

Technische Lösungen

Maic Regner und Axel R. Heller

8.1 Alarmierung – 66

8.2 Erkennung Notfall – 68

8.3 Track und Trigger – Visionen neue Sensorik – 72

Literatur – 73

Parallel zur Etablierung von METs in Krankenhäusern werden von Medizintechnikherstellern technologische Systeme entwickelt, die die Arbeit (Effizienz) der Teams unterstützen. Im Wesentlichen geht es in diesem Zusammenhang um die Methoden und Möglichkeiten zur Alarmierung der METs und vor allem das Feststellen, Definieren und Kommunizieren einer Alarmsituation.

Die Entwicklung dieser Technologien wird zudem dadurch getrieben und beschleunigt, dass man diese perspektivisch auch in anderen Bereichen des Gesundheitswesens einsetzen kann. Stichworte sind hier Themen wie intersektorale Versorgung und Betreuung, sowie Gesundheitsversorgung im ländlichen Raum. Hier können Technologien, die in unserem Kontext zur Unterstützung von METs in einem Krankenhaus genutzt werden, auch in außerklinischen Umgebungen sinnvoll eingesetzt werden.

8.1 Alarmierung

Technisch relativ simpel, allerdings mit Auswirkungen auf klinische Prozesse, ist die Alarmierung der METs. Die folgenden Anforderungen sind für eine effektive Alarmierung unerlässlich (Frank et al. 2018):

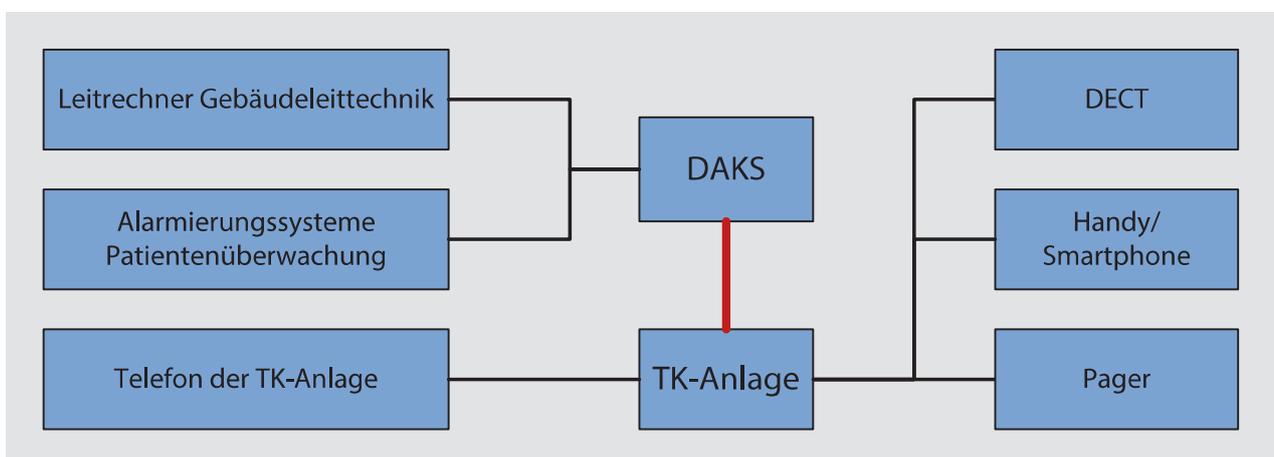
- Die Alarmierung sollte mit klaren Ereignis-Trigger und automatisch bzw. über die einheitliche innerklinische Notfallrufnummer 2222 erfolgen können.

- Eine Alarmierungskette, die unabhängig von der Präsenz definierter Personen funktioniert, muss etabliert werden.
- Die Alarmierung an sich muss relevante Informationen enthalten und unmittelbar erfolgen.

In den letzten 10 Jahren wurden für diesen Zweck sogenannte digitale Alarm- und Kommunikationsserver (DAKS) in Krankenhäusern eingeführt, die für den beschriebenen Verwendungszweck sehr gut geeignet sind. Primär wurden diese DAK-Server für die Industrie entwickelt, können allerdings bei entsprechender Konfiguration sehr gut in Krankenhäusern eingesetzt werden (■ Abb. 8.1). In aller Regel sind diese Server Zusatzmodule zu Telefonanlagen. Charakteristisch ist, dass auf der Eingangsseite diverse Möglichkeiten bestehen, ein Signal einzugeben. Üblich sind

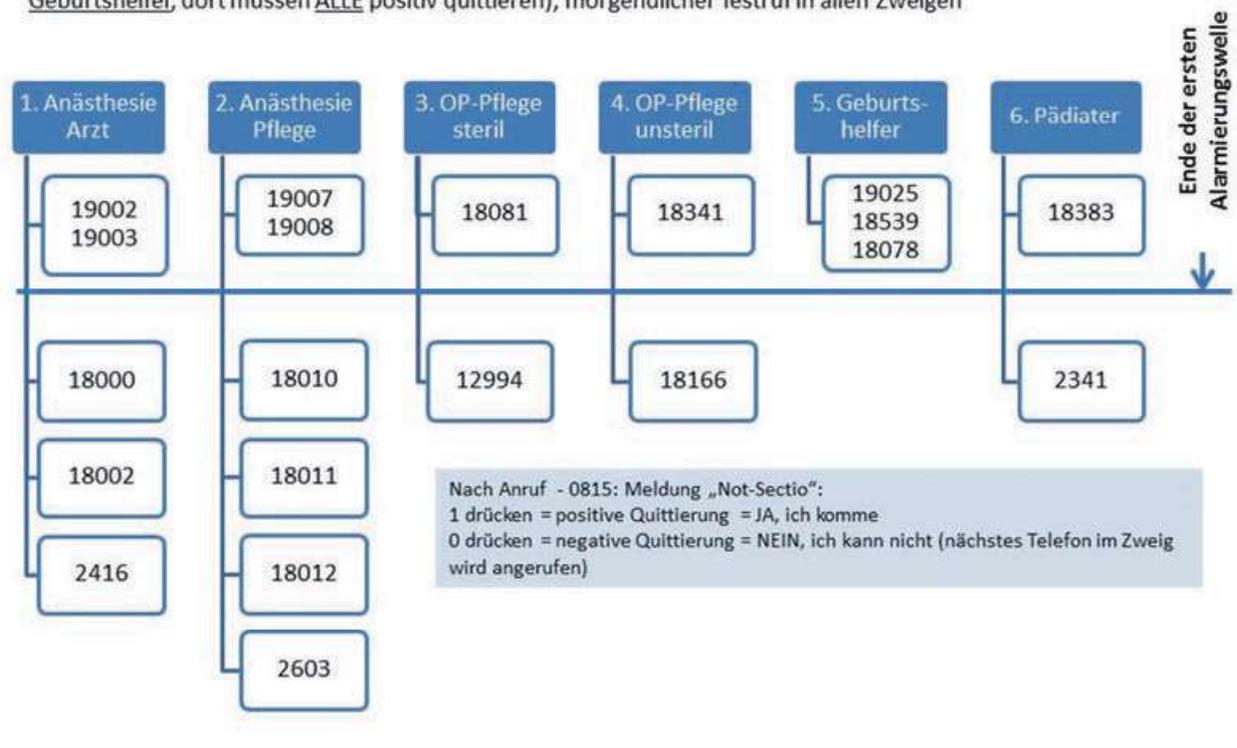
- direkte Anrufe des DAKS auf definierten und spezifisch belegten Rufnummern (z. B. „Not-Sectio“, ■ Abb. 8.2),
- Aufschaltung bestimmter Signaleingänge von technischen Anlagen (z. B. Feueralarm, Information über kritische Situationen bei technischen Anlagen),
- automatisierte Übermittlung des Alarmstatus von Anlagen zur Patientenüberwachung.

Der DAKS bewertet diese Informationen nach programmierten Regeln und löst definierte



■ Abb. 8.1 Infrastruktur mit digitalem Alarmierungs- und Kommunikationsserver (DAKS), Telekommunikation (TK)

Alle Zweige werden gleichzeitig alarmiert, eine Quittierung ist pro Zweig erforderlich (Ausnahme Geburtshelfer, dort müssen ALLE positiv quittieren), morgendlicher Testruf in allen Zweigen



■ **Abb. 8.2** Beispiel „Alarmierungsschema Not-Sectio“ mit DAKS

Aktionen aus. Üblich sind Weiterleitung der Informationen an mobile Kommunikationsgeräte der Telefonanlage (DECT, Smartphone, Pager usw.) mit Weitergabe dedizierter Informationen (z. B. Alarmquelle, Alarmierungsort, Alarmbeschreibung u. a.).

Charakteristisch ist eine **parallele** Weitergabe von Informationen an eine konfigurierbare Anzahl von mobilen Endgeräten unterschiedlichster Art. Diese Benachrichtigung kann auch kaskadiert erfolgen, d. h., wenn Empfänger 1 nicht wie geplant reagieren kann, wird nach dessen abschlägiger Quittierung sofort Empfänger 2 einer beschriebenen Alarmierungskette informiert. In ■ **Abb. 8.2** sieht man eine Benachrichtigung für die Situation „Not-Sectio“. In diesem Fall muss eine Schnittentbindung innerhalb von 20 min nach Benachrichtigung durchgeführt werden. Erforderlich dafür sind verschiedenste Berufsgruppen, die alle parallel informiert werden. Die Alarmierung läuft in den einzelnen Berufsgruppen automatisch so lange, bis ein Empfänger den Ruf positiv an seinem Endgerät

quittiert und somit aus jeder Berufsgruppe eine Person anwesend ist.

Diese technische Möglichkeit des DAK-Servers eignet sich hervorragend, um METs zu alarmieren. Je nach Ausbaustufe des DAKS kann man zusätzliche Informationen wie den Einsatzort (inkl. Zimmernummer), den Grund der Alarmierung und weitere Informationen automatisiert kommunizieren (Heller et al. 2018).

Als zusätzliche Information steht bei der Nutzung von DAK-Servern auch der zeitliche Ablauf zur Verfügung, z. B. wird genau dokumentiert, wann eine Alarmierung des MET erfolgte und wie die einzelnen Mitglieder auf diese Meldung reagiert haben (positive vs. negative Quittierung). Diese Dokumentation kann dann relativ leicht zur Analyse statistischer und qualitätssichernder Fragestellungen verwendet werden.

In unserem Kontext ist als Nächstes die Fragestellung zu erörtern, auf welche Art und Weise bzw. auf der Basis welcher Kriterien oder Trigger z. B. ein DAKS das MET ruft oder alarmiert.

8.2 Erkennung Notfall

Die Erkennung von Notfällen, die den Einsatz von METs erfordern, ist schwieriger, als zunächst zu vermuten ist (Frank et al. 2018). Vor allem die Definition der Alarmierungskriterien muss so erfolgen, dass relevante Alarmsituationen sicher erkannt werden, die Anzahl von Fehlalarmen (Personalbindung!) aber auf ein akzeptables Maß reduziert wird. Vor allem der zweite Punkt ist vor dem Hintergrund einer gewissen Alarmmüdigkeit, damit einhergehender Desensibilisierung (Alarm-Fatigue) und vielleicht auch eines knappen Personalschlüssels ein Thema, dem man höchste Aufmerksamkeit widmen muss (► Kap. 3). In folgenden Fällen wird eine unmittelbare Alarmierung des MET erwartet:

- akute und klare Notfallsituationen wie Bewusstlosigkeit, Kreislaufstillstand, akute Unfälle auf dem Gelände der Klinik (auch durch Besucher!). Information über diese Notfälle erfolgt per Telefon direkt an eine Zentrale;
- „unscharfe“ Alarmierungssituationen, die durch Verletzung mehrerer definierter Grenzwerte (z. B. der hämodynamischen Überwachung eines Patienten) generiert werden.

Während man die erste Situation ganz gut beherrschen kann (z. B. durch direkten Anruf

eines Mitarbeiters auf der europaweit klinikintern einheitlich empfohlenen Notfallnummer 2222 mit verbaler Beschreibung der Situation), sind die Alarmierungstrigger im zweiten Fall unschärfer. Favorisieren sollte man eine multiparametrische Bewertung von Messwerten. Für diese multiparametrische Bewertung wurden in den letzten Jahren einige Score-Systeme entwickelt und validiert (Frank et al. 2018; Royal College of Physicians 2012; Ludikhuize et al. 2012a) (► Kap. 4). Alle Systeme werden dadurch beworben, dass sie auf der Basis einer Bewertung multipler Parameter zu einer klinischen Entscheidungsunterstützung beitragen können. Am besten validiert ist dabei der EWS (early warning score) bzw. Modifikationen des EWS. Ein Überblick über die verschiedenen EWS-Derivate findet sich in ■ Tab. 8.1.

Ziel eines jeden Scores ist, möglichst präzise Voraussagen zum Zustand des Patienten bzw. dessen zukünftige Dynamik treffen zu können. Kritische Zustände sollen so durch frühzeitige Interventionen vermieden werden. Zur Berechnung des Scores sind grundsätzlich zwei Varianten möglich:

1. Man erfasst die Eingangsparameter (je nach verwendetem Score) manuell in einer spezifischen Software und lässt von dieser einen Score berechnen.
2. Man übernimmt alle Daten, soweit elektronisch vorhanden, als Eingangsparameter zur Berechnung des Scores über Schnittstellen.

■ **Tab. 8.1** Parameter einzelner EWS-Derivate (NEWS) National EWS, (MEWS) modified EWS, (SEWS) Scottish/ standardized EWS, (WEWS) Wellington EWS

Parameter	NEWS	MEWS	SEWS	WEWS
Atemfrequenz	ja	ja	ja	ja
Herzfrequenz	ja	ja	ja	ja
Systolischer Blutdruck	ja	ja	ja	ja
SpO ₂	ja		ja	
O ₂ -Gabe	ja	ja		
Bewusstseinszustand	ja	ja	ja	ja
Temperatur	ja	ja	ja	
Urinausscheidung		ja		ja

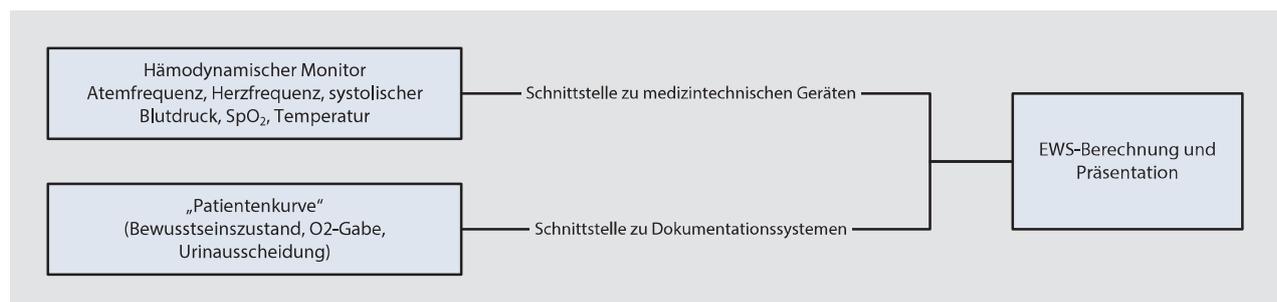
Die erste Variante kann auf kleineren Pflegestationen durchaus eine Möglichkeit darstellen, in aller Regel wird man aber versuchen, die zweite Variante zu implementieren. Bei dieser muss man zunächst prüfen, welcher der möglichen Scores der geeignete ist und welche Eingangsparameter man auf welchen Wegen in das Berechnungssystem integrieren kann. Ein Teil der Parameter wird von hämodynamischen Überwachungsgeräten gemessen (Atemfrequenz, Herzfrequenz, systolischer Blutdruck, SpO₂, Temperatur), der andere Teil (O₂-Gabe, Bewusstseinszustand, Urinausscheidung) findet sich eher in der Patientenkurve. Will man die Nutzung eines Scores einführen, muss man also prüfen, welche informationstechnischen Voraussetzungen vorliegen, um diese möglichst automatisiert nutzen zu können. ■ Abb. 8.3 zeigt einen möglichen strukturellen Aufbau.

Im Markt sind verschiedenste Lösungen verfügbar. Drei Varianten stehen grundsätzlich zur Verfügung:

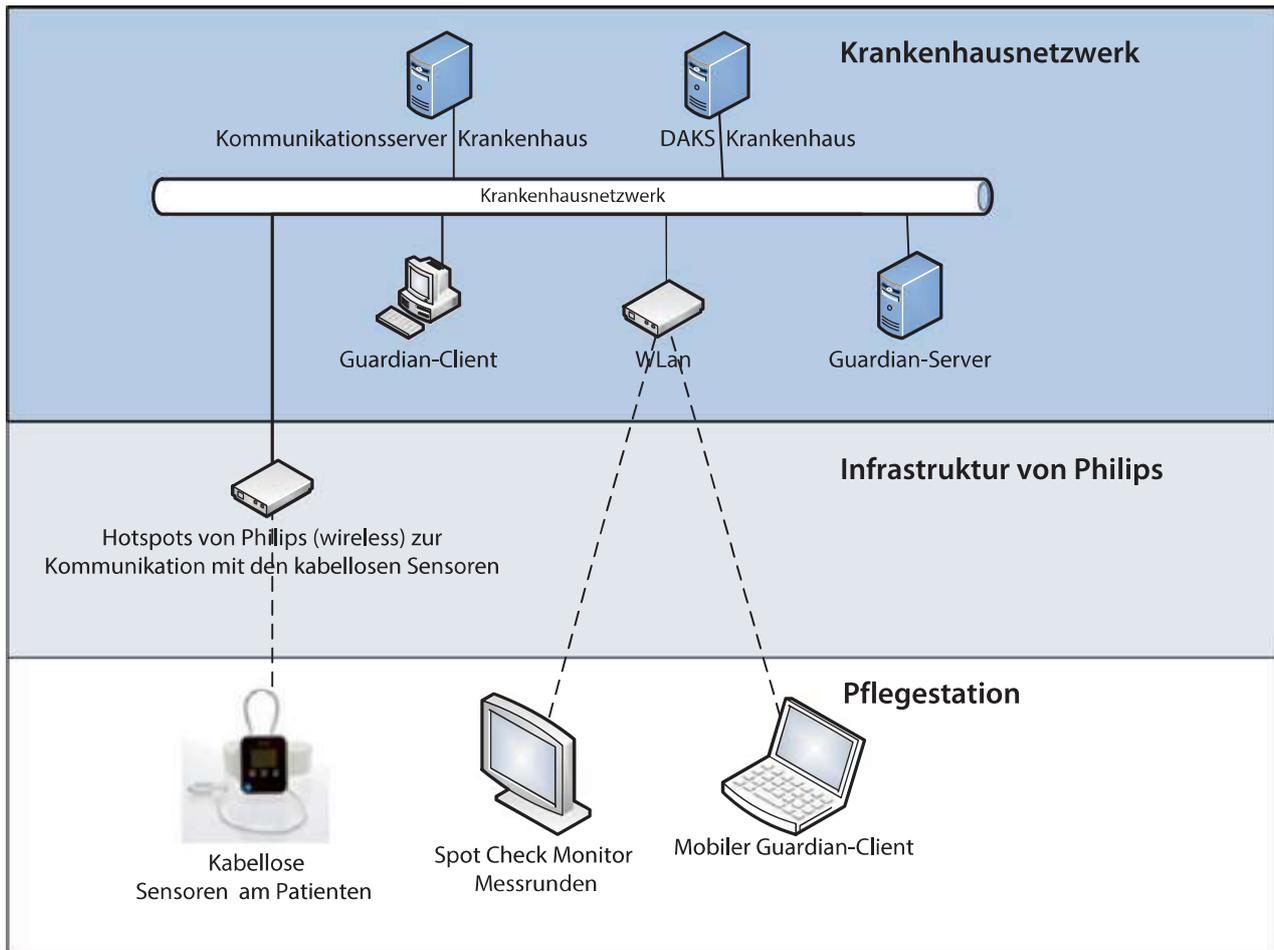
1. Man erwirbt lediglich eine Software, die einen Score berechnet. Die Verantwortung für das Eintragen der Daten (meist komplett manuell) verbleibt im Krankenhaus.
2. Man erwirbt die Software zum Berechnen des Scores inkl. der Technologie zur Integration der Daten aus hämodynamischen Monitoren.
3. Das EWS-System besteht sowohl aus der Score-Software als auch aus Möglichkeiten zur Integration von hämodynamischen Daten bzw. Sensoren, um diese zu erfassen.

Welche Ausbaustufe man favorisiert, hängt von den Anforderungen, der technischen Infrastruktur und nicht zuletzt den finanziellen Möglichkeiten ab. Variante 2 wird z. B. von der Firma Medtronic (Medtronic, Dublin, Irland) angeboten. Alle Daten von hämodynamischen Messgeräten werden über spezifische Schnittstellen automatisiert kommuniziert. Damit hat man keine Abhängigkeit von einem bestimmten Monitoring-Hersteller, was der Situation in vielen Krankenhäusern entspricht. Nebeneffekt könnte sein, dass man unabhängig von der Sammlung und Übermittlung der Daten zur Berechnung des Scores eine Datenbasis für alle möglichen anderen Anforderungen erhält (Data Mining, Versorgungsforschung usw.); die Sammlung von Daten muss sich hier auch nicht auf die zur Berechnung des Scores erforderlichen Werte beschränken. Im konkreten Fall (Medtronic „Vital Sync“™) wird auch eine automatisierte Übertragung von Daten aus der Patientenkurve (Bewusstseinszustand usw.) angeboten. Eine Weiterleitung von Informationen zum Alarm-Management bzw. zur Benachrichtigung von METs ist Bestandteil der Lösung von Medtronic.

Variante 3 wird z. B. von Philips (Philips, Amsterdam, Niederlande) favorisiert. Philips vertreibt ein Produkt, das eine Software zur Berechnung eines modifizierten EWS und dessen Präsentation mit Elementen der Patientenüberwachung und von IT-Lösungen zur Früherkennung von kritischen Situationen verknüpft. Das kommerziell verfügbare Produkt (IntelliVue Guardian Solution™) wird exklusiv von Philips vertrieben und ist in



■ Abb. 8.3 Übernahme der Eingangsparameter zur Berechnung des Scores



■ **Abb. 8.4** Infrastruktur Guardian™ im Krankenhaus

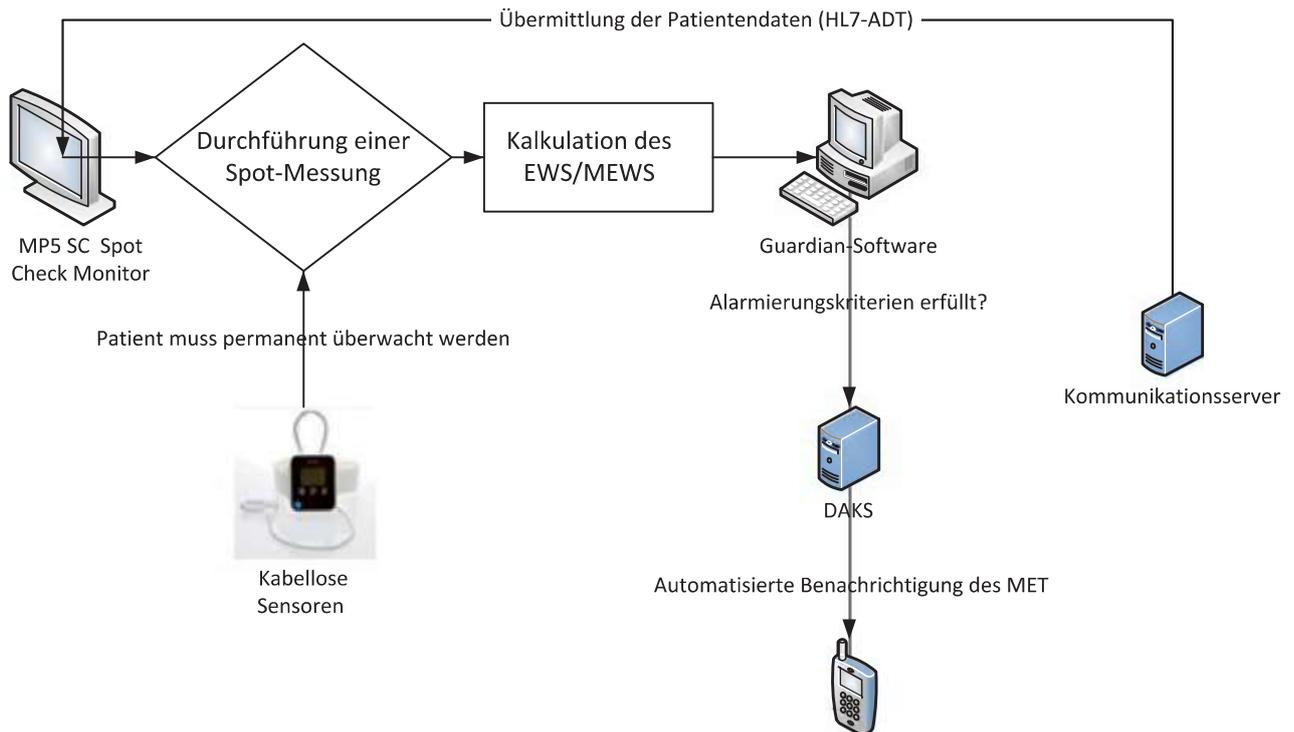
diversen Ausbaustufen verfügbar. Der prinzipielle Aufbau wird aus ■ Abb. 8.4 ersichtlich.

Wesentliche Elemente sind die Intellivue GuardianSolution Software (■ Abb. 8.5), die auf einem Server bzw. einem PC des Krankenhauses installiert wird, ein mobiler SpotCheck-Monitor von Philips (MP5 SC), der mit einer spezifischen Software zur Kalkulation des EWS/MEWS ausgestattet ist, kabellose Sensoren von Philips zur kontinuierlichen Kalkulation des EWS/MEWS und ein Kommunikationsserver von Philips zur Kommunikation mit dem DAKS bzw. dem klinischen Informationssystem des Krankenhauses. Über diesen Kommunikationsserver werden die Patientendaten zur Identifizierung an den MP5 SpotCheck-Monitor gesendet, wenn definierte Alarmierungskriterien erfüllt sind.

Die Patienten auf Normal- oder Intermediate-Care-Stationen werden zu Beginn ihres Aufenthaltes auf der Station einer multiparametrischen Spot-Messung unterzogen (Respirationsfrequenz, nichtinvasiver Blutdruck, plethysmografische Sauerstoffsättigungsmessung, Temperatur, Bewusstseinszustand).

Die erhobenen Messergebnisse werden in dem MEWS verrechnet und bei Erreichen definierter Kriterien werden die Patienten mit mobilen Messgeräten zur kontinuierlichen Überwachung und Ermittlung des Scores ausgestattet (■ Abb. 8.6).

Im Verlauf werden die Patientenmesswerte z. B. während der regulären Visiten wiederholt mit dem Spot-Check-Monitor erfasst und im EWS/MEWS verrechnet. Im Verlauf werden die So kann die Entscheidung zur Applikation der kabellosen Sensoren am Patienten auch



■ **Abb. 8.5** Informations flow beim Einsatz der IntelliVue Guardian



■ **Abb. 8.6** Kabellose Sensoren für nichtinvasiven Blutdruck, Sauerstoffsättigung und Respiration. (Mit freundl. Genehmigung von Philips GmbH)

zu einem späteren Zeitpunkt des stationären Aufenthaltes getroffen werden. Unabhängig davon, ob Patienten nur in Abständen mit dem Spot-Check-Monitor überwacht werden oder nahezu kontinuierlich mit den kabellosen Sensoren, wird der Score in einer Stationsübersicht dargestellt (■ Abb. 8.7). Ähnlich wie bei EWS/MEWS kann das System ebenfalls als Sepsis-Frühwarnsystem wirken, indem aus den erhobenen Daten mit Hilfe des qSOFA ein Score ermittelt und anschließend Warnungen herausgegeben werden (Boulos et al. 2017).

Der Score bzw. dessen Änderung wird nach zu definierendem Zeitraster (■ Abb. 10.2)

erfasst und von der Guardian-Software an einem Guardian-Client an zentraler Stelle auf einer Station visualisiert. Somit kann man nicht nur den aktuellen Score präsentieren, sondern vor allem Trends visualisieren. Das System ist so konzipiert, dass bei Übersteigen eines definierten Score-Wertes eine Alarmierung erfolgt. Bei entsprechender technischer und informatischer Infrastruktur (■ Abb. 8.4) kann dieser Alarm aus dem IntelliVue Guardian System über eine Gateway-Lösung zum DAKS weitergeleitet werden. Somit steht auf einer Anzahl mobiler Endgeräte (DECT, Handy, Pager) eine Alarmierung mit Angabe von Informationen

The screenshot displays the Philips IntelliVue GuardianSoftware interface. At the top, there is a green header for 'Benachrichtigungen' (Notifications) and an orange header for 'Patientenübersicht' (Patient Overview). The notification table lists alerts such as 'MEWS: Änderung von Beobachten zu Warnung' with time-to-warn warnings. The patient overview table provides a detailed view of patient status, including MEWS scores, vital signs (HR, SpO2, BP), and time since last MEWS assessment.

PG	Ort	Patient	Untersuchungs-	Details	Schweregrad	Erstellt	Ge...
422-1	Berlin, Berlin	MEWS: Änderung von Beobachten	zu Warnung	Innerhalb von 13 h 45 min	Warnung		
424-2	Berlin, Berlin	MEWS: Änderung von Beobachten	zu Warnung	Innerhalb von 8 h 3 min	Warnung		
412-1	Berlin, Berlin	MEWS: verschlechtert zu Warnung			Warnung	IgsSystem	

PG	INODs	Ben	Patient	Untersuchungs-	Protokollname	Voriger MEWS	MEWS	Zeitraum seit letztem MEWS	HR/24s	SpO2s	BP
412-1					MEWS	0	1	1d 5h 1min	68	95	161/84 (103)
412-2					MEWS	0	0	5h 35min	62	99	164/74 (101)
416-1					MEWS	0	0	5h 33min	75	98	116/68 (82)
416-2					MEWS	0	0	5h 34min	89	96	146/100 (11)
418-1					MEWS	0	1	5h 32min	55	98	132/65 (80)
418-2					MEWS	0	0	5h 29min	74	96	117/64 (80)
420-1					MEWS	0	0	5h 30min	77	98	157/86 (105)
420-2					MEWS	0	1	5h 28min	81	94	122/74 (87)
422-1					MEWS	0	0	5h 27min	57	87	126/72 (89)
422-2					MEWS	0	1	5h 24min	75	97	137/82 (98)

Abb. 8.7 Übersichtsbildschirm Guardian-System

(Höhe des Scores, Patientenname, Station, Zimmer usw.) zur Verfügung. Das MET wird also unabhängig von der Wahrnehmung der Situation durch das Personal auf der Station (Ludikhuizen et al. 2012b) informiert, was zu einem enormen Zeitvorsprung in der Reaktion auf kritische Ereignisse führt und die Verfügbarkeit von aktuellen Monitoringdaten erhöht (Heller et al. 2018).

8.3 Track und Trigger – Visionen neue Sensorik

Zwei grundsätzliche Trends werden die Entwicklung auf dem Gebiet deutlich beschleunigen.

- Zum einen wird es im Gesundheitswesen und ganz speziell im Krankenhaus einen zunehmenden Bedarf geben, eine größere Zahl von Patienten (alle?) zu überwachen. Dies wiederum hat mit der demografischen Entwicklung (Zunahme älterer multimorbider Patienten), zum anderen mit einer hohen Belastung der Pflegekräfte auf Station zu tun, die bei

der Überwachung von Patienten Unterstützung benötigen. Zuletzt spielt vielleicht auch eine Rolle, dass man die Dauer der relativ teuren Krankenhausaufenthalte senken will („Verweildauer senken“) und dabei trotzdem eine Basisüberwachung der Patienten in deren häuslichem Umfeld aufrechterhalten will, um bei etwaigen posthospitalen Notfällen schnell reagieren zu können.

- Zum anderen hat man den Eindruck, dass der Gesundheitsbereich mehr und mehr in den Fokus der weltweit agierenden Technologiefirmen (Alphabet, Apple usw.) gerät. Im Bereich der Fitness-Industrie erscheinen seit Jahren in kurzen Abständen immer neuere Produkte wie Smartwatches oder Fitness-Tracker, die vor allem bei der Verbesserung des Fitnesszustandes helfen. Allerdings hat auch diese Entwicklung die Sensorentwicklung vorangetrieben, die Messung der Pulsfrequenz ist Standard, in vielen Geräten wird eine Messung der Sauerstoffsättigung im Blut integriert und andere Parameter werden folgen. Hier wird es

spannend sein, zu beobachten, für welche vitalen Parameter miniaturisierte Sensoren in naher Zukunft verfügbar sein werden und vor allem wie man diese in eine Infrastruktur integrieren kann.

Während der erste Punkt eher gesundheitspolitische Themen beschreibt, wollen wir den zweiten Punkt kurz beleuchten. Für eine Reihe von vitalen Patienten-Messparametern findet man interessante Entwicklungen. Als Beispiel soll hier auf ein Patent von Apple hingewiesen werden, das ein iPhone in einen „Gesundheitssensor“ verwandeln kann (Comstock 2017). Apple hat mit diesen Modifikationen das Ziel, den Blutdruckindex, die Bluthydration, den Körperfettanteil, die Sauerstoffsättigung, die Pulsfrequenz, den Perfusionsindex, das EKG, ein Photoplethysmogramm und andere Daten zu messen. Unabhängig davon, ob auch Apple im relativ regulierten Markt der Medizinprodukte eine gewisse Zeit benötigen wird, um alle Anforderungen an die Konformität mit den geltenden Gesetzen und Normen zu erfüllen, scheint die Entwicklungsrichtung klar. Mit dem iPhone hätte man zusätzlich ein Produkt des „Massenmarktes“, das gleichzeitig in eine bestehende Infrastruktur (hier Mobilfunknetz, könnte aber auch das WLAN eines Krankenhauses sein) eingebettet ist, seine Messergebnisse also versenden kann. Man kann sich vorstellen, die mit diesen Methoden gesammelten Daten einer zentralen Datenbank zur Verfügung zu stellen (lokal im Krankenhaus), auf der nach einem oder mehreren Scores (z. B. dem EWS/MWS) der Zustand aller Patienten überwacht wird. Natürlich könnte diese Überwachung auch über die Krankenhausgrenzen hinaus fortgesetzt werden, wenn die Datenübertragung über Mobilfunkstandards abgewickelt wird. Hohe Hürden sind in dem Kontext in jedem Fall Anforderungen des Datenschutzes und die Messgüte der verwendeten Sensorik. Google bzw. die Mutter Alphabet treiben ähnliche Entwicklungen voran. Von den genannten Firmen wurde eine „Study Watch“ vorgestellt,

mit deren Hilfe ähnliche Daten, wie sie bei Apple beschrieben sind, erfasst werden und die zunächst bei Studien eingesetzt werden soll (Mack 2017).

Neben der reinen Entwicklung von Sensoren bzw. Zusatzelementen für Smartphones wird die Frage, wie man diese in eine Infrastruktur eines Krankenhauses einbettet, von zentraler Bedeutung sein. Hier gibt es neben der Sicherstellung von technischen Anforderungen an diese „Endgeräte“ (Mobile Device Management) auch die Vorgaben des Datenschutzes zu erfüllen, mit denen eine eindeutige Zuordnung der Messparameter eines Patienten im zeitlichen Verlauf dieses Behandlungsfalles realisiert werden muss. Mit zentral gesammelten und entsprechend aufbereiteten Daten könnte man dann allerdings nicht nur den Einsatz von METs steuern, sondern eine Reihe anderer Fragestellungen untersuchen (Versorgungsforschung, Data mining usw.).

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass man in den nächsten Jahren mit enormen technologischen Entwicklungen rechnen kann, die die Überwachung von Patienten im Krankenhaus und darüber hinaus verbessern werden. Davon werden vor allem die Patienten, aber auch die Ärzte und Pflegekräfte profitieren.

Literatur

- Boulos D, Shehabi Y, Moghaddas JA, Birrell M, Choy A, Giang V et al (2017) Predictive value of quick sepsis-related organ failure scores following sepsis-related medical emergency team calls: a retrospective cohort study. *Anaesth Intensive Care* 45(6):688–694
- Comstock J (2017) Newly granted Apple patent shows ways to turn an iPhone into a health sensor. *Mobi health news* 2017 August 14 [cited 2018 May 22].
► <http://www.mobihealthnews.com/content/newly-granted-apple-patent-shows-ways-turn-iphone-health-sensor>
- Frank O, Schwappach D, Conen D (2018) Empfehlung zur Einführung und zum Betreiben eines Frühwarnsystems zur Detektion sich unbemerkt verschlechternder Patienten. *Stiftung Patientensicherheit Schweiz* 2018

- May 18 [cited 2018 May 22], S1–32. ► http://www.patientensicherheit.ch/dms/de/themen/Empfehlungen_Fr-hwarnsystem_20180410_final_d-docx/Empfehlungen_Fr%C3%BChwarnsystem_20180410_final_d.docx.pdf
- Heller AR, Mees ST, Lauterwald B, Reeps C, Koch T, Weitz J (2018) Detection of deteriorating patients on surgical wards outside the ICU by an automated MEWS-based early warning system with paging functionality. *Ann Surg*. ► <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000002830>
- Ludikhuizen J, Smorenburg SM, de Rooij SE, de Jonge E (2012a). Identification of deteriorating patients on general wards; measurement of vital parameters and potential effectiveness of the modified early warning score. *J Crit Care* 27(4):424–413
- Ludikhuizen J, Dongelmans DA, Smorenburg SM, Gans-Langelaar M, de Jonge E, de Rooij SE (2012b). How nurses and physicians judge their own quality of care for deteriorating patients on medical wards: self-assessment of quality of care is suboptimal. *Crit Care Med* 40(11):2982–2986
- Mack H (2017) Verily introduces health-tracking Study Watch for use in clinical research. *mobi health news* 2017 April 17 [cited 2018 May 22]. ► <http://www.mobihealthnews.com/content/verily-introduces-health-tracking-study-watch-use-clinical-research>
- Royal College of Physicians (2012) National Early Warning Score (NEWS): standardising the assessment of acute illness severity in the NHS, [cited 2016 Jun 10]. ► www.rcplondon.ac.uk/national-early-warning-score