

Analyse zum Datensatz “Umweltsteuern”

Martin Hofbauer, Friedrich Leisch

Der Vorschlag zum Thema der Datensatzanalyse wurde im Zuge einer Lehrveranstaltung des Instituts für Angewandte Statistik und EDV an der Universität für Bodenkultur Wien im Wintersemester 2016/17 von den Studierenden David Arnold, Pegah Babaei Bidhendi, Nena Gajic, Ruzica Luketina und Maresa Elisabeth Moderegger eingereicht. Der vorliegende Datensatz beinhaltet Zahlen zu Steuereinnahmen, die aus unterschiedlichen Umweltsteuern eingenommen wurden und online durch Eurostat frei zur Verfügung stehen.

Zunächst lesen wir den vorliegenden Datensatz als CSV-file ein. Mit dem hier angeführten Befehl funktioniert das nur, wenn sich die Datei direkt im aktuellen Arbeitsverzeichnis (“Working Directory”) befindet. Zum Festlegen des Arbeitsverzeichnisses kann man in R den Befehl `setwd()` verwenden. Da sich im csv-file Umlaute finden, setzen wir die Option `encoding` auf “UTF-8”, damit deutsche Umlaute in den Variablennamen korrekt dargestellt werden.

Aus der umfangreichen Excel-Datei von Eurostat extrahieren wir 3 CSV-files:

- "absolut.csv" enthält die absoluten durch Umweltsteuern generierte Erträge pro Jahr in Millionen Euro.
- "relsteuer.csv" enthält den prozentuellen Anteil der Umweltsteuer an den gesamten Einnahmen aus Steuer- und Sozialabgaben.
- "relbip.csv" enthält den prozentuellen Anteil der Umweltsteuer am gesamten Bruttoinlandsprodukt (BIP).

```
R> absolut <- read.csv("absolut.csv", na.string=":", encoding="UTF-8")
R> summary(absolut)
```

	LAND	X2005
Belgien	: 1	Min. : 25.88
Bulgarien	: 1	1st Qu.: 899.36
Dänemark	: 1	Median : 4398.73
Deutschland (bis 1990 früheres Gebiet der BRD)	: 1	Mean : 23489.07
Estland	: 1	3rd Qu.: 9988.42
Europäische Union (28 Länder)	: 1	Max. : 288518.05
(Other)	: 28	

X2006	X2007	X2008
Min. : 26.48	Min. : 26.02	Min. : 27.71
1st Qu.: 902.53	1st Qu.: 1036.75	1st Qu.: 1145.26
Median : 4554.59	Median : 4818.45	Median : 4531.17
Mean : 24134.01	Mean : 24639.48	Mean : 24208.40
3rd Qu.: 10097.83	3rd Qu.: 10539.39	3rd Qu.: 9976.71
Max. : 296552.24	Max. : 304584.37	Max. : 297826.66

X2009	X2010	X2011
Min. : 29.62	Min. : 33.85	Min. : 39.2
1st Qu.: 1103.54	1st Qu.: 1096.18	1st Qu.: 1149.9
Median : 4431.10	Median : 4684.99	Median : 4973.5
Mean : 23696.35	Mean : 24730.15	Mean : 25895.1
3rd Qu.: 9003.55	3rd Qu.: 9720.38	3rd Qu.: 9903.1
Max. : 289672.43	Max. : 303392.34	Max. : 316592.4

X2012	X2013	X2014
Min. : 38.7	Min. : 37.1	Min. : 233.9

1st Qu.: 1152.5	1st Qu.: 1199.5	1st Qu.: 1304.1
Median : 5054.0	Median : 5175.2	Median : 5254.4
Mean : 26697.3	Mean : 27089.2	Mean : 29415.4
3rd Qu.: 10155.2	3rd Qu.: 10608.0	3rd Qu.: 12779.4
Max. : 327129.5	Max. : 331851.6	Max. : 343641.0
	NA's : 2	

```
R> levels(absolut$LAND)
```

```
[1] "Belgien"
[2] "Bulgarien"
[3] "Dänemark"
[4] "Deutschland (bis 1990 früheres Gebiet der BRD)"
[5] "Estland"
[6] "Europäische Union (28 Länder)"
[7] "Euroraum (19 Länder)"
[8] "Finnland"
[9] "Frankreich"
[10] "Griechenland"
[11] "Irland"
[12] "Island"
[13] "Italien"
[14] "Kroatien"
[15] "Lettland"
[16] "Liechtenstein"
[17] "Litauen"
[18] "Luxemburg"
[19] "Malta"
[20] "Niederlande"
[21] "Norwegen"
[22] "Österreich"
[23] "Polen"
[24] "Portugal"
[25] "Rumänien"
[26] "Schweden"
[27] "Schweiz"
[28] "Slowakei"
[29] "Slowenien"
[30] "Spanien"
[31] "Tschechische Republik"
[32] "Ungarn"
[33] "Vereinigtes Königreich"
[34] "Zypern"
```

Zur einfacheren Übersicht benennen wir "Deutschland (bis 1990 früheres Gebiet der BRD)" in "Deutschland", "Europäische Union (28 Länder)" in "EU" und "Euroraum (19 Länder)" in "Euroraum" um. Analog machen wir das auch für die beiden anderen Datensätze.

```
R> levels(absolut$LAND)[4] <- "Deutschland"
R> levels(absolut$LAND)[6] <- "EU"
R> levels(absolut$LAND)[7] <- "Euroraum"
R>
R> relsteuer <- read.csv("relsteuer.csv", na.string=":", encoding="UTF-8")
```

```

R> levels(relsteuer$LAND)[4] <- "Deutschland"
R> levels(relsteuer$LAND)[6] <- "EU"
R> levels(relsteuer$LAND)[7] <- "Euroraum"
R>
R> relbip <- read.csv("relbip.csv", na.string=":", encoding="UTF-8")
R> levels(relbip$LAND)[4] <- "Deutschland"
R> levels(relbip$LAND)[6] <- "EU"
R> levels(relbip$LAND)[7] <- "Euroraum"

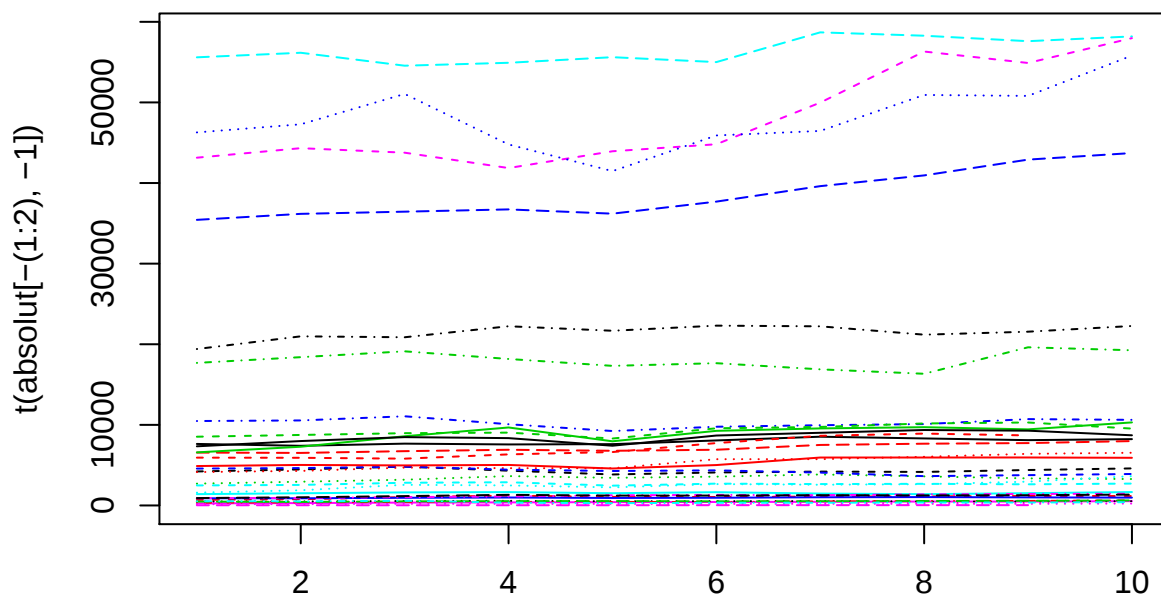
```

Wir wollen die Daten nun graphisch veranschaulichen und verwenden dazu die Funktion `matplot()`. Für die absoluten Werte, wäre ein Vergleich der einzelnen Länder mit der EU und dem Euroraum unsinnig, daher schließen wir die ersten beiden Zeilen mit dem Befehl `-(1:2)` aus. Außerdem möchten wir einen Plot der Zeitreihe und müssen daher die erste Spalte (`-1`) ausschließen. Neben diesen Änderungen müssen wir die Matrix zur Eingabe transponieren, da `matplot()` verschiedene Funktionen spaltenweise erwartet.

```

R> matplot(t(absolut[-(1:2),-1]), type="l")

```

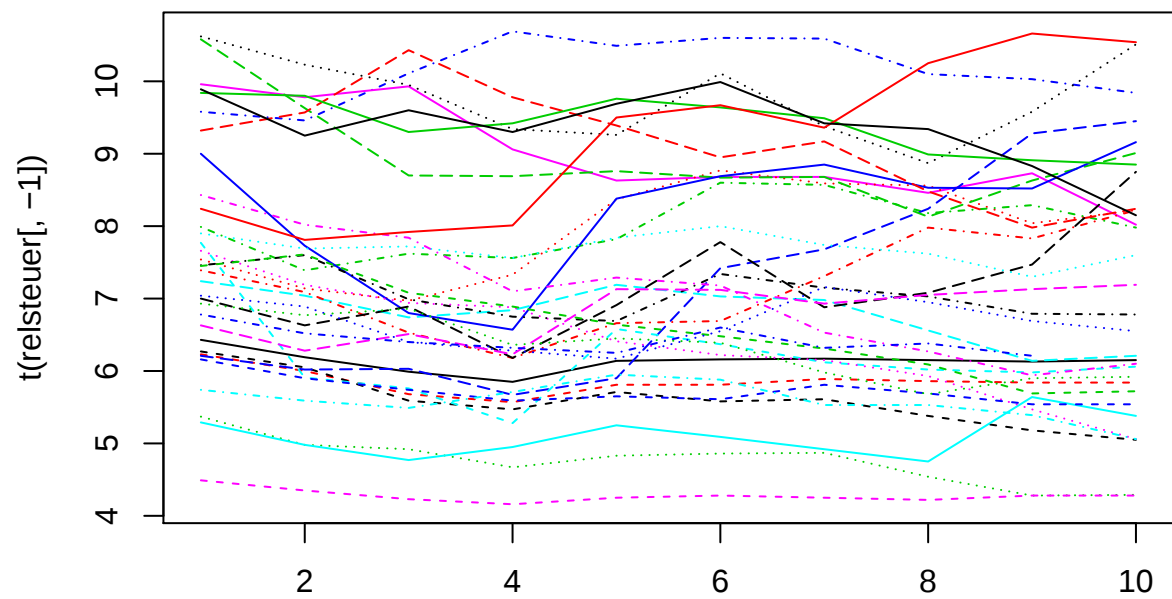


Wir erkennen, dass zumindest die absoluten Werte stark voneinander abweichen. Das ist aber aufgrund der sehr unterschiedlichen Größe und Wirtschaftskraft der verglichenen Länder wenig verwunderlich. Dieses Skalierungsproblem können wir bekämpfen, indem wir die Plots der relativen Werte betrachten.

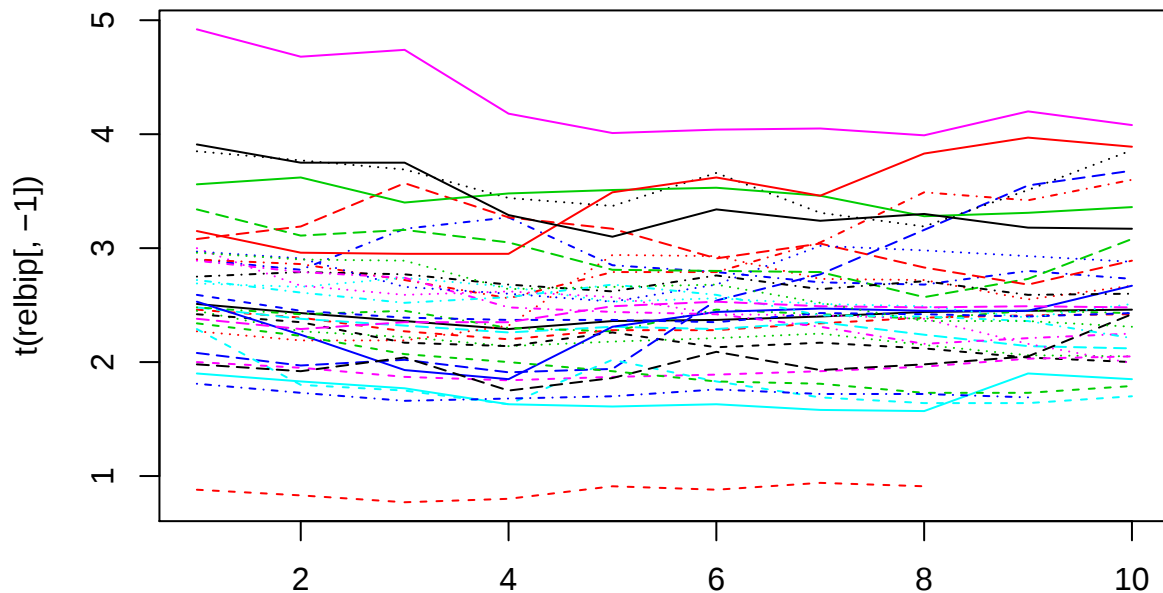
```

R> matplot(t(relsteuer[, -1]), type="l")

```



```
R> matplot(t(relbip[, -1]), type="l")
```



Wir werden nun mithilfe der Daten lineare Modelle aufstellen. Dazu werden wir unsere Daten jedoch zur leichteren Handhabung umwandeln. Wir erstellen also eine neue Datenmatrix `absolut2`, in der jede Beobachtung aus einem absoluten Geldbetrag, dem Jahr und dem Land besteht. Somit können wir die Funktion `lm()` auf den gesamten Datensatz mit der Gruppierungsvariable "LAND" anwenden.

```
R> absolut2 <- reshape(absolut, direction="long",
+                       varying=list(2:11),
+                       idvar="LAND", v.names="UMWELTSTEUER")
```

In unseren Datensätzen ist die Zeit in Jahren nach 2004 angegeben. Zu leichter Lesbarkeit transformieren wir diese Variable in absolute Jahreszahlen.

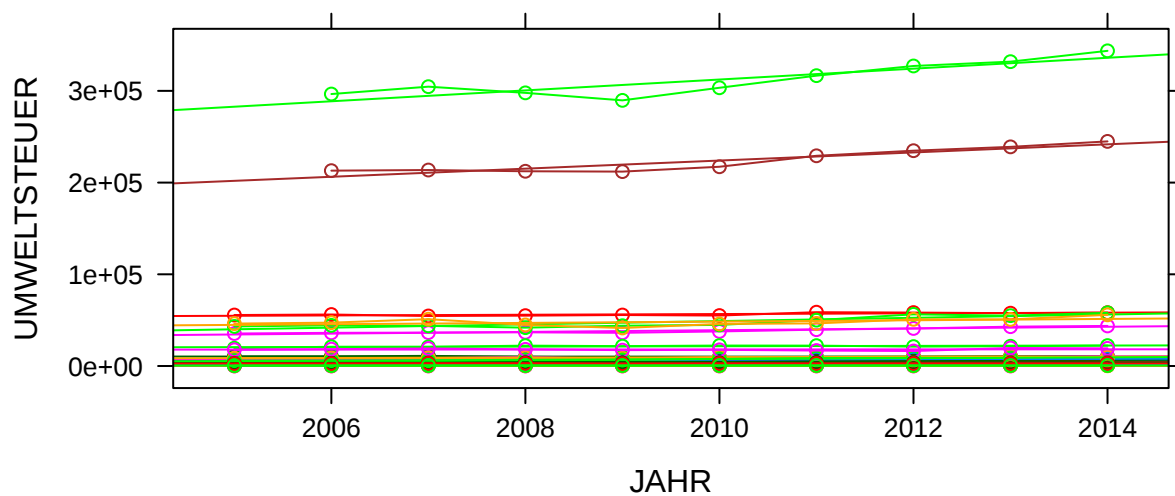
```
R> absolut2$time=2004+absolut2$time
R> colnames(absolut2)[2]="JAHR"
R> summary(absolut2)
```

	LAND	JAHR	UMWELTSTEUER
Belgien	: 10	Min. :2005	Min. : 25.9
Bulgarien	: 10	1st Qu.:2007	1st Qu.: 1036.8
Dänemark	: 10	Median :2010	Median : 4606.4
Deutschland	: 10	Mean :2010	Mean : 25375.7
Estland	: 10	3rd Qu.:2012	3rd Qu.: 10432.3
EU	: 10	Max. :2014	Max. :343641.0
(Other)	:280		NA's :2

Mithilfe der Funktion `xyplot()` aus dem Paket `lattice` können wir nun leicht Plots inklusive der dazugehörigen Regressionsgeraden erstellen.

```
R> library(lattice)
R> xyplot(UMWELTSTEUER~JAHR, data=absolut2[-(1:2),], type=c("b","r"), groups=LAND,
+         auto.key=list(columns = 4))
```

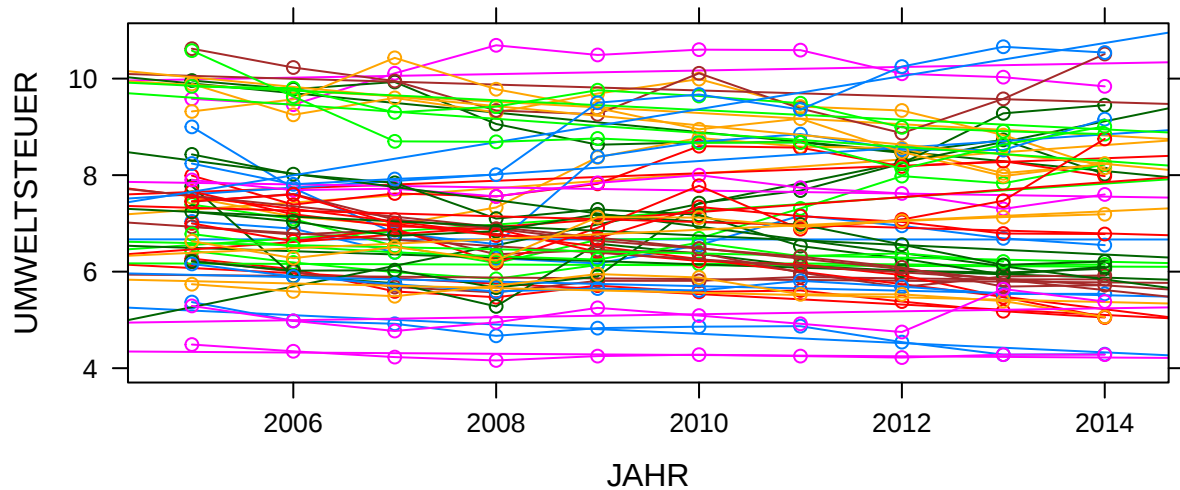
Belgien	○	Griechenland	○	Malta	○	Slowakei	
Bulgarien	○	Irland	○	Niederlande	○	Slowenien	
Dänemark	○	Island	○	Norwegen	○	Spanien	
Deutschland	○	Italien	○	Österreich	○	Tschechische Repul	
Estland	○	Kroatien	○	Polen	○	Ungarn	
EU	○	Lettland	○	Portugal	○	Vereinigtes Königrei	
Euroraum	○	Liechtenstein	○	Rumänien	○	Zypern	
Finnland	○	Litauen	○	Schweden	○		
Frankreich	○	Luxemburg	○	Schweiz	○		



Analoges Vorgehen für die Datensätze `relsteuer` und `relbip` führt dann zu den transformierten Datensätzen `relsteuer2`, `relbip2` und zu den Plots der Zeitreihen inklusive Regressionsgeraden.

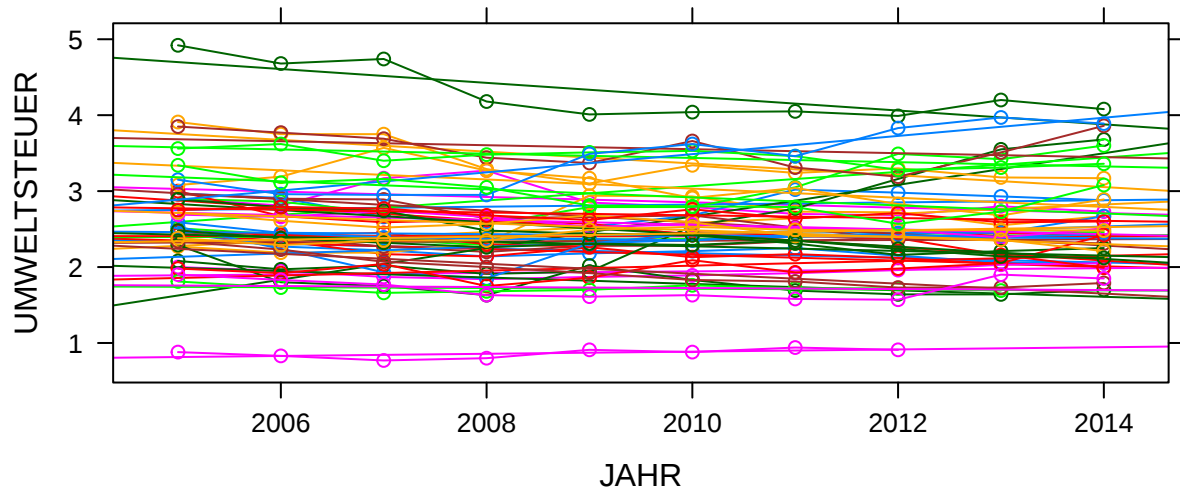
```
R> relsteuer2 <- reshape(relsteuer, direction="long",
+                        varying=list(2:11),
+                        idvar="LAND", v.names="UMWELTSTEUER")
R> relsteuer2$time=2004+relsteuer2$time
R> colnames(relsteuer2)[2]="JAHR"
R> xyplot(UMWELTSTEUER~JAHR, data=relsteuer2, type=c("b","r"), groups=LAND,
+         auto.key=list(columns = 4))
```

Belgien	○	Griechenland	○	Malta	○	Slowakei
Bulgarien	○	Irland	○	Niederlande	○	Slowenien
Dänemark	○	Island	○	Norwegen	○	Spanien
Deutschland	○	Italien	○	Österreich	○	Tschechische Republ
Estland	○	Kroatien	○	Polen	○	Ungarn
Finnland	○	Lettland	○	Portugal	○	Vereinigtes Königreich
Frankreich	○	Liechtenstein	○	Rumänien	○	Zypern
		Litauen	○	Schweden	○	
		Luxemburg	○	Schweiz	○	



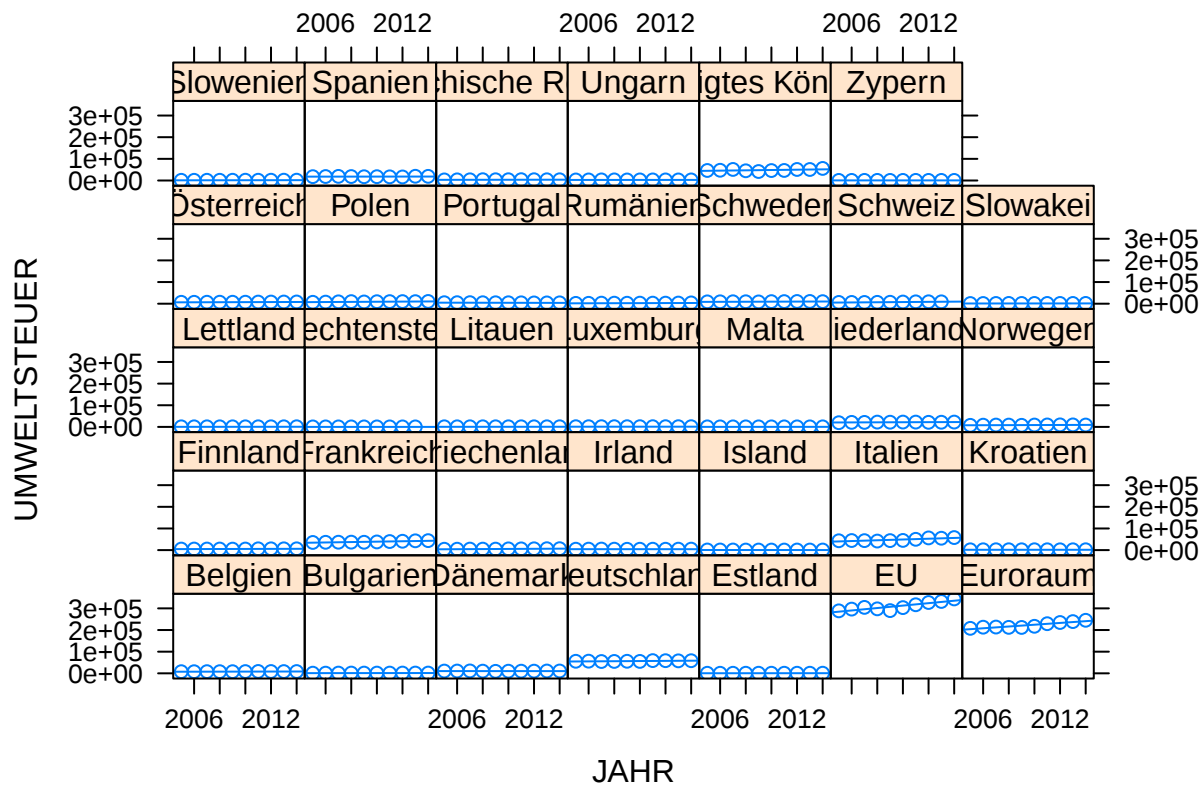
```
R> relbip2 <- reshape(relbip, direction="long",
+                     varying=list(2:11),
+                     idvar="LAND", v.names="UMWELTSTEUER")
R> relbip2$time=2004+relbip2$time
R> colnames(relbip2)[2]="JAHR"
R> xyplot(UMWELTSTEUER~JAHR, data=relbip2, type=c("b","r"), groups=LAND,
+         auto.key=list(columns = 4))
```

Belgien	○	Griechenland	○	Malta	○	Slowakei
Bulgarien	○	Irland	○	Niederlande	○	Slowenien
Dänemark	○	Island	○	Norwegen	○	Spanien
Deutschland	○	Italien	○	Österreich	○	Tschechische Republik
Estland	○	Kroatien	○	Polen	○	Ungarn
EU	○	Lettland	○	Portugal	○	Vereinigtes Königreich
Finnland	○	Liechtenstein	○	Rumänien	○	Zypern
Frankreich	○	Litauen	○	Schweden	○	
	○	Luxemburg	○	Schweiz	○	

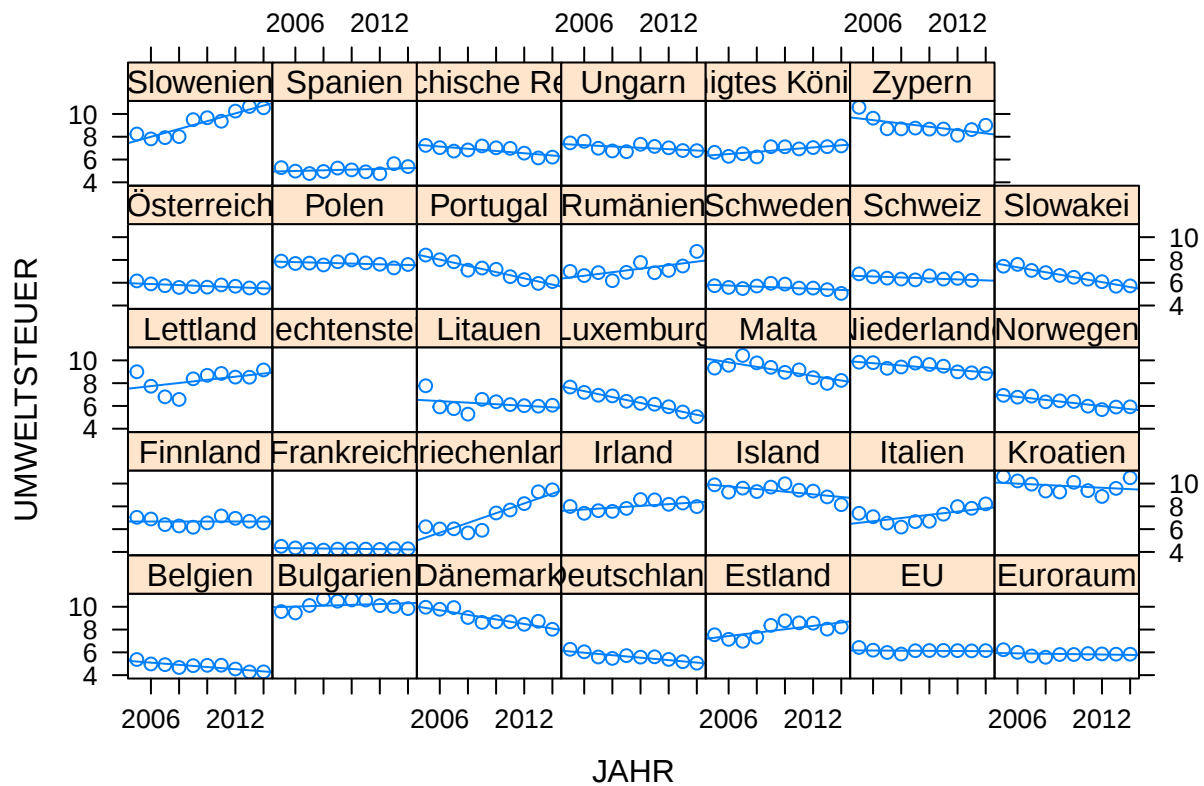


Eine Möglichkeit, die Daten etwas anschaulicher darzustellen, bietet die Deaktivierung der Option `groups`. Für ungruppierte Daten erstellt die Funktion `xyplot()` nämlich ein eigenes Diagramm für jede Gruppe (jedes Land).

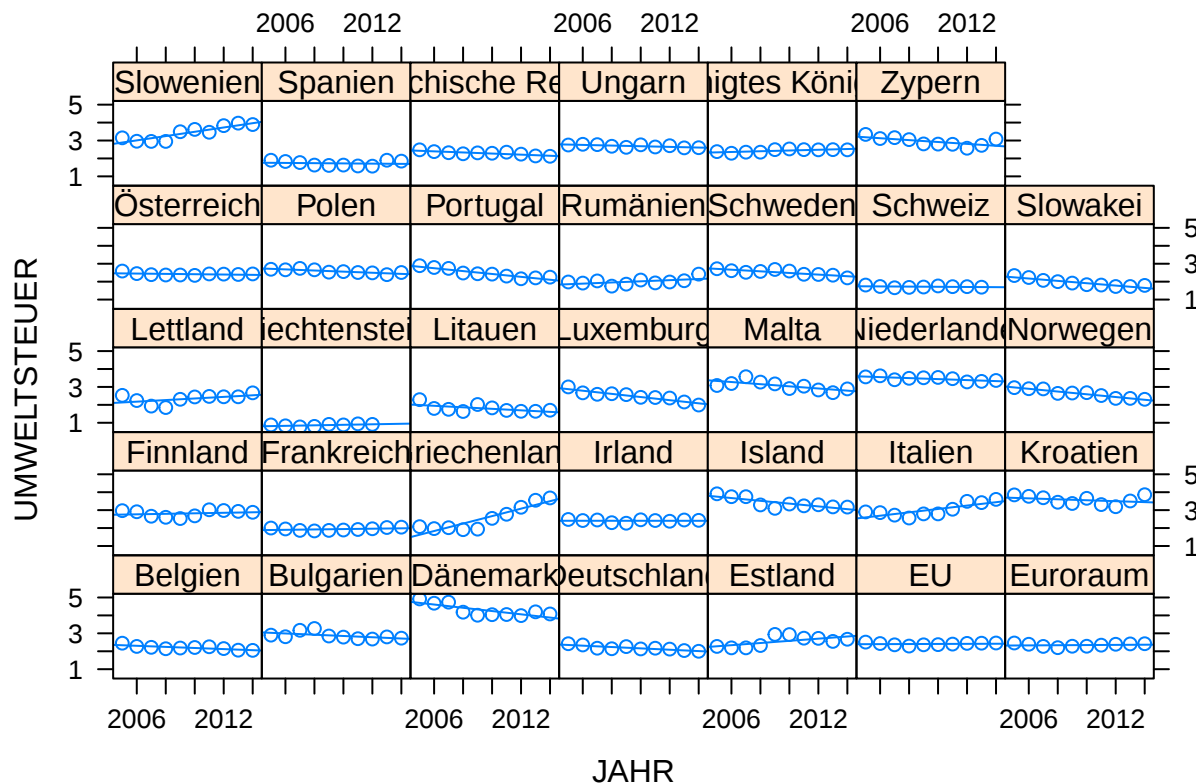
```
R> xyplot(UMWELTSTEUER~JAHR|LAND, data=absolut2, type=c("p","r"),
+       auto.key=list(columns = 4))
```



```
R> xyplot(UMWELTSTEUER~JAHR|LAND, data=relsteuer2, type=c("p","r"),
+         auto.key=list(columns = 4))
```



```
R> xyplot(UMWELTSTEUER~JAHR|LAND, data=relbip2, type=c("p", "r"),
+         auto.key=list(columns = 4))
```



Wir wollen nun ein Regressionsmodell für den Anteil der Umweltsteuer am gesamten Steueraufkommen aufstellen. Die Einteilung in Gruppen können wir in der Formel der Regression leicht mit dem Operator '*' durchführen. Anmerkung: 'A*B' ist für R gleichbedeutend mit 'A + B + A:B'; es werden also beide Variablen in das Modell aufgenommen und 'A' erhält neben dem normalen Regressionskoeffizienten noch eine Anpassung für die verschiedenen Faktorstufen von 'B' (Interaktionen).

```
R> lmrel <- lm(UMWELTSTEUER~JAHR*LAND, data=relsteuer2)
R> summary(lmrel)
```

Call:

```
lm(formula = UMWELTSTEUER ~ JAHR * LAND, data = relsteuer2)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.44600	-0.16655	-0.00733	0.19321	1.39800

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.983e+02	8.592e+01	2.308	0.021790 *
JAHR	-9.630e-02	4.276e-02	-2.252	0.025126 *
LANDBulgarien	-2.623e+02	1.215e+02	-2.159	0.031779 *
LANDDänemark	2.157e+02	1.215e+02	1.775	0.077087 .
LANDD Deutschland	2.445e+01	1.215e+02	0.201	0.840652
LANDEstland	-4.893e+02	1.215e+02	-4.027	7.40e-05 ***
LANDEU	-1.780e+02	1.215e+02	-1.465	0.144100

LANDEuroraum	-1.587e+02	1.215e+02	-1.306	0.192688	
LANDFinnland	-1.911e+02	1.215e+02	-1.573	0.116937	
LANDFrankreich	-1.681e+02	1.215e+02	-1.383	0.167803	
LANDGriechenland	-1.051e+03	1.215e+02	-8.647	5.30e-16	***
LANDIrland	-3.464e+02	1.215e+02	-2.851	0.004705	**
LANDIsland	4.538e+01	1.215e+02	0.374	0.709077	
LANDItalien	-4.751e+02	1.215e+02	-3.910	0.000118	***
LANDKroatien	-6.707e+01	1.215e+02	-0.552	0.581411	
LANDLettland	-4.674e+02	1.215e+02	-3.846	0.000150	***
LANDLitauen	-5.460e+01	1.215e+02	-0.449	0.653561	
LANDLuxemburg	3.302e+02	1.215e+02	2.718	0.007013	**
LANDMalta	2.112e+02	1.215e+02	1.738	0.083408	.
LANDNiederlande	1.329e+01	1.215e+02	0.109	0.913016	
LANDNorwegen	7.939e+01	1.215e+02	0.653	0.514117	
LANDÖsterreich	-9.842e+01	1.215e+02	-0.810	0.418701	
LANDPolen	-1.269e+02	1.215e+02	-1.044	0.297316	
LANDPortugal	3.593e+02	1.215e+02	2.957	0.003392	**
LANDRumänien	-5.023e+02	1.215e+02	-4.134	4.80e-05	***
LANDSchweden	-9.612e+01	1.215e+02	-0.791	0.429643	
LANDSchweiz	-1.055e+02	1.324e+02	-0.797	0.426356	
LANDSlowakei	2.450e+02	1.215e+02	2.017	0.044746	*
LANDSlowenien	-8.774e+02	1.215e+02	-7.221	5.55e-12	***
LANDSpanien	-2.550e+02	1.215e+02	-2.099	0.036771	*
LANDTschechische Republik	5.933e+00	1.215e+02	0.049	0.961093	
LANDUngarn	-7.260e+01	1.215e+02	-0.598	0.550685	
LANDVereinigtes Königreich	-3.836e+02	1.215e+02	-3.157	0.001778	**
LANDZypern	1.042e+02	1.215e+02	0.857	0.392039	
JAHR:LANDBulgarien	1.332e-01	6.047e-02	2.203	0.028460	*
JAHR:LANDDänemark	-1.052e-01	6.047e-02	-1.740	0.083033	.
JAHR:LANDDeutschland	-1.176e-02	6.047e-02	-0.194	0.845978	
JAHR:LANDEstland	2.451e-01	6.047e-02	4.053	6.66e-05	***
JAHR:LANDEU	8.927e-02	6.047e-02	1.476	0.141040	
JAHR:LANDEuroraum	7.952e-02	6.047e-02	1.315	0.189654	
JAHR:LANDFinnland	9.606e-02	6.047e-02	1.589	0.113346	
JAHR:LANDFrankreich	8.339e-02	6.047e-02	1.379	0.169020	
JAHR:LANDGriechenland	5.241e-01	6.047e-02	8.667	4.63e-16	***
JAHR:LANDIrland	1.740e-01	6.047e-02	2.878	0.004336	**
JAHR:LANDIsland	-2.030e-02	6.047e-02	-0.336	0.737314	
JAHR:LANDItalien	2.376e-01	6.047e-02	3.930	0.000109	***
JAHR:LANDKroatien	3.588e-02	6.047e-02	0.593	0.553453	
JAHR:LANDLettland	2.343e-01	6.047e-02	3.875	0.000135	***
JAHR:LANDLitauen	2.788e-02	6.047e-02	0.461	0.645142	
JAHR:LANDLuxemburg	-1.635e-01	6.047e-02	-2.704	0.007294	**
JAHR:LANDMalta	-1.029e-01	6.047e-02	-1.702	0.089958	.
JAHR:LANDNiederlande	-4.303e-03	6.047e-02	-0.071	0.943322	
JAHR:LANDNorwegen	-3.873e-02	6.047e-02	-0.640	0.522429	
JAHR:LANDÖsterreich	4.945e-02	6.047e-02	0.818	0.414173	
JAHR:LANDPolen	6.461e-02	6.047e-02	1.068	0.286302	
JAHR:LANDPortugal	-1.776e-01	6.047e-02	-2.938	0.003600	**
JAHR:LANDRumänien	2.512e-01	6.047e-02	4.153	4.43e-05	***
JAHR:LANDSchweden	4.824e-02	6.047e-02	0.798	0.425693	
JAHR:LANDSchweiz	5.330e-02	6.589e-02	0.809	0.419285	
JAHR:LANDSlowakei	-1.210e-01	6.047e-02	-2.002	0.046358	*
JAHR:LANDSlowenien	4.388e-01	6.047e-02	7.258	4.44e-12	***

```

JAHR:LANDSpanien          1.271e-01  6.047e-02   2.102 0.036522 *
JAHR:LANDTschechische Republik -1.939e-03  6.047e-02  -0.032 0.974438
JAHR:LANDUngarn           3.727e-02  6.047e-02   0.616 0.538158
JAHR:LANDVereinigtes Königreich 1.919e-01  6.047e-02   3.174 0.001681 **
JAHR:LANDZypern          -4.976e-02  6.047e-02  -0.823 0.411322

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.3884 on 263 degrees of freedom
(11 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.9533, Adjusted R-squared: 0.9418

F-statistic: 82.62 on 65 and 263 DF, p-value: < 2.2e-16

Es ist nun wichtig, dass wir die vorliegenden Parameter korrekt zu interpretieren wissen. Wir erhalten in der Zusammenfassung die zwei erwarteten Parameter (**Intercept**) und **JAHR** und zusätzlich eine Korrektur der beiden Parameter für Beobachtungen aus der jeweiligen Gruppe (dem jeweiligen Land). Die Gleichung der Regressionsgerade für z.B. Österreich lautet also: $(intercept) + LAND_{Österreich} + (JAHR + JAHR : LAND_{Österreich}) \cdot x$, wobei x die eingesetzte Jahreszahl beschreibt, in der wir den Anteil der Umweltsteuer am Steuereinkommen ermitteln wollen.

Mithilfe der Funktion `Anova()` aus dem Paket `car` können wir die Signifikanz der Regression ablesen.

```
R> library("car")
```

Loading required package: carData

```
R> Anova(lmrel)
```

Anova Table (Type II tests)

Response: UMWELTSTEUER

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
JAHR	1.38	1	9.181	0.002689 **
LAND	745.23	32	154.409	< 2.2e-16 ***
JAHR:LAND	63.47	32	13.150	< 2.2e-16 ***
Residuals	39.67	263		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Es besteht also ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen, wobei wir in der Anova-Tabelle keinerlei Information darüber erhalten, welche Gruppen sich unterscheiden. Wir erfahren lediglich, dass nicht alle Gruppen gleich sind, also zumindest eine Gruppe einen signifikanten Unterschied aufweist.

Eine analoge Analyse könnten wir mithilfe der Variable **JAHR2** durchführen. Sie soll die vergangenen Jahre nach 2005 angeben. Der Vorteil dieser Alternative ist, dass die Werte des Intercepts aussagekräftiger und direkter interpretiert werden können. In der vorherigen Analyse entsprachen die Intercept-Werte noch dem Anteil der Umweltsteuer am Steueraufkommen im Jahr 0, was selbstverständlich nur theoretisch zu verstehen ist. Durch die Analyse mit der Variable **JAHR2** entsprechen die Intercept-Werte dann dem Anteil der Umweltsteuer am Steueraufkommen im Jahr 2005. *Anmerkung: andererseits müssen wir beim Aufstellen bzw. beim Interpretieren der Regressionsgleichung vorsichtig sein. Im vorherigen Modell entsprach die Variable x noch der tatsächlichen Jahreszahl, hier müssten wir dann die Anzahl an vergangenen Jahren nach 2005 einsetzen.*

```
R> relsteuer2$JAHR2 <- relsteuer2$JAHR-2005
R> summary(relsteuer2)
```

	LAND	JAHR	UMWELTSTEUER	JAHR2
Belgien	: 10	Min. :2005	Min. : 4.160	Min. :0.0
Bulgarien	: 10	1st Qu.:2007	1st Qu.: 5.990	1st Qu.:2.0
Dänemark	: 10	Median :2010	Median : 6.950	Median :4.5
Deutschland	: 10	Mean :2010	Mean : 7.206	Mean :4.5
Estland	: 10	3rd Qu.:2012	3rd Qu.: 8.520	3rd Qu.:7.0
EU	: 10	Max. :2014	Max. :10.690	Max. :9.0
(Other)	:280		NA's :11	

```
R> lmrel2 <- lm(UMWELTSTEUER~JAHR2*LAND, data=relsteuer2)
R> summary(lmrel2)
```

Call:

```
lm(formula = UMWELTSTEUER ~ JAHR2 * LAND, data = relsteuer2)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.44600	-0.16655	-0.00733	0.19321	1.39800

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	5.194364	0.228260	22.756	< 2e-16 ***
JAHR2	-0.096303	0.042757	-2.252	0.025126 *
LANDBulgarien	4.788545	0.322809	14.834	< 2e-16 ***
LANDDänemark	4.705455	0.322809	14.577	< 2e-16 ***
LANDDeutschland	0.880909	0.322809	2.729	0.006783 **
LANDEstland	2.089091	0.322809	6.472	4.72e-10 ***
LANDEU	0.973273	0.322809	3.015	0.002821 **
LANDEuroraum	0.734182	0.322809	2.274	0.023750 *
LANDFinnland	1.474727	0.322809	4.568	7.56e-06 ***
LANDFrankreich	-0.857273	0.322809	-2.656	0.008398 **
LANDGriechenland	0.070727	0.322809	0.219	0.826742
LANDIrland	2.456000	0.322809	7.608	4.96e-13 ***
LANDIsland	4.676364	0.322809	14.486	< 2e-16 ***
LANDItalien	1.357636	0.322809	4.206	3.57e-05 ***
LANDKroatien	4.862545	0.322809	15.063	< 2e-16 ***
LANDLettland	2.407636	0.322809	7.458	1.28e-12 ***
LANDLitauen	1.298545	0.322809	4.023	7.53e-05 ***
LANDLuxemburg	2.365818	0.322809	7.329	2.86e-12 ***
LANDMalta	4.833091	0.322809	14.972	< 2e-16 ***
LANDNiederlande	4.658364	0.322809	14.431	< 2e-16 ***
LANDNorwegen	1.737273	0.322809	5.382	1.63e-07 ***
LANDÖsterreich	0.739455	0.322809	2.291	0.022773 *
LANDPolen	2.645273	0.322809	8.195	1.11e-14 ***
LANDPortugal	3.108364	0.322809	9.629	< 2e-16 ***
LANDRumänien	1.265818	0.322809	3.921	0.000112 ***
LANDSchweden	0.608909	0.322809	1.886	0.060358 .
LANDSchweiz	1.397636	0.330274	4.232	3.21e-05 ***

LANDSlowakei	2.379636	0.322809	7.372	2.19e-12	***
LANDSlowenien	2.460182	0.322809	7.621	4.57e-13	***
LANDSpanien	-0.230909	0.322809	-0.715	0.475051	
LANDTschechische Republik	2.044727	0.322809	6.334	1.03e-09	***
LANDUngarn	2.129273	0.322809	6.596	2.31e-10	***
LANDVereinigtes Königreich	1.195273	0.322809	3.703	0.000260	***
LANDZypern	4.410909	0.322809	13.664	< 2e-16	***
Jahr2:LANDBulgarien	0.133212	0.060468	2.203	0.028460	*
Jahr2:LANDDänemark	-0.105212	0.060468	-1.740	0.083033	.
Jahr2:LANDDeutschland	-0.011758	0.060468	-0.194	0.845978	
Jahr2:LANDEstland	0.245091	0.060468	4.053	6.66e-05	***
Jahr2:LANDEU	0.089273	0.060468	1.476	0.141040	
Jahr2:LANDEuroraum	0.079515	0.060468	1.315	0.189654	
Jahr2:LANDFinnland	0.096061	0.060468	1.589	0.113346	
Jahr2:LANDFrankreich	0.083394	0.060468	1.379	0.169020	
Jahr2:LANDGriechenland	0.524061	0.060468	8.667	4.63e-16	***
Jahr2:LANDIrland	0.174000	0.060468	2.878	0.004336	**
Jahr2:LANDIsland	-0.020303	0.060468	-0.336	0.737314	
Jahr2:LANDItalien	0.237636	0.060468	3.930	0.000109	***
Jahr2:LANDKroatien	0.035879	0.060468	0.593	0.553453	
Jahr2:LANDLettland	0.234303	0.060468	3.875	0.000135	***
Jahr2:LANDLitauen	0.027879	0.060468	0.461	0.645142	
Jahr2:LANDLuxemburg	-0.163515	0.060468	-2.704	0.007294	**
Jahr2:LANDMalta	-0.102909	0.060468	-1.702	0.089958	.
Jahr2:LANDNiederlande	-0.004303	0.060468	-0.071	0.943322	
Jahr2:LANDNorwegen	-0.038727	0.060468	-0.640	0.522429	
Jahr2:LANDÖsterreich	0.049455	0.060468	0.818	0.414173	
Jahr2:LANDPolen	0.064606	0.060468	1.068	0.286302	
Jahr2:LANDPortugal	-0.177636	0.060468	-2.938	0.003600	**
Jahr2:LANDRumänien	0.251152	0.060468	4.153	4.43e-05	***
Jahr2:LANDSchweden	0.048242	0.060468	0.798	0.425693	
Jahr2:LANDSchweiz	0.053303	0.065893	0.809	0.419285	
Jahr2:LANDSlowakei	-0.121030	0.060468	-2.002	0.046358	*
Jahr2:LANDSlowenien	0.438848	0.060468	7.258	4.44e-12	***
Jahr2:LANDSpanien	0.127091	0.060468	2.102	0.036522	*
Jahr2:LANDTschechische Republik	-0.001939	0.060468	-0.032	0.974438	
Jahr2:LANDUngarn	0.037273	0.060468	0.616	0.538158	
Jahr2:LANDVereinigtes Königreich	0.191939	0.060468	3.174	0.001681	**
Jahr2:LANDZypern	-0.049758	0.060468	-0.823	0.411322	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.3884 on 263 degrees of freedom

(11 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.9533, Adjusted R-squared: 0.9418

F-statistic: 82.62 on 65 and 263 DF, p-value: < 2.2e-16

```
R> Anova(lmrel2)
```

Anova Table (Type II tests)

Response: UMWELTSTEUER

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
Jahr2	1.38	1	9.181	0.002689 **

```

LAND          745.23  32 154.409 < 2.2e-16 ***
JAHR2:LAND    63.47  32  13.150 < 2.2e-16 ***
Residuals     39.67 263
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```