

Hintergrund

„Fußball ist unser Leben ...“, vor allem dann wenn die eigene Mannschaft spielt. Dann schauen wir gebannt auf unsere Fernseher, trinken ein Bier und feiern, wenn die Mannschaft gewinnt. Genau dieses Verhalten wirkt sich auf das Stromnetz aus. Gerade Großereignisse wie die Fußball-WM sollten sich besonders auswirken, weil sich zigtausende oder gar Millionen Zuschauer „synchron“ verhalten. Ereignisse während eines solchen Großereignisses wirken daher direkt auf die Frequenz und die Netzlast.

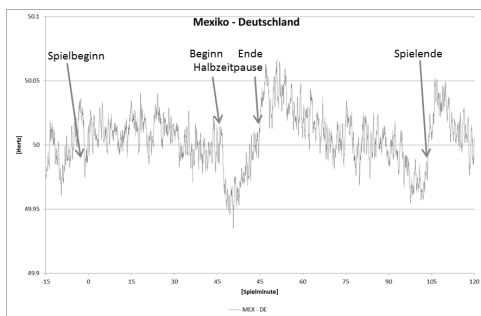
Warum ist dies nun aber relevant für Netzbetreiber und v.a. für Marktakteure? Einzelne Auslöser von Massenverhalten während eines Großereignisses sind für Netzbetreiber und Marktakteure nicht vorhersehbar. Bspw. ist nicht klar, wann genau ein Schiedsrichter die erste Halbzeit abpfeift oder ob es eine Verlängerung gibt.

Methodik

In diesem Artikel untersuchen wir systematisch, wie sich bestimmte Effekte während der letzten Fußball-WM auf das Netz auswirken. Hierzu werten wir Daten aller WM-Spiele anhand von Netzfrequenzinformationen aus. Wir verwenden Frequenzdaten von Gridradar.net, einem europaweiten Wide Area Monitoring System, um regionale aber auch zeitliche Effekte mit statistischen Methoden analysieren zu können. Untersucht werden typische wiederkehrende Ereignisse während der Spiele wie Halbzeitpausen, Abpfiff, Verlängerungen und Elfmeter aber auch Unterschiede in der Bedeutung von Spielen. Von besonderem Interesse ist dabei, wie sich diese hinsichtlich Zeitpunkt und Dauer nicht (exakt) vorhersehbaren Ereignisse auf die Netzfrequenz auswirken.

Ergebnisse

Prinzipiell lässt sich sagen, dass der Pfiff zur Halbzeitpause eine Auswirkung auf die Netzfrequenz hat ähnlich einer Reaktorschnellabschaltung eines Kernkraftwerks. Direkt nach dem Pausenpfiff sackt die Netzfrequenz massiv ab. Bei den drei Deutschlandspielen ist die Netzfrequenz jedes Mal bspw. um mehr als 50 mHz eingebrochen und hat damit definitiv einen Regelleistungsabruf erzeugt (s. Abbildung unten). Der Frequenzeinbruch um -50 mHz lässt überschlänglich auf eine, in der Halbzeitpause, um ca. 1 GW gestiegene Leistungsaufnahme schließen.



Hintergrund dieses Frequenzeinbruchs in Folge der gestiegenen Leistungsaufnahme ist das Verhalten der Fernsehzuschauer. Diese nutzen bekanntermaßen die Halbzeitpause, um zur Toilette zu gehen oder Nachschub für die zweite Halbzeit zu holen. Beides führt zu einem Anstieg der Leistungsaufnahme, da in Wasserwerken Pumpen anlaufen, Kühlschränke geöffnet werden, Licht angeschaltet wird oder sonstige Verbrauchsanlagen in großer Zahl nahezu simultan aktiviert werden. Dieser hohe Gleichzeitigkeitsfaktor im Verbraucherverhalten bedingt dann den Frequenzeinbruch.

Interessant ist auch, wer ein Fußballspiel gewinnt. Spielt bspw. Deutschland und gewinnt, bricht die Netzfrequenz mit Abpfiff ein. Es kommt zu einer Folgelast bspw. durch das Öffnen von Kühlschränken. Verliert Deutschland hingegen, steigt die Netzfrequenz. Die vom Spielverlauf enttäuschten Zuschauer schalten nahezu gleichzeitig mit dem Abpfiff den Fernseher aus.

Der Vergleich der Spiele hinsichtlich der beteiligten Mannschaften zeigt, dass große Fußballnationen einen systematisch stärkeren Einfluss auf die Netzfrequenz haben als kleinere Mannschaften. Die Bedeutung eines Spiels im Turnier (Vorrunde, Viertelfinale, Halbfinale oder Finale) ist hingegen weniger wichtig.

Ursachen und Konsequenzen

Aufgrund des Designs von modernen Schaltnetzteilen verhalten sich diese wie nicht-lineare Lasten. Schaltnetzteile als solche tragen also nicht mehr zum Netzselbstregeleffekt bei, sondern zeigen ein steifes Leistungsaufnahmeverhalten auch bei sinkender Netzfrequenz. Das bedeutet, dass die Leistungsaufnahme bei sowohl steigender als auch fallender Netzfrequenz gleichbleibt und nicht wie rotierende Lasten zum Netzselbstregeleffekt beiträgt.

Die Fußball-WM zeigt die enormen Auswirkungen von länderübergreifenden Großereignissen auf die Netzstabilität. Da eindeutige Effekte aus dem Verhalten während der Spiele nachweisbar sind, ist zu überlegen, ob tatsächlich die Folgekosten sozialisiert werden sollten oder stattdessen eher eine verursachergerechte Zuordnung umgesetzt werden könnte. Dies könnte entweder durch technische Unterstützung umgesetzt werden (mehr Intelligenz für die Netzteilbeschaltung) oder (auch) durch die verursachergerechte Zuordnung der verbundenen Kosten.

Fazit

Großereignisse wie internationale Fußballturniere haben systematische, aber nicht vorhersagbare Effekte auf die Netzfrequenz. Es kann gezeigt werden, dass diese nicht selten zum Abruf von Regelleistung führen. Damit haben sie definitiv eine energieökonomische Relevanz.

Zu untersuchen bleibt, ob ein verstärkender (oder abschwächender) Zusammenhang zwischen dem Spiel, dem Zeitpunkt des Spiels und der beteiligten Mannschaften besteht. Bspw. sollte erwartet werden, dass Abendspiele mehr Zuschauer vor den Fernseher locken werden als Nachmittagsspiele, oder dass ein Endspiel mit deutscher Beteiligung von mehr Zuschauern betrachtet würde. Es wäre zu untersuchen, ob dies an der Bevölkerungsgröße Deutschlands liegt oder am Erfolg und Spielverhalten in der Vergangenheit.

Hoffen wir also, dass Deutschland bei der EM ins Endspiel kommt – aus rein wissenschaftlichem Interesse natürlich ...