**Toegevoegde features**

**Spectral Flatness:** Deze maat vergelijkt het geometrisch gemiddelde met het rekenkundig gemiddelde van het vermogensspectrum van een signaal. Een hoge spectral flatness duidt op een vlak spectrum, wat geassocieerd wordt met storingen of schade aan lagers, doordat defecten vaak leiden tot bredere frequentiecomponenten.

**Kurtosis:** Kurtosis meet de spitsheid van de verdeling van het signaal. Signalen met defecten bevatten vaak plotselinge pieken, wat resulteert in een hogere kurtosis. Dit kan een sterk onderscheidend kenmerk zijn tussen gezonde en beschadigde lagers.

Uit de PCA-analyse blijkt dat samples met stage 1 goed te scheiden zijn van de andere stadia op basis van de eerste twee hoofdcomponenten. De clusters van stages 2, 3 en 4 overlappen echter deels, wat wijst op complexere onderliggende patronen.

Op basis hiervan verwachten we dat classificatie tussen stage 1 en de rest relatief eenvoudig is, maar dat een gedetailleerde voorspelling van alle vier de stadia waarschijnlijk een complexer model vereist.

De PCA-visualisatie laat zien dat de degradatiestadia niet goed te onderscheiden zijn met enkel de eerste twee hoofdcomponenten. De clusters overlappen sterk, wat betekent dat de classificatie waarschijnlijk een uitdaging vormt.

Daarom overwegen we het gebruik van complexere modellen, zoals Random Forest of Gradient Boosted Trees, en/of het uitbreiden van de feature set.

| **Model** | **Waarom** |
| --- | --- |
| ✅ Random Forest | Robuust, weinig tuning, goed baseline |
| ✅ SVM (RBF) | Goede performance bij overlap |
| (Optioneel) XGBoost | Voor betere performance als je RF beheerst |

* **Spectral Flatness**: Peeters, B., & De Roeck, G. (2001). *Stochastic system identification for operational modal analysis: A review*. [IEEE]
* **Kurtosis in fault detection**: Randall, R. B. (2011). *Vibration-based Condition Monitoring*. Wiley.