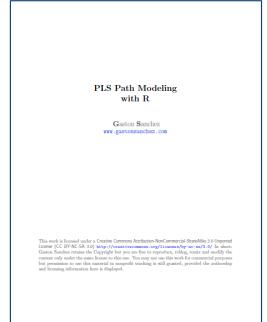
Grundlagen der Forschung

Partial Least Squares Path Modelling (in R mit plspm)



Godbersen, H. & Ceyhan, I. (2021). "Analoge" und "digitale" Qualitätseigenschaften von Online-Shops und deren Einfluss auf die Kundenzufriedenheit und Kundenbindung. In J. Naskrent, M. Stumpf & J. Westphal (Hrsg.), Marketing & Innovation 2021: Digitalität - die Vernetzung von digital und analog (S. 65-83). Wiesbaden: Springer Gabler.

Zur Anwendungsbeispiel in diesem Kompaktkurs



Sanchez, G. (2013). PLS Path Modeling with R. Berkeley: Trowchez Editions.

Zur tiefergehenden Auseinandersetzung mit PLSPM

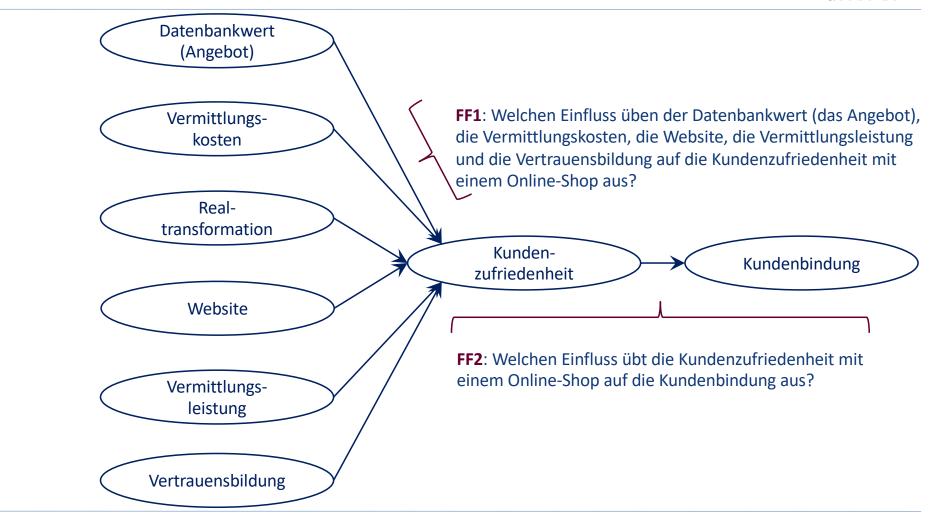
Partial Least Squares Path Modelling

plspm-Installation, R-Befehle & Auswertungsschritte

Anwendungsaufgabe: Umsetzung einer plspm-Analyse

Bonus: Gruppenvergleiche mit plspm

Hypothetisches Modell (inneres Modell) & Forschungsfragen



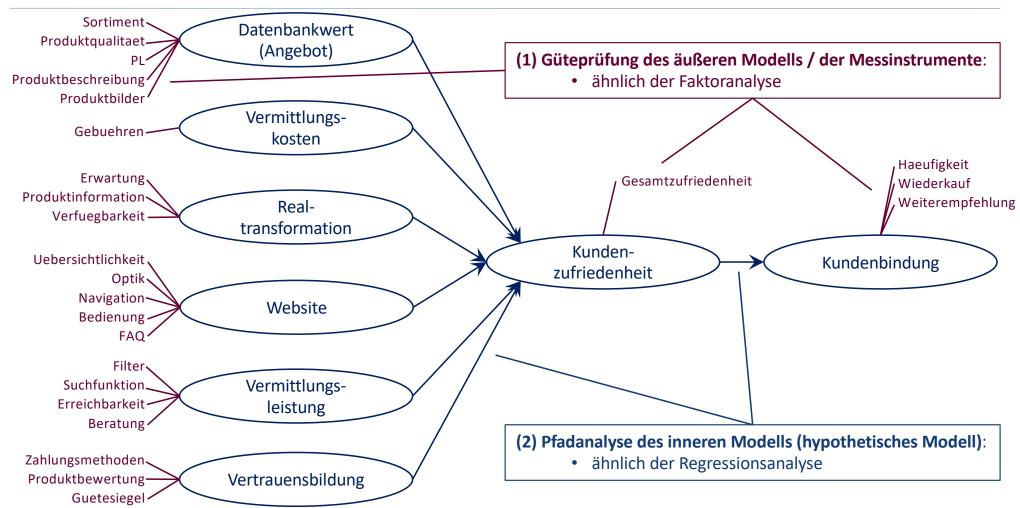
Messinstrumente (äußeres Modell)

Konstrukte & Items	Bezeichnung der Variable			
Datenbankwert (Angebot)	•			
Der Online-Shop bietet ein vielfältiges Sortiment.	Sortiment			
Der Online-Shop bietet qualitativ hochwertige Produkte.	Produktqualitaet			
Der Online-Shop bietet Produkte mit einem guten Preis-Leistungs-Verhältnis.	PL			
Der Online-Shop beschreibt die Produkte umfassend.	Produktbeschreibung			
Der Online-Shop veranschaulicht realitätsnahe Produktbilder.	Produktbilder			
/ermittlungskosten				
Die Gebühren, die bei einem Kauf anfallen sind angemessen.	Gebuehren			
Realtransformation				
Die Produkte entsprechen meinen Erwartungen.	Erwartung			
Die Produkte des Online-Shops entsprechen den elektronischen Produktinformationen.	Produktinformation			
Der Online-Shop bietet eine Verfügbarkeitsanzeige der Produkte.	Verfuegbarkeit			
Vebsite	•			
Die Website ist übersichtlich aufgebaut.	Uebersichtlichkeit			
Die Website spricht mich optisch an.	Optik			
Die Website verfügt über eine nachvollziehbare Navigationsfunktion.	Navigation			
Die Website ist einfach zu bedienen.	Bedienung			
Die Website verfügt über ausführliche FAQs.	FAQ			
/ermittlungsleistung				
Der Online-Shop bietet umfangreiche Filtermöglichkeiten (zum Beispiel Produktart, Farbe etc.)	Filter			
Der Online-Shop bietet eine gute Suchfunktion.	Suchfunktion			
Der Online-Shop bietet eine gute Erreichbarkeit über verschiedene Kanäle (zum Beispiel Email, Hotline, Chat)	Erreichbarkeit			
Der Online-Shop bietet eine qualitative Beratung der Servicemitarbeiter.	Beratung			
/ertrauensbildung				
Der Online-Shop bietet seriöse Zahlungsmethoden.	Zahlungsmethoden			
Der Online-Shop bietet Kundenplattformen zur Produktbewertung.	Produktbewertung			
Der Online-Shop bietet bekannte Gütesiegel.	Guetesiegel			
Kundenzufriedenheit				
Wie zufrieden waren Sie insgesamt mit dem Online-Shop?	Gesamtzufriedenheit			
(undenbindung				
Wie häufig kaufen Sie bei diesem Online-Shop ein?	Haeufigkeit			
Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie bei dem Online-Shop noch einmal ein Produkt kaufen werden?	Wiederkauf			
Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie den Online-Shop weiterempfehlen werden?	Weiterempfehlung			

Messung:

- Continuous Rating Scales von 0 (stimme überhaupt nicht zu) bis 100 (stimme voll und ganz zu)
- Bei Kundenzufriedenheit & Kundenbindung inhaltlich angepasste Endpole der Skalen





Güteprüfung des äußeren Modells (Messinstrumente)

Konstrukte & Items				nbachs alpha	Dillon-Goldsteins rho		AVE	
Datenbankwert (Angebot)			П	0.793	C	.858	0.54	
Der Online-Shop bietet ein vielfältiges Sortiment.		0.724						
Der Online-Shop bietet qualitativ hochwertige Produkte.		0.752	Н					
Der Online-Shop bietet Produkte mit einem guten Preis-Leistungs-Verhältnis.		0.756						
Der Online-Shop beschreibt die Produkte umfassend.		0.679	Ш					
Der Online-Shop veranschaulicht realitätsnahe Produktbilder.		0.777						
/ermittlungskosten			1.000		.000	1.00		
Die Gebühren, die bei einem Kauf anfallen sind angemessen.		1.000						
Realtransformation				0.725	C	.845	0.64	
Die Produkte entsprechen meinen Erwartungen.		0.804	П					
Die Produkte des Online-Shops entsprechen den elektronischen Produktinformationen.		0.823						
Der Online-Shop bietet eine Verfügbarkeitsanzeige der Produkte.		0.783						
Nebsite			П	0.824	C	.877	0.58	
Die Website ist übersichtlich aufgebaut.		0.749	П					
Die Website spricht mich optisch an.		0.766						
Die Website verfügt über eine nachvollziehbare Navigationsfunktion.		0.852						
Die Website ist einfach zu bedienen.		0.765						
Die Website verfügt über ausführliche FAQs.		0.687						
Vermittlungsleistung					C	.861	0.60	
Der Online-Shop bietet umfangreiche Filtermöglichkeiten (zum Beispiel Produktart, Farbe etc.)		0.735	П					
Der Online-Shop bietet eine gute Suchfunktion.		0.750						
Der Online-Shop bietet eine gute Erreichbarkeit über verschiedene Kanäle (zum Beispiel Email, Hotline, Chat)		0.804						
Der Online-Shop bietet eine qualitative Beratung der Servicemitarbeiter.		0.816						
/ertrauensbildung			П	0.577	C	.780	0.54	
Der Online-Shop bietet seriöse Zahlungsmethoden.		0.711	П					
Der Online-Shop bietet Kundenplattformen zur Produktbewertung.		0.709						
Der Online-Shop bietet bekannte Gütesiegel.		0.783						
Kundenzufriedenheit			П	1.000	1	.000	1.00	
Wie zufrieden waren Sie insgesamt mit dem Online-Shop?		1.000	П					
Cundenbindung			П	0.816	C	.893	0.73	
Wie häufig kaufen Sie bei diesem Online-Shop ein?		0.722	П					
Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie bei dem Online-Shop noch einmal ein Produkt kaufen werden?		0.906						
Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie den Online-Shop weiterempfehlen werden?		0.932						

Ladung:

- Korrelation eines Items (Indikator) mit seinem Faktor (latente Variable)
- Grenzwerte: 0.5 / 0.6 / 0.7

Cronbach's alpha:

- Inter-Item-Korrelation innerhalb eines Faktors (latente Variable)
- Grenzwerte: 0.6 / 0.7

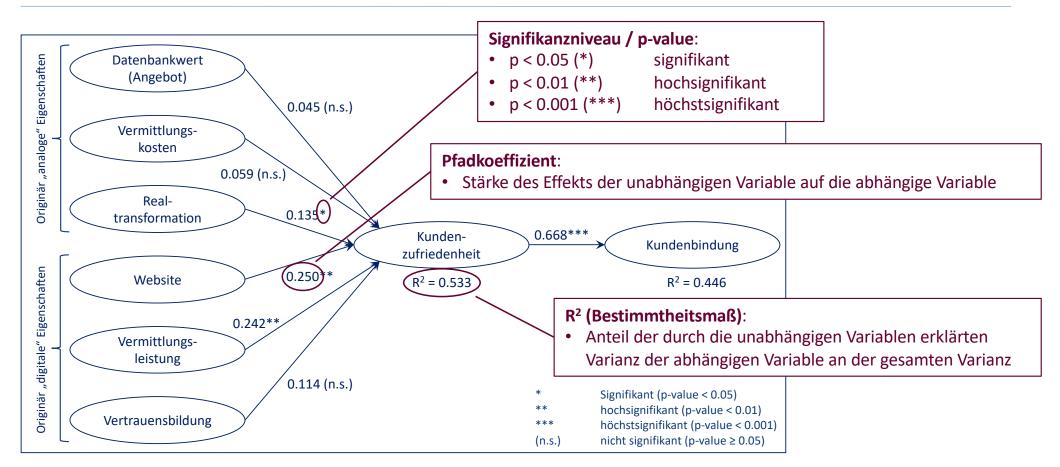
Dillon-Goldstein's rho:

- Ähnlich zu Cronbach's alpha, benötigt aber keine gleichen Ladungen
- Grenzwerte: 0.7

Average Variance Extracted:

- Anteil der Varianz der Items, die durch den Faktor erklärt werden kann, an der gesamten Varianz
- Grenzwerte: 0.5

Pfadanalyse des Inneren Modells



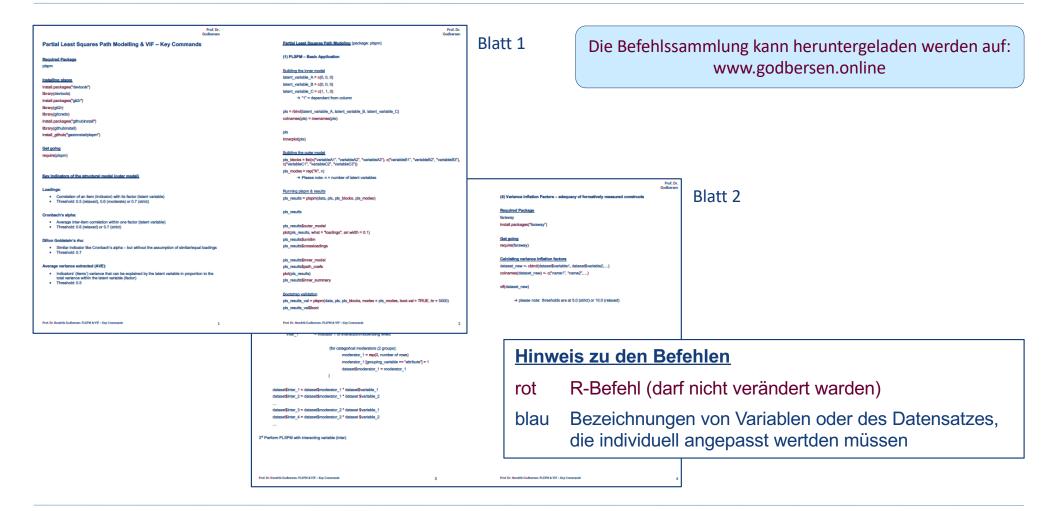
Partial Least Squares Path Modelling

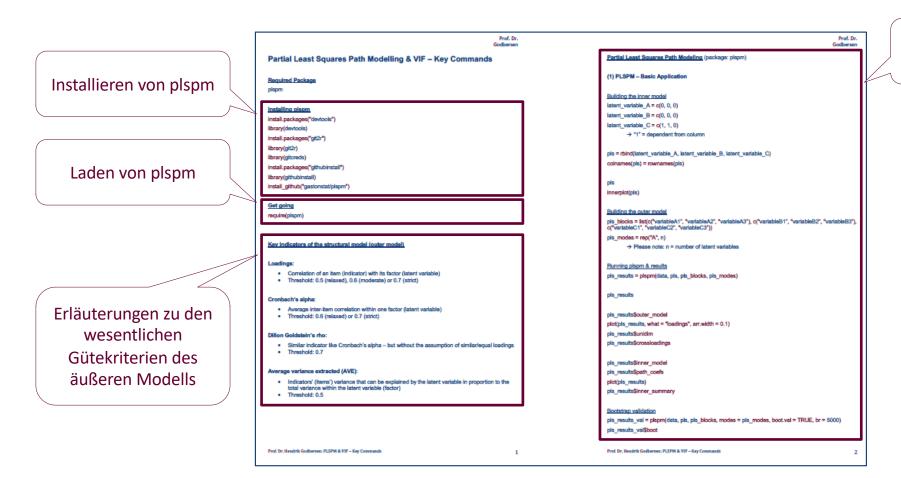
plspm-Installation, R-Befehle & Auswertungsschritte

Anwendungsaufgabe: Umsetzung einer plspm-Analyse

Bonus: Gruppenvergleiche mit plspm

R-Befehle für plspm





plspm-Befehle

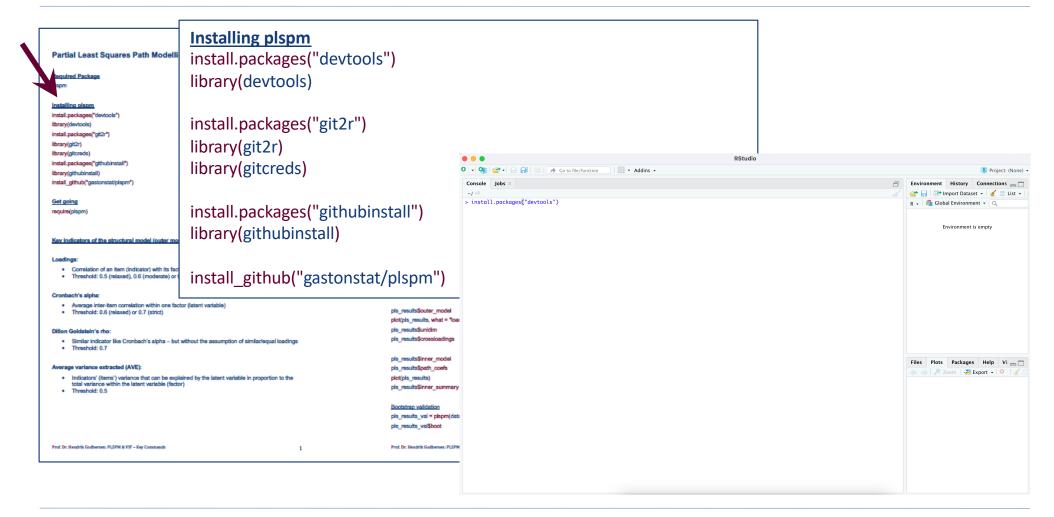
Vergleich (der Pfadkoeffizienten) zwischen zwei Gruppen

plspm mit Moderatorvariable

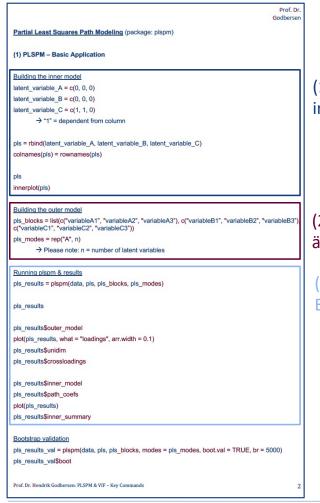
```
Prof. Dr.
Godbersen
                                                                                                                                            (4) Variance Inflation Factors – adequacy of formatively measured constructs
(2) PLSPM - Group Comparison
1<sup>st</sup> Perform basic PLSPM
2<sup>nd</sup> Perform group comparison
                                                                                                                                           Required Package
pls_group_1 = dataset[dataset$variable == "attribute_1", ]
                                                                                                                                            install.packages("faraway"
pls_group_1_results = plspm(pls_group_1, pls, pls_blocks, modes = pls_modes)
pls_group_2 = dataset[dataset$variable == "attribute_2", ]
pls_group_2_results = plspm(pls_group_2, pls, pls_blocks, modes = pls_modes)
                                                                                                                                            require(faraway)
dataset$variable <- as.factor(dataset$variable)
       → Please note: this step is required as the grouping variable must be a factor
group_comparison_results = plspm.groups(pls_results, dataset$variable, method = "bootstrap")
                                                                                                                                            colnames(dataset_new) <- c("name1", "name2",...)
group_comparison_results
(3) PLSPM - Moderator Variable
1st Perform basic PLSPM
                                                                                                                                                   → please note: thresholds are at 5.0 (strict) or 10.0 (relaxed)
2<sup>nd</sup> Calculate product indicator
                               = indicator 1 of influenced variable
                              = indicator 1 of moderator variable
                                = indicator 1 of interaction/moderating effect
                                                moderator 1 = rep(0, number of rows)
                                                moderator_1 [grouping_variable == "attribute"] = 1
        dataset$inter_1 = dataset$moderator_1 * dataset$variable_1
        dataset$inter_2 = dataset$moderator_1 * dataset $variable_2
        datasetSinter 3 = datasetSmoderator 2 * dataset Svariable 1
        dataset$inter_4 = dataset$moderator_2 * dataset $variable_2
3rd Perform PLSPM with interacting variable (inter)
Prof. Dr. Hendrik Godhersen: PLSPM & VIF - Key Commands
                                                                                                                                          Prof. Dr. Hendrik Godbersen: PLSPM & VIF - Key Commands
```

Variance Inflation Factors

Variance Inflation Factors
werden bei
formativen Messungen
zur Güteprüfung
des äußeren Modells
genutzt
(anstelle von Cronbach's alpha,
Dillon-Goldstein's rho etc. bei
reflektiven Messungen)



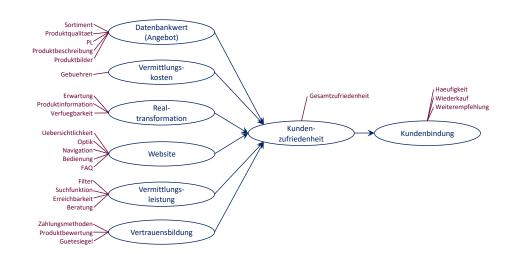
Auswertungsschritte in R

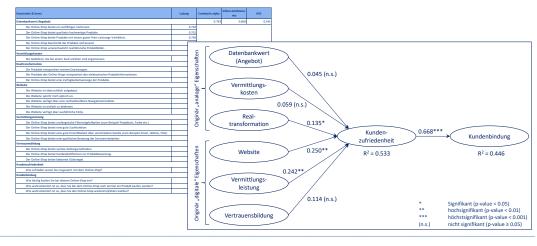


(1) Definition des inneren Modells

(2) Definition des äußeren Modells

(3) Analyse & Ergebnisse





Partial Least Squares Path Modelling

plspm-Installation, R-Befehle & Auswertungsschritte

Anwendungsaufgabe: Umsetzung einer plspm-Analyse

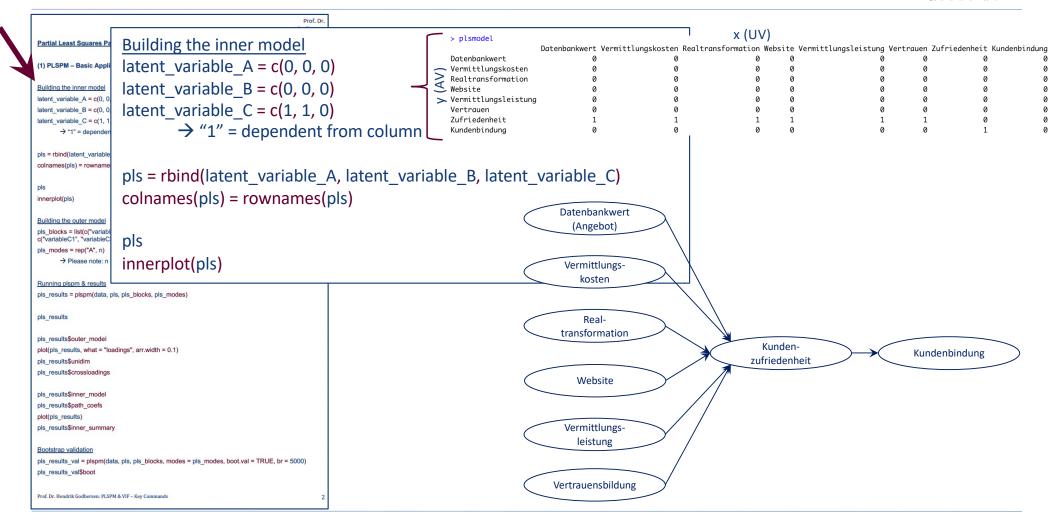
Bonus: Gruppenvergleiche mit plspm

(0) Laden von plspm & der Daten

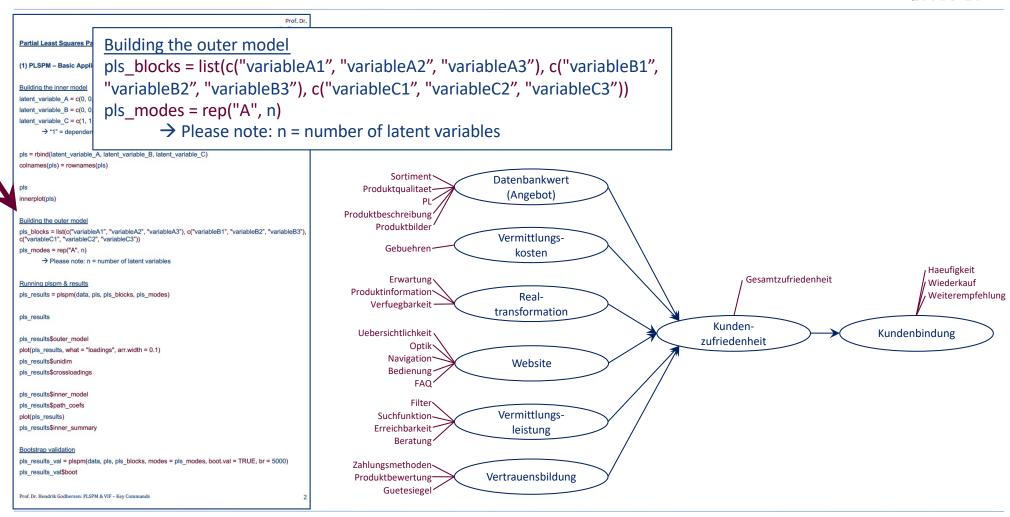
- (0.1) Legen Sie sich einen Projektordner mit den Daten (online.RData)
- (0.2) Erstellen Sie ein neues R-Script, das Sie in den Projektordner speichern
- (0.3) Laden Sie plspm mit dem Befehl: require(plspm)
- (0.4) Laden Sie die Daten über den Befehl: load("~/Desktop/R_workshop/PLSPM & VIF/online.RData")
 - → beachten Sie: der Pfad in der Klammer muss auf Ihren Speicherort der Daten angepasst werden

(1) Definition des Inneren Modells

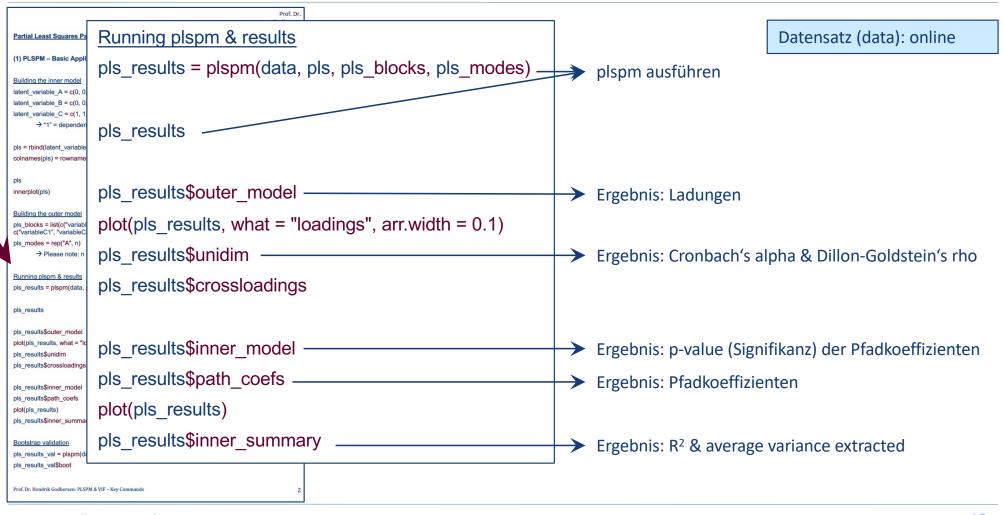
Prof. Dr. Godbersen



(2) Definition des äußeren Modells



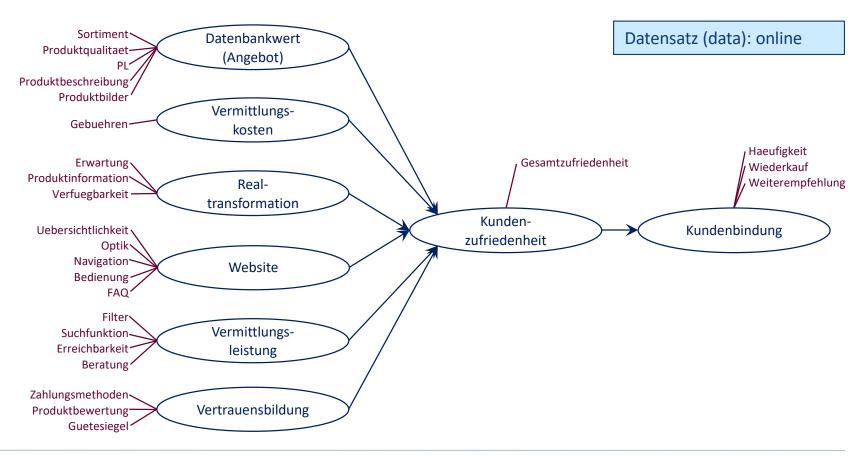
(3) Analyse & Ergebnisse



Ergebnisdarstellung

Konstrukte & Items	Ladung	Cronbachs alpha	Dillon-Goldsteins	AVE	C"Learning and Later " October March Harles (March 1997)
	Ludding		rho		Güteprüfung des äußeren Modells (Messinstrumente)
Datenbankwert (Angebot)		0.793	0.858	0.545	
Der Online-Shop bietet ein vielfältiges Sortiment.	0.724				
Der Online-Shop bietet qualitativ hochwertige Produkte.	0.752				
Der Online-Shop bietet Produkte mit einem guten Preis-Leistungs-Verhältnis.	0.756			ļ.	
Der Online-Shop beschreibt die Produkte umfassend.	0.679			ļ.	
Der Online-Shop veranschaulicht realitätsnahe Produktbilder.	0.777				
Vermittlungskosten		1.000	1.000	1.000	
Die Gebühren, die bei einem Kauf anfallen sind angemessen.	1.000				
Realtransformation		0.725	0.845	0.645	
Die Produkte entsprechen meinen Erwartungen.	0.804				
Die Produkte des Online-Shops entsprechen den elektronischen Produktinformationen.	0.823				
Der Online-Shop bietet eine Verfügbarkeitsanzeige der Produkte.	0.783				
Website		0.824	0.877	0.586	
Die Website ist übersichtlich aufgebaut.	0.749				
Die Website spricht mich optisch an.	0.766	<u>_</u>	Date	enbankwert	
Die Website verfügt über eine nachvollziehbare Navigationsfunktion.	0.852	l f	(λ
Die Website ist einfach zu bedienen.	0.765	l ha		Angebot)	
Die Website verfügt über ausführliche FAQs.	0.687	nsc			0.045 / 1
Vermittlungsleistung		Eigenschaften			\(0.045 \text{ (n.s.)} \)
Der Online-Shop bietet umfangreiche Filtermöglichkeiten (zum Beispiel Produktart, Farbe etc.)	0.735		Ver	mittlungs-	
Der Online-Shop bietet eine gute Suchfunktion.	0.750	"analoge" E	("	•	<u> </u>
Der Online-Shop bietet eine gute Erreichbarkeit über verschiedene Kanäle (zum Beispiel Email, Hotline, Chat)	0.804	e		kosten	
Der Online-Shop bietet eine qualitative Beratung der Servicemitarbeiter.	0.816	an			0.059 (n.s.)
Vertrauensbildung					0.039 (11.5.)
Der Online-Shop bietet seriöse Zahlungsmethoden.	0.711	ii.		Real-	
Der Online-Shop bietet Kundenplattformen zur Produktbewertung.	0.709	Originär,	(tran	sformation	0.135*
Der Online-Shop bietet bekannte Gütesiegel.	0.783		trai	Siormation	
Kundenzufriedenheit					Kunden- 0.668*** Kundenbindung
Wie zufrieden waren Sie insgesamt mit dem Online-Shop?	1.000				zufriedenheit
Kundenbindung		<u> </u>			0.350**
Wie häufig kaufen Sie bei diesem Online-Shop ein?	0.722	#	'	Website	$0.250**$ $R^2 = 0.533$ $R^2 = 0.446$
Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie bei dem Online-Shop noch einmal ein Produkt kaufen werden?	0.906	l les			
Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie den Online-Shop weiterempfehlen werden?	0.932	nsc			
We wanderman seed, and she derivative bright watering remain we were	0.332	igitale" Eigenschaften		mittlungs- leistung	0.242**
Pfadanalyse des inneren	Model	Originär "digitale"	Vertra	auensbildur	$ * Signifikant (p-value < 0.05) \\ ** hochsignifikant (p-value < 0.01) \\ *** höchstsignifikant (p-value < 0.001) \\ *** höchstsignifikant (p-value < 0.001) \\ (n.s.) nicht signifikant (p-value \ge 0.05) $

Empfehlung: Führen Sie die plspm-Analyse zur Festigung noch einmal komplett durch



Wiederholung der plspm-Analyse: Ergebnisse zum Abgleich

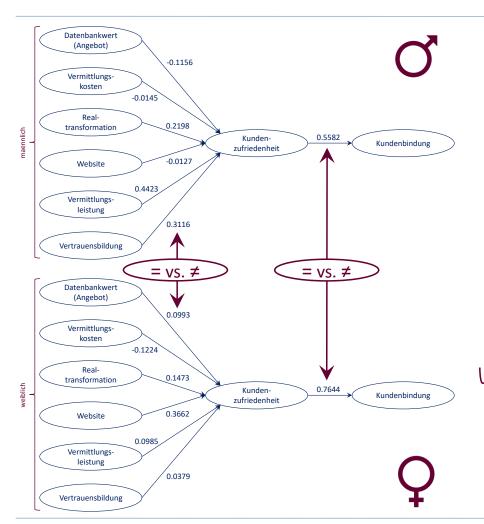
```
> plsmodel_results$outer_model
                                      block
                                               weight
                                                      loading communality redundancy
                  name
1
             Sortiment
                              Datenbankwert 0.2931245 0.7239348
                                                                  0.5240816 0.0000000
2
      Produktqualitaet
                              Datenbankwert 0.2870617 0.7519289
                                                                  0.5653970 0.0000000
3
                              Datenbankwert 0.3111177 0.7560577
                                                                  0.5716232 0.0000000
4
   Produktbeschreibung
                              Datenbankwert 0.1943223 0.6794742
                                                                  0.4616852 0.0000000
5
         Produktbilder
                              Datenbankwert 0.2633950 0.7771106
                                                                  0.6039009
                                                                            0.0000000
6
             Gebuehren
                         Vermittlungskosten 1.0000000 1.0000000
                                                                  1.0000000 0.0000000
7
             Erwartuna
                         Realtransformation 0.4358191 0.8039512
                                                                  0.6463376 0.0000000
8
    Produktinformation
                         Realtransformation 0.4155429 0.8226559
                                                                  0.6767628 0.0000000
9
        Verfuegbarkeit
                         Realtransformation 0.3932226 0.7826962
                                                                  0.6126134 0.0000000
                                                                                                      > plsmodel_results$inner_model
10
   Uebersichtlichkeit
                                    Website 0.2211283 0.7487740
                                                                  0.5606626 0.0000000
                                                                                                      $Zufriedenheit
11
                 Optik
                                    Website 0.2344888 0.7663454
                                                                  0.5872852 0.0000000
                                                                                                                                Estimate Std. Error
                                                                                                                                                          t value
                                                                                                                                                                     Pr(>|t|)
12
            Navigation
                                    Website 0.2898294 0.8521093
                                                                  0.7260902 0.0000000
                                                                                                      Intercept
                                                                                                                            2.344780e-16 0.04126227 5.682626e-15 1.0000000000
13
             Bedienuna
                                    Website 0.3259738 0.7648341
                                                                  0.5849711 0.0000000
                                                                                                                            4.519120e-02 0.07193941 6.281842e-01 0.530406527
                                                                                                      Datenbankwert
14
                   FA0
                                    Website 0.2306939 0.6868119
                                                                  0.4717106 0.0000000
                                                                                                      Vermittlungskosten
                                                                                                                            5.887234e-02 0.05323548 1.105885e+00 0.269746189
15
                Filter Vermittlungsleistung 0.3213050 0.7346530
                                                                  0.5397151 0.0000000
                                                                                                      Realtransformation
                                                                                                                           1.345815e-01 0.06431054 2.092682e+00 0.037297445
16
          Suchfunktion Vermittlungsleistung 0.3902906 0.7499799
                                                                  0.5624698 0.0000000
                                                                                                      Website
                                                                                                                            2.501342e-01 0.07808182 3.203489e+00 0.001518101
17
        Erreichbarkeit Vermittlungsleistung 0.2971477 0.8043874
                                                                  0.6470391 0.0000000
                                                                                                      Vermittlungsleistung 2.419180e-01 0.08090275 2.990232e+00 0.003041015
18
              Beratung Vermittlungsleistung 0.2845496 0.8160980
                                                                  0.6660160
                                                                            0.0000000
                                                                                                                            1.141629e-01 0.06206241 1.839486e+00 0.066925496
                                                                                                      Vertrauen
19
      Zahlungsmethoden
                                  Vertrauen 0.4745389 0.7110474
                                                                  0.5055884
                                                                             0.0000000
20
      Produktbewertung
                                  Vertrauen 0.3862438 0.7088958
                                                                  0.5025333 0.0000000
                                                                                                      $Kundenbindung
21
           Guetesieael
                                  Vertrauen 0.4962710 0.7833900
                                                                  0.6137000
                                                                             0.0000000
                                                                                                                          Estimate Std. Error
                                                                                                                                                     t value
                                                                                                                                                                 Pr(>|t|)
22 Gesamtzufriedenheit
                              Zufriedenheit 1.0000000 1.0000000
                                                                  1.0000000 0.5334946
                                                                                                                     -1.547924e-16 0.04454387 -3.475055e-15 1.000000e+00
                                                                                                      Intercept
23
           Haeufigkeit
                              Kundenbindung 0.3167624 0.7215577
                                                                  0.5206455 0.2324267
                                                                                                      Zufriedenheit 6.681469e-01 0.04454387 1.499975e+01 1.060742e-37
24
            Wiederkauf
                              Kundenbindung 0.4001318 0.9059168
                                                                  0.8206852 0.3663705
      Weiterempfehlung
                              Kundenbindung 0.4388440 0.9318838
                                                                  0.8684074 0.3876747
                                                                                         > plsmodel_results$inner_summary
> plsmodel_results$unidim
                                C.alpha
                                           DG.rho eig.1st eig.2nd
                                                                                                                    Type
                                                                                                                               R2 Block_Communality Mean_Redundancy
                                                                                                                                                                          AVE
                                                                                                              Exogenous 0.0000000
                                                                                         Datenbankwert
                                                                                                                                          0.5453376
                                                                                                                                                          0.0000000 0.5453376
                            5 0.7929792 0.8580640 2.738619 0.7829096
Datenbankwert
                            1 1.0000000 1.0000000 1.000000 0.0000000
                                                                                         Vermittlungskosten
                                                                                                               Exogenous 0.0000000
                                                                                                                                          1.0000000
                                                                                                                                                          0.0000000 1.0000000
Vermittlungskosten
Realtransformation
                            3 0.7251789 0.8452316 1.936688 0.5788722
                                                                                         Realtransformation
                                                                                                              Exogenous 0.0000000
                                                                                                                                          0.6452379
                                                                                                                                                          0.0000000 0.6452379
                                                                                                              Exogenous 0.0000000
                                                                                         Website
                                                                                                                                          0.5861439
                                                                                                                                                          0.0000000 0.5861439
Website
                            5 0.8235783 0.8769593 2.945752 0.6825395
                                                                                         Vermittlunasleistuna
                                                                                                              Exogenous 0.0000000
                                                                                                                                          0.6038100
                                                                                                                                                          0.0000000 0.6038100
Vermittlungsleistung
                            4 0.7829015 0.8611645 2.444823 0.7941202
                                                                                         Vertrauen
                                                                                                              Exogenous 0.0000000
                                                                                                                                          0.5406072
                                                                                                                                                          0.0000000 0.5406072
Vertrauen
                            3 0.5769778 0.7801720 1.630055 0.7747173
                                                                                                              Endogenous 0.5334946
                                                                                         Zufriedenheit
                                                                                                                                          1.0000000
                                                                                                                                                          0.5334946 1.0000000
                            1 1.0000000 1.0000000 1.000000 0.0000000
Zufriedenheit
                                                                                         Kundenbindung
                                                                                                              Endogenous 0.4464203
                                                                                                                                          0.7365793
                                                                                                                                                          0.3288240 0.7365793
Kundenbindung
                           3 0.8159891 0.8925174 2.210068 0.6205458
```

Partial Least Squares Path Modelling

plspm-Installation, R-Befehle & Auswertungsschritte

Anwendungsaufgabe: Umsetzung einer plspm-Analyse

Bonus: Gruppenvergleiche mit plspm



FF1: Gibt es Unterschiede in der Einflussstärke der Eigenschaften von Online-Shops auf die Kundenzufriedenheit zwischen Männern und Frauen?

FF2: Gibt es einen Unterschied in der Einflussstärke der Kundenzufriedenheit mit Online-Shops auf die Kundenbindung zwischen Männern und Frauen?

"Statistische Fragestellung": Gibt es zwischen Männern und Frauen signifikante Unterschiede bei den Pfadkoeffizienten?

(2) PLSPM - Group Comparison (2) PLSPM - Group Co 1st Perform basic PLSPN 2nd Perform group com 1st Perform basic PLSPM 2nd Perform group comparison pls group 2 results = pls group 1 = dataset[dataset\$variable == "attribute 1",] _____ (1.1) plspm für Gruppe 1 pls group 1 results = plspm(pls group 1, pls, pls blocks, modes = pls modes) 1st Perform basic PLSP 2nd Calculate product inc pls group 2 = dataset[dataset\$variable == "attribute 2",] ——— (1.2) plspm für Gruppe 2 Definitions: pls group 2 results = plspm(pls group 2, pls, pls_blocks, modes = pls_modes) dataset\$variable <- as.factor(dataset\$variable) ____ (2) Zwischenschritt → Please note: this step is required as the grouping variable must be a factor group_comparison_results = plspm.groups(pls results, dataset\$variable, method = "bootstrap") group comparison results 3) Ergebnisse 3rd Perform PLSPM wit Datensatz (data): online / Gruppierungsvariable: Geschlecht (maennlich vs. weiblich) Prof. Dr. Hendrik Godbersen: PLSPM & VIF - Key Command

Prof. Dr. Hendrik Godbersen