



## 11.5 AUFGABEN

**Abbildung 11.19**  
Beispiel für die horizontale und vertikale Projektion eines Binärbilds.

ferenz entlang der Hauptachse, so erhält man eine weitere, rotationsinvariante Beschreibung der Region in Form des Projektionsvektors.

### 11.4.6 Topologische Merkmale

Topologische Merkmale beschreiben nicht explizit die Form einer Region, sondern strukturelle Eigenschaften, die auch unter stärkeren Bildverformungen unverändert bleiben. Dazu gehört auch die Eigenschaft der Konvexität einer Region, die sich durch Berechnung ihrer konvexen Hülle (Abschn. 11.4.2) bestimmen lässt.

Ein einfaches und robustes topologisches Merkmal ist die *Anzahl der Löcher*  $N_L(\mathcal{R})$ , die sich aus der Berechnung der inneren Konturen einer Region ergibt, wie in Abschn. 11.2.2 beschrieben. Umgekehrt kann eine nicht zusammenhängende Region, wie beispielsweise der Buchstabe „1“, aus mehreren Komponenten bestehen, deren Anzahl ebenfalls als Merkmal verwendet werden kann.

Ein davon abgeleitetes Merkmal ist die so genannte *Euler-Zahl*  $N_E$ , das ist die Anzahl der zusammenhängenden Regionen  $N_R$  abzüglich der Anzahl ihrer Löcher  $N_L$ , d. h.

$$N_E(\mathcal{R}) = N_R(\mathcal{R}) - N_L(\mathcal{R}). \quad (11.28)$$

Bei nur *einer* zusammenhängenden Region ist dies einfach  $1 - N_L$ . So gilt für die Ziffer „8“ beispielsweise  $N_E = 1 - 2 = -1$  oder  $N_E = 1 - 1 = 0$  für den Buchstaben „D“.

Topologische Merkmale werden oft in Kombination mit numerischen Features zur Klassifikation verwendet, etwa für die Zeichenerkennung (*optical character recognition*, OCR) [13].

## 11.5 Aufgaben

**Aufg. 11.1.** Simulieren Sie manuell den Ablauf des *Flood-fill*-Verfahrens in Prog. 11.1 (*depth-first* und *breadth-first*) anhand einer Region des folgenden Bilds, beginnend bei der Startkoordinate (5, 1):