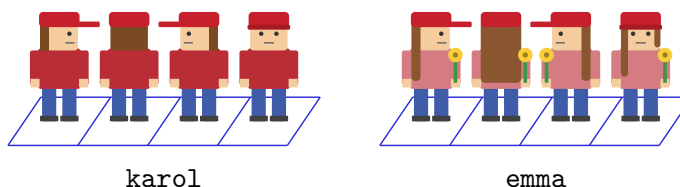
|                                      |             |                                                                 |
|--------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------|
| <code>felddbreite</code>             | 8.4mm       | Zell-/Felddbreite aller Welten                                  |
| <code>ziegelfarbe</code>             | reines Rot  | Lagenkante; Körper daraus abgeleitet ( <code>!59!black</code> ) |
| <code>ziegelkoerperfarbe</code>      | 150,8,8     | nur die Ziegelflächen                                           |
| <code>ziegelkantenfarbe</code>       | 255,0,0     | nur die Lagenkanten                                             |
| <code>markenfarbe</code>             | 250,205,60  | Markenplatte                                                    |
| <code>quaderfarbe</code>             | 128,128,128 | Quader / Wand                                                   |
| <code>bodenfarbe, gitterfarbe</code> | 45,45,215   | Bodengitter                                                     |
| <code>hervorfarbe</code>             | 226,0,122   | hervorheben                                                     |

### 7.3 Figur der Welten

Das Paket bringt zwei Figuren mit: `karol` (Vorgabe) und `emma` mit langem Haar und einer Blume in der Hand. Umgeschaltet wird mit

```
\karolfigur{emma} % gleichwertig: \karolsetup{figur=emma}
```

Die Einstellung wirkt auf `\karolzeile` und die Umgebung `karolwelt`; in einer Gruppe gesetzt gilt sie nur dort.



Emma ist aus derselben Figur gebaut wie Karol – sie ist ein Nachbau, keine Kopie. Ihre Farben heißen `karolEmmaShirt`, `karolEmmaHaar`, `karolEmmaBluete` und `karolEmmaStiel` und lassen sich mit `\colorlet` ändern.

## 7.4 Blockfarben

|                                                             |             |                      |
|-------------------------------------------------------------|-------------|----------------------|
| <code>befehlfarbe</code>                                    | 116,91,165  | Anweisungsblöcke     |
| <code>schleifenfarbe</code> , <code>verzweigungfarbe</code> | 91,165,91   | grüne Kontrollblöcke |
| <code>bedingungfarbe</code>                                 | 91,128,165  | Bedingungen          |
| <code>anweisungfarbe</code>                                 | 165,91,98   | eigene Anweisungen   |
| <code>kommentarfarbe</code>                                 | 165,150,91  | Kommentare           |
| <code>hutfarbe</code>                                       | 130,123,117 | Hauptprogramm-Hut    |

Die Blockfarben sind aus der Karol-Online-Oberfläche übernommen.

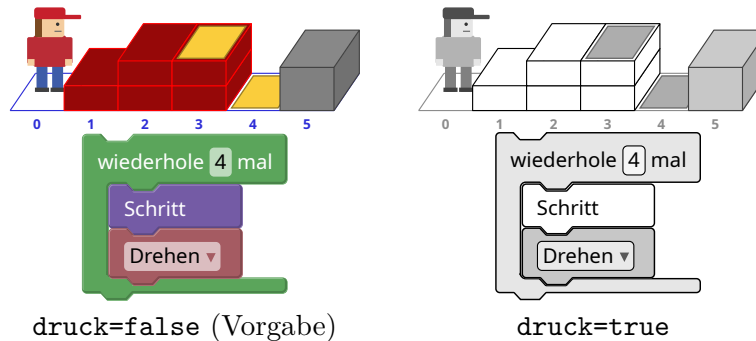
## 7.5 Druckmodus

Arbeitsblätter werden selten in Farbe vervielfältigt. Der Druckmodus zeichnet deshalb alle Ansichten – Welten, Zeilen-Welten und Blockprogramme – in Graustufen:

```
\usepackage{druck}{robotkarol} % das ganze Dokument
\karolsetup{druck=true} % ab hier; in einer Gruppe nur dort
\karolsetup{druck=false} % zurueck zur Farbdarstellung
```

Der Leitgedanke ist *nicht* das absolute Minimum an Toner, sondern: so wenig wie möglich, so viel wie nötig. Was eine Aufgabe trägt, muss erkennbar bleiben. Deshalb tragen die Konturen die Information, und die Flächen bleiben so hell wie möglich:

- Ziegel sind *weiß* mit schwarz umrandeten Lagen – der Stapel bleibt seitlich abzählbar, kostet aber praktisch keine Farbe.
- Der Quader ist die einzige große graue Fläche der Welt: er teilt seine Form mit dem Ziegel und muss sich von ihm abheben.
- Die Marke ist mittelgrau. Sie ist klein, und sie liegt oft auf einem Ziegel, von dem sie sich absetzen muss.
- Bei den Blöcken bekommt der häufigste – `\bbefehl` – die weiße Fläche; die formgleichen `\baufruf` und `\banweisung` heben sich durch einen deutlich dunkleren Ton ab. Alles übrige unterscheidet sich ohnehin schon durch die Form (C-Maul, Hut, Bedingungsplättchen).
- An die Stelle des 3D-Anschliffs tritt eine schwarze Kontur, und die Eingabepillen bekommen einen Rand: auf einem weißen Block wären sie sonst nicht zu sehen.



Die Farbschlüssel aus den vorigen Abschnitten bleiben dabei unangetastet: sie wirken wieder, sobald der Druckmodus aus ist – im Druckmodus selbst haben sie keine Wirkung, denn eigene Farben würden das Graustufenschema gerade aufheben. Eigene *Markenfarben* (`\marke[x=2, y=1, farbe=cyan]`) werden in ihren Grauwert umgesetzt, bleiben also als verschiedene Grautöne unterscheidbar. Die beiden Farben, die es nur im Druck gibt, heißen `karolDruckKontur` (Blockkonturen und Pillenränder) und `karolDruckAkzent` (Auswahldreieck der Pillen); sie lassen sich mit `\definecolor` ändern.

## 8 Aufgaben verlinken: `\karolonline`

Eine Aufgabe in Robot Karol Online steckt vollständig in ihrer Adresse: auf <https://karol.arrrg.de/> folgt eine Raute und der Aufgabencode. `\karolonline` macht daraus einen Verweis und setzt dabei nur, was man tatsächlich eintippen muss:

Die Aufgabe steht unter `\karolonline{2t7t}`.

Das ergibt: Die Aufgabe steht unter [karol.arrrg.de/#2t7t](https://karol.arrrg.de/#2t7t). Der Verweis führt auf <https://karol.arrrg.de/#2t7t>. Der Code wird dabei unverändert übernommen – auf Groß- und Kleinschreibung kommt es bei den Aufgabencodes nicht an.

### 8.1 Mit oder ohne `hyperref`

Der Verweis braucht `hyperref`. Ob `robotkarol` es lädt, entscheidet eine Paketoption:

`hyperref=true`    `hyperref` wird geladen (Vorgabe)  
`hyperref=false`    `hyperref` wird nicht geladen

Ohne `hyperref` setzt `\karolonline` denselben Text, nur ohne Verweis; das Dokument übersetzt in beiden Fällen unverändert.

Geladen wird erst am Ende der Präambel (im Haken `begindocument/before`) – `hyperref` möchte als letztes Paket geladen werden. Ein Dokument darf es deshalb auch selbst laden, mit eigenen Optionen und an beliebiger Stelle, ohne Optionskonflikt:

```
\usepackage{robotkarol}
\usepackage[colorlinks]{hyperref}
```

Geladen wird dabei ohne Optionen: wie Verweise aussehen – farbig, umrahmt oder unsichtbar –, stellt das Dokument selbst ein, etwa mit `\usepackage[hidelinks]{hyperref}` oder `\hypersetup{...}`.

Und weil `\karolonline` nicht die Paketoption abfragt, sondern ob es `\href` beim Setzen wirklich gibt, verlinkt es auch in einem Dokument, das `hyperref` trotz `hyperref=false` selbst geladen hat.

Ein Verweis ist ein unteilbarer Block. Steht er in einer schmalen Spalte, braucht der Absatz unter Umständen ein `\sloppy` (wie die Inline-Blöcke auch).

## 9 Hinweise und Migration

- Das Paket benötigt **LuaLaTeX**.
- Bis v2.x hieß das Zeichenketten-Kommando `\karolwelt`; ab v3.0 heißt es `\karolzeile`, der Name `karolwelt` bezeichnet die neue Umgebung. Bestehende Dokumente: einfaches Suchen/Ersetzen.
- Die kurzen Objektnamen `\karol`, `\ziegel`, `\marke`, `\quader` und `\wand` sind nur *innerhalb* der Umgebung `karolwelt` belegt. Ein Dokument darf sie also selbst verwenden – außerhalb der Umgebung behalten sie ihre eigene Bedeutung.
- Vorgegeben ist die Figur `karol`. In v3.5 war für kurze Zeit `emma` die Vorgabe; wer sie behalten will, schreibt in die Präambel ein `\karolfigur{emma}`.
- Neu in v3.7 ist außerdem `\karolonline` für Verweise auf Aufgaben der Online-Umgebung (Abschnitt 8). **Dafür lädt das Paket jetzt `hyperref`** – wer das nicht will, lädt es mit `hyperref=false` (Abschnitt 8.1).
- Neu in v3.7 ist der Druckmodus (`\usepackage[druck]{robotkarol}`, Abschnitt 7.5). Ohne ihn ist die Ausgabe dieselbe wie in v3.6 – mit einer Ausnahme: die *Marke* sitzt jetzt in beiden Modi mittig auf ihrem Feld. Bis v3.6 fehlte in ihren Bildkoordinaten der Tiefenanteil, sie saß rund 0,3 mm zu weit links und berührte auf einem Ziegel dessen linke Kante.
- Seit v3.6 setzt das Paket seine Beschriftungen in den Schriften von Robot Karol Online und lädt dafür `fontspec`. Wer die bisherige Ausgabe will, lädt es mit der Paketoption `schrift=dokument` – siehe Abschnitt 7.1.

## Lizenz

robotkarol steht unter der L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X Project Public License, Version 1.3c oder später (<https://www.latex-project.org/lppl.txt>), mit dem Wartungsstatus *maintained*. Copyright © 2026 Anselm Wagner.

Farben und Proportionen sind aus der Oberfläche von *Robot Karol Online* gemessen und mit TikZ nachgebaut; es wurden keine Grafiken übernommen.