



## Summary: Multinormal Distribution

- If the covariance matrix  $\Sigma$  is singular (i.e.,  $\text{rank}(\Sigma) < p$ ) then it defines a singular normal distribution.
- The density of a singular normal distribution is given by

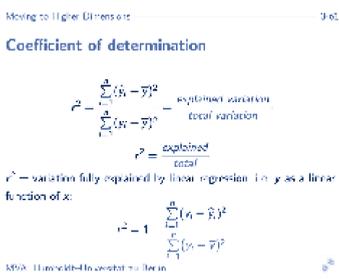
$$\frac{(2\pi)^{-k/2}}{(\lambda_1 \cdots \lambda_k)^{1/2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (x - \mu)^T \Sigma^- (x - \mu) \right\},$$

where  $\Sigma^-$  denotes the G-inverse of  $\Sigma$ .



# e-lemente der modernen Statistiklehre

Gängige Präsentationsprogramme sind für die Erstellung von Vorlesungsfolien insbesondere ungeeignet, wenn umfangreiche mathematische Formeln darzustellen sind. Die in den Statistik-Vorlesungen des Instituts benutzte Literatur wurde mit dem Textsatzsystem LaTeX erstellt, das sich durch qualitativ hochwertige Darstellung von Texten und Formeln auszeichnet. Im Rahmen des Projekts wurde eine Folienvorlage auf Basis des ‚Beamer‘ Pakets erstellt und ein Satz Vorlesungsfolien für die Vorlesung Multivariate Statistik erstellt. Ein Internetportal bietet Lehrkräften und Studenten eine Anlaufstelle, um eigene Folien zu erstellen.



Am Institut für Statistik und Ökonometrie (ISE) der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät werden Studenten unterschiedlicher Fachrichtungen (BWL, VWL, Mathematik, Statistik Bachelor und Master, MEMS) in die Theorie und Praxis statistischer Verfahren eingeführt und mit dem Umgang und der Auswertung von typischerweise sehr komplexen Daten vertraut gemacht.

Im Kanon der Ausbildung ist nach der Grundvorlesung Statistik I und II (jeweils 3 SWS) die Vorlesung Multivariate Statistische Methoden (MVA) eine verpflichtende Aufbau-Vorlesung, die sich in MVA I (4 SWS, WS) und MVA II (2 SWS, SS) unterteilt. Zu den Inhalten der Vorlesung gehören die Grundlagen multivariater Datenanalyse, wichtige Verfahren der Dimensionsreduktion wie Cluster-, Hauptkomponenten- und Faktoranalyse sowie die Theorie und Anwendung komplexer statistischer Schätzverfahren (Support Vektor Maschinen).

Für diese und andere Veranstaltungen des Lehrstuhls wurden bereits umfangreiche statische, LaTeX-basierte Foliensammlungen erstellt, um die komplexen mathematischen Zusammenhänge sauber und übersichtlich präsentieren zu können.

Aus der eigenen kritischen Betrachtung und aus den Gesprächen mit Studenten wurde deutlich, dass mehr dynamische Inhalte wie Animationen wünschenswert wären, die beispielsweise einzelne Schritte bei der Herleitung komplizierter Formeln verdeutlichen.

Durch den statischen Ansatz der bisher verwendeten Folienmaster und durch Veränderungen an einzelnen LaTeX-Komponenten selbst war es nahezu unmöglich, sowohl didaktische und inhaltliche Verbesserungen als auch multimediale Inhalte in die Folien zu integrieren.

Zur Lösung des Problems wurde eine Vorlage entwickelt, die auf dem an der Technischen Universität Berlin entwickelten ‚Beamer‘ Paket basiert. Dieses Paket markiert den aktuellen Stand der Technik, was die Erstellung von Präsentationen mit LaTeX betrifft. Dieses Paket bietet im Zusammenspiel mit pdfLaTeX eine ganze Reihe von Funktionen, die es für die

Erstellung von Lehrmaterialien prädestinieren:

- Generierung von Artikeln und Präsentationen innerhalb eines Dokuments, dies erleichtert die Vereinheitlichung von Folien und begleitender Literatur
- Bereitstellung zahlreicher Vorlagen, die das Erscheinungsbild der Folien steuern (Farbe, Schriftart, Navigationssymbole)
- Animationen und Überblendungen von Präsentationen (zur Veranschaulichung komplexer mathematischer und statistischer Abläufe)
- Einfügen von Navigationssymbolen (geeignet, um in einzelnen Teilen der Vorlesung auf vorangegangenen Stoff zu verweisen.)
- zeilenweises Aufdecken von Folieninhalten (methodisches Heranführen an komplexe Stoffgebiete)

Folientitel

1. eine
2. numerische
3. Aufzählung

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Grundlage jeder Folie ist eine sogenannte ‚Frame‘ Umgebung, in die dann der weitere Text eingefügt wird. Die obige Folie wurde erzeugt durch:

```
\frame{
\frametitle{Folientitel}

\begin{enumerate}
\item eine
\item numerische
\item Aufzählung
\end{enumerate}

\[a^2+b^2=c^2\]
}
```

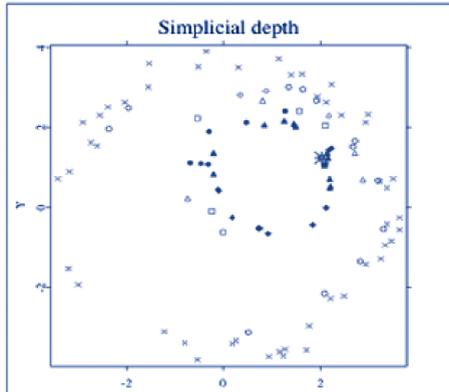
Weitere Pakete wie ‚Listings‘ und ‚Hyperref‘ erlauben es, Quellcodes oder Hyperlinks einzufügen; das ‚Cooltooltips‘ ermöglicht die Erstellung von sogenannten Popup-Notizen in der PDF Datei, die beispielsweise Hinweise für den Dozenten enthalten können. Im Rahmen des Projekts entstand ein Foliensatz mit insgesamt 750 Folien, der die Vorlesungen Multivariate Statistik 1 und 2 abdeckt. Ein Portal für Dozenten und Studenten, das Grundlagenwissen zu LaTeX und zur Folienherstellung vermittelt, ist in der Entstehung.

**HU Berlin | Institut für Statistik und Ökonometrie**

**Wolfgang Härdle | haerdle@wiwi.hu-berlin.de**

**Uwe Ziegenhagen | ziegenhagen@wiwi.hu-berlin.de**

## Multimedia-Projekt HU



The multivariate median is shown as big star in the center.

MVA<sub>simdepex</sub>.xpl

