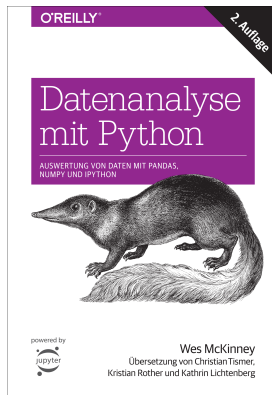


## Das Pandas Modul

- **Pandas** ist ein Python-Modul für die Datenanalyse
- Ursprünglich entwickelt von Wes McKinney
- Buch: **Datenanalyse mit Python** (Wes McKinney)

Weitere Dokumentation:

<https://pandas.pydata.org>



Die Vorlesung 3 behandelt Teile von Kapitel 5.1 - 5.3

# DATA SCIENCE 1

## VORLESUNG 3 - DATENANALYSE MIT PANDAS

PROF. DR. CHRISTIAN BOCKERMANN

HOCHSCHULE BOCHUM

SOMMERSEMESTER 2023

- 1** Datenanalyse mit Pandas
  - Das Pandas Modul
  - Series - Ein Datentyp für Meßreihen
  - DataFrame - Ein Datentyp für Tabellen
  
- 2** Daten Lesen und Explorieren

**pandas** ist ein zentrales Modul für die Datenverarbeitung in Python



Pandas

- Datentypen für Tabellen (DataFrame) und Zeitreihen (Series)
- Funktionen zum Lesen/Transformieren von Daten
- Unterstützung einer Vielzahl von Formaten: CSV, Excel, Datenbanken, usw.

```
import pandas as pd

# Lesen von Excel-Daten
df = pd.read_excel('meine_Daten.xlsx')
```

## Einbinden des Moduls in ein Python Program

```
import pandas as pd

# optional dazu noch:
from pandas import Series, DataFrame
```

- Importiert Pandas als Modul mit Namensraum **pd**
- **pd** ist allgemein verbreiteter Namensraum für Pandas
- Häufig werden **Series** und **DataFrame** noch in den globalen Namensraum importiert (optional)

## Pandas bietet Datentypen und Funktionen

- `pandas.read_csv`
- `pandas.read_excel`
- `pandas.to_csv`
- `Series.plot`
- `Series + Series`
- `DataFrame.plot`
- `DataFrame + DataFrame`
- ...

### Funktionen

0	4
1	5
2	8
3	2

### Series

	a1	a2	a3	a4
0	4	1	2	9
1	5	1	3	6
2	3	8	7	4

### DataFrame

## Pandas Datentypen unterstützen Rechenoperationen

Zum Beispiel:

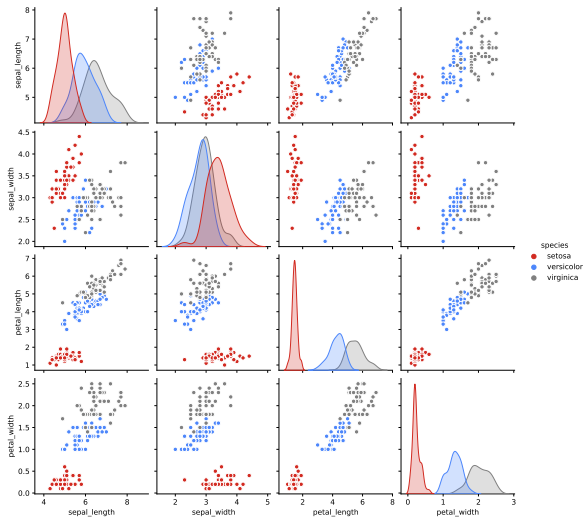
0	4	* 2 =	0	8
1	5		1	10
2	8		2	16
3	2		3	4

```
a = Series([4,5,8,2])  
b = a * 2
```

## Kompatibilität zu anderen Modulen

- Pandas baut auf *NumPy* Strukturen auf
- SciKit-Learn Algorithmen (ML) unterstützen NumPy/Pandas Datentypen
- Seaborn kann Pandas Daten plotten





# Datenanalyse mit Pandas

## **SERIES - EIN DATENTYP FÜR MESSREIHEN**

Datentyp für Reihe von Meßwerten: **Series**

Index	Werte
0	4
1	5
2	8
3	2

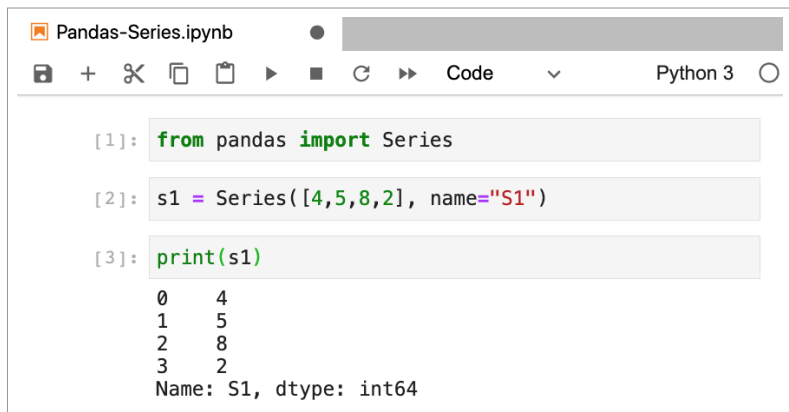
Datentyp für Reihe von Meßwerten: **Series**

Index	Werte
0	4
1	5
2	8
3	2

Ein **Series** Objekt aus einer Liste von Werten erzeugen:

```
data = Series([4,5,8,2])
```

## Series Objekt im Jupyter Notebook:



```
Pandas-Series.ipynb ● [Progress bar]  
[1]: from pandas import Series  
[2]: s1 = Series([4,5,8,2], name="S1")  
[3]: print(s1)  
0    4  
1    5  
2    8  
3    2  
Name: S1, dtype: int64
```

(Hier mit optionalem Parameter name.)

## Series Objekte haben häufig Werte eines Typs

Aber auch Series mit unterschiedlichen Werte-Typen möglich

```
s1 = Series([4,5,8,2])  
print(s1.dtypes)    # ergibt: int64  
  
s2 = Series([1,2,'a','b'])  
print(s2.dtypes)    # ergibt: object
```

Der Zugriff auf Elemente aus einer **Series** erfolgt über den Index:

```
s1 = Series([4,5,8,2])  
x = s1[2]  
print(x)  
  
s1[2] = 7      # Veraendern von Werten
```

Die Method `Series.items()` liefert die Elemente der Series:

```
zs = s1.items()  
# zs ist ein zip Objekt - zip Funktion!  
list(zs)
```

```
[(0, 4), (1, 5), (2, 7), (3, 2)]
```

## Iterieren über die Series Werte

Über `zip` Objekte kann mit **for** iteriert werden:

```
s1 = Series([4,5,8,2])  
  
sum = 0  
for index,value in s1.items():  
    sum = sum + value
```

Die Klasse `Series` hat aber auch das Attribute `values`, mit dem man direkt auf die Werte zugreifen kann:

```
sum = 0  
for value in s1.values:  
    sum = sum + value
```



## Slicing von Series Objekten

```
s1 = Series([4,5,8,2])  
  
s2 = s1[2:4]  
# s2 ist nun ein Teil von s1
```

## Slicing von Series Objekten

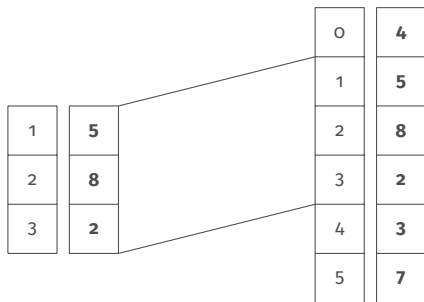
```
s1 = Series([4,5,8,2])  
  
s2 = s1[2:4]  
# s2 ist nun ein Teil von s1
```

**Welche Index-Werte hat die neue Teil Serie?**



◀ Probieren Sie es im Notebook aus!

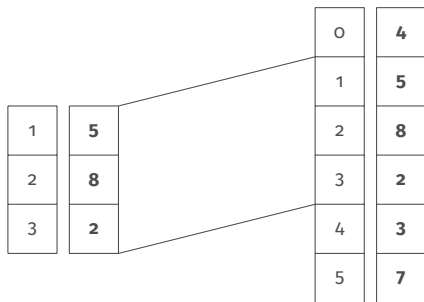
## Was passiert beim Slicing?



```
s2 = s1[1:4]
```

```
s1 = Series([...])
```

## Was passiert beim Slicing?



```
s2 = s1[1:4]
```

```
s1 = Series([...])
```

Slicing erzeugt **View** - beide Series Objekte teilen sich den gleichen Speicherbereich

## Was passiert beim Verändern?

```
s1 = Series([4,5,8,2,3,7])  
  
s2 = s1[1:4]  
s2[2] = -1
```

- Wie wirkt sich die Zuweisung auf s1 aus?
- Was ist der Wert von **s2[0]** ?
- Welche Index-Werte hat s2 ?



Probieren Sie es im Notebook aus!

Der **Index** eines **Series** Objektes lässt sich ebenfalls festlegen:

```
s1 = Series([4,5,8,2], index=['a','b','c','d'])
```

führt zu folgendem **Series** Objekt:

a	4
b	5
c	8
d	2

## Series unterstützt eine Reihe von Operationen

```
a = Series([4,5,8,2])  
b = Series([1,3,0,2])  
  
s = a + b      # ergibt s = [5,8,8,4]  
w = a > 3     # ergibt w = [True, True, True, False]
```

Ergebnisse selbst wieder **Series** Objekte!

**Series** Objekte unterstützen das Filtern:

```
a = Series([4,5,8,2])
```

```
c = a[a > 4]
```



**Series** Objekte unterstützen das Filtern:

```
a = Series([4,5,8,2])  
c = a[a > 4]
```

**Wie sehen die Index-Werte von c aus?**



◀ Probieren Sie es im Notebook aus!

## Filtern funktioniert mit **True/False** Sequenzen

Hier bauen wir eine True/False Liste, einen Teil der Series-Elemente auszuwählen:

```
s = Series([4,5,8])  
anfang = s[ [True,True,False] ]
```

Mit der **<** Operation passiert quasi das Gleiche:

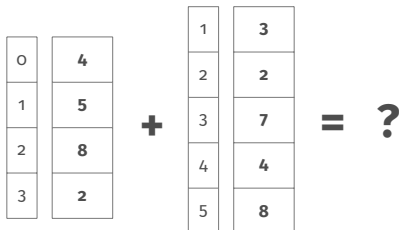
```
filter = s < 8   # filter ist ~ [True,True,False]  
anfang = s[filter]   # Auswaehlen
```



Probieren Sie es im Notebook aus!

## Operationen auf **Series** nutzen Index für “Join”

Was passiert im folgenden Fall?



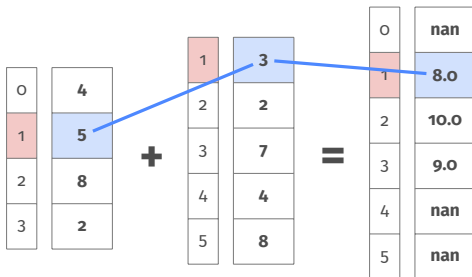
## Operationen auf **Series** nutzen Index für “Join”

Was passiert im folgenden Fall?

0	4		1	3		0	nan
1	5		2	2		1	8.0
2	8		3	7		2	10.0
3	2	+	4	4	=	3	9.0
			5	8		4	nan
						5	nan

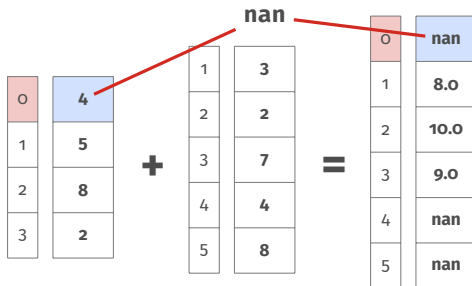
## Operationen auf **Series** nutzen Index für "Join"

Was passiert im folgenden Fall?



## Operationen auf **Series** nutzen Index für “Join”

Was passiert im folgenden Fall?

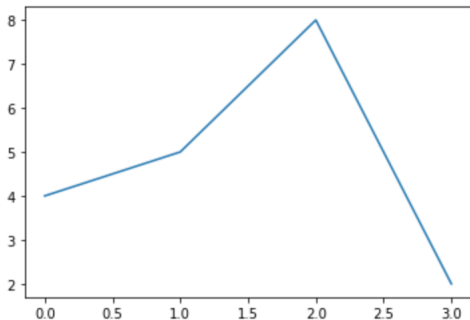


Fehlende Werte werden als **nan** (not-a-number) behandelt!

Ein `Series`-Objekt lässt sich leicht in Jupyter-Notebooks plotten:

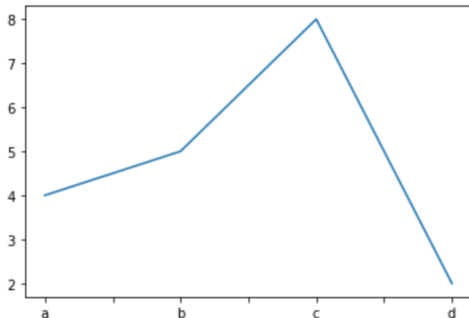
```
s1 = Series([4,5,8,2])  
s1.plot()
```

Out[3]: <AxesSubplot:>



Auch mit einem eigenen Index, lassen sich `Series` Objekte plotten:

Out[5]: <AxesSubplot:>





# Datenanalyse mit Pandas

## **DATAFRAME - EIN DATENTYP FÜR TABELLEN**

## Datentyp für Tabellen: **DataFrame**

	a1	a2	a3	a4
0	4	1	2	9
1	5	1	3	6
2	3	8	7	4

- Besitzt Zeilen- und Spalten-Index
- Jede Spalte wie ein **Series** Objekt
- Wie ein **dict** Objekt mit **Series** Werten

## Definition eines DataFrame

Ein DataFrame wird z.B. als Liste von Zeilen definiert:

```
z0 = [4,1,2,9] # zeile 0
z1 = [5,1,3,6] # zeile 1
z2 = [3,8,7,4] # zeile 2

df = DataFrame([z0, z1, z2],
                columns=['a1', 'a2', 'a3', 'a4'])
```

Ohne columns werden die Spalten durchnummeriert (0, 1,..)

## Die Form eines DataFrame

**df** =

	a1	a2	a3	a4
0	4	1	2	9
1	5	1	3	6
2	3	8	7	4

df.**shape** liefert die Form von df: (zeilen,spalten)

```
# 'shape' des obigen DataFrames df  
zeilen, spalten = df.shape      # zeilen=3, spalten=4
```

## Einzelne Spalten sind **Series** Objekte

	a1	a2	a3	a4
0	4	1	2	9
1	5	1	3	6
2	3	8	7	4

## Einzelne Spalten sind **Series** Objekte

	a1	a2	a3	a4
0	4	1	2	9
1	5	1	3	6
2	3	8	7	4

```
a2 = df['a2'] # Spalte 'a2' selektieren
type(a2)     # -> pandas.core.series.Series

print(a2[2]) # gibt 8 aus
```

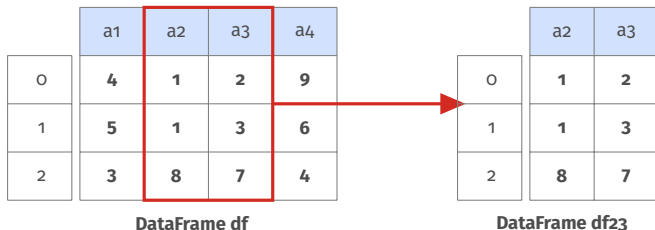
## Wenn die Spalten **Series** Objekte sind...

... dann kann man mit mehreren Series-Objekten auch einen DataFrame bauen:

```
s1 = Series([1,1,1])  
s2 = Series([2,2,2])  
s3 = Series([3,3,3])  
  
d = DataFrame()  
d['s1'] = s1  
d['s2'] = s2  
d['s3'] = s3
```

	s1	s2	s3
0	1	2	3
1	1	2	3
2	1	2	3

## Mehrere Spalten ergeben wieder einen DataFrame



```
# z0, z1, z2 wie in Folie 28
df = DataFrame([z0, z1, z2],
                columns=['a1', 'a2', 'a3', 'a4'])
df23 = df[['a2', 'a3']]
```



## Einzelne Zeilen ergeben ebenfalls **Series** Objekte

	a1	a2	a3	a4
0	4	1	2	9
1	5	1	3	6
2	3	8	7	4

**DataFrame**

## Einzelne Zeilen ergeben ebenfalls **Series** Objekte

	a1	a2	a3	a4
0	4	1	2	9
1	5	1	3	6
2	3	8	7	4


**DataFrame**

```
z2 = df.iloc[1]    # Zeile 1 selektieren
type(z2)           # -> pandas.core.series.Series
print(z2['a1'])    # gibt 5 aus
```

## Einzelne Zeilen ergeben ebenfalls **Series** Objekte

	a1	a2	a3	a4
0	4	1	2	9
1	5	1	3	6
2	3	8	7	4

**DataFrame**



a1	5
a2	1
a3	3
a4	6

**Series**

```
z2 = df.iloc[1]    # Zeile 1 selektieren
type(z2)           # -> pandas.core.series.Series
print(z2['a1'])    # gibt 5 aus
```

**Zeilen-Series haben Spaltennamen als Index!!**

## Der Index kann um Label erweitert werden

Betrachten wir den DataFrame von zuvor und fügen Label hinzu:

```
df.index = ['A', 'B', 'C']
```

		a1	a2	a3	a4
0	<b>A</b>	4	1	2	9
1	<b>B</b>	5	1	3	6
2	<b>C</b>	3	8	7	4

## Der Index kann um Label erweitert werden

Betrachten wir den DataFrame von zuvor und fügen Label hinzu:

```
df.index = ['A', 'B', 'C']
```

		a1	a2	a3	a4
0	A	4	1	2	9
1	B	5	1	3	6
2	C	3	8	7	4

← df.loc['B']

```
zeileB = df.loc['B'] # Zugriff per Label
```

## Zugriff auf Zeilen/Spalten über LocationIndexer

```
df.iloc[...]
```



### Zugriff über **Positionindex**

- `df.iloc[0]`
- `df.iloc[0:2]`
- `df.iloc[[True, True, False]]`
- `df.iloc[0:2, 0:2]`

```
df.loc[...]
```



### Zugriff über **Label**

- `df.loc['A']`
- `df.loc['A':'B']`
- `df.loc[[True, True, False]]`
- `df.loc['A':'B', ['a1', 'a2']]`

## Zugriff auf Zeilen/Spalten über LocationIndexer



Keine Sorge, das lernen  
Sie über das Semester...!

### Zugriff über **Positionindex**

- `df.iloc[0]`
- `df.iloc[0:2]`
- `df.iloc[[True, True, False]]`
- `df.iloc[0:2, 0:2]`

### Zugriff über **Label**

- `df.loc['A']`
- `df.loc['A':'B']`
- `df.loc[[True, True, False]]`
- `df.loc['A':'B', ['a1', 'a2']]`

## Der Zugriff über `df[...]`

Zeilenauswahl auch über bool'sche Listen/Sequenzen möglich:

	a1	a2	a3
0	4	1	2
1	5	1	3
2	3	8	7

df

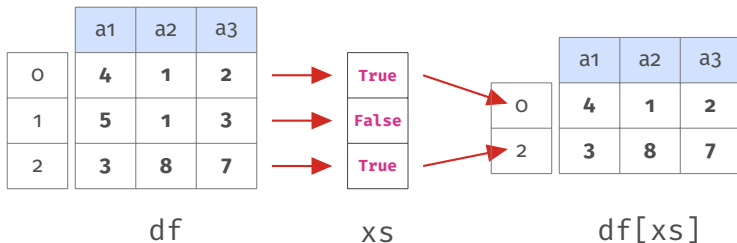
True
False
True

xs



## Der Zugriff über `df[...]`

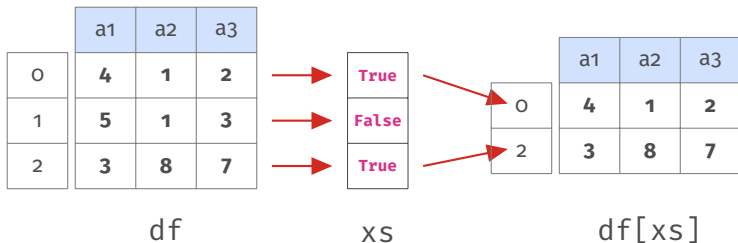
Zeilenauswahl auch über bool'sche Listen/Sequenzen möglich:



**Woher kriegen wir bool'sche Sequenzen?**

## Der Zugriff über `df[...]`

Zeilenauswahl auch über bool'sche Listen/Sequenzen möglich:



**Woher kriegen wir bool'sche Sequenzen?**

**Über Series Objekte!**

## Erinnern wir uns an **Series** Operationen (Folie 21)

**Series** Objekte unterstützen viele Operationen

```
# df sei DataFrame von vorher  
  
df['a1']           # Series erste Spalte  
xs = df['a1'] < 5 # Series mit True/False  
df = df[ xs ]      # df mit 1. und 3. Zeile
```

Alternativ (kürzer):

```
df = df[ df['a1'] < 5 ]
```

## Zeit für eine **Pause** + Kaffee/Tee!?

- Wenn wir das in den nächsten Übungen nutzen, werden Sie sich langsam daran gewöhnen
- Auf dem Notebook-Server im Verzeichnis `Kurse/DataScience1` liegt die Datei `Pandas-DataFrame.ipynb`



◀ Probieren Sie es im Notebook aus!



# Daten Lesen und Explorieren

## Pandas enthält Funktionen zum Lesen von DataFrames

- `pd.read_csv` - Lesen aus CSV-Datei
- `pd.read_excel` - Lesen aus Excel-Datei

DataFrame aus CSV-Datei lesen:

```
# Lesen aus der Datei 'meine-daten.csv'  
df = pd.read_csv("meine-daten.csv")  
  
# Funktioniert auch mit URLs  
u = "https://datascience.hs-bochum.de/data/iris.csv"  
df = pd.read_csv(u)
```

**CSV ist weit verbreitetes Datenformat** (*comma separated values*)

Aufbau einer CSV Datei:

```
NR,a1,a2,a3,a4,x1,"Art der Pflanze"  
1,4,1,2,9,2.0,"setosa"  
2,5,1,3,6,0.2,"versicolor"  
3,3,8,7,4,13.0,"virginica"
```

- Text-Datei, eine Zeile pro Datenzeile
- Spalten durch Komma getrennt (auch: Semicolon, Tabulator)
- Manchmal Spaltennamen in erster Zeile (Header)

## Pandas unterstützt verschiedene Optionen

```
pd.read_csv( "datei.csv", sep=",",  
             header="infer", names=None)
```

<code>sep</code>	Trennzeichen der Spalten (z.B. ';' )
<code>header</code>	Wie werden Spaltennamen bestimmt?
<code>names</code>	Liste mit Spaltennamen

Lesen einer CSV-Datei mit Semikolon, ohne Header:

```
columns = ["a1", "a2", "a3"]  
df = pd.read_csv("datei.csv", sep=";", names=columns)
```



## Probieren Sie es aus!

- Im Verzeichnis `Kurse/DataScience1/data` liegt der Iris Datensatz als CSV Datei:  
`toy-data.csv`
- Erstellen Sie ein neues Notebook und lesen die Datei ein!



Probieren Sie es im Notebook aus!



## Nachdem Laden – Was ist drin, im DataFrame?

- Wie sieht der DataFrame aus? → `df.head(5)`
- Welche Spalten/Datentypen? → `df.columns` / `df.dtypes`
- Wertebereiche der Spalten? → `df.describe()`

```
import pandas as pd
df = pd.read_csv( "Kurse/DataScience1/data/iris.csv" )

# Anfang anzeigen (ersten 5 Zeilen)
df.head(5)

# Spalten-Statistiken
df.describe()
```

## Spalten-Statistiken mit `describe()`

`describe()` berechnet Statistiken für numerische Spalten

```
# Statistiken berechnen:  
df.describe()
```

	a1	a2	a3
count	3.00	3.00	3.00
mean	4.00	3.33	4.00
std	1.00	4.04	2.65
min	3.00	1.00	2.00
25%	3.50	1.00	2.50
50%	4.00	1.00	3.00
75%	4.50	4.50	5.00
max	5.00	8.00	7.00

## Spalten-Statistiken mit `describe()`

`describe()` berechnet Statistiken für numerische Spalten

```
# Statistiken berechnen:  
df.describe()
```

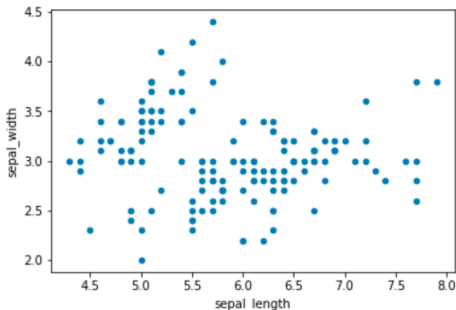
```
# Und das Ergebnis  
# von df.describe()?  
stats = df.describe()
```

**Ist natürlich wieder ein DataFrame**

	a1	a2	a3
count	3.00	3.00	3.00
mean	4.00	3.33	4.00
std	1.00	4.04	2.65
min	3.00	1.00	2.00
25%	3.50	1.00	2.50
50%	4.00	1.00	3.00
75%	4.50	4.50	5.00
max	5.00	8.00	7.00

## Einfache Plots mit DataFrame

```
iris = pd.read_csv('data/iris.csv')  
iris.plot.scatter(x='sepal_length', y='sepal_width')
```



## Einfache Plots mit DataFrame **in Farbe**

- Farbe wird durch Spalte/Series bestimmt
- Series mit Farbe für jeweilige Zeile berechnen
- Farb-Series als Parameter c für plot angeben

```
# Farben fuer Werte definieren  
farben = { 'setosa': 'red',  
          'versicolor': 'green',  
          'virginica': 'blue'}  
  
# Spalte colors aus der Spalte species berechnen  
colors = iris['species'].map(farben)
```

## Einfache Plots mit DataFrame **in Farbe**

```
# Plot mit c=colors Series (zuvor berechnet!)  
iris.plot.scatter(x='sepal_length', y='sepal_width',  
                 c=colors)
```

