

# Nivellieren im Gleisbau

## Praxisleitfaden: Gerät aufstellen, einmessen, berechnen, dokumentieren

Dieser Leitfaden ist für Ausbildung, Baustellenpraxis und Prüfungsvorbereitung gedacht. Er erklärt die wichtigsten Arten des Nivellements und zeigt Schritt für Schritt, wie du mit optischem/automatischem oder digitalem Nivelliergerät sicher misst – inklusive typischer Fehlerquellen, Kollimationsprüfung (Zwei-Punkt-Test), Feldbuch und Checklisten.

### Differenzielles Nivellement:

$$H_B = H_A + RB - VB$$

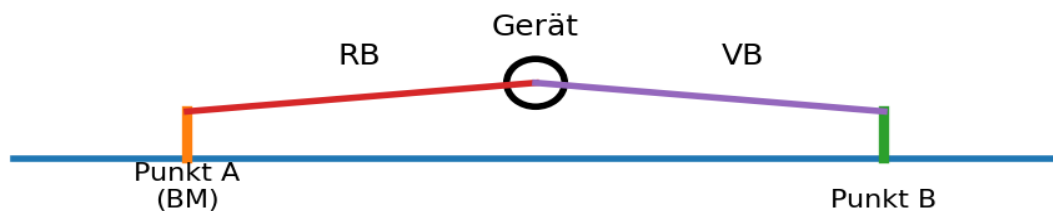


Abb. 1: Grundprinzip des differenziellen Nivellements (Rückblick/ Vorblick).

**Merksatz:** Höhe(neu) = Höhe(alt) + Rückblick – Vorblick

# Inhalt

1. Grundlagen & Begriffe	3
2. Geräte & Zubehör	4
3. Arten des Nivellements	6
4. Schritt-für-Schritt: Nivellieren in der Praxis	8
5. Rechnen & Feldbuch (Beispiel)	12
6. Qualitätskontrolle: Zwei-Punkt-Test & Schlussfehler	14
7. Fehlerquellen & Tipps	16
8. Gleisbau-Bezug: typische Anwendungen	17
9. Checklisten	18
10. Übungsaufgaben & Quiz	20

Hinweis: Seitenzahlen sind in dieser Version fest gesetzt. Wenn du Ergänzungen willst (z. B. DB/InfraGO Vorgaben, Betriebsanweisungen oder betriebliche Formblätter), kann ich das Dokument erweitern.

# 1. Grundlagen & Begriffe

**Nivellieren** bedeutet: Höhenunterschiede zwischen Punkten bestimmen. Im Gleisbau ist die Höhenlage (Höhe) zusammen mit Richtung (Lage) und Überhöhung ein Kernbestandteil der Gleisgeometrie.

- **Höhe (H)**: absolute oder relative Höhenangabe eines Punktes.
- **Höhenunterschied ( $\Delta H$ )**: Differenz zwischen zwei Höhen.
- **Rückblick (RB)**: Ablesung auf bekannter Höhe (Ausgangspunkt).
- **Vorblick (VB)**: Ablesung auf Zielpunkt.
- **Instrumentenhöhe (IH)**: Höhe der Ziellinie über Bezugspunkt ( $H + RB$ ).

Im Feld wird meistens **differenzielles Nivellement** genutzt: Das Gerät wird waagerecht gestellt, dann werden RB und VB abgelesen und die neue Höhe berechnet.

## 2. Geräte & Zubehör

Im Gleisbau triffst du vor allem diese Gerätetypen:

Gerätetyp	Kurzbeschreibung	Typische Vorteile	Typische Nachteile
Optisches/automatisches Nivelliergerät	Manuelle Kompensator (Selbstausrichtung)	Robust, präzise, kein Batterien	Ablesefehler möglich, Dokumentation manuell
Digitalnivellier	Kamera/Scanner liest Barcode-Latten	Gerät, weniger Ablesefehler, Datendruck	Benötigt Strom/Akku
Rotationslaser (Nivellierlaser)	Erzeugt horizontale Ebene, Abnahme	Schnelle Höhen übertragen, Für Präzisionsziel	Empfänger notwendig, Reichweite begrenzt; Empfänger

**Zubehör (Standard):** Stativ, Nivellierlatte (mm-Teilung oder Barcode), ggf. Lattenlibelle, Messprotokoll/Feldbuch, Kreide/Marker, Maßband, ggf. Prismenstab/Adapter, Werkzeug für Justage.

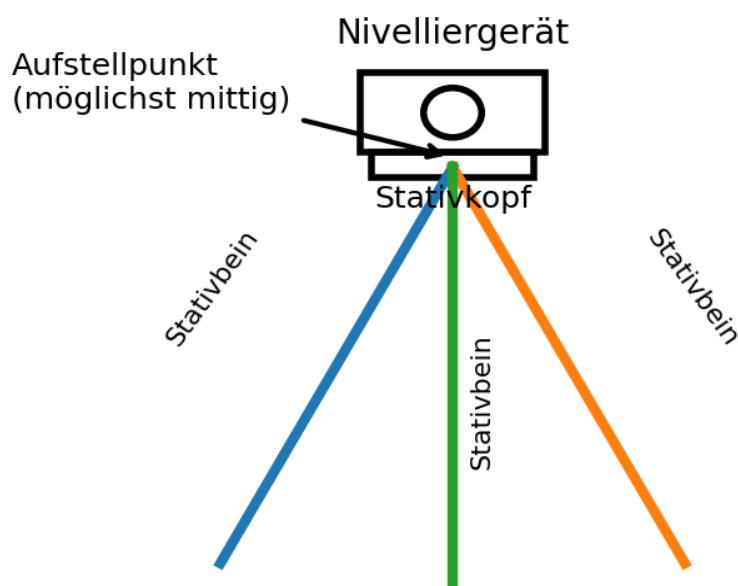


Abb. 2: Schematischer Aufbau: Stativ + Nivelliergerät.

### 3. Arten des Nivellements

Je nach Aufgabe und Genauigkeitsbedarf unterscheidet man mehrere Verfahren:

Verfahren	Wofür?
Differenzielles Nivellement	Standardverfahren mit RB/VB. Geräte stehen zwischen den Punkten; Höhen werden schrittweise gemessen.
Profilnivellement (Längsprofil)	Messung entlang einer Linie/Trasse (z. B. Gleisachse). Ergebnis: Höhenprofil.
Querschnittsnivellement	Messung quer zur Trasse (z. B. Planum, Entwässerung, Bahnsteigkante).
Flächennivellement (Raster)	Messpunkte im Raster (z. B. Planum, Baugrube). Ergebnis: Höhenplan/Isolinien.
Schleifennivellement (Zug/Loop)	Messzug schließt wieder an Ausgangspunkt oder bekannten Punkt an. Dient der Kontrolle (Schlussfehler-Prüfung).
Gegenseitiges Nivellement (reciprocal)	Bei großen Sichtweiten/Temperaturschichtung, z. B. über Hindernisse. Reduziert Refraktion.
Laser-Nivellement	Schnelles Übertragen einer horizontalen Ebene, häufig für Erdarbeiten/Planum, mit Empfänger.

#### Nivellementzug (Schleife) mit Schlussfehler-Prüfung

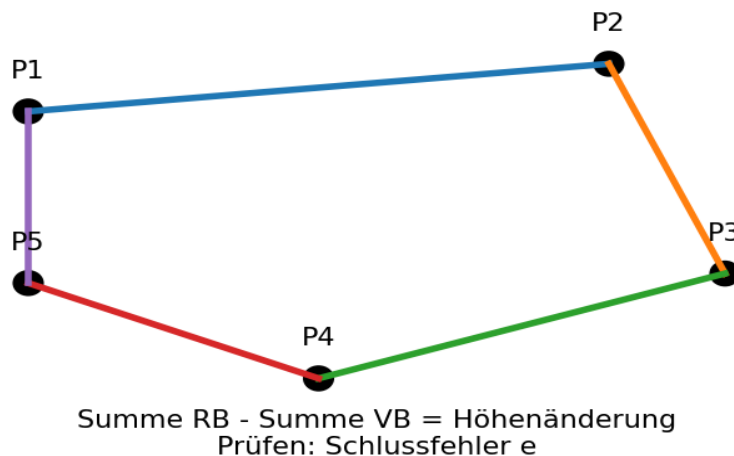


Abb. 3: Schleifennivellement (Zug) zur Kontrolle über Schlussfehler.

## 4. Schritt-für-Schritt: Nivellieren in der Praxis

Die folgende Anleitung gilt für optische/automatische Nivelliere und ist mit kleinen Anpassungen auch für Digitalnivelliere nutzbar.

### 4.1 Gerät aufstellen (Stativ + Grobausrichtung)

- 1 Stativbeine ausziehen, standsicher aufstellen (Boden festtreten).
- 2 Stativkopf möglichst waagrecht, Höhe so wählen, dass du bequem durchs Fernrohr schauen kannst.
- 3 Gerät aufsetzen und festschrauben (nicht verkanten).
- 4 Gerät grob in Waage bringen: Libelle zentrieren (bei automatischem Nivellier nur Grobwaage nötig, Kompensator erledigt den Rest).
- 5 Schutz: Beim Tragen immer im Koffer, auf Baustelle nicht unbeaufsichtigt im Verkehrsraum stehen lassen.

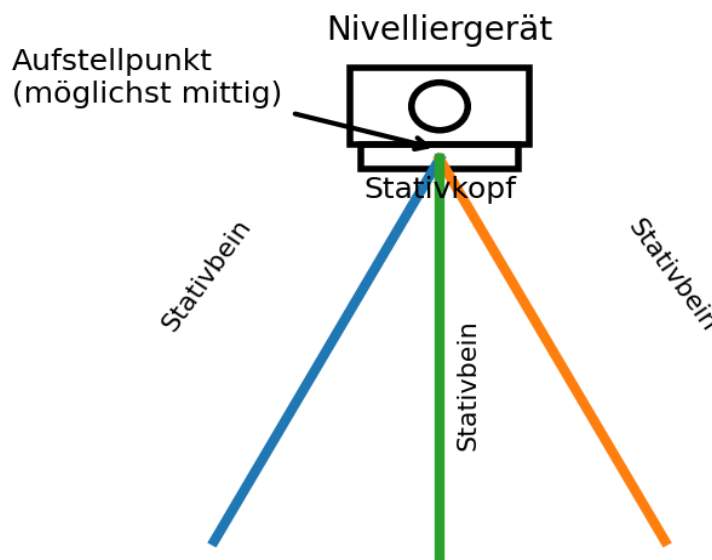


Abb. 4: Stativ standsicher, Kopf möglichst waagrecht, Gerät fest verschrauben.

### 4.2 Fernrohr einstellen (Scharfstellen & Parallaxe vermeiden)

Parallaxe entsteht, wenn Fadenkreuz und Ziel nicht in derselben Bildebene liegen. Das führt zu Ablesefehlern.

- **Okular:** Auf hellen Hintergrund zielen und Okular so einstellen, dass das Fadenkreuz scharf ist.
- **Objektiv/Fokus:** Auf Latte zielen und fokussieren, bis die Teilung sauber scharf ist.
- **Parallaxetest:** Kopf leicht bewegen: wandert das Fadenkreuz über die Latte, ist noch Parallaxe drin -> nachstellen.

### 4.3 Latte richtig halten (Senkrecht!)

Die Latte muss senkrecht stehen. Sonst wird die Ablesung zu groß (cos-Fehler). Nutze eine Lattenlibelle oder pendle die Latte leicht und nimm den kleinsten Wert.

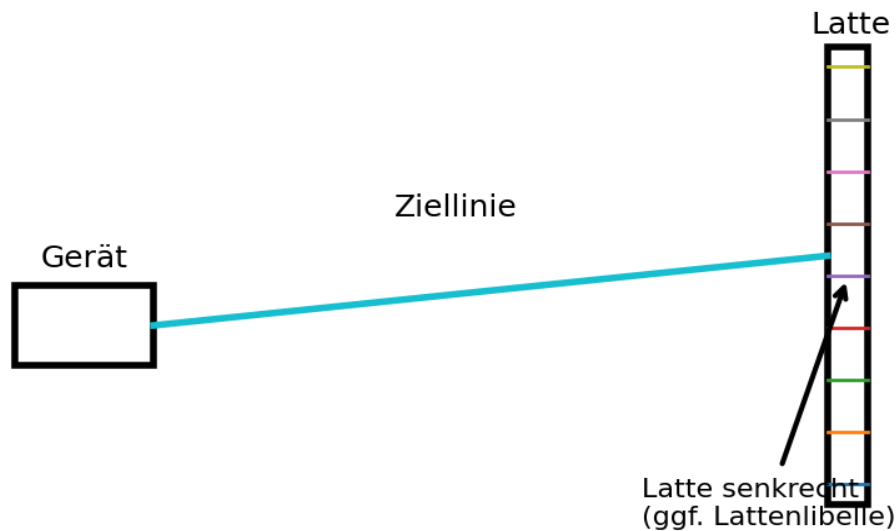


Abb. 5: Ziellinie trifft Latte – Latte senkrecht halten.

#### 4.4 Messablauf (RB/VB)

1) Latte auf bekannten Punkt (BM/Punkt A). 2) Rückblick ablesen und notieren. 3) Latte auf Zielpunkt (Punkt B). 4) Vorblick ablesen. 5) Höhe berechnen oder im Digitalnivellier speichern.

Differenzielles Nivellement:

$$H_B = H_A + RB - VB$$

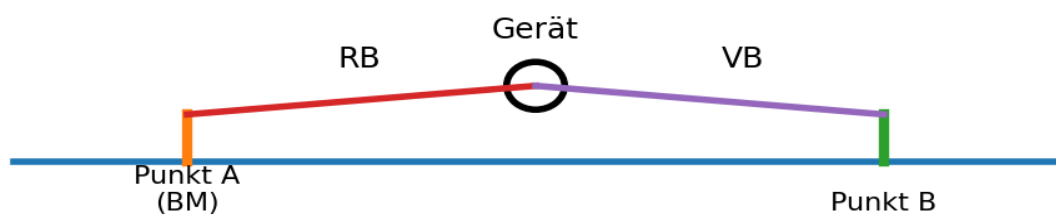


Abb. 6: Rückblick (RB) und Vorblick (VB).

## 5. Rechnen & Feldbuch (Beispiel)

Es gibt zwei gängige Rechenwege: **Instrumentenhöhen-Methode** und **Höhenunterschied-Methode**. In der Praxis ist die Instrumentenhöhen-Methode sehr übersichtlich.

### 5.1 Instrumentenhöhen-Methode (IH)

$IH = \text{Höhe(BM)} + RB$ . Danach:  $\text{Höhe(neu)} = IH - VB$ .

Station	Punkt	RB (m)	VB (m)	IH (m)	Höhe (m)	Bemerkung
1	BM A	1,325		101,325	100,000	Ausgangspunkt
1	Punkt B		0,975	101,325	100,350	Zielpunkt
2	Punkt B	1,110		101,460	100,350	Umsetzen Gerät
2	Punkt C		1,855	101,460	99,605	weiterer Punkt

Praxis-Tipp: Schreibe RB und VB immer sauber untereinander, nutze eindeutige Punktbezeichnungen und dokumentiere Umsetzungen.

### 5.2 Plausibilitätscheck

Für einen Messzug gilt: **Summe(RB) – Summe(VB) = Höhenänderung** zwischen Start- und Endpunkt. Bei einer Schleife muss das (nahezu) 0 ergeben; die Abweichung ist der Schlussfehler.



## 6. Qualitätskontrolle: Zwei-Punkt-Test & Schlussfehler

Gute Messung heißt: Gerät geprüft, Messzug kontrolliert, Fehler nachvollziehbar dokumentiert.

### 6.1 Zwei-Punkt-Test (Kollimationsprüfung)

Der Zwei-Punkt-Test zeigt, ob die Ziellinie des Geräts korrekt horizontal ist. Er ist besonders wichtig, wenn das Gerät gefallen ist, lange im Auto lag oder du auffällige Abweichungen siehst.

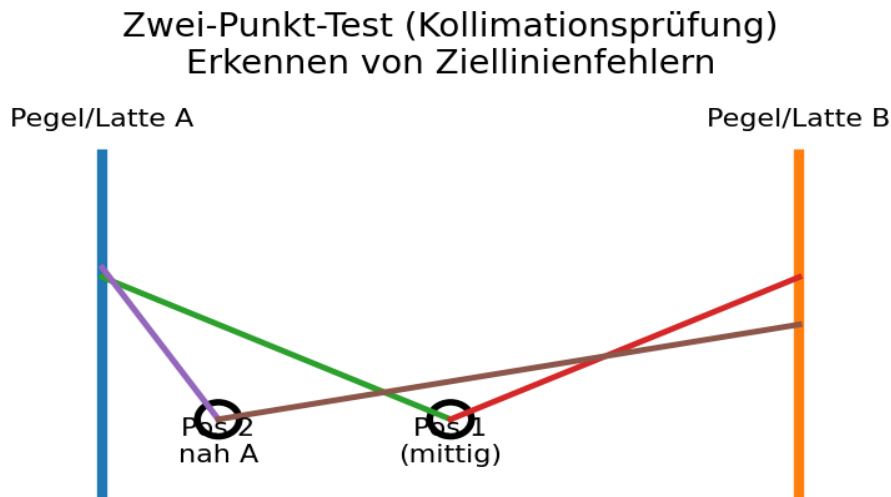


Abb. 7: Prinzip Zwei-Punkt-Test: einmal mittig, einmal nah an Punkt A.

- 1 **Aufbau:** Zwei Latten/Punkte A und B, Abstand z. B. 30–60 m.
- 2 **Messung 1 (mittig):** Gerät mittig aufstellen, RB und VB ablesen ->  $\Delta H_{\text{ref}}$ .
- 3 **Messung 2 (nah an A):** Gerät nahe A, RB(A) und VB(B) ablesen ->  $\Delta H_2$ .
- 4 **Bewertung:** Wenn  $\Delta H_2$  deutlich von  $\Delta H_{\text{ref}}$  abweicht, ist die Ziellinie verstellt -> Gerät justieren/Service.

**Wichtig:** Viele Geräte haben eine Justagemöglichkeit, aber im Ausbildungs-/Baustellenalltag ist meist: bei Abweichung -> Gerät kennzeichnen und zur Prüfung/Service geben.

### 6.2 Schlussfehler im Nivellementzug

Schließt du an einen bekannten Endpunkt an (oder an den Startpunkt), kannst du den Schlussfehler  $e$  bestimmen:

**$e$  = berechnete Endhöhe – bekannte Endhöhe**

Je nach Genauigkeitsanforderung wird ein zulässiger Schlussfehler vorgegeben (Projekt-/Betriebsvorgaben). Grundregel: je länger der Zug, desto größer kann  $e$  sein – aber es muss im Rahmen bleiben und dokumentiert werden.

## 7. Fehlerquellen & Tipps

Fehlerquelle	So vermeidest du sie
<b>Latte nicht senkrecht</b>	größter Praxisfehler -> pendeln und kleinsten Wert nehmen.
<b>Parallaxe</b>	Fadenkreuz scharf stellen, dann Latte fokussieren; Kopfbewegungstest.
<b>Kompensator blockiert</b>	bei starken Erschütterungen/Wind -> Gerät stabilisieren, ggf. Standort wechseln.
<b>Hitze/Refraktion</b>	starke Flimmern: kürzere Visuren, Schatten nutzen, Messzeit anpassen.
<b>Unsaubere Punktdefinition</b>	Punkt muss eindeutig und wiederholbar sein (Nagel, Marke, Kante).
<b>Dokumentationsfehler</b>	RB/VB vertauscht, Kommafehler -> immer Plausibilitätscheck $\text{Sum(RB)} - \text{Sum(VB)}$ .
<b>Umsetzen vergessen</b>	nach Standortwechsel neue IH berechnen.

Safety im Gleisbereich: Sicherungsmaßnahmen nach betrieblicher Regelung einhalten (Sicherungsposten, Sperrung/Freigabe, Blick zum Verkehr). Messpersonal nie ablenken und Stolperstellen vermeiden.

## 8. Gleisbau-Bezug: typische Anwendungen

- Planum- und Frostschutzschicht: Höhen im Raster prüfen (Flächennivellement).
- Gleislage bei Stopfarbeiten: Höhen kontrollieren, Soll-Ist dokumentieren.
- Weichenbau: kritische Punkte (Herzstück, Zungenvorrichtung, Schienenaufleger) höhenmäßig kontrollieren.
- Bahnsteigkanten/Entwässerung: Längs- und Querneigungen prüfen.
- Übergänge (Brücken, Bahnübergänge, Bauwerke): Anschluss- und Setzungsmonitoring.

Dokumentation ist hier entscheidend: Datum, Wetter, Gerät, Lattennummer, Team, Referenzpunkte, und ggf. Toleranzen/Sollhöhen aus Planunterlagen.

## 9. Checklisten

### 9.1 Checkliste: Vor der Messung

- ■ Gerät & Zubehör vollständig (Stativ, Latte, Feldbuch, Ersatzakku bei Digitalnivellier).
- ■ Gerät äußerlich geprüft (keine Schäden), Kompensator frei (sanft kippen -> Ausgleich spürbar).
- ■ Stativ fest, Schrauben nicht lose.
- ■ Okular/Fokus eingestellt, Parallaxe geprüft.
- ■ Bezugspunkte (BM) eindeutig gefunden und markiert.
- ■ Sicherungsmaßnahmen und PSA im Gleisbereich geklärt.

### 9.2 Checkliste: Während der Messung

- ■ Latte senkrecht (pendeln).
- ■ Ablesung laut wiederholen (Vier-Augen-Prinzip).
- ■ RB/VB sofort eintragen; keine Werte „merken“.
- ■ Nach jedem Umsetzen neue IH bilden.
- ■ Plausibilitätscheck  $\text{Sum(RB)} - \text{Sum(VB)}$  regelmäßig.

### 9.3 Checkliste: Nach der Messung

- ■ Schlussfehler/Anschluss geprüft.
- ■ Werte sauber übertragen (keine Kommafehler).
- ■ Protokoll unterschreiben (wer gemessen hat).
- ■ Daten sichern/Export (Digitalnivellier).
- ■ Gerät sauber, trocken, im Koffer verstauen.

# 10. Übungsaufgaben & Quiz

## 10.1 Rechenaufgaben

	Aufgabe	Lösung (zur Kontrolle)
Aufgabe 1	$H(BM) = 100,000 \text{ m}$ ; $RB = 1,325 \text{ m}$ ; $VB = 0,975 \text{ m}$ . Berechne $H(\text{Punkt})$ .	100,350 m
Aufgabe 2	$IH = 215,680 \text{ m}$ ; $VB = 1,445 \text{ m}$ . Berechne $H(\text{Punkt})$ .	214,235 m
Aufgabe 3	$\text{Sum}(RB)=6,215 \text{ m}$ ; $\text{Sum}(VB)=6,198 \text{ m}$ ; Start: $50,000 \text{ m}$ . Berechne Endhöhe.	50,017 m

## 10.2 Multiple-Choice (zum Anklicken/Übertragen in deine Quiz-App)

### 1) Was ist der Rückblick (RB)?

- A) Ablesung auf dem Zielpunkt
- B) Ablesung auf einem Punkt mit bekannter Höhe
- C) Die Instrumentenhöhe
- D) Die Höhe der Latte

Lösung: B

### 2) Warum pendelt man die Latte leicht hin und her?

- A) Um den größten Wert zu finden
- B) Um die Latte zu reinigen
- C) Um den kleinsten Wert als senkrechte Stellung zu treffen
- D) Damit der Kompensator arbeitet

Lösung: C

### 3) Welche Gleichung stimmt im differenziellen Nivellement?

- A)  $H_{\text{neu}} = H_{\text{alt}} + VB - RB$
- B)  $H_{\text{neu}} = H_{\text{alt}} + RB - VB$
- C)  $H_{\text{neu}} = IH + VB$
- D)  $IH = H_{\text{alt}} - RB$

Lösung: B

### 4) Wozu dient ein Schleifennivellement?

- A) Nur zur Geschwindigkeit
- B) Zur Kontrolle über Schlussfehler
- C) Zum Messen von Winkeln
- D) Zum Abstecken von Radien

Lösung: B

Wenn du willst, erstelle ich dir zusätzlich: (a) ein separates Arbeitsblatt ohne Lösungen, (b) ein Feldbuch als ausfüllbare PDF, (c) eine Version speziell für deine Lernfelder (1.–3. Lehrjahr) inkl. Quiz-Bausteinen.