

# ENERGETISCHE FLEXIBILISIERUNGSPOTENZIALE IN DER WIRTSCHAFT

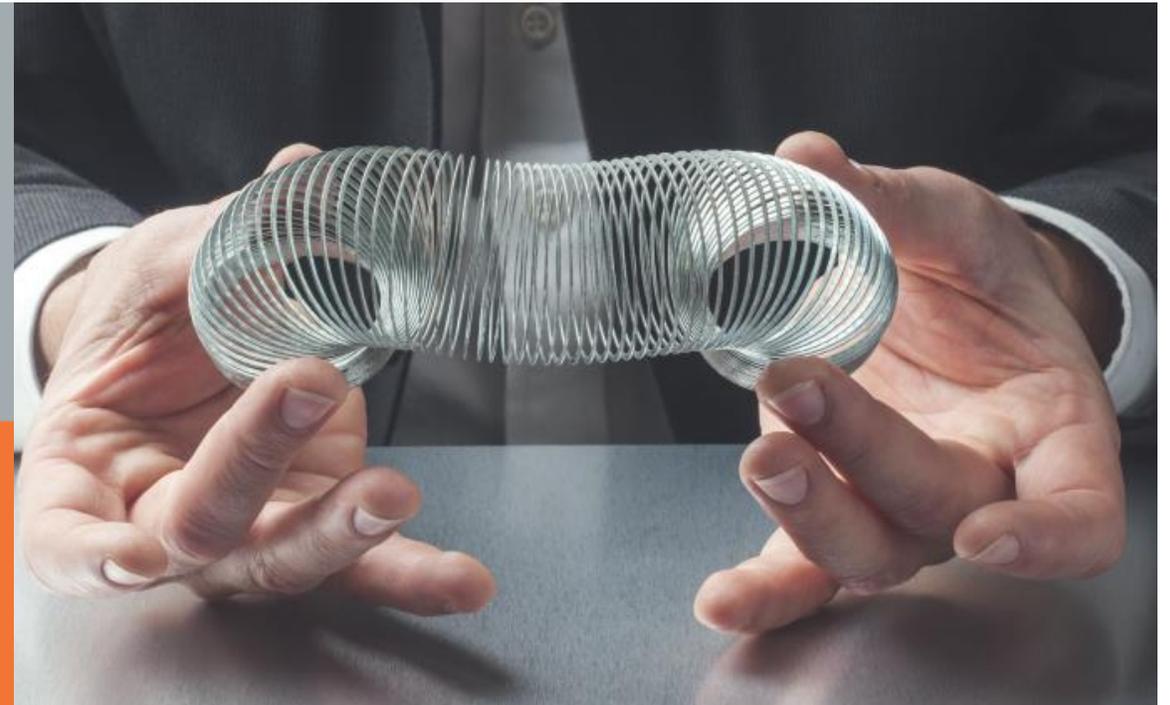
Dr. André Naumann

ENERGIEBERATERTREFFEN Sachsen-Anhalt 2020 | 13.11.2020



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FABRIKBETRIEB UND -AUTOMATISIERUNG IFF, MAGDEBURG

PROSPEKTIVE FLEXIBILITÄTSOPTIONEN  
IN DER PRODUZIERENDEN INDUSTRIE



# AGENDA

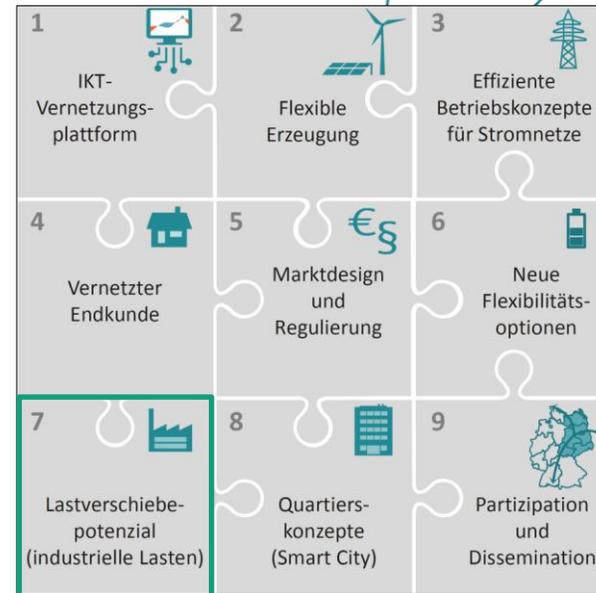
- Hintergrund, Kontext und Motivation
- Inhaltlicher Einblick
  - **FLEXIBILITÄTEN IDENTIFIZIEREN**
  - **FLEXIBILITÄTEN MODELLIEREN**
  - **FLEXIBILITÄTEN VERMARKTEN**
- Kernaussagen und Best Practices
- Zusammenfassung und Ausblick

Inhalt	
Executive Sum	
1	2.3.2 Branchenbetrachtung
Einführung	2.3.3 Technologisches Flexibilitätspotenzial
1.1	Motivation und
1.2	Methodik, Struk
1.3	Querschnitt ergi
2	3 Flexibilitäten modellieren
2.1	3.1 Methoden
2.2	3.1.1 Flexgrafien
2.2.1	3.1.2 Puffercharakteristiken
2.2.2	3.1.3 Variable und fixe Leistungsprofile
2.2.2.1	3.1.4 15-min-Energiewerte
2.2.2.2	3.2 Zielstrukturen
2.2.2.3	3.2.1 Maximaler Warendurchsatz
2.2.2.4	3.2.2 Lastspitzenminimierung
2.2.3	3.2.3 Effizienzsteigerung
2.2.3.1	3.2.4 Marktgetriebene Lastanpassung
2.2.3.2	3.3 Bewertungsgroßen
2.2.3.3	3.4 Standardisierung
2.2.3.4	3.4.1 Konzepte und Modelle
2.2.3.4.1	3.4.1.1 DIN SPEC 91366
2.2.3.4.2	3.4.1.2 DIN SPEC 91410-1
2.2.3.4.3	3.4.1.3 USEF Energy
2.2.3.4.4	3.4.2 Kommunikationsprotokolle
2.2.3.4.5	3.4.2.1 EEBUS
2.2.3.4.6	3.4.2.2 openADR
2.2.3.4.7	3.4.2.3 VHP ready
2.2.3.4.8	3.4.2.4 Strombedarf im
2.2.3.4.9	3.4.2.5
2.2.3.4.10	3.4.2.6
2.2.3.4.11	3.4.2.7
2.2.3.4.12	3.4.2.8
2.2.3.4.13	3.4.2.9
2.2.3.4.14	3.4.2.10
2.2.3.4.15	3.4.2.11
2.2.3.4.16	3.4.2.12
2.2.3.4.17	3.4.2.13
2.2.3.4.18	3.4.2.14
2.2.3.4.19	3.4.2.15
2.2.3.4.20	3.4.2.16
2.2.3.4.21	3.4.2.17
2.2.3.4.22	3.4.2.18
2.2.3.4.23	3.4.2.19
2.2.3.4.24	3.4.2.20
2.2.3.4.25	3.4.2.21
2.2.3.4.26	3.4.2.22
2.2.3.4.27	3.4.2.23
2.2.3.4.28	3.4.2.24
2.2.3.4.29	3.4.2.25
2.2.3.4.30	3.4.2.26
2.2.3.4.31	3.4.2.27
2.2.3.4.32	3.4.2.28
2.2.3.4.33	3.4.2.29
2.2.3.4.34	3.4.2.30
2.2.3.4.35	3.4.2.31
2.2.3.4.36	3.4.2.32
2.2.3.4.37	3.4.2.33
2.2.3.4.38	3.4.2.34
2.2.3.4.39	3.4.2.35
2.2.3.4.40	3.4.2.36
2.2.3.4.41	3.4.2.37
2.2.3.4.42	3.4.2.38
2.2.3.4.43	3.4.2.39
2.2.3.4.44	3.4.2.40
2.2.3.4.45	3.4.2.41
2.2.3.4.46	3.4.2.42
2.2.3.4.47	3.4.2.43
2.2.3.4.48	3.4.2.44
2.2.3.4.49	3.4.2.45
2.2.3.4.50	3.4.2.46
2.2.3.4.51	3.4.2.47
2.2.3.4.52	3.4.2.48
2.2.3.4.53	3.4.2.49
2.2.3.4.54	3.4.2.50
2.2.3.4.55	3.4.2.51
2.2.3.4.56	3.4.2.52
2.2.3.4.57	3.4.2.53
2.2.3.4.58	3.4.2.54
2.2.3.4.59	3.4.2.55
2.2.3.4.60	3.4.2.56
2.2.3.4.61	3.4.2.57
2.2.3.4.62	3.4.2.58
2.2.3.4.63	3.4.2.59
2.2.3.4.64	3.4.2.60
2.2.3.4.65	3.4.2.61
2.2.3.4.66	3.4.2.62
2.2.3.4.67	3.4.2.63
2.2.3.4.68	3.4.2.64
2.2.3.4.69	3.4.2.65
2.2.3.4.70	3.4.2.66
2.2.3.4.71	3.4.2.67
2.2.3.4.72	3.4.2.68
2.2.3.4.73	3.4.2.69
2.2.3.4.74	3.4.2.70
2.2.3.4.75	3.4.2.71
2.2.3.4.76	3.4.2.72
2.2.3.4.77	3.4.2.73
2.2.3.4.78	3.4.2.74
2.2.3.4.79	3.4.2.75
2.2.3.4.80	3.4.2.76
2.2.3.4.81	3.4.2.77
2.2.3.4.82	3.4.2.78
2.2.3.4.83	3.4.2.79
2.2.3.4.84	3.4.2.80
2.2.3.4.85	3.4.2.81
2.2.3.4.86	3.4.2.82
2.2.3.4.87	3.4.2.83
2.2.3.4.88	3.4.2.84
2.2.3.4.89	3.4.2.85
2.2.3.4.90	3.4.2.86
2.2.3.4.91	3.4.2.87
2.2.3.4.92	3.4.2.88
2.2.3.4.93	3.4.2.89
2.2.3.4.94	3.4.2.90
2.2.3.4.95	3.4.2.91
2.2.3.4.96	3.4.2.92
2.2.3.4.97	3.4.2.93
2.2.3.4.98	3.4.2.94
2.2.3.4.99	3.4.2.95
2.2.3.4.100	3.4.2.96
2.2.3.4.101	3.4.2.97
2.2.3.4.102	3.4.2.98
2.2.3.4.103	3.4.2.99
2.2.3.4.104	3.4.2.100
2.2.3.4.105	3.4.2.101
2.2.3.4.106	3.4.2.102
2.2.3.4.107	3.4.2.103
2.2.3.4.108	3.4.2.104
2.2.3.4.109	3.4.2.105
2.2.3.4.110	3.4.2.106
2.2.3.4.111	3.4.2.107
2.2.3.4.112	3.4.2.108
2.2.3.4.113	3.4.2.109
2.2.3.4.114	3.4.2.110
2.2.3.4.115	3.4.2.111
2.2.3.4.116	3.4.2.112
2.2.3.4.117	3.4.2.113
2.2.3.4.118	3.4.2.114
2.2.3.4.119	3.4.2.115
2.2.3.4.120	3.4.2.116
2.2.3.4.121	3.4.2.117
2.2.3.4.122	3.4.2.118
2.2.3.4.123	3.4.2.119
2.2.3.4.124	3.4.2.120
2.2.3.4.125	3.4.2.121
2.2.3.4.126	3.4.2.122
2.2.3.4.127	3.4.2.123
2.2.3.4.128	3.4.2.124
2.2.3.4.129	3.4.2.125
2.2.3.4.130	3.4.2.126
2.2.3.4.131	3.4.2.127
2.2.3.4.132	3.4.2.128
2.2.3.4.133	3.4.2.129
2.2.3.4.134	3.4.2.130
2.2.3.4.135	3.4.2.131
2.2.3.4.136	3.4.2.132
2.2.3.4.137	3.4.2.133
2.2.3.4.138	3.4.2.134
2.2.3.4.139	3.4.2.135
2.2.3.4.140	3.4.2.136
2.2.3.4.141	3.4.2.137
2.2.3.4.142	3.4.2.138
2.2.3.4.143	3.4.2.139
2.2.3.4.144	3.4.2.140
2.2.3.4.145	3.4.2.141
2.2.3.4.146	3.4.2.142
2.2.3.4.147	3.4.2.143
2.2.3.4.148	3.4.2.144
2.2.3.4.149	3.4.2.145
2.2.3.4.150	3.4.2.146
2.2.3.4.151	3.4.2.147
2.2.3.4.152	3.4.2.148
2.2.3.4.153	3.4.2.149
2.2.3.4.154	3.4.2.150
2.2.3.4.155	3.4.2.151
2.2.3.4.156	3.4.2.152
2.2.3.4.157	3.4.2.153
2.2.3.4.158	3.4.2.154
2.2.3.4.159	3.4.2.155
2.2.3.4.160	3.4.2.156
2.2.3.4.161	3.4.2.157
2.2.3.4.162	3.4.2.158
2.2.3.4.163	3.4.2.159
2.2.3.4.164	3.4.2.160
2.2.3.4.165	3.4.2.161
2.2.3.4.166	3.4.2.162
2.2.3.4.167	3.4.2.163
2.2.3.4.168	3.4.2.164
2.2.3.4.169	3.4.2.165
2.2.3.4.170	3.4.2.166
2.2.3.4.171	3.4.2.167
2.2.3.4.172	3.4.2.168
2.2.3.4.173	3.4.2.169
2.2.3.4.174	3.4.2.170
2.2.3.4.175	3.4.2.171
2.2.3.4.176	3.4.2.172
2.2.3.4.177	3.4.2.173
2.2.3.4.178	3.4.2.174
2.2.3.4.179	3.4.2.175
2.2.3.4.180	3.4.2.176
2.2.3.4.181	3.4.2.177
2.2.3.4.182	3.4.2.178
2.2.3.4.183	3.4.2.179
2.2.3.4.184	3.4.2.180
2.2.3.4.185	3.4.2.181
2.2.3.4.186	3.4.2.182
2.2.3.4.187	3.4.2.183
2.2.3.4.188	3.4.2.184
2.2.3.4.189	3.4.2.185
2.2.3.4.190	3.4.2.186
2.2.3.4.191	3.4.2.187
2.2.3.4.192	3.4.2.188
2.2.3.4.193	3.4.2.189
2.2.3.4.194	3.4.2.190
2.2.3.4.195	3.4.2.191
2.2.3.4.196	3.4.2.192
2.2.3.4.197	3.4.2.193
2.2.3.4.198	3.4.2.194
2.2.3.4.199	3.4.2.195
2.2.3.4.200	3.4.2.196
2.2.3.4.201	3.4.2.197
2.2.3.4.202	3.4.2.198
2.2.3.4.203	3.4.2.199
2.2.3.4.204	3.4.2.200
2.2.3.4.205	3.4.2.201
2.2.3.4.206	3.4.2.202
2.2.3.4.207	3.4.2.203
2.2.3.4.208	3.4.2.204
2.2.3.4.209	3.4.2.205
2.2.3.4.210	3.4.2.206
2.2.3.4.211	3.4.2.207
2.2.3.4.212	3.4.2.208
2.2.3.4.213	3.4.2.209
2.2.3.4.214	3.4.2.210
2.2.3.4.215	3.4.2.211
2.2.3.4.216	3.4.2.212
2.2.3.4.217	3.4.2.213
2.2.3.4.218	3.4.2.214
2.2.3.4.219	3.4.2.215
2.2.3.4.220	3.4.2.216
2.2.3.4.221	3.4.2.217
2.2.3.4.222	3.4.2.218
2.2.3.4.223	3.4.2.219
2.2.3.4.224	3.4.2.220
2.2.3.4.225	3.4.2.221
2.2.3.4.226	3.4.2.222
2.2.3.4.227	3.4.2.223
2.2.3.4.228	3.4.2.224
2.2.3.4.229	3.4.2.225
2.2.3.4.230	3.4.2.226
2.2.3.4.231	3.4.2.227
2.2.3.4.232	3.4.2.228
2.2.3.4.233	3.4.2.229
2.2.3.4.234	3.4.2.230
2.2.3.4.235	3.4.2.231
2.2.3.4.236	3.4.2.232
2.2.3.4.237	3.4.2.233
2.2.3.4.238	3.4.2.234
2.2.3.4.239	3.4.2.235
2.2.3.4.240	3.4.2.236
2.2.3.4.241	3.4.2.237
2.2.3.4.242	3.4.2.238
2.2.3.4.243	3.4.2.239
2.2.3.4.244	3.4.2.240
2.2.3.4.245	3.4.2.241
2.2.3.4.246	3.4.2.242
2.2.3.4.247	3.4.2.243
2.2.3.4.248	3.4.2.244
2.2.3.4.249	3.4.2.245
2.2.3.4.250	3.4.2.246
2.2.3.4.251	3.4.2.247
2.2.3.4.252	3.4.2.248
2.2.3.4.253	3.4.2.249
2.2.3.4.254	3.4.2.250
2.2.3.4.255	3.4.2.251
2.2.3.4.256	3.4.2.252
2.2.3.4.257	3.4.2.253
2.2.3.4.258	3.4.2.254
2.2.3.4.259	3.4.2.255
2.2.3.4.260	3.4.2.256
2.2.3.4.261	3.4.2.257
2.2.3.4.262	3.4.2.258
2.2.3.4.263	3.4.2.259
2.2.3.4.264	3.4.2.260
2.2.3.4.265	3.4.2.261
2.2.3.4.266	3.4.2.262
2.2.3.4.267	3.4.2.263
2.2.3.4.268	3.4.2.264
2.2.3.4.269	3.4.2.265
2.2.3.4.270	3.4.2.266
2.2.3.4.271	3.4.2.267
2.2.3.4.272	3.4.2.268
2.2.3.4.273	3.4.2.269
2.2.3.4.274	3.4.2.270
2.2.3.4.275	3.4.2.271
2.2.3.4.276	3.4.2.272
2.2.3.4.277	3.4.2.273
2.2.3.4.278	3.4.2.274
2.2.3.4.279	3.4.2.275
2.2.3.4.280	3.4.2.276
2.2.3.4.281	3.4.2.277
2.2.3.4.282	3.4.2.278
2.2.3.4.283	3.4.2.279
2.2.3.4.284	3.4.2.280
2.2.3.4.285	3.4.2.281
2.2.3.4.286	3.4.2.282
2.2.3.4.287	3.4.2.283
2.2.3.4.288	3.4.2.284
2.2.3.4.289	3.4.2.285
2.2.3.4.290	3.4.2.286
2.2.3.4.291	3.4.2.287
2.2.3.4.292	3.4.2.288
2.2.3.4.293	3.4.2.289
2.2.3.4.294	3.4.2.290
2.2.3.4.295	3.4.2.291
2.2.3.4.296	3.4.2.292
2.2.3.4.297	3.4.2.293
2.2.3.4.298	3.4.2.294
2.2.3.4.299	3.4.2.295
2.2.3.4.300	3.4.2.296
2.2.3.4.301	3.4.2.297
2.2.3.4.302	3.4.2.298
2.2.3.4.303	3.4.2.299
2.2.3.4.304	3.4.2.300
2.2.3.4.305	3.4.2.301
2.2.3.4.306	3.4.2.302
2.2.3.4.307	3.4.2.303
2.2.3.4.308	3.4.2.304
2.2.3.4.309	3.4.2.305
2.2.3.4.310	3.4.2.306
2.2.3.4.311	3.4.2.307
2.2.3.4.312	3.4.2.308
2.2.3.4.313	3.4.2.309
2.2.3.4.314	3.4.2.310
2.2.3.4.315	3.4.2.311
2.2.3.4.316	3.4.2.312
2.2.3.4.317	3.4.2.313
2.2.3.4.318	3.4.2.314
2.2.3.4.319	3.4.2.315
2.2.3.4.320	3.4.2.316
2.2.3.4.321	3.4.2.317
2.2.3.4.322	3.4.2.318
2.2.3.4.323	3.4.2.319
2.2.3.4.324	3.4.2.320
2.2.3.4.325	3.4.2.321
2.2.3.4.326	3.4.2.322
2.2.3.4.327	3.4.2.323
2.2.3.4.328	3.4.2.324
2.2.3.4.329	3.4.2.325
2.2.3.4.330	3.4.2.326
2.2.3.4.331	3.4.2.327
2.2.3.4.332	3.4.2.328
2.2.3.4.333	3.4.2.329
2.2.3.4.334	3.4.2.330
2.2.3.4.335	3.4.2.331
2.2.3.4.336	3.4.2.332
2.2.3.4.337	3.4.2.333
2.2.3.4.338	3.4.2.334
2.2.3.4.339	3.4.2.335
2.2.3.4.340	3.4.2.336
2.2.3.4.341	3.4.2.337
2.2.3.4.342	3.4.2.338
2.2.3.4.343	3.4.2.339
2.2.3.4.344	3.4.2.340
2.2.3.4.345	3.4.2.341
2.2.	

# Schaufenster »WindNODE«

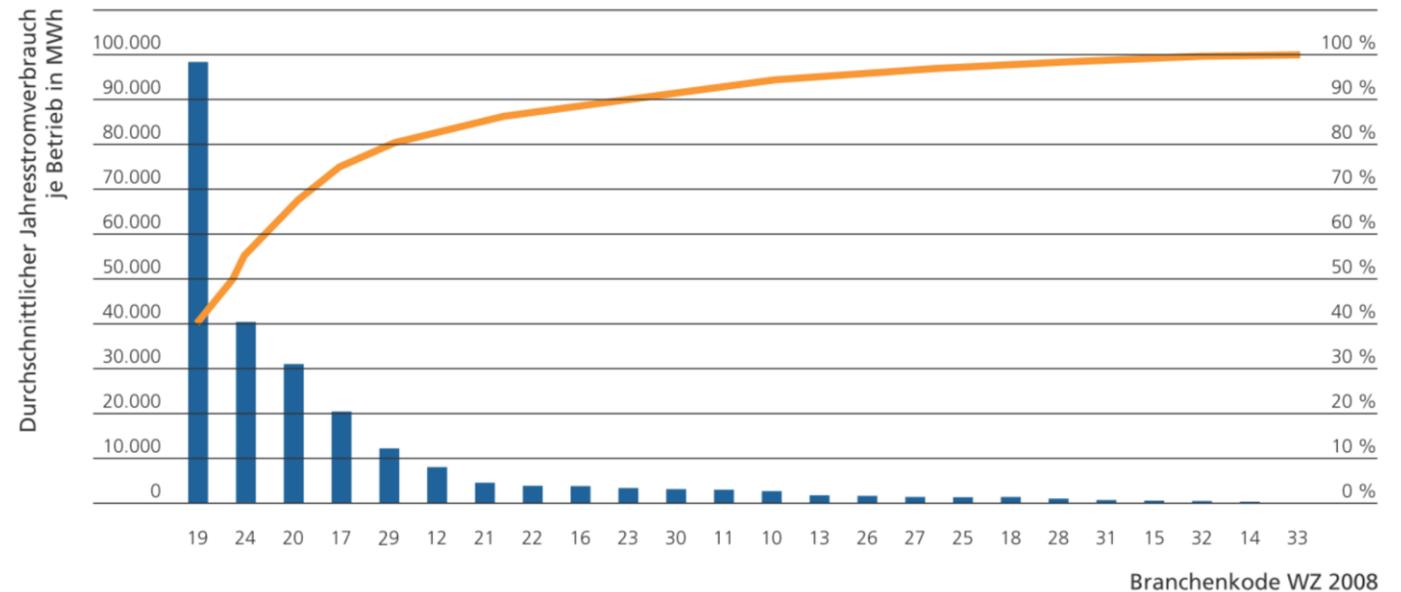
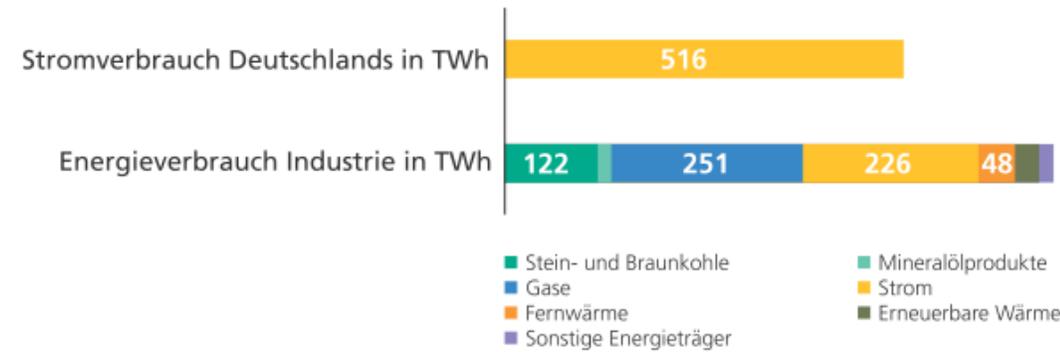
## Energiewende in Deutschland

- ✓ **Stärkung des Marktes für Flexibilitäten** und mehr Systemverantwortung für Bilanzkreismanager und Aggregatoren
- ✓ **Innovationen für den Massenmarkt**, die das alte Geschäftsmodell des mengenbasierten Energieabsatzes ergänzen
- ✓ **Gesellschaftliche Verankerung** durch Nutzerorientierung, Partizipation und Leuchtturm für die Energiewende
- ✓ **IKT-Standards *made in Germany***, mit denen Deutschland auch in IKT-Fragen zum Vordenker der Energiewende wird



# Ein Blick in die deutsche Industrielandchaft ...

- Industrie macht knapp 44% des deutschen Strombedarfs aus
- Signifikante Rolle der energieintensiven Industrie (ca. 50% davon)
- Hohe Heterogenität und Diversität
- Breites Technologie- und Maßnahmenspektrum erforderlich



19 – Kokerei und Mineralöl | 24 – Metallerzeugung und -bearbeitung | 20 – Herstellung von chem. Erzeugnissen | 17 – Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus | 29 – Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen | 12 – Tabakverarbeitung | 21 – Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen | ...

# Wertversprechen

Die WindNODE FlexStudie bietet dem Leser drei Wertversprechen, um bezüglich des Einsatzes von energetischer Flexibilität zu informieren, zu sensibilisieren und zu befähigen:

I. **ENZYKLOPÄDIE** der Flexibilitätsoptionen in produzierenden Unternehmen basierend auf dem Stand der Entwicklung und entsprechender Veröffentlichungen

II. **Vermarktungsansätze (MAKLER)** für Flexibilität nach gängigem Recht sowie zukünftig

III. **WERKZEUGKASTEN** für die Identifikation, Modellierung, Kommunikation und wirtschaftliche Nutzbarmachung von Flexibilitäten

# Flexibilität – Begriffsdefinition und Kontext

*Flexibilität ist Fähigkeit einer energie- bzw. leistungsrelevanten Erzeuger-, Verbraucher- oder Speicheranlage, sich schnell und mit geringem Aufwand an Markt- oder Systemsignale des Energiesektors anzupassen.*

(gemäß DIN SPEC 91366)

- Positive Flexibilität = Reduzierung der entnommenen Anschlussleistung  
(entweder durch Verringerung des Verbrauchs oder durch Erhöhung der Eigenerzeugung)
- Negative Flexibilität = Erhöhung der entnommenen Anschlussleistung  
(entweder durch Erhöhung des Verbrauchs oder durch Verringerung der Eigenerzeugung)
- **DILEMMA** zwischen Flexibilität und Energieeffizienz

# Flexibilitäten IDENTIFIZIEREN

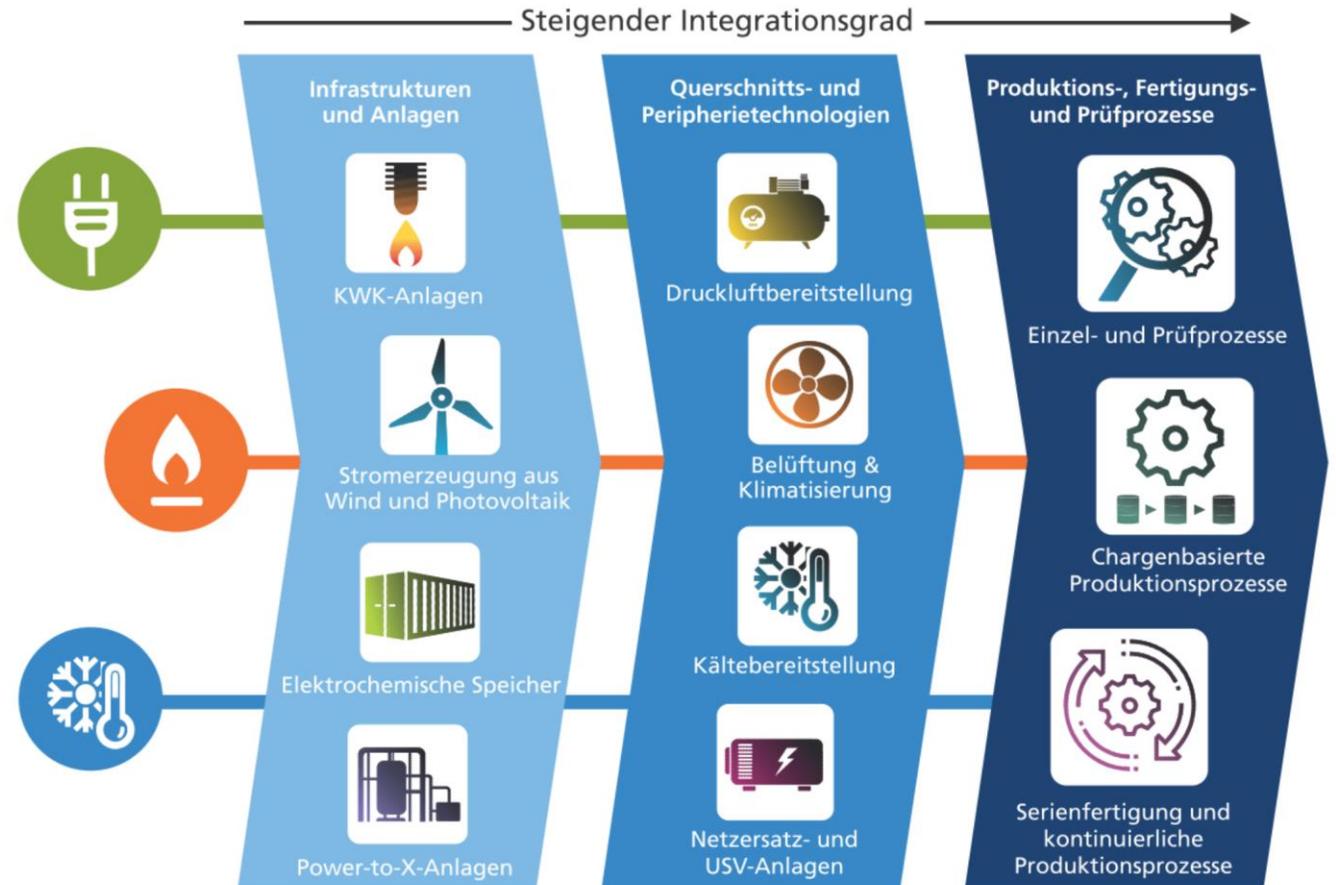
## Klassifizierung von Anlagen und Komponenten zur Flexibilitätserbringung

### ■ Klassifizierung nach Integrationsgrad

1. Infrastrukturen und Anlagen
2. Querschnitts und Peripherietechnologien
3. Produktions-, Fertigungs- und Prüfstände

### ■ Merkmalsunterscheidung nach

- Abhängigkeit des Produktes bzw. des Kerngeschäfts
- Leistung bzw. Kapazität
- Automatisierungsgrad
- Komplexität der Nutzbarmachung
- Und weitere ...

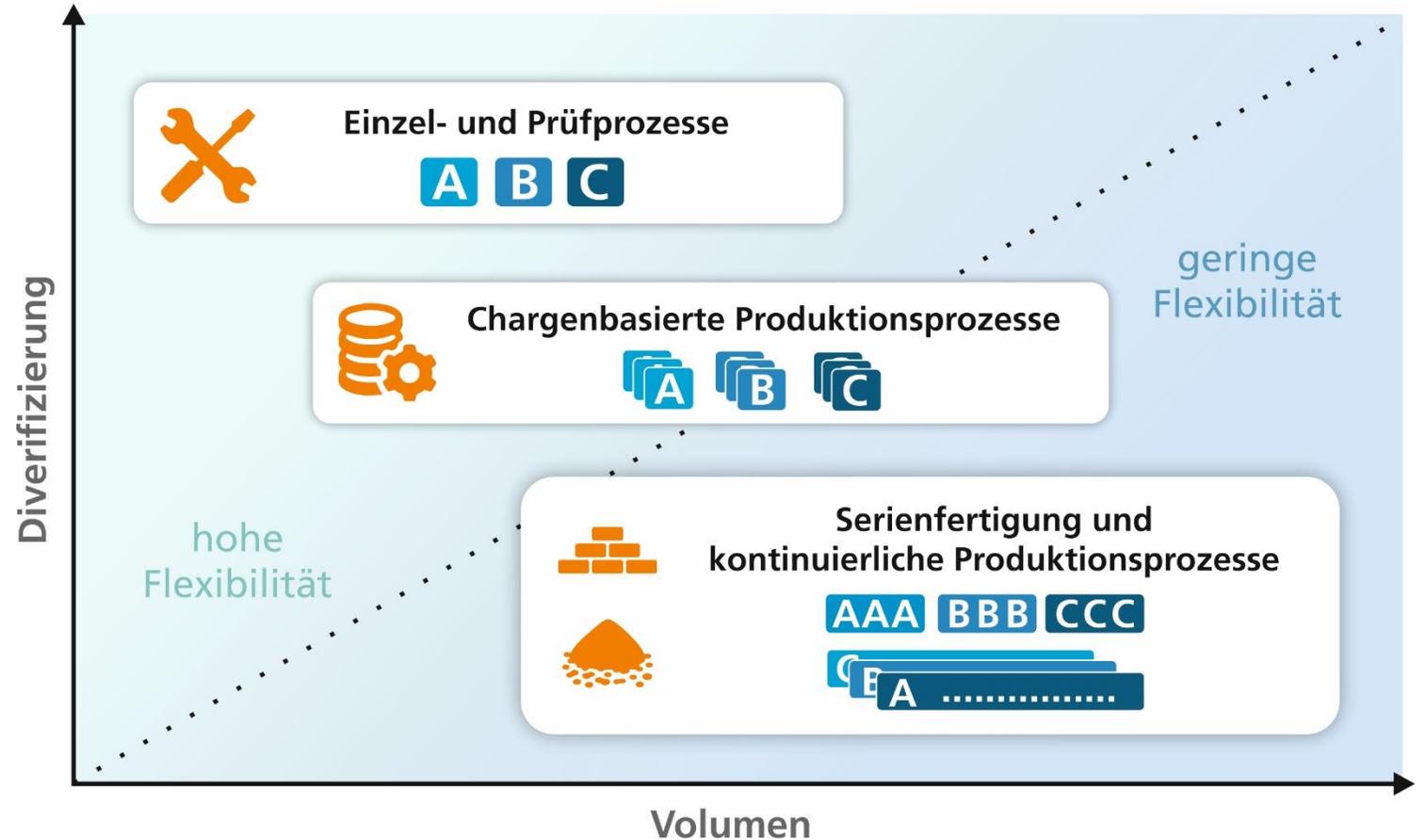


# Flexibilitäten IDENTIFIZIEREN

## Bewertung von industriellen Prozessen

Unterstützung des Lesers bei folgende Fragen:

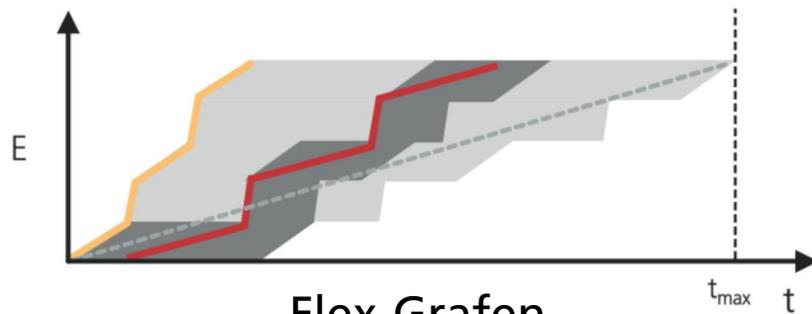
- Wo ist Flexibilität versteckt?
- Wie hoch ist diese?
- Was muss ich tun, um diese nutzbar machen zu können?
- Was bekomme ich dafür?
- Lohnt es sich dafür, erhöhten Aufwand zu betreiben?



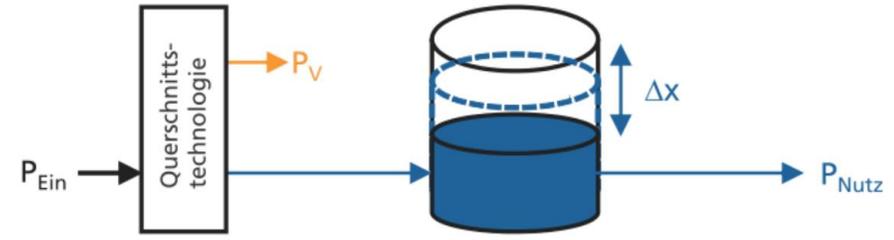
# Flexibilitäten **MODELLIEREN**

Zeit		Fahrplan	Positive Flexibilität			Negative Flexibilität	
Von	bis	Leistung in MW	Leistung in MW	Preis in Euro/MW	Leistung in MW	Preis in Euro/MW	
16:00	16:15	20	5,0	80	2,0	70	
16:15	16:30	20	7,0	80	1,0	70	
16:30	16:45	20	3,0	80	6,0	70	
...	...	...	...	...	...	...	

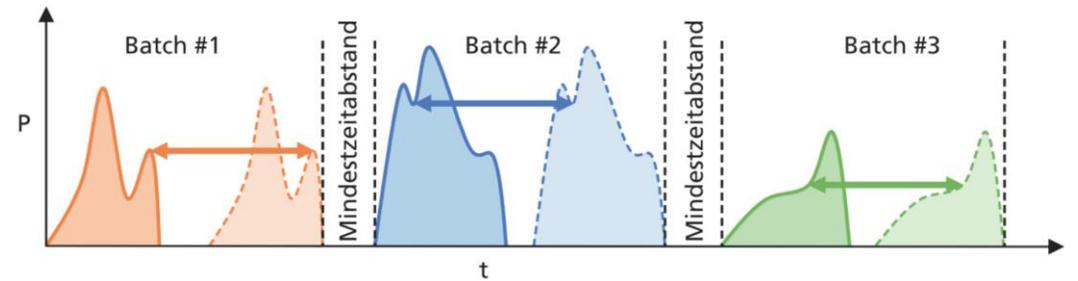
**15-min-Energiewerte**  
(z.B. Kraftwerkseinsatzpläne)



**Flex-Grafen**  
(z.B. Arbeitsschrittfolgen)



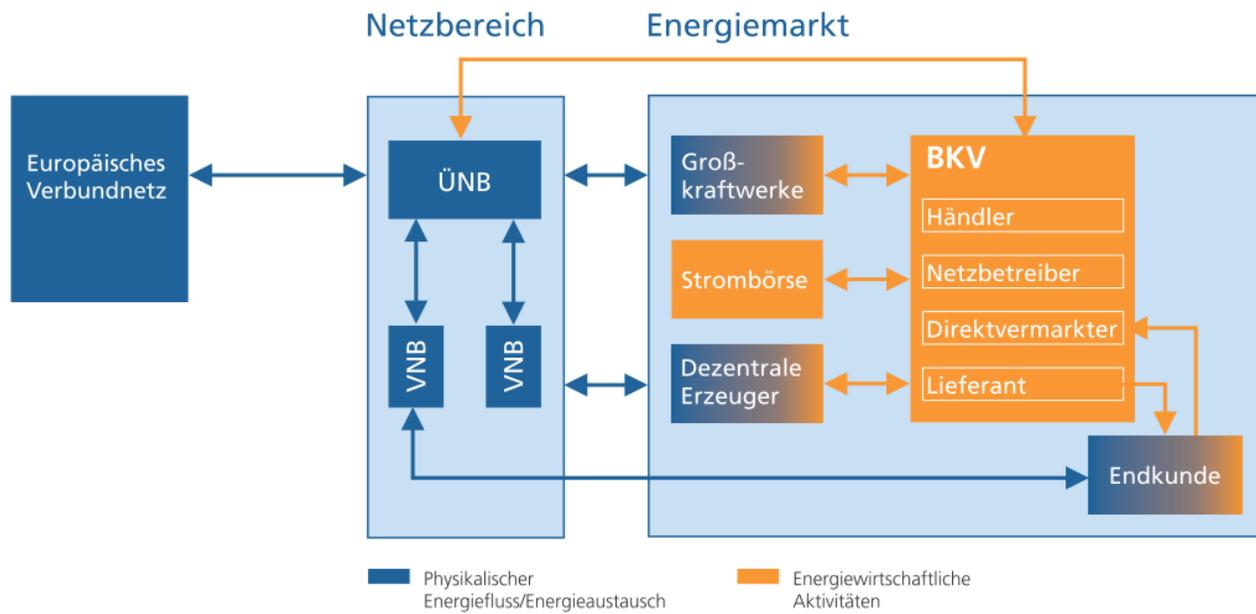
**Puffercharakteristiken**  
(z.B. Kühlzellen)



**Verschiebbare Leistungsprofile**  
(z.B. Batch-Prozesse)

# Flexibilitäten VERMARKTEN

- Erörterung des Netzbetriebs, der Akteure und des Marktdesigns sowie Anforderungsdefinition zur Teilnahme
- Aufzeigen von Potenzialen für Vermarktungsmodelle nach aktuellem und zukünftigem Recht mit Hilfe des Business Model Canvas (BMC)

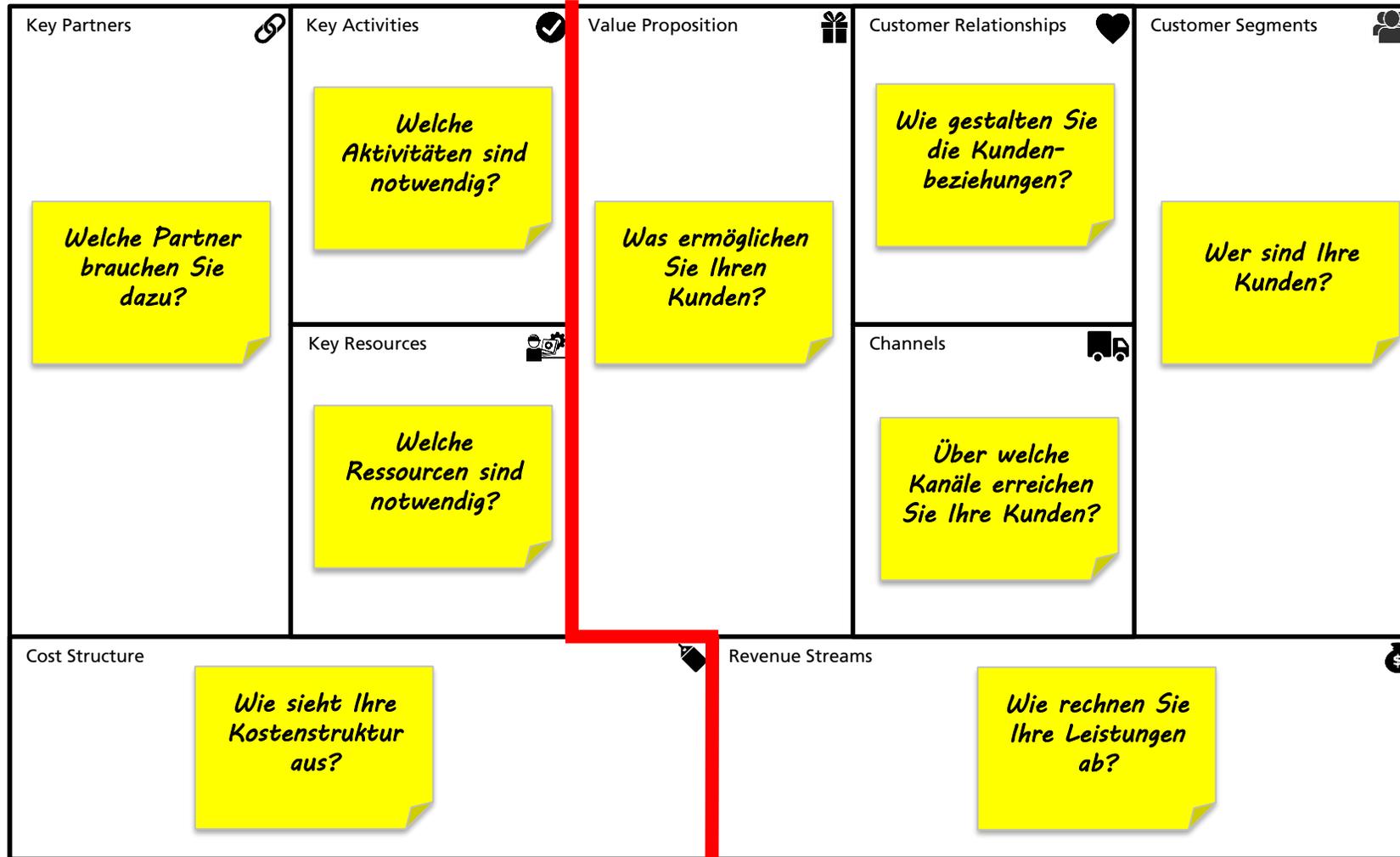


Partner • Keine	Aktivitäten • Anschluss an Steuerung	Wertangebot • Unterbrechbare Verbrauchseinheit	Kundenbeziehung • Automatisiert	Kundensegment • Netzbetreiber auf Niederspannungsebene
	Ressourcen • Separater Zählerpunkt		Kanäle • Direkt	
Partner • Konsortium (optional)	Aktivitäten • Produktionsprozessplanung	Wertangebot • Spontan abschaltbare Entnahmeleistung am Anschlusspunkt	Kundenbeziehung • Ferngesteuert und automatisch frequenzgesteuert (SOL) • Ferngesteuert (SNL)	Kundensegment • Übertragungsnetzbetreiber
Kostenstruktur • Entgelt für Fernwirkzählerpunkt	Ressourcen • Abschaltbare Lasten		Kanäle • Regelleistung.net	
Partner • Aggregatoren (z.B. Betreiber „Virtueller Kraftwerke“) • Produkt • Betriebs • Fernwiri	Aktivitäten • Anlageneinsatzplanung	Wertangebot • Strommengen in Blöcken à 15 min Day-Ahead / Intraday • Finanzielle und physische Futures auf Strom	Kundenbeziehung • Automatisiert	Kundensegment • Energieversorgungsunternehmen
	Ressourcen • Energieerzeugungsanlagen		Kanäle • Stromspotmarkt • Terminmarkt • Außerbörslich (OTC)	
Kostenstruktur • Brenn-/Kraftstoffe • Betriebskosten inkl. Reparatur/Wartung • Anlageninvestition inkl. Überwachung/Steuerung			Einnahmequellen • Stromverkaufspreis	

# Business Model Canvas

Back End

Front End



# Flexibilitäten **VERMARKTEN**

## Beispiel Regelleistung

<b>Partner</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aggregatoren und Pooling Partner (z. B. Betreiber »Virtueller Kraftwerke«)</li> </ul>	<b>Aktivitäten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlageneinsatzplanung</li> </ul>	<b>Wertangebot</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primärregelleistung</li> <li>• Sekundärregelleistung</li> <li>• Minutenreserve</li> </ul>	<b>Kundenbeziehung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisiert</li> </ul>	<b>Kundensegment</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragungsnetzbetreiber</li> </ul>
	<b>Ressourcen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieanlagen</li> </ul>		<b>Kanäle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelleistung.net</li> </ul>	
<b>Kostenstruktur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brenn-/Kraftstoffe</li> <li>• Betriebskosten inkl. Reparatur/Wartung</li> <li>• Anlageninvestition inkl. Überwachung/Steuerung</li> </ul>			<b>Einnahmequellen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistungspreis für vorgehaltene Leistung</li> <li>• Arbeitspreis für abgerufene Energie</li> </ul>	

# Flexibilitäten VERMARKTEN

## Bewertung und Prospektive

- Bewertung bestehender Geschäftsmodelle, u.a. hinsichtlich Konkurrenzfähigkeit, Robustheit, Nachhaltigkeit und Wachstumsfähigkeit
- Ableitung zukünftiger Produkte:
  - MAXIMALLEISTUNGEN
  - FAHRPLANKORRIDOR
  - ENERGIESILO
  - ERWEITERTE AUSFALL- ODER KONTINGENZFÄHIGKEIT

	Konkurrenzfähig	Effizient	Robust	Nachhaltig	Wachstumsfähig	Gewinnfähig
PRL	4	2	4	4	2	4
SRL und MRL	3	3	3	4	4	3
SOL	4	2	2	2	4	4
SNL	3	3	2	2	4	3
Unterbrechbare Verbrauchseinheiten	3	5	4	3	2	2
Atypische Netznutzung	2	2	2	2	2	4
Stromintensive Netznutzung	4	3	2	2	3	4
Bilanzkreisausgleich	3	1	1	1	3	4
Spotmarkt	3	2	3	4	4	3
Spitzenlastmanagement	4	2	4	4	3	3

1 – Nicht/unzureichend erfüllt ... 5 – Vollständig erfüllt

# Weitere Highlights und Kerninhalte

- ❖ Durchführung einer umfangreichen Literaturstudie unter Einbeziehung von Studien, Roadmaps, Projektberichten, Handbüchern und Standardisierungstätigkeiten von 2008 bis heute
- ❖ Analyse von vielfältigen Anlagen, Infrastrukturen und Prozessen bezüglich ihrer Fähigkeit zu einer Flexibilisierung des Bezugs beizutragen
- ❖ Technologische Potenzialanalyse mit branchengenauer Ausweisung der industriellen Nutzenergieform
- ❖ Beschreibung von Modellen und Zielfunktionen eines flexiblen Energiemanagements
- ❖ Katalog mit Standardisierungskonzepten und Modellen
- ❖ Beschreibung des wirtschaftsrechtlichen Rahmens und der Möglichkeiten zur Vermarktung von Flexibilität
- ❖ Bewertung aktueller und prospektiver Flexibilitätsoptionen
- ❖ Best Practice Manuals von Siemens Berlin, InfraLeuna und aRTE Möbel

# Fazit der Untersuchung (Auswahl)

- **Flexibilität ist einer von mehreren Bausteinen** zur Realisierung der Energiewende und zur nachhaltigen Integration von erneuerbaren Energien.
- Die **Mobilisierung von Flexibilität betrifft viele Stakeholder** und ist perspektivisch und aktuell eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung.
- **Technologieoffenheit** ist oberstes Gebot bei der Erreichung der Klima- und Energieziele.
- Es besteht ein grundsätzlicher **Konflikt zwischen Energieeffizienz und Flexibilität**.
- Die Heterogenität der deutschen Industrielandschaft bietet Vorteile bei der Erfüllung von **Anforderungen eines flexiblen Energiesystems**.
- Die Prozesse der Netzengpassbewirtschaftung bestimmen maßgeblich die am Markt handelbaren Produkte. Sie sind aktuell etabliert, jedoch nur einem beschränkten Kreis an Akteuren vorbehalten.
- Die Notwendigkeit des Netzausbaus bleibt uneingeschränkt bestehen und damit auch die volkswirtschaftlichen Kosten der Energiewende.

## Kontaktieren Sie uns.



**DR.-ING.**  
**ANDRÉ NAUMANN**

Gruppenleiter Digitale Werkzeuge für integrierte  
Infrastrukturen DWI<sup>2</sup>  
Konvergente Infrastrukturen

Tel. +49 391 / 40 90 784  
andre.naumann@iff.fraunhofer.de

Fraunhofer IFF  
Sandtorstraße 22  
39106 Magdeburg  
Deutschland

[www.iff.fraunhofer.de](http://www.iff.fraunhofer.de)

