

# Implementierung photovoltaischer Systeme in elektrische Netze von Industriegebieten

Welche Möglichkeiten bieten Bestandsdaten?

## Datengrundlage in Industriegebieten

Mit Hilfe der vom Verteilnetzbetreiber zur Verfügung gestellten Daten wurden die Netzstruktur und die Netzkomponenten des Mittelspannungsnetzes (MSN) im Simulationsmodell abgebildet.

- Netzstruktur und Aufbau
- Kabellänge, -dicke, -art, -aufbau
- Transformatordatenblätter

Im zweiten Schritt wurden dynamische Energieflüsse aus verschiedenen Datensätzen in das Netz implementiert.

- Registrierte Lastmessungen (RLM)
- Verbrauchsdaten, Jahresenergiemengen und Standartlastprofile
- Räumliche Zuordnung

Um mit dem erstellten Simulationsmodell des MSN möglichst aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, ist die Qualität der energetischen Daten besonders wichtig. Daher wurde der Anteil an RLM besonders betrachtet und eine Datenbank mit den energietechnischen Daten erstellt.

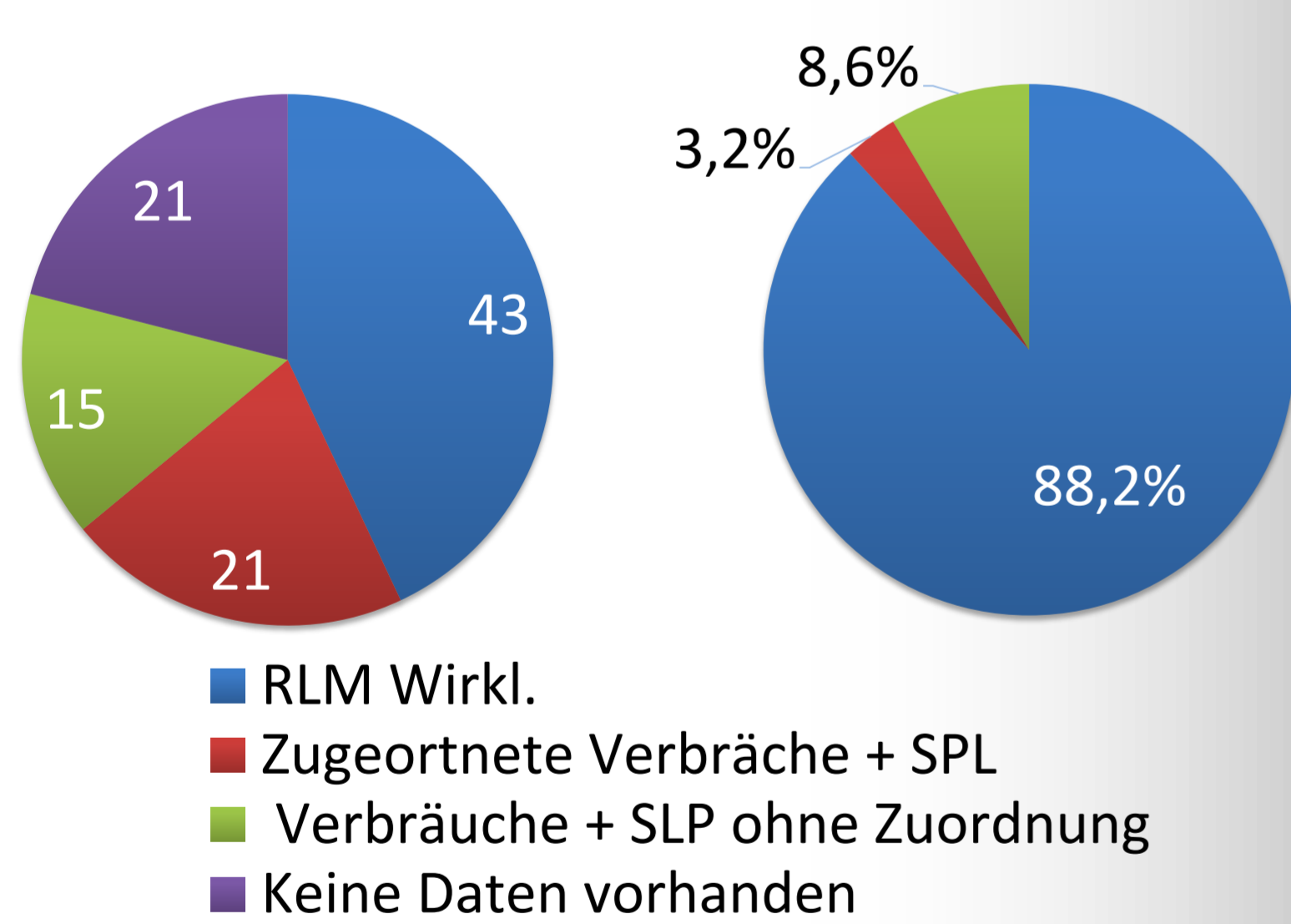


Abb.1: Datensituation im Simulationsmodell: Links Verteilung der Anzahl der Adressen der Verbraucher im Mittelspannungsnetz und rechts deren energetischer Anteil an der Last

**Insgesamt könnten rund 99% der Last im MSN und 96% im gesamten Verteilnetz des untersuchten Industriegebiets mit RLM abgedeckt werden ohne zusätzliche Messungen!**

## Bewertung der Systemgrenzen

Um allgemeine Ergebnisse zum untersuchten Industriegebiet liefern zu können, wurden mit Hilfe aller vorhandener Verbrauchs- und RLM Daten, sowie solarer Einstrahlraten und Flächenbewertungen des Solarkataster drei Szenarien (S) erarbeitet in denen der Einfluss der PV auf die Energiefüße an den Systemgrenzen evaluiert werden soll.

- S1: Versiegelte Flächen, 30,1MW<sub>P</sub>
- S2: Dachflächen, 82,7MW<sub>P</sub>
- S3: Maximal Installation (S1 + S2)

Gleichzeitig wurde ein Vergleich mit dem Standartlastprofil (SLP) SG0 hergestellt.

Kennzahl	Last SLP SG 0	Last Daten SWU	S1, Last, SLP SG0	S1, Last, SWU-Daten	S2, Last, SLP SG0	S2, Last, SWU-Daten	S3, Last, SLP SG0	S3, Last, SWU-Daten
E [MWh/a]	210105	210105	181517	181517	133658	133658	105070	105070
P <sub>max</sub> [MW]	49,97	39,73	49,7	38,19	49,34	37,74	49,07	37,4
P <sub>mittl</sub> [MW]	23,92	23,92	20,66	20,66	15,22	15,22	11,96	11,96
P <sub>min</sub> [MW]	8,75	11,13	-5,54	-2,9	-42,13	-36,97	-62,93	-58,9
E <sub>PV</sub> [MWh/a]	-	-	28587	28587	76447	76447	105034	105034
E <sub>PV,rück</sub> [MWh/a]	-	-	128,03	11,04	9575	12366	24406	30188
Theo. PV-Deckung	-	-	13,61%	13,61%	36,39%	36,39%	49,99%	49,99%
Tat. PV-Deckung	-	-	13,55%	13,60%	31,83%	30,50%	38,38%	35,62%
Stunden ≥ 30MW [h]	2987	1738	1898	566	1100	396	1141	608

Abb.2: Kennzahlen zum direkten Vergleich von SLP und Bestandsdaten sowie den Einfluss der PV

### Fazit zu S2 mit den Bestandsdaten

- Die maximale Leistung der Last kann nicht nennenswert reduziert werden
- Stunden hoher Leistung ab 30MW des Lastverlaufs der Bestandsdaten können durch die PV in S2 um 78,8% reduziert werden
- 94,1% der von der PV bereitgestellten Energie wird im Industriegebiet genutzt
- Die bezogene (38MW) und zurückgespeiste (-37MW) Leistung halten sich die Waage. Es entsteht keine zusätzliche Belastung

## Dynamische Ergebnisse innerhalb des Netzgebietes

Mit Hilfe der vorhandenen Daten und der Simulation können der Ist-Zustand und zukünftige Entwicklungen (Szenarien) im Netzgebiet sehr präzise evaluiert werden. Exemplarisch wurde ein Strang mit einer sehr hohen PV-Dichte und insgesamt 12 Klemmleisten (K) untersucht. In Abb. 3 und 4 sind der Spannungsfall entlang des Strangs über der Zeit dargestellt. Ungünstige Last- Einspeisekombinationen lassen sich so sehr gut darstellen und ermitteln.

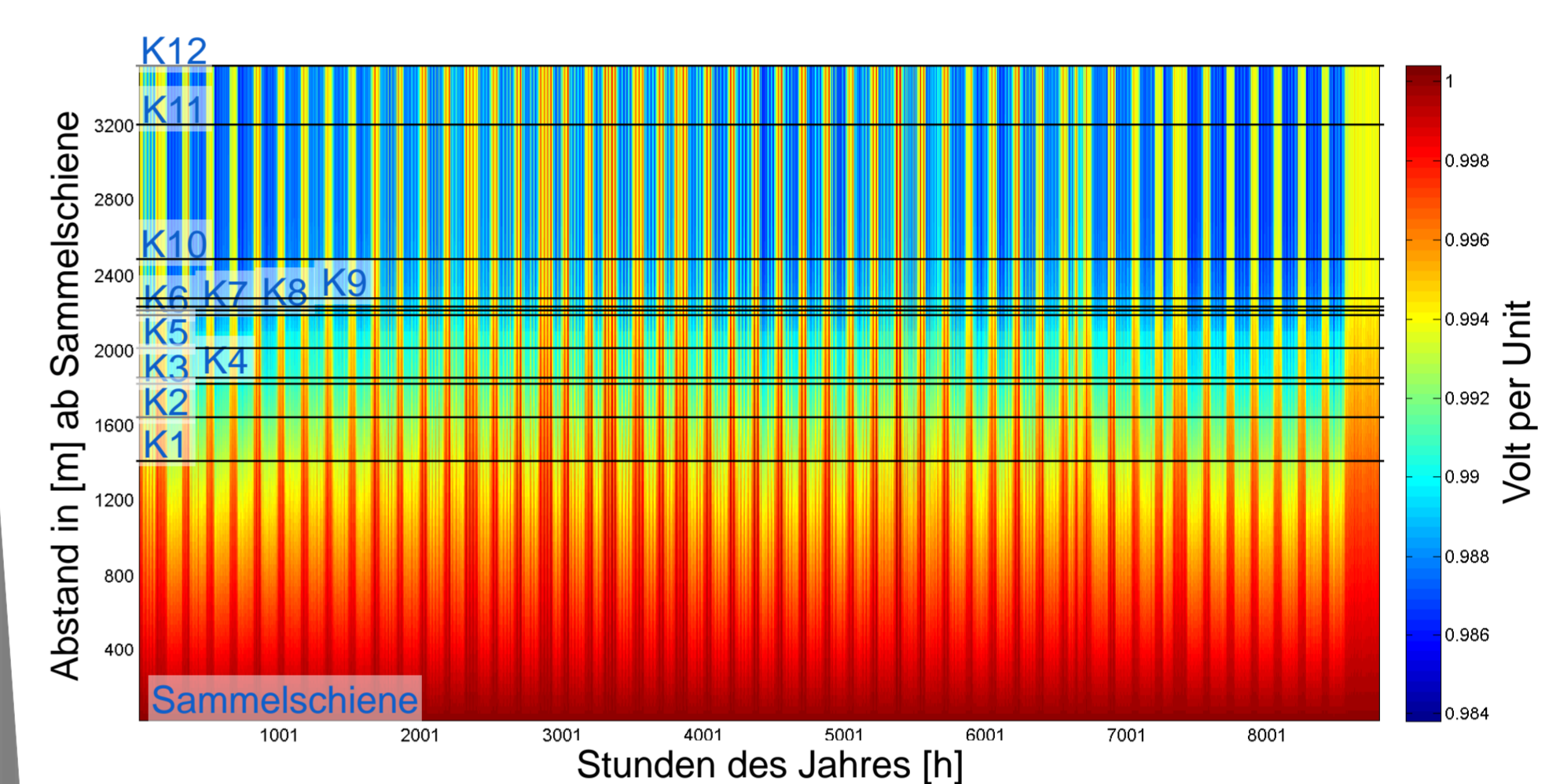


Abb.3: Carpetplot des Spannungsfalls mit den Position der Klemmleisten/Messstellen

Bei einer genaueren Betrachtung lässt sich der Einfluss der PV auf Werk- und Feiertage bewerten. In Abb.4 wird deutlich das bei diesem Strang der Spannungsfall positiv beeinflusst wird. Es findet an den Wochenenden eine minimale Anhebung statt und an den Werktagen kann die Spannung in weiten Teilen nahe dem Sollwert gehalten werden.

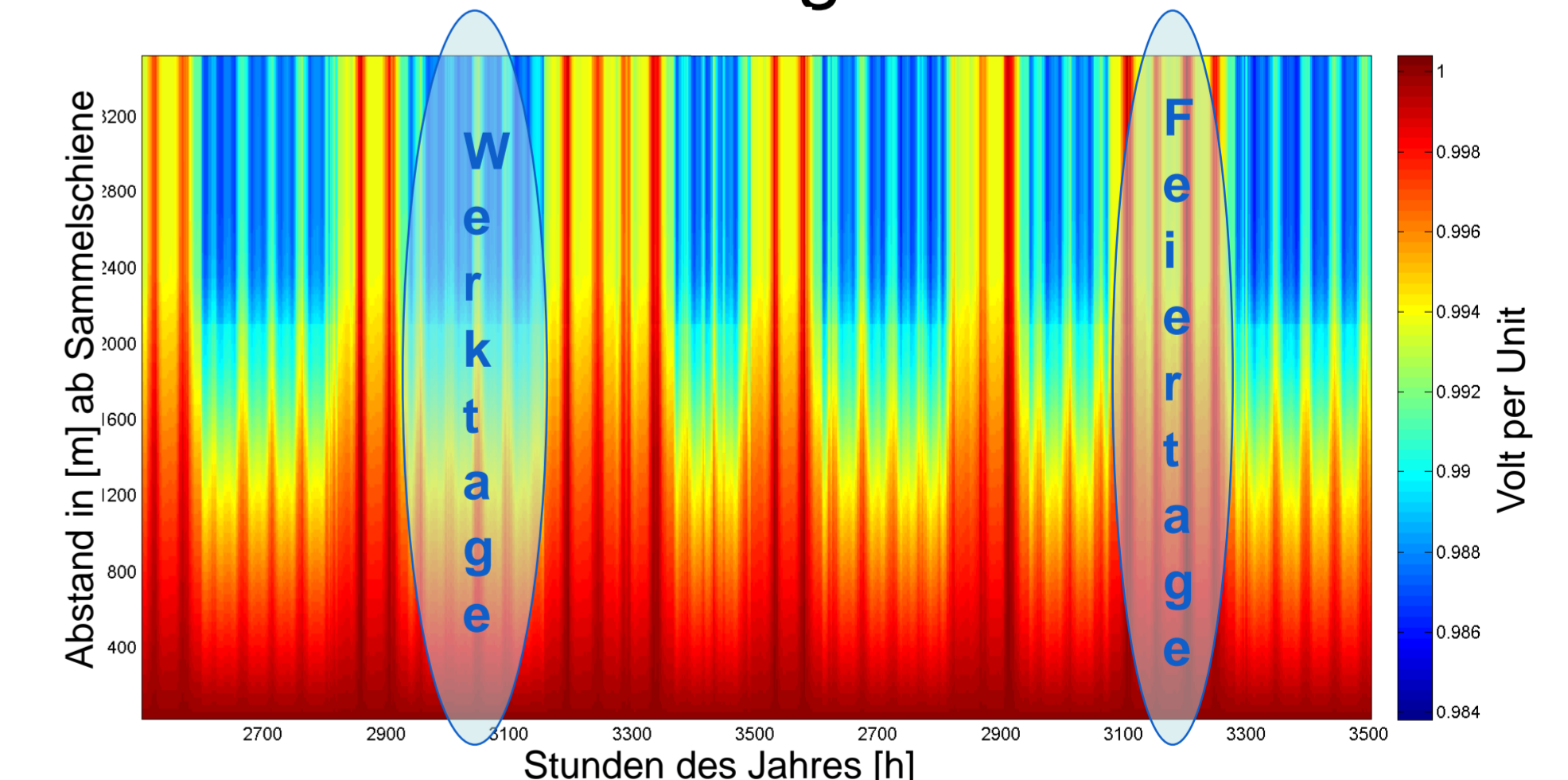
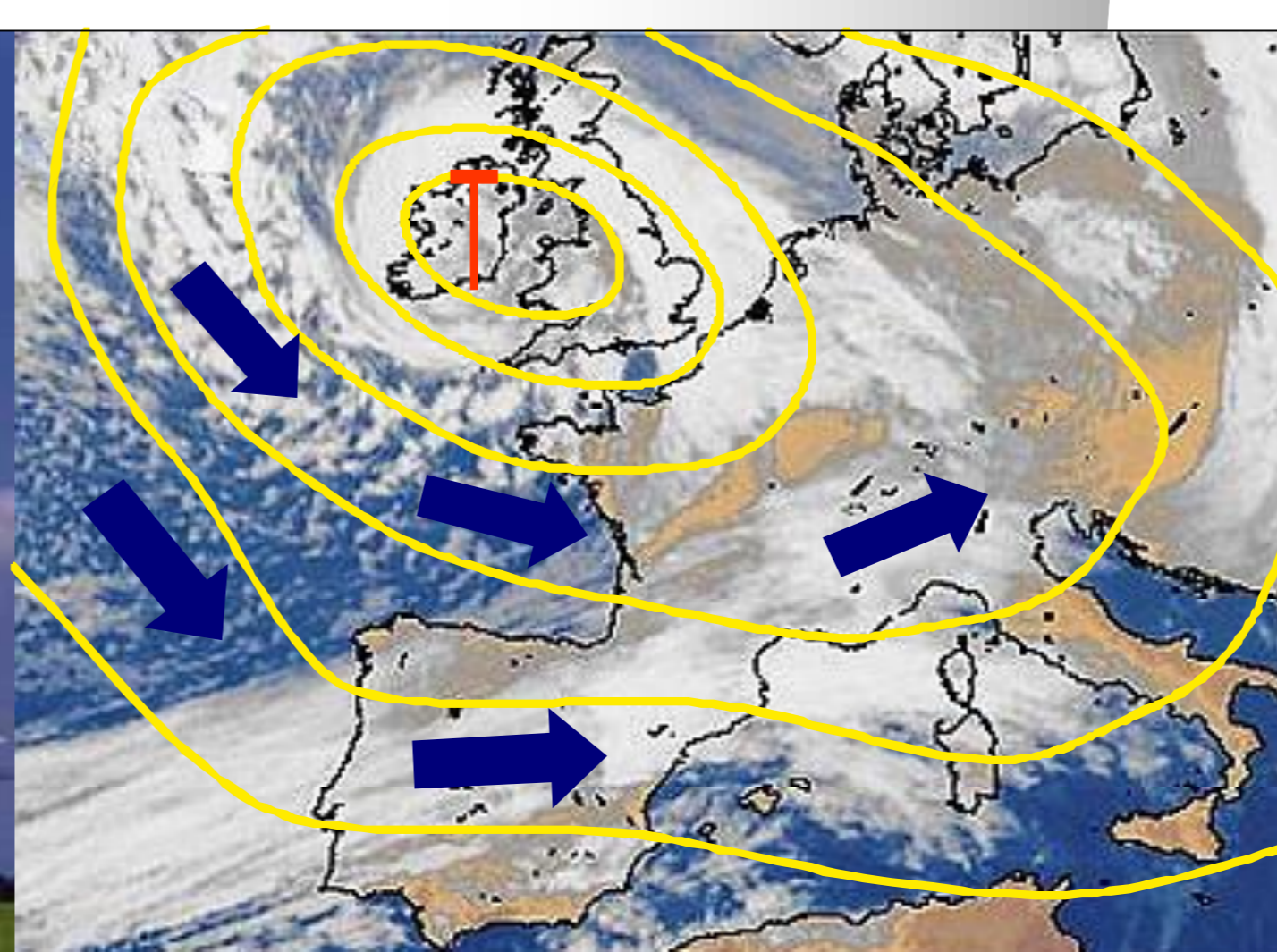


Abb.4: Darstellung über 1000h des Spannungsfalls an Werk- und Feiertagen

**Die hier vorgestellte Vorgehensweise kann auf alle Industriegebiete, Stadtzentren, Logistikzentren und Gewerbegebiete übertragen werden!**



David E. Stakic, Holger Ruf, Gerd Heilscher, Martin Müller  
Ulm University of Applied Sciences  
Eberhard Finckh Str. 11, D-89075 Ulm  
stakic@hs-ulm.de, ruf@hs-ulm.de, heilscher@hs-ulm.de, martin.mueller@hs-ulm.de



Florian Meier, Falko Ebe  
SWU Netze GmbH  
Karlsruh. 1, D-89075 Ulm  
florian.meier@swu.de, falko.ebe@swu.de