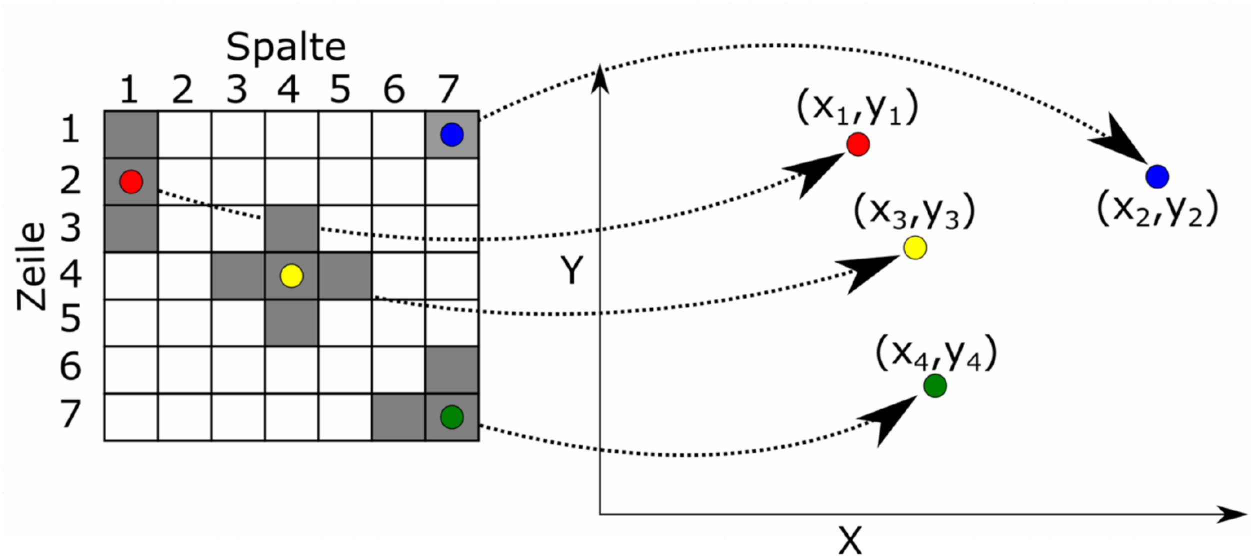
Georeferenzierung

Georeferenzierung umfasst (grob gesagt) den Workflow, welcher den externen Raumbezug der eigentlichen Daten in den Raumbezug des GIS-Projektes umwandelt. Es muss der externe Raumbezug (z.B. geographische Koordinaten (λ,φ) oder Pixel in einem Luftbild) in ein üblicherweise durch (x,y)-Koordinaten gegebenen Raumbezug des GIS Projektes (lokales Koordinatensystem).

Im engeren Sinne bezeichnet **Georeferenzierung** die Zuweisung eines Raumbezuges zu einem Datensatz und **Geokodierung** die Überführung zwischen Koordinatensystemen.



Koordinatenumwandlung

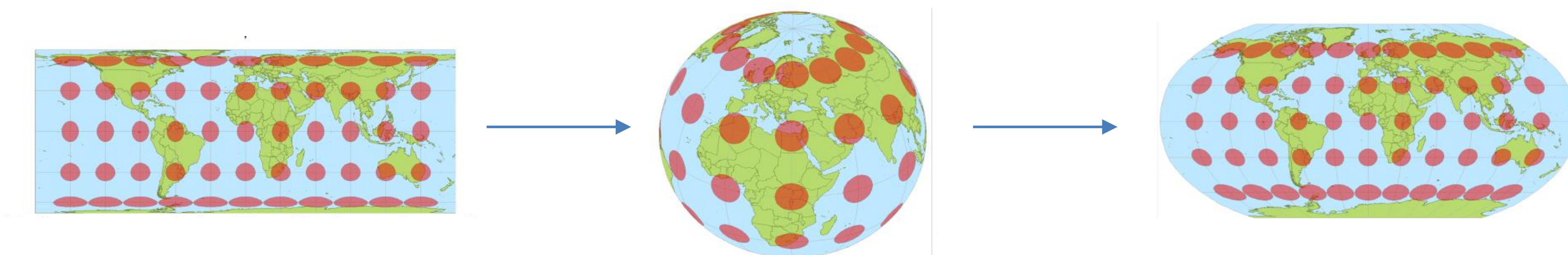
Georeferenzierung umfasst (grob gesagt) den Workflow, welcher den externen Raumbezug der eigentlichen Daten in den Raumbezug des GIS-Projektes umwandelt. Es muss der externe Raumbezug (z.B. geographische Koordinaten (λ,φ) oder Pixel in einem Luftbild) in ein üblicherweise durch (x,y)-Koordinaten gegebenen Raumbezug des GIS Projektes (lokales Koordinatensystem).

Wir unterscheiden oft zwei Koordinatenoperation:

- **Koordinatenumwandlung**
- Koordinatentransformartion

$$(x', y') \quad \xrightarrow{T_1^{-1}} \quad (\lambda, \varphi) \quad \xrightarrow{T_2} \quad (x'', y'')$$

wobei T_1 und T_2 z.B. Kartenprojektionen aus der vorherigen Vorlesung sind.



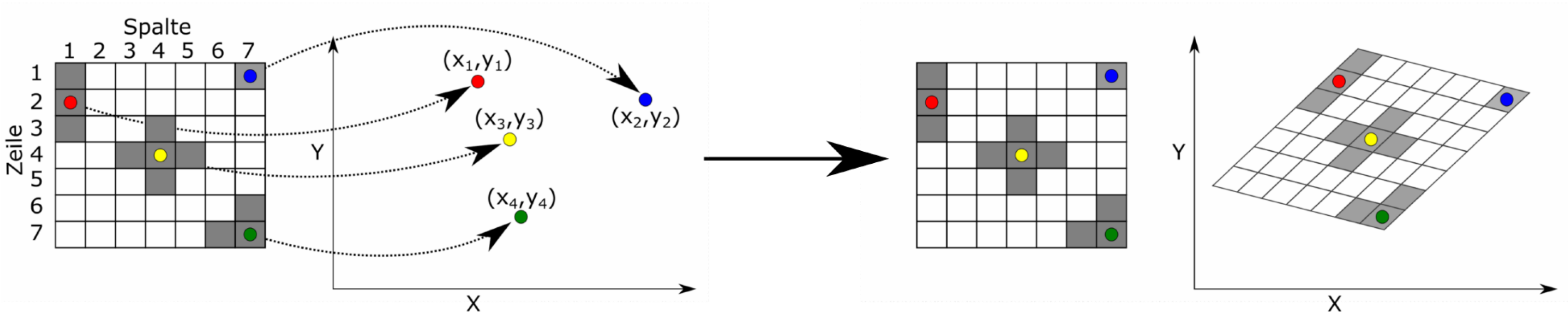
Koordinatentransformation

Georeferenzierung umfasst (grob gesagt) den Workflow, welcher den externen Raumbezug der eigentlichen Daten in den Raumbezug des GIS-Projektes umwandelt. Es muss der externe Raumbezug (z.B. geographische Koordinaten (λ,φ) oder Pixel in einem Luftbild) in ein üblicherweise durch (x,y) Koordinaten gegebenen Raumbezug des GIS Projektes (lokales Koordinatensystem).

Wir unterscheiden oft zwei Koordinatenoperation:

- Koordinatenumwandlung
- **Koordinatentransformartion**

Koordinatentransformationen werden verwendet, wenn kein expliziter Formalismus bekannt ist (z.B. zwei Rasterbilder liegen jeweils nur in relativen Pixelkoordinaten vor).



Transformation basiert auf **Passpunkten** in den jeweiligen lokalen Koordinaten

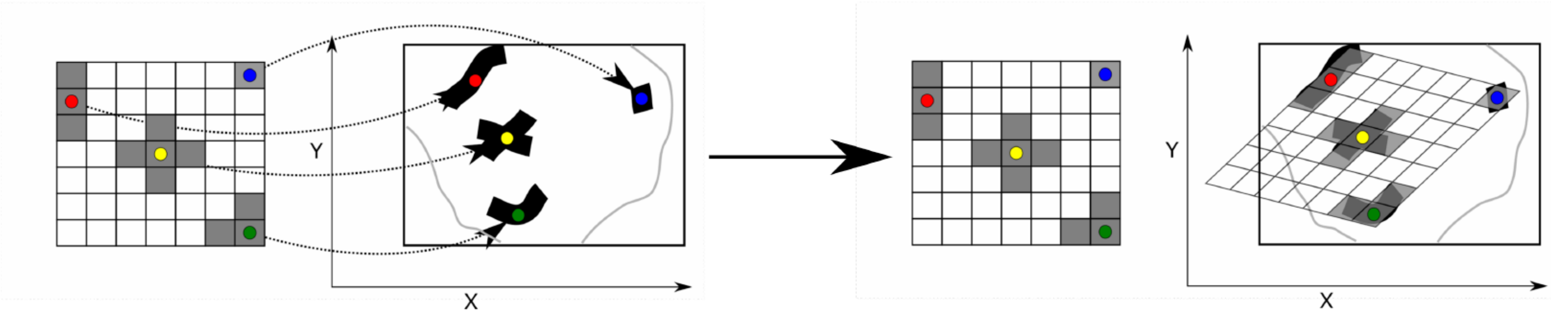
Koordinatentransformation

Georeferenzierung umfasst (grob gesagt) den Workflow, welcher den externen Raumbezug der eigentlichen Daten in den Raumbezug des GIS-Projektes umwandelt. Es muss der externe Raumbezug (z.B. geographische Koordinaten (λ,φ) oder Pixel in einem Luftbild) in ein üblicherweise durch (x,y) Koordinaten gegebenen Raumbezug des GIS Projektes (lokales Koordinatensystem).

Wir unterscheiden oft zwei Koordinatenoperation:

- Koordinatenumwandlung
- **Koordinatentransformartion**

Koordinatentransformationen werden verwendet, wenn kein expliziter Formalismus bekannt ist (z.B. zwei Rasterbilder liegen jeweils nur in relativen Pixelkoordinaten vor).



Transformation basiert auf Zuweisung von Objekten zu Passpunkten im Zielkoordinatensystem

Koordinatentransformation

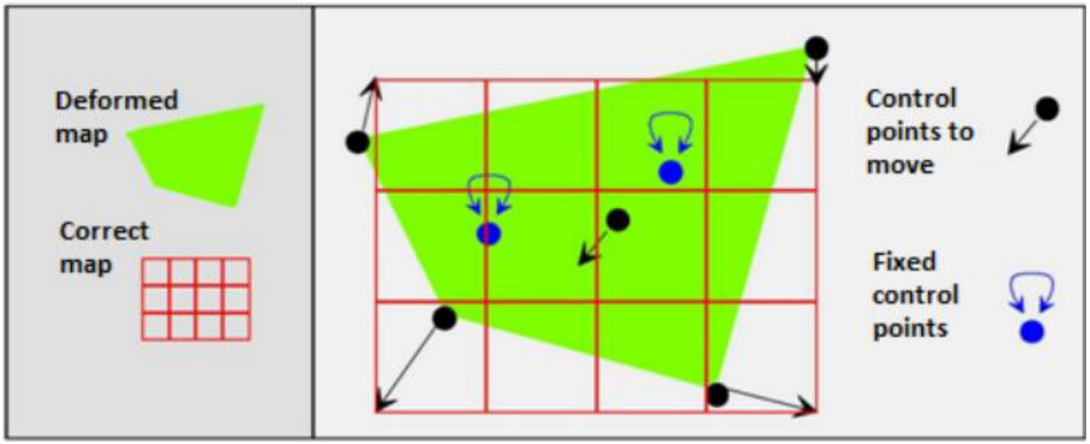
Affin-lineare Abbildungen können zwischen lokalen Koordinaten (x,y) und (x',y') in zwei verschiedenen Koordinatensystemen transformieren.

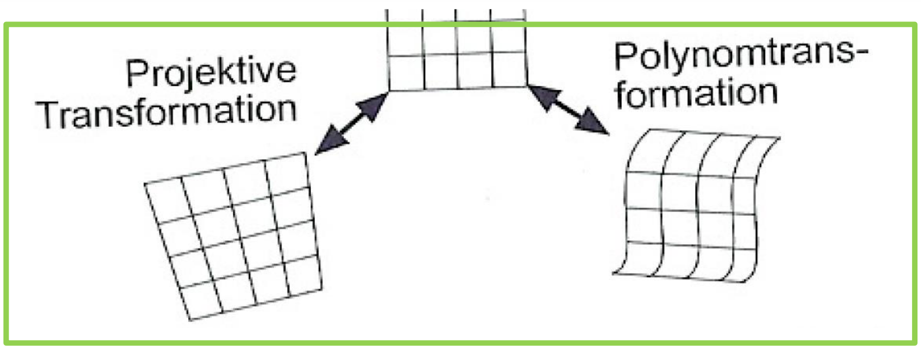
$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \mathrm{M}$

wobei M

$\mathrm{M} = \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \end{pmatrix}$

die z.B. au





Koordinatentransformation

Affin-lineare Abbildungen können zwischen lokalen Koordinaten (x,y) und (x',y') in zwei verschiedenen Koordinatensystemen transformieren.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \mathbf{M} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \mathbf{v},$$

wobei $\mathbf{M}$ eine Matrix ist

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} \\ m_{2,1} & m_{2,2} \end{pmatrix} = \mathbf{RS}$$

die z.B. aus Rotationen $\mathbf{R}$ und Skalierungen und Scherungen $\mathbf{S}$ besteht.

Auch als Polynome 1. Grades ausdrückbar:

$$x' = m_{1,1}x + m_{1,2}y + v_1$$
$$y' = m_{2,1}x + m_{2,2}y + v_2$$

Koordinatentransformation

Verzerrungen und **nichtlineare Effekte** benötigen Transformationen höherer Ordnung (z.B. Polynome vom Grad zwei, drei, etc.): Für Grad zwei sähe es wie folgt aus

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \mathbf{M} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + (x, y)\, \mathbf{N} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \mathbf{v},$$

wobei $\mathbf{M} \in \mathbb{R}^{2\times 2}$ und $\mathbf{N} \in \mathbb{R}^{2\times 2\times 2}$ geeignete Matrizen sind.

vgl. Matlab Beispiel transformations.m / coordinateTransformations.m

Auch als Polynome 2. Grades ausdrückbar:

$$x' = m_{1,1}x + m_{1,2}y + v_1 + n_{1,1,1}x^2 + n_{1,2,1}y^2 + n_{1,1,2}xy + n_{1,2,2}yx$$
$$y' = m_{2,1}x + m_{2,2}y + v_2 + n_{2,1,1}x^2 + n_{2,2,1}y^2 + n_{2,1,2}xy + n_{2,2,2}yx$$

mit

$$n_{1,1,2}xy + n_{1,2,2}yx = n_{1,.,2}xy$$
$$n_{2,1,2}xy + n_{2,2,2}yx = n_{2,.,2}xy$$

Koordinatentransformation

Sind die Matrizen **M** und **N** bekannte, so kann einfach zwischen den Koordinaten gewechselt werden. Sind Sie jedoch nicht bekannt, so müssen die Einträge erstmal durch Passpunkte bestimmt werden. Dazu ist das Lösen von (linearen und ggfs. nichtlinearen) Gleichungssystemen nötig: Etwa bei drei Passpunkten im affin-linearen Fall

$$\begin{pmatrix} x'_1 \\ x'_2 \\ x'_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_{1,1} \\ m_{1,2} \\ v_1 \end{pmatrix}, \qquad \begin{pmatrix} y'_1 \\ y'_2 \\ y'_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_{2,1} \\ m_{2,2} \\ v_2 \end{pmatrix}$$

wobei $m_{1,1}, \ldots, m_{2,2}$ die (unbekannten) Einträge der Matrix $\mathbf{M}$ sind und v_1, v_2 die (unbekannten) Einträge des Vektors $\mathbf{v}$ sind.

Koordinatentransformation

Sind die Matrizen **M** und **N** bekannte, so kann einfach zwischen den Koordinaten gewechselt werden. Sind Sie jedoch nicht bekannt, so müssen die Einträge erstmal durch Passpunkte bestimmt werden. Dazu ist das Lösen von (linearen und ggfs. nichtlinearen) Gleichungssystemen nötig: Etwa bei drei Passpunkten im affin-linearen Fall

$$\begin{pmatrix} x'_1 \\ x'_2 \\ x'_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_{1,1} \\ m_{1,2} \\ v_1 \end{pmatrix}, \qquad \begin{pmatrix} y'_1 \\ y'_2 \\ y'_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_{2,1} \\ m_{2,2} \\ v_2 \end{pmatrix}$$

wobei $m_{1,1}, \ldots, m_{2,2}$ die (unbekannten) Einträge der Matrix $\mathbf{M}$ sind und v_1, v_2 die (unbekannten) Einträge des Vektors $\mathbf{v}$ sind.

Gibt es ungünstige Positionen der Passpunkte in obigem Fall? Falls ja, was wäre ein Beispiel und welche Probleme könnten auftauchen?

Koordinatentransformation

Sind die Matrizen **M** und **N** bekannte, so kann einfach zwischen den Koordinaten gewechselt werden. Sind Sie jedoch nicht bekannt, so müssen die Einträge erstmal durch Passpunkte bestimmt werden. Dazu ist das Lösen von (linearen und ggfs. nichtlinearen) Gleichungssystemen nötig: Etwa bei drei Passpunkten im affin-linearen Fall

$$\begin{pmatrix} x'_1 \\ x'_2 \\ x'_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_{1,1} \\ m_{1,2} \\ v_1 \end{pmatrix}, \qquad \begin{pmatrix} y'_1 \\ y'_2 \\ y'_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_{2,1} \\ m_{2,2} \\ v_2 \end{pmatrix}$$

wobei $m_{1,1}, \ldots, m_{2,2}$ die (unbekannten) Einträge der Matrix $\mathbf{M}$ sind und v_1, v_2 die (unbekannten) Einträge des Vektors $\mathbf{v}$ sind.

Gibt es ungünstige Positionen der Passpunkte in obigem Fall? Falls ja, was wäre ein Beispiel und welche Probleme könnten auftauchen?

Wieviele Passpunkte braucht man jeweils für ein affin-lineare, eine quadratische (Grad zwei), und kubische (Grad drei) Transformation?

3, 6, bzw. 10 (da jeweils 6, 12, bzw. 20 Freiheitsgrade)

Koordinatentransformation

Sind die Matrizen **M** und **N** bekannte, so kann einfach zwischen den Koordinaten gewechselt werden. Sind Sie jedoch nicht bekannt, so müssen die Einträge erstmal durch Passpunkte bestimmt werden. Dazu ist das Lösen von (linearen und ggfs. nichtlinearen) Gleichungssystemen nötig: Etwa bei drei Passpunkten im affin-linearen Fall

$$\begin{pmatrix} x'_1 \\ x'_2 \\ x'_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_{1,1} \\ m_{1,2} \\ v_1 \end{pmatrix}, \qquad \begin{pmatrix} y'_1 \\ y'_2 \\ y'_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_{2,1} \\ m_{2,2} \\ v_2 \end{pmatrix}$$

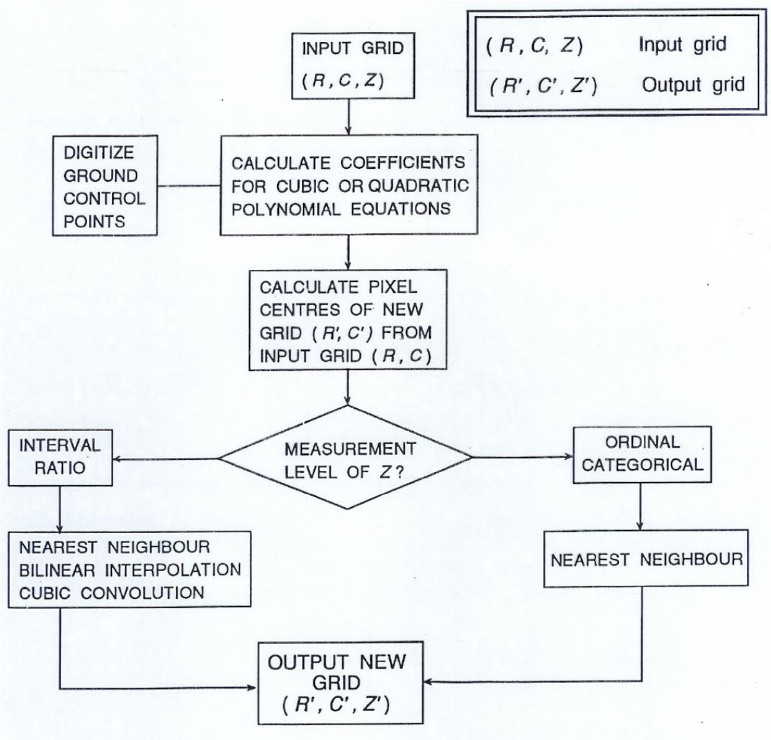
wobei $m_{1,1}, \ldots, m_{2,2}$ die (unbekannten) Einträge der Matrix $\mathbf{M}$ sind und v_1, v_2 die (unbekannten) Einträge des Vektors $\mathbf{v}$ sind.

Wie ändert sich die Anzahl der Freiheitsgrade z.B. im affin-linearen Fall, wenn wir die Dimension erhöhen, etwa Dimension drei, vier, fünf? Wie ändert sich die Anzahl der nötigen Passpunkte?

12, 20, bzw. 30 (jeweils 4, 5, bzw. 6 Passpunkte nötig)

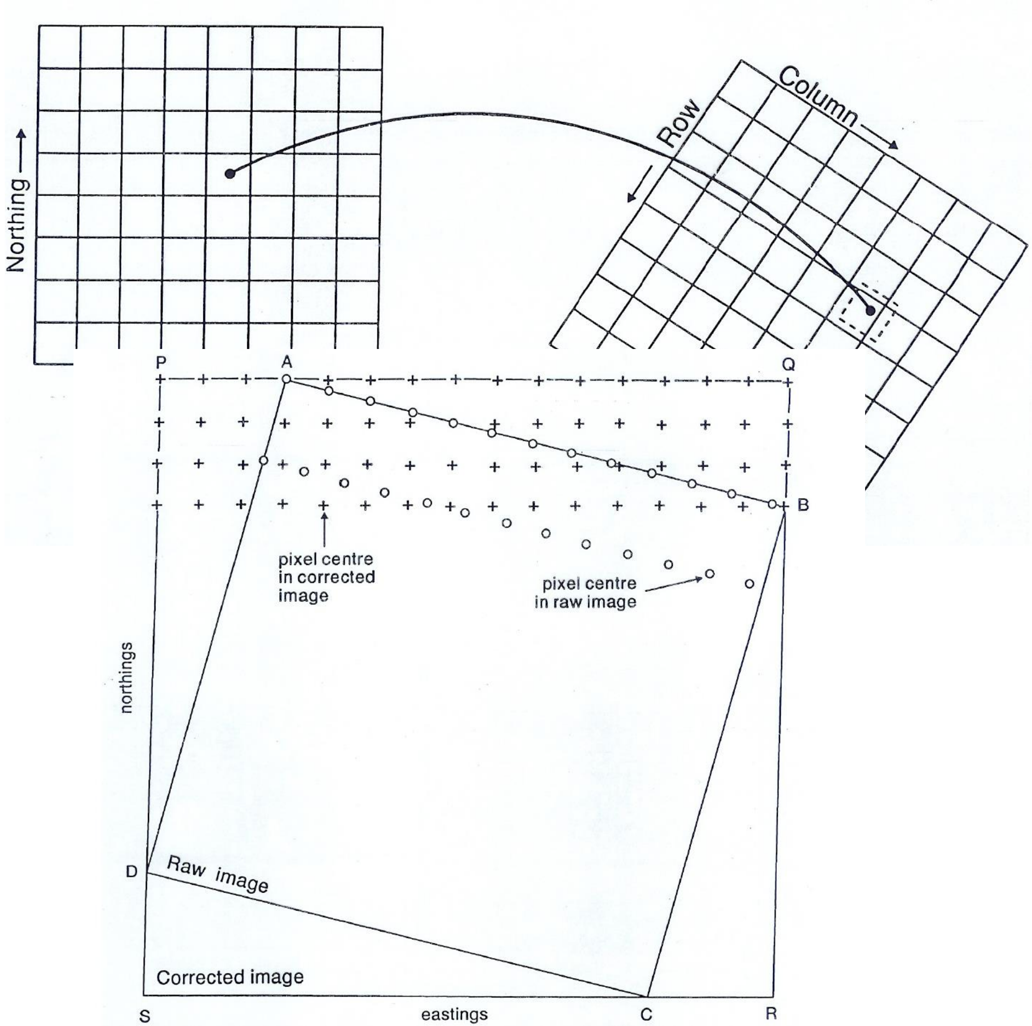
Georeferenzierung von Rasterdaten

Rasterdaten sind üblicherweise durch Attributwerte in Pixeln eines kartesischen Gitters. Nach Anwendung einer Koordinatentransformation befinden sich die transformierten Pixel in der Regel nicht mehr auf einem kartesischen Gitter und die Attributwerte müssen interpoliert werden.



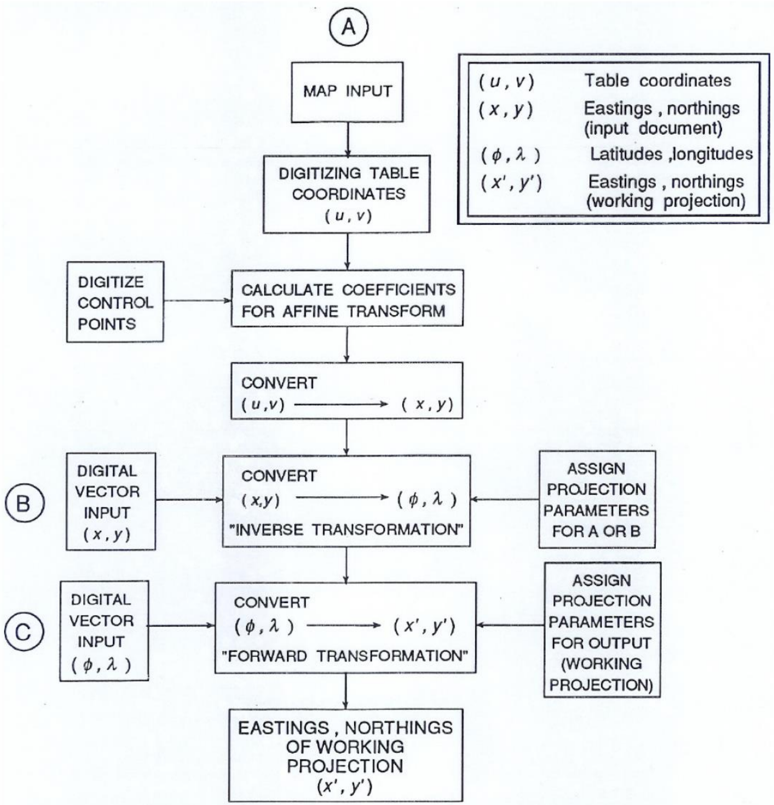
Bonham-Carter: Geographic Information Systems for Geoscientists: Modeling with GIS (1994)

Georeferenzierung von Rasterdaten



Georeferenzierung von Vektordaten

Vektordaten benötigen kein zugrundeliegendes kartesisches Gitter. Datensätze (hier z.B. A,B,C) können direct in ein gemeinsames Koordinatensystem überführt werden.



Bonham-Carter: Geographic Information Systems for Geoscientists: Modeling with GIS (1994)