

# Bodenanalyse-Algorithmus

Dokumentation zur Berechnung lokaler Höhenabweichungen

## 1. Zielsetzung

Bei der Verlegung von schwimmenden Böden (Laminat, Parkett) müssen lokale Unebenheiten ausgeglichen werden. Das Problem: Der Boden hat oft ein Gesamtgefälle zur Wand hin, das aber für die Verlegung irrelevant ist. Wichtig sind nur die **lokalen Buckel und Mulden**.

Dieser Algorithmus **rechnet das Gesamtgefälle heraus** und zeigt nur die tatsächlichen Unebenheiten relativ zur lokalen Umgebung an.

## 2. Eingangsdaten

Die Daten stammen aus einem 3D-Aufmaß mit FlexiJet/FlexiCAD:

Parameter	Wert	Bedeutung
Raster	100 mm	Abstand zwischen Messpunkten
Punkte	2151	Anzahl der Höhenpunkte
Format	DXF	POINT-Entities mit X, Y, Z
Einheit	mm	Alle Koordinaten in Millimeter

## 3. Algorithmus

### 3.1 Schritt 1: Nachbarsuche mit KD-Tree

Für jeden Messpunkt werden alle Nachbarn im Umkreis gesucht. Dafür wird ein **KD-Tree** verwendet – eine Datenstruktur, die räumliche Suchen sehr effizient macht.

Suchradius = 400 mm  
Mindestanzahl Nachbarn = 5

Bei einem 100mm-Raster befinden sich im 400mm-Radius etwa **50 Nachbarpunkte**. Das ergibt eine statistisch stabile Grundlage.

### 3.2 Schritt 2: Lokale Referenz berechnen

Für jeden Punkt wird der **Median** aller Nachbar-Höhenwerte berechnet. Dieser Median ist die "lokale Referenzebene" – also das Niveau, auf dem der Boden an dieser Stelle im Durchschnitt liegt.

```
Referenz_i = Median(Z_Nachbarn)
```

### Warum Median statt Mittelwert?

Der Median ist **robust gegen Ausreißer**. Wenn ein einzelner Punkt extrem hoch oder tief ist (z.B. durch Messrauschen), verfälscht er nicht die Referenz. Der Median ignoriert extreme Werte und nimmt den "mittleren" Wert der sortierten Liste.

### 3.3 Schritt 3: Abweichung berechnen

Die Abweichung ist einfach die Differenz zwischen dem gemessenen Wert und der lokalen Referenz:

```
Abweichung_i = Z_ist_i - Referenz_i
```

Abweichung	Bedeutung	Aktion
+3 mm	Punkt liegt 3mm höher als Umgebung	Buckel → ABTRAGEN
-4 mm	Punkt liegt 4mm tiefer als Umgebung	Mulde → SPACHTELN
0 mm	Punkt liegt auf Niveau der Umgebung	OK → nichts tun

## 4. Parameter

### 4.1 Suchradius (400 mm)

Der Suchradius bestimmt, wie "lokal" die Referenz ist:

Radius	Effekt
klein (200mm)	Sehr lokal, reagiert auf kleine Wellen, evtl. zu empfindlich
mittel (400mm)	Guter Kompromiss, erfasst typische Unebenheiten
groß (800mm)	Großflächig, übersieht kleine lokale Probleme

### 4.2 Schwellwert

Ab welcher Abweichung wird eine Stelle als "Problem" markiert?

Schwelle	Anwendung
±1 mm	Sehr genau, für Parkett mit dünner Trittschalldämmung
±2 mm	Standard für schwimmende Böden (empfohlen)
±3 mm	Toleranter, für dickere Unterlagen oder Vinyl

## 5. Koordinatensystem

Das Raster ist auf die **Nordwand** als Bezug ausgerichtet:

Achse	Nullpunkt	Richtung
X	Nordost-Ecke	0 → Westen (nach links)
Y	Nordwand	0 → Süden (nach unten)

So kann mit der **Schlagschnur** einfach von der Nordwand aus eingemessen werden: 500mm, 1000mm, 1500mm usw. nach Süden und Westen.

## 6. Ausgabeformate

Format	Verwendung
PNG (300 DPI)	Hochauflösend für Druck und Bildschirm
PDF	Für Dokumentation und Archivierung
DXF	Für AutoCAD, mit separaten Layern pro Element

### 6.1 DXF-Layer

Layer	Farbe	Inhalt
GRUNDRISS	Weiß	Raumkontur
NORDWAND	Rot	Bezugskante und Nullpunkt
RASTER_500	Grau	50cm Hauptraster
RASTER_100	Hellgrau	10cm Feinraster
ABTRAGEN_MARKER	Rot	Kreise an Buckelstellen
ABTRAGEN_WERT	Rot	mm-Werte zum Abschleifen
SPACHTELN_MARKER	Blau	Quadrat an Muldenstellen
SPACHTELN_WERT	Blau	mm-Werte zum Auftragen

## 7. Zusammenfassung

Der Algorithmus funktioniert in drei einfachen Schritten:

1. Für jeden Punkt: Nachbarn im 400mm-Radius finden
2. Median der Nachbar-Höhen = lokale Referenz
3. Abweichung = Ist-Höhe – Referenz

Das Ergebnis zeigt präzise, wo der Boden **abgetragen** (Buckel) oder **gespachtelt** (Mulden) werden muss – unabhängig vom Gesamtgefälle des Raums.