

# Schildvortrieb mit Tübbingausbau

Eine umweltschonende, sichere Baumethode

Herausgeber

Wissenschaftsstiftung Deutsch-Tschechisches Institut  
(WSDTI)

# Mechanised Tunnelling and Segmental Lining

For safe and environment friendly tunnelling

Published by

German-Czech Scientific Foundation  
(WSDTI)

Dieses Buch soll der weiteren Forschung und Entwicklung,  
der Aus- und Weiterbildung sowie der Baupraxis dienen.

The purpose of this book is to serve continuing research and development,  
initial and further training, and practical tunnelling.

# Der Inhalt im Überblick

## Overview of contents

<b>Zur Einführung</b> .....	<b>2</b>	<b>Introduction</b> .....	<b>2</b>
Bauliche Anlagen des unterirdischen Bauraumes .....	2	Underground structures .....	2
<b>Infrastrukturmaßnahmen der Zukunft</b> .....	<b>3</b>	<b>Infrastructure of the future</b> .....	<b>3</b>
Tunnelbau in Deutschland und international .....	5	Tunnelling in Germany and internationally .....	5
<b>Pionierarbeit in der Wirtschaft</b> .....	<b>13</b>	<b>Innovation in the industry</b> .....	<b>13</b>
Kontinuierlicher Vortrieb im Softground .....	13	Continuous tunnelling in soft ground .....	13
TIMBY .....	14	TIMBY .....	14
Tunnelsanierung .....	15	Tunnel rehabilitation .....	15
<b>Anforderungen an herzustellende unterirdische Infrastrukturbawerke</b> .....	<b>16</b>	<b>Requirements for underground infrastructure</b> .....	<b>16</b>
Dichtigkeitsklasse .....	16	Sealing category .....	16
Korrosion schläft nie .....	16	Corrosion is a constant threat .....	16
Angriffe, Angriffsgrad .....	17	Attack, degree of attack .....	17
Biogene Schwefelsäure-Korrosion in teilgefüllten Abwasserkanälen .....	18	Biogenic sulphuric acid corrosion in partly filled sewers .....	18
Brand in Straßentunneln .....	20	Fire in road tunnel .....	20
Reinigung der Abluft von Straßentunneln .....	22	Cleaning the exhaust air of road tunnels.....	22
Nutzungsdauer .....	22	Useful life.....	22
<b>Überwachung und Analyse der Lebensdauer von Tunnelbauwerken</b> .....	<b>23</b>	<b>Monitoring and analysis of the life of tunnel structures</b> .....	<b>23</b>
Einleitung .....	23	Introduction .....	23
Konzepte der Bauwerksüberwachung .....	25	Concepts of tunnel monitoring .....	25
Geotechnische Instrumentierung .....	26	Geotechnical instrumentation .....	25
Überwachung struktureller Verformungen .....	27	Monitoring of structural deformations .....	26
Dauerhaftigkeitsparameter und Korrosion .....	29	Durability parameters and corrosion .....	29
Analytische Modellierung und strukturelle Kennwertermittlung .....	31	Analytical modelling and determination of structural parameters .....	31
Schlussfolgerung .....	34	Conclusions .....	34
<b>Physik im Einsatz für die Tunnelsicherheit</b> .....	<b>36</b>	<b>Physics for tunnel safety</b> .....	<b>36</b>
Integrative Sicherheitssysteme erfordern eine gezielte Planung über physikalische Simulation und Modellbildung ....	36	Integrated safety systems based on physical simulation and modelling .....	36
Gefahrenpotenzial und Risiko .....	36	Danger potential and risk .....	36
Komplexität des unterirdischen Bauens .....	37	Complexity of underground structures .....	37
Risikoabwehr durch Risikoanalyse .....	38	Risk defence by risk analysis .....	38
Brand im Tunnel .....	39	Fire in tunnels .....	39
Physikalisches Projekt – Modellbildung unterschiedlicher Fragestellungen .....	40	Physical project – modelling of different problems .....	40
Szenarien vom ersten Spatenstich bis zum späteren Betrieb .....	40	Scenarios from ground breaking to tunnel operation .....	40
Aerodynamische Fragen .....	41	Aerodynamic questions.....	41
Hochgeschwindigkeit als Sonderfall aerodynamischer Simulation .....	42	High-speed rail traffic as a special problem in aerodynamic simulation .....	42
Thermodynamik.....	42	Thermodynamics.....	42
Mikrometeorologie – natürliche Strömung .....	43	Micrometeorology – natural air flow .....	43
<b>Brandschutzbekleidungen für den Tübbingausbau von Verkehrstunneln</b> .....	<b>45</b>	<b>Fire protection for segmental lining of traffic tunnels</b> .....	<b>45</b>
<b>Offene und geschlossene Bauverfahren</b> .....	<b>51</b>	<b>Cut-and-cover, and closed construction methods</b> .....	<b>51</b>
<b>Projektdaten</b> .....	<b>52</b>	<b>Project data</b> .....	<b>52</b>
<b>Auswahl umweltschonender, sicherer Bauverfahren zur Herstellung unterirdischer Infrastruktur (Verkehrstunnel, Ver- und Entsorgungstunnel)</b> .....	<b>53</b>	<b>Selection of environment friendly, reliable techniques for building underground infrastructure (traffic tunnels, utility tunnels)</b> .....	<b>53</b>
Einleitung .....	53	Introduction .....	53
Grundlagen .....	54	General .....	54
Entwicklung eines möglichen vergleichenden Bewertungsmodells .....	55	Development of a possible comparative assessment model .....	55
Zusammenfassung und Ausblick .....	59	Summary and outlook .....	59

<b>Schildvortriebe im Locker- und Festgestein</b> .....	<b>61</b>	<b>Shield drives in soft ground and hard rock</b> .....	<b>61</b>
<b>Ingenieurgeologische und felsmechanische Untersuchungsmethoden</b> .....	<b>61</b>	<b>Geo-engineering and rock mechanics testing methods</b> .....	<b>61</b>
Ingenieurgeologische Untersuchungsmethoden .....	61	Geo-engineering test methods .....	62
Felsmechanische Untersuchungsmethoden .....	62	Rock mechanics testing methods .....	62
<b>Geologische und hydrogeologische Erscheinungsformen</b> .....	<b>63</b>	<b>Geological and hydrogeological forms</b> .....	<b>63</b>
<b>Tunnelbohrmaschinen (TBM) und ihre Einsatzkriterien</b> .....	<b>66</b>	<b>Tunnel Boring Machines (TBM) and criteria for their use</b> .....	<b>66</b>
<b>Ortsbruststützung beim maschinellen Tunnelvortrieb</b> .....	<b>70</b>	<b>Working face support for machine tunnel driving</b> .....	<b>70</b>
Natürliche Stützung .....	70	Natural support .....	70
Mechanische Stützung .....	70	Mechanical support .....	70
Druckluftstützung .....	71	Compressed air support .....	70
Erddruckstützung .....	71	Earth pressure support .....	71
Flüssigkeitsstützung .....	72	Slurry support .....	73
<b>Seismische Vorauserkundung des Baugrundes aus der Tunnelbohrmaschine (TBM)</b> .....	<b>74</b>	<b>Seismic advance investigation of construction ground from TBM</b> .....	<b>74</b>
Funktionsprinzip .....	74	Functional principle .....	74
Entwicklungsgeschichte des SSP-Systems .....	75	Development history of the SSP system .....	75
Messbeispiele abgeschlossener Projekte .....	76	Measurement examples from completed projects .....	76
Ausblick .....	77	Outlook .....	77
<b>Cutting Tools</b> .....	<b>78</b>	<b>Cutting tools</b> .....	<b>78</b>
Einführung .....	78	Introduction .....	78
Schälmesser .....	79	Scraper tool .....	79
Räumer .....	80	Gauge cutters .....	80
Schneidrollen (Diskenmeißel) .....	80	Disc cutters .....	90
Werkzeugwechsel .....	81	Tool change .....	81
<b>Pflichtenheft der TBM</b> .....	<b>82</b>	<b>TBM specification</b> .....	<b>82</b>
<b>Mechanische Schwingungen beim maschinellen Tunnelvortrieb – Vibrationen und Schall</b> .....	<b>83</b>	<b>Mechanical vibrations in machine tunnel driving – vibrations and sound</b> .....	<b>83</b>
Allgemeines .....	83	General .....	83
Schwingungsemissionen durch Tunnelbohrmaschinen (TBM) .....	83	Vibration emissions by tunnel boring machines (TBM) .....	83
Erschütterungen .....	84	Vibrations .....	84
Schall .....	84	Sound .....	84
Dämpfung .....	84	Attenuation .....	85
Grenzwerte .....	85	Limits .....	85
Erschütterungsemissionen im Lockergestein am Beispiel der 4. Röhre des Elbtunnels in Hamburg .....	86	Vibration emissions in soft ground, the example of the 4th Tube of the Elbe Tunnel in Hamburg .....	86
Erschütterungsemissionen im Hartgestein am Beispiel des Gotthard-Basistunnels .....	88	Vibration emissions in hard rock, the example of the Gotthard Base Tunnel .....	88
<b>Förderkreisläufe beim maschinellen Tunnelvortrieb</b> .....	<b>92</b>	<b>Muck pumping circuits for TBMs</b> .....	<b>92</b>
Einleitung .....	92	Introduction .....	92
Allgemeine Auslegungskriterien .....	92	General design criteria .....	92
Betrieb .....	97	Operation .....	97
Hauptbaugruppen / Ausrüstung auf der Maschine .....	98	Main assemblies/equipment on the machine .....	98
Aushubkontrolle .....	104	Muck monitoring .....	103
Zusammenfassung .....	105	Summary .....	105
<b>Einsatz von Förderbandanlagen bei EPB-Vortrieben</b> .....	<b>106</b>	<b>The use of conveyor belt systems with EPB drives</b> .....	<b>106</b>
<b>Transportsysteme im Tunnelbau</b> .....	<b>110</b>	<b>Transport systems in tunnel building</b> .....	<b>110</b>
Systeme für den Materialtransport .....	110	Systems for material transport .....	110
Versorgungs- und Wartungsfahrzeuge .....	111	Supply and maintenance wagons .....	111
Systeme für den Personentransport .....	111	Personnel transport .....	111
Ausbausysteme .....	112	Lining systems .....	112
Fördertechnische Komponenten .....	112	Rail system components .....	112
<b>Separationstechnik</b> .....	<b>115</b>	<b>Separation equipment</b> .....	<b>115</b>

<b>Vermessungstechnik – Geräte im Einsatz bei maschinellen Tunnelvortrieben</b> .....	<b>120</b>	<b>Geodetic instrumentation for use on machine bored tunnels</b> .....	<b>120</b>
Einführung .....	120	Introduction .....	120
Entwicklung fortgeschrittener Steuerleitsysteme .....	121	Development of advanced tunnel guidance systems .....	121
Ringbaufolgeberechnungen .....	123	Ring sequencing calculations .....	123
Schildschwanzluftmessung .....	125	Tailskin clearance measurement .....	125
Schalungs- und Tübbing-Vermessung .....	126	Mould and segment measurement .....	126
Konvergenz-Messsysteme für Messringe .....	129	Ring convergence measurement .....	129
Tunnelvermessung .....	131	Tunnel survey .....	131
Kontrollierter Bohrprozess .....	131	Controlled boring process .....	131
Schlussfolgerungen .....	132	Summary .....	132
<b>Herstellungstoleranz, Bautoleranz und Vermessungstoleranz</b> .....	<b>134</b>	<b>Final tolerance, build tolerance and survey tolerance</b> .....	<b>134</b>
Herstellungstoleranz .....	134	Final tolerance .....	134
Bautoleranz .....	134	Build tolerance .....	134
Vermessungstoleranz .....	135	Survey tolerance .....	135
Toleranzfortpflanzung .....	135	Tolerance propagation .....	135
Messunsicherheit, Vertrauensniveau und Standardabweichung .....	135	Measurement uncertainty, confidence level, standard deviation .....	135
<b>Tunnelbauhandbuch</b> .....	<b>137</b>	<b>Tunnelling manual</b> .....	<b>137</b>
<b>Process-Controlling beim hoch technisierten Schildvortrieb</b> .....	<b>138</b>	<b>Process controlling in high-tech shield drives</b> .....	<b>138</b>
Einleitung .....	138	Introduction .....	138
Systemverhalten und Beobachtungsmethode .....	138	System behaviour and monitoring method .....	138
Teil- und Schlüsselprozesse .....	139	Sub-processes, key processes .....	139
Process-Controlling beim hoch mechanisierten Schildvortrieb .....	140	Process controlling in highly-automated TBMs .....	140
FEM-Simulation des Schildvortriebs .....	143	FEM simulation of shield driving .....	143
Computerbasierte Echtzeit-Datenanalyse .....	145	Computer-based real-time data analysis .....	146
Wissensbasierte Datenanalyse: Entwicklungstrends .....	147	Knowledge-based data analysis – development trends .....	147
Zusammenfassung .....	148	Summary .....	148
<b>Schachtabsenkanlagen mit Tübbingausbau</b> .....	<b>150</b>	<b>Shaft sinking systems with segmental lining</b> .....	<b>150</b>
Schachtabsenkanlage VSM 8000 .....	150	Shaft sinking system VSM 8000 .....	150
Schachtabsenkanlage VSM 7700 / 5500 .....	152	Shaft sinking system VSM 7700 / 5500 .....	152
<b>Grenzen des Rohrvortriebes durch Versagen der Ringraumstützung</b> .....	<b>156</b>	<b>Limits to pipe jacking from failure of annular gap support</b> .....	<b>156</b>
Einleitung .....	156	Introduction .....	156
Vortriebswiderstand: Mantelreibung .....	157	Advance resistance: jacket friction .....	157
Aufgabe und Bedeutung des Ringspaltes .....	158	Function and importance of the annular gap .....	158
Einfluss der Gebirgseigenschaften auf die Mantelreibung und das Gelingen des Vortriebs; Grenzen des Vortriebs .....	159	Influence of ground properties on jacket friction, and success in jacking; limits to jacking .....	159
Zusammenfassung .....	163	Summary .....	163
<b>Entwurf und Ausführung des Stahlbeton-Tübbingausbaues</b> .....	<b>165</b>	<b>Design and execution of reinforced concrete lining segments</b> .....	<b>165</b>
Ein Hinweis vorweg .....	165	Preliminary note .....	165
<b>Ringteilung und Tübbingabmessungen</b> .....	<b>165</b>	<b>Ring system and segment dimensions</b> .....	<b>165</b>
Beispiel „kleiner Tunnel“ .....	166	Example "small tunnel" .....	166
Beispiel „großer Tunnel“ .....	166	Example "big tunnel" .....	166
<b>Statisches System und konstruktive Durchbildung</b> ....	<b>169</b>	<b>Static system and design</b> .....	<b>169</b>
<b>Betonqualität</b> .....	<b>170</b>	<b>Concrete quality</b> .....	<b>170</b>
<b>Bewehrung und Alternative</b> .....	<b>171</b>	<b>Reinforcement and alternatives</b> .....	<b>171</b>
<b>Statische Berechnung einschaliger Tübbingtunnel</b> .....	<b>173</b>	<b>Structural engineering for single-layer segmental linings</b> .....	<b>173</b>
Einleitung .....	173	Introduction .....	173
Einwirkungen .....	173	Impacts .....	173
Berechnungsmodelle .....	178	Calculation models .....	178
Fazit .....	180	Summary .....	180
<b>Fugenausbildung und Ausrüstung der Tübbinge</b> .....	<b>182</b>	<b>Joint formation and fittings for segments</b> .....	<b>182</b>

<b>Dichtungsprofile für den Tübbingausbau .....</b>	<b>184</b>	<b>Gasket profiles for segment lining.....</b>	<b>184</b>
Anforderungen an moderne Tübbingdichtungen .....	184	Requirements for modern segment gaskets .....	184
Herstellung .....	184	Manufacture .....	184
Konstruktion und Material .....	184	Design and material.....	184
Toleranzen .....	188	Tolerances .....	188
Prüfungen .....	189	Tests .....	189
Montage .....	192	Assembly.....	192
Qualitätsüberwachung .....	193	Quality monitoring .....	193
Sonderprofile .....	193	Special profiles .....	193
<b>Verschluss von Fugen und Aussparungen .....</b>	<b>196</b>	<b>Closing joints and recesses .....</b>	<b>196</b>
<b>Einbautoleranzen.....</b>	<b>196</b>	<b>Installation tolerances.....</b>	<b>196</b>
<b>Verpressung der Schildspur.....</b>	<b>196</b>	<b>Grouting the tailskin track.....</b>	<b>196</b>
<b>Konvergenzen .....</b>	<b>197</b>	<b>Convergences .....</b>	<b>197</b>
<b>Sondertübbinge.....</b>	<b>197</b>	<b>Special segments .....</b>	<b>197</b>
<b>Reparaturkonzept im Tunnel .....</b>	<b>198</b>	<b>Repair concept in the tunnel .....</b>	<b>198</b>
<b>Nachdichtung von Tunneln mit einschaligem Tübbingausbau .....</b>	<b>199</b>	<b>Grouting of tunnels with single-layer segmental lining .....</b>	<b>199</b>
Einleitung.....	199	Introduction .....	199
Fugen und Risse in Tübbingtunneln .....	199	Joints and cracks in segment-lined tunnels .....	199
Nachdichtungssysteme für Tübbingfugen und Risse .....	201	Re-sealing systems for segment joints and cracks.....	201
Praktische Anwendung von Nachdichtsystemen .....	207	Practical application of re-sealing systems .....	207
Regelwerke .....	211	Regulations .....	211
Zusammenfassung .....	212	Summary .....	212
<b>Herstellung der Stahlbeton-Tübbinge .....</b>	<b>216</b>	<b>Manufacture of reinforced concrete segments .....</b>	<b>216</b>
<b>Generelle Anforderungen.....</b>	<b>216</b>	<b>General requirements.....</b>	<b>216</b>
<b>Bauzeit und Produktionsmengen.....</b>	<b>216</b>	<b>Manufacturing time and production quantities .....</b>	<b>216</b>
Produktionseinheiten pro Tag .....	216	Manufacturing units per day .....	216
<b>Schalungskonzept .....</b>	<b>217</b>	<b>Mould concept.....</b>	<b>217</b>
Konzeption der Fertigungsanlage .....	218	Concept of production plant .....	218
<b>Allgemeine Beschreibung von Tübbing-Fabrikationsanlagen .....</b>	<b>219</b>	<b>General description of segment production plants .....</b>	<b>219</b>
Umlaufanlage.....	219	Carousel system .....	219
Kapazität der Umlaufanlage.....	219	Capacity of the carousel plant .....	219
Alternative: Stationäre Tübbingproduktionsanlage .....	221	Alternative solution: stationary segment plants .....	221
Beschreibung der Tübbingschalungen .....	222	Description of segment moulds .....	222
Beschreibung der Hauptschalungskomponenten .....	224	Description of main mould components .....	224
<b>Anforderungen an den Beton aus dem Herstellungsprozess .....</b>	<b>226</b>	<b>Requirements for concrete manufacturing process .....</b>	<b>226</b>
Eignungsversuche und Probefertigung .....	227	Suitability tests and trial production .....	227
<b>Reifung, Kennzeichnung, Lagerung, Transportlogistik .....</b>	<b>228</b>	<b>Maturing, marking, storage, transport logistics .....</b>	<b>228</b>
Reifung .....	228	Maturing .....	228
Kennzeichnung .....	228	Marking .....	228
Lagerung .....	228	Storage .....	228
Transportlogistik .....	229	Transport logistics .....	229
<b>Reparaturen im Betonwerk.....</b>	<b>229</b>	<b>Repairs at the concrete works .....</b>	<b>229</b>
<b>Belastungsversuche an Tübbingen .....</b>	<b>231</b>	<b>Load tests on segments .....</b>	<b>231</b>
Allgemeines.....	231	General .....	231
Scherversuche.....	231	Shear tests .....	231
Versuch zur Verdrehsteifigkeit der Längsfuge .....	231	Test of torsional stiffness of longitudinal joint.....	231
Scheibendruckversuch .....	232	Ring pressure test .....	232
Scheiteldruckversuch .....	232	Crown pressure test .....	232
Abplatzversuch .....	233	Spalling test .....	233
Versuch zur Lastübertragung .....	233	Load transfer test .....	233
Großversuche mit Original-Tübbingringen .....	233	Full-scale tests with original segment rings .....	233

<b>Qualitätssicherung der Stahlbeton-Tübbinge</b>	<b>239</b>	<b>Quality assurance of reinforced concrete segments</b>	<b>239</b>
Zertifizierte Produktion .....	239	Certified production .....	239
Individualisierung .....	239	Individualisation .....	239
DRS-System (data recording system) .....	239	DRS system (data recording system) .....	239
<b>Geometrische Toleranzen der Tübbinge und Tübbingringe</b>	<b>241</b>	<b>Geometric tolerances of segments and segment rings</b>	<b>241</b>
Einführung .....	241	Introduction .....	241
Geometrie des Tübbingrings .....	241	Geometry of segment ring .....	241
Messverfahren .....	242	Measurement procedure .....	242
Festlegung der Toleranzen am Einzeltübbing und am aufgebauten Ring .....	244	Specification of tolerances on individual segment and assembled ring .....	244
Äußere Einflüsse auf die Messwerte .....	245	External influences on measurement data .....	245
Vorgehen bei Überschreitung der Herstelltoleranzen .....	245	Procedure if manufacturing tolerances are exceeded .....	245
Prüfhäufigkeit .....	247	Inspection frequency .....	247
<b>Geometrische Qualitätssicherung in der Tübbingherstellung</b>	<b>248</b>	<b>Geometrical quality assurance in segment manufacture</b>	<b>248</b>
Aufgaben und Zielsetzung der geometrischen Qualitätssicherung (QS) .....	248	Tasks and goals of geometrical quality assurance (QA) .....	248
Beschreibung der geometrischen Anforderungen und Kriterien .....	249	Description of geometrical requirements and criteria .....	249
Auswahl geeigneter Messtechnik .....	251	Selection of appropriate measurement equipment .....	251
Beschreibung zum Analyseverfahren .....	253	Description of analysis procedure .....	253
Geometrische QS in den Phasen der Segment-Produktion .....	255	Geometrical quality assurance in segment production phases .....	255
Schlussbetrachtung und Ausblick .....	258	Conclusions and outlook .....	258
<b>QM-Plan</b>	<b>260</b>	<b>QM Plan</b>	<b>260</b>
<b>Einzelheiten zur Qualitätssicherung der Tübbinge und zum Reparaturkonzept im Betonwerk</b>	<b>261</b>	<b>Details of quality assurance of segments and repair concept at concrete works</b>	<b>261</b>
Qualitätsmanagement-Plan (QM-Plan), Risiko- und Prozessmanagement .....	261	Quality Management Plan (QM Plan), risk and process management .....	261
Reparaturkonzept im Betonwerk .....	264	Repair concept at concrete plant .....	264
<b>Aspekte der Bemessung von faserverstärkten Tübbingen</b>	<b>266</b>	<b>Design aspects of SFRC tunnel segments</b>	<b>266</b>
Einleitung .....	266	Introduction .....	266
Stahlfaserbeton für Tunnelschalen .....	268	Steel fiber reinforced concrete for tunnel lining .....	268
Aspekte zur Bemessung von Tübbingelementen .....	269	Design aspects for precast tunnel segments .....	269
Schlussfolgerungen .....	273	Concluding remarks .....	273
<b>Tübbinge aus Polymerbeton</b>	<b>276</b>	<b>Polymer concrete segments</b>	<b>276</b>
Erläuterungen zum Werkstoff .....	276	Notes on the material .....	276
Tunnelbau in Polymerbeton .....	277	Tunnel lining made of polymer concrete .....	277
<b>Weltweite Infrastrukturinvestitionen</b>	<b>278</b>	<b>Global infrastructure investments</b>	<b>278</b>
<b>Einschaliger / Zweischaliger Ausbau</b>	<b>279</b>	<b>Single / Two-layer lining</b>	<b>279</b>
Ermittlung der Schildaußendurchmesser bei unterschiedlichen Ausbaumethoden .....	279	Determination of shield outer diameter for different lining methods .....	279
Beispiele .....	279	Examples .....	279
Ermittlung der Herstellungskosten von Stahlbeton-Tübbingen .....	280	Determination of manufacturing cost of reinforced concrete segments .....	280
Beispielkalkulation DN 10.000 mm / 450 mm / 2.000 mm .....	280	Example calculation DN 10,000 mm / 450 mm / 2,000 mm .....	280
<b>Hinweise auf zu beachtende Normen, Vorschriften und Richtlinien</b>	<b>282</b>	<b>Notes on standards, regulations and guidelines to be observed</b>	<b>282</b>
<b>Schlussbetrachtungen</b>	<b>283</b>	<b>Concluding note</b>	<b>283</b>
<b>Literaturhinweise</b>	<b>284</b>	<b>Literature</b>	<b>284</b>
<b>Verzeichnis der Autoren</b>	<b>286</b>	<b>List of contributors</b>	<b>286</b>