

STANDSICHERHEITSPRÜFUNGEN UND REENGINEERING



Freileitungsmasten



Beleuchtungsmasten



Licht-Signal-Anlagen

Schadensanalyse durch Eigenfrequenzmessung

TTEngineering misst mit dem mastap Verfahren die Lage und Standsicherheit von

- Straßenbeleuchtungsmasten
- von Infrastruktur Bauten

Tragsicherheit & Lagesicherheit und entspricht damit den gestellten Anforderungen:

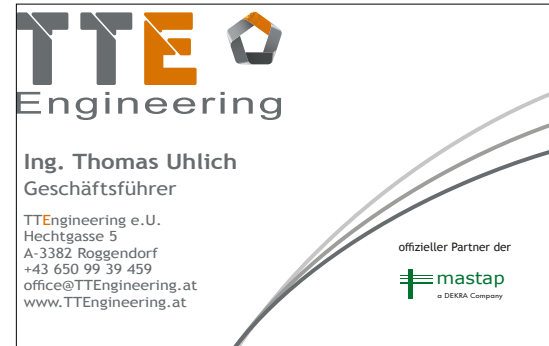
Der Nachweis der Standsicherheit erfordert sowohl den Nachweis der Tragsicherheit für die Mastsysteme selbst als auch Nachweise für deren Gründung.

Ein Nachweis von Werkstoffkennwerten oder des Mastes ohne Gründung reicht nicht aus.

Patentiert, akkreditiert und 1000 fach bewehrt

Inhaltsverzeichnis interaktiv

Schadensanalyse durch Eigenfrequenzmessung	2
Inhaltsverzeichnis interaktiv	2
mastap alternativlos aussagekräftig	3
Rechtliche Grundlagen & Parameter	4
mastap Messung und Auswertung.	5
Reengineerung	6
Digitalisierung des Frequenz-Messverfahrens	7
mastap Anwendungsfälle und Angebote	8
Netzpraxis 10/2020 Artikel	9
Elektropraxis 1-2/2020 Artikel	12
Netzpraxis 11/2016 Artikel	15
Mitgeltende Normen zu Standsicherheitsprüfung	20



Wichtiger Hinweis:

Es gelten die Lieferbedingungen der TTEngineering e.U. in der letztgültigen Fassung - einsehbar unter <https://tteengineering.at> unter „Lieferbedingungen“

TTEngineering

Hechtgasse 5
A-3382 Roggendorf
+43 650 99 39 459
office@TTEngineering.at
www.TTEngineering.at

UID Nr.: ATU68494845
Firmenbuch Nr.: FN463491f
Gerichtstand: Melk GISA31945998
Bankverbindung: Sparkasse Niederösterreich
IBAN:: AT75 2025 6000 0095 3927
BIC: SPSPAT21XXX

Impressum:
Für den Inhalt verantwortlich:
TTEngineering
Design:
Ing. Andreas Huber

mastap alternativlos aussagekräftig



Patentierter Beurteilung der Standsicherheit von einstielligen Masten für die Beleuchtung, Lichtsignalanlagen und Schilder durch unser akkreditiertes Prüflabor

Produkt:

Das mastap Messverfahren weist reproduzierbar und schadungsfrei die Standsicherheit von Masten durch die jeweilige Trag- und Lagesicherheit unter rechnerischer Einbeziehung aller Lasten, insbesondere Anbauteile, Material und Einbindung des jeweiligen Mastes individuell entsprechend den materialabhängigen Anforderungen, z.B. nach DIN EN 40-3-3 (rechnerischer statischer Nachweis Lichtmaste) sowie DIN EN 1991-1-4 (Windlasten) manipulations- und dokumentensicher, nach.



Sie sind als Anlagenbetreiber für den sicheren Betrieb von Masten verschiedenster Bauart verantwortlich?

Wir messen mit dem „mastap“ System die Lage- und Standsicherheit von Masten. Das mastap Verfahren bietet Ihnen ein innovatives und akkreditiertes Messverfahren an:

- das reproduzierbar und schadungsfrei die Standsicherheit und den Zustand von Masten misst.
- das Sie beim sicheren Betrieb und der wirtschaftlichen Optimierung nachhaltig unterstützt.

Im Reengineerungsverfahren können verschiedene Lastfälle für gemessene Maste statisch geprüft und freigegeben werden.

Praktischer Anwendungsfälle

In Ihrer Verantwortung (Autobahnen/Straßen/Parkplätze/ Gemeindegebiet/Industrieanlagen/Hotelanlagen....) kommen Sie Ihrer Verpflichtung nach und lassen durch Messungen mit dem mastap System die Standsicherheit prüfen. Entsprechend des Zustandes erhalten Sie einen garantierten Zeitraum für die Standsicherheit bis zum nächsten Prüfintervall von max. 8 Jahren

Sie haben einen durch Korrosion/Unfallschaden/Unterwaschung Fundament...geschädigten Masten und müssen die Stand und Lagesicherheit feststellen.....mit dem mastap system kann dies sofort an Ort und Stelle gemessen und bewertet werden. Auch hier bekommen Sie einen garantierten Zeitraum für die Standsicherheit bis zum nächsten Prüfintervall.

Reengineerung

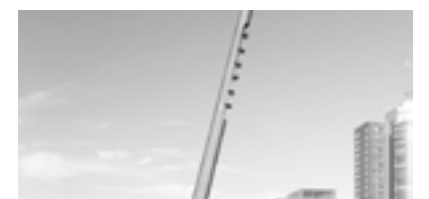
Ein bestehender Mast soll mit zusätzlichen oder neuen Lasten (Schilder/Werbetafel/Kameras/anderen Leuchten usw.) bestückt werden. Ein statischer Nachweis ist erforderlich. Während eine normale Statik von Standard-Materialeigenschaften ausgeht, kann mit dem mastap System vom realen Ist-Zustand des Mastes und Fundamentes eine der Norm entsprechende garantierte Aussage zu diesen Lastfällen ermittelt werden.



Flutlichtmasten



Bus-und Bahnanlagen



Sonderlösungen

Rechtliche Grundlagen & Parameter

Weitere rechtliche Grundlagen zur Straßenbeleuchtung

Die Verpflichtung zum Betrieb einer Straßenbeleuchtung ist nicht ausdrücklich gesetzlich geregelt. Die Pflicht zum Betrieb einer Straßenbeleuchtung wird vielmehr aus verschiedenen rechtlichen Normen und aus der Rechtsprechung abgeleitet.

▲ **Verkehrssicherungspflicht gem. §1295 ABGB**

Jeder, der auf seinem oder auf einem seiner Verfügung unterstehenden Grund und Boden einen Verkehr für Menschen eröffnet oder unterhält, hat für dessen Verkehrssicherheit zu sorgen.

▲ **Wegehalterhaftung gem. §1319a ABGB**

Wird durch den mangelhaften Zustand eines Weges ein Mensch getötet, an seinem Körper oder an seiner Gesundheit verletzt oder eine Sache beschädigt, so haftet derjenige für den Ersatz des Schadens, der für den ordnungsgemäßen Zustand des Weges als Halter verantwortlich ist, sofern er oder seine Mitarbeiter den Mangel vorsätzlich oder grob fahrlässig verschuldet haben. Wegehalter ist, wer für Kosten der Errichtung und Erhaltung des Weges aufkommt und die Verfügungsmacht besitzt und hat für die erforderlichen Maßnahmen zu sorgen.

▲ Bauwerkhaftung gem. §1319 ABGB

Eine Außen- bzw. Straßenbeleuchtungsanlage ist im Sinne des §1319ABGB ein „aufgeführtes Werk“. Der Besitzer des Bauwerks haftet, wenn Teile eines Bauwerkes herabstürzen oder sich ablösen und dadurch Schaden verursachen.

In Bezug auf die Straßenbeleuchtung haftet der Besitzer – sofern er den Betrieb nicht an Fachunternehmen auslagert – auch für die elektrotechnische Sicherheit, insbesondere die Funktion der Schutzmaßnahmen.



Parameter zur Bestimmung der Systemeigenschaften von Masten

Gewicht und Windangriffsflächen der Zusatzmassen: Beleuchtungskörper Schilder sonstige Anbauten	
---	--

**Weitgehend
vorprogrammierbare bzw.
automatisch integrierte
Informationen über mastap
Software bzw. Sensorbox**

Mitschwingende Masse des Mastes,
Materialeigenschaften:
 Mastdurchmesser
 Masthöhe über EOK
 Konizität
 Material
 Temperatur zur Korrektur von
 Materialeigenschaften
 Dichte
 Mastalter

Gründung des Mastes (Drehfeder):
Steifigkeit des Bodens (Bodenbeschaffenheit)
Schäden (z.B. Rostbildung im Boden oder im Erdübergangsbereich)
- Montagemängel



mastap Messung und Auswertung.

DOKUMENTATION:

- ▲ Vollwertige Statik
- ▲ Schwingungs- und Dämpfungsanalyse
- ▲ Auslastung an allen normrelevanten Querschnitten
- ▲ Excel Tabelle (kundenspezifisch) mit Handlungsanweisungen und Angabe des garantierten Prüfintervalls
- ▲ Unabänderliche Datei (dokumentenecht) mit allen relevanten Angaben
- ▲ vom Prüflabor signiert



Ergebnis pro Mast (alle Daten pro Messung)

```

Messgerät          : 1500039 [90]
Softwaremodul      : lampe ,
Softwareversion    : 3.20
Softwaredatum      : 04.02.2021
Hardwareversion    : 1.21
Treiberversion    : 0.90
Lizenznehmer      : mastap GmbH
Ausführender       : mastap-mess
Messdatei          : C:\mastap\01 - Arbeitsordner
Ab_AbsBislich_Nr1_2021-02-12_11-18.txt
Mastnummer        : 1
Abschnitt         : Bislich
Baujahr           : 1997
Längengrad        : 6.49167°
Breitengrad       : 51.67928°
UTMREF            : 32U LC 26587 28347
Höhe              : 20.30 m. ü. N.N.

```

Temperatur : 19 °C
Datum : 12.3.2018
Uhrzeit (MEZ) : 13:56:56

Gewählte Grundlage der Bewertung

Norm	: DIN EN 40 DE
Windzone	: 2
Geländekategorie	: Binnenland
Bewertungsmodul	: lampe

Grundlagen der Messung
Messdauer : 40.96 Sekunden
Abtastfrequenz : 100.00 Hz

Analysedatei (alle ergebnisse im Überblick)

[illegible]

5 Dateien pro Messung (INCL: FOTODOKUMENTATION AUF ANFRAGE)

testAb_AbsBislich_Nr...	12.02.2021 11:18	Microsoft Excel - CSV-...	10 KB
testAb_AbsBislich_Nr...	12.02.2021 11:18	mastap Mast	313 KB
testAb_AbsBislich_Nr...	12.02.2021 11:18	Textdokument	11 KB
testAb_AbsBislich_Nr...	12.02.2021 11:18	PNG-Datei	72 KB
testAb_AbsBislich_Nr...	12.02.2021 11:18	PNG-Datei	74 KB

Reengineering

Statischer Nachweis durch akkreditiertes Prüflabor der Trag- und Lagesicherheit (Mast & Fundament) für geänderte Lastannahmen auf Basis der geänderten IST-Situation.

Anwendungsfälle:

- ▲ neue Leuchtentypen
- ▲ Umrüstung von Flutlichtanlagen auf LED
- ▲ Zusätzliche Lasten wie Schilder, Blumenkörbe,

Ergebnis:

statische Aussage für Mast & Fundament zu den geänderten Lastangaben mit möglichen Maßnahmen zur Erreichung einer Normgerechten Ausnutzung der Systemparameter.

z.B. Einbau einer Türverstärkung bei



statische (Nach)berechnung auf Basis des über das Frequenz-Messverfahren ermittelten IST-Zustands der zu großen Querschnittsausnutzung im Türbereich

Masttür

Tür und Türverstärkung

Auswahl: Tür Verstärkung Typ4 - Fläch...

Diagramm: Tür mit Verstärkung (B, H, Heuk, dw, tw)

Ausrichtung der Tür: Vorderseite

notwendige Eingaben:

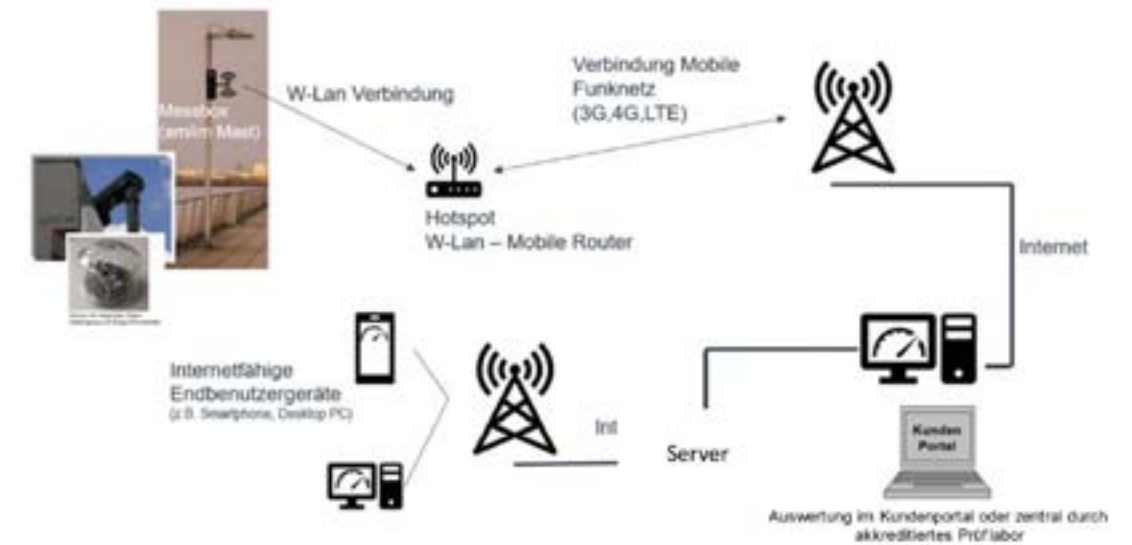
Unterkante Öffnung	Heuk	50	cm	Dicke der Verstärkung	tw	0,8	cm
Höhe der Öffnung	H	50	cm	Abm. der Verstärkung	dw	6	cm
Breite der Öffnung	B	16	cm	Daten aus Mastkatalog holen			

Masttür speichern

Abbrechen Übernehmen

Digitalisierung des Frequenz-Messverfahrens

Digitalisierung des Frequenz-Messverfahrens (24/7 Monitoring-System)



Thomas Uhlrich

Standortsicherheitsprüfung von Lichtmasten, statisch-rechnerischer Nachweis

LICHT2023 26. -29.März 2023

Vorteile:

- ▲ Kontinuierliche Überwachung 24/7 der Infrastruktureinrichtungen
- ▲ Minimierung des Haftungsrisikos durch lückenlose, rechtssichere Nachweise = Erfüllung der europaweit geltenden Verkehrssicherungspflicht
- ▲ Zeitnahes Erkennen unerwarteter Ereignisse an den Masten wie Unfälle durch Schnee, Absackungen auf Grund von Rohrbrücken, etc.
- ▲ Zielgenaues Agieren und Reagieren der Montagedisposition
- ▲ Automatisierte Planungsrouinen

mastap Anwendungsfälle

Wie möchten Sie das mastap Messverfahren nutzen?

Nach Ihren Wünschen und Gegebenheiten wählen Sie für sich aus:

Wir messen für Sie:

- ▲ Fordern sie unsere Preisliste an
Lassen sie sich ein spezifisches Angebot legen
- ▲ Sonderprüfung z.B.:
-nach Unfallschaden
- ▲ -statische Belastungsfragen --> „Reengineering“



mastap Angebote



Vorteile:

- ▲ Modulares Mess- und Bewertungsprogramm
- ▲ ein Messgerät für unterschiedliche Anwendungen
- ▲ Messung auch an schwer zugänglichen Stellen
- ▲ geringes Gewicht der Messkette
- ▲ leichte Handhabung
- ▲ sofortige Auswertung (Anpassung an interne Richtlinien)
- ▲ sofortige Erkennung von gefährdeten Masten
- ▲ Bewertung von Flanschverbindungen
- ▲ Berücksichtigung der Windlasten gem. DIN 1055-4 sowie Geländekategorien
- ▲ Kontrollmessungen nach witterungsbedingten Ereignissen
- ▲ Kontrollmessungen nach Störfällen (äußere Einwirkung)
- ▲ absolut zerstörungsfreie Standsicherheitsbewertung
- ▲ automatische Erstellung und Speicherung von Prüf- und Ergebnisprotokollen zur Dokumentation einschließlich der Erfassung der GPS-Daten



Netzpraxis 10/2020 Artikel

ISSN 1611-0412 – D 7656 E

10
Oktober 2020

netzpraxis

Magazin für Energieversorgung – Planung • Bau • Betrieb • Service

Arbeiten unter Spannung

Umgang mit thermischen Gefährdungen durch Störlichtbögen

IT-Sicherheit

IT-Sicherheit für alle Anlagen

Mehr als eine gesetzliche Pflicht – das Security Operations Center als wirksamer Schutz

Gasisolierte Betriebsmittel

»Alternative Gase« und Gasmischungen – Teil 1

Prüfsysteme

Schaltzeitenbestimmung an Mittel- und Hochspannungs-GIS-Schaltanlagen

Mess- und Prüftechnik

Standsicherheit für Extremfälle

Stromeinspeisung

Netzanschluss-Prüfung in Echtzeit für Stromerzeuger aus erneuerbaren Energien

Netzintegration

Evaluation der Anschlusspraxis

Speicher

Einsatz der PLCnext Technology im Kraftwerk Huntorf

Elektromobilität

Mit der passenden Infrastruktur zur Mobilität der Zukunft

www.np-magazin.de

mastap



Nachweis der
Standsicherheit
für Extremfälle

www.mastap.eu

Auswertung der Eigenfrequenz von zu beurteilenden Masten

Standicherheit für Extremfälle

Die sowohl reproduzierbare als auch zerstörungsfreie Mastap-Standsicherheitsmessung bei Einstielmasten aller Materialien ist mit einer Lebensdauerprognose versehen, seit Jahren erfolgreich validiert und inzwischen weit hin bekannt. Sie beruht auf einer Auswertung der jeweiligen Eigenfrequenz der zu beurteilenden Masten. Jeder Mast wird auf der Grundlage aller geometrischen, individuellen Belastungssituationen statisch vom System automatisch berechnet. Daraus ergibt sich die optimale Eigenfrequenz des Mastes.



Bild 1. Mastap-Monitoring von Masten in Düsseldorf

grad sowie im Ergebnis die notwendigen Maßnahmen für diesen Mast. Je kürzer die Wiederholungsprüfung angesetzt wird, desto größer ist der Schaden und ggf. die Versagensgefahr des gesamten Systems.

Die Beschleunigungssensoren zur Ermittlung der Eigenfrequenz können stationär (Monitoring-Verfahren) oder mobil (örtliche Handmessung) eingesetzt werden. Stationäre Messungen bieten sich bei besonderen Gefahren- und Lagesituation an. Je höher und je massiver der Mast ist, umso aufwendiger wird die Eigenfrequenzanregung von Oberkante Umgebungsniveau.



Bild 2. Hafenbeleuchtung

Die gemessene Eigenfrequenz weicht immer von der rechnerischen Eigenfrequenz ab, da selbst ein optimal errichteter Mast nie den rechnerischen Optimalzustand erreichen kann. Je größer die gemessene Eigenfrequenz von der optimalen Berechnung abweicht, desto größer ist der Schädigungsgrad des zu beurteilenden Mastes.

Das Mastap-Programm errechnet über tausende von theoretischen Schadensbildern iterativ die Schadensursache und den Schädigungs-

Die Eigenfrequenz hoher und massiver Masten ist unabhängig davon, dass die Eigenfrequenz selbstverständlich im gesamten Mastsystem dieselbe ist, im oberen Teil des Mastes besser abgreifbar. Daher bietet sich das Anbringen des Beschleunigungsaufnehmers im oberen Bereich des Mastes an. Dieser Teil des Mastes schwingt auch durch schwache Windeinwirkung und erheblicher Masse in ausreichender Stärke, um die Eigenfrequenz-Schwingungen über den



Dipl.-Ing. Axel Meyer, Kaufmännische Geschäftsführung, Mastap GmbH, Wesel

Druck-Sog-Belastung

Modul aktivieren
Mast steht auf Bahnsteig

Randbedingungen

Höhe des Fußpunktes über Schienenoberkante	zsok+	1	m
Abstand Mast zu Gleismitte	ag	1,7	m
Geschwindigkeit der Züge	vzug	230	km/h

Angaben speichern

Abbrechen Übernehmen

Darstellung der Eingaben

Bild 3. Mastap-Modul Druck-Sog-Belastung

Beschleunigungsaufnehmer zu ermitteln und zu beurteilen.

So sind solche Masten sicherlich für eine Dauerbewertung prädestiniert – wie geschehen in Düsseldorf (Bild 1) –, die außerordentlich massiv und hoch gestaltet (40 m hoch), mit großem Radius und Auslegern verkehrstechnisch kaum zu erreichen und für den fließenden Verkehr bei evtl. Versagen hoch gefährlich sind.

Selbiges gilt sicherlich auch für Flutlichtmasten (Sport-, Hafen- und Flughafenbeleuchtung) oder schwer zugängliche Brücken- und Straßenmasten gleichermaßen (Bild 2).

Der Vorteil liegt auf der Hand: Der Betreiber hat unmittelbar die stetige Rückmeldung über den technischen Zustand seiner Masten und kann daher die Versagungswahrscheinlichkeit auf Grund des jederzeit übermittelten Schädigungsgrads des beobachteten Mastes prognostizieren.

Wirtschaftlichkeit ist überzeugend

Die ingenieurmäßige Prüfung eines solchen Mastes ist sonst nur mit einem Hubsteiger besonderer Größe und Ausladefähigkeit möglich, das ist wegen der notwendigen verkehrstechnischen Logistik teuer,

aufwendig und nur auf sichtbare Schäden beschränkt. Fundamentierungsmängel, Materialschäden und Befestigungsmängel sind nicht oder nur zufällig feststellbar. Mit anderen Worten: Mit dem Mastap-Monitoring-Verfahren werden die Kontrollgänge minimiert und die Sicherheit erhöht.

Durch Winddruck und Windsog hochbelastete Masten konnten bislang, soweit ersichtlich, nicht beurteilt werden. Auch für dieses Problem hat Mastap ein geeignetes Druck-/Sogmodul entwickelt (Bild 3). Dieses Modul wird dort eingesetzt, wo es zu plötzlichen Änderungen der Belastungssituation für die dort errichteten Masten kommt.

Vielfach werden z. B. bei Bahnhöfen die Bahnverkehrsbeleuchtungs- und Güterzüge zusätzlich zu den ohnehin vorhandenen Windbelastungen extrem durch Druck- und Sogwirkungen belastet. Diese Einwirkungen sind mit zunehmender Durchfahrtsgeschwindigkeit der Züge zunehmend extrem belastend und können die Standicherheit in erheblicher Weise beeinträchtigen.

Entsprechend der maximalen Geschwindigkeit der durchfahrenden

Züge wird durch das Mastap-System die Stand sicherheitsqualität des jeweiligen Mastes exakt beurteilt.

Auch solche Bahnkörperbeleuchtungen, wie auch Signal- und Gleisfeldbeleuchtungsanlagen, sind manuell wie auch durch das Mastap Monitoringverfahren sicher zu beurteilen.

Ob der Betreiber nunmehr das Mastap-manuelle oder das Mastap <Monitoring-Verfahren wählt, hängt von der jeweiligen Gefahrensituation, dem Grad der Dauerbelastung und der Erreichbarkeit des Mastes ab. In jedem Fall dürfte die von Bundesgerichtshof geforderte Verkehrssicherheit (BGHZ 103, Seite 338 f.f., Urteil zur Verkehrssicherungspflicht gegenüber Dritten nach dem Stand der Technik erfüllt und die latente Gefahr, die von Mast-System immer ausgeht, minimiert sein.

info@mastap.euwww.mastap.eu

ELEKTRO
PRAXIS

elektropraxis.at

Quantensprung in der
Stand sicherheitstechnik.

mastap misst die Standsicherheit von Masten.

QUALITÄTSSICHERUNG FÜR MASTEN

Quantensprung
der digitalen Mast-
Stand sicherheitstechnik
durch Monitoring

Von der Rechtsprechung geforderte Qualitätssicherung von Masten



Das ist doch übertrieben, jetzt auch noch Masten daraufhin zu überprüfen, ob sie stehenbleiben oder nicht. Ich habe noch nie gehört, dass die umfallen.“

Diese weit verbreitete Meinung ist falsch. Ganz Europa hat eine einheitliche Definition der erforderlichen Verkehrssicherungspflicht für alle Betreiber, die im privaten oder öffentlichen Verkehr potentielle Gefahren setzen. Die Betreiber sind dafür verantwortlich, dass sich diese Gefahren nicht konkretisieren. Der deutsche Bundesgerichtshof (BGHZ 103, Seite 338 f.) hat keinerlei Zweifel daran gelassen, dass – zusammengefasst:

1. Jeder, der Gefahren schafft ... auch die notwendigen Vorkehrungen zur Sicherheit Dritter zu treffen hat ...
2. Jeder die Pflicht hat, ... die Sicherungsmaßnahmen zu ergreifen, die der Verkehr zu diesem Gefahrenkreis für erforderlich hält ...
3. ... Inhalt und Umfang der Verkehrssicherungspflichten sich aus der Notwendigkeit ergeben, die geschaffene Situation möglichst gefahrlos zu gestalten und zu erhalten (S. 340)
4. ... dies auch dann gilt, wenn es sich bei diesen Vorgaben bzw. Pflichten nicht um mit Drittwirkung versehene Normen im Sinne hoheitlicher Rechtsetzung, sondern um freiwillige – nicht gesetzlich vorgegebene – Anwendung ausgerichteter Empfehlungen des Deutschen Institutes für Normen (DIN bzw. EN) handelt (S. 341), spiegeln sie doch den für die betreffenden

Kreise geltenden Stand der anerkannten Regeln der Technik wider und sind somit zur Bestimmung des nach der Verkehrsauffassung zur Sicherheit Gebotenen in besonderer Weise geeignet (S. 342).

Die hier zur Anwendung gelangten Europäischen Normen sind insbesondere die DIN 40-3-3 (rechnerischer statischer Nachweis Lichtmaste) sowie DIN EN 1991-1-4/DIN 1055-4 (Windlasten).

Darüber hinaus ist z. B. §21 Sozialgesetzbuch (VII) zu beachten, um Arbeitsunfälle, z. B. bei der Besteigung von Masten, zu vermeiden (siehe BGI/GUV-I 5136).

**BESONDERHEITEN DES
MASTAP-VERFAHRENS**

Das mastap-Messsystem basiert auf einer Frequenzmessung des jeweiligen Mastes. Berücksichtigt werden dabei alle individuellen Konstruktionsmerkmale sowie auch veränderbare Lasten am Mastkopf, z. B. die Beseilung. Das Messsystem eignet sich für Holz-, Stahl-, Alu- und Betonmasten und wird mittlerweile unter anderem bei einer Vielzahl von Versorgern, der Deutschen Bahn, Großstädten wie Düsseldorf, Köln, Koblenz, München und Wien sowie in Tschechien und den Niederlanden eingesetzt.

Für den jeweiligen Mast wird die Statik bei optimalem Einbauzustand unter Berücksichtigung aller Konstruktionsmerkmale berechnet und in die entsprechende Eigenfrequenz umgerechnet. Dieser Wert wird mit der tatsächlich gemessenen Frequenz des zu beurteilenden Mastes verglichen.

Da der eingebaute, gemessene Mast sich nicht in einem besseren Zustand befinden kann als der optimal berechnete Mast,

Hier kommt das mastap-Messverfahren vor Ort zum Einsatz.



Schwingungssensor zur Aufnahme der Messdaten.



mastap-Monitoringverfahren - Schwingungssensor integriert im Leuchtkörper.

weicht die berechnete Frequenz von der gemessenen Eigenfrequenz ab und stellt den jeweiligen Schädigungsgrad des Mastes dar. Die gemessene Frequenz stellt das Pendant zu dem tatsächlichen Schädigungsbild des gemessenen Mastes dar. Das Programm errechnet unter tausenden von Schadensbildern die Frequenz, die der gemessenen Frequenz bis zu 98 Prozent gleicht. Damit kann nicht nur der Schädigungsgrad erfasst, sondern auch eine örtliche Zuordnung des Schadens – oberirdisch oder unterirdisch – und die Bewertung der geforderten Standsicherheit erfolgen. Mit anderen Worten: Der Betreiber erhält eine objektive Beurteilung über die Lage- und Tragfähigkeit des jeweiligen Mastes zum Zeitpunkt der Messung mit einer wahrscheinlichen Lebensdauerprognose und dem schädigungsbedingten Messintervall.

BUDGETIERUNG

Dadurch kann jeder Betreiber nach Messung seines Netzes die Funktionsfähigkeit sowie den technischen Zustand des Netzes beurteilen und ist damit in der Lage, auch über Jahre hinaus den Sanierungsaufwand für das jeweilige betrachtete Netz zu bewerten.

QUANTENSPRUNG

Dieses Messsystem stellt – gerade im Hinblick auf die individuelle reproduzierbare Bewertung des gesamten Mastes – ein Novum dar. Im Zuge der Einsparung von Kosten und Vereinfachung der Überwachungsanforderungen, wie sie oben durch den Bundesgerichtshof dargestellt worden sind, hat mastap den Gedanken des Smartcity-Systems aufgegriffen und für die Überprüfung von Mastsystemen ein Monitoringverfahren entwickelt. Die Standsicherheitsbeurteilung der Masten erfolgt mit dem jahrelang erprobten und vielfach validierten mastap-Verfahren. Der

Mast selbst ruft sich durch Windanregung zur Überprüfung der Standsicherheit auf. Der auf dem Mast angebrachte Beschleunigungssensor ist als Schläfer ausgebildet und wird bei bestimmten Beschleunigungen geweckt, um die Standsicherheit zum Zeitpunkt der Anregung zu messen. Solange das Ergebnis im Normbereich liegt, werden keine Messdaten an den Betreiber bzw. Beauftragten übermittelt.

Weicht die Frequenz so ab, dass man nach der Beurteilung durch das mastap-System von einer Standunsicherheit ausgehen muss, wird dem Betreiber eine Nachricht, entweder in Form einer E-Mail oder eines visuellen Ampelzeichens (grün-gelb-rot), auf einer topographischen Karte übermittelt. Damit wird Folgendes erreicht:

1. Die Verkehrssicherungspflicht wird zu jedem Zeitpunkt erfüllt.
2. Der Betreiber kann selektiv die geschädigten Masten aufsuchen und sanieren bzw. austauschen.
3. Der Betreiber hat eine tägliche Übersicht über den Zustand seines Netzes und den entsprechenden Aufwand, den er betreiben muss, um die Funktionsfähigkeit seines Netzes sicherzustellen.
4. Der Betreiber erspart sich Personal, die die Mastsysteme zuvor anfahren und überprüfen mussten, er spart weiterhin Vorhaltungskosten für Material und Gerätschaften.
5. Der Betreiber kann das mastap-Verfahren mit Smart-City-Modulen zusammenfassen und über eine globale App sämtliche Daten für diesen Mast abrufen.



Bleibende Deformation an einem Beleuchtungsmast - mit mastap wäre das nicht passiert.

6. Die Kosten für dieses System werden in einer Art Flatrate, abhängig von der Anzahl der zu messenden Masten, günstiger sein als die jetzigen Kosten für die Netzpflege. Zusammenfassend kann man daher feststellen, dass das von mastap entwickelte Monitoringverfahren

1. sich zwanglos in die Digitalisierung der Netzbetreiber eingliedert und
2. mit einer Kombination von Lampensteuerungs- und Standsicherheitsinformationen problemlos betreibbar ist.

Axel Meyer
CEO mastap GmbH
mastap GmbH
Marwick 20a
D-46487 Wesel-Bislich



„Viele Versorger und Großstädte setzen unser System ein.“

Axel Meyer, mastap

netzpraxis

Magazin für Energieversorgung – Planung ■ Bau ■ Betrieb ■ Service

FACHTHEMA

NEW Netz GmbH setzt auf ein VDE-0100-Prüfgerät

Schutz erfordert Zeitgenauigkeit

Mittelspannungsspezialist entwickelt stetig neue Lösungen

Ein europaweiter Strom- und Infrastrukturausfall

Schalten im Smart Grid

Neues Warnmeldesystem der Dortmunder Netz GmbH

STRASSENBELEUCHTUNG

Ursachen von Überspannungsschäden an der LED-Straßenbeleuchtung

Verfahren zur Standsicherheitsprüfung von Großmasten

www.np-magazin.de



Ihr Netz mit
1000 Ampere
im Blick

Erkennen von Schwachstellen im Niederspannungsnetz

Megger
Power on

np FACHTHEMA
Standsicherheit

»Hokuspokus« ohne Zauberei

Ein Messsystem der Zukunft zur
Beurteilung der Standsicherheit

Hokuspokus: es sind nicht vordergründig erkennbare Abläufe eines innovativen Messverfahrens über die Beurteilung von Standsicherheiten von Einstielmasten. So ist mastap zwischenzeitlich ein Begriff für Messverfahren zur Überprüfung der Standsicherheit von Masten geworden.

Die DB, RWE bzw. innogy, Dekra, viele deutsche Städte bzw. Gemeinden und auch internationale Städte wie Wien und Brunn schätzen die Vorteile dieses innovativen Messsystems, das im Jahr 2013 zu den Finalisten des Deutschen Innovationspreises gezählt hat.

Heute entspricht das mastap-System nicht nur den Anforderungen an die DIN EN 40, sondern insbesondere auch den Richtlinien der BG und allen rechtlichen Anforderungen.

Das System in Detail

Gefahr

Jeder, der eine potenzielle Gefahr schafft, muss dafür Sorge tragen, dass sich diese Gefahr nicht konkretisiert. Der Bundesgerichtshof hat am 1. März 1988 in seiner grundlegenden Entscheidung BGHZ 103, 338 nochmals dargestellt, dass es keine gesetzliche Regelung gibt, wann, wie und in welchen zeitlichen Abständen die Sicherheit gefährdeter Einrichtungen (z.B. Masten) überprüft werden muss.

Bisherige Messmethoden

Es ist jedem Besitzer von Trag-, Beleuchtungs-, Doppel-, A-Masten etc. überlassen, welches technische Verfahren zur Prüfung der Standsicherheit eingesetzt wird.

Diesem Ansatz dürfte es nicht widersprechen, wenn eine visuelle Prüfung, eine sichere Diagnose des Mastzustandes im Hinblick auf eine Trag- und Lagesicherheit ermöglicht. Eine solche Prüfung ist allerdings weder reproduzierbar noch kann der Prüfende über den tatsächlichen technischen Zustand eine Aussage treffen, die über sein subjektives Empfinden hinausgeht.

Mangels anderer technischer Messinstrumente waren Sichtprüfungen bei Holzmasten ebenso probate Prüfungsmethoden wie auch später Weg-Kraft-Verformungs-Berechnungsmethoden oder Ultraschall-Prüfungen.

Bei Holzmasten war auch die »Klopfmethode« Stand der Technik, die zusammen mit einer visuellen Betrachtung der Holzmasten in Beziehung auf Spechtlöcher und offenen Faulstellen zu einer Gesamtbeurteilung führten.

Allen Verfahren ist gemein, dass sie vorwiegend nur die Materialqualität beurteilen.

Darüber hinaus war die subjektive Beurteilung des technischen Zustandes des Mastes nicht reproduzierbar.

Ein geschulter Klopfer konnte sicherlich Hohlräume bei Holzmasten aufspüren. Es dürften allerdings berechnete Zweifel bestehen, dass er die Bewertung ergebnisgleich wiederholen konnte, wenn zwischen der ersten und der zweiten Messung nur ein wenig Zeit verstrichen war; von unterschiedlichen Umgebungsparametern zum Zeitpunkt der Messung ganz zu schweigen.

Der jeweiligen Beurteilung fehlte jedenfalls eine objektive statische Aussage über die jeweilige Trag- und Lagesicherheit des Mastes mit all seinen Anbauteilen.

Das mastap-System

Das mastap-System löst dieses Problem über Eigenfrequenzmessungen. Berechnet wird die jeweilige Eigenfrequenz des zu beurteilenden Mastes im optimalsten Zustand bezüglich des Einbaus und des Materials. Das Messergebnis qualifiziert den Mast im Hinblick auf die Materialgüte und die Standsicherheit (Trag- und Lagesicherheit).

Da in der Wirklichkeit der theoretisch optimale Einbauzustand des berechneten Mastes mit all seinen Anbauteilen aus handwerklichen Gründen nicht realisiert werden kann, ergibt sich eine Abweichung zwischen gerechneter und gemessener Frequenz.

Durch Vergleich der gerechneten Frequenz des Mastes im optimalen Einbauzustand mit der gemessenen Frequenz des Mastes im Istzustand, wird dann unter Berücksichtigung zahlreicher Parameter (z. B. Steifigkeit und Elastizitätsmodul des Mast Materials) und Berechnungsschritte der Schädigungsgrad des Mastes exakt bestimmt.

mastap gibt je nach Schädigungsgrad dem Messenden Handlungsanweisungen, die dem Schweregrad der Schädigung entspricht.

Beispielhaft das Ergebnis einer Messung für einen Beleuchtungsmast

Die abgeschlossene Messung wird unverfälschbar gespeichert, dokumentiert und jeweils unter Erfassung der Maststatik ausführlich dargestellt (Bild 1).

Messprotokoll

```
--> Bewertung Wind in Richtung: "yz"
```

Gesamtlast (horizontal)	:	1105.8 N		
Einspannmoment	:	7270.8 Nm		
Horizontale Verformung				
Kopfpunktverschiebung - Einbauzustand	:	227.1 mm		
Kopfpunktverschiebung - Istzustand	:	366.4 mm		
maximal zulässige Verschiebung	:	1000.0 mm entspricht 10.00 %		
maximal zulässige Verschiebung (mastap)	:	539.5 mm entspricht 5.39 %		
Bezugswert	:	10000.0 mm		
Vertikale Verformung				
Kopfpunktverschiebung - Einbauzustand	:	0.0 mm		
Kopfpunktverschiebung - Istzustand	:	0.0 mm		
maximal zulässige Verschiebung	:	0.0 mm entspricht 2.50 %		
Bezugswert	:	0.0 mm		
Nachweise (Schnittgrößen bzw. Spannungen)				
Nr.	Heok	Nachweis-Stelle	Ausn. EZ	Ausn. IZ
[-]	[m]	[-]	[%]	[%]
1	10	Ende Schaft	0.0	0.0
2	1	T _r oben	102.0	265.3
3	0.6	T _r unten	98.5	257.1
4	0	Anfang Schaft (EOK)	33.1	81.7

Tafel 1: Auszug aus dem Messprotokoll »Last/Einspannmoment/Verformung/Spannungsnachweise«

Tafel 1 zeigt den Auszug aus dem Messprotokoll »Last/Einspannmoment/Verformung/Spannungsnachweise«.

Die Eingabe der Mastgeometrie wird durch vorbereitete Mastkonstruktionen vereinfacht, zusätzlich können Beleuchtungskörper, Beseilungen und sonstige Anbauteile durch »Anklicken« entsprechend ausgewählt sowie noch individuell angepasst werden.

Beispiel für die Parametrisierung eines konischen Aufsatzmastes mit Beleuchtung

Alle einzugebenden Daten werden vom mastap-System auf Plausibilität überprüft (Bild 2).

Eingabefehler werden erkannt und zur automatischen Auswertung durch das System nicht freigegeben, so dass Fehler des Messenden frühzeitig erkannt und nicht zu

fehlerhaften Beurteilungen des Mastes führen können.

mastap hat spezielle Messmodule entwickelt, um unterschiedlichen Anforderungen gerecht zu werden.

Dazu gehören:

Modul 1

Holzmasten (zur Qualitätsbeurteilung des Netzes)

- Tragmaste
- A-Masten
- Doppelmasten

System-Merkmale

Nr.	Anforderungsprofil	Erläuterung	erfüllt mastap	
			Holz	Stahl
1	zerstörungsfrei	Mast wird durch die Messung in keiner Weise verändert	ja	ja
2	Standsicherheit und Materialprüfung	Trag- und Lagesicherheit sowie Materialqualität werden einheitlich geprüft	ja	ja
3	Prüfungsumfang: Mastspitze bis Mastfuß des Mastes mit allen Anbauteilen	Ziffer 2 erstreckt sich auch auf Fundament oder Gründung des Mastes unter Berücksichtigung aller Anbauteile	ja	ja
4	Sicherheitsvorgaben der Berufsgenossenschaft (BG)	Besteigbarkeit wird unter Berücksichtigung des Monteurs und der Werkzeuge beurteilt in Sekundenschnelle	ja	kommt hier nicht zum Einsatz
5	Reproduzierbarkeit der Messung	Messung kann wiederholt werden mit gleichen Ergebnissen	ja	ja

Tafel 2: Die wesentlichen Merkmale des Systems



Dipl.-Ing. Axel Meyer, Kaufmännische Geschäftsführung, mastap GmbH, Wesel



Bild 1: Ergebnis für die Messung der Standsicherheit eines Beleuchtungsmastes

- abgespannte Masten
Hier werden im Programm neben der Holzart, viele einzelne Lasten katalogisiert und zur Auswahl durch Anklicken angeboten.

Modul 2
Holzmasten (zur Besteigbarkeitprüfung der Masten)
Quicktest mit Schnelleingabemodus

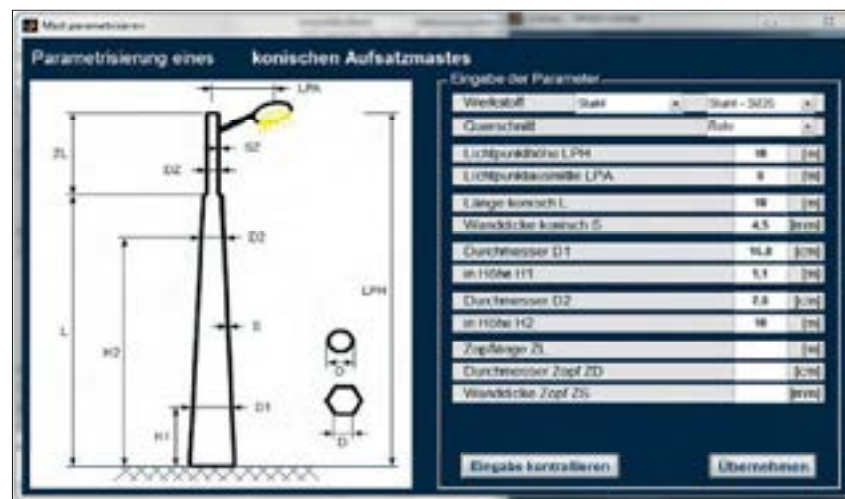


Bild 2: Parametrisierung eines Beleuchtungsmastes

Für Havariefälle und deren sofortiger Klärung, ob der Mast noch besteigbar ist, wird ein Modul angeboten, das mit wenigen Angaben auskommt und somit eine schnelle Entscheidung über die Besteigbarkeit des Mastes zulässt.

Modul 3
Beleuchtungsmasten und Ampelmasten
alle Einstielmasten aus

- Guss
- Eisen
- Beton
- Aluminium
- Kunststoff, bei Kenntnis der Umwicklungstechnik
- neuerdings: abgespannte Masten

Individuelle Beleuchtungsmasten werden auf Wunsch des Betreibers katalogisiert und zum Anklicken vorgeschlagen.

Modul 4
Fahrleitungsmasten und Signalmasten
Auch Fahrleitungsmasten können einer Standsicherheitsprüfung ebenso unterzogen werden wie Signalmasten, besonders auch dann, wenn diese auf einem Betonsockel aufgefänscht sind.

Hier können durch die unterschiedlichen Auswertungsmodule Korrosionsschäden an den Ankerschrauben erkannt und zugeordnet werden, ohne eine aufwendige Sichtprüfung unterhalb der Schottererschicht zu bemühen.

Im Übrigen ist – soweit ersichtlich – mastap das einzige Messsystem, das Holz und Metallmasten mit demselben Messgerät und -system beurteilen kann.

Das Messsystem wird weiterhin zur Bewertung von ganzen Netzen eingesetzt, um eine etwaige Sanierungsbudgetierung rechtzeitig und sicher planen zu können.

Durch das genaue Messergebnis kann der Betreiber seine Sicherheitsbeiwerte ggf. reduzieren, um gefahrlos Ressourcen einzusparen.

Die wesentlichen Merkmale dieses Systems sind in *Tafel 2* aufgelistet.

Beim Einsatz des Messverfahrens fällt auch sicherlich ins Gewicht:

- kleines Messgerät (Größe 13,2 x 8,2 cm)
- geringes Gewicht (380 g)
- keine logistischen Vorkehrungen

- (keine Straßensperren etc.)
- Maststandort wiederauffindbar durch GPS
- Schädigungsgeschwindigkeit berechenbar
- Messung: Abnahmevermessungen von Neumasten
- Mess-, Konstruktions- und Statik-Daten jederzeit verfügbar
- Support: über Knopfdruck Daten-

- abfragung und Fehlersuche möglich
 - Von der Deutschen Akkreditierungsstelle DAkkS akkreditiertes System
 - akzeptiert von BAM und DEKRA
- Das System wird ständig weiterentwickelt, insbesondere auch für Großmasten im Rahmen von Monitoringbeobachtungen.

Fazit

Innovation und Orientierung an den steigenden technischen Anforderungen zeichnen das System aus.

axel.meyer@mastap.eu

www.mastap.eu



Mitgeltende Normen zu Standsicherheitsprüfung und Lastannahmen

Norm	Bezeichnung
DIN 1055 4 2005-03	Einwirkungen auf Tragwerke Teil 4 Windlasten, Normenausschuss Bauwesen NABau im DIN (zurückgezogene Norm, ersetzt durch DIN EN 1991 1 4 und DIN EN 1991 1 4 /
DIN 1055 100 2005 03	Einwirkungen auf Tragwerke Teil 100 Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln, Normenausschuss Bauwesen NABau im DIN
DIN EN 1990 2010 12	Eurocode Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1990 /NA 2010 12	Eurocode Nationaler Anhang Grundlagen der Tragwerksplanung National festgelegte Parameter
DIN EN 1991 1 4 2010 12	Eurocode 1 Einwirkungen auf Tragwerke Teil 1 4 Allgemeine Einwirkungen Windlasten
DIN EN 1991 1 4 /NA 2010 12	Eurocode 1 Einwirkungen auf Tragwerke Teil 1 4 Allgemeine Einwirkungen Windlasten Nationaler Anhang National festgelegte Parameter
DIN EN 40 3 1 2013 06	Lichtmaste Teil 3 1 Bemessung und Nachweis Charakteristische Werte der Lasten (Nachfolger von DIN EN 40 3 1 2002
DIN EN 50423 3 4 (VDE 210 12 2005 05	Freileitungen über AC 1 kV bis einschließlich AC 45 kV Teil 3 4 Nationale Normative Festlegungen (VDE 0210 10 bis 12
DIN 1052 10 2012 05	Herstellung und Ausführung von Holzbauwerken Teil 10 Ergänzende Bestimmungen
DIN 1076 1999 11	Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen Überwachung und Prüfung
DIN EN 1995 1 1 2010 12	Eurocode 5 Bemessung und Konstruktion von Holzbauten Teil 1 1 Allgemeines Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 12509 2002 09	Holzmaße für Freileitungen Prüfverfahren Bestimmung des Elastizitätsmoduls, der Biegefestigkeit, der Rohdichte und des Feuchtegehaltes (zurückgezogene Norm ersetzt durch DIN EN 14229
DIN EN 14229 2011 02	Holzbauwerke Holzmaße für Freileitungen
DIN EN 40 3 3 2012 06	Lichtmaste Teil 3 3 Bemessung und Nachweis Rechnerischer Nachweis
DIN EN 1993 3 1 2010 12	Eurocode 3 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 3 1 Türme, Maste und Schornsteine, Türme und Maste
DIN EN 1993 3 1 /NA 2015 11	Eurocode 3 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 3 1 Türme, Maste und Schornsteine Türme und Maste National festgelegte Parameter

Mitgeltende Normen zu Standsicherheitsprüfung und Lastannahmen

Norm	Bezeichnung
DIN EN 1993 3 2 2010 12	Eurocode 3 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 3 1 Türme, Maste und Schornsteine - Schornsteine
DIN EN 1993 3 2 /NA 2010 12	Eurocode 3 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 3 1 Türme, Maste und Schornsteine Schornsteine National festgelegte Parameter
DIN 4131 1991 11	Antennentragwerke aus Stahl
DIN 4133 1991 11	Schornsteine aus Stahl
DIN EN 50423 3 4 (VDE 210 12 2005 05	Freileitungen über AC 1 kV bis einschließlich AC 45 kV Teil 3 4 Nationale Normative Festlegungen (VDE 0210 10 bis 12
FFN Holzmaße imprägniert 2011 10	Imprägnierte Holzmaße Technischer Hinweis, Regelwerk VDE, VDE Druckschriften
VDEW TB Hol- zmaße 1987 00	Technische Bedingungen für die Herstellung und Lieferung von Leitungsmasten aus Holz für Elektrizitätsversorgungsunternehmen (TB Holzmaße, Regelwerk VDEW S, VDEW Schriften

Akkreditierung mastap



TTE



Engineering



Das MASTAP-Eigenfrequenz-Messverfahren entspricht dem aktuellen Stand der Technik, erfasst die Systemsteifigkeit für den IST-Zustand der Maste ganzheitlich und erbringt alle normrelevanten statischen Querschnittsnachweise.

TTEngineering

Hechtgasse 5

A-3382 Roggendorf

+43 650 99 39 459

office@TTEngineering.at

www.TTEngineering.at

Ausgabe 2023/2024