Geodaten – Geoinformation – Geowissen

M2

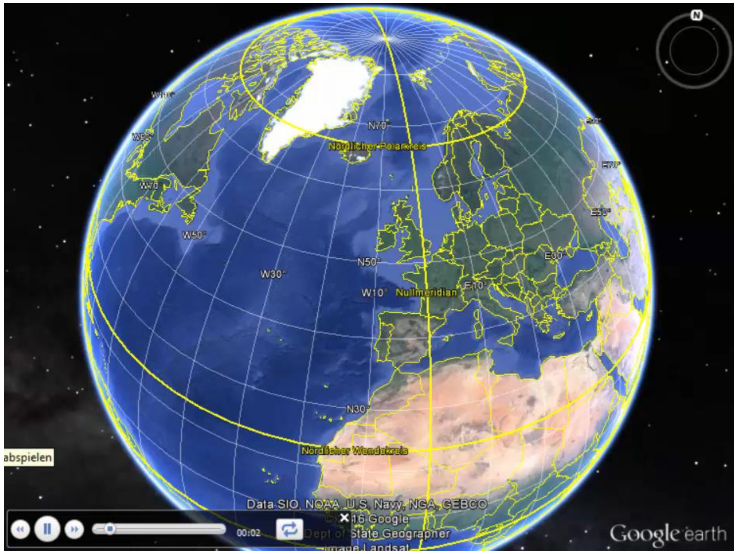
# Geoinformatik

## 1 Verarbeitung raumbezogener Daten

Prof. Dr. Christoph Schlieder

# Geodaten im Alltag

- Webkartographiedienst
  - Bietet digitale „Landkarten“, die über einen Webbrowser genutzt werden
- Funktionen
  - Blattschnittfreie Karte, Adresssuche, …
  - Beispiele: BayernAtlas, OpenStreetMap, …
  - erweiterte Funktionen: 3D-Geländemodelle, ...

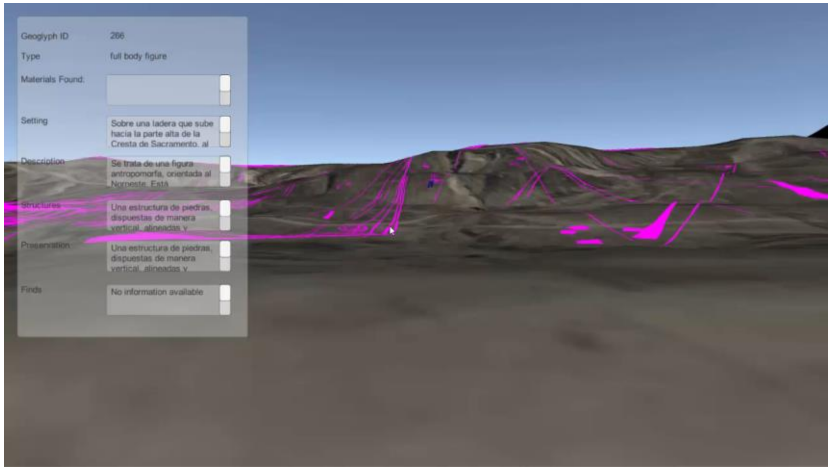





Virtueller Globus von Google Earth

# Geodatendienste in der Forschung

- Thematische Karten
  - Beispiel: HGIS, Geodaten zu den deutschen Staaten seit 1820
- Raumbezogene Analyse
  - Beispiel: Analyse von Sichtbeziehungen (Lambers, Sauerbier, 2006)
- Aufgabe
  - raumbezogene Analysen decken Regularitäten auf






Abschlussarbeit in Kulturinformatik
Universität Bamberg (Reinhard, 2016)

# Verarbeitung raumbezogener Daten

- Geodaten
  - „Daten mit einem impliziten oder expliziten Ortsbezug zur Erde“ ISO/TC221
  - explizit: Geokoordinaten
  - implizit: Toponyme
- Zugriff auf Geodaten
  - nicht-raumbezogen
    z.B. Attributwertvergleich
    Ortsname = Bamberg
  - raumbezogen
    z.B. Umkreisanfrage
    „bis zu 120 km entfernt“

Nicht-raumbezogener Zugriff auf ein raumbezogenes Merkmal

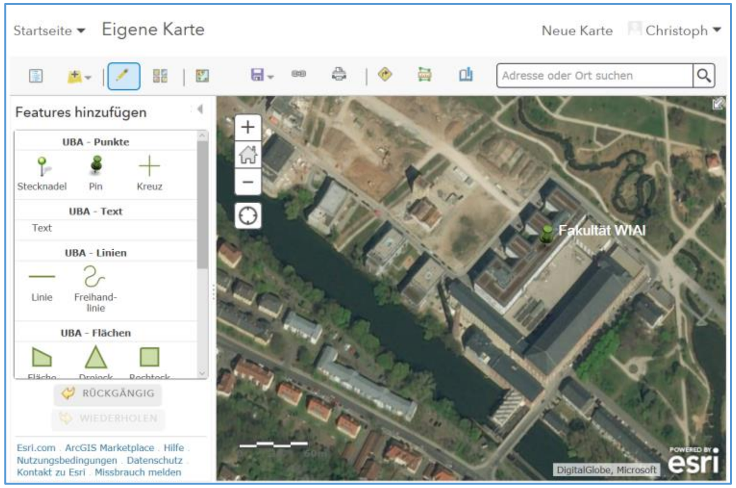
„Die Namen aller Museen in der Stadt Bamberg.“

Raumbezogener Zugriff auf ein raumbezogenes Merkmal

„Die Namen aller Museen in 120 km Umkreis von Bamberg.“

# Geoinformationssysteme

- GIS
  - Ein Informationssystem, das Geodaten raumbezogen verwaltet.
- Sichtweisen
  - GIS sind Systeme zum Erstellen fachbezogener digitaler Karten
  - GIS sind Systeme zum Verwalten raumbezogener Daten
  - GIS sind Systeme zur Unterstützung raum-bezogener Entscheidungen



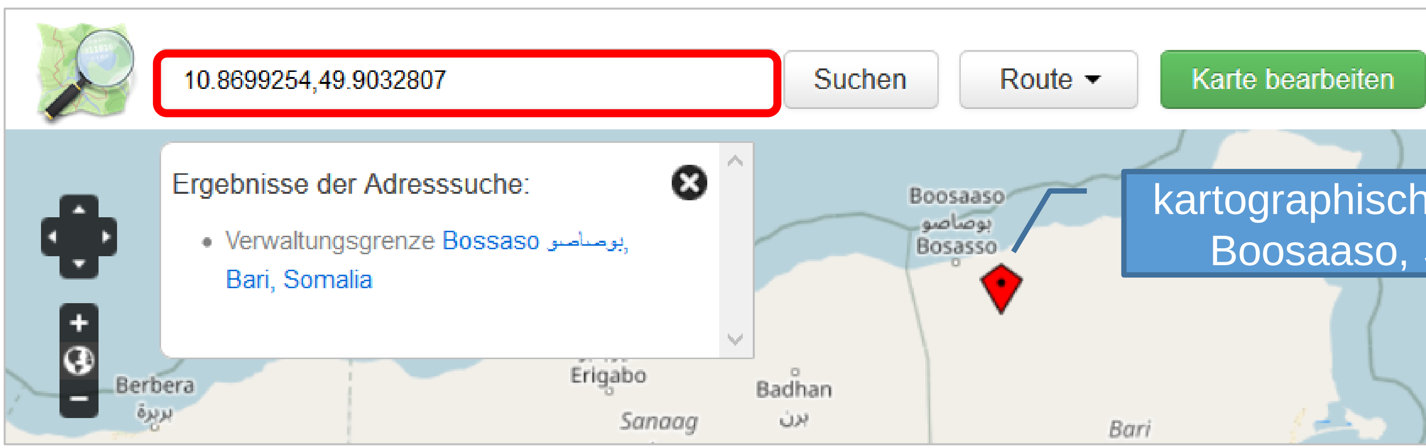

© ESRI, www.arcgis.com
Karte: Digital Gllobe, Microsoft

Produktbeispiel Web-GIS
ArcGIS online
www.arcgis.com

# Wozu Geoinformatik-Kenntnisse?

```
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2" ...>
    <Placemark>
    ...
        <Point>
            <coordinates>
            10.869925350869005,49.903280738834304
            </coordinates>
        </Point>
```

Ortskoordinaten in Bamberg, DE




kartographischer Ort Boosaaso, SO

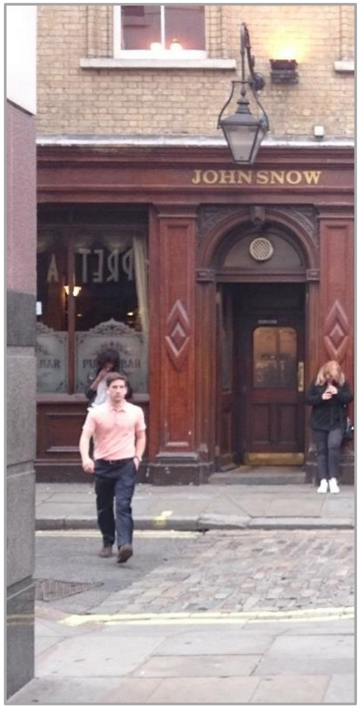
# Geoinformatik in einem Modul

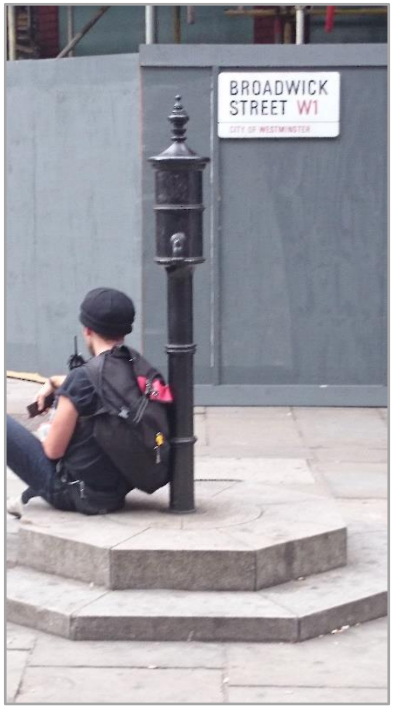
- GeoInf-B
  - Geo-, Geographische Informationssysteme
- Gliederung der Inhalte
  - Teil 1: Modellierung von Geodaten
  - Teil 2: Verfahren der raumbezogenen Analyse
  - Teil 3: Geoinformationsdienste

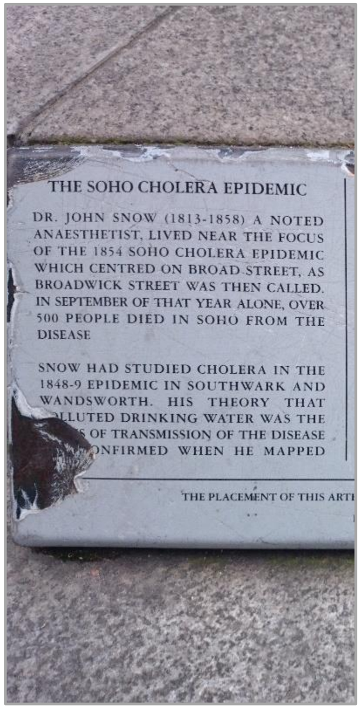
| Studiengang | Universität |
|---|---|
| (Angewandte) Geoinformatik | Augsburg, Münster, Osnabrück, Trier |
| Geodäsie und Geoinformatik (Geoinformation) | Bonn, Hannover, Karlsruhe (KIT), Stuttgart, München (TU) |

Momentaufnahme 2020
Bachelorstudiengänge an Universitäten
HRK-Hochschulkompass

# Beispiel für Geodatenanalyse



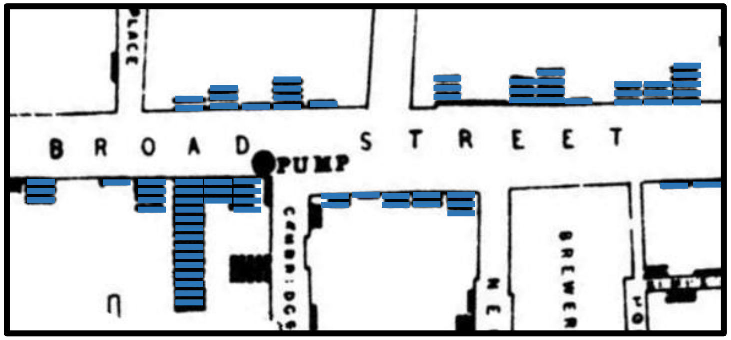






Broad Street (heute: Broadwick Street)
City of Westminster, London

# Kookkurrenzanalyse

- Historisches Beispiel
  - Der Arzt Dr. John Snow untersuchte 1854 den Ausbruch der Cholera im Londoner Soho District.
- Räumliche Kookkurrenz
  - Kartierung der Todesfälle führte zur Entdeckung, dass diese sich um die Broad Street Pumpe häuften.
  - Gemeinsames räumliches Vorkommen (Kookkurrenz) führt oft auf sinnvolle Kausalhypothesen.



Sterbefälle pro Haus


Lage der Trinkwasserpumpen

# Geographisches Wissen

- Data Mining
  - Knowledge Discovery Prozess (Fayyad & al.,1996)
- Geodaten
  - Fakten ohne Kontext: Zahlen, Zeichenketten
- Geoinformation
  - Insbesondere Kategori-sierungen, Regularitäten
- Geowissen
  - fachliche Relevanz (useful, understandable, ...)

| Geowissen |
| --- |
| Übertragung der Cholera durch kontaminiertes Trinkwasser |
| **Geoinformation** |
| Häufung der Sterbezahlen in der Umgebung der Broad-St.-Pumpe |
| **Geodaten** |
| Sterbezahlen pro Haus und Straße<br>Lage der Trinkwasserpumpen |

virtuelle hochschule bayern

Universität Augsburg University

UNIVERSITY OF BAMBERG
OTTO-FRIEDRICH-UNIVERSITÄT BAMBERG

Geodaten – Geoinformation – Geowissen

M2

# Geoinformatik

## 2 Geometrische Grundbegriffe: Inzidenz

Prof. Dr. Christoph Schlieder

# Der erste Zugang zur Geometrie

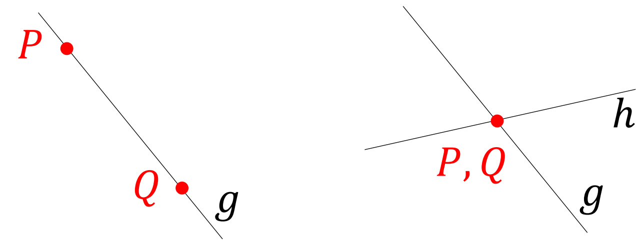
- Axiomatischer Ansatz
  - GR geo-metría
    DE Erd-messung
  - bereits in der Antike axiomatisch (Euklid)
  - ausgearbeitet in Hilberts formalistischem Programm
- Axiome
  - legen Eigenschaften fest von Punkten und Geraden
  - „Axiome sind implizite Definitionen"

(PD) British Library, wikimedia.commons.org

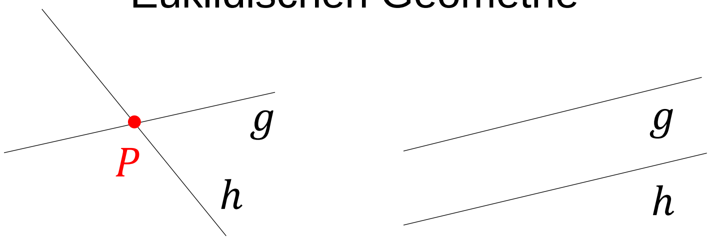
Personifikation der Geometrie in einem Manuskript (14. Jh.) der Elemente Euklids

# Inzidenzaxiome

- **Inzidenz**
  - Die Relation $i(P, g)$ drückt aus, dass der Punkt $P$ auf der Geraden $g$ liegt.
- **Erstes Inzidenzaxiom**
  - „Zwei voneinander verschiedene Punkte … bestimmen stets eine Gerade …“
- **Satz aus Inzidenzaxiomen**
  - „Zwei Geraden einer Ebene haben einen oder keinen Punkt gemein“



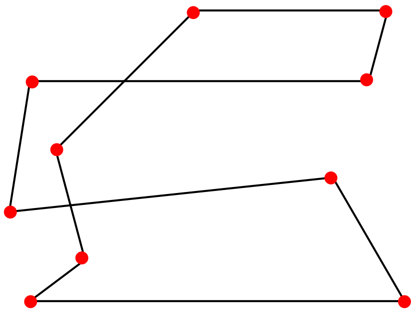

Erstes Inzidenzaxiom der Euklidischen Geometrie



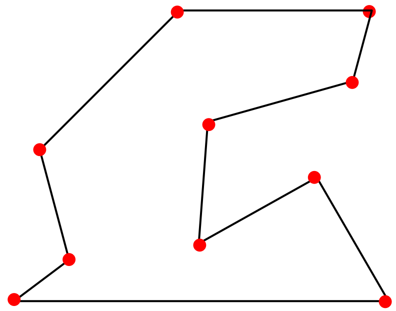

Satz der Euklidischen Geometrie: Schnittpunkte von Geraden

# Geometrische Objekte

- **Strecke**
  - Die Strecke $PQ$ ist der durch die Punkte $P$ und $Q$ begrenzte Abschnitt auf der Geraden durch $P$ und $Q$.
- **Polygone**
  - Ein Polygon ist eine durch eine Folge von Punkten $P_1, \dots, P_k$ definierte Figur.
  - Die Strecken $P_i P_{i+1}$ heißen Seiten des Polygons
  - Ein Polygon heißt einfach, wenn seine Strecken sich nicht überschneiden



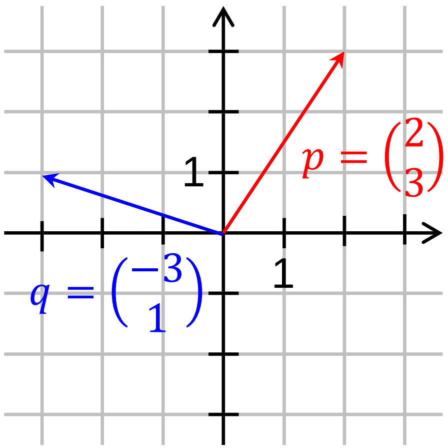
Selbstüberschneidungen



Einfaches Polygon

# Der zweite Zugang zur Geometrie

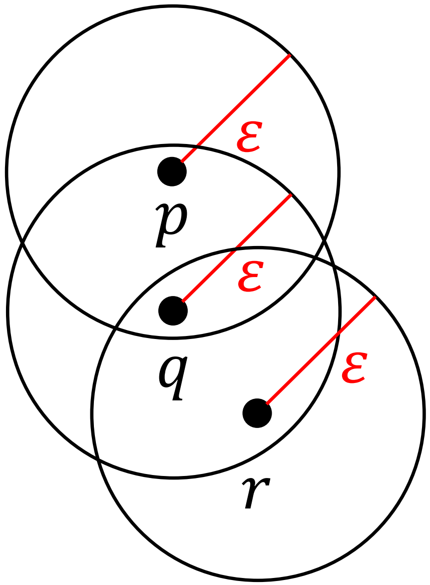
- Analytischer Ansatz
  - Punkte durch Ortsvektoren beschreiben: Lineare Algebra als Theorie der Vektorräume
- Mathematische Modelle
  - Koordinatenkörper $\mathbb{R}$
  - $\mathbb{R}^2$: tradition. Kartographie
  - $\mathbb{R}^3$: Höhenmodelle, dynamische 2D-Karten
  - $\mathbb{R}^4$: dyn. Höhenmodelle, ...
  - $\mathbb{R}^n$: Multispektralbilder




Ortsvektoren $p$ und $q$ im kartesischen Koordinatensystem des Vektorraums $\mathbb{R}^2$

# Beschränkte Genauigkeit (1)

- Real-Arithmetik
  - Die Gleichheit der Punkte $p = (p_1, p_2)$ und $q = (q_1, q_2)$ kann nur bezogen auf einen beim Vergleich tolerierten Fehler $\varepsilon$ überprüft werden
- Gleichheit von Punkten
  - $equal(p, q) \coloneqq \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2} < \varepsilon$
  - Diese „Gleichheitsrelation“ ist nicht transitiv!




$$equal(p, q) \wedge equal(q, r) \nRightarrow equal(p, r)$$

Geodaten – Geoinformation – Geowissen

M2

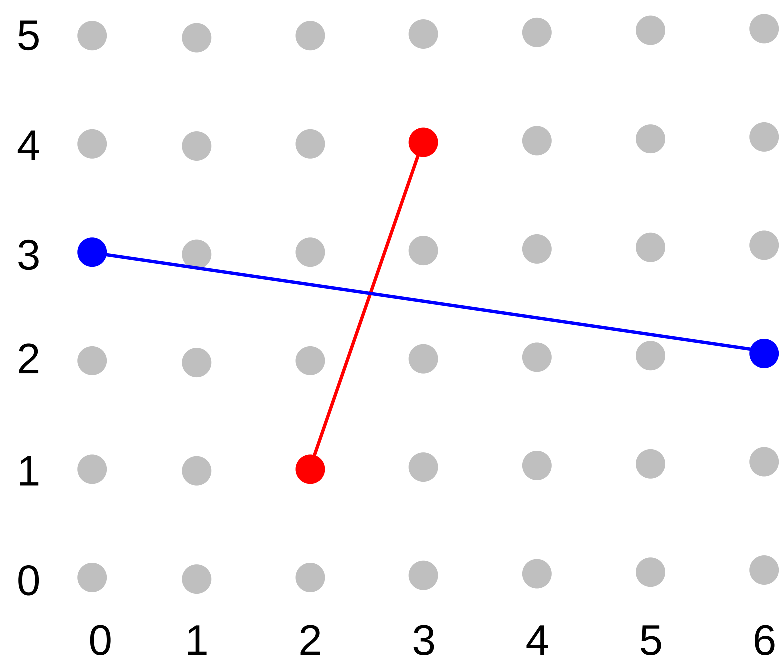
# Geoinformatik

3 Geometrische Grundbegriffe:
Orientierung

Prof. Dr. Christoph Schlieder

# Beschränkte Genauigkeit (2)

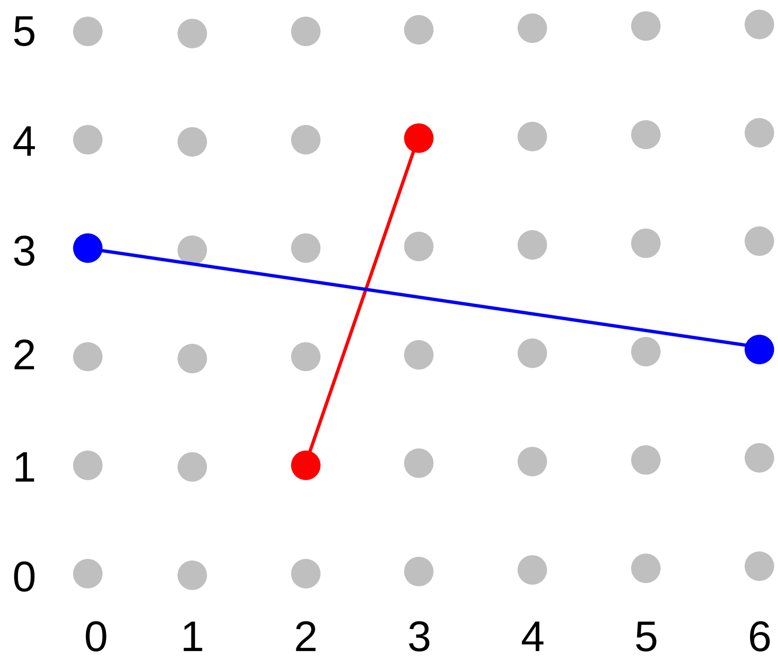
- Integer-Arithmetik
  - Punkte haben Koordinaten, die sich auf Gleichheit prüfen lassen.
  - $equal(p,q) \coloneqq (p_1 = q_1) \wedge (p_2 = q_2)$




Schnittpunktkoordinaten $\left(2\frac{1}{2}, 2\frac{2}{3}\right)$

# Beschränkte Genauigkeit (2)

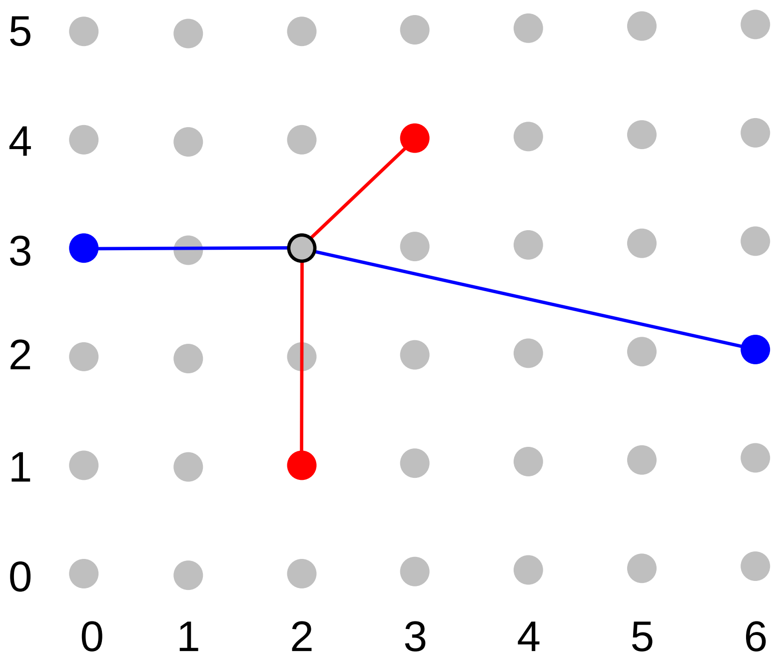
- Integer-Arithmetik
  - Punkte haben Koordinaten, die sich auf Gleichheit prüfen lassen.
  - $equal(p, q) := (p_1 = q_1) \wedge (p_2 = q_2)$
- Problem
  - Satz über Inzidenz: „Zwei Geraden ... haben einen oder keinen Punkt gemein.“
  - Als Schnittpunkte konstruierte Punkte müssen keine Gitterpunkte sein




Schnittpunktkoordinaten $\left(2\frac{1}{2}, 2\frac{2}{3}\right)$

# Gittergeometrie

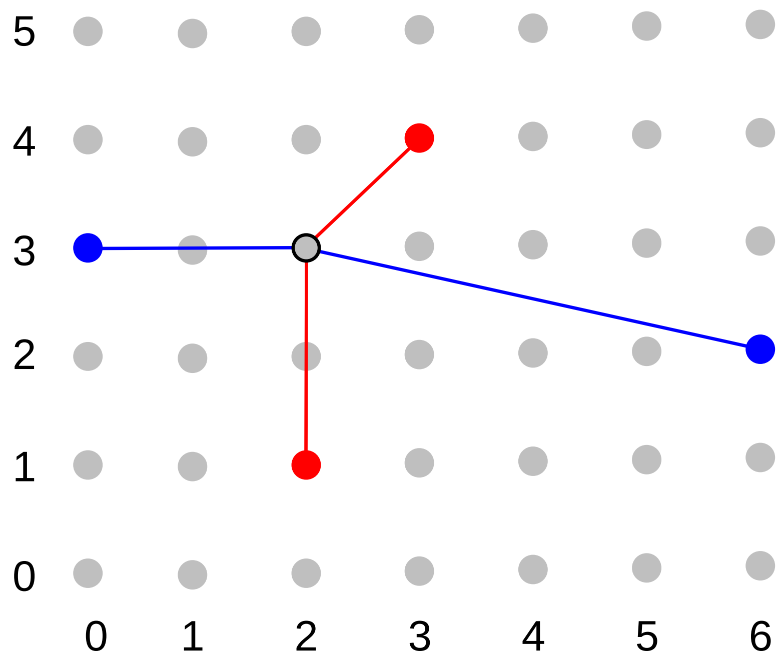
- Einfachste Lösung
  - Neu konstruierte Punkte werden auf den nächsten Gitterpunkt gelegt.




Gitter-Schnittpunkt $(2,3)$

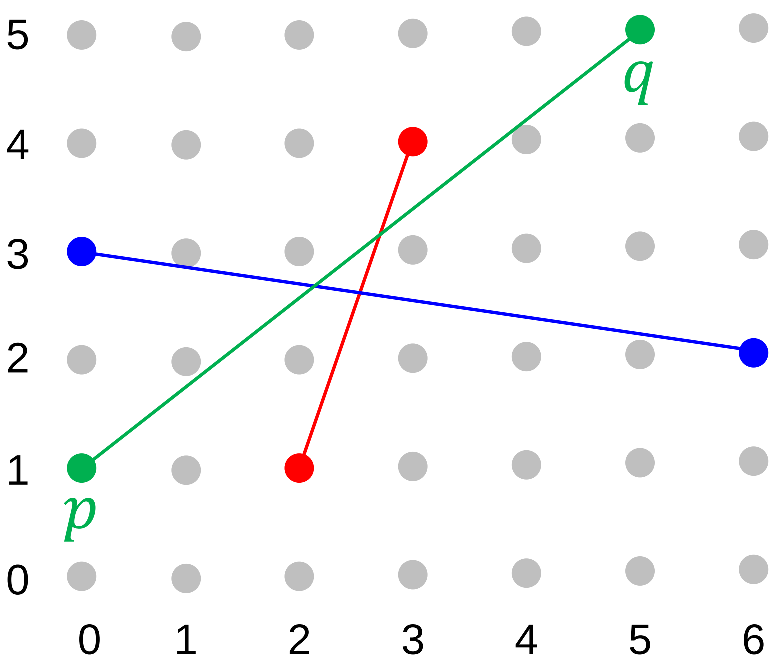
# Gittergeometrie

- Einfachste Lösung
  - Neu konstruierte Punkte werden auf den nächsten Gitterpunkt gelegt.
- Problem
  - nicht eindeutig: im Beispiel könnte mit gleichem Fehler $(3,3)$ gewählt werden.
  - Es enstehen geometrisch fehlerhafte Lösungen (EN extraneous solutions)

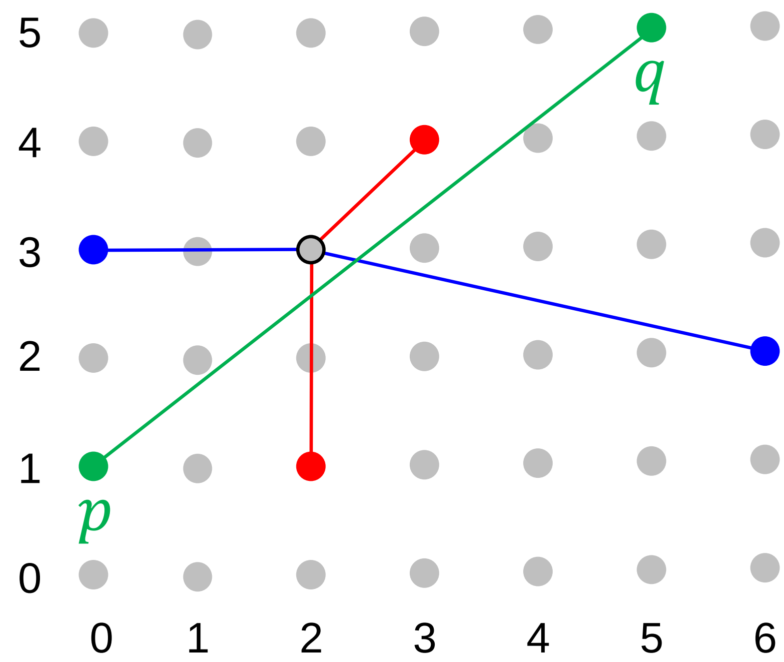



Gitter-Schnittpunkt $(2,3)$

# Anordnung von Punkten



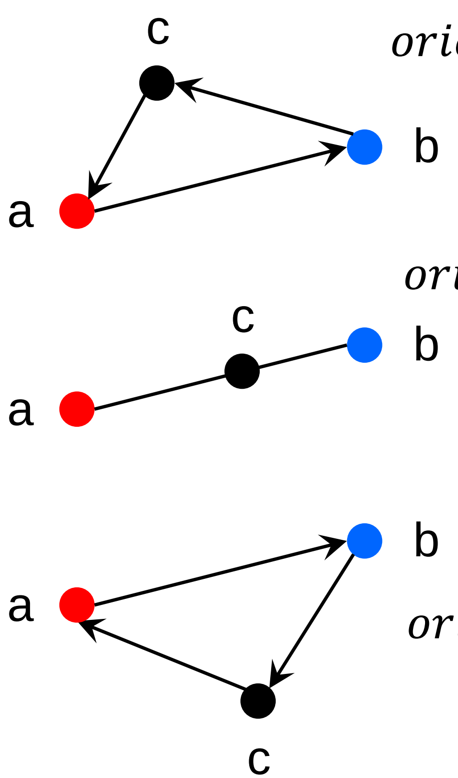

geometrischer Schnittpunkt
liegt rechts der gerichteten Geraden $pq$




Gitter-Schnittpunkt
liegt links der gerichteten Geraden $pq$

# Orientierung in der Ebene

- Definition
  - Die Orientierung eines Punkttripels (*a*,*b*,*c*) ist
  - Positiv: Umlauf *a*→*b* → *c* im Gegenuhrzeigersinn
  - Null: *a*, *b* und *c* kollinear
  - Negativ: Umlauf *a*→*b* → *c* im Uhrzeigersinn



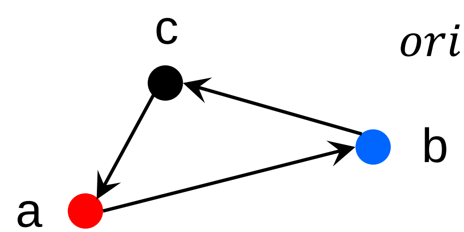

$$orientation(a, b, c) = +1$$

$$orientation(a, b, c) = 0$$

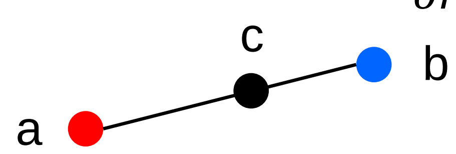
$$orientation(a, b, c) = -1$$

# Orientierung in der Ebene

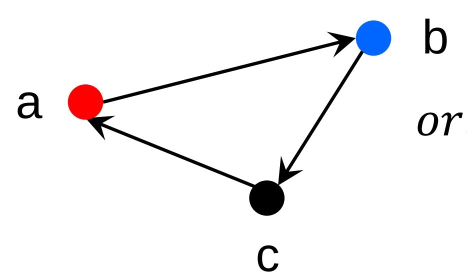
- Definition
  - Die Orientierung eines Punkttripels (*a*,*b*,*c*) ist
  - Positiv: Umlauf $a \rightarrow b \rightarrow c$ im Gegenuhrzeigersinn
  - Null: *a*, *b* und *c* kollinear
  - Negativ: Umlauf $a \rightarrow b \rightarrow c$ im Uhrzeigersinn
- Notation
  - $orientation(a,b,c) = +1$ bzw. kurz $[a,b,c] = +$




$$orientation(a,b,c) = +1$$




$$orientation(a,b,c) = 0$$




$$orientation(a,b,c) = -1$$

# Orientierung berechnen

- Definition
  - Seien $a$, $b$ und $c$ Punkte der Ebene mit den Koordinaten $a = (a_1, a_2)$, $b = (b_1, b_2)$ und $c = (c_1, c_2)$.
  - Die Orientierung des Tripels $(a, b, c)$ ist das Vorzeichen der Determinante der Matrix

$$\begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} =$$

$$a_1 b_2 + b_1 c_2 + c_1 a_2$$

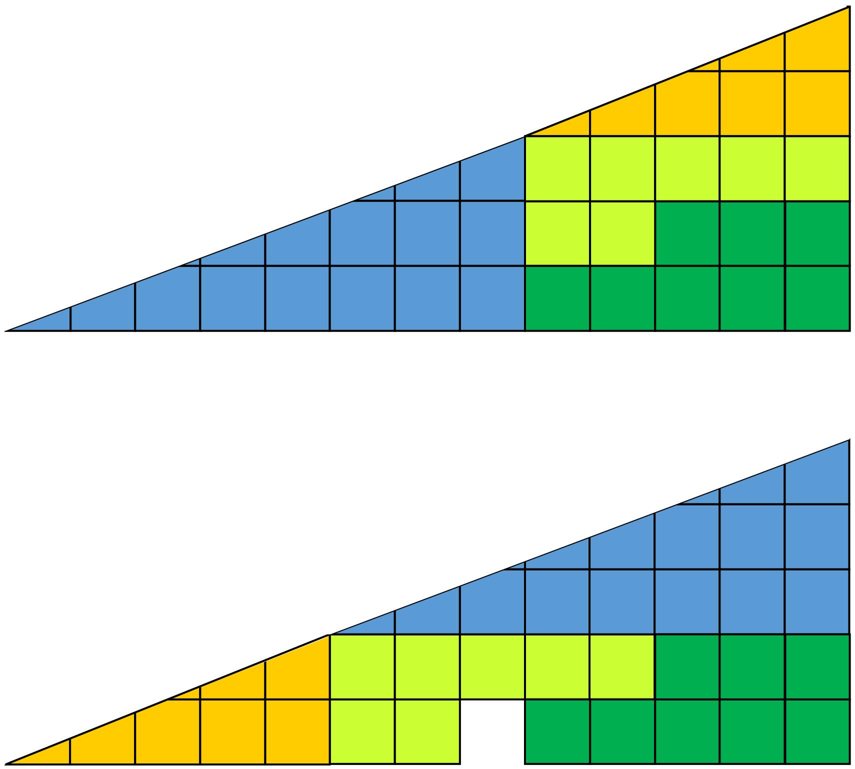
$$-c_1 b_2 - b_1 a_2 - a_1 c_2$$

$$\begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} =$$

$$0 + 2 + 0 - 0 - 0 - 0 > 0$$

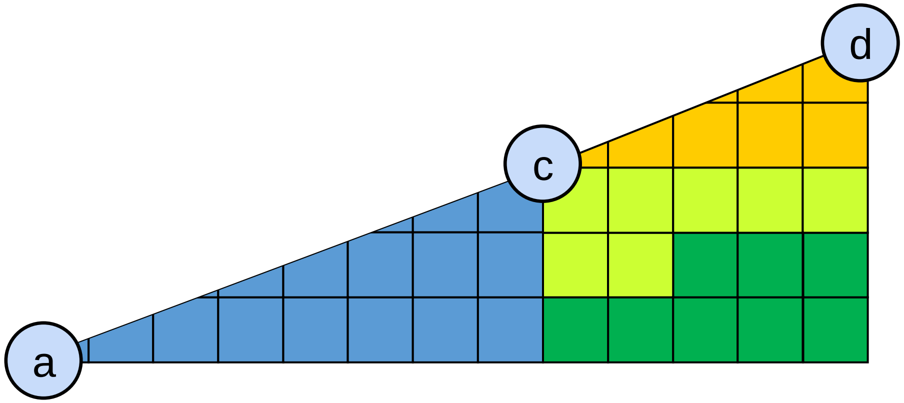
# Die Anschauung kann trügen

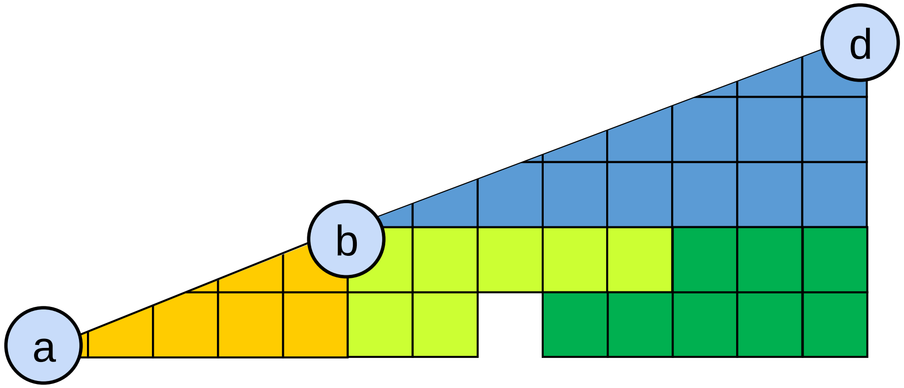
- Ein Puzzle
  - Nebenstehendes Puzzle besteht aus vier Teilfiguren.
  - Werden sie anderes angeordnet, dann scheint ein Quadrat zu fehlen.
  - Wie ist es verloren gegangen?
  - Die Teilfiguren der oberen und unteren Figur sind deckungsgleich!



# Mit Orientierungen überprüfen

- Orientierung
  - Berechnen und vergleichen Sie die Orientierung von (a,c,d) und (a,b,d), wobei a = (0,0), b = (5,2), c = (8,3) d = (13,5)
  - Welche Werte haben Sie erwarten? Welche errechnet? Was folgt daraus?



# Ergebnis

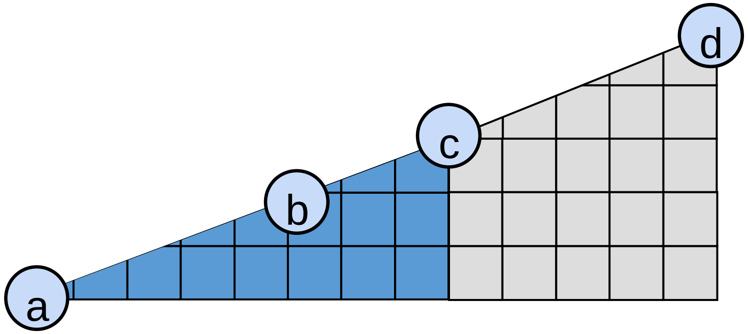
- Kein Dreieck
  - Beide Orientierungen sind von null verschieden, d.h. weder $a$, $c$ und $d$ noch $a$, $b$ und $d$ liegen auf einer Geraden. Die Figur bildet also kein Dreick.
  - Wegen $(a, c, d) > 0$ ist die „Hypothenuse“ der Ausgangsfigur nach innen gebeult

$$[a, c, d] = \begin{vmatrix} 0 & 8 & 13 \\ 0 & 3 & 5 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$= 8 \cdot 5 - 3 \cdot 13 = 1 > 0$$

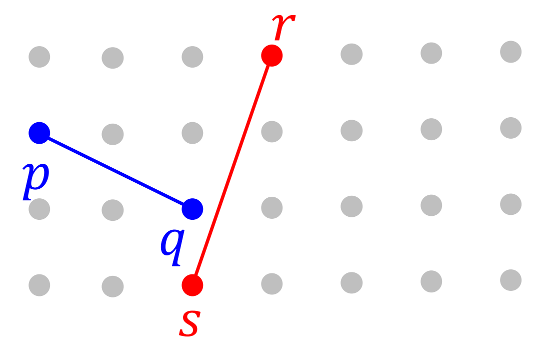
$$[a, b, d] = \begin{vmatrix} 0 & 5 & 13 \\ 0 & 2 & 5 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$= 5 \cdot 5 - 2 \cdot 13 = -1 < 0$$

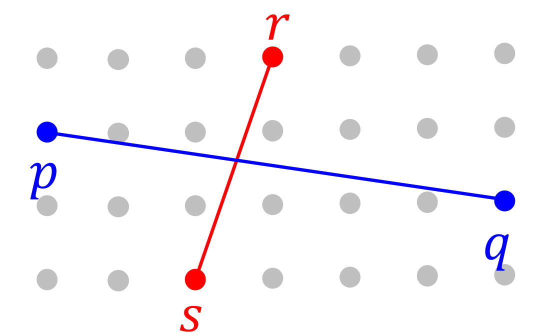


# Orientierungen verwenden

- Aufgabe
  - Feststellen, ob sich zwei gegebene Strecken $pq$ und $rs$ schneiden.
  - Der Schnittpunkt muss nicht berechnet werden.



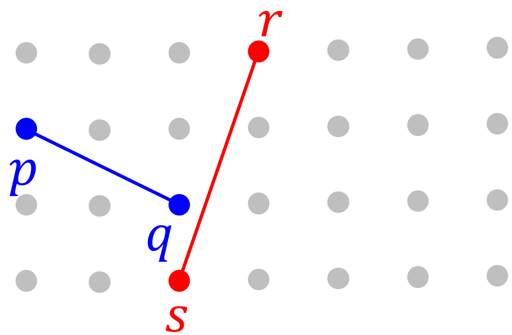

$[pqr] \neq [pqs] \wedge [rsp] = [rsq]$



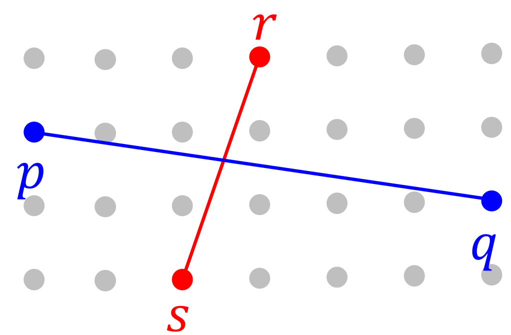

$[pqr] \neq [pqs] \wedge [rsp] \neq [rsq]$

# Orientierungen verwenden

- Aufgabe
  - Feststellen, ob sich zwei gegebene Strecken $pq$ und $rs$ schneiden.
  - Der Schnittpunkt muss nicht berechnet werden.
- Lösung
  - $r$ und $s$ müssen auf verschiedenen Seiten von $pq$ liegen, $p$ und $q$ auf verschiedenen Seiten von $rs$
  - $[pqr] \neq [pqs] \wedge$ $[rsp] \neq [rsq]$




$[pqr] \neq [pqs] \wedge [rsp] = [rsq]$




$[pqr] \neq [pqs] \wedge [rsp] \neq [rsq]$