

# Qualitätsgesicherte Lärmkartographie – Teil 1: Georeferenzierung

Frank Hammelmann<sup>1</sup>, Karl-Wilhelm Hirsch<sup>1</sup>, Berthold Vogelsang<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cervus Consult GmbH, Willich, Germany, [consult@cervus.de](mailto:consult@cervus.de)

<sup>2</sup> Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz, Hannover, Germany, [Berthold.Vogelsang@mu.niedersachsen.de](mailto:Berthold.Vogelsang@mu.niedersachsen.de)

## Einleitung

Im Rahmen lärmakustischer Beurteilungsverfahren werden Pläne und Karten zur kondensierten Visualisierung ihrer Ergebnisse und Randbedingungen erstellt. Technische Regeln zur Erstellung dieser Pläne und Karten können aus der DIN 45682 „Schallimmissionspläne“ – soweit zutreffend bzw. enthalten – abgeleitet werden. Die Regeln dieser Norm entsprechen einerseits aber nicht mehr dem Stand der Technik und decken andererseits auch die zwischenzeitlich deutlich erweiterten Möglichkeiten der elektronischen Darstellung von Plänen und Karten nicht ab. Der Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI hat deshalb nach maßgeblicher Anregung aus den Ländern eine Überarbeitung der DIN 45682 beschlossen, um ihre Regelungen und Konzepte an den Stand der Technik anzupassen.

Insbesondere die Fortschritte in der Rechnertechnik und der Softwareentwicklung erlauben heute einen signifikant erweiterten Einsatz des Werkzeugs ‚Karte‘. Es können größere Gebiete mit dennoch großer Detailtiefe in einem Rechengang behandelt werden. Die einschlägigen Programme bieten Analyse- und Dokumentationswerkzeuge auf der Basis kartografischer Darstellungen an, die dem Anwender und den Beteiligten auch als Werkzeuge der Qualitätssicherung dienen. Damit Pläne und Karten der Qualitätssicherung dienen können, müssen sie selbst qualitätsgesichert sein.

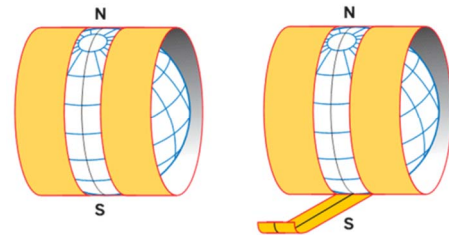
Bei der Berechnung großflächiger Schallimmissionspläne, bei der Verschneidung von Karten mit unterschiedlicher Auflösungen oder beim Zusammenfügen von Lärmkarten aus verschiedenen Aufträgen treten Probleme auf, die einer qualitätsgesicherten, d. h. auch nachvollziehbaren Kartendarstellung im Wege stehen. Im Teil 2 wird aufgezeigt wie sich durch die Anwendung von 6 Regeln die genannten Probleme grundsätzlich lösen lassen. Diese Regeln können die unvermeidbaren Fehler bei der Bestimmung von Abständen und Winkeln aus Karten nicht verhindern, sie führen aber dazu, dass diese Fehler grundsätzlich in gleicher Weise auftreten, um die Präzision der Lärmkartographie zu verbessern.

In diesem ersten Teil werden zunächst einige bekannte grundsätzlichen Herausforderungen und Begriffe der Kartografie zu einem qualitätsgesicherten Raumbezug und zu geometrischen Berechnungen diskutiert, um die Vorschläge in Teil 2 vorzubereiten.

## Projektionen

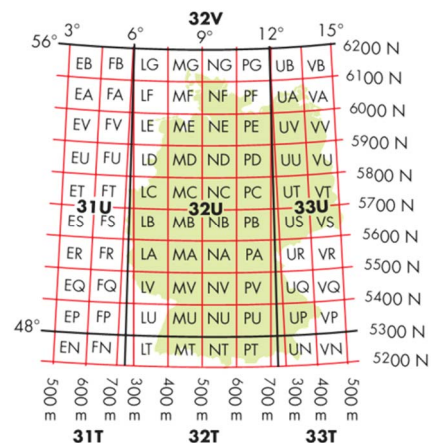
Die Kartografie beschäftigt sich mit der Darstellung von topografischen oder themenbezogenen Informationen in Bezug zur Erdoberfläche. Dazu gibt es eine Fülle von Standardwerken, Normen und Richtlinien, die - zumeist zweckorientiert -

sachgerechte Vorgaben zur Kartendarstellung in Kartenkoordinatensystemen ableiten und festlegen. Sieht man von der Darstellung auf einem Globus ab, besteht die grundsätzliche Herausforderung darin, die gekrümmte Erdoberfläche auf einer ebenen Fläche darzustellen.



**Abbildung 1:** Veranschaulichung einer Zylinderprojektion nach „Landkarten verstehen und richtig nutzen“ [www.bezreg-koeln.nrw.de](http://www.bezreg-koeln.nrw.de)

Das Ergebnis sind Projektionen, die zu Karten in sogenannten Kartenkoordinatensystemen führen, die zwar lagertreu aber nie gleichzeitig abstands-, winkel-, flächen- und maßstabstreu sind. Ein Beispiel ist die „Universale Transversale Mercator Projektion“, UTM; eine Projektion auf einen Zylinder, die die Erdoberfläche standardisiert mit einer Schrittweite von 6 Längengraden des Bezugsmeridians als Folge von Streifen mit 6° Breite auf eine Ebene abbildet.



**Abbildung 2:** UTM Gitter für Deutschland mit Angabe des False Easting unten (Ostwert des Bezugsmeridians = 500.000 m) und False Northing rechts (nominaler Abstand vom Äquator) und der Buchstabenkombination des UTMRef Systems, nach „Landkarten verstehen und richtig nutzen“ [www.bezreg-koeln.nrw.de](http://www.bezreg-koeln.nrw.de)

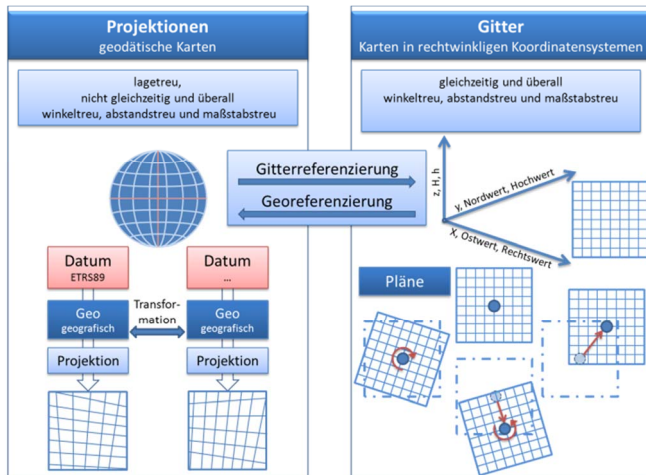
## Gitter

Für geometrische Berechnungen sind solche Koordinatensysteme nicht sachgerecht. Hierfür werden durch Konvention rechtwinklige, metrische Koordinatensysteme - so ge-

nannte Gittersysteme - definiert, in denen Winkel, Abstände und Flächen ortsunabhängig bestimmt werden können. Ein Beispiel für ein solches immer noch punktweise georeferenziertes Koordinatensystem ist das UTM-Gitter, das die oben schon beispielhaft angeführten 6 Längengerade breite Streifen auf 60 Zonen von 80° südlicher Breite bis 84° nördlicher Breite in 100 km x 100 km Quadrate einteilt. Darstellungen in solchen Koordinatensystemen werden im Folgenden als Gitterkarten bezeichnet.

**Abbildung 2** zeigt das UTM Gitter für Deutschland. Die Rot dargestellten 100 km Quadrate haben im UTM Gitter ein sogenanntes ‚False Easting‘ bzw. ‚False Northing‘, so dass für eine Zone jedes Quadrat die Ost-Koordinate und die Nord-Koordinate bei ganzen 100000 m beginnen. Das so genannte UTMRef System ist lediglich eine andere Notation für dieses Gitter. Im UTMRef System wird jedes Quadrat durch eine Buchstabenkombination mit vorangestellter Zone und Band (eine Einteilung in 8 Breitengrade hohe horizontale Streifen). Der Ostwert und der Nordwert im UTMRef System geben also in Meter jeweils den positiven Abstand von der linken unteren Ecke an.

Aus **Abbildung 2** sind mehrere entscheidende Aussagen abzuleiten: Gitter-Nord und Karten-Nord sind nur entlang des Bezugsmeridians gleich. Die Abweichung zwischen beiden Nordrichtungen wächst zu den Rändern des Streifens nach Osten bzw. Westen mit verschiedenen Vorzeichen. Die Darstellung eines Breitenkreises ist in Gitterkarten eine (für die Nordhalbkugel) nach oben gekrümmte Kurve. Auch die Längengrade sind entsprechend gekrümmte Kurven. In Projektionen verlaufen die Gitterachsen als Kurven. Die Winkel in Gittern sind also nicht die wahren Winkel.



**Abbildung 3:** Gegenüberstellung von Karten und Plänen mit den wesentlichen Begriffsbildungen und Eigenschaften

Die Abstände in einem UTM-Gitter sind nur entlang des um 1,5° nach Osten und nach Westen verschobenen Meridians wahr. Dazwischen sind sie zu groß, sonst zu klein im Vergleich zur Wirklichkeit. Dies wird im UTM Gitter durch eine Verkürzung des Mittelmeridians um den Faktor 0,9996 erreicht. Bei einer Gauß-Krüger Projektion werden statt 6° breite Streifen auch 3° breite Streifen verwendet und auf die Verkürzung des Mittelmeridians verzichtet. Koordinaten, Abstände und Winkel unterscheiden sich grundsätzlich zwi-

schen beiden Projektionen. Die Abstände in Gittern sind also wie die Winkel nicht ‚wahre‘ Abstände.

Die Projektionen und Gitter hängen vom so genannten Kartendatum ab. Ein Kartendatum definiert das Ersatz-Rotationsellipsoid für die Projektion der Erde (festgelegt durch die Abmessungen der vertikalen und horizontalen Halbachsen und gegebenenfalls der Ablage des Erdmittelpunktes vom Mittelpunkt des Ellipsoids), z. B. ETRS89 oder WGS84.

## Pläne

Im Gegensatz zu diesen Karten, Projektionen und Gitterkarten, sind Pläne nicht georeferenziert. Pläne sind in der Regel kleinräumig und haben ein metrisches Koordinatensystem. Die Nordrichtung wird durch einen Nordpfeil gekennzeichnet. Ein Beispiel für einen Plan ist ein Bebauungsplan. Pläne lassen sich in Bezug auf Gittersysteme durch Punktvergleiche georeferenzieren. Man kann sie deshalb als ein zu dem Gitter gedrehtes und verschobenes Koordinatensystem betrachten: Quadratische Pläne bleiben in Gittern quadratisch und werden in Projektionen zu Rauten.

**Abbildung 3** stellt diese beiden Welten der Projektionen, Gitterkarten und Pläne gegenüber. Unter dem Gesichtspunkt der Qualitätssicherung bei der Darstellung von Lärmkarten sind die oben äußerst knapp dargestellten Zusammenhänge zu berücksichtigen. Es liegt auf der Hand, dass bei kleinräumigen Darstellungen der Unterschied zwischen der Welt der Projektionen und Gitter bei geometrischen Berechnungen und der Pläne nicht ins Gewicht fallen wird.

## Online Karten

In der Einleitung wurde darauf hingewiesen, dass Online-Karten weitere technische Möglichkeiten bieten; Google maps, Bing maps oder OpenStreetMap sind Angebote im Internet, die diese Möglichkeiten ausnutzen. Es ist inzwischen üblich geworden, diese „Kartenwerke“ als Hintergrundkarten für Lärmkarten oder zum Abgreifen von Abständen und Winkeln zu verwenden, weil die Kartenwerke dafür Werkzeuge in einfachster Handhabung anbieten.

Um zumindest Problembewusstsein zu schaffen: Alle drei Kartenwerke nutzen weder eine Projektion noch ein Gitter, um ihre Karten anzuzeigen. Sie benutzen eine Kugel (kein Ellipsoid) und die sphärische Mercator Projektion, um Kartenausschnitte auf dem Bildschirm anzuzeigen. Dabei ändern sie dynamisch Auflösung und inhaltliche Darstellung. Alle drei Kartenwerke können durch interessierte Anwender verändert werden, in dem z. B. Wege aus Tracking-Programmen hinzugefügt werden, Einzelheiten von Straßennetzen aktualisiert werden usw. Die Kommunikation erfolgt mit den Kartenwerken über geografische WGS84 Koordinaten, die ein interessierter Anwender über Navigationssysteme oder Smartphones ‚hochladen‘ kann. Im Sinne einer qualitätsgesicherten Lärmkartographie ist die Verwendung nicht akzeptable, wenn nicht zumindest die Unsicherheiten in der Karte abgeschätzt werden.